

Congreso Nacional del Medio Ambiente
Madrid del 26 al 29 de noviembre de 2018

PROGRAMA TECNAIRE (TÉCNICAS INNOVADORAS PARA LA EVALUACIÓN Y MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE URBANO)

Begoña Artíñano (CIEMAT)
Medidas de Mitigación
#conama2018



01 Introducción: la calidad del aire en las ciudades

02 El programa TECNAIRE-CM

03 Descripción del programa científico y principales resultados

- Campañas experimentales
- Selección y configuración de sensores
- Simulación a mesoescala
- Modelo de emisiones acoplado a un sistema de microsimulación de tráfico
- Desarrollo e integración de un modelo de simulación CFD
- Caracterización de la contaminación urbana de fondo
- Actividades transversales

04 Conclusiones y Líneas Futuras



01

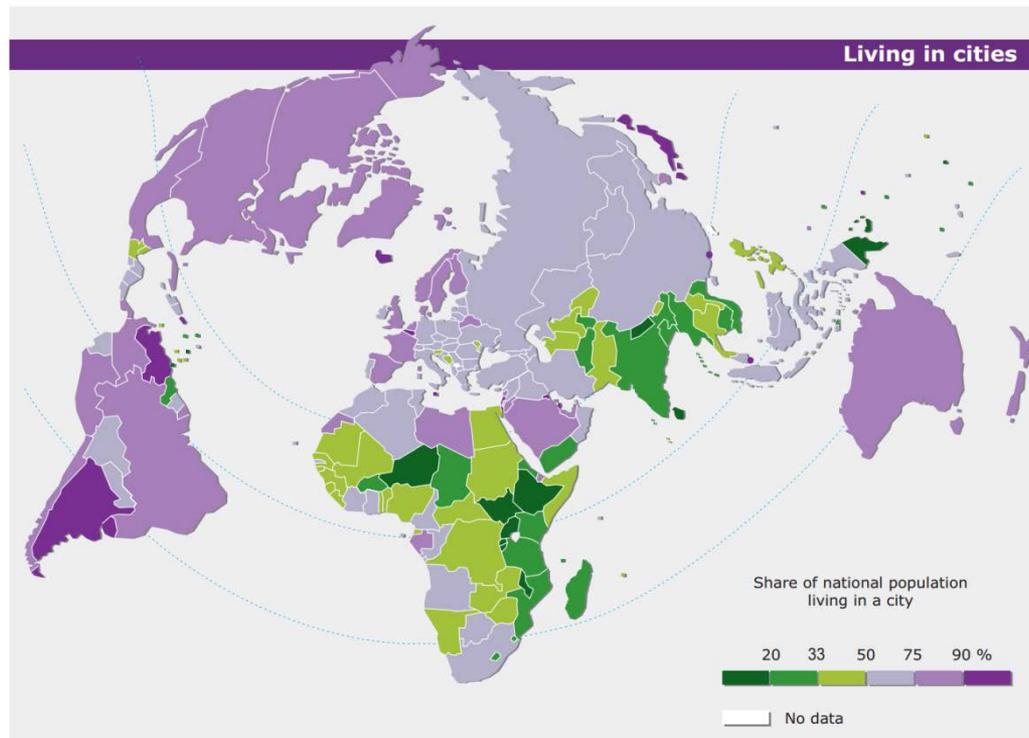
INTRODUCCIÓN: LA CALIDAD DEL AIRE EN LAS CIUDADES



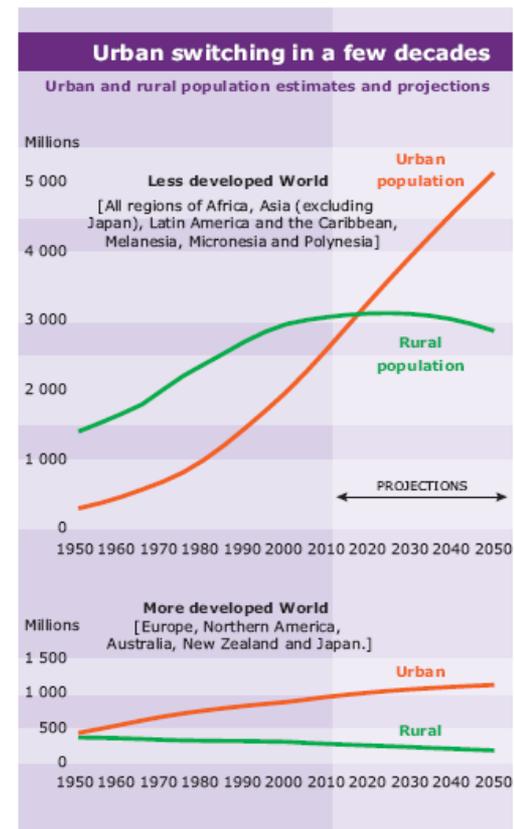
Introducción: la calidad del aire en las ciudades

- Más de la mitad de la población mundial (54% según la OMS) vive en zonas urbanas
- Es una tendencia creciente (65% en 2050 según Naciones Unidas)

Figure 2.2 National urbanisation levels in 2010



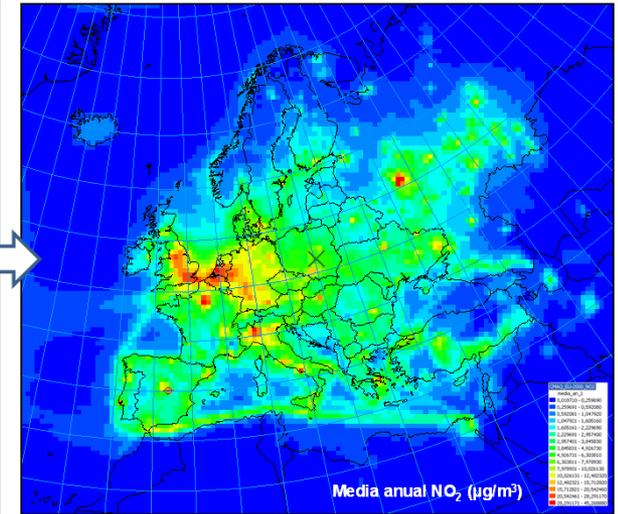
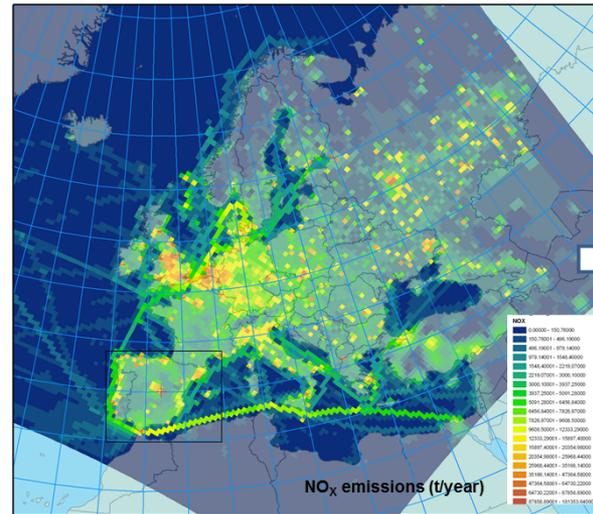
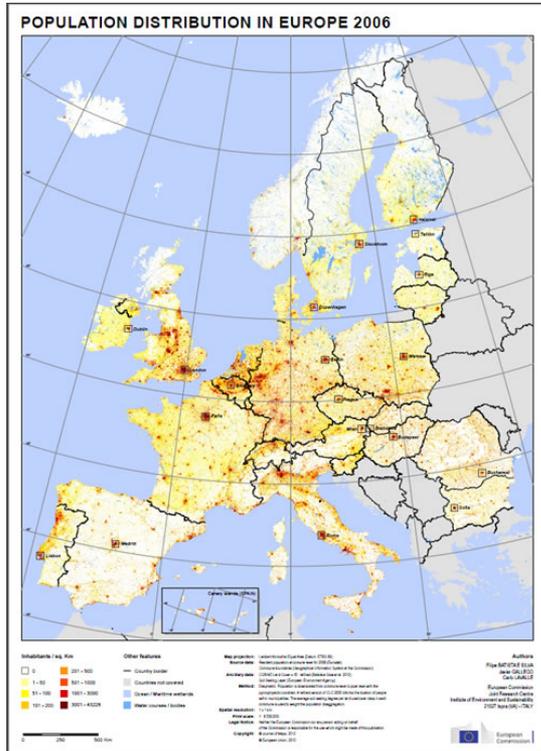
Source: UN Population Division, World Urbanization Prospects (2011 revision).





Introducción: la calidad del aire en las ciudades

+ concentración de población



Alta intensidad emisiones → Altos niveles de concentración

Table ES.1 Percentage of the urban population in the EU-28 exposed to air pollutant concentrations above certain EU and WHO reference concentrations (minimum and maximum observed between 2013 and 2015)

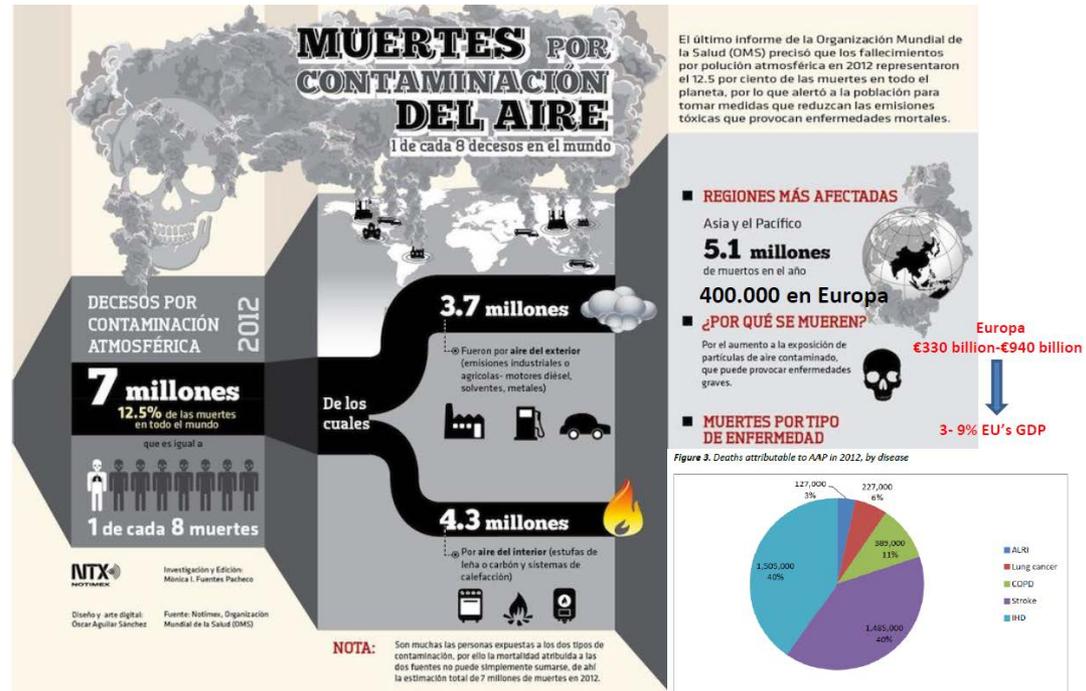
Pollutant	EU reference value (*)	Exposure estimate (%)	WHO AQG (*)	Exposure estimate (%)
PM _{2.5}	Year (25)	7-8	Year (10)	82-85
PM ₁₀	Day (50)	16-20	Year (20)	50-62
O ₃	8-hour (120)	7-30	8-hour (100)	95-98
NO ₂	Year (40)	7-9	Year (40)	7-9
BaP	Year (1)	20-25	Year (0.12) RL	85-91
SO ₂	Day (125)	< 1	Day (20)	20-38

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



Introducción: la calidad del aire en las ciudades

Está ampliamente reconocido que la contaminación atmosférica es uno de los principales problemas de salud pública, con un impacto relevante en afecciones pulmonares y cardiovasculares de diverso tipo



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



Introducción: la calidad del aire en las ciudades

- Mejorar la calidad del aire en las ciudades es fundamental para minimizar los efectos adversos de la contaminación atmosférica
- La dinámica de la contaminación atmosférica en entornos urbanos es muy compleja:

Múltiples contaminantes

Múltiples fuentes

Múltiples escalas espaciales/temporales

Definición de políticas y medidas



Desarrollo de nuevas tecnologías de vigilancia, control y herramientas de simulación





02

EL PROGRAMA TECNAIRE-CM



El programa TECNAIRE-CM

Técnicas innovadoras para la evaluación y mejora de la calidad del aire urbano (TECNAIRE-CM)

• **Convocatoria:** ayudas para la realización de Programas de Actividades de I + D entre grupos de investigación de la Comunidad de Madrid en Tecnologías 2013, cofinanciada con fondos estructurales. Consejería de Educación, Juventud y Deporte de la Comunidad de Madrid; (S2013/MAE-2972)



PAIDIR TEC 2013

UNIÓN EUROPEA
Fondos Estructurales

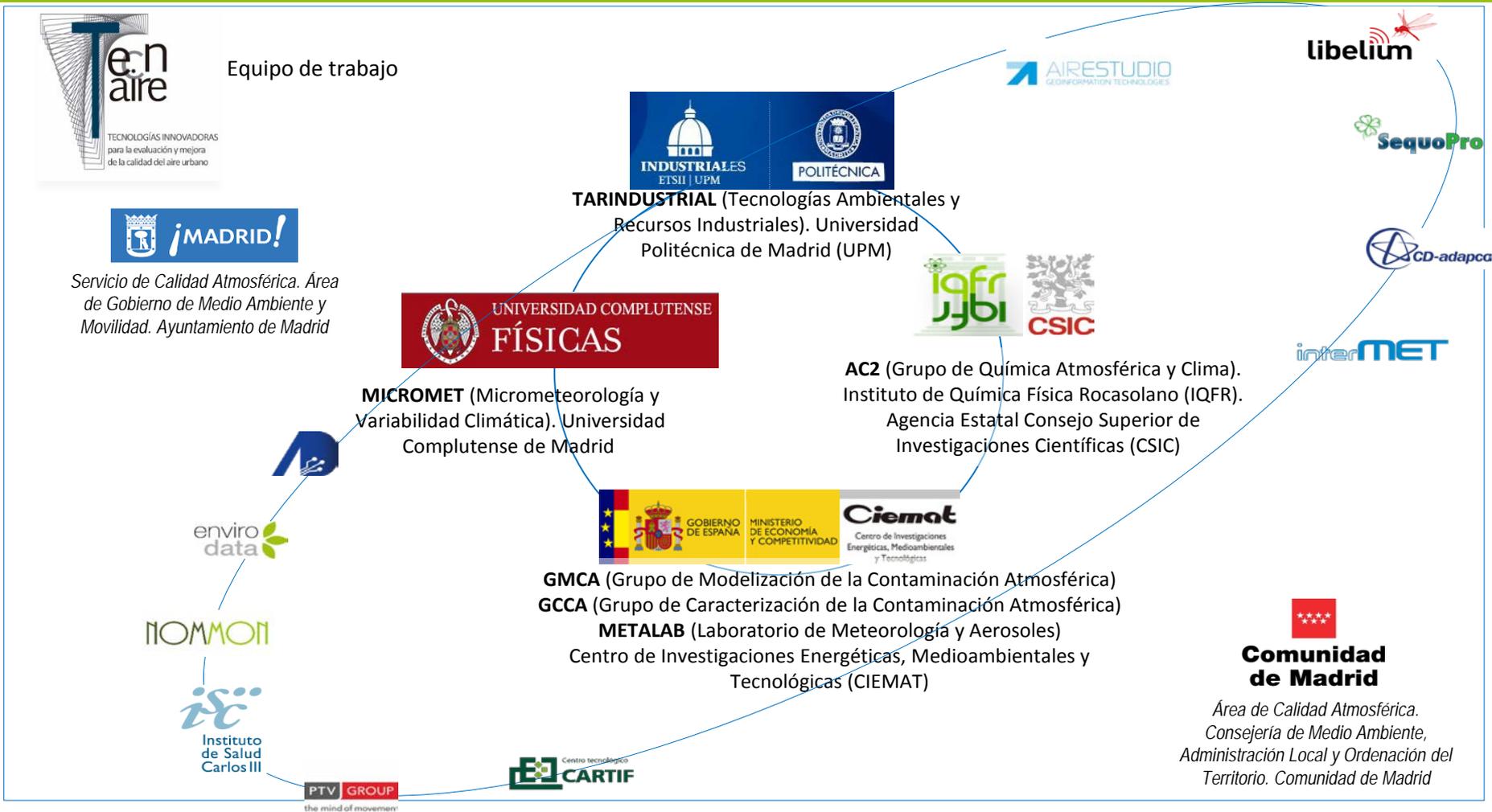


• **Objetivo:** desarrollar nuevas técnicas, capaces de diagnosticar los problemas de calidad del aire de una manera integral en entornos urbanos y evaluar estrategias para su resolución

• **Horizonte temporal:** programa tetraanual (2+2); octubre 2014 – septiembre 2018 (diciembre 2018)



El programa TECNAIRE-CM





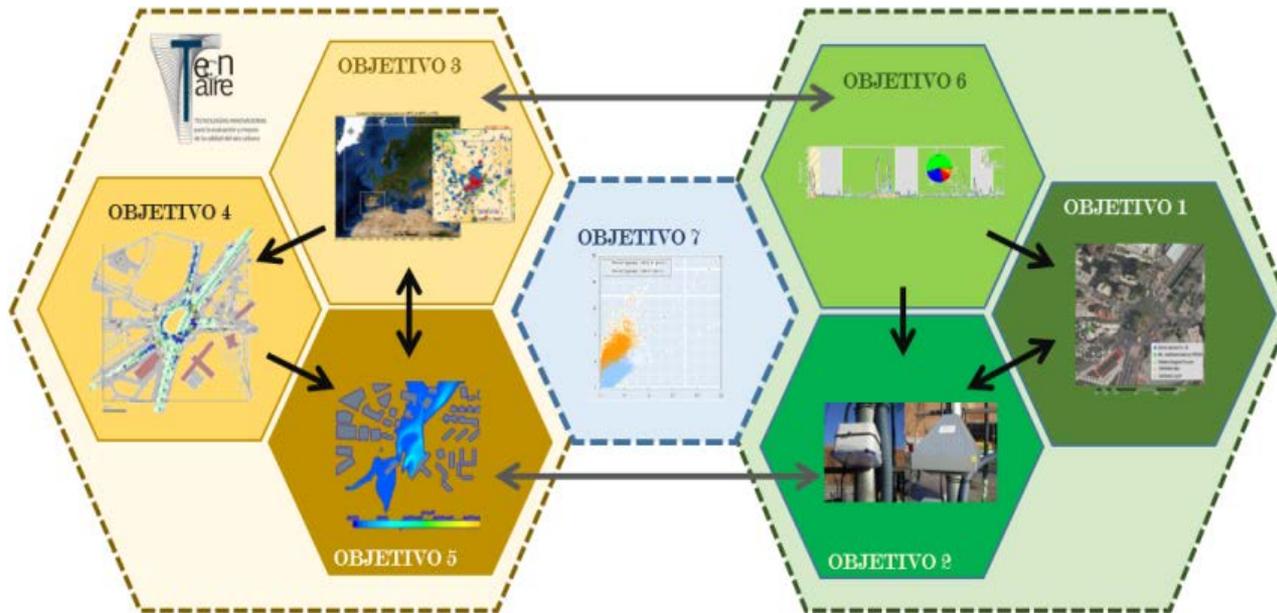
03

DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA CIENTÍFICO Y PRINCIPALES RESULTADOS



Descripción del programa científico y principales resultados

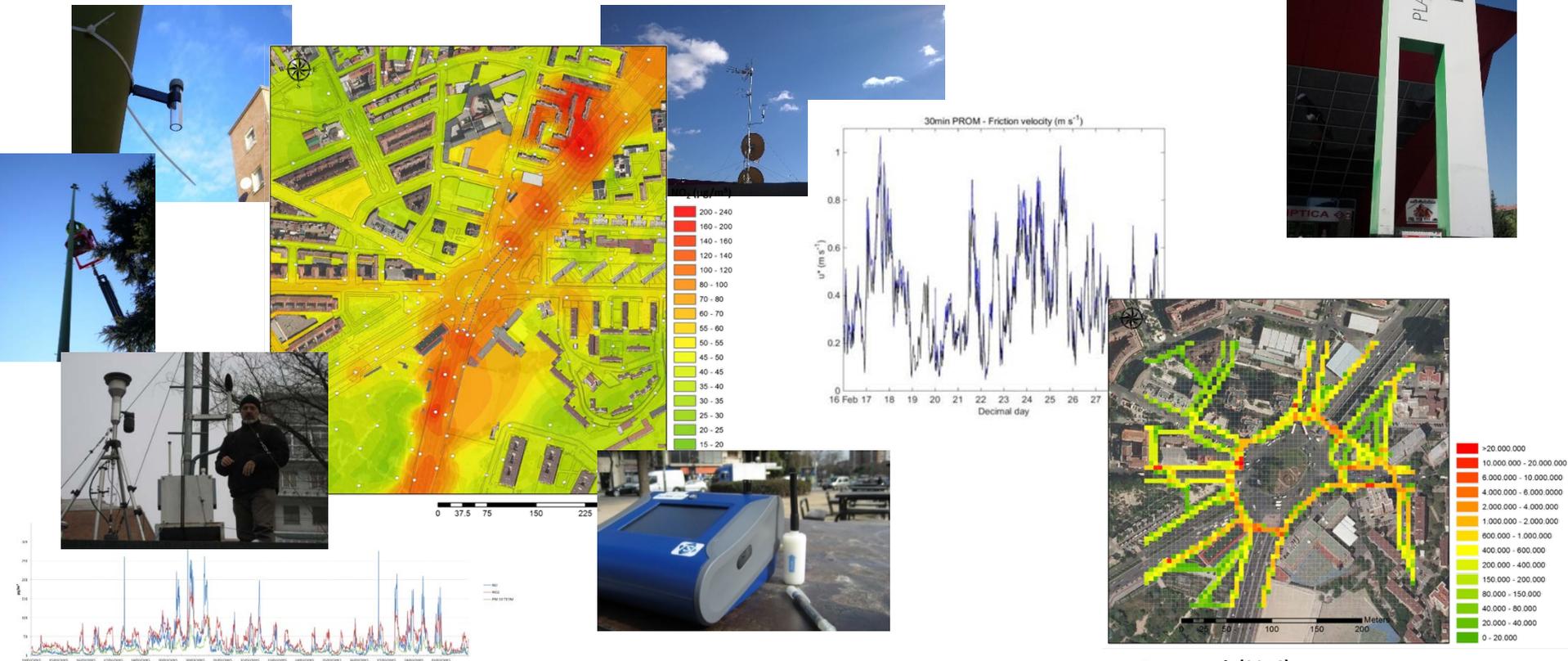
El programa científico se articula en base a 7 objetivos o áreas de actividad





Objetivo 1: campañas experimentales

Aprender haciendo: combinación de distintas técnicas para evaluar gradientes espaciotemporales de alta resolución y exposición de la población en **hot-spots**; centradas en la Plaza de Fernández Ladreda

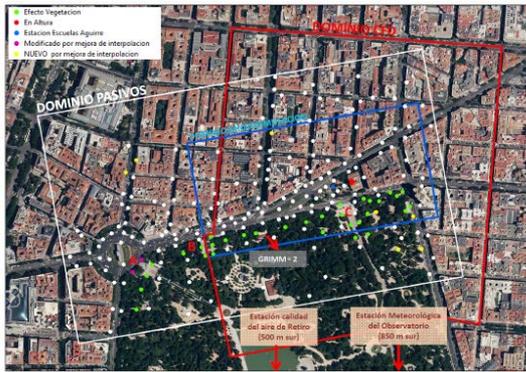


Borge et al. (2016)



Objetivo 1: campañas experimentales

Y en la zona de Retiro/Recoletos:



NO₂(µg/m³)

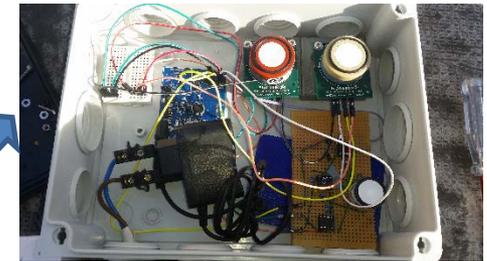
115 - 120
110 - 115
105 - 110
100 - 105
95 - 100
90 - 95
85 - 90
80 - 85
75 - 80
70 - 75
65 - 70
60 - 65
55 - 60
50 - 55
45 - 50
40 - 45
35 - 40
30 - 35
25 - 30
20 - 25



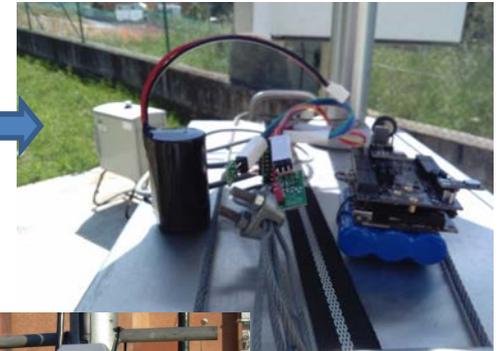
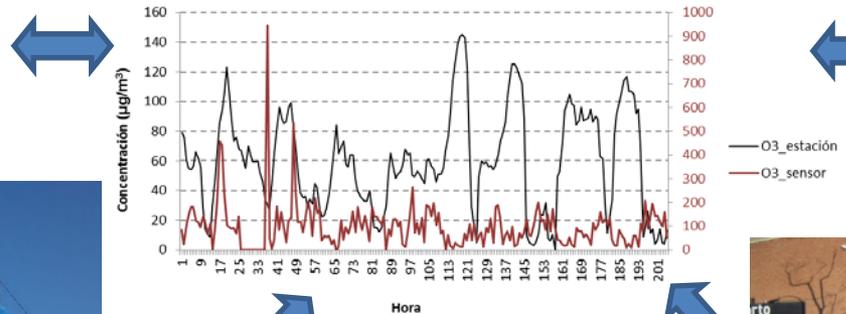


Objetivo 2: selección y configuración de sensores

Selección y configuración de sensores (óxidos metálicos o electroquímicos): pruebas iniciales en laboratorio y distintas ubicaciones urbanas para determinar la capacidad de estas tecnologías



¿?



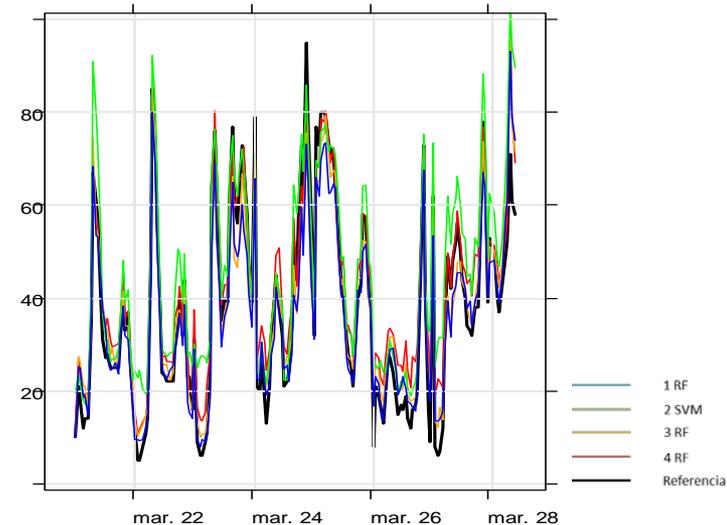
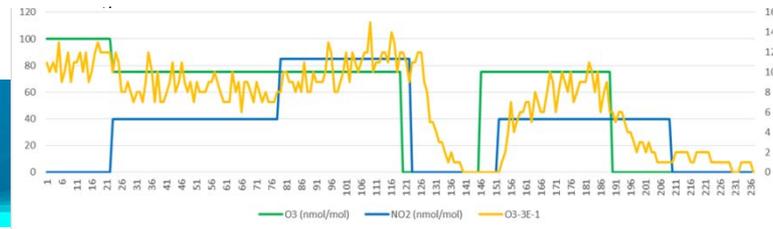
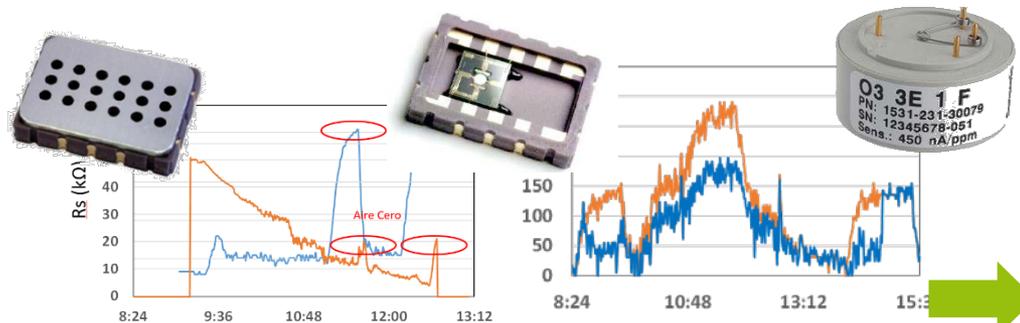


Objetivo 2: selección y configuración de sensores

Pruebas en distintos entornos: desde laboratorio a ubicaciones de tráfico



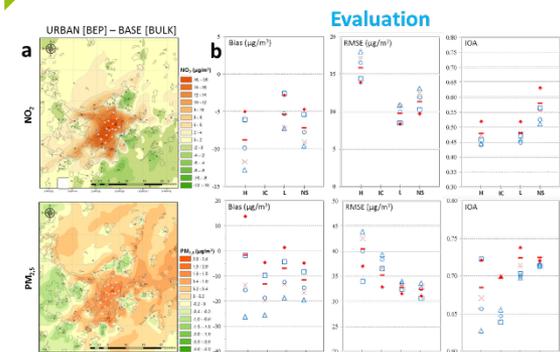
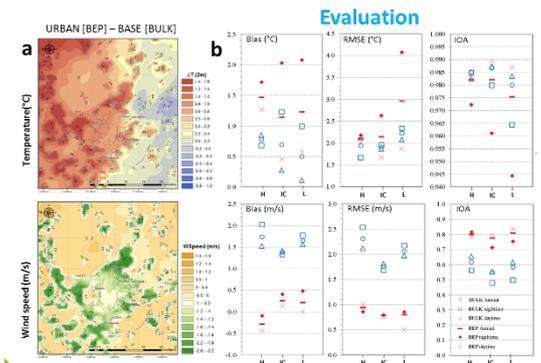
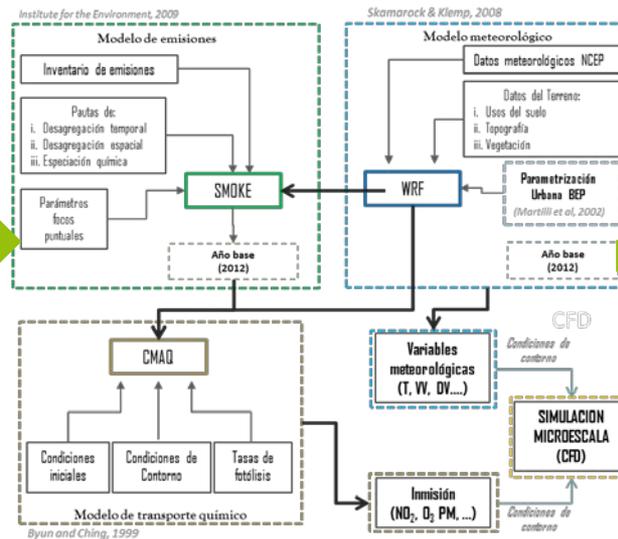
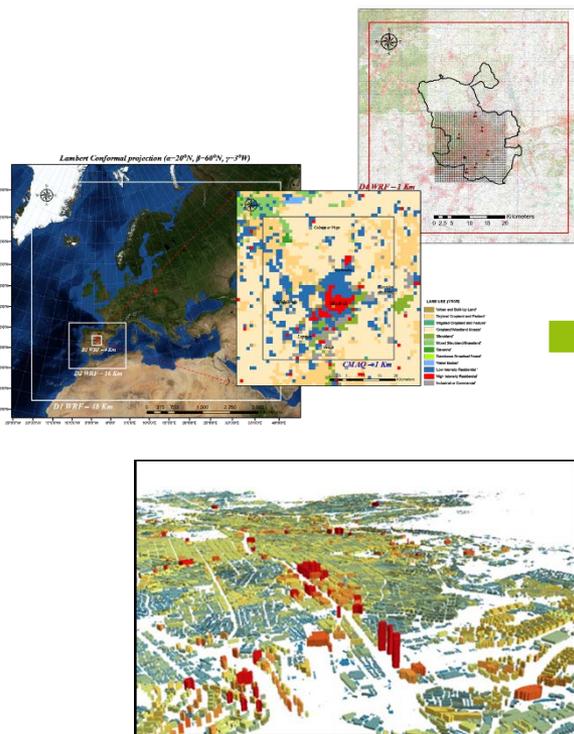
Investigación en métodos para la gestión de las señales y calibración y despliegue de redes experimentales





Objetivo 3: modelización a mesoescala

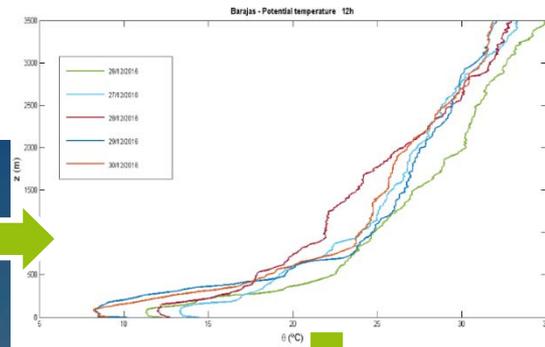
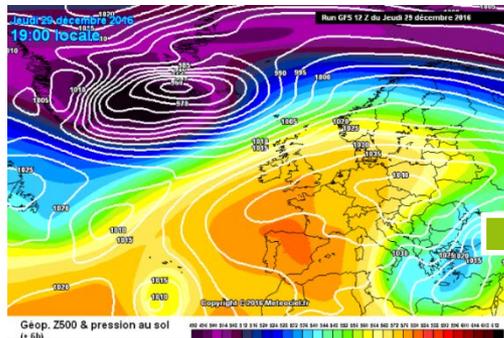
Optimización e implementación de un sistema de simulación para el área urbana madrileña para describir los procesos de escala continental a urbana: mejora de las parametrizaciones urbanas para generar mejores condiciones de contorno y una integración coherente con el sistema de microescala



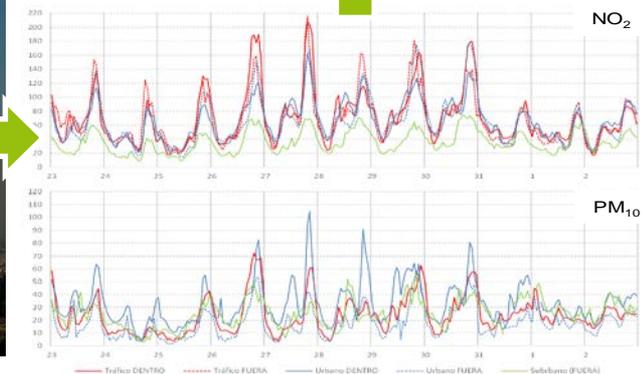


Objetivo 3: modelización a mesoescala

Aplicación a casos prácticos, como la evaluación del efecto de las restricciones al Tráfico en Madrid en Navidades de 2016: Evaluación del efecto del protocolo de NO₂



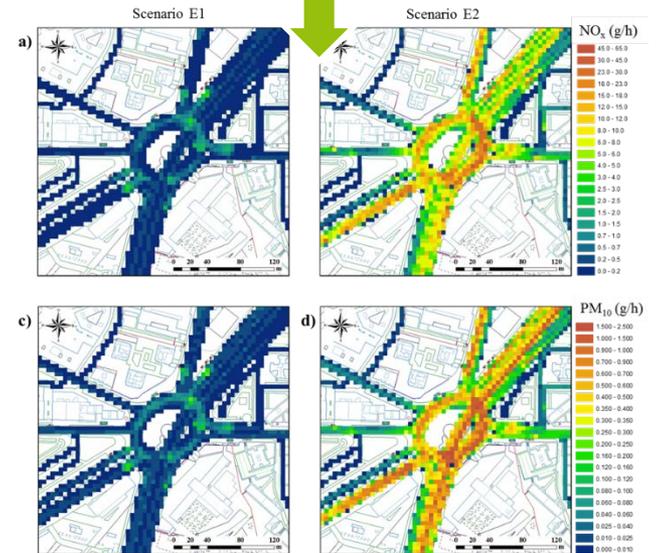
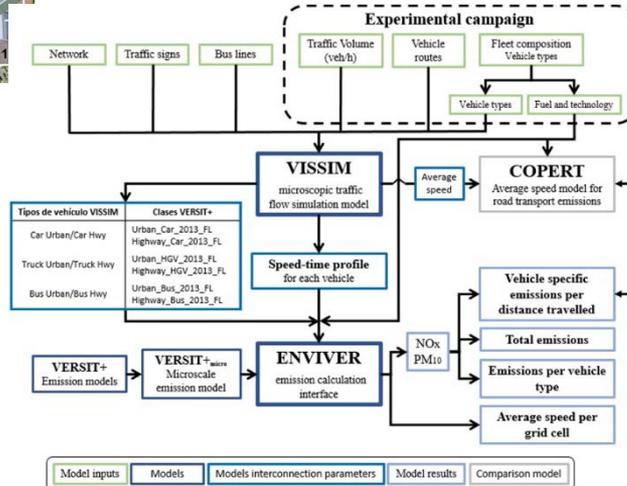
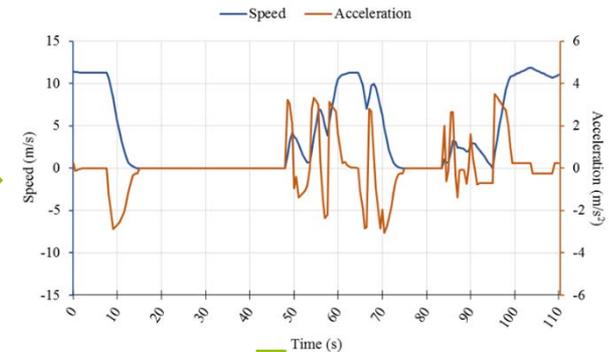
La fase 3 del protocolo de NO₂ se aplicó por primera vez en Madrid el 29 de diciembre de 2016





Objetivo 4: modelo de emisiones acoplado a un sistema de microsimulación de tráfico

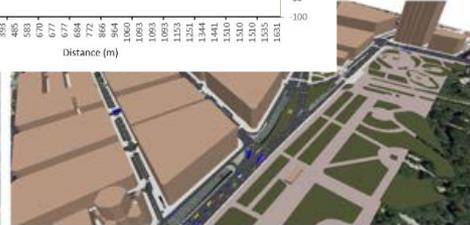
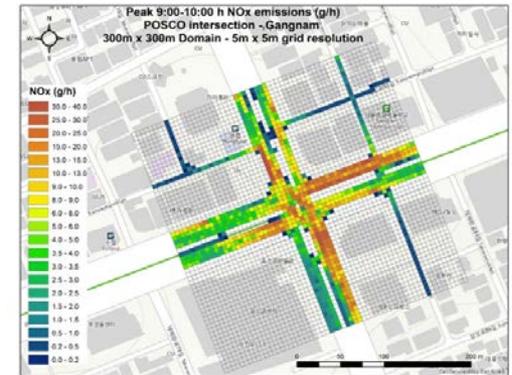
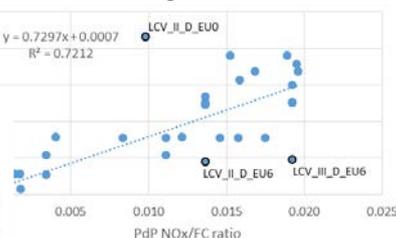
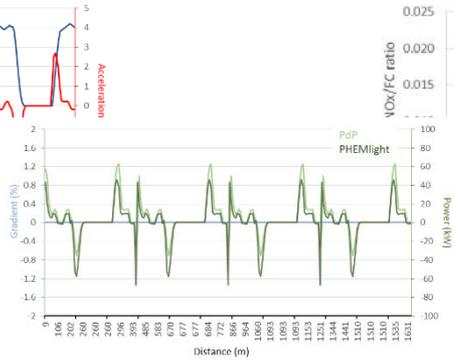
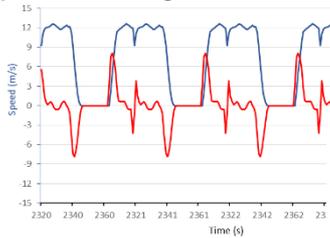
Obtención de emisiones de tráfico de alta resolución compat





Objetivo 4: modelo de emisiones acoplado a un sistema de microsimulación de tráfico

Aplicación y contraste del sistema en otras ubicaciones y modelos de estimación



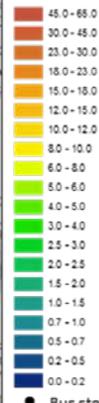
Evaluación a microescala de medidas locales de reducción de emisiones

M1: HGV restriction

M2: Buses to CNG



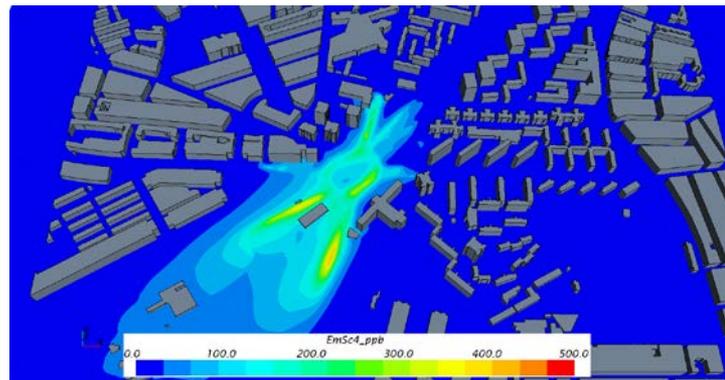
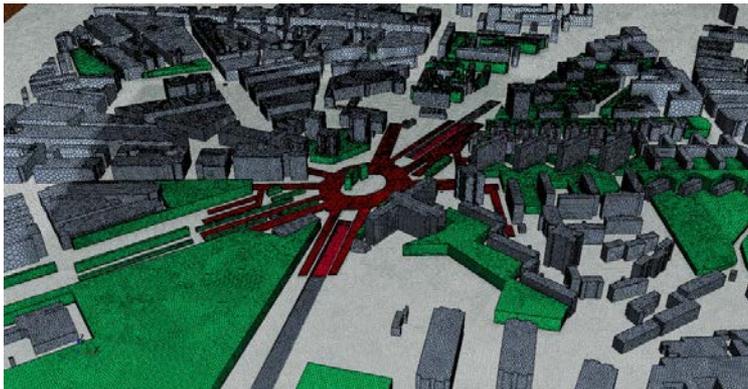
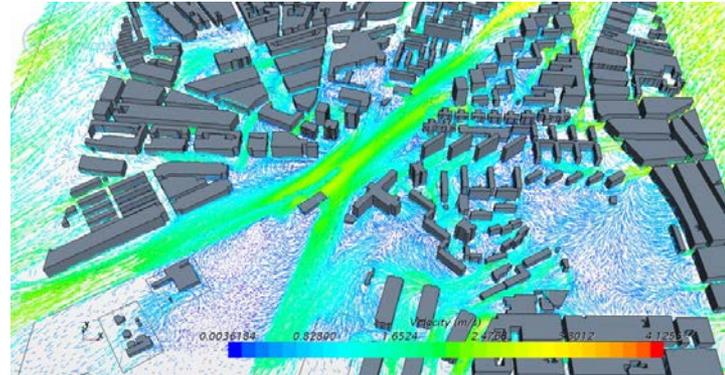
NO_x (g/h)





Objetivo 5: desarrollo e integración de un modelo de simulación CFD

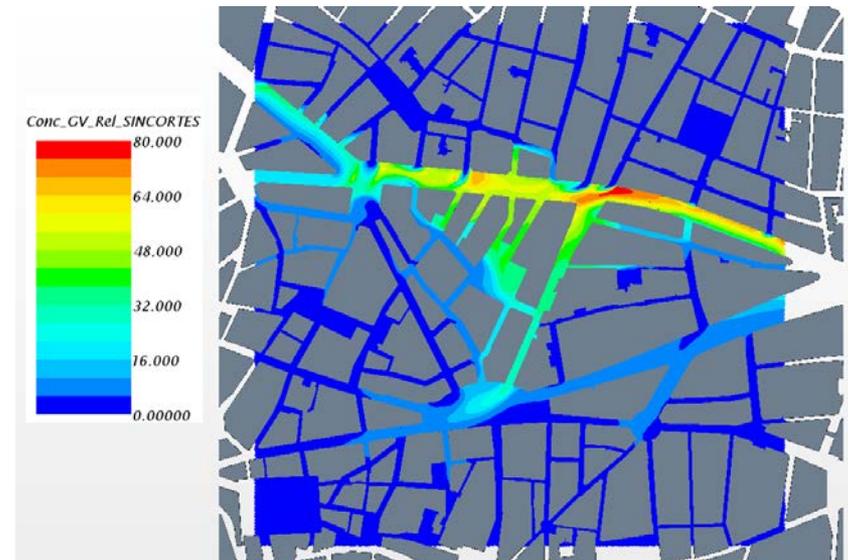
Desarrollo e implementación de una metodología para integrar un modelo tipo CFD-RANS (*Computational Fluid Dynamics - Reynolds-averaged Navier-Stokes*) con el modelo de emisiones a microescala y el Sistema de simulación de mesoescala: primeras pruebas en estado estacionario





Objetivo 5: desarrollo e integración de un modelo de simulación CFD

Aplicación práctica para evaluar efectos a microescala de medidas locales

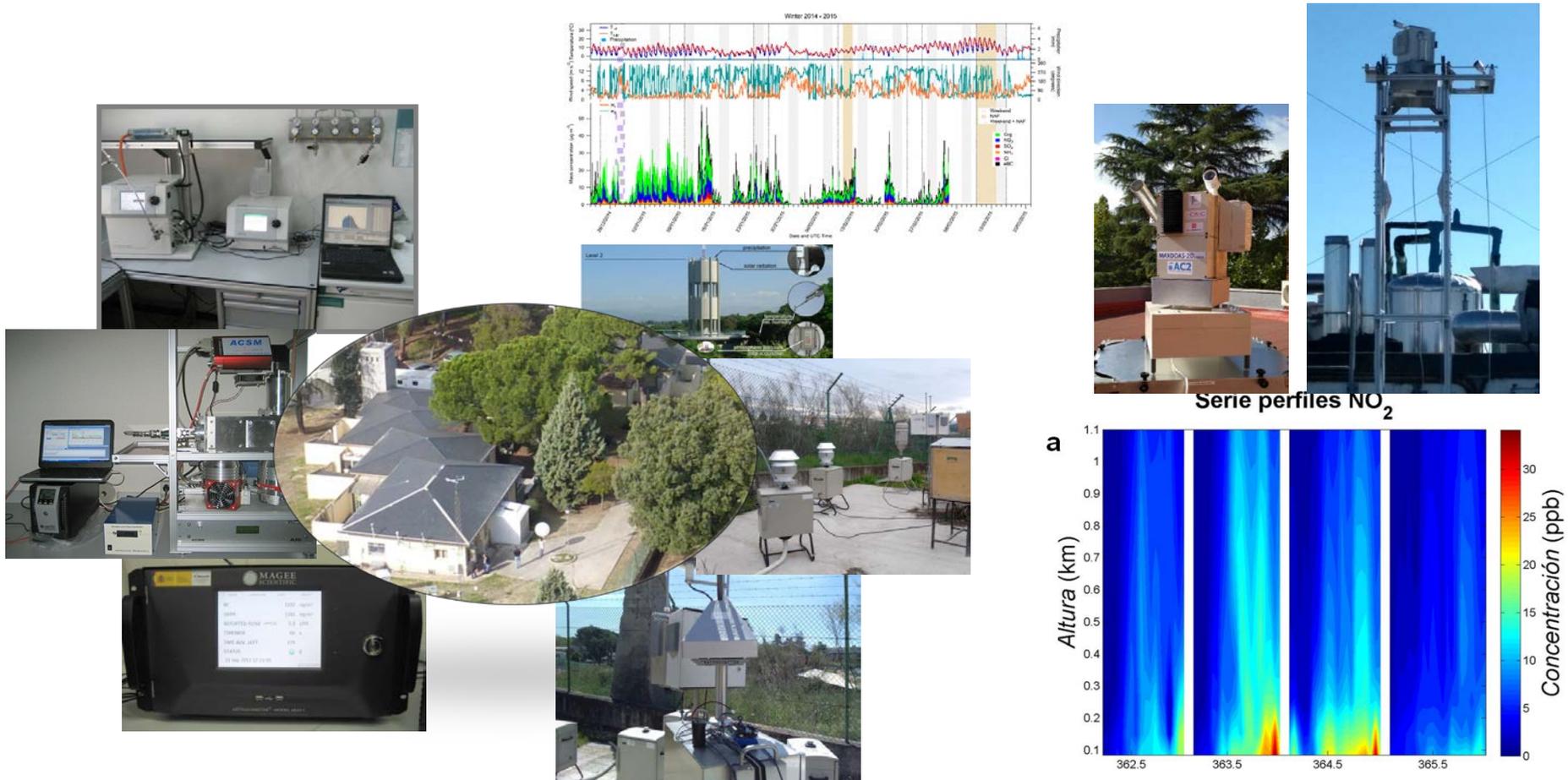


Santiago & Martín, 2017.



Objetivo 6: caracterización de la contaminación urbana de fondo

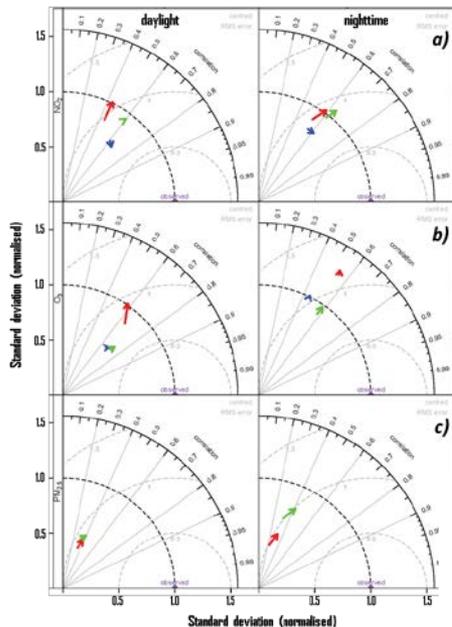
Observación en continuo y caracterización de la contaminación atmosférica de fondo urbano y relaciones con los resultados de las campañas (micro) incluyendo técnicas remotas DOAS





Objetivo 7: validación del sistema multiescala

Desarrollo y establecimiento de técnicas de evaluación adecuadas para caracterizar la representatividad de las simulaciones e integración de datos experimentales de manera consistente a través de las escalas



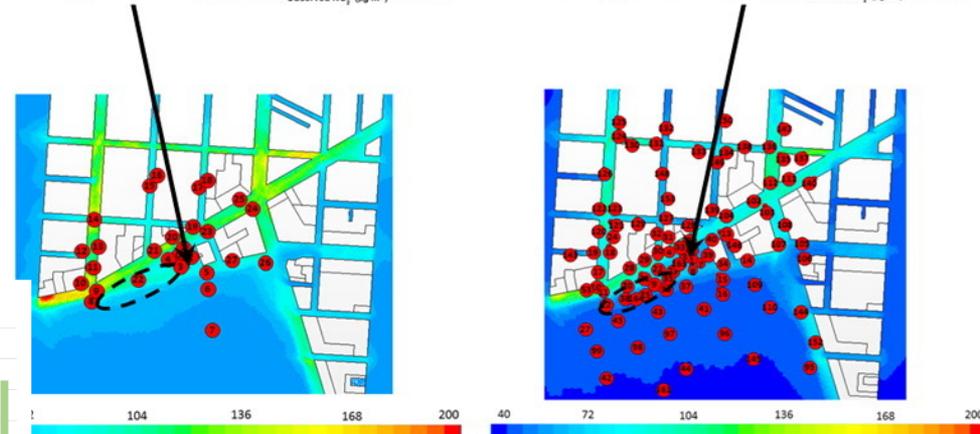
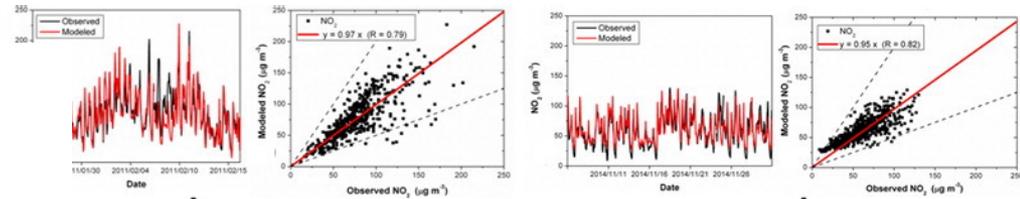
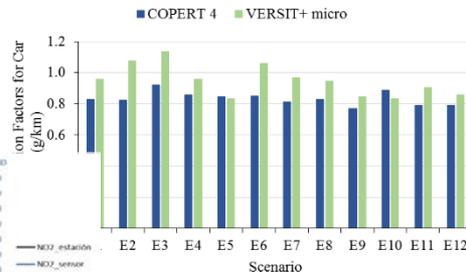
$$NMAE = \frac{1}{N} \sum \frac{|M_i - O_i|}{O_i}$$

$$RMSN = \left(\frac{1}{N} \sum \left(\frac{M_i - O_i}{O_i} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$MFE = \sum 2 \frac{|M_i - O_i|}{M_i + O_i}$$

$$ENMAEF = \frac{\sum |M_i - O_i|}{\sum O_i} \text{ if } \bar{M} > \bar{O}$$

$$ENMAEF = \frac{\sum |M_i - O_i|}{\sum M_i} \text{ if } \bar{M} < \bar{O}$$



Modelled NO₂ (µg/m³)



04 CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS



Conclusiones y líneas futuras

El programa TECNAIRE-CM ha desarrollado una serie de Tecnologías de medida y modelización de la Calidad del aire útiles para apoyar la resolución de los problemas de Calidad del aire

Líneas futuras:

- Seguir desarrollando las líneas actuales (sensores, modelización, micrometeorología, caracterización, observación remota, etc)
- Desarrollo de metodologías integrales para considerar de forma más efectiva las interacciones entre calidad del aire y:
 - cambio climático
 - compuestos bióticos
 - impactos en salud
- Consolidación y extensión de la red de investigadores, administraciones y empresas asociadas

