

# El coneixement sobre les partícules en suspensió (PM)



**Fulvio Amato**

Environmental Geochemistry & Atmospheric Research (EGAR)  
IDAEA-CSIC



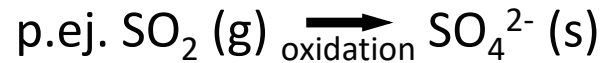
*Grup de treball de qualitat de l'aire, soroll i mobilitat sostenible*  
16 Novembre 2020



# Criterios de clasificación de las partículas (PM)

## 1. Proceso de formación:

- Primarias: emitidas directamente como partículas (p.ej. carbono negro)
- Secundarias: formadas en atmosfera por oxidación de gases precursores



## 2. Origen:

- partículas naturales
- partículas antropogénicas

## 3. Tamaño:

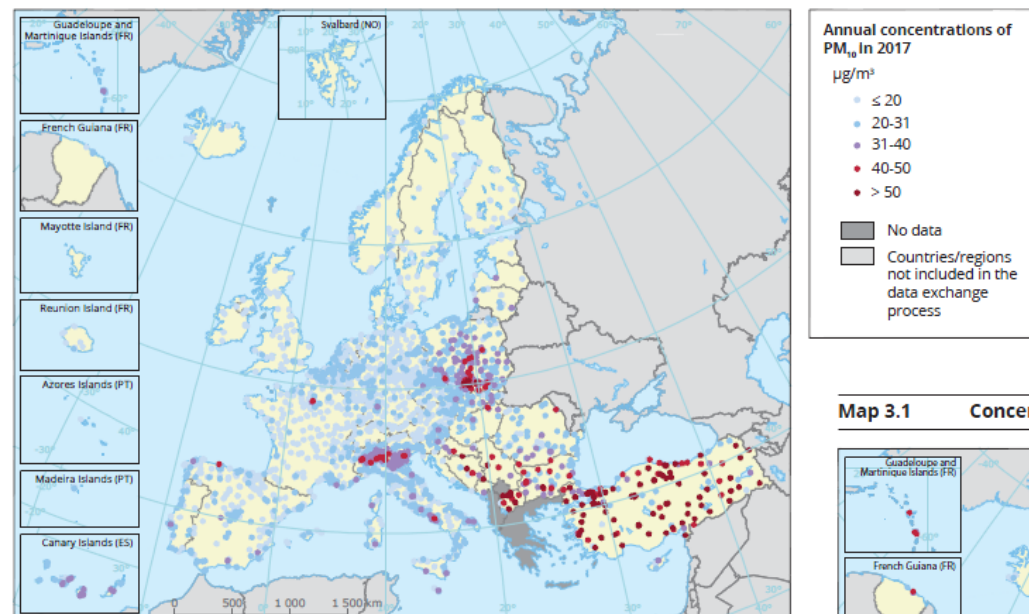
PM10, PM2.5, PM1, PM0.1 (UFP)

## 4: Composición química:

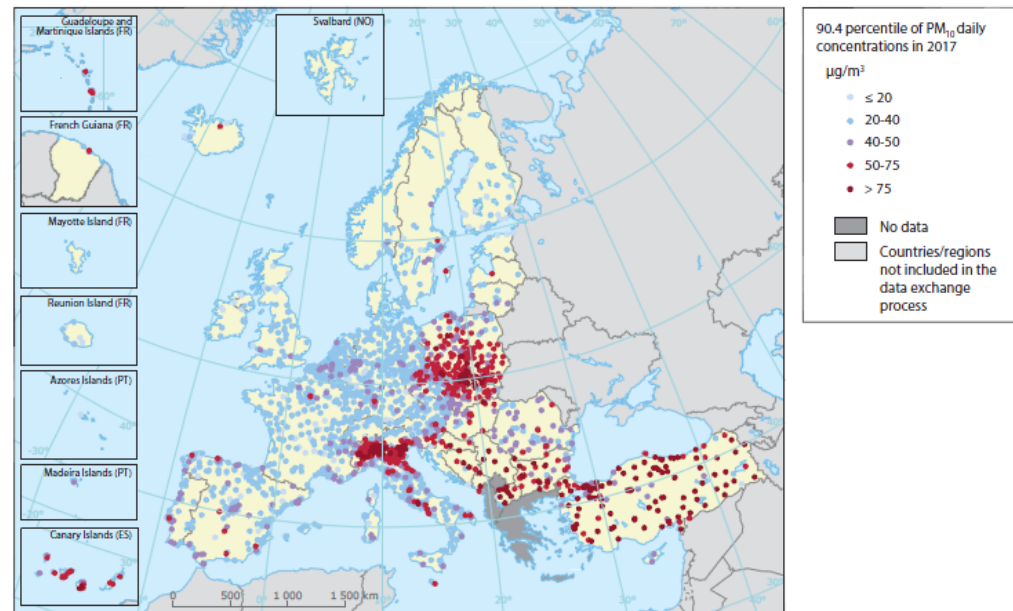
Minerales, carbonosas (C organico y elemental), sales de amonio, metales/metaloides, sal marina..

# Nivel de cumplimiento en Europa - PM10

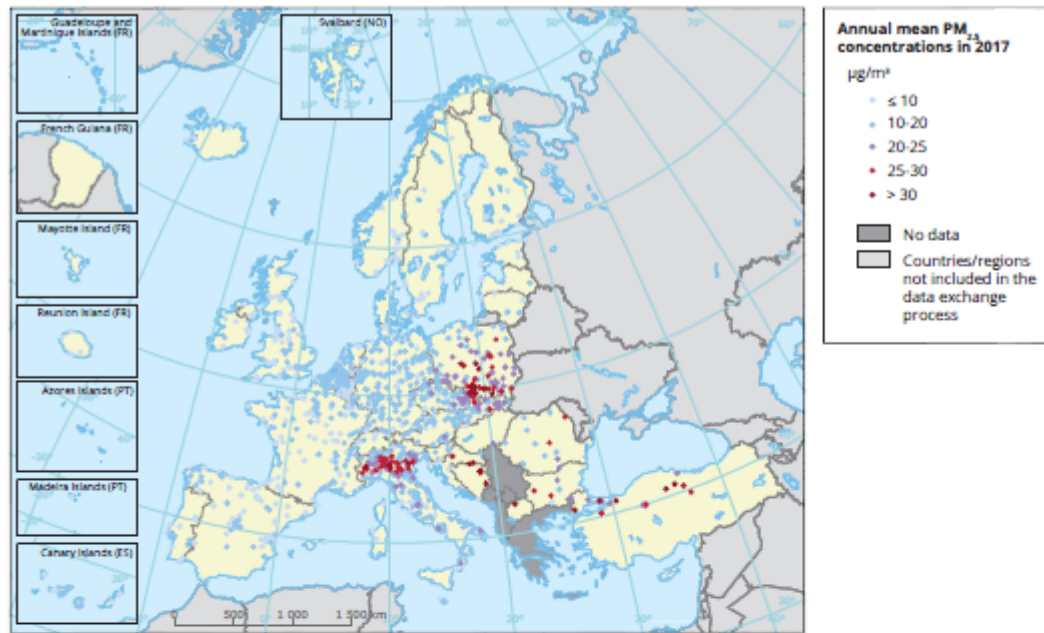
Map 3.2 Concentrations of PM<sub>10</sub>, 2017 — annual limit value



Map 3.1 Concentrations of PM<sub>10</sub>, 2017 — daily limit value



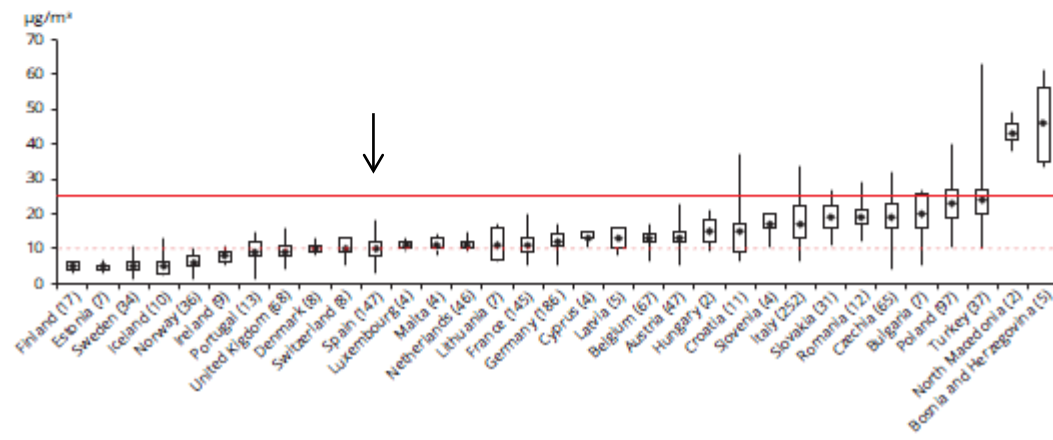
Map 3.3 Concentrations of PM<sub>2.5</sub>, 2017 — annual limit value



**Note:** Observed concentrations of PM<sub>2.5</sub> in 2017. The possibility of subtracting contributions to the measured concentrations from natural sources and winter road sanding/salting has not been considered. Dots in the last two colour categories indicate stations reporting concentrations above the EU annual limit value (25 µg/m<sup>3</sup>). Dots in the first colour category indicate stations reporting values below the WHO AQG for PM<sub>2.5</sub> (10 µg/m<sup>3</sup>). Only stations with more than 75 % of valid data have been included in the map.

**Source:** EEA, 2019c.

Figure 3.3 PM<sub>2.5</sub> concentrations in relation to the annual limit value in 2017 and number of stations considered for each country



# Nivel de cumplimiento en Europa - PM2.5

# Población en riesgo

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

## EU limit/target values

PM<sub>2.5</sub>

7–8 %



PM<sub>10</sub>

16–20 %



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



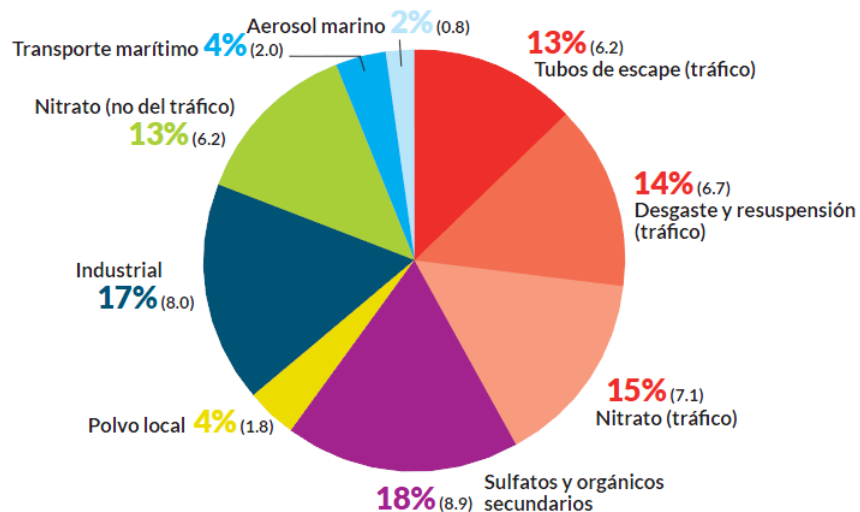
# Muertes prematuras

Table 10.1 Premature deaths attributable to PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>2</sub> and O<sub>3</sub> exposure in 41 European countries and the EU-28, 2016

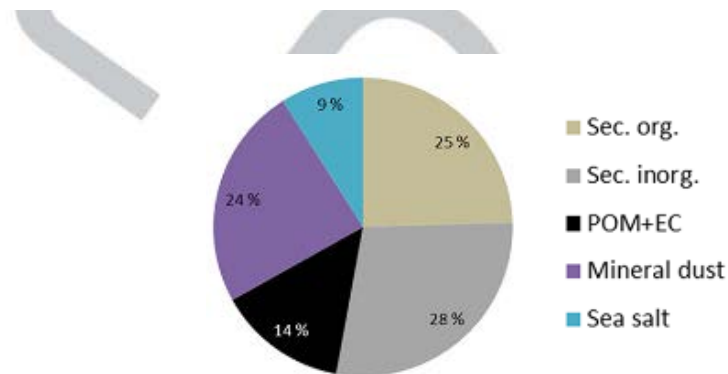
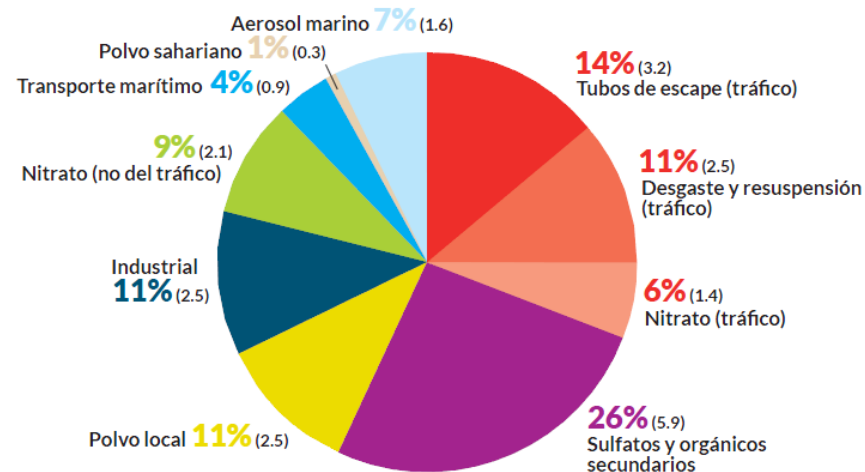
Country	Population (1 000)	PM <sub>2.5</sub>		NO <sub>2</sub>		O <sub>3</sub>	
		Annual mean (°)	Premature deaths (°)	Annual mean (°)	Premature deaths (°)	SOMO35 (°)	Premature deaths (°)
Austria	8 700	12.0	5 300	18.9	1 000	4 522	270
Belgium	11 311	12.7	7 600	21.7	1 600	2 203	180
Bulgaria	7 154	22.3	13 100	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
<b>EU-28</b>	<b>506 028</b>	<b>12.9</b>	<b>374 000</b>	<b>16.3</b>	<b>68 000</b>	<b>3 547</b>	<b>14 000</b>
<b>Total</b>	<b>538 014</b>	<b>14.4</b>	<b>412 000</b>	<b>16.3</b>	<b>71 000</b>	<b>3 811</b>	<b>15 100</b>

# Contribución de fuentes al PM10 en Barcelona

## Días de alta contaminación (2013)



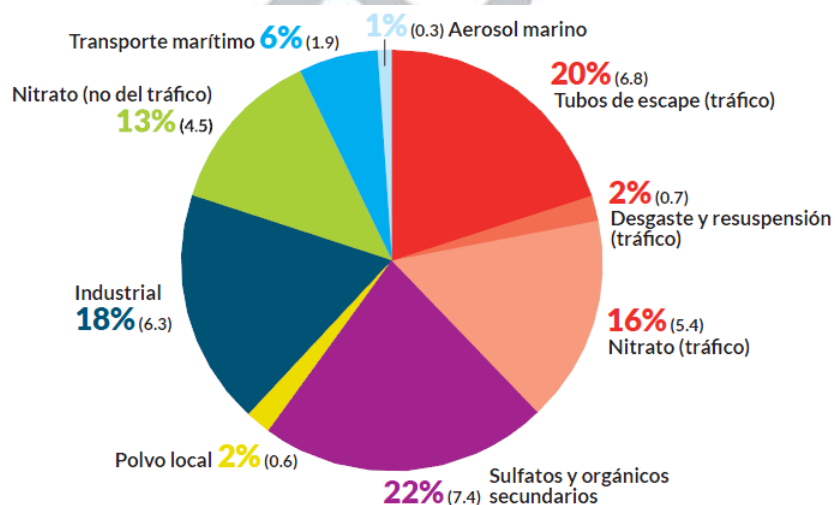
## Promedio anual (2013)



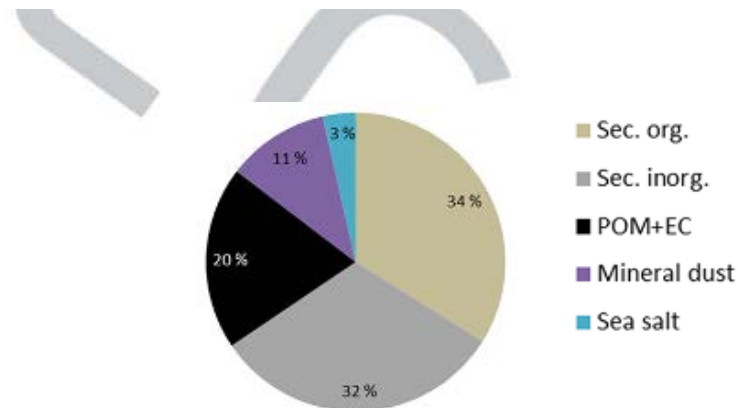
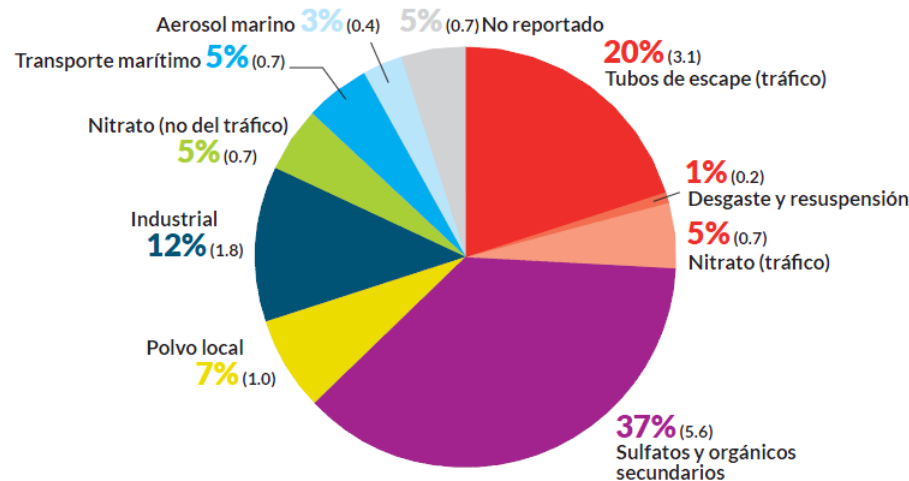
Amato et al., 2016  
Atmospheric Chemistry and Physics

# Contribución de fuentes al **PM2.5**

Días de alta contaminación (2013)



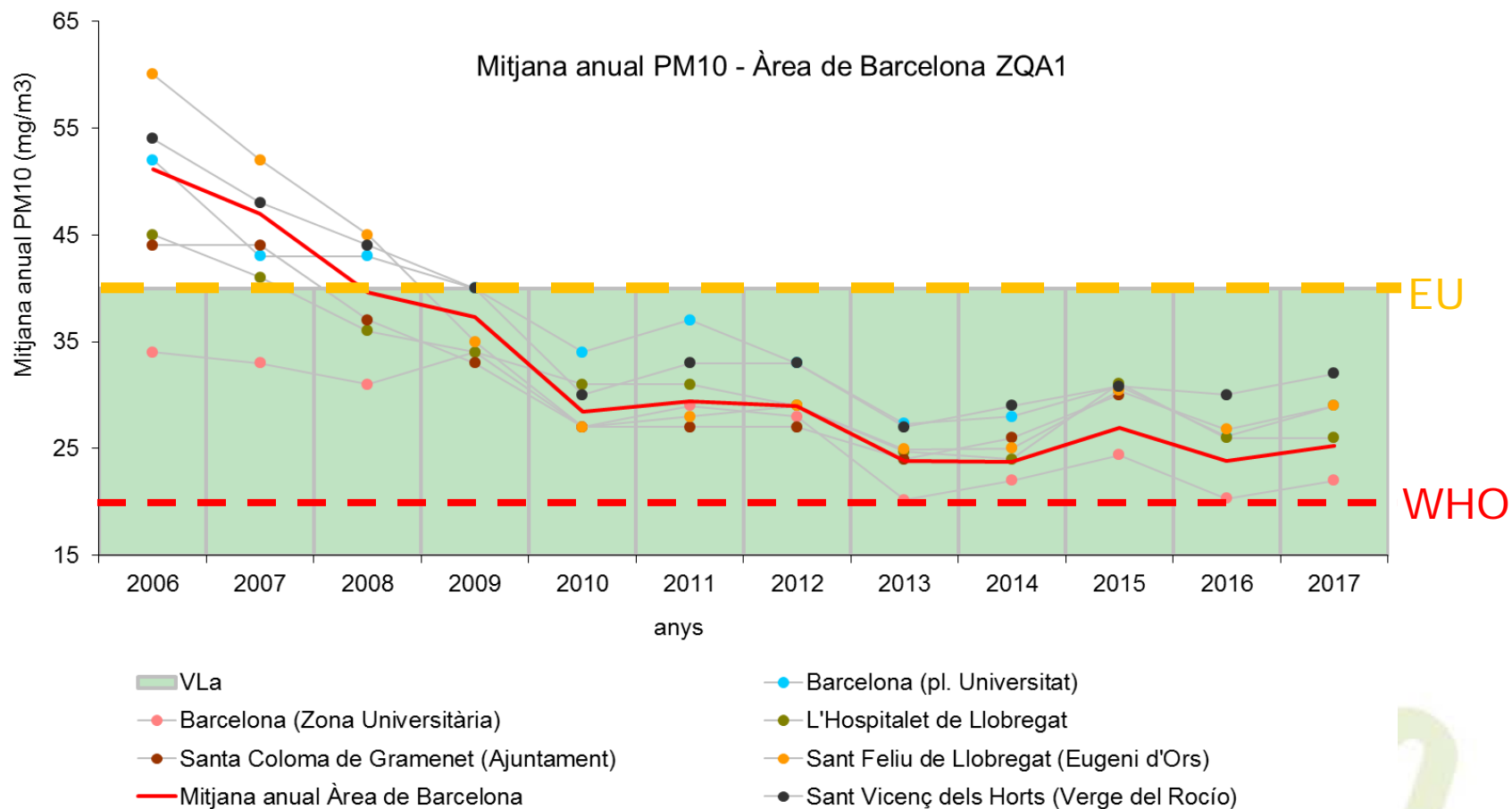
Promedio anual (2013)



Amato et al., 2016  
Atmospheric Chemistry and Physics

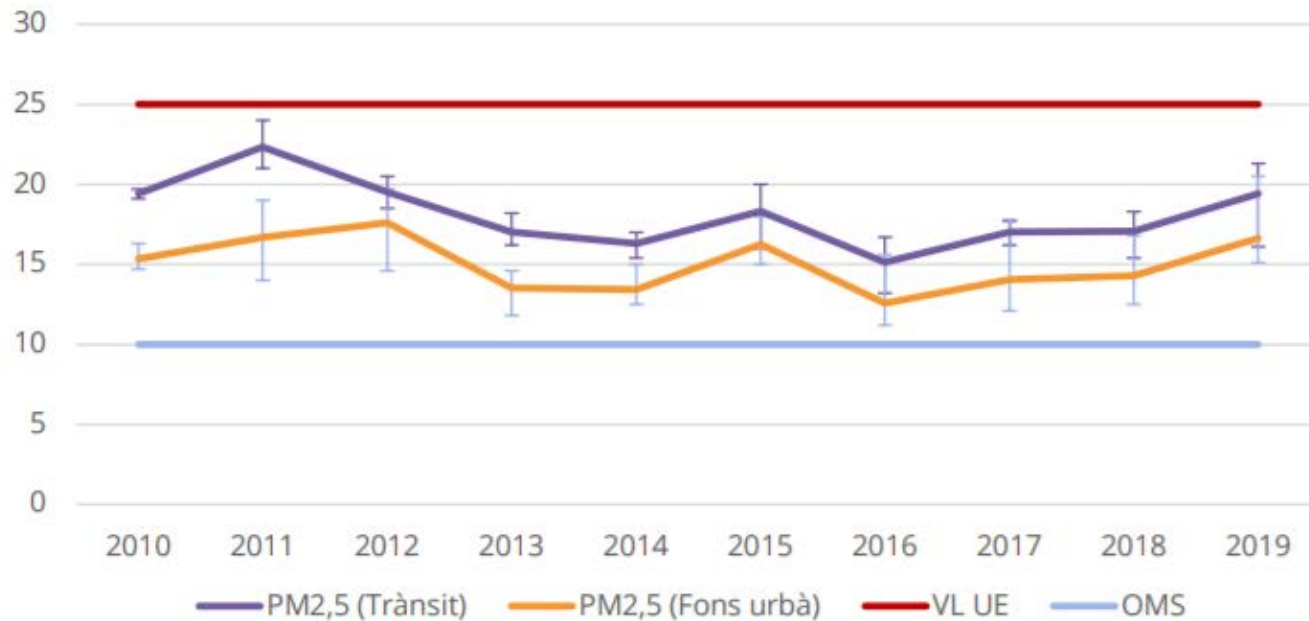


# Tendencias de PM10

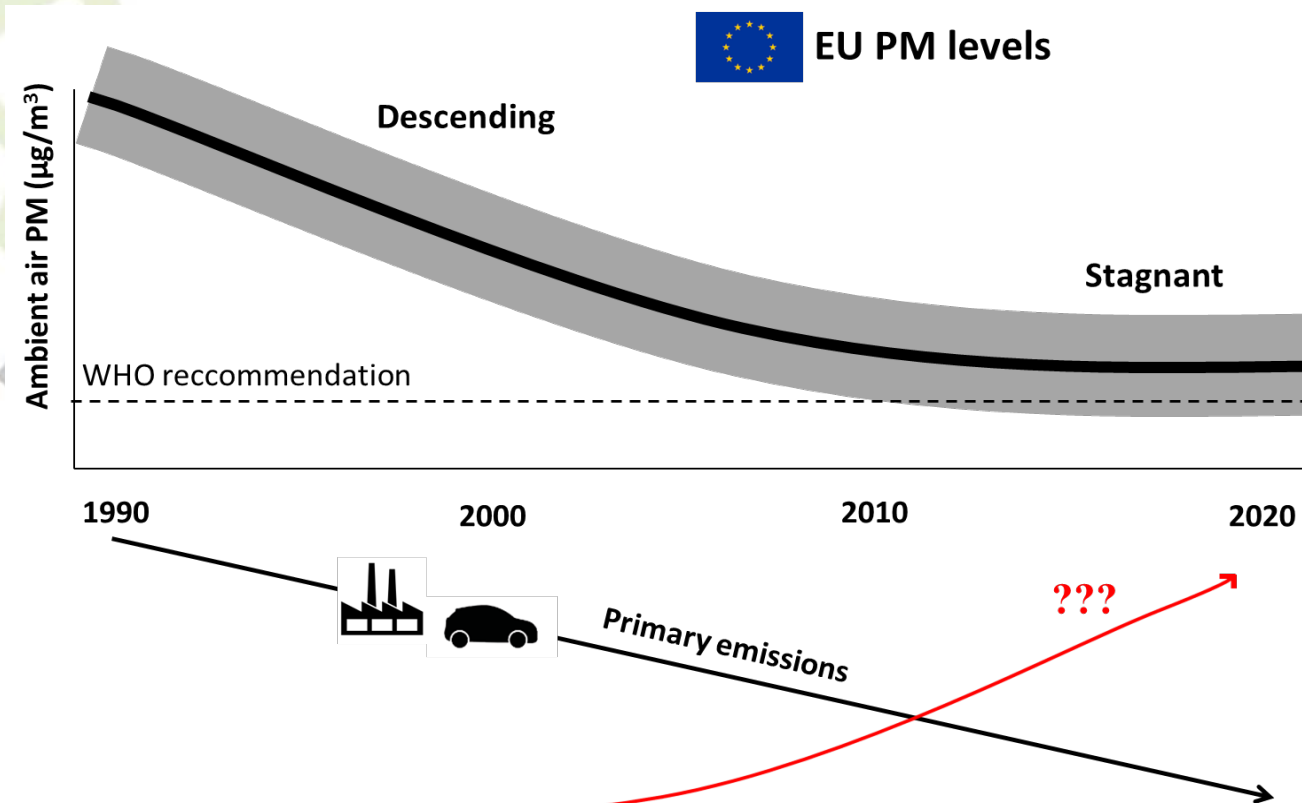


# Tendencias de PM2.5

**Figura 10.** Evolució temporal de la mitjana anual agregada per estacions de trànsit i de fons de PM<sub>2,5</sub> (en µg/m<sup>3</sup>) pel període 2010-2019.



# Tendencias



## 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

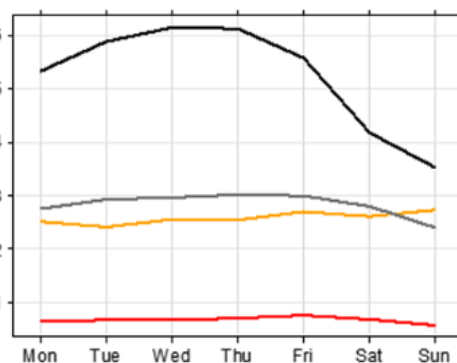
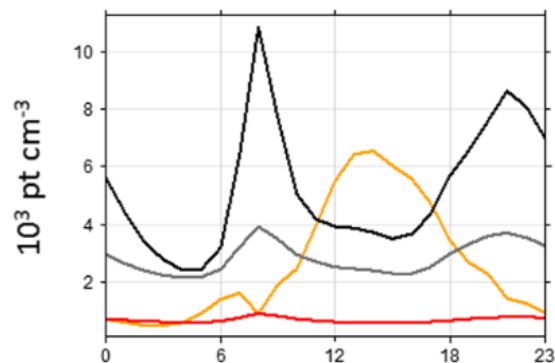
**A que se debe?**

**Cambios en las emisiones de gases precursores:**

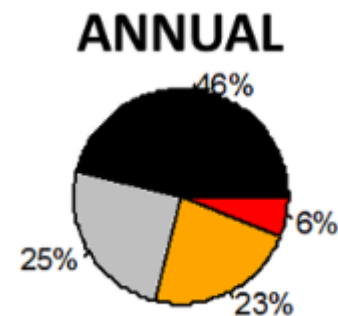
- SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> y NMVOCs se han reducido de 78%, 41% and 40% en EU. Mayor disponibilidad de radicales OH y NO<sub>3</sub> que forman ahora SOA
- El incremento de motores de iniección directa (Gasoline Direct Injection)
- Reformulación de la gasolina para reducir el contenido en benceno
- Nuevos motores diesel con menor ratio NO/NO<sub>2</sub> ratio, que incrementa el ozono urbano y la ozonólisis de isoprene y  $\alpha$ -pinene

# Partículas ultrafinas (UFP ) y ozono urbano

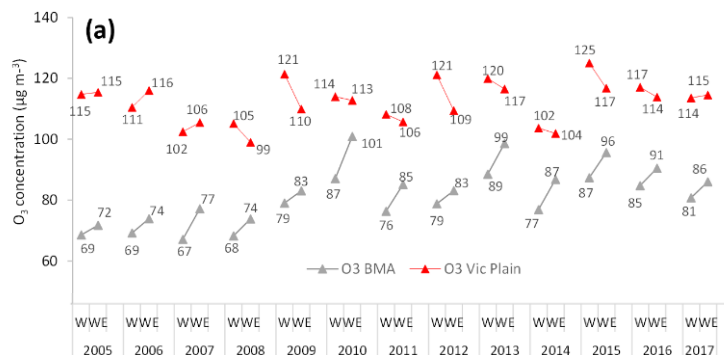
BCN 2013 - 2016



Traffic 1  
Photonucleation  
Traffic 2  
Regional



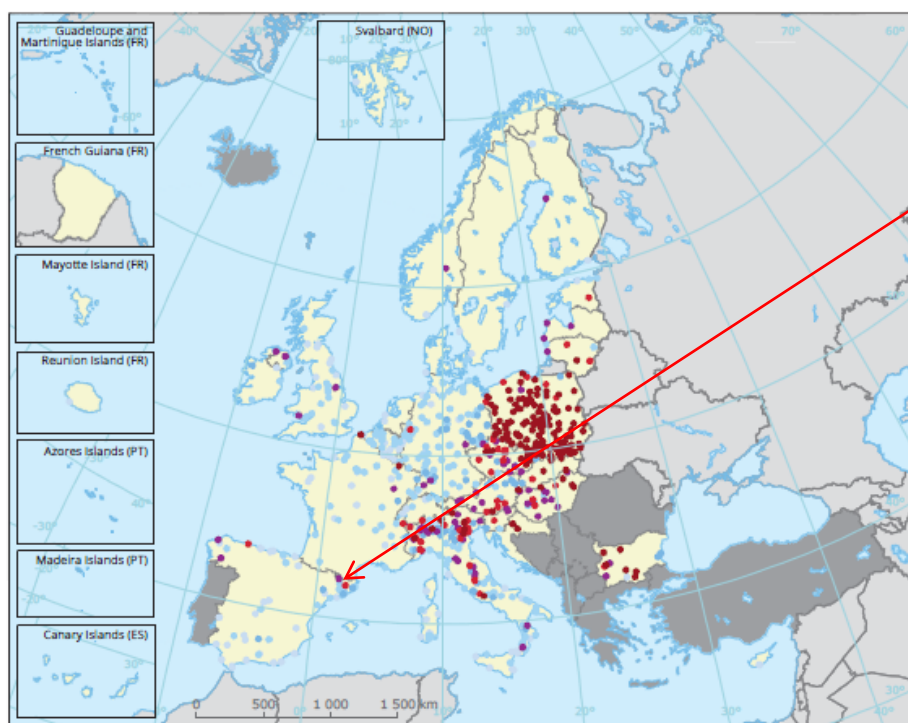
*Rivas et al., 2020*



*Massaguè et al., 2019*

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

Map 6.1 Concentrations of BaP, 2017



Annual mean BaP concentrations in 2017  
ng/m³

- ≤ 0.12
- 0.12-0.40
- 0.40-0.60
- 0.60-1.00
- 1.00-1.50
- > 1.50

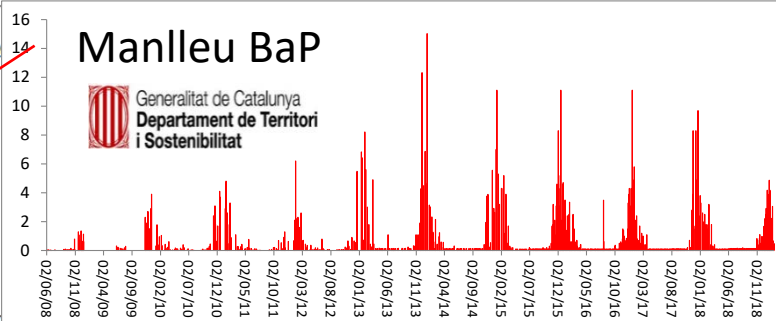
■ No data

■ Countries/regions not included in the data exchange process

## Manlleu BaP

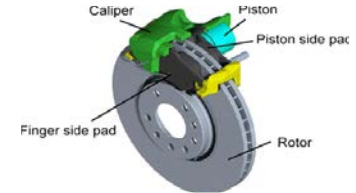
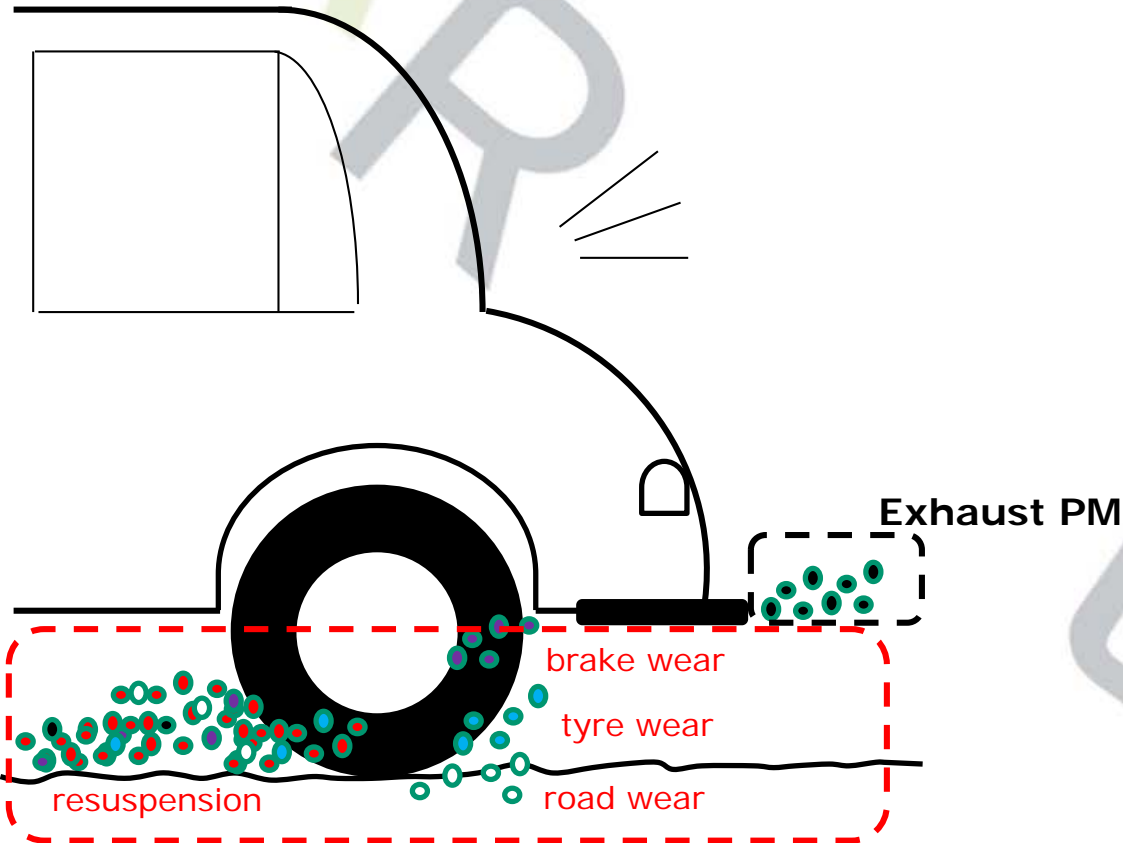


Generalitat de Catalunya  
Departament de Territori  
i Sostenibilitat





# Emisiones de desgaste y resuspensión (non-exhaust)



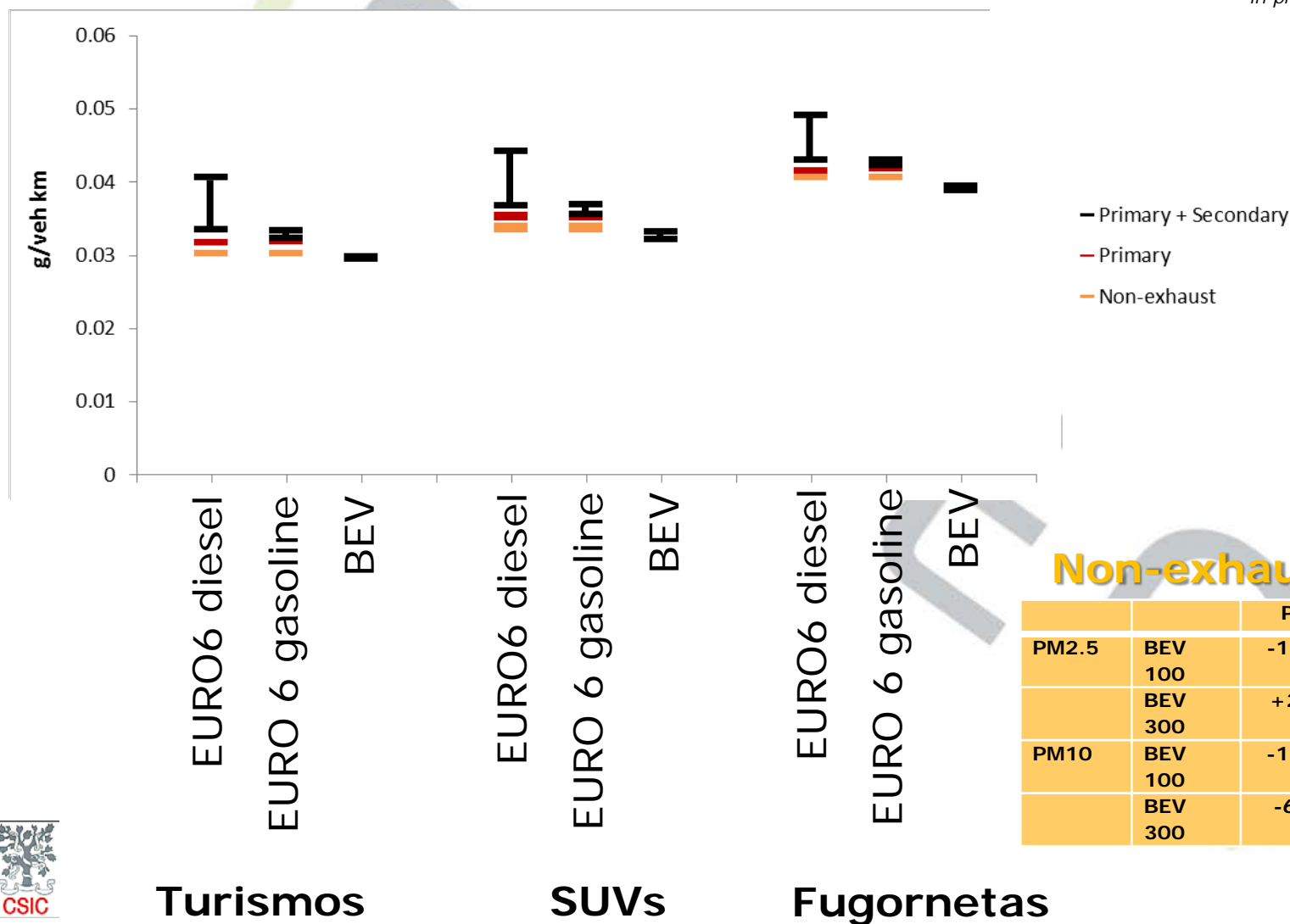
## Non-exhaust PM

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

# Impacto del vehiculo electrico (BEV) en PM10



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

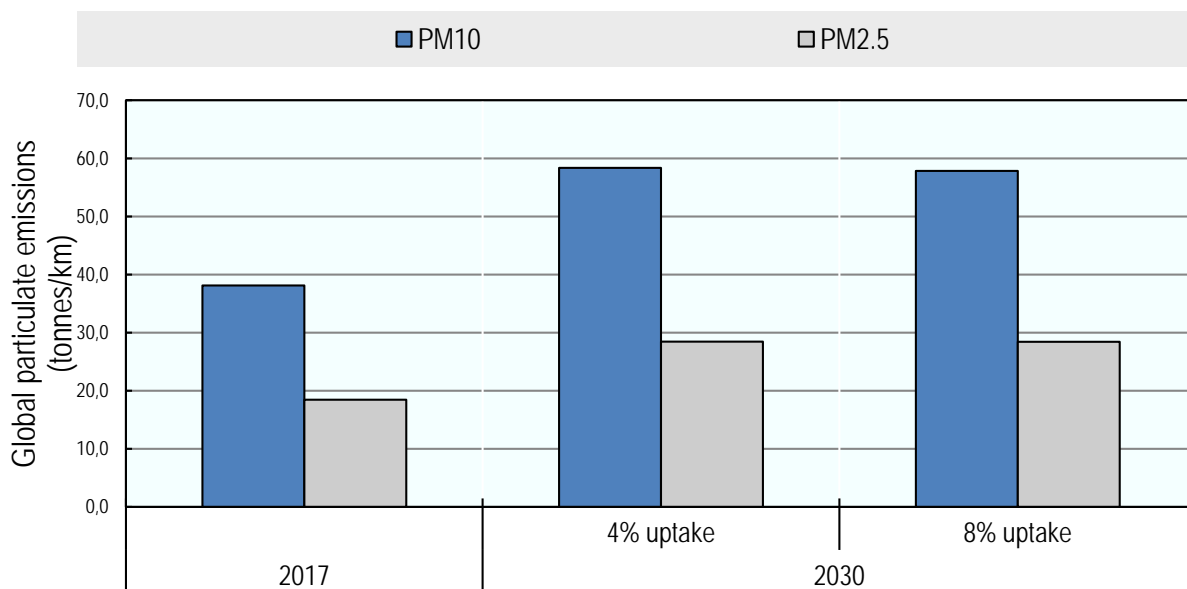


## Non-exhaust % change

		PC	SUV	LCV
PM2.5	BEV 100	-12.8	-11.2	-13.3
	BEV 300	+2.6	+7.5	+7.8
PM10	BEV 100	-17.8	-18.0	-19.3
	BEV 300	-6.5	-4.5	-5.5

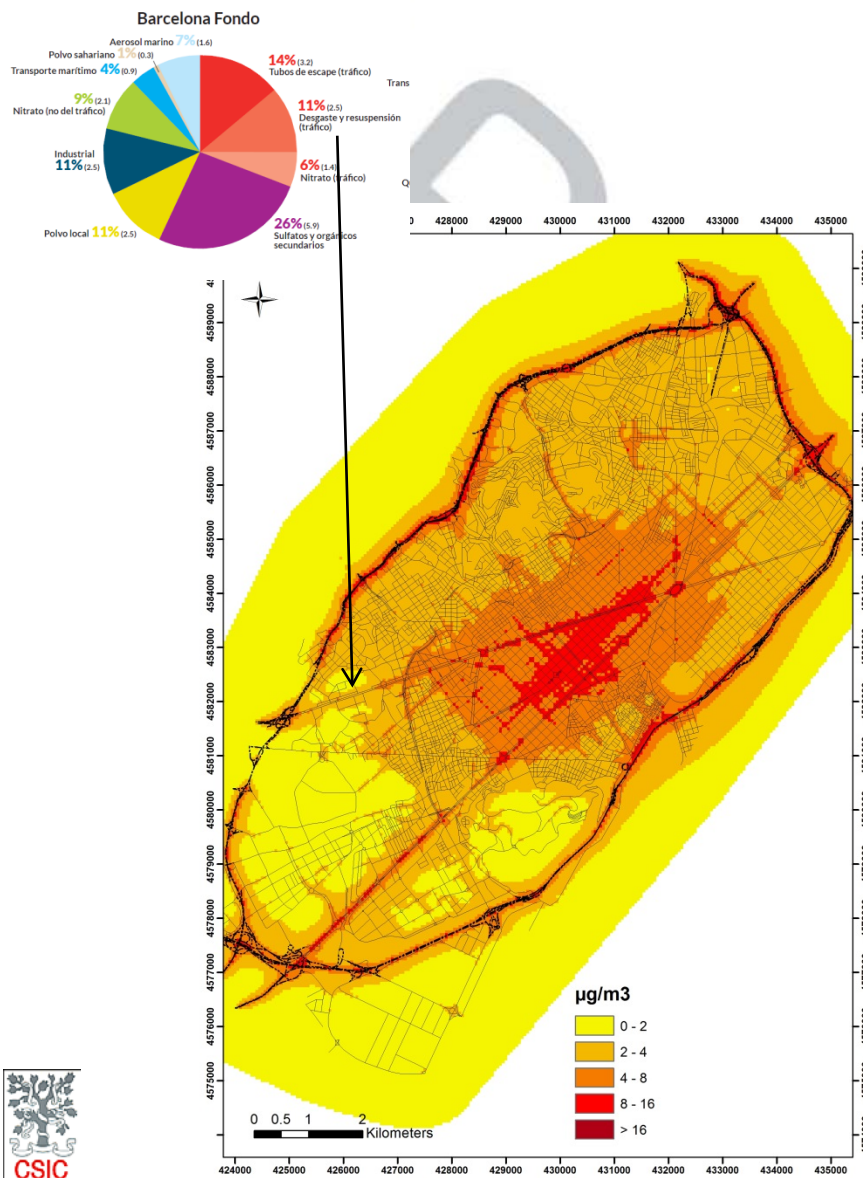
# Proyecciones OECD

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

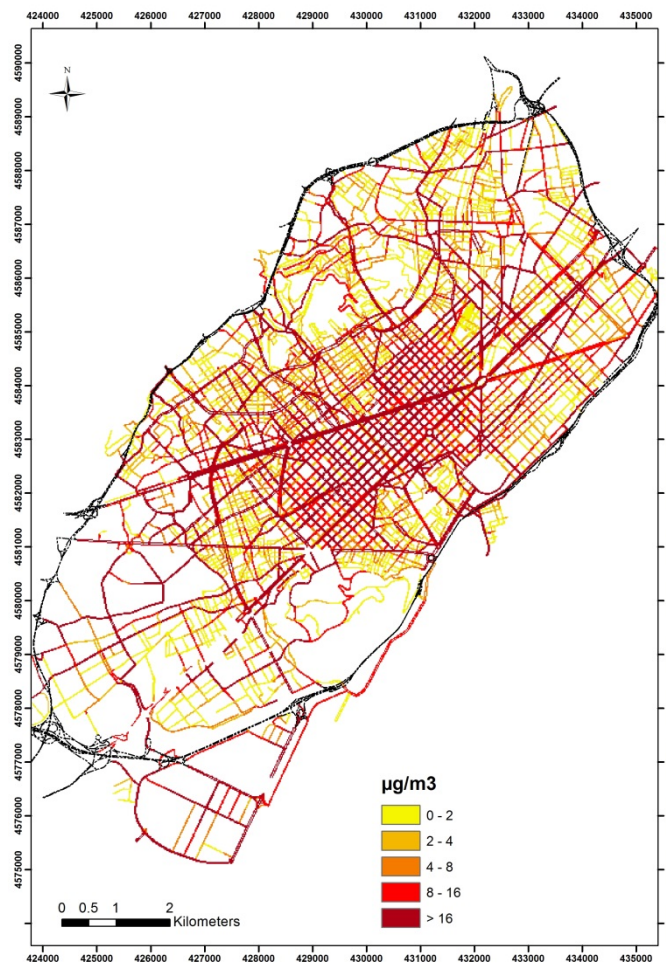


Source: OECD  
Non-exhaust emissions  
from road transport  
*in press*

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



*Amato et al., 2016  
Atmospheric Environment*





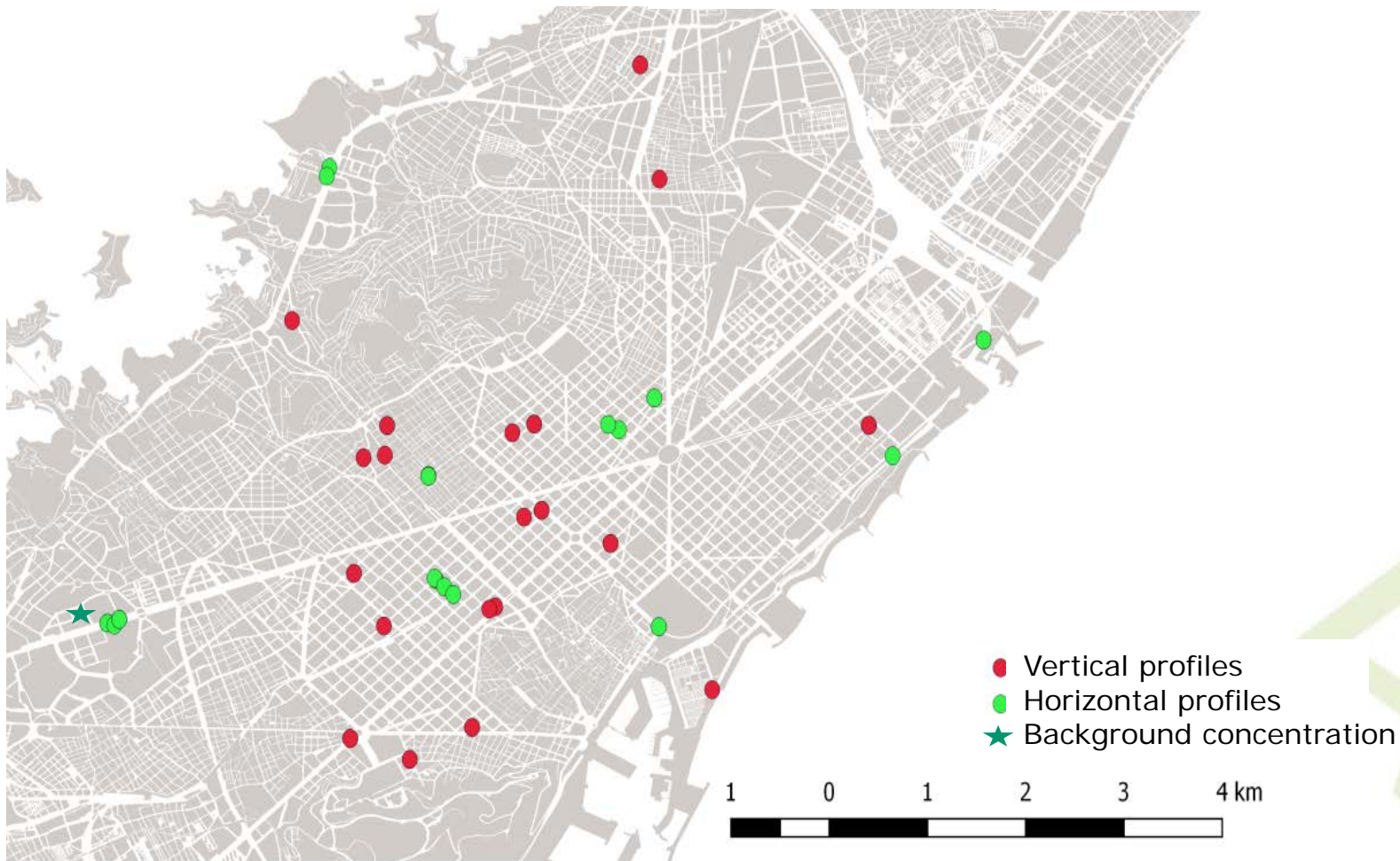
# Variabilidad espacial de PM

Que factores tiene un rol:

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



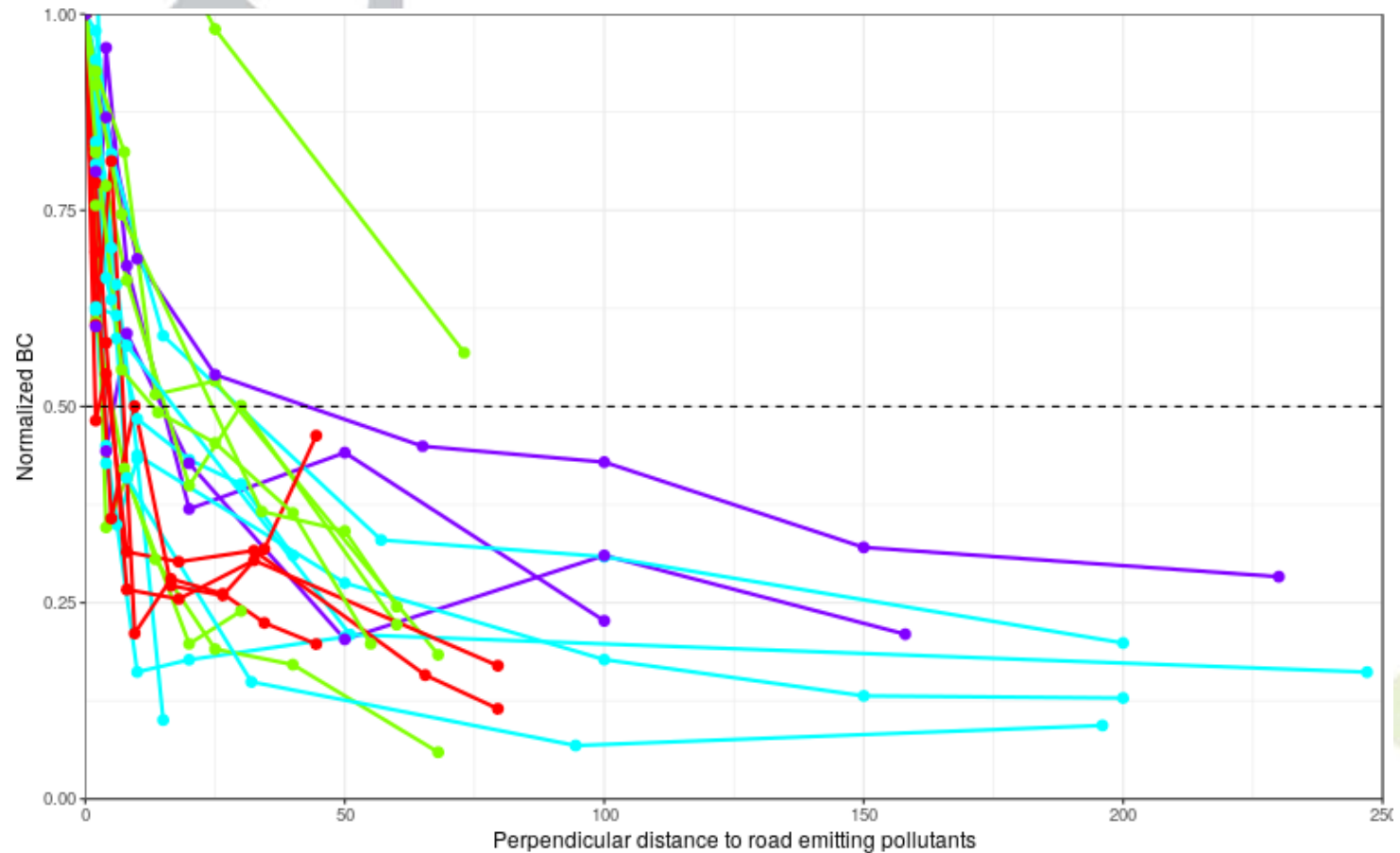
# 61 perfiles de BC



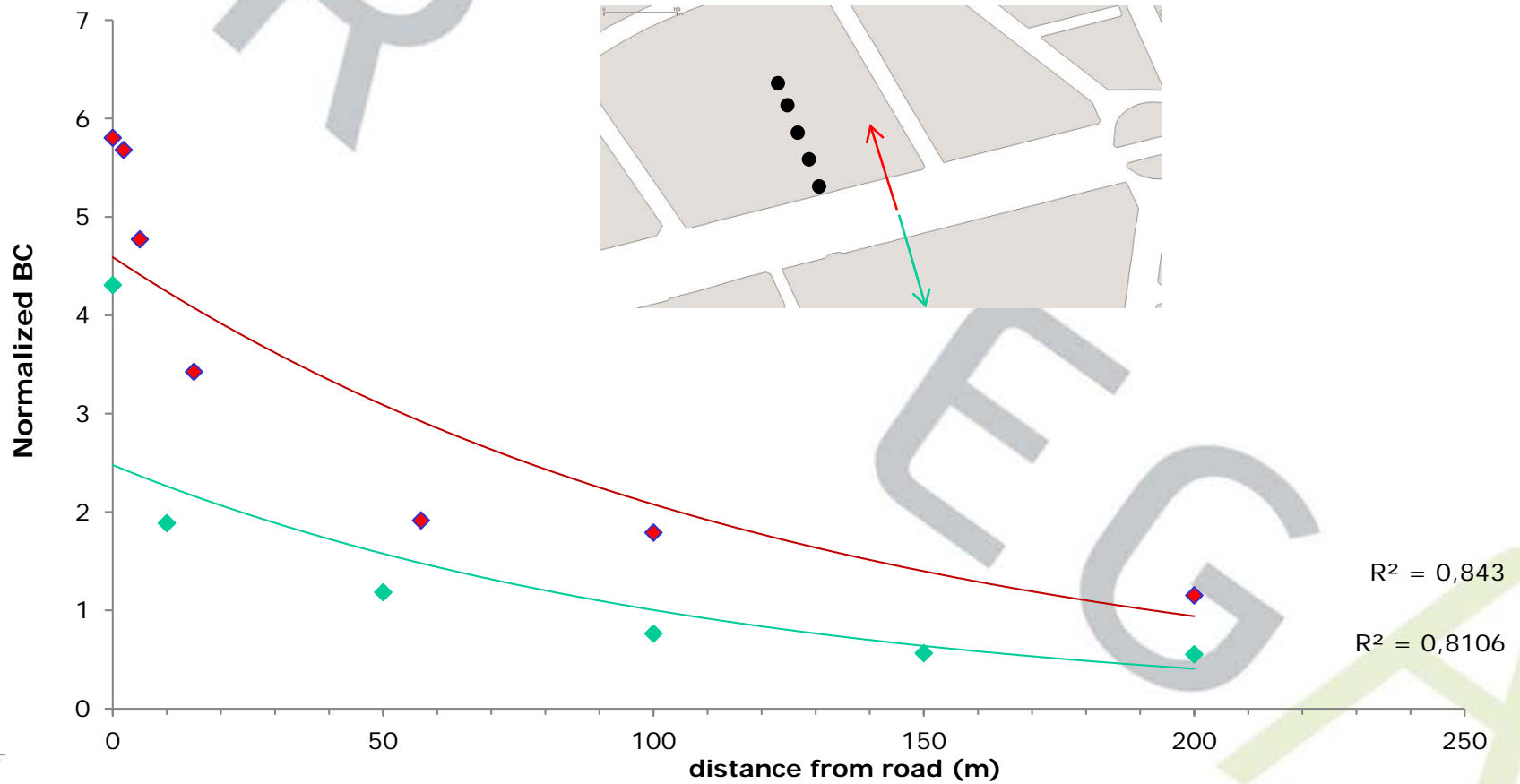


# Distancia de la vía

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

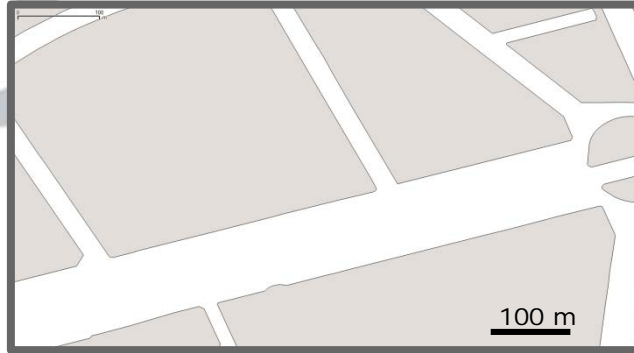


# Orientación de la calle respecto al viento

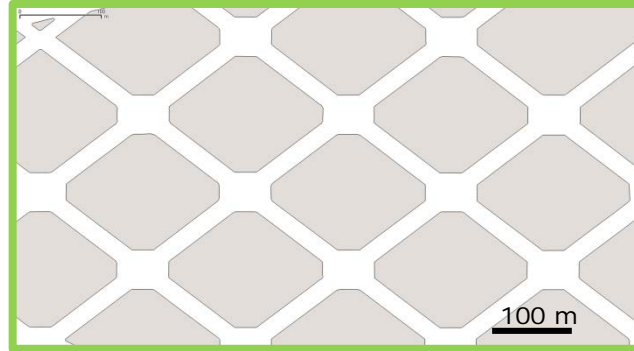


# Topologia urbana

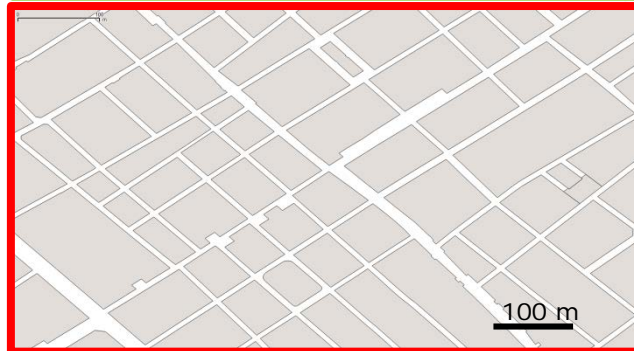
Existe cierta relación entre volumen de tráfico y distancia a la que se alcanza reducción de 50%



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

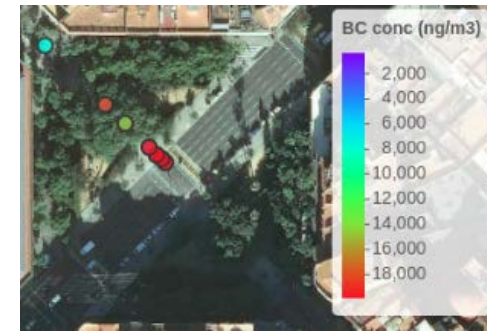


Street canyon (*Eixample*)  
Halving distance : 26 m

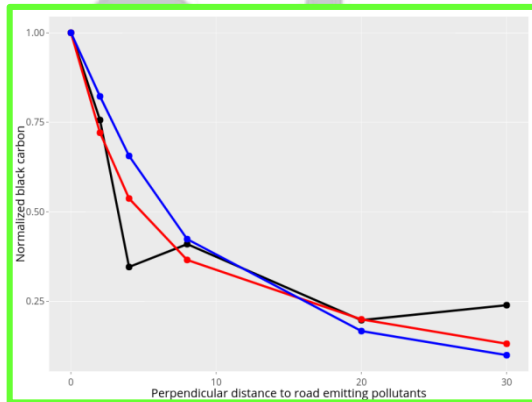


Historical center (*Gracia*)  
Halving distance : 22 m

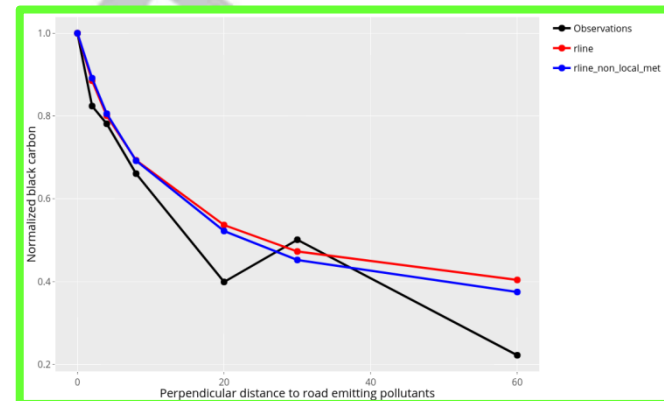
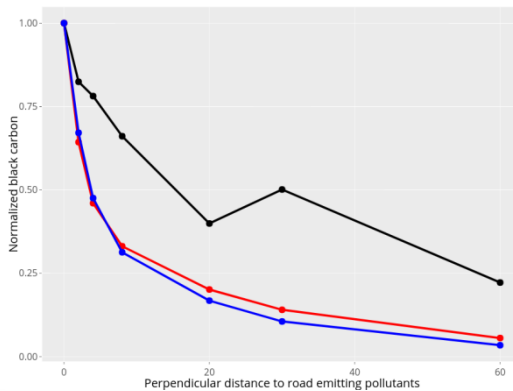
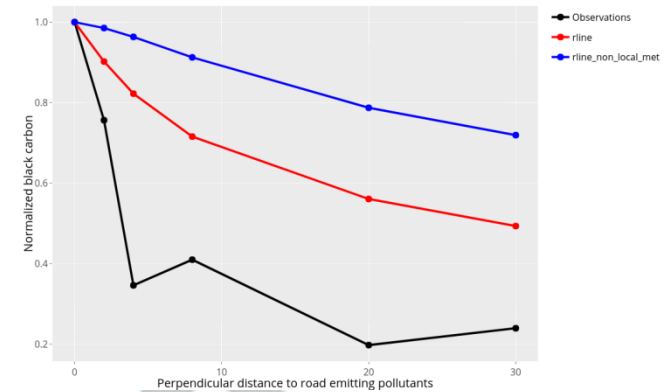
# Impacto de las calles secundarias



Solo emisión de C/Aragó



Emissiones de 1 km<sup>2</sup> alrededor

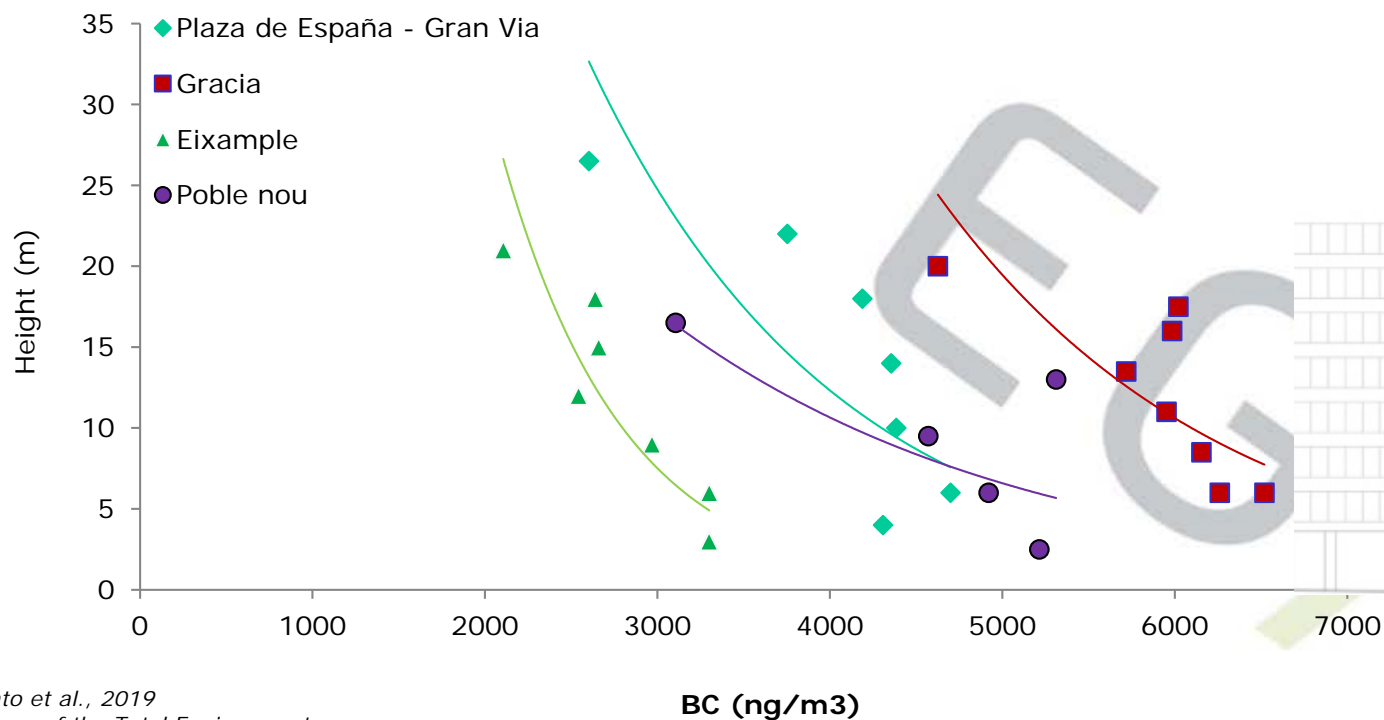


Baja presión

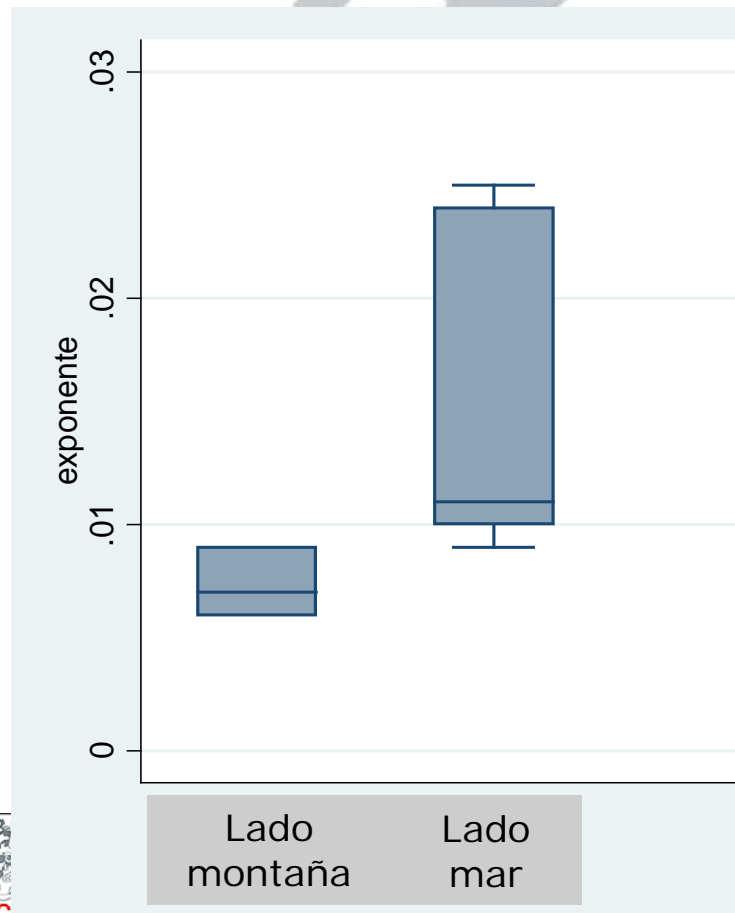
Alta presión

# 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 NO<sub>2</sub>

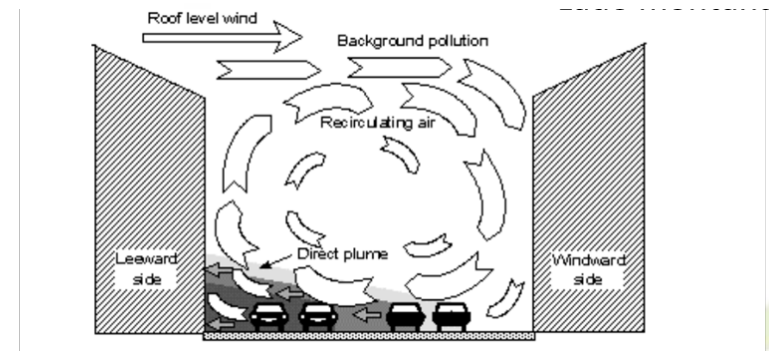


## Efecto street canyon



Lado mar

Lado montaña



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 trafico 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 trafico, 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)*

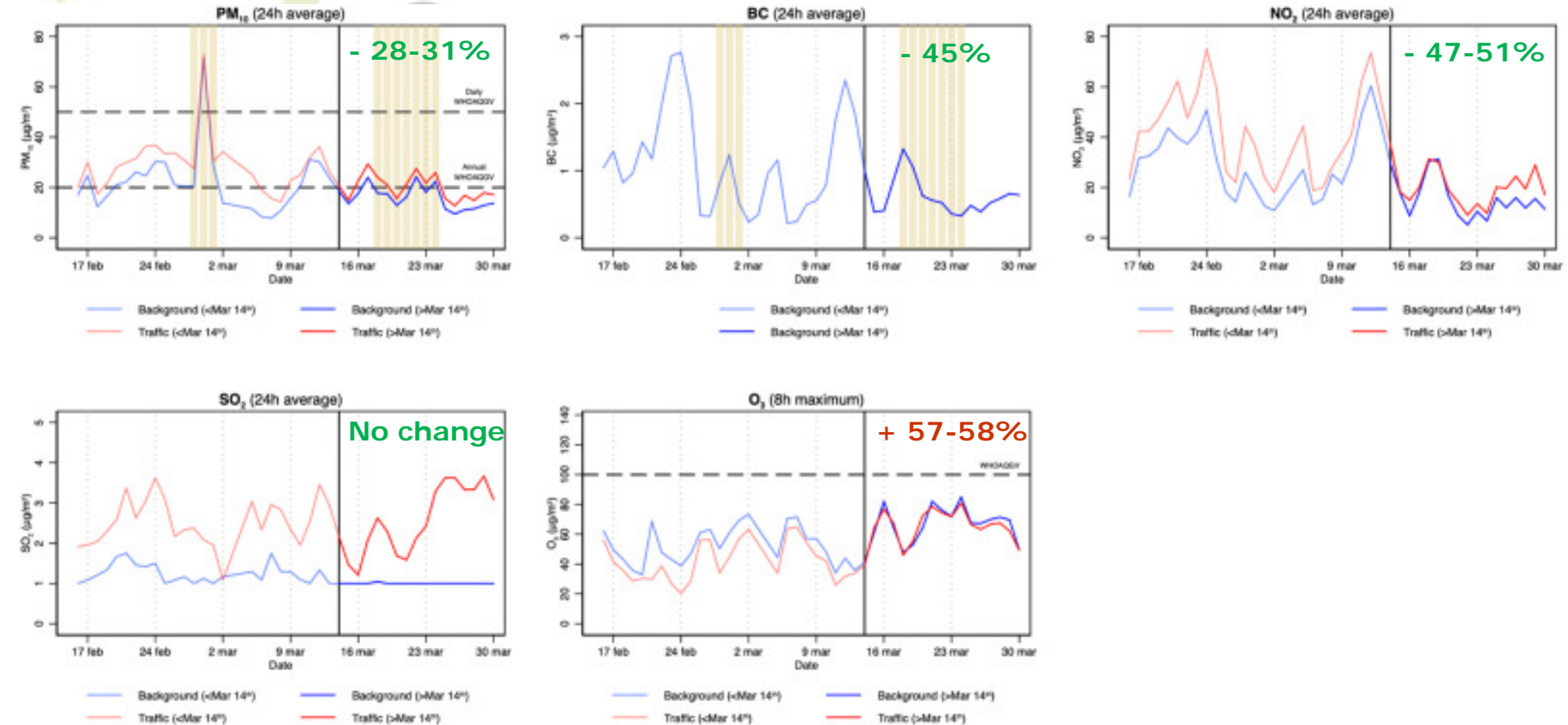
**Muchas gracias por la atención**  
***fulvio.amato@idaea.csic.es***



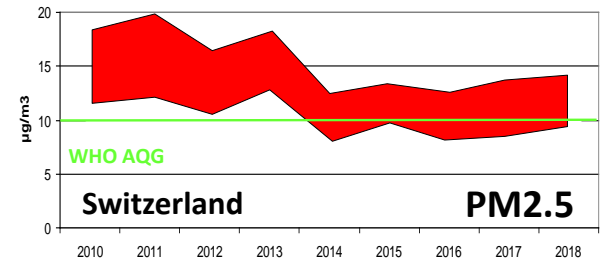
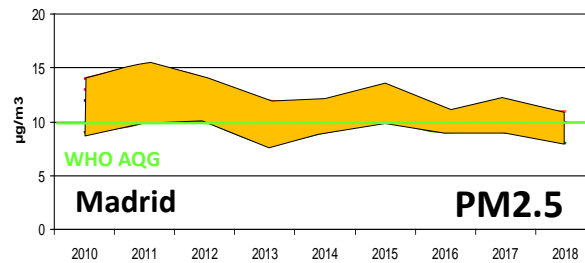
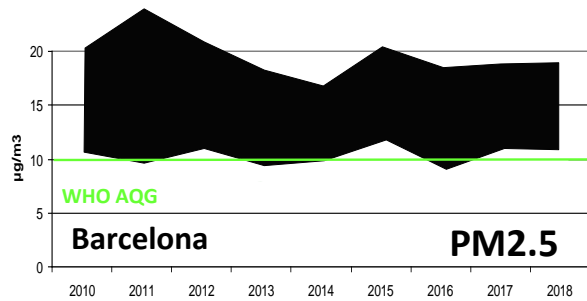
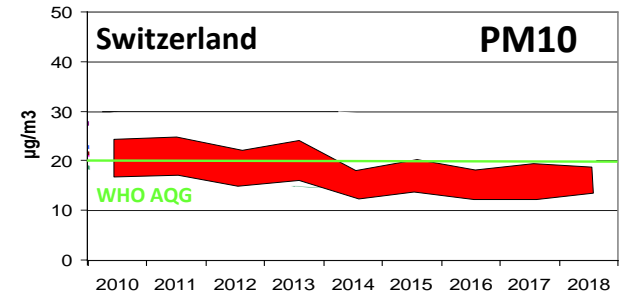
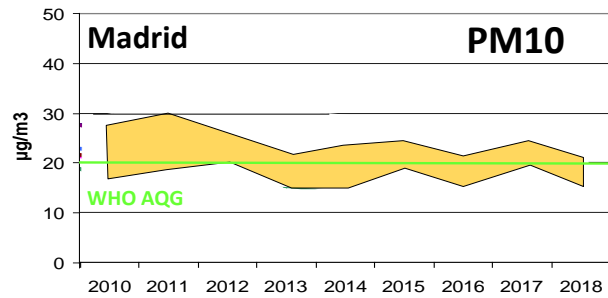
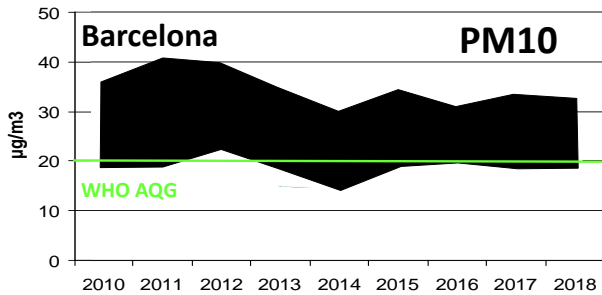
INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL ASSESSMENT AND WATER RESEARCH



# Efecto del confinamiento



# Tendencias





# Altura de edificios

