

El coneixement sobre les particules en suspensió (PM)



Fulvio Amato

Environmental Geochemistry & Atmospheric Research (EGAR)
IDAEA-CSIC

Grup de treball de qualitat de l'aire, soroll i mobilitat sostenible
16 Novembre 2020

Criterios de clasificación de las partículas (PM)

1. Proceso de formación:

- Primarias: emitidas directamente como partículas (p.ej. carbono negro)
- Secundarias: formadas en atmósfera por oxidación de gases precursores
p.ej. $\text{SO}_2 \text{ (g)} \xrightarrow{\text{oxidation}} \text{SO}_4^{2-} \text{ (s)}$

2. Origen:

- partículas naturales
- partículas antropogénicas

3. Tamaño:

PM10, PM2.5, PM1, PM0.1 (UFP)

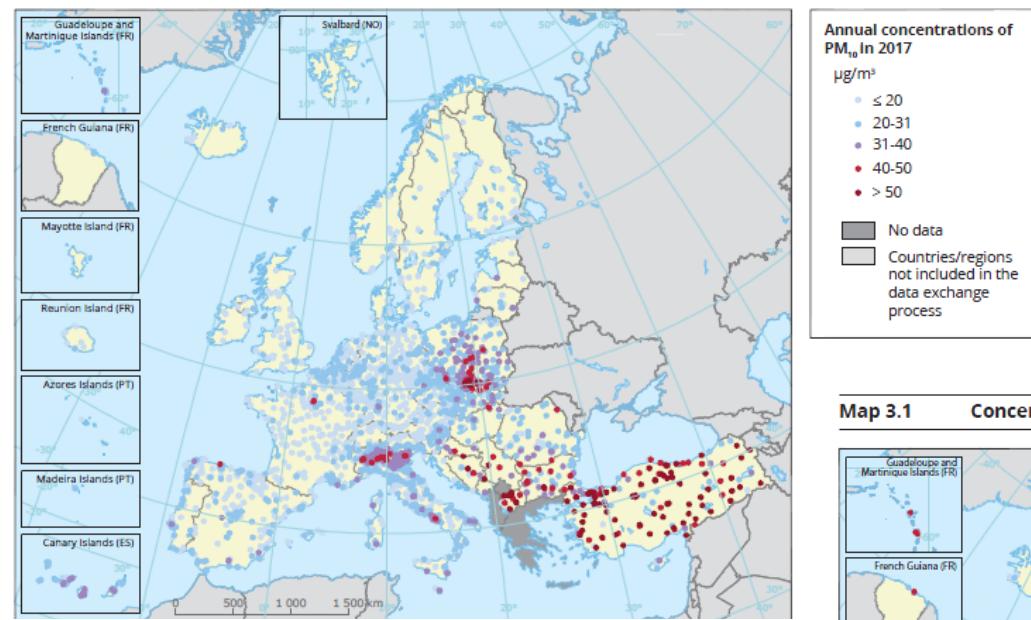
4: Composición química:

Minerales, carbonosas (C orgánico y elemental), sales de amonio, metales/metaloides, sal marina..

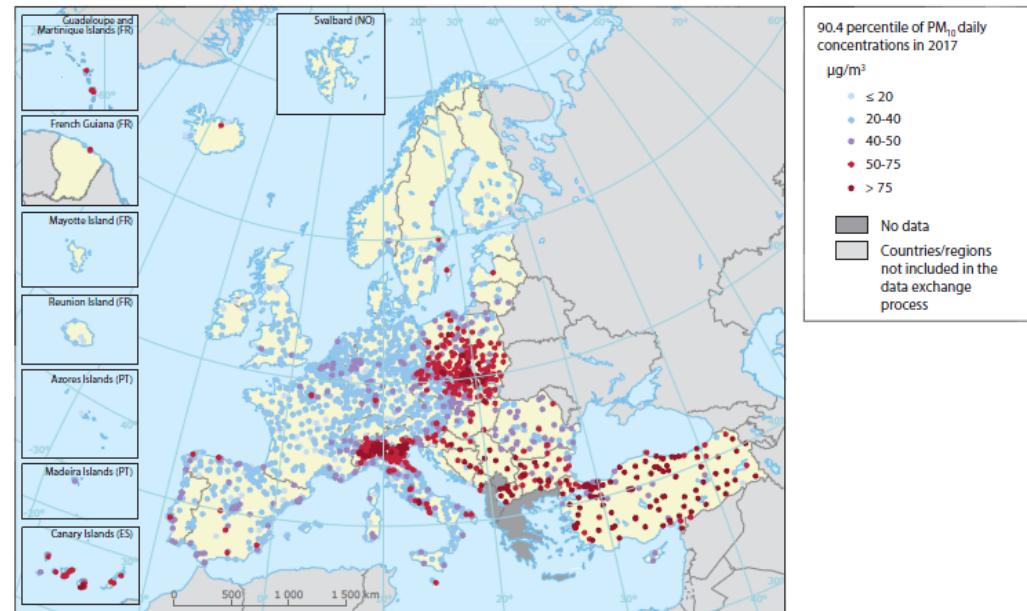
Nivel de cumplimiento en Europa - PM₁₀



Map 3.2 Concentrations of PM₁₀, 2017 — annual limit value

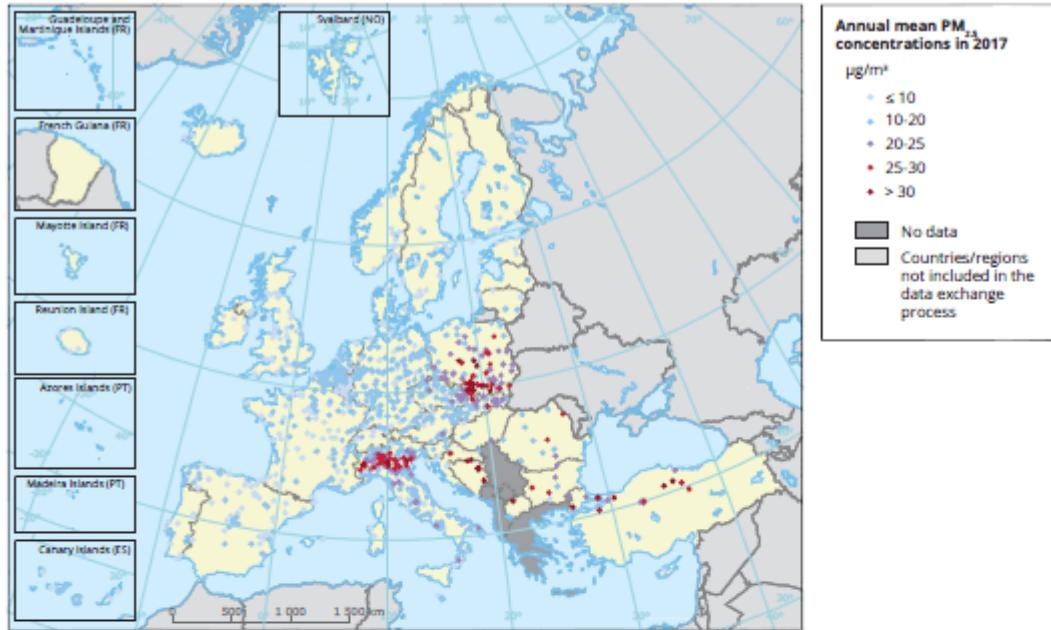


Map 3.1 Concentrations of PM₁₀, 2017 — daily limit value



Nivel de cumplimiento en Europa - PM_{2.5}

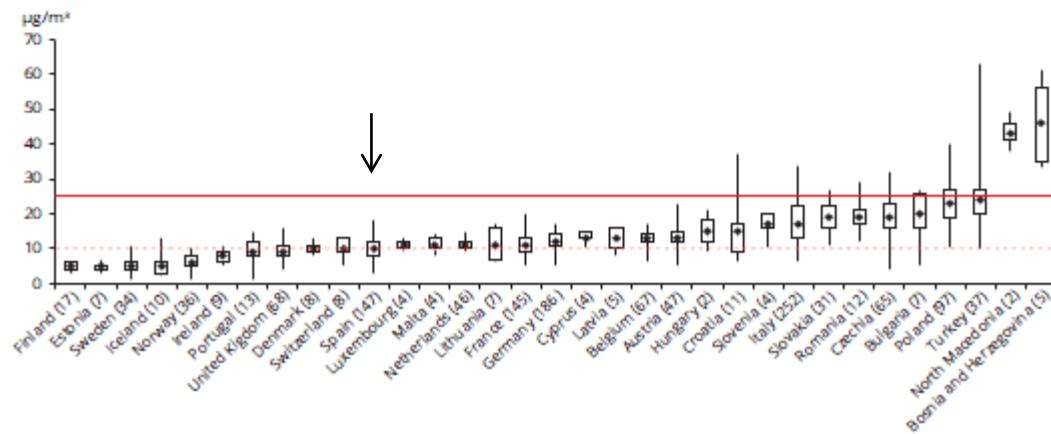
Map 3.3 Concentrations of PM_{2.5}, 2017 — annual limit value



Note: Observed concentrations of PM_{2.5} in 2017. The possibility of subtracting contributions to the measured concentrations from natural sources and winter road salting/salting has not been considered. Dots in the last two colour categories indicate stations reporting concentrations above the EU annual limit value (25 µg/m³). Dots in the first colour category indicate stations reporting values below the WHO AQG for PM_{2.5} (10 µg/m³). Only stations with more than 75 % of valid data have been included in the map.

Source: EEA, 2019c.

Figure 3.3 PM_{2.5} concentrations in relation to the annual limit value in 2017 and number of stations considered for each country



Población en riesgo

European Environment Agency



EU urban population exposed to harmful levels of air pollutant concentrations in 2013–2015, according to:

EU limit/target values

PM_{2.5}

7–8 %



PM₁₀

16–20 %



Pollutant	EU reference value (a)	Urban population exposure (%)	WHO AQG (a)	Exposure estimate (%)
PM ₁₀	Day (50)	13-19	Year (20)	42-52
PM _{2.5}	Year (25)	6-8	Year (10)	74-81
O ₃	8-hour (120)	12-29	8-hour (100)	95-98
NO ₂	Year (40)	7-8	Year (40)	7-8
BaP	Year (1)	17-20	Year (0.12) RL	83-90
SO ₂	Day (125)	< 1	Day (20)	21-31

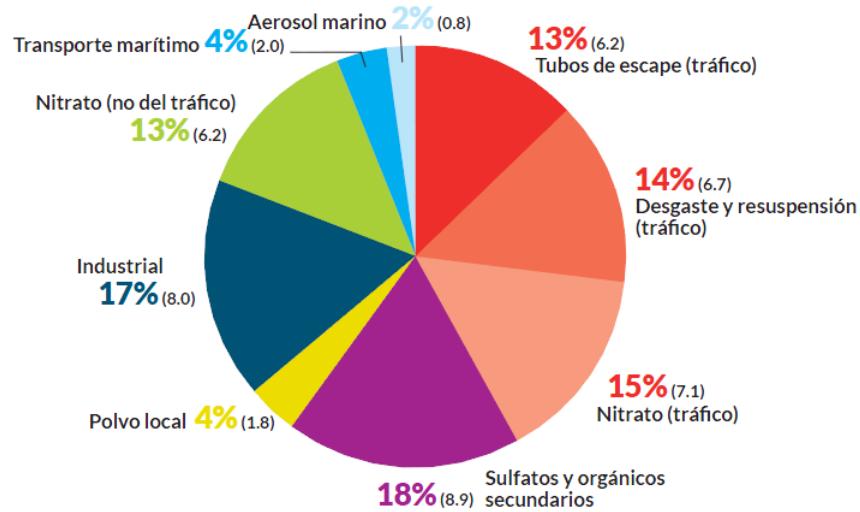
Muertes prematuras

Table 10.1 Premature deaths attributable to PM_{2.5}, NO₂ and O₃ exposure in 41 European countries and the EU-28, 2016

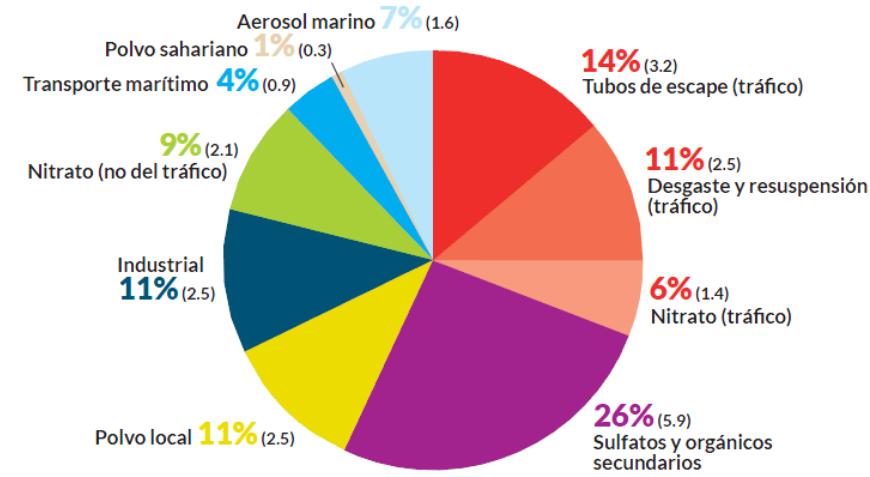
Country	Population (1 000)	PM _{2.5}		NO ₂		O ₃	
		Annual mean (*)	Premature deaths (*)	Annual mean (*)	Premature deaths (*)	SOMO35 (*)	Premature deaths (*)
Austria	8 700	12.0	5 300	18.9	1 000	4 522	270
Belgium	11 311	12.7	7 600	21.7	1 600	2 203	180
Bulgaria	7 154	22.3	13 100	18.8	1 100	3 347	280
Croatia	4 191	19.4	5 300	15.2	260	4 996	190
Cyprus	1 184	13.7	580	24.0	240	5 612	30
Czechia	10 554	16.6	9 600	15.2	240	4 353	350
Denmark	5 707	9.2	2 700	10.4	80	2 293	90
Estonia	1 316	5.9	500	7.8	< 1	1 949	20
Finland	5 487	5.1	1 500	8.0	< 1	1 510	60
France	64 977	10.9	33 200	17.3	7 500	3 420	1 400
Germany	82 176	11.6	59 600	20.2	11 900	3 368	2 400
Greece	10 784	19.6	12 900	19.6	2 900	6 871	640
Hungary	9 830	17.5	12 100	16.6	770	3 952	380
Ireland	4 726	6.8	1 100	11.0	50	1 323	30
Italy	60 666	16.6	58 600	22.1	14 600	6 058	3 000
Latvia	1 969	10.9	1 700	12.0	60	2 773	60
Lithuania	2 889	11.8	2 600	11.7	20	2 456	70
Luxembourg	576	11.4	230	20.7	50	2 211	10
Malta	450	11.1	210	14.9	< 1	5 985	20
Netherlands	16 979	11.3	9 200	20.5	1 500	2 428	270
Poland	37 967	20.6	43 100	15.2	1 500	3 699	1 100
Portugal	9 809	8.3	4 900	15.3	610	4 074	320
Romania	19 761	16.8	23 400	17.6	2 600	2 485	490
Slovakia	5 426	17.6	4 800	13.5	20	4 232	160
Slovenia	2 064	16.0	1 700	15.4	70	5 007	70
Spain	44 145	11.1	24 100	20.0	7 700	5 212	1 500
Sweden	9 851	5.7	2 900	10.7	30	1 819	120
United Kingdom	65 379	9.5	31 800	21.8	11 800	1 161	530
Albania	2 876	22.3	5 100	13.7	70	5 475	180
Andorra	73	12.1	40	18.2	< 1	4 423	< 5
Bosnia and Herzegovina	3 516	28.7	5 400	13.2	20	4 409	120
Iceland	333	4.8	60	10.1	< 1	499	< 5
Kosovo	1 772	27.1	3 800	14.4	20	4 769	100
Liechtenstein	38	10.3	20	17.8	< 1	4 945	< 5
Monaco	38	14.3	30	26.8	10	7 186	< 5
Montenegro	622	20.3	630	11.9	< 1	5 269	20
North Macedonia	2 071	34.6	3 400	17.4	110	4 434	70
Norway	5 211	5.9	1 300	12.4	130	1 502	50
San Marino	33	14.3	30	16.3	< 1	5 667	< 5
Serbia	7 076	24.6	13 700	19.4	1 500	3 508	280
Switzerland	8 327	10.1	3 700	19.7	620	4 842	240
EU-28	506 028	12.9	374 000	16.3	68 000	3 547	14 000
Total	538 014	14.4	412 000	16.3	71 000	3 811	15 100

Contribución de fuentes al PM10 en Barcelona

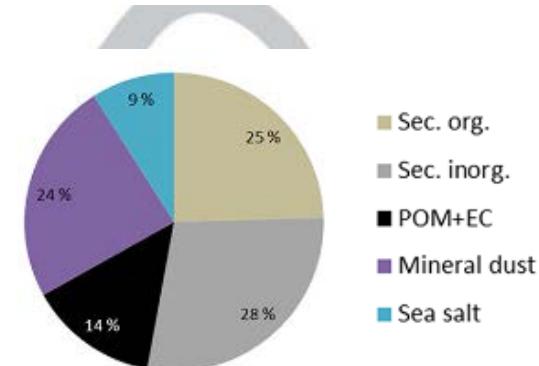
Días de alta contaminación (2013)



Promedio anual (2013)

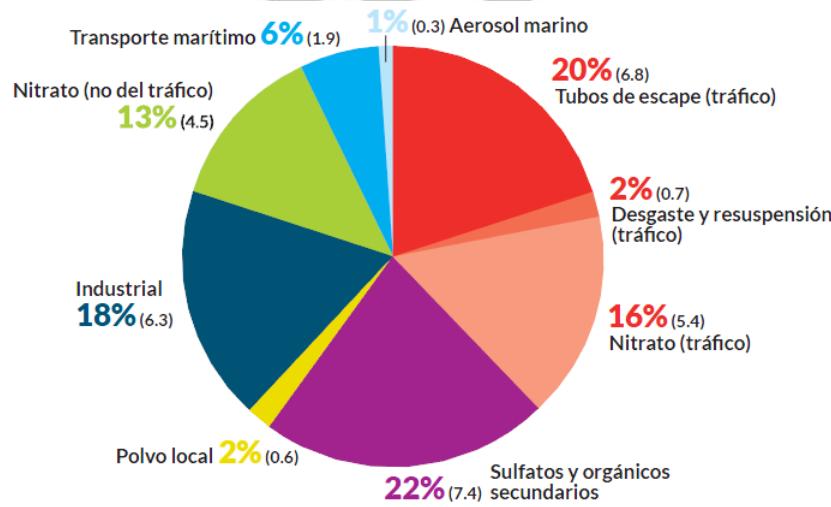


Amato et al., 2016
Atmospheric Chemistry and Physics

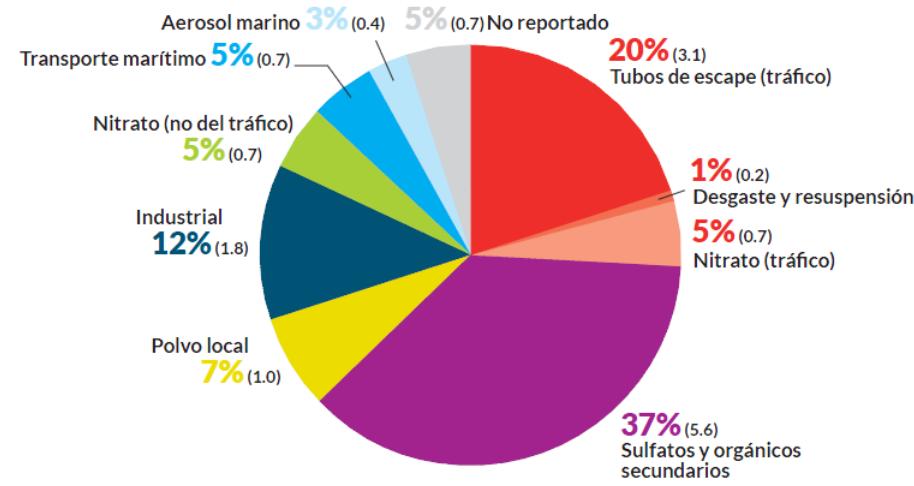


Contribución de fuentes al PM2.5

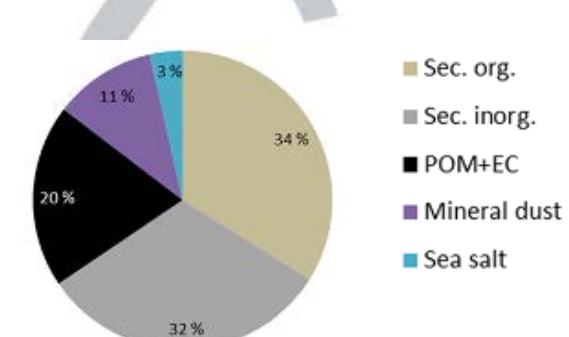
Días de alta contaminación (2013)



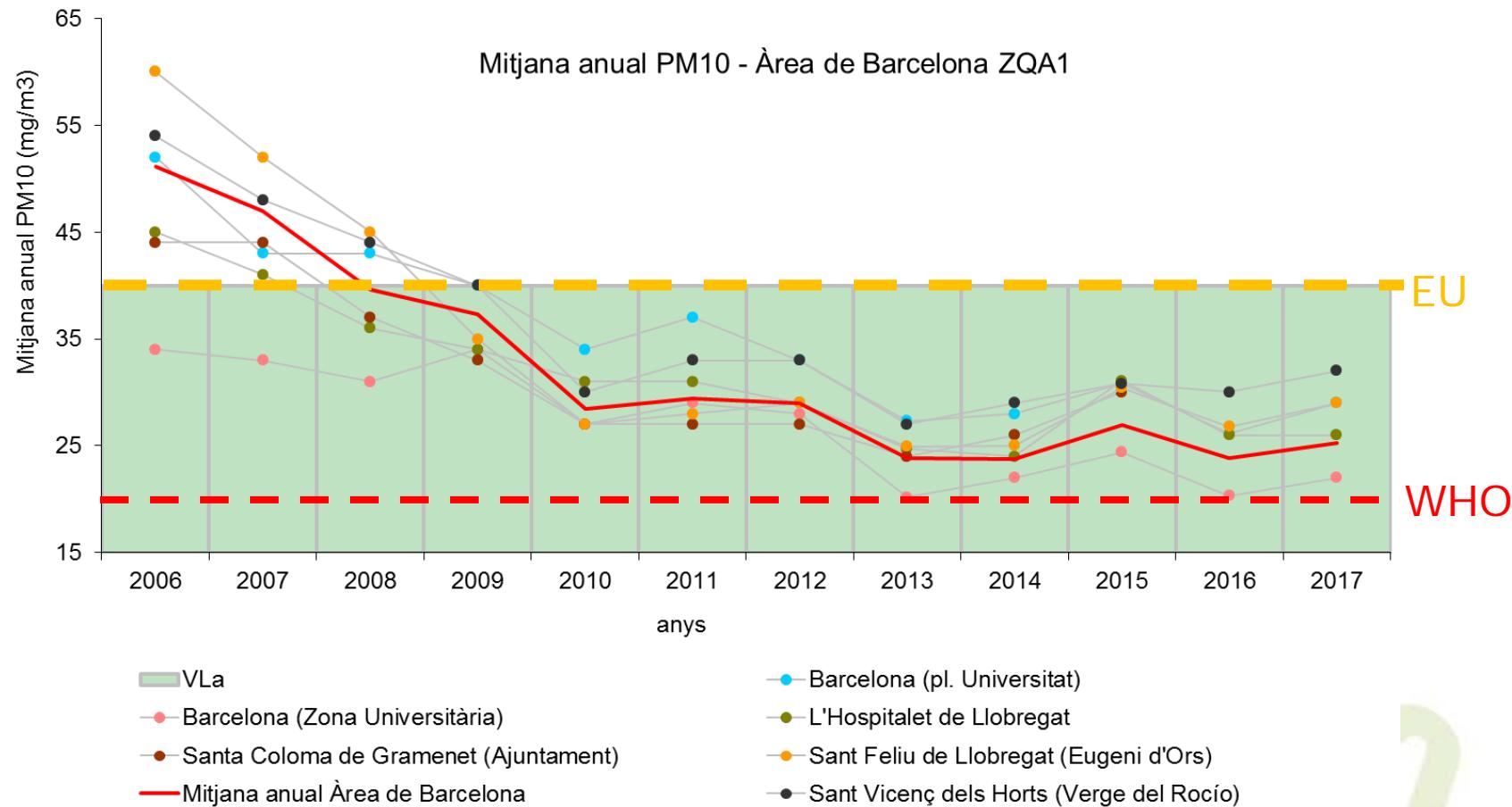
Promedio anual (2013)



Amato et al., 2016
Atmospheric Chemistry and Physics



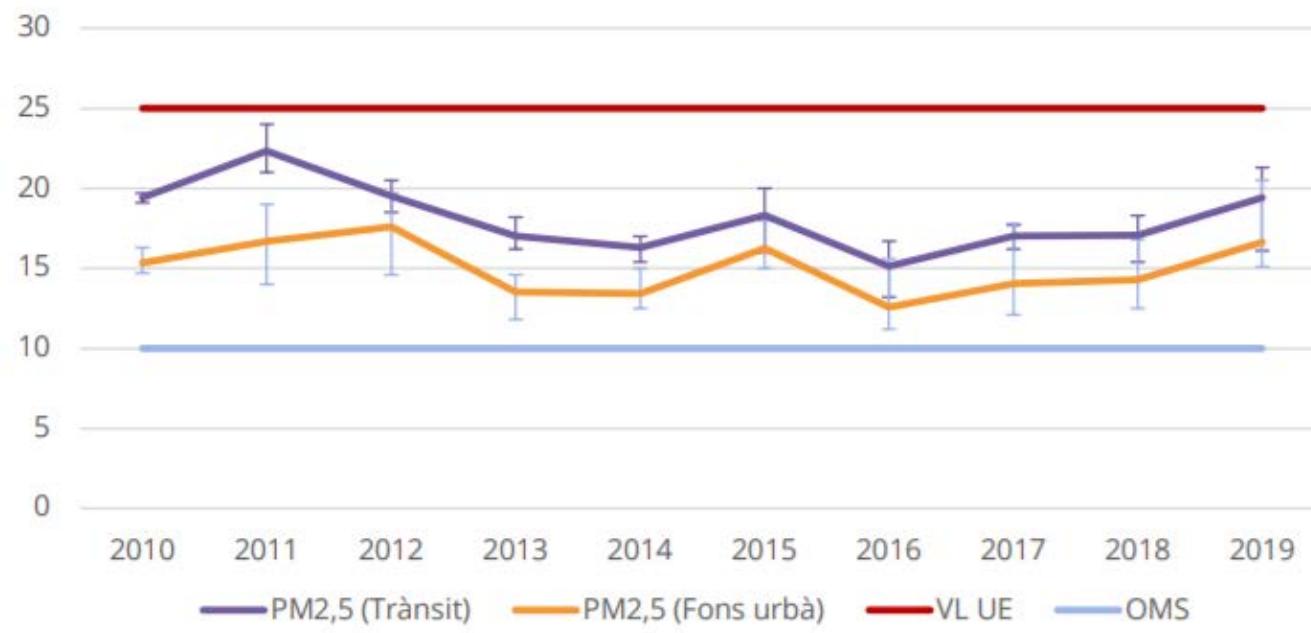
Tendencias de PM10



Fuente: Generalitat de Catalunya (DTES)

Tendencias de PM2.5

Figura 10. Evolució temporal de la mitjana anual agregada per estacions de trànsit i de fons de PM_{2.5} (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) pel període 2010-2019.

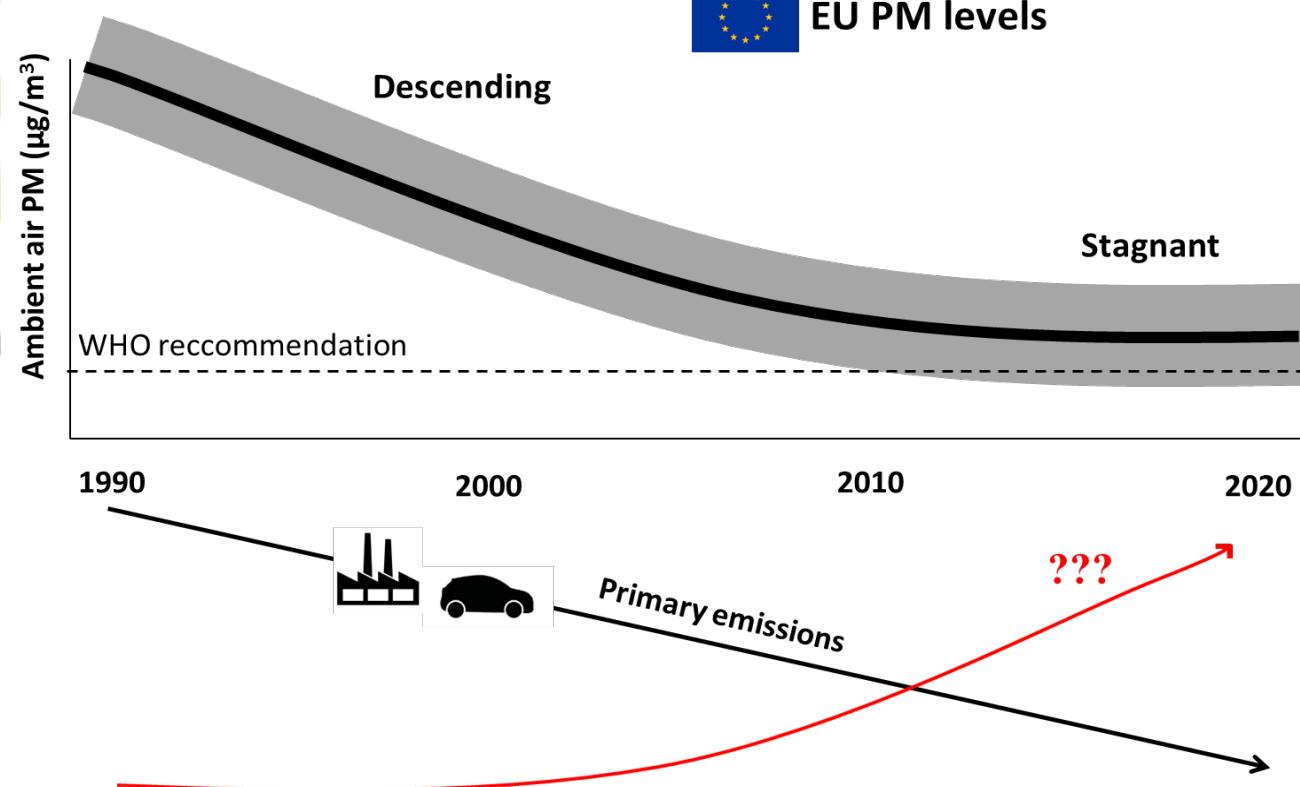


Fuente: ASPB, 2020

Tendencias



EU PM levels



Principales hipótesis

1. Incremento de la formación de secundarios orgánicos (SOA)
2. Fuentes no controladas (biomasa, desgaste por tráfico, resuspensión, cocinas, detergentes...)

Incremento de SOA

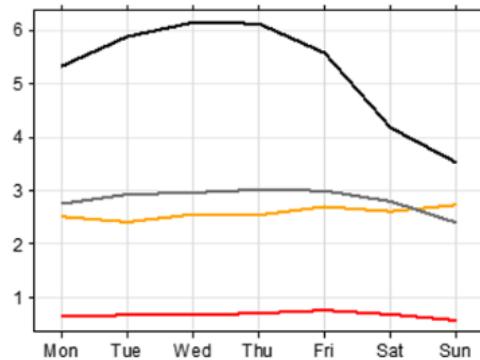
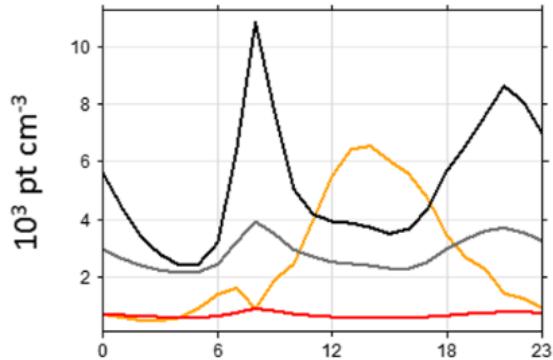
A que se debe?

Cambios en las emisiones de gases precursores:

- SOx, NOx y NMVOCs se han reducido de 78%, 41% and 40% en EU. Mayor disponibilidad de radicales OH y NO₃ que forman ahora SOA
- El incremento de motores de iniección directa (Gasoline Direct Injection)
- Reformulación de la gasolina para reducir el contenido en benzeno
- Nuevos motores diesel con menor ratio NO/NO₂ ratio, que incrementa el ozono urbano y la ozonolisis de isoprene y α -pinene

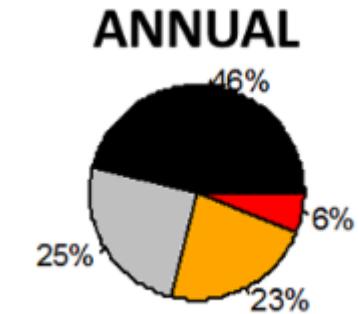
Particulas ultrafinas (UFP) y ozono urbano

BCN 2013 - 2016

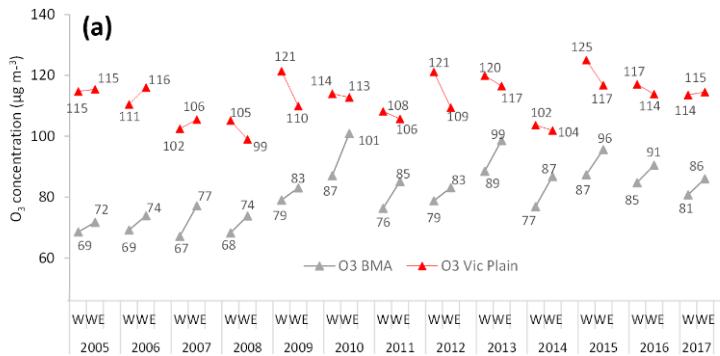


Traffic 1
Photonucleation
Traffic 2

Regional



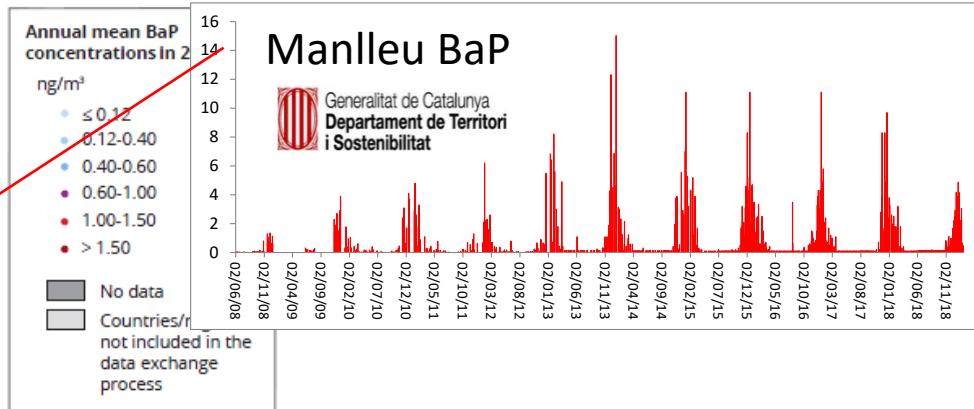
Rivas et al., 2020



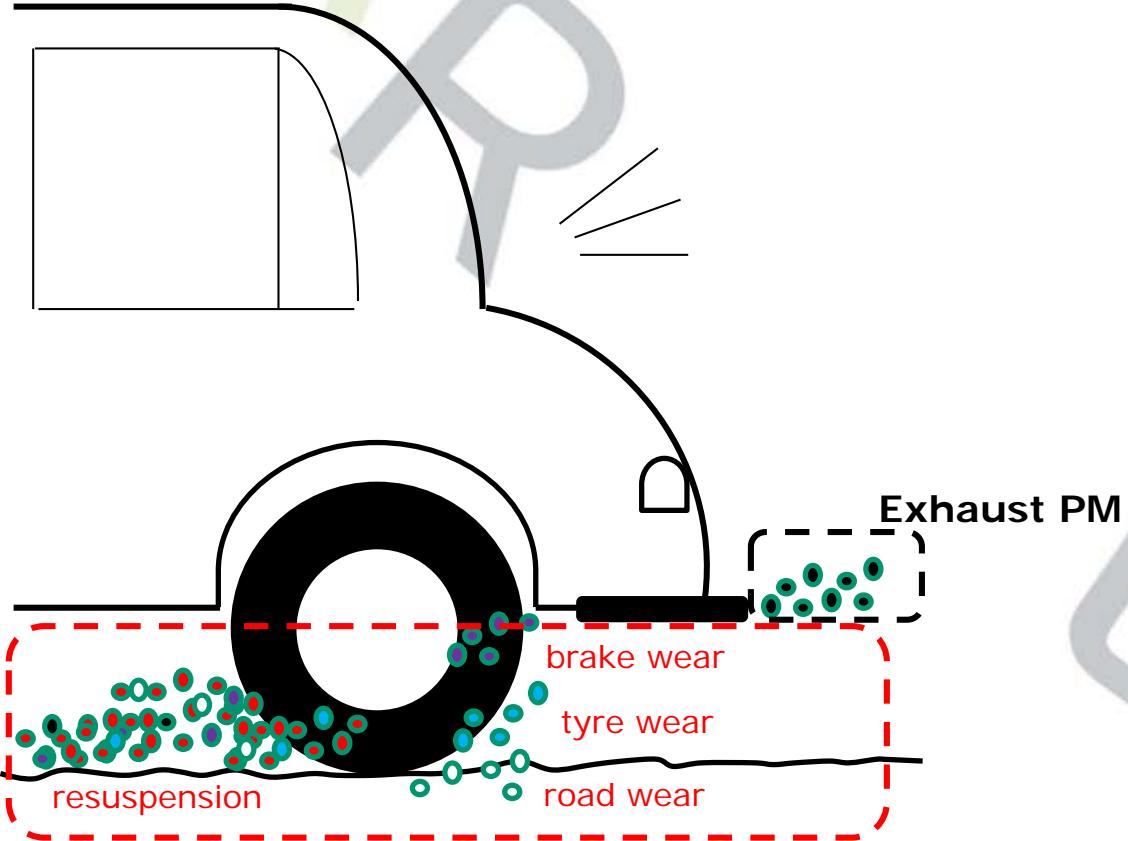
Massaguè et al., 2019

Quema de biomasa: Benzo(a)pireno (BaP)

Map 6.1 Concentrations of BaP, 2017

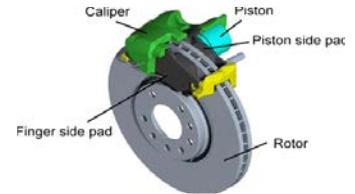


Emisiones de desgaste y resuspensión (non-exhaust)



Non-exhaust PM

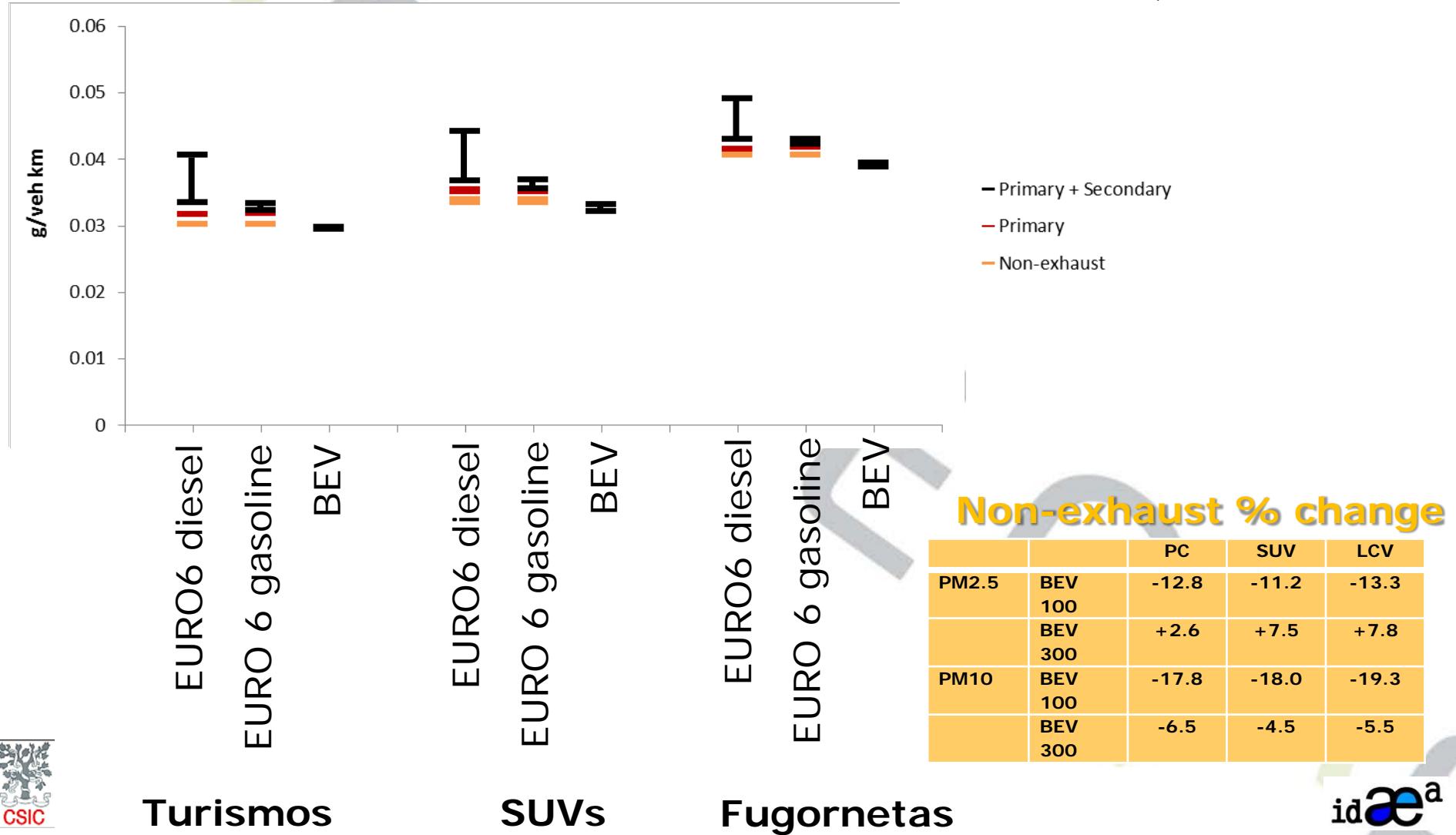
- Sin control legislativo
- Independientes del tipo o antiguedad de motor (ZBE)



Impacto del vehiculo electrico (BEV) en PM10

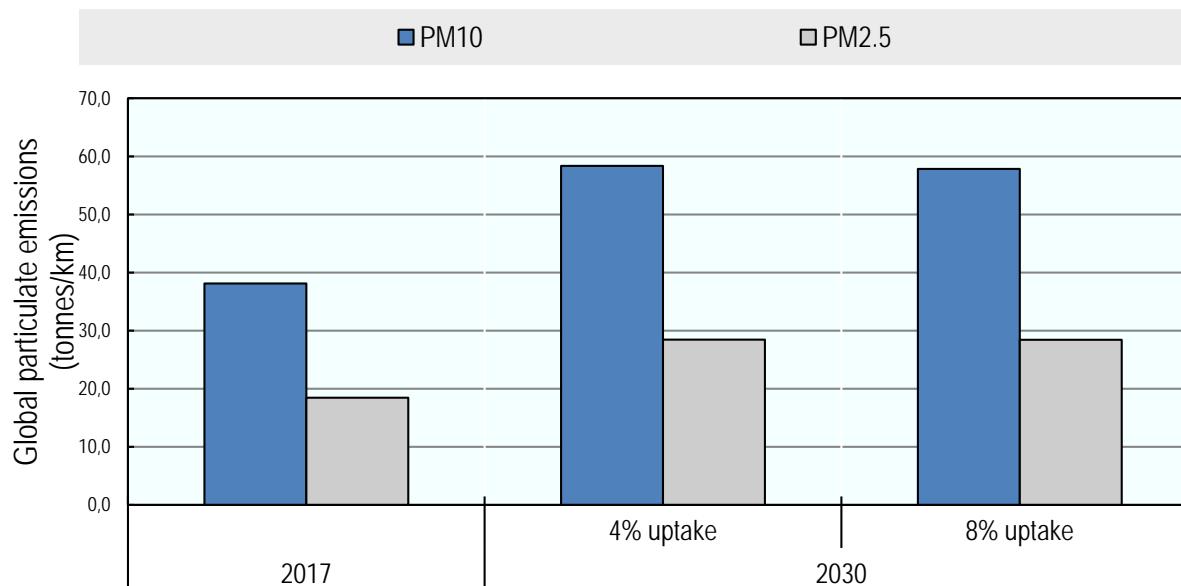


Source: OECD
Non-exhaust emissions
from road transport
in press (December 2020)



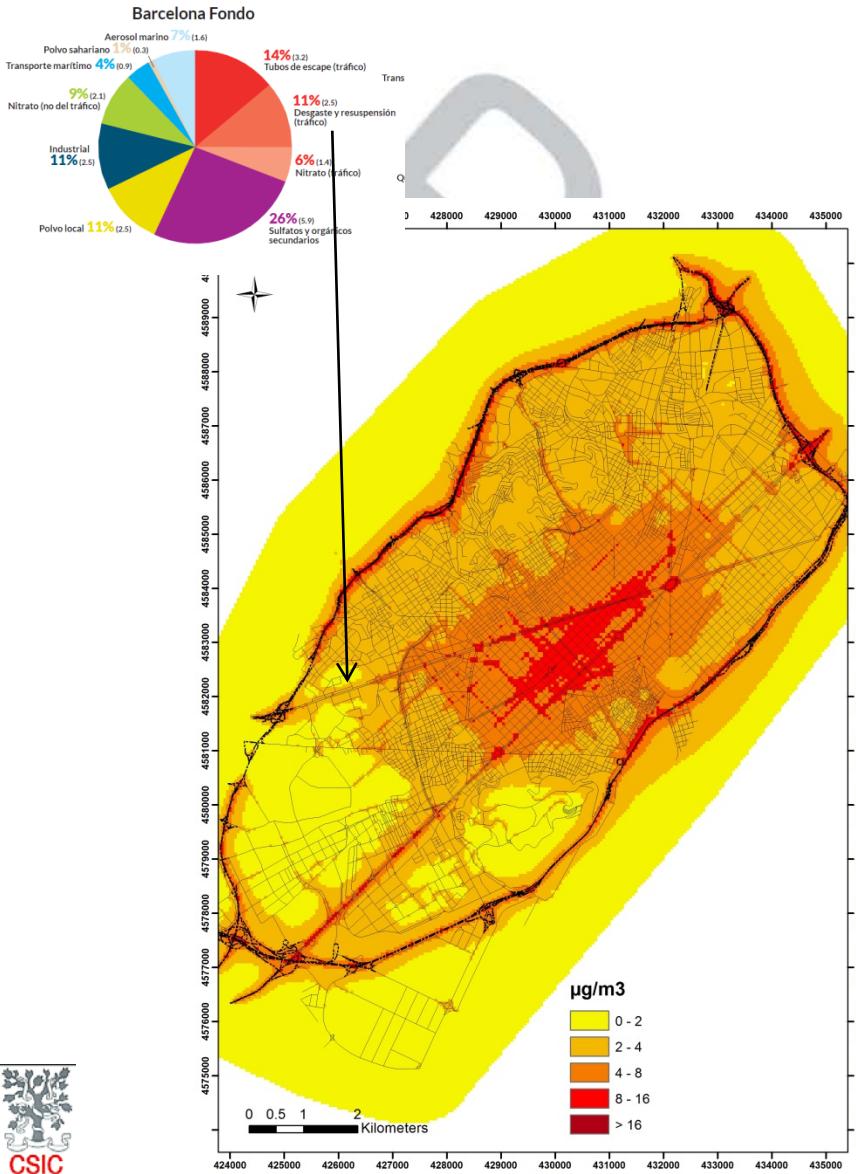
Proyecciones OECD

Projected global non-exhaust emissions to 2030
under alternative EV uptake scenarios

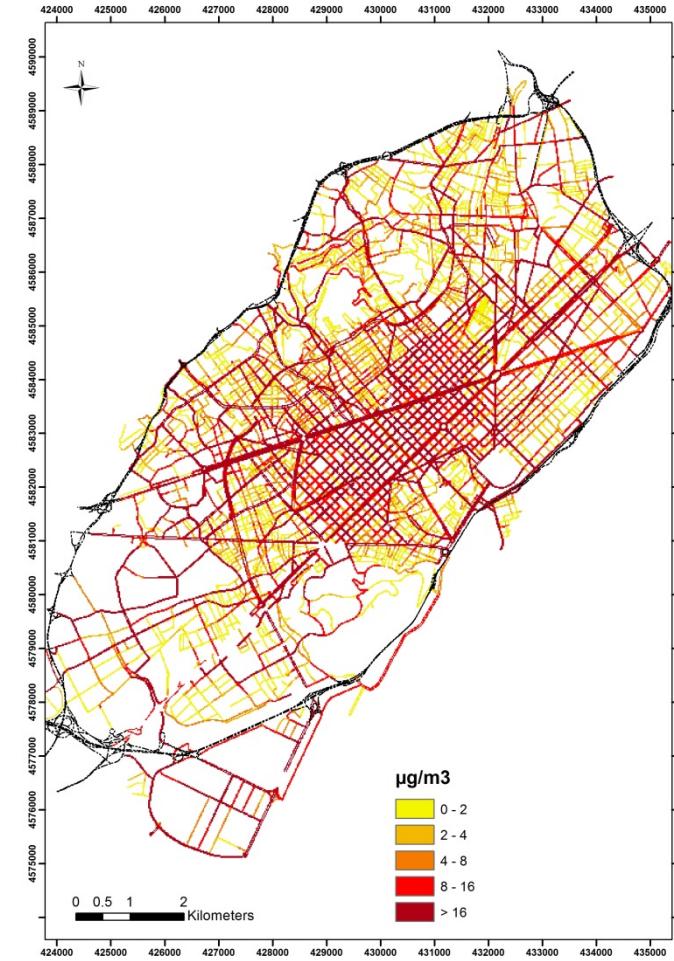


Source: OECD
Non-exhaust emissions
from road transport
in press

Impacto de las emisiones non-exhaust en Barcelona (2010)



Amato et al., 2016
Atmospheric Environment



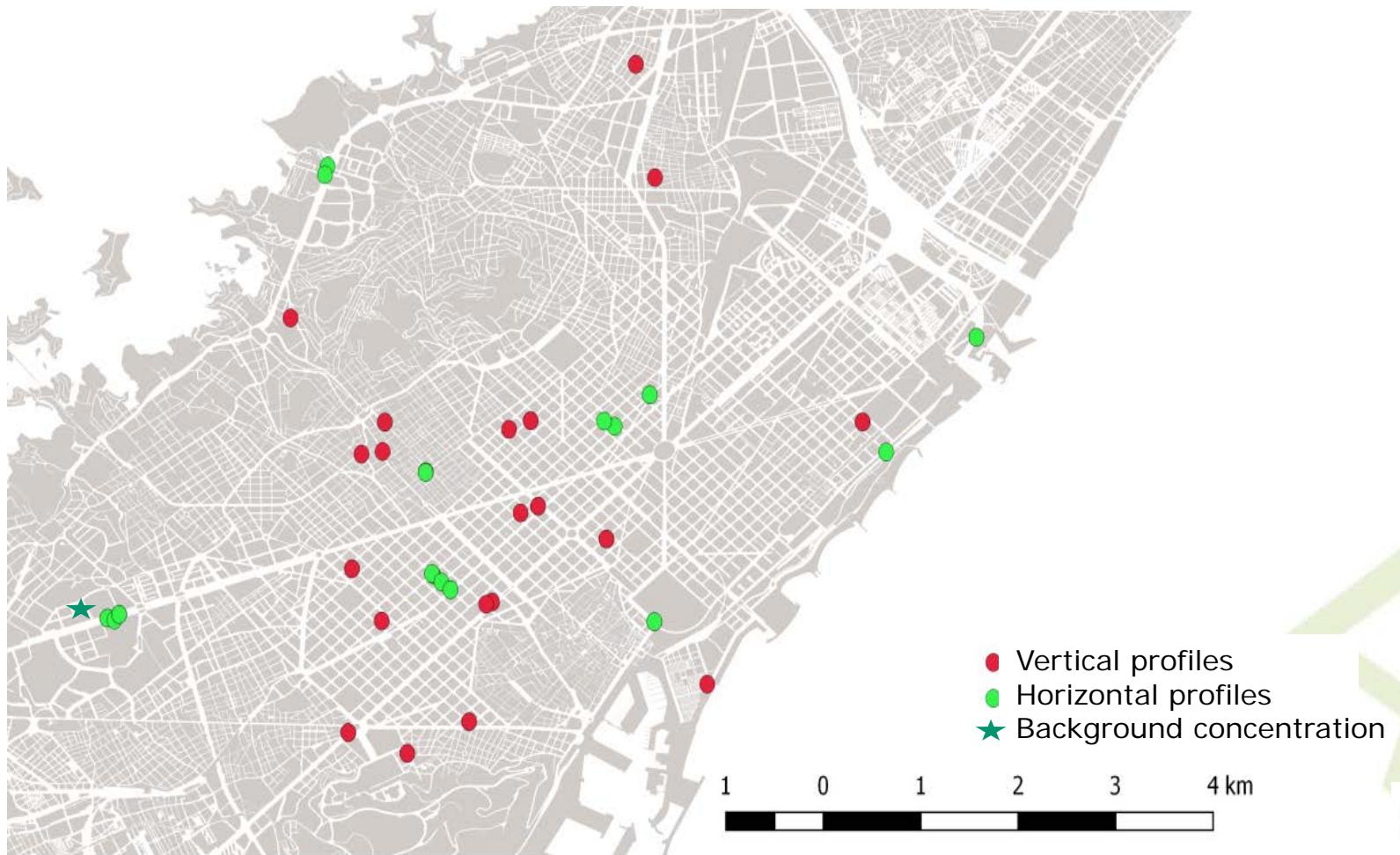
Variabilidad espacial de PM

Que factores tiene un rol:

- Intensidad/tipo de tráfico
- Otras fuentes
- Viento regional
- Orientación calle
- Geometría calle
- Conc. de fondo
- Vegetación

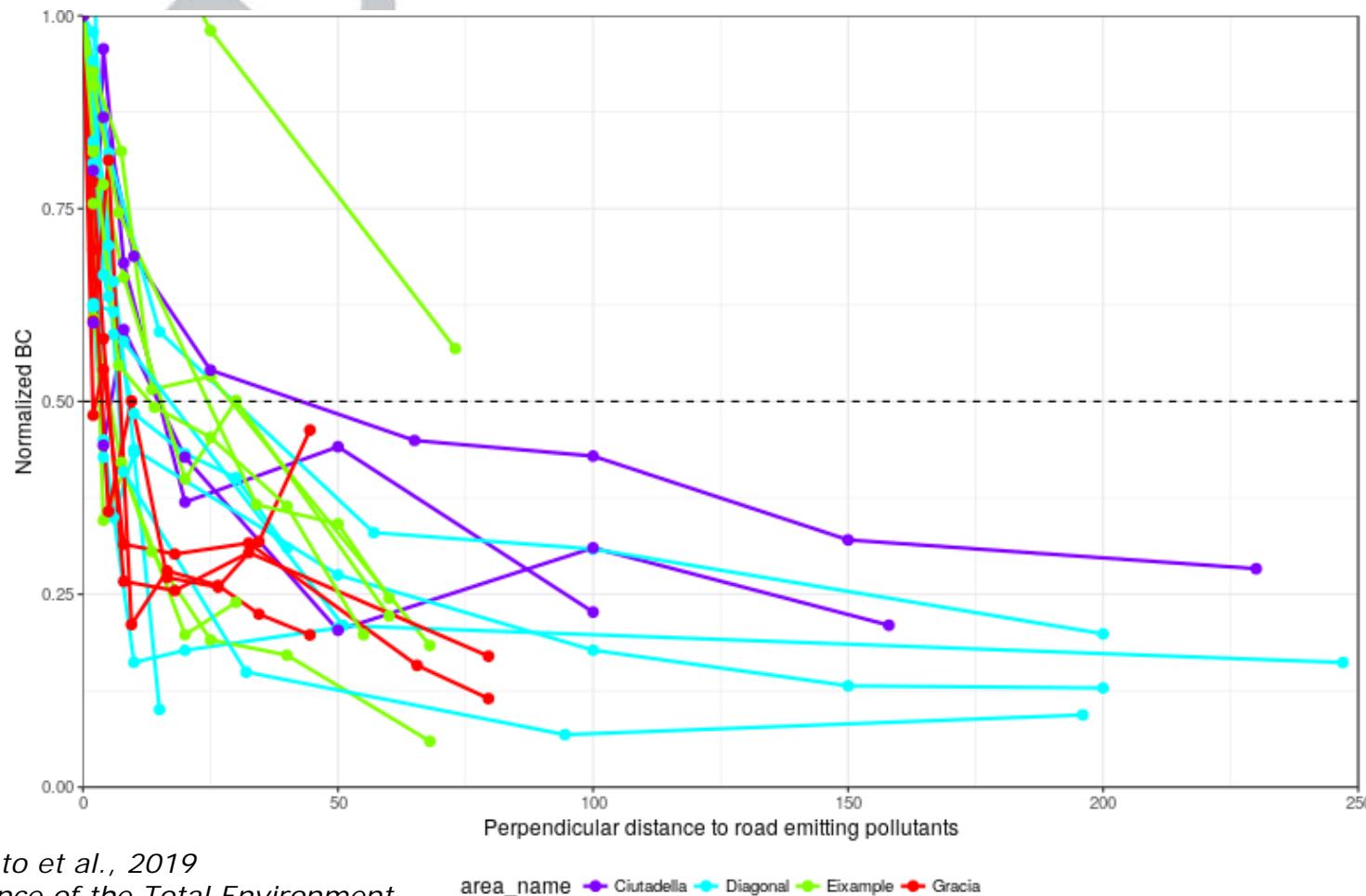


61 perfiles de BC

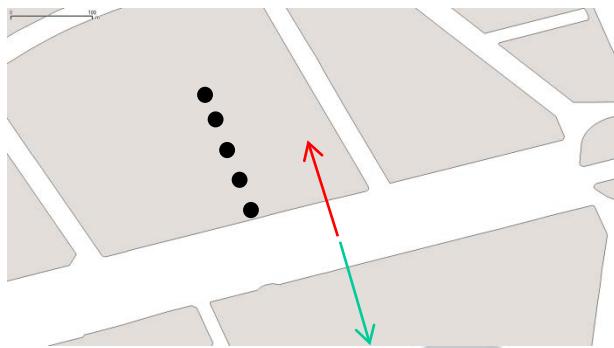
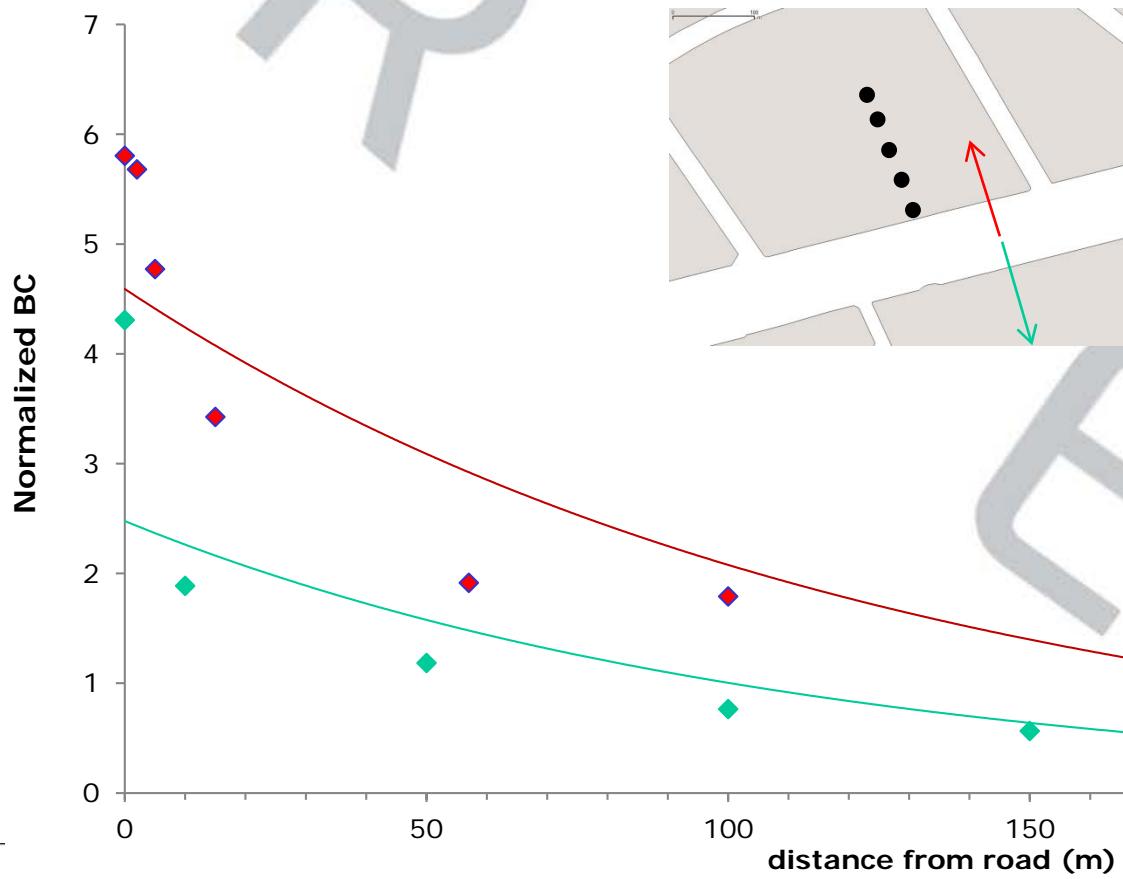


Distancia de la vía

Reducción promedia del 50% a 25m de la vía,
Pero con una gran variabilidad



Orientación de la calle respecto al viento

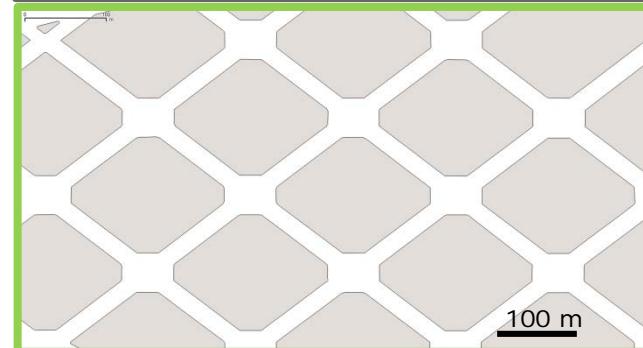


Topología urbana

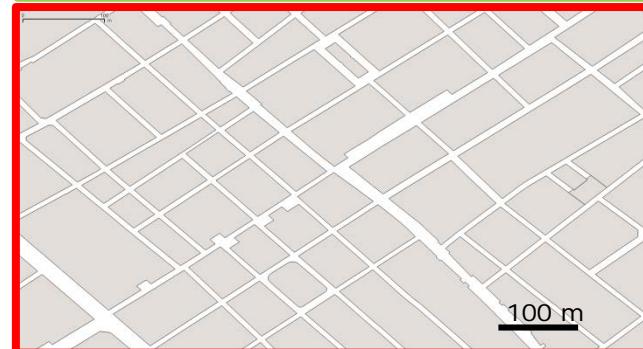
Existe cierta relación entre volumen de tráfico y distancia a la que se alcanza reducción de 50%



Open busy roads (*Diagonal*)
Halving distance: 32 m

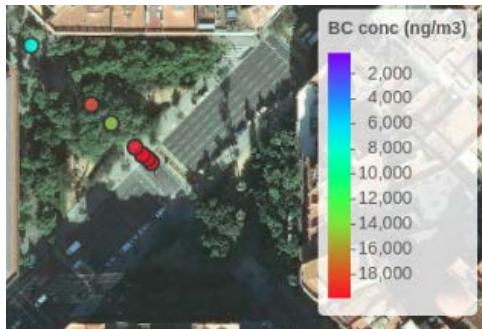


Street canyon (*Eixample*)
Halving distance : 26 m

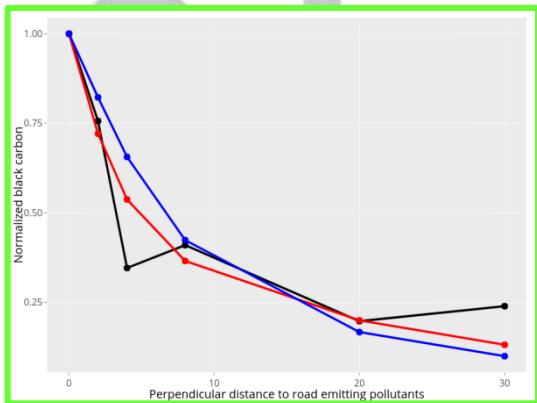


Historical center (*Gracia*)
Halving distance : 22 m

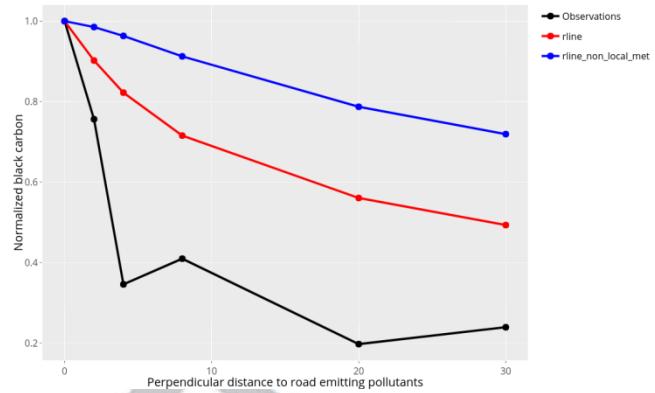
Impacto de las calles secundarias



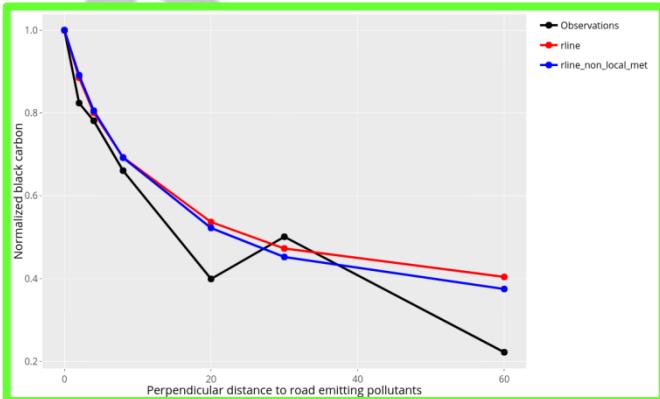
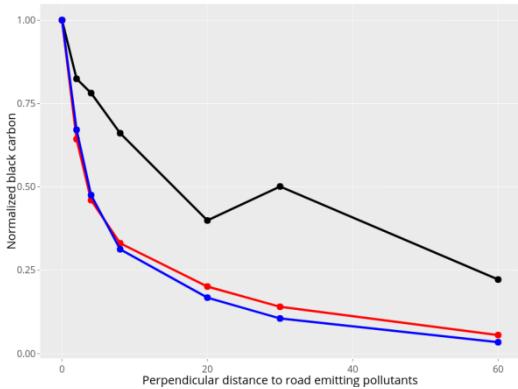
Solo emisión de C/Aragó



Emissions de 1 km² alrededor



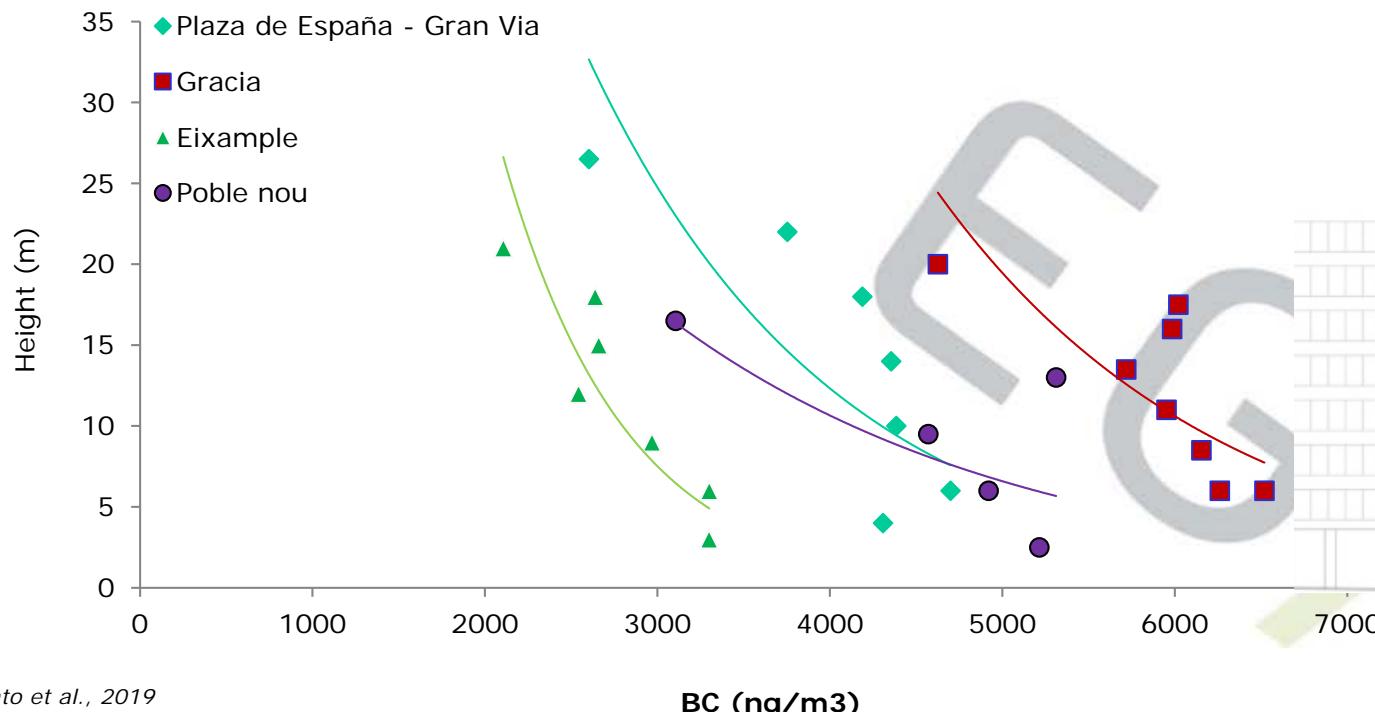
Baja presión



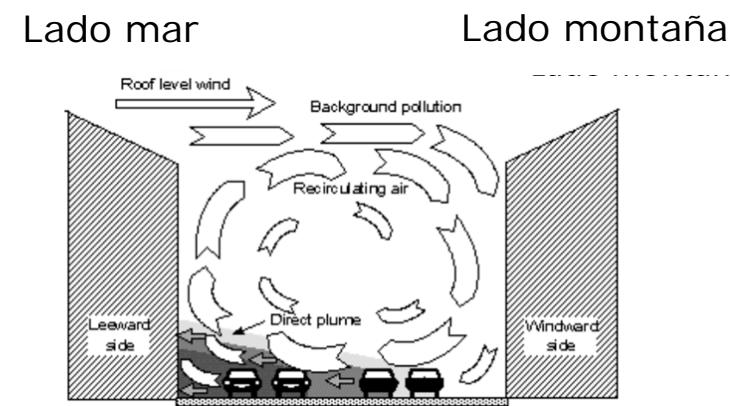
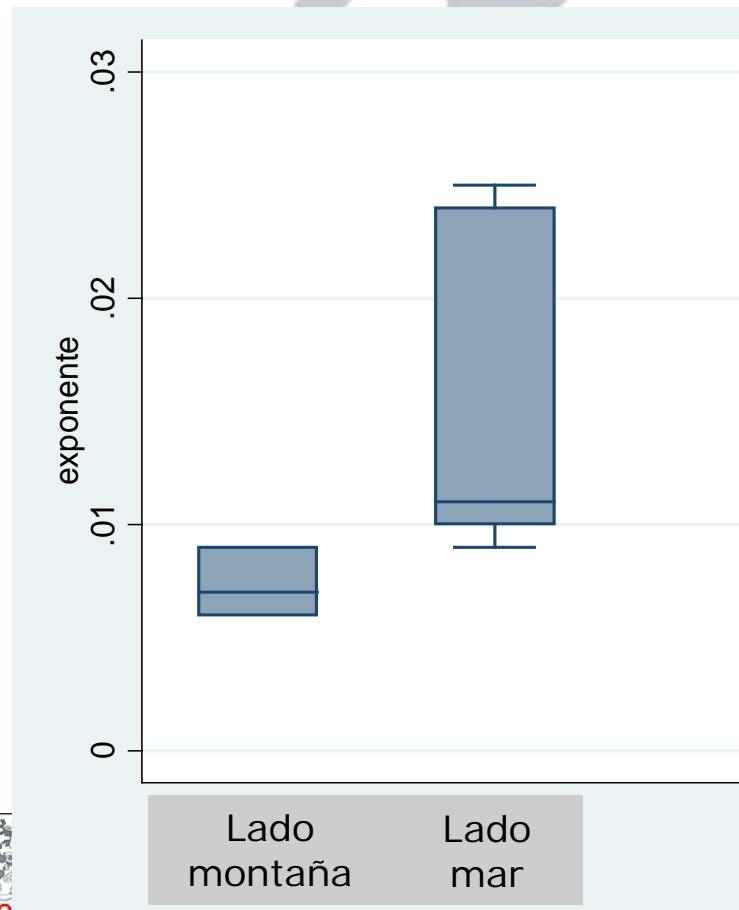
Alta presión

Variabilidad de BC en altura

- Variabilidad mucho menor a la horizontal
- Reducción 50%: inalcanzable
- Concentración de fondo: inalcanzable
- A 10 m: 12%
- A 20 m: 33%
- Reducciones todavía menores para NO₂



Efecto street canyon



Amato et al., 2019
Science of the Total Environment

Conclusiones

- Las partículas en suspensión son el contaminantes de mayor impacto en salud e **incumplen en nuestra región** las recomendaciones de la OMS
- Después del 2010, hay un **estancamiento de las concentraciones**. Posible causas son:
 - **Incremento partículas secundarias** (por mayor disponibilidad de radicales libres)
 - No control sobre emisiones de **desgaste y resuspensión**, biomasa, obras...
- El tráfico rodado contribuye 31-42% a PM10 y 26-38% a PM2.5. Además se está investigando la contribución adicional debido al *enhanced SOA*
- **Los vehículos eléctricos no son la solución para PM**
- Existe una **gran variabilidad a nivel horizontal** (muy menor a nivel vertical) según intensidad/tipo de tráfico, geometría/orientación de la calle, fuentes muy locales..

Recomendaciones para reducir PM

Hace falta voluntad política en aplicar **medidas estructurales** (más que para los episodios):

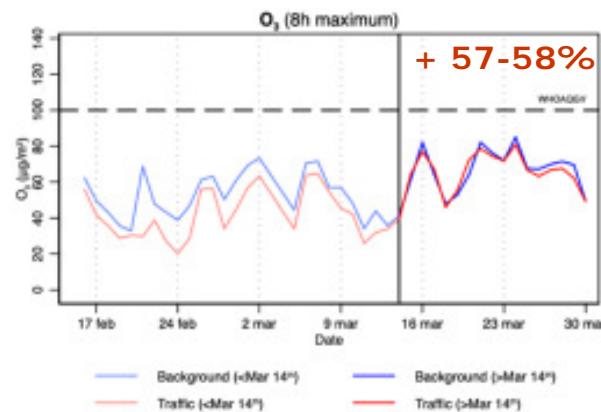
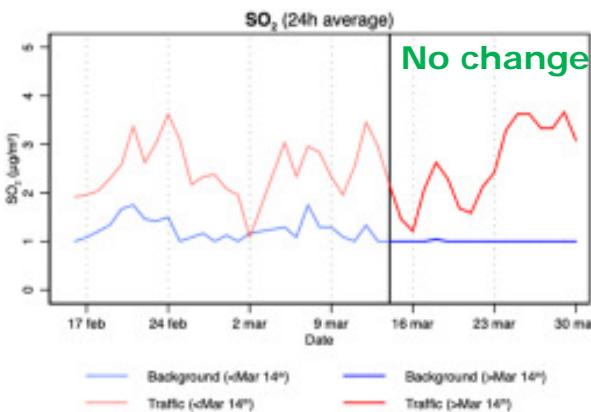
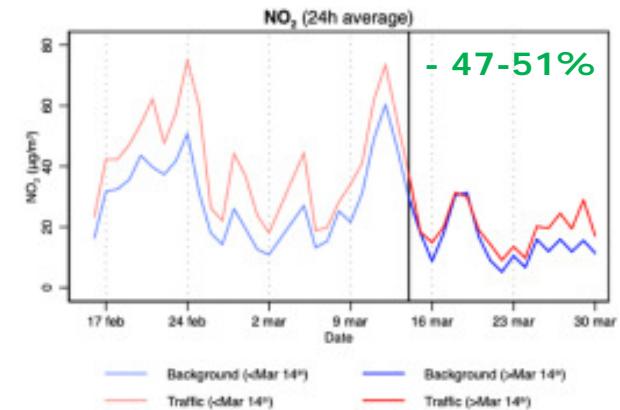
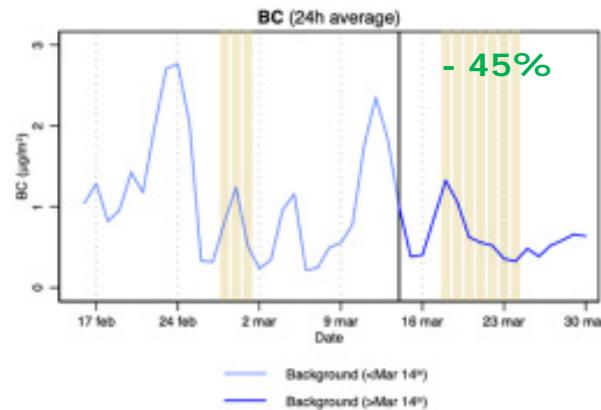
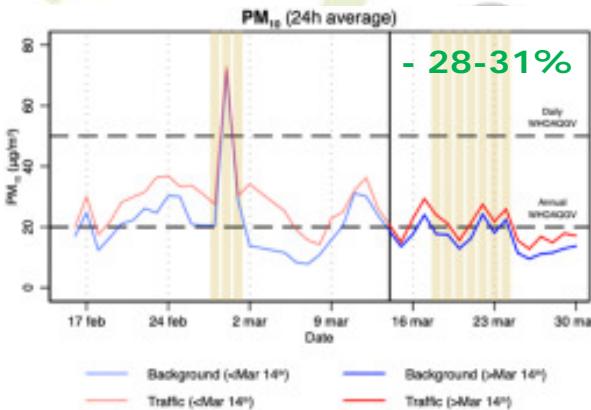
1. Mejorar el **transporte publico** (sobre todo metropolitano) y fomentar el **transporte activo** (bici y a pie)
2. Reducir el numero total de vehículos (**peaje** y **limitación aparcamiento**)
3. Prioridad de restricciones sobre **furgonetas de reparto** y **taxis**
4. Limitar **vehículos pesados** y **velocidad**
5. Tasación sobre la **masa/dimensión** del vehículo
6. Más **zonas peatonales** y **verdes**
7. Control de obras, resuspensión y pequeñas industrias
8. Limitar el uso de biomasa para calefacción domestica

Agradecimientos:

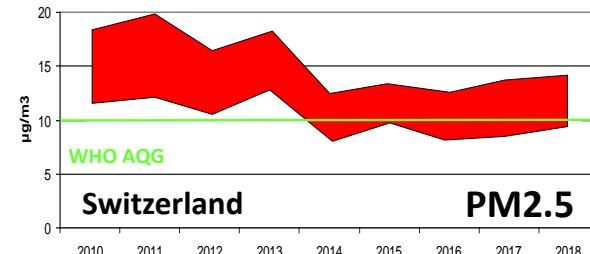
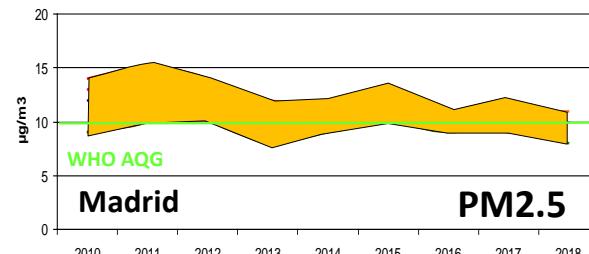
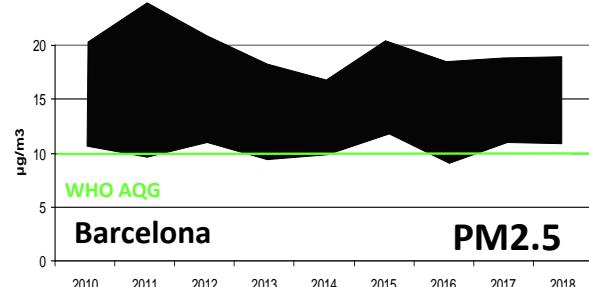
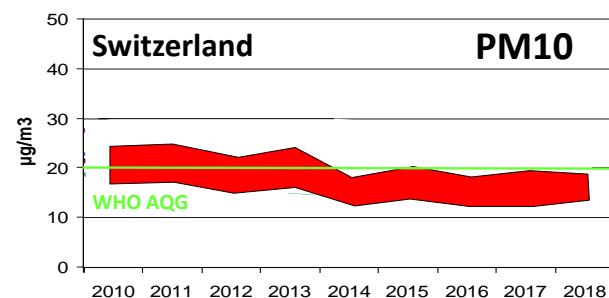
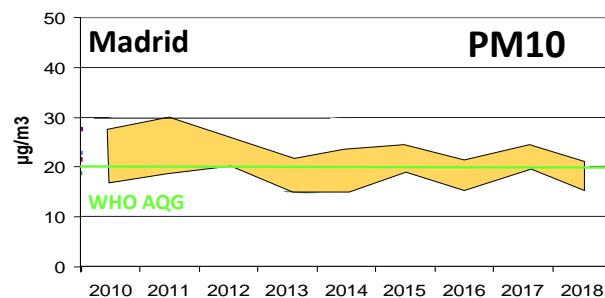
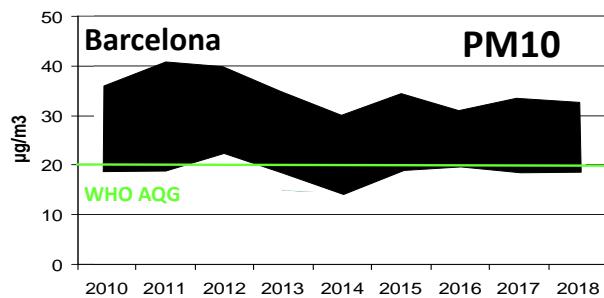
- *Diputación de Barcelona*
- *Ajuntament de Barcelona*
- *Generalitat de Catalunya (DTES)*
- *LIFE+*
- *OECD*
- *Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (Plan RETOS)*

Muchas gracias por la atención
fulvio.amato@idaea.csic.es

Efecto del confinamiento



Tendencias



Altura de edificios

