

Reunión de la Comisión de Energía de la Cámara de
Comercio de España

El vehículo eléctrico

Calidad del aire urbano y tráfico rodado

16 febrero 2017
Cámara de Comercio de España

Rafael Borge

Laboratorio de Modelización Ambiental
ETSI Industriales. Universidad Politécnica de Madrid

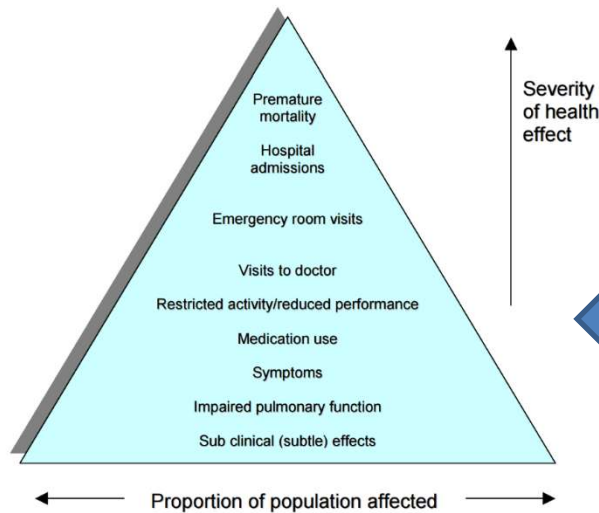
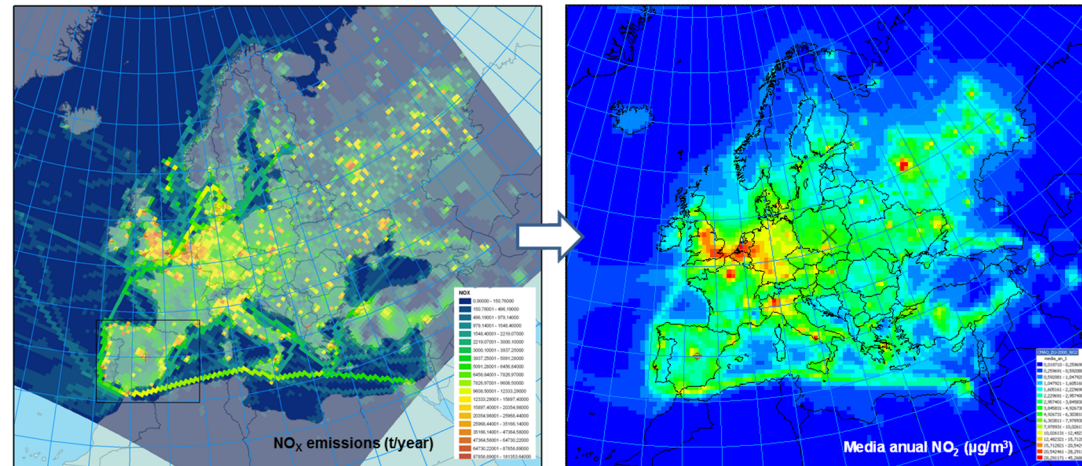
rborge@etsii.upm.es

ÍNDICE

1. Introducción
 2. La calidad del aire en entornos urbanos
 3. Algunas de medidas para mejora de la calidad del aire
 4. Consideraciones adicionales
 5. Reflexiones finales
-

1. Introducción

- Según la organización mundial de la salud (WHO, 2014) la contaminación del aire (outdoor) causó 3,7 millones de muertes prematuras en 2012, la mayoría en zonas urbanas



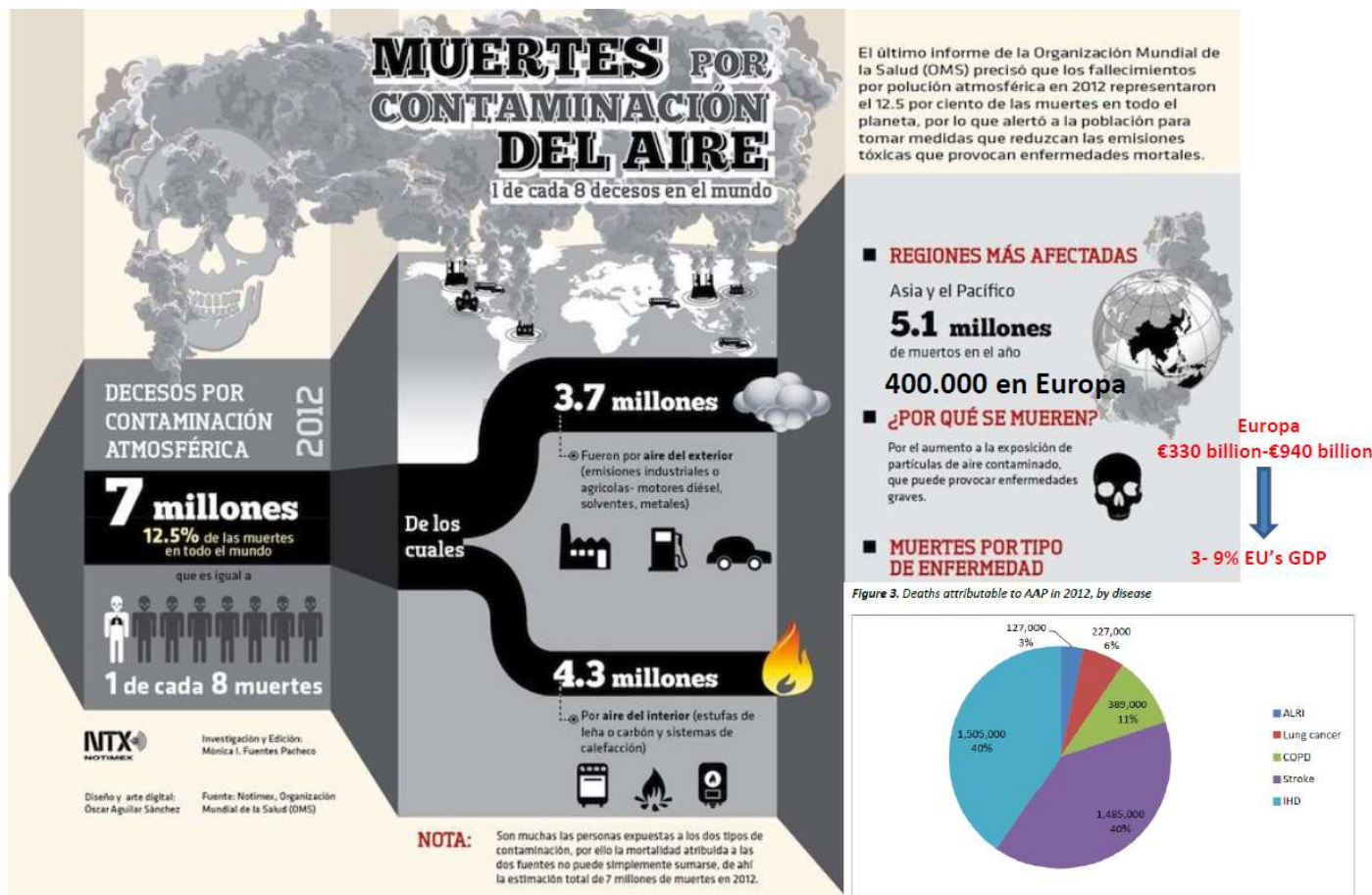
Pirámide de los efectos en salud de la contaminación atmosférica. Fuente: WHO (2000)

Table ES.1 Percentage of the urban population in the EU-28 exposed to air pollutant concentrations above certain EU and WHO reference concentrations (2012-2014)

Pollutant	EU reference value (*)	Exposure estimate (%)	WHO AQG (*)	Exposure estimate (%)
PM _{2.5}	Year (25)	8-12	Year (10)	85-91
PM ₁₀	Day (50)	16-21	Year (20)	50-63
O ₃	8-hour (120)	8-17	8-hour (100)	96-98
NO ₂	Year (40)	7-9	Year (40)	7-9
BaP	Year (1)	20-24	Year (0.12) (RL)	88-91
SO ₂	Day (125)	< 1	Day (20)	35-49

Key: < 5 % 5-50 % 50-75 % > 75 %

EEA (2016)



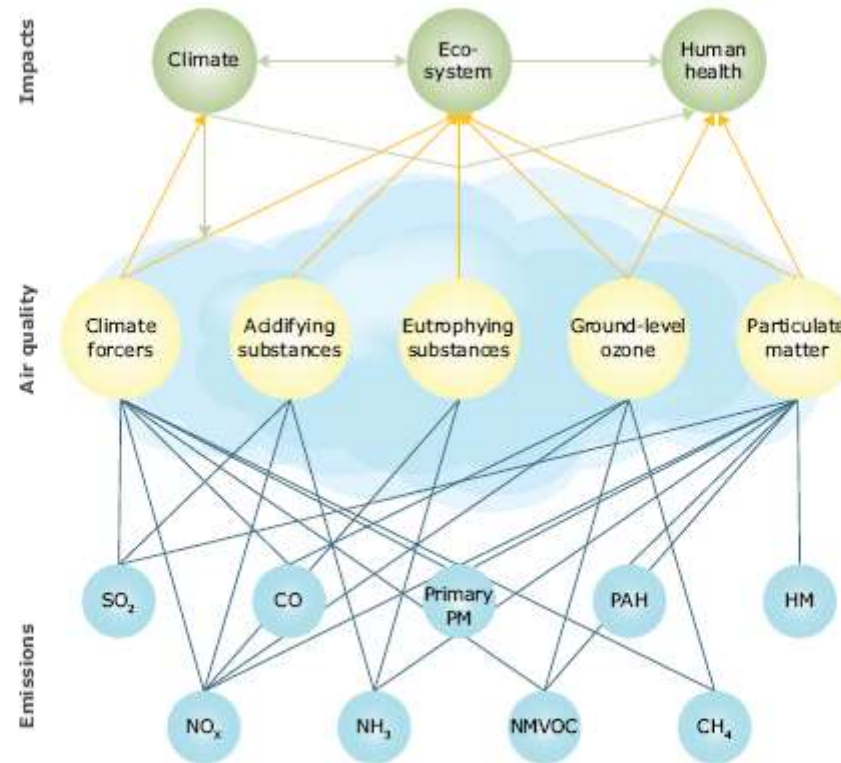
http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/FINAL_HAP_AAP_BoD_24March2014.pdf?ua=1

Percentage represents percent of total AAP burden (add up to 100%).
AAP: Ambient air pollution; ALRI: Acute lower respiratory disease; COPD: Chronic obstructive pulmonary disease; IHD: ischaemic heart disease.

Country	Population	PM _{2.5}		NO ₂		O ₃	
		Annual mean (µg/m ³)	Premature deaths	Annual mean (µg/m ³)	Premature deaths	SOMO35 (%)	Premature deaths
Spain	44 454 505	11.0	23 940	18.0	4 280	5 895	1 760
EU-28 (%)			436 000		68 000		16 000

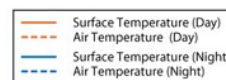
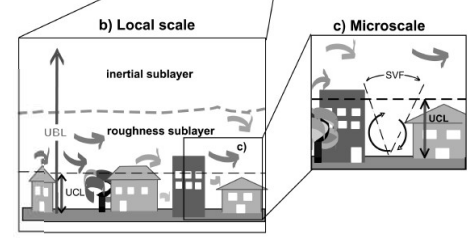
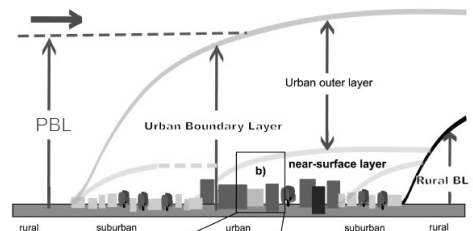
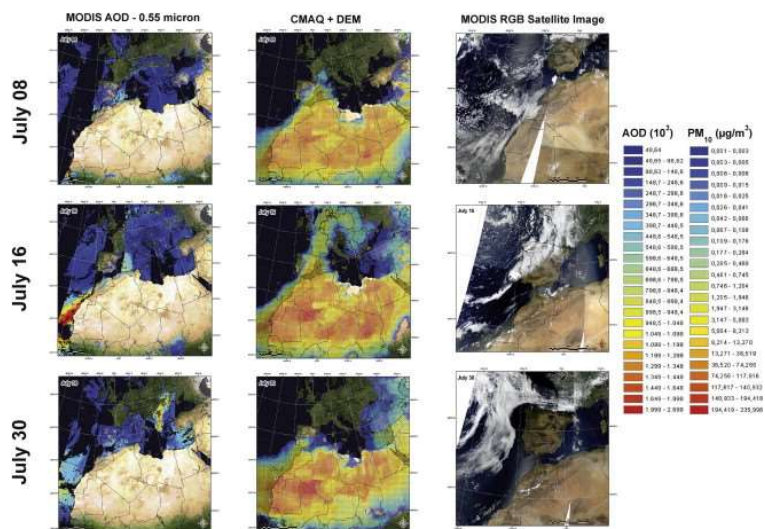
2. La calidad del aire en entornos urbanos

- La gestión de la calidad del aire en las ciudades es particularmente compleja:
 - Múltiples contaminantes y procesos interrelacionados

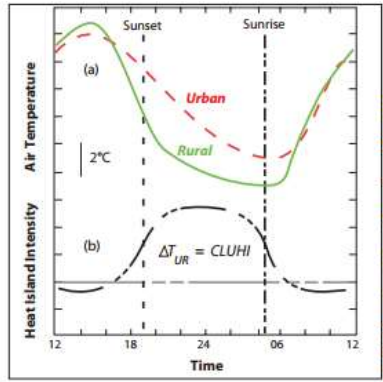
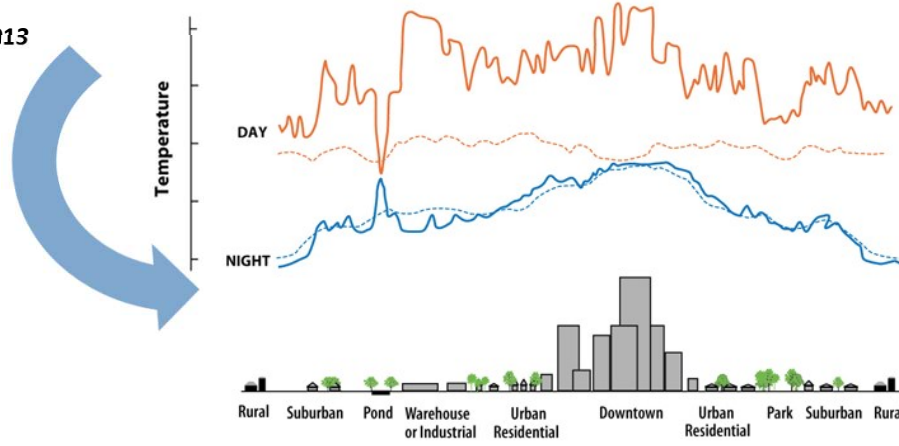


Note: From left to right the pollutants shown are as follows: sulphur dioxide (SO₂), nitrogen oxides (NO_x), carbon monoxide (CO), ammonia (NH₃), particulate matter (PM), non-methane volatile organic compounds (NMVOC), polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH), methane (CH₄), heavy metals (HM).

– Múltiples escalas (continental a nivel de calle)

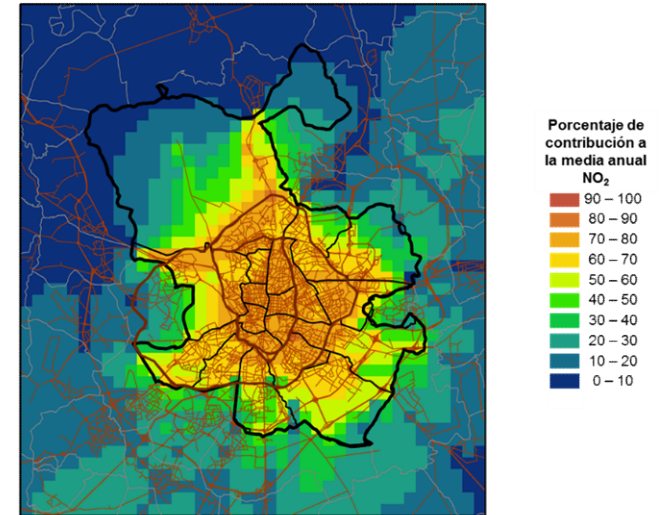
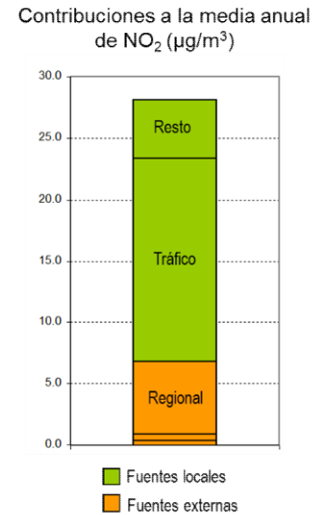


de la Paz et al., 2013

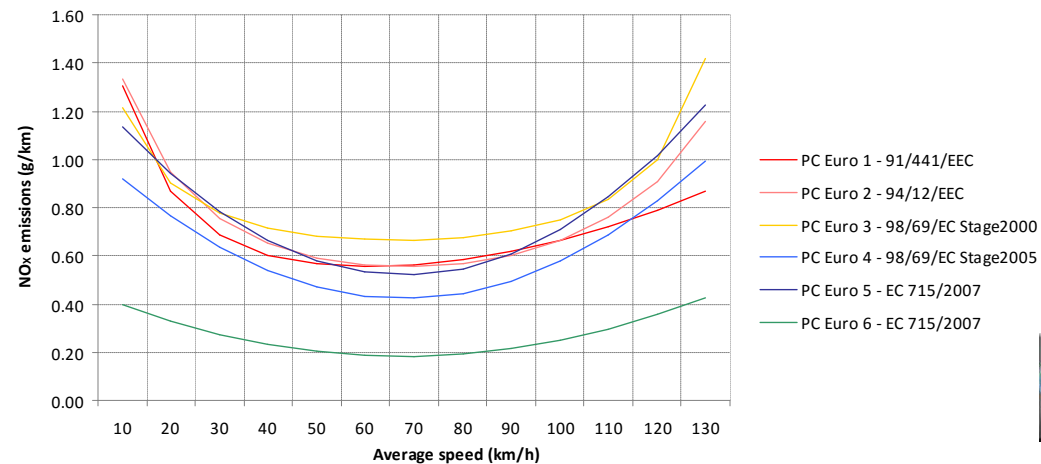


US EPA., 2005

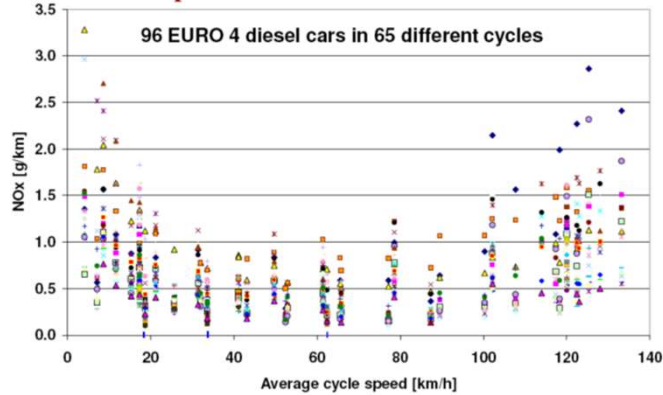
- Múltiples fuentes (tráfico, sectores residencial, comercial e institucional, industria, gestión de residuos, etc.)
- Normalmente el tráfico es la fuente más importante:
 - Gran volumen de emisión
 - A nivel del suelo
 - Muy cerca de las personas
- Fuente particularmente compleja:



Borge et al., 2014



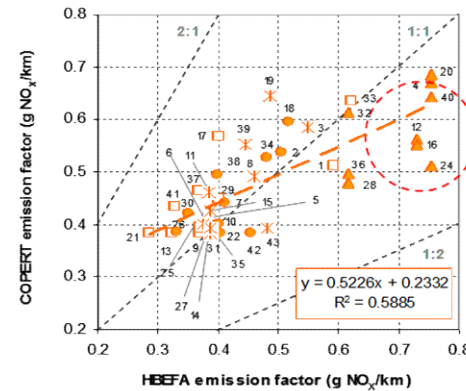
Example for data sources diesel cars NOx



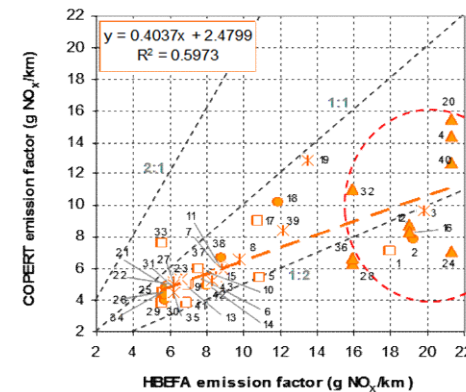
WELCOME TO HBEFA

- Gran dependencia del ciclo de conducción y el estado de la vía

Passenger cars



Urban buses



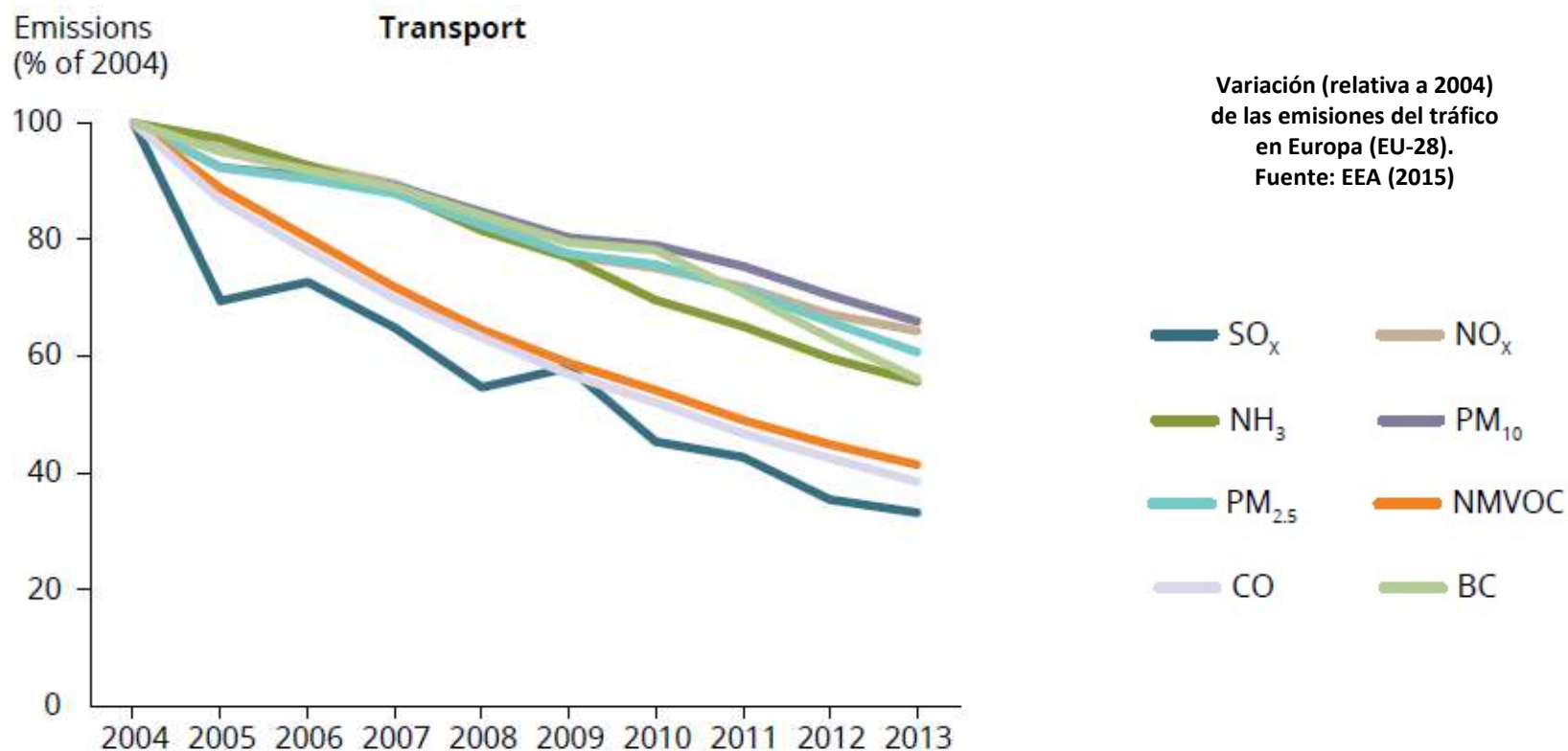
Traffic situation ID	Level of service	Road type-Speed limit (km/h)	Vehicle-km (%)
1	Freeflow	R6-30	0.082
5		R4-50	0.017
6		R4-60	0.225
9		R4-70	0.866
13		R4-80	3.368
17		R5-50	4.338
21		R2-70	3.863
25		R2-90	1.999
29		R1-100	9.192
33		R1-120	24.650
37	Heavy	R3-50	2.286
41		R3-80	1.070
2		R6-30	0.839
7		R4-60	0.035
10		R4-70	0.163
14		R4-80	0.284
18		R5-50	0.623
22		R2-70	1.996
26		R2-90	1.372
30		R1-100	9.049
34	R1-120	6.081	
38	Saturated	R3-50	3.451
42		R3-80	0.729
3		R6-30	2.415
8		R4-60	0.034
11		R4-70	0.096
15		R4-80	0.074
19		R5-50	0.367
23		R2-70	1.367
27		R2-90	0.094
31		R1-100	2.166
35	R1-120	1.398	
39	Stop & go	R3-50	9.305
43		R3-80	0.296
4		R6-30	2.633
12		R4-70	0.020
16		R4-80	0.016
20		R5-50	0.085
24		R2-70	0.013
28		R2-90	0.002
32		R1-100	0.113
36		R1-120	0.596
40	R3-50	2.332	

- Los vehículos convencionales tienen emisiones de numerosos contaminantes debido a diversos procesos:

- Propio consumo de combustible: CO_2
- Combustión imperfecta: CO, HC, PM
- Uso de aire como comburente / exceso O_2 / temperatura: NO_x
- Otras no asociadas a la combustión: HC evaporativas, PM y metales de abrasión y desgaste de frenos, PM resuspensión

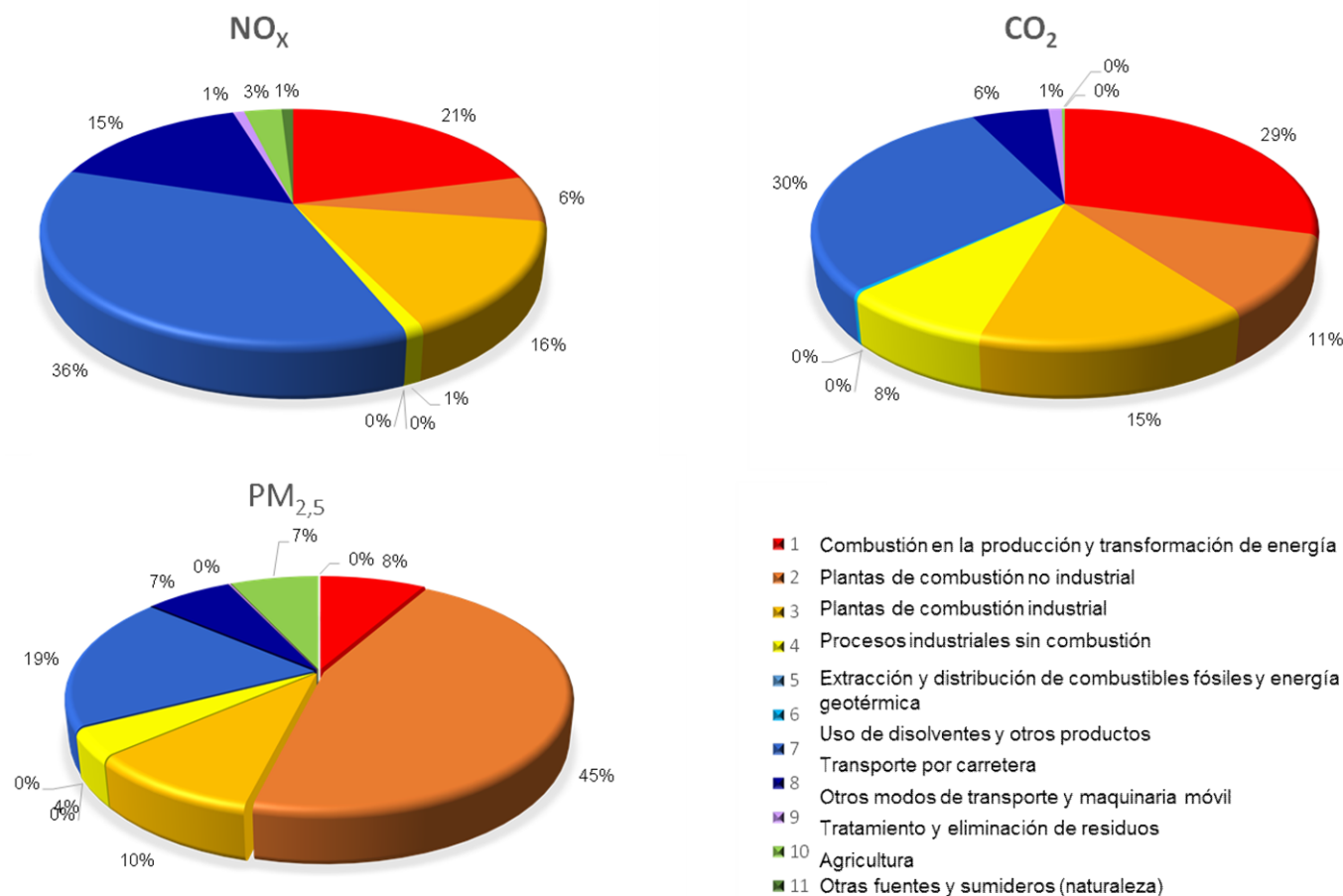


- Las emisiones del tráfico rodado se han reducido en la última década considerablemente



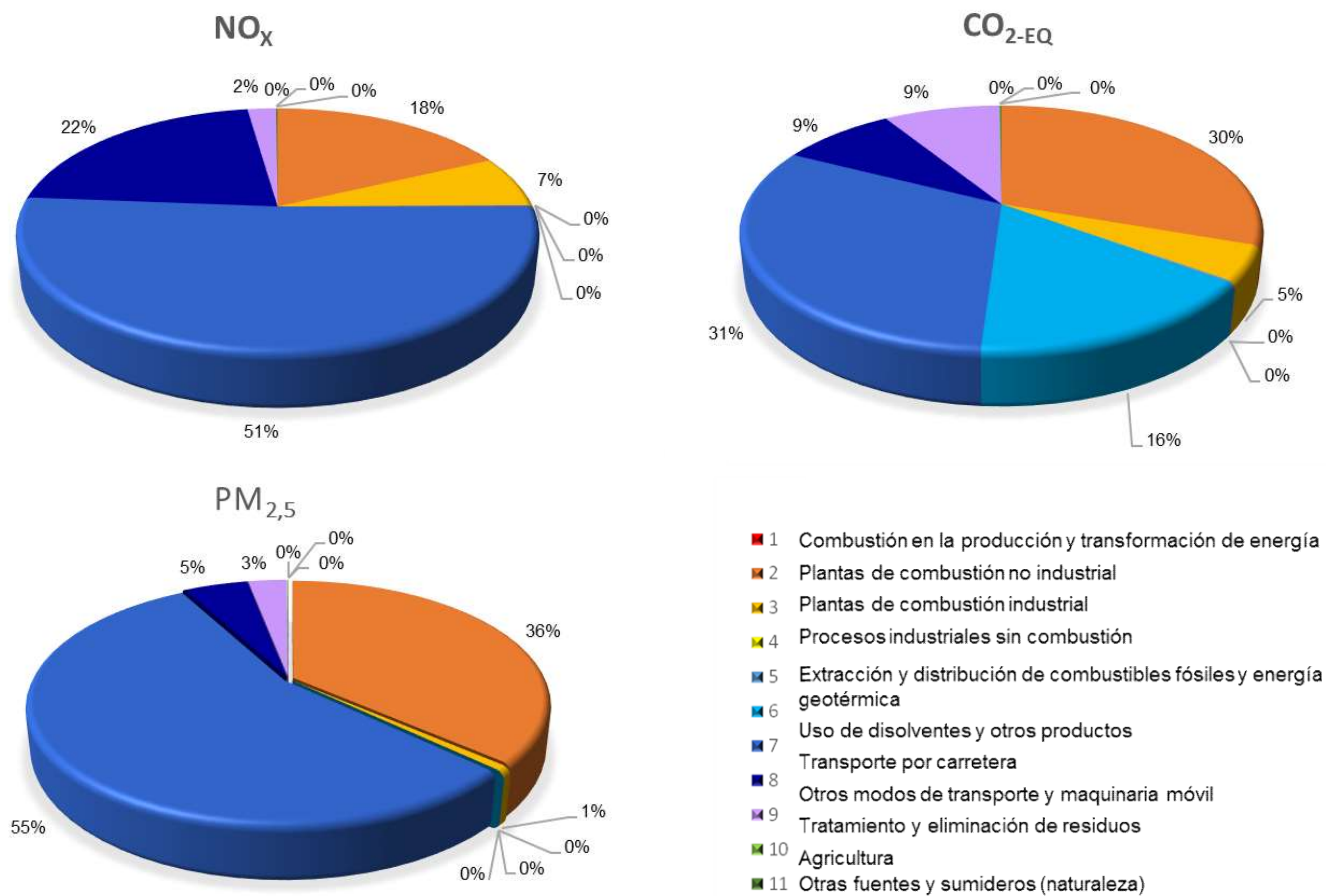
- No obstante, el tráfico rodado sigue siendo el principal responsable del incumplimiento de los valores límite y objetivo en Europa (93% para NO₂)

- Y sigue siendo una de las principales fuentes de emisión de contaminantes atmosféricos



Distribución de emisiones a la atmósfera en 2014 en España. Fuente: MAGRAMA (2016)

- Especialmente en áreas urbanas como Madrid



Distribución de emisiones a la atmósfera en 2014 en Madrid. Fuente: Ayuntamiento de Madrid (2016)

- Y por tanto es necesario plantear medidas para cumplir los valores límite de calidad del aire
- Fundamentalmente enfocadas al tráfico pero también en el resto de sectores

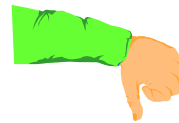


3. Algunas medidas para mejora de la calidad del aire

- Zonas de bajas emisiones
- Restricciones de acceso por tecnología / combustible o tipo de vehículo



- Efectivas para PM
- Relativamente poco costosas



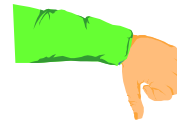
- Clasificación de vehículos y esquema de pegatinas a nivel nacional
- Extensión considerable
- Necesidad de información y control exhaustivo



- Reducción del volumen de tráfico
- Peajes, tasas por congestión



- Pueden reducir sustancialmente el tráfico
- Menor intensidad genera beneficios adicionales al incrementar la velocidad media (reducción de la congestión)
- Los ingresos pueden invertirse en mejora del transporte público



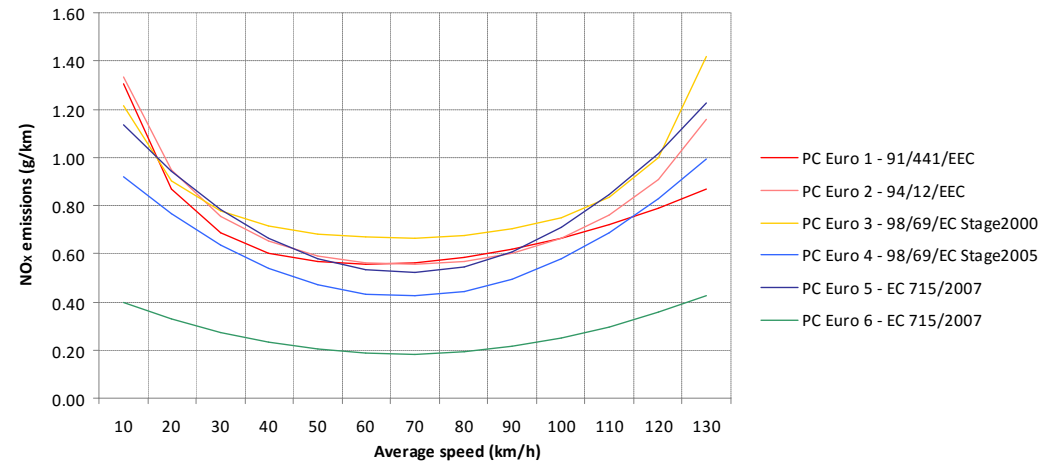
- Necesidades de infraestructura y control
- Cuantificación de la tasa
- Aspectos sociales

- **Gestión del tráfico**

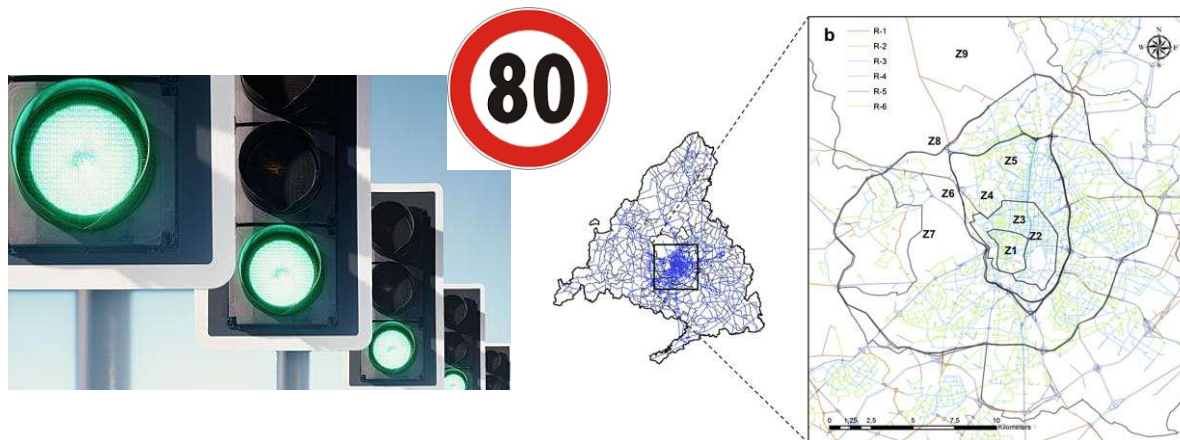
- Evitar congestión (stop & go)
- Reducir velocidad (freeflow)



- Reducción de las emisiones específicas



- Efectos sobre la capacidad de la vía
- Coordinación de medidas / regulación semafórica y señalización



- Restricciones temporales (por ejemplo matrículas pares / impares)

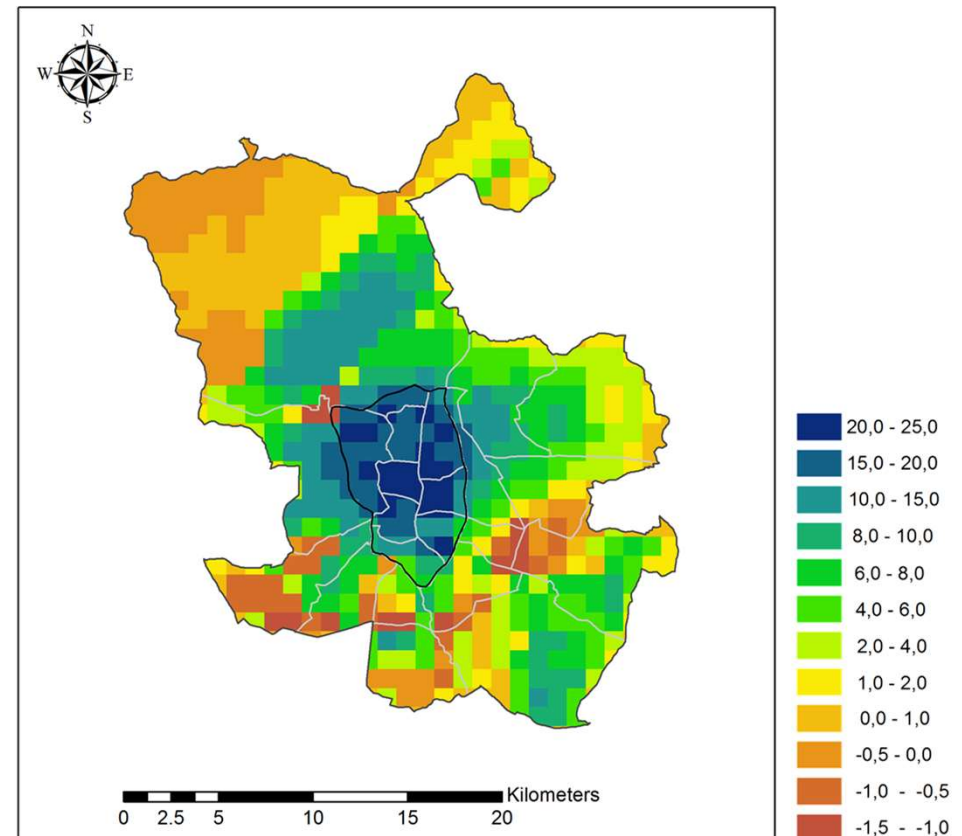


- Reducciones importantes (hasta $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ según simulaciones para Madrid)



- Limitaciones bajo condiciones meteorológicas adversas
- Dificultad implementación
- Necesidad de oferta de transporte público alternativo

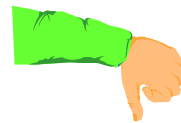
Reducción de la máxima horaria de NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Borge et al., 2014

- **Modos alternativos**

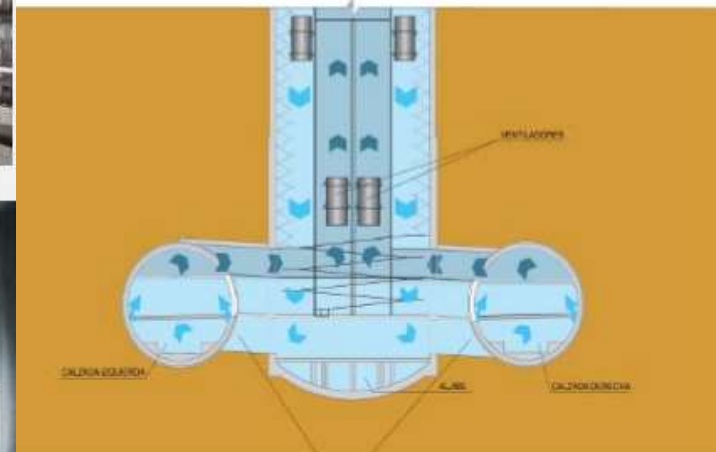
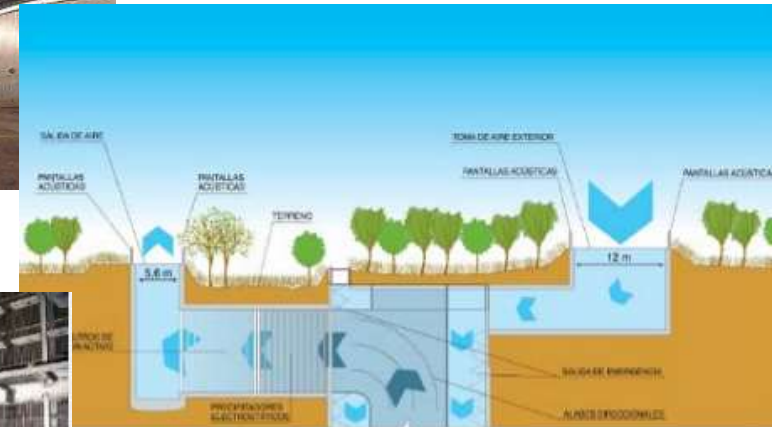
- Reducen emisiones directas e indirectamente (eliminar vehículos·km)
- Efectos sinérgicos sobre la salud



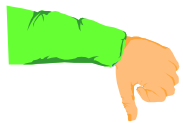
- Alcance limitado
- Convivencia con otros modos de transporte y servicios
- Infraestructuras y condicionantes diseño urbano



- Infraestructuras activas
- Sistemas de captura y tratamiento



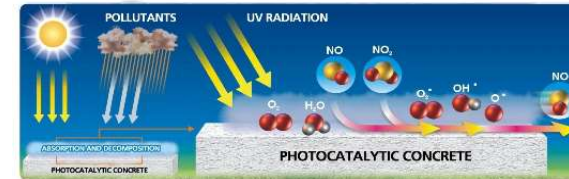
- Materiales fotocatalíticos



- Eficacia poco contrastada a escala real
- Deterioro y durabilidad
- Potenciales efectos secundarios (nitratos, PM)



- Relativamente baratos
- Potencial de aplicación en grandes áreas
- Variedad de materiales y aplicaciones
- Área de gran actividad investigadora: posibilidades de colaboración y networking



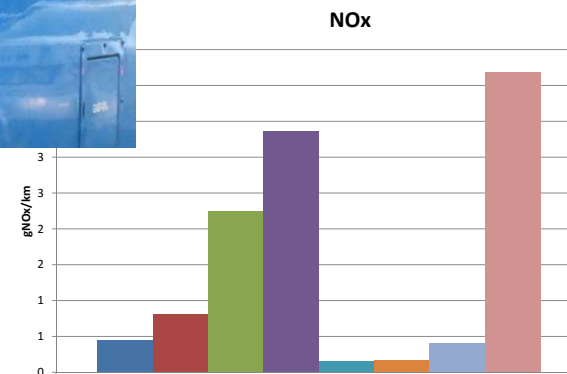
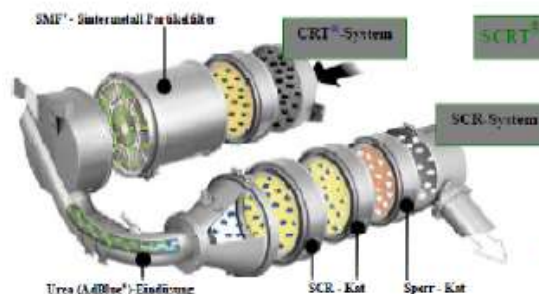
• **Medidas tecnológicas**



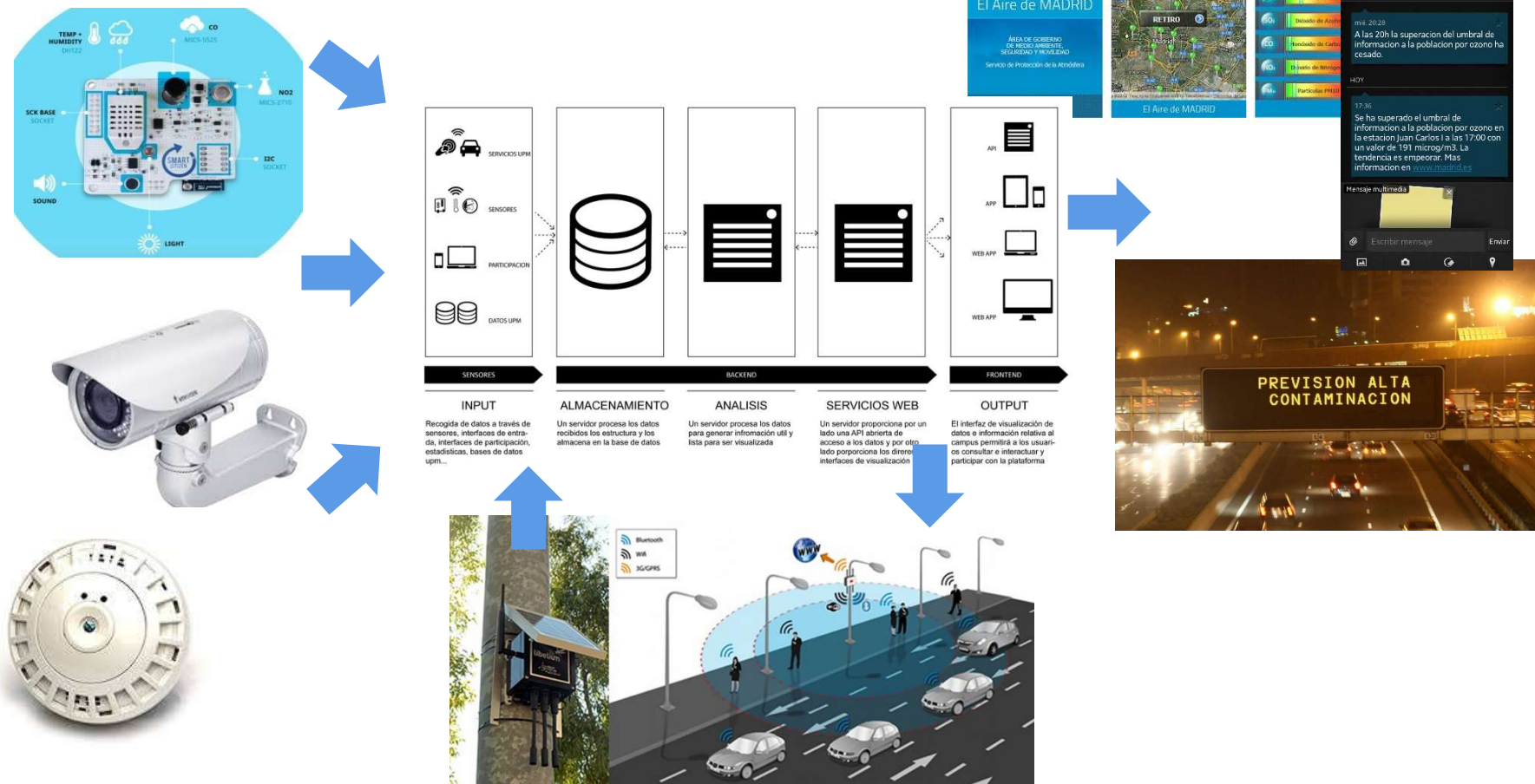
- Potencialmente muy efectivas
- Amplia oferta



- Sólo para algunos contaminantes
- Muy costosas
- No reducen volumen de tráfico

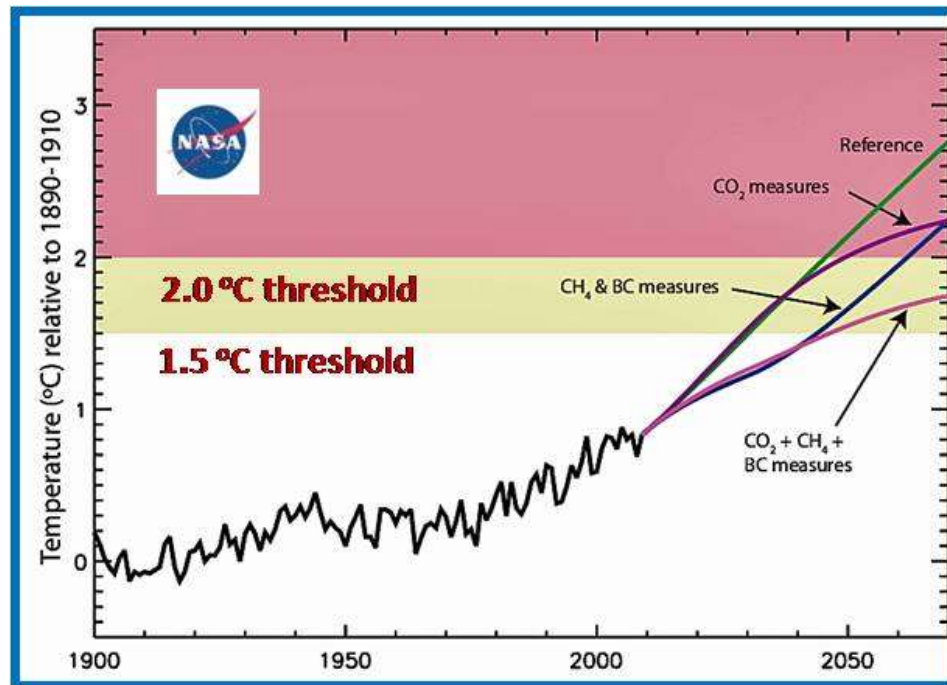


- Información y concienciación
- Sin efecto directo pero fundamentales
- Oportunidad de las nuevas TICs

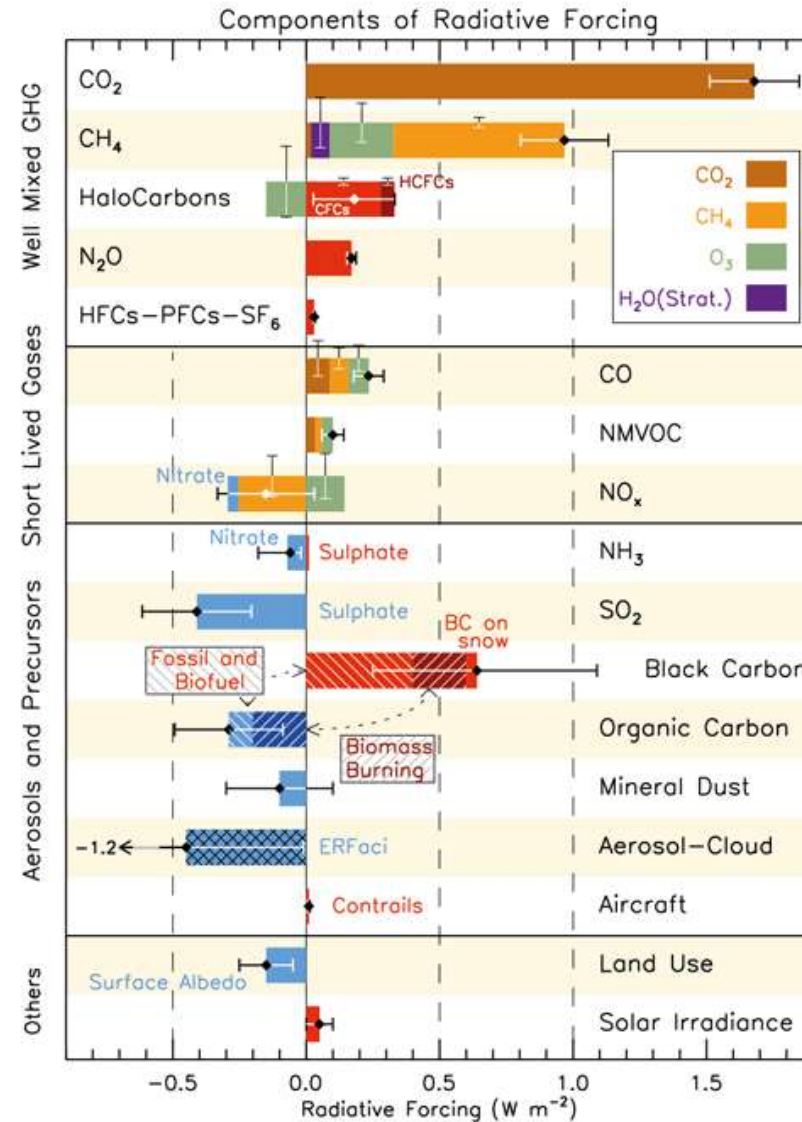


4. Consideraciones adicionales

- Sinergias e interacciones calidad del aire – clima:
 - Conflictos
 - Co-beneficios

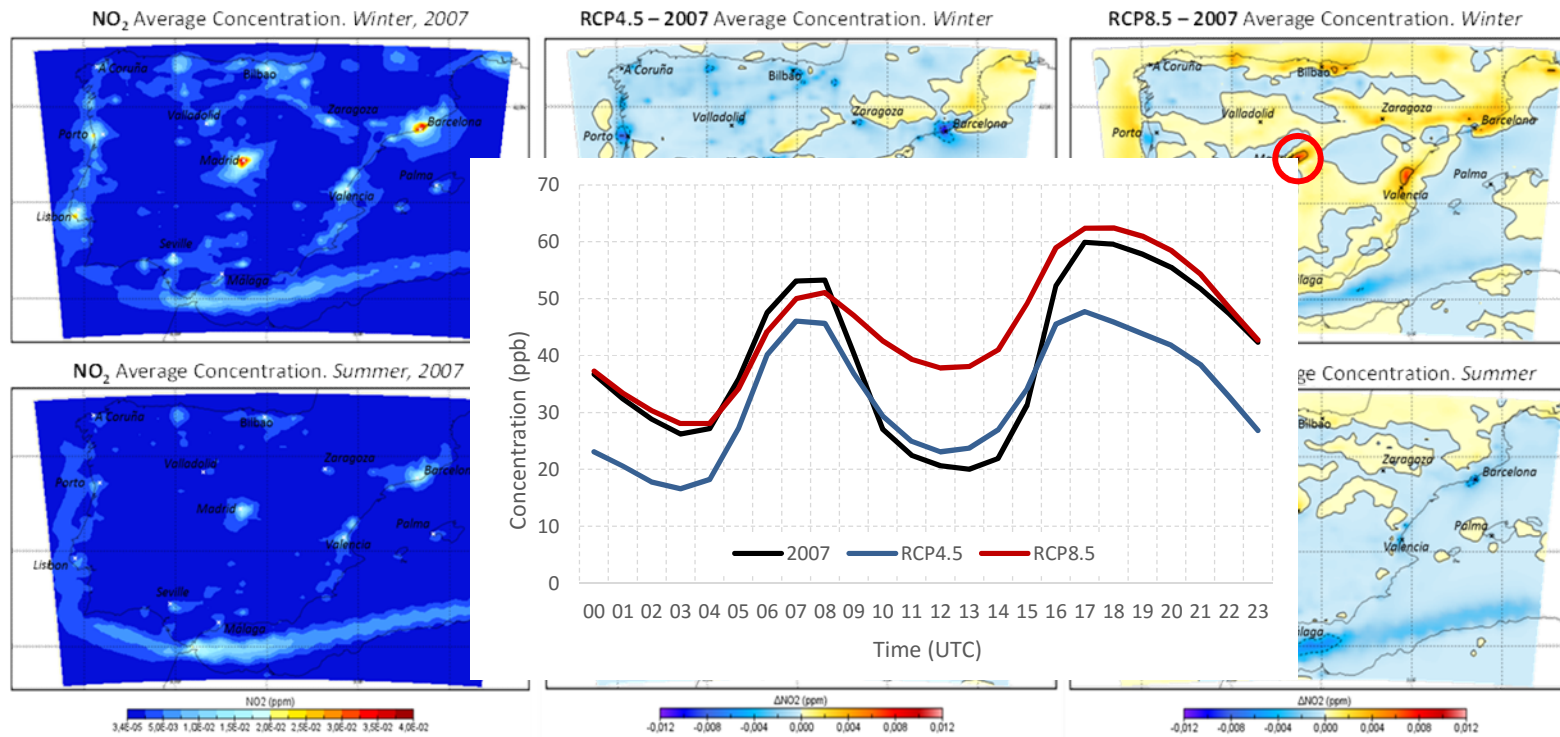
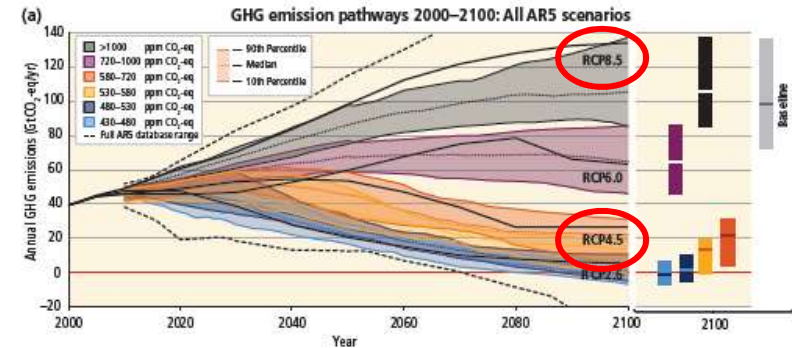


Shindell et al. (2012)

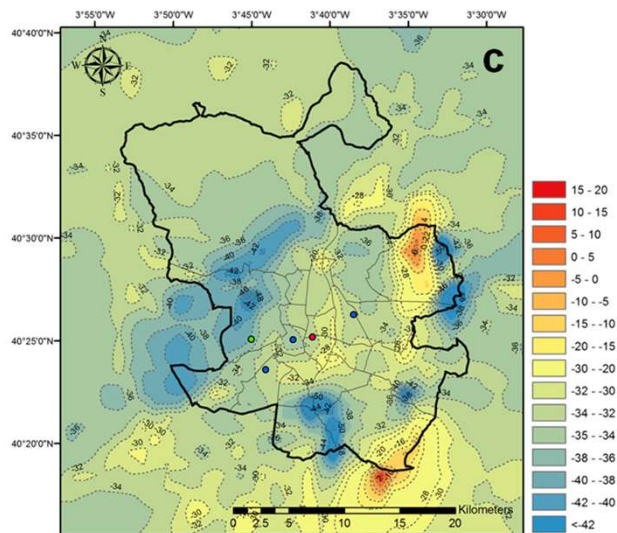


IPCC-AR5- (2012)

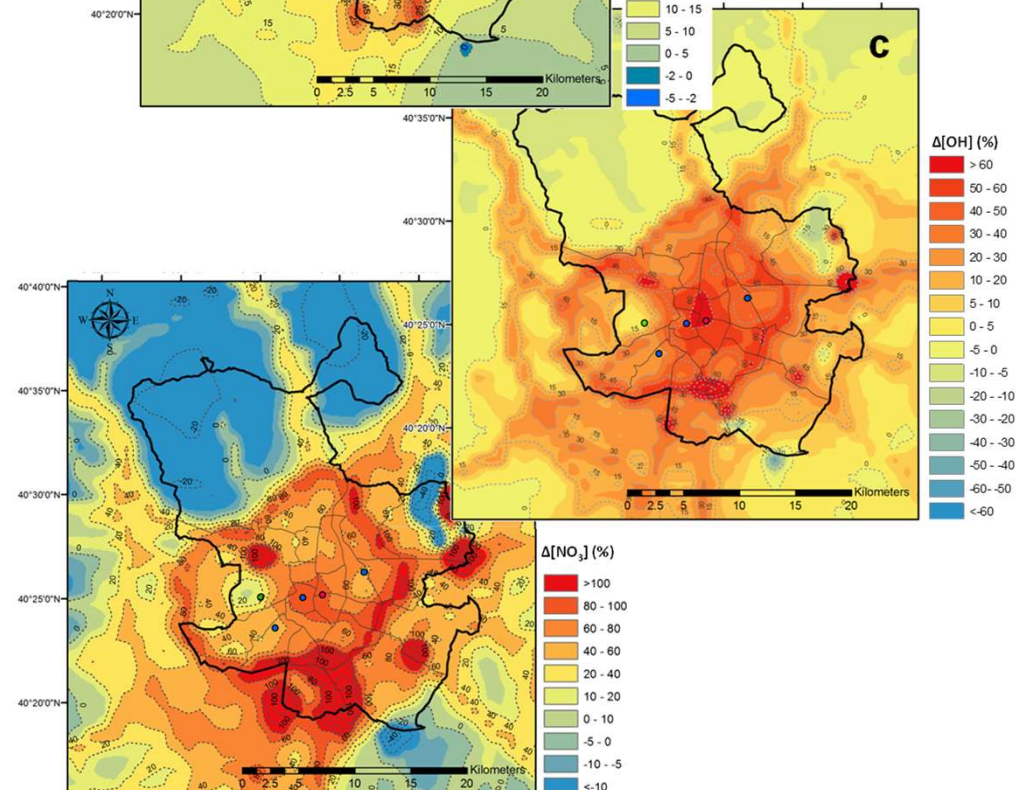
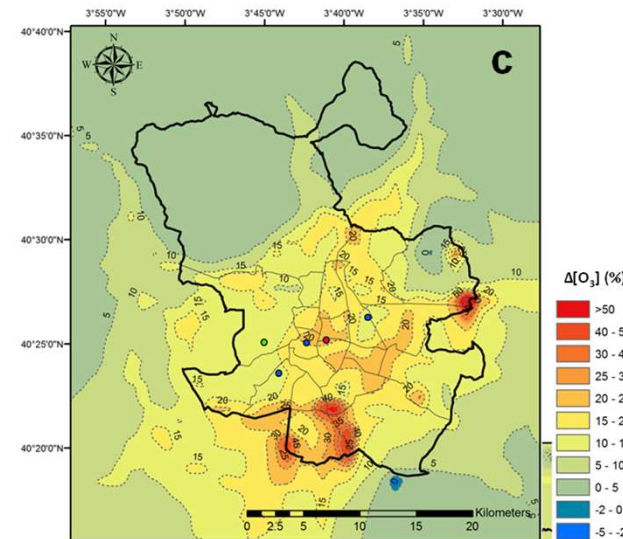
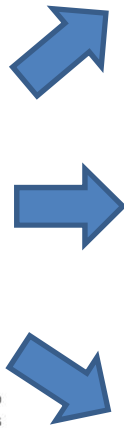
- Sinergias e interacciones calidad del aire – clima:
 - Influencia del forzamiento climático a medio-largo plazo



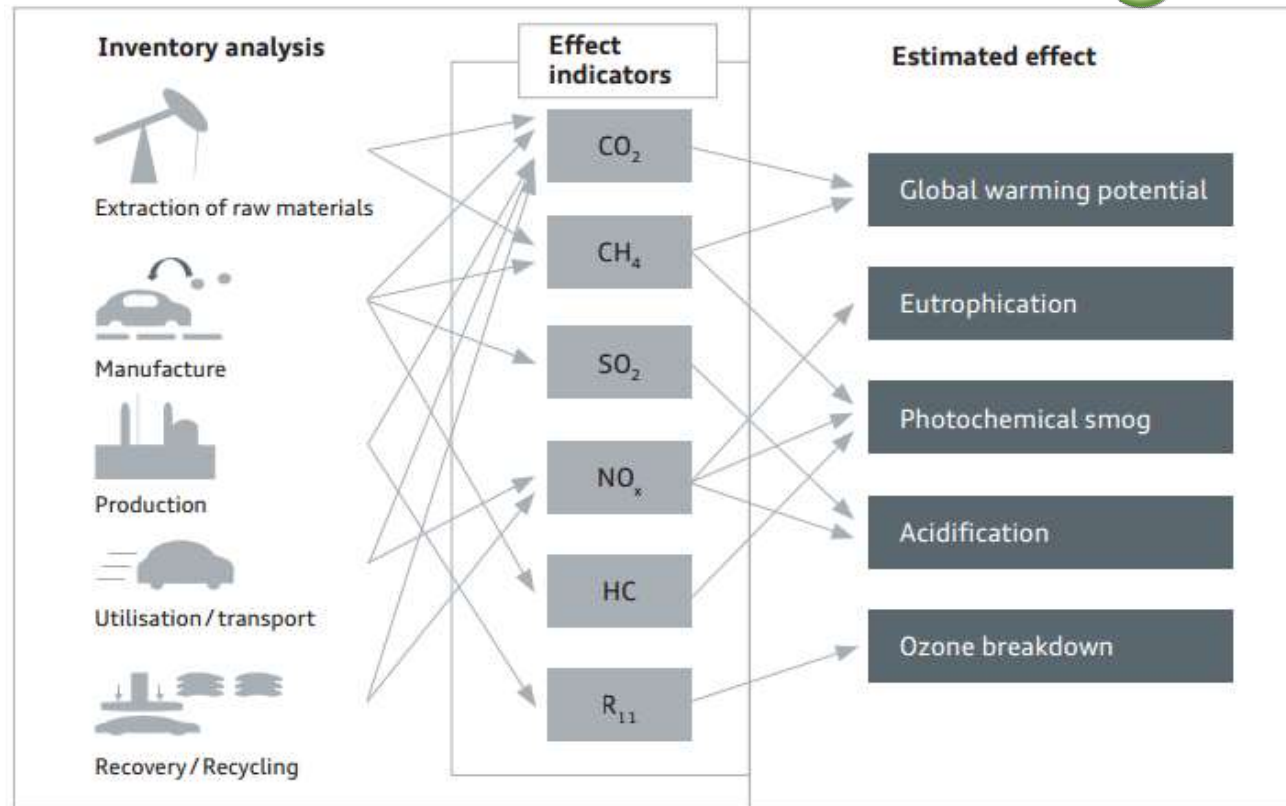
- Sinergias e interacciones calidad del aire:
 - Las actuaciones pueden implicar modificaciones del balance oxidativo de la atmósfera con implicaciones importantes para la química atmosférica y los compuestos secundarios



Saiz-Lopez et al. (2017)



- Particularidades relacionadas con el vehículo eléctrico:
 - Es importante entender que los impactos del tráfico rodado se producen a lo largo de todo el ciclo de vida



- No necesariamente menores impactos durante la etapa de uso (emisiones directas) implica menores impactos globalmente

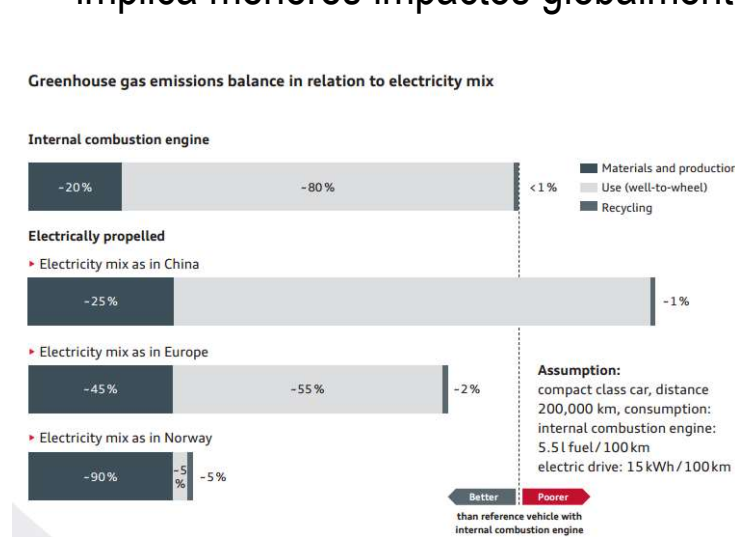
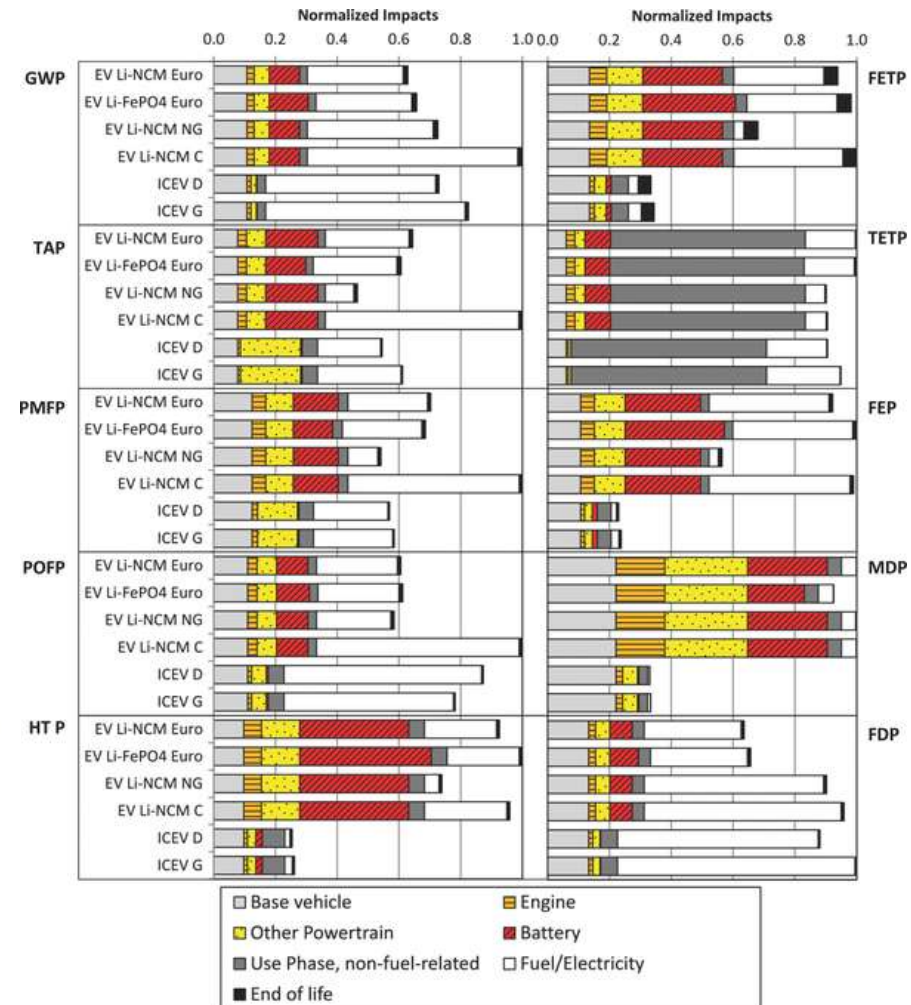


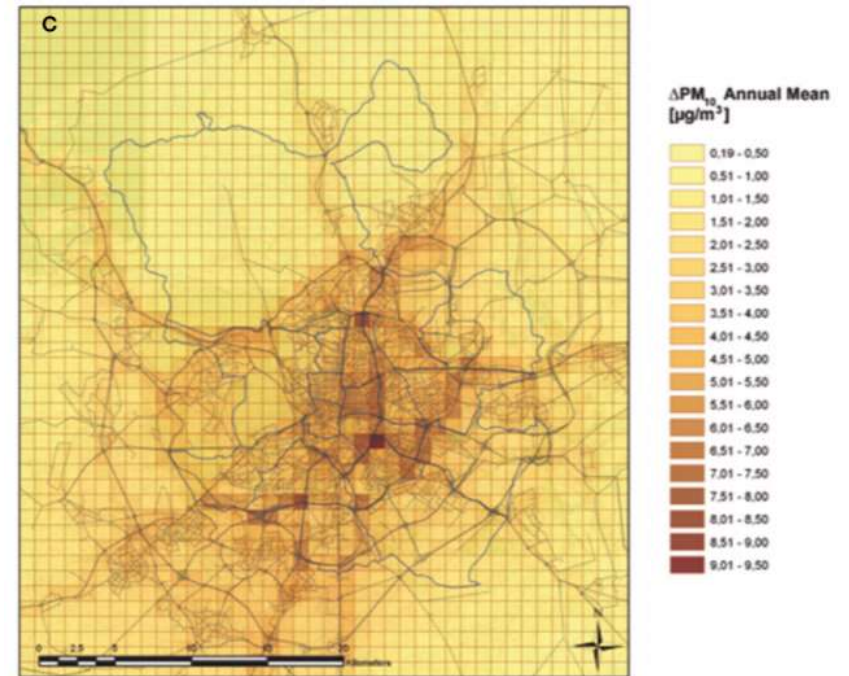
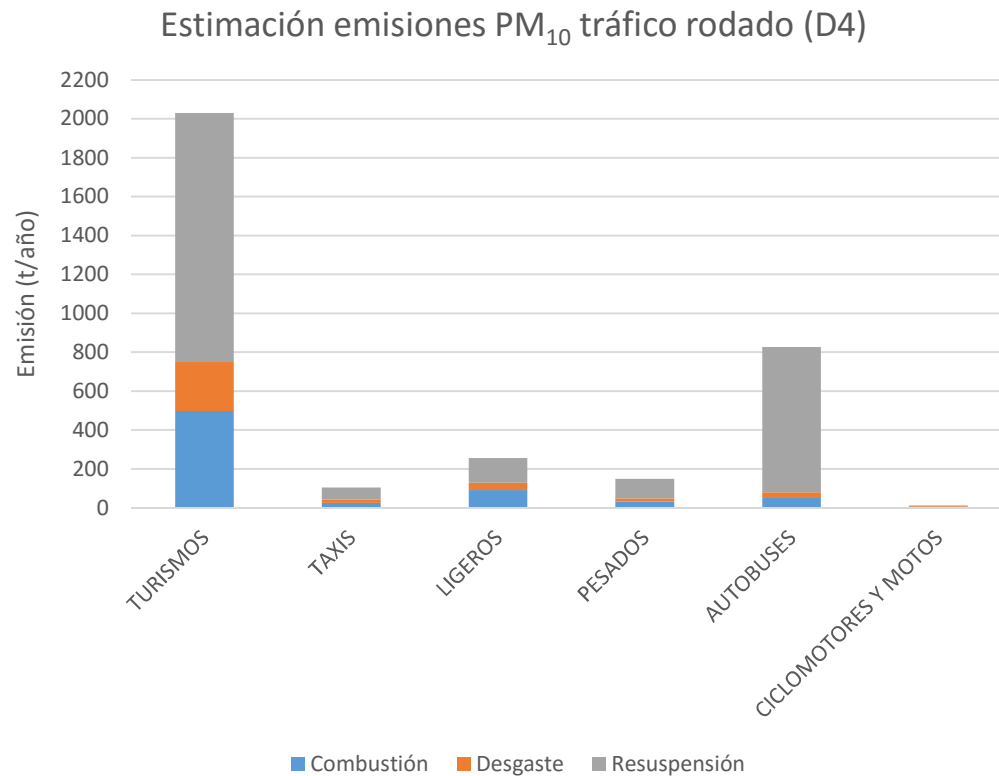
Figure 1. Normalized impacts of vehicle production. Results for each impact category have been normalized to the largest total impact. Global warming (GWP), terrestrial acidification (TAP), particulate matter formation (PMFP), photochemical oxidation formation (POFP), human toxicity (HTP), freshwater eco-toxicity (FETP), terrestrial eco-toxicity (TETP), freshwater eutrophication (FEP), mineral resource depletion (MDP), fossil resource depletion (FDP), internal combustion engine vehicle (ICEV), electric vehicle (EV), lithium iron phosphate (LiFePO₄), lithium nickel cobalt manganese (LiNCM), coal (C), natural gas (NG), European electricity mix (Euro).

Hawkins et al. (2013)

ICEV = internal combustion engine vehicle; EV = electric vehicle; LiNCM = lithium nickel cobalt manganese; LiFePO₄ = lithium iron phosphate; PbA = lead acid.



- Es importante evaluar las implicaciones relativas a emisiones de partículas durante la etapa de uso (desgaste de frenos y neumáticos, abrasión del pavimento y resuspensión) y su relación con el peso del vehículo



Estimación de la contribución del a resuspensión de partículas a la concentración media anual de PM₁₀ en Madrid.
Fuente: de la Paz et al. (2015)

5. Reflexiones finales

- Mejorar la calidad del aire en entornos urbanos es esencial para reducir los impactos negativos de la contaminación atmosférica sobre la salud humana
- Existen muy diversas medidas que pueden combinarse para ajustarse a las peculiaridades de cada entorno
- Es fundamental evaluar la efectividad de las medidas antes de adoptarlas ya que pueden tener costes sociales y económicos importantes y deben estar fundamentadas
- Es importante tener una visión global bajo un enfoque de ciclo de vida para evaluar las oportunidades y efectos combinados para actuar sobre la calidad del aire y el cambio climático simultáneamente

Reunión de la Comisión de Energía de la Cámara de
Comercio de España

El vehículo eléctrico

Gracias por su atención!

rborge@etsii.upm.es