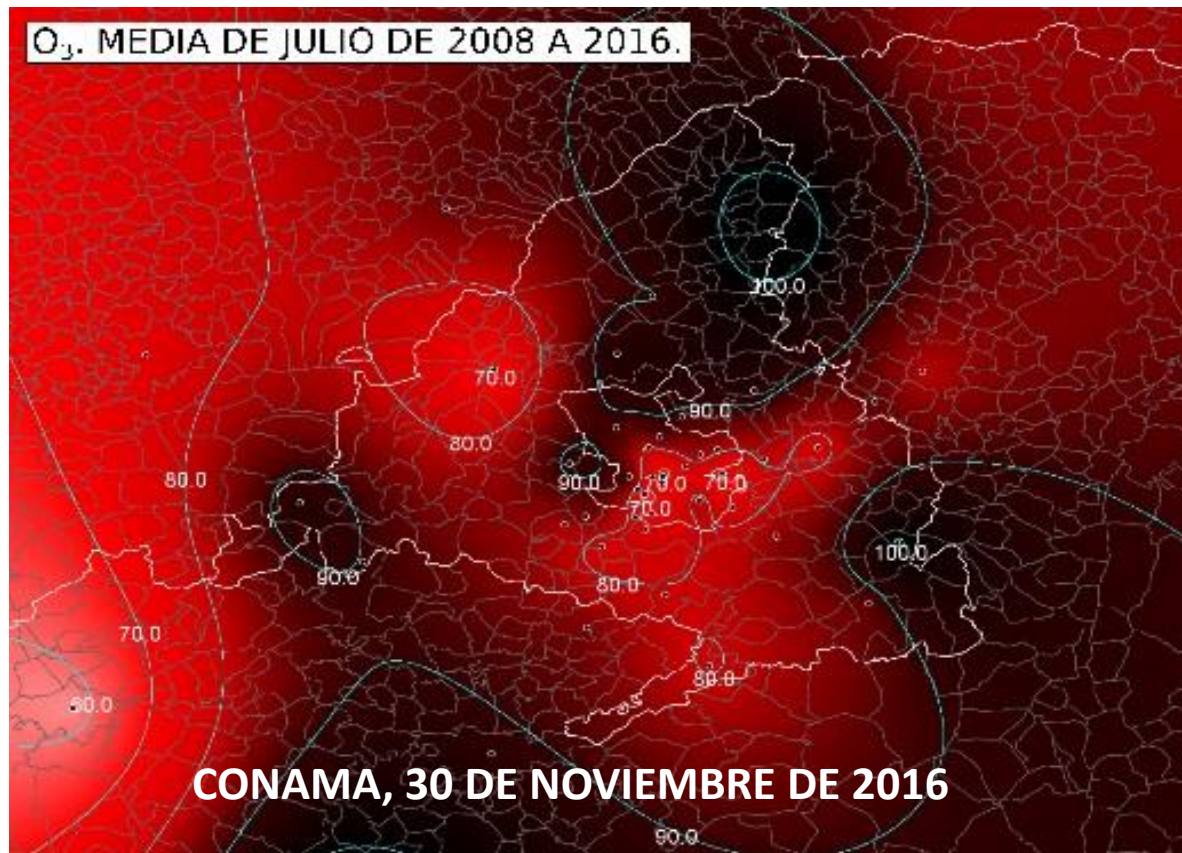
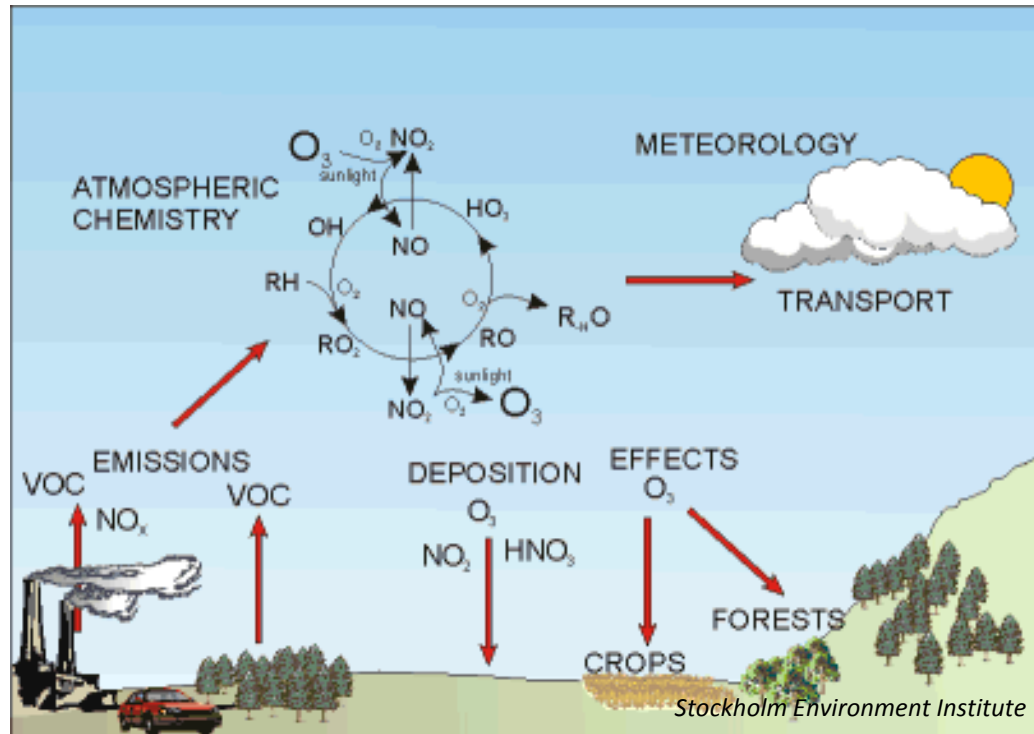


LA SINGULARIDAD DEL OZONO TROPOSFÉRICO



Ozono troposférico



Valores legislados	Periodo de cálculo	Valor
Umbral de Información	1 hora	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Umbral de Alerta	1 hora	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Valor objetivo para la protección de la salud humana	(media octohoraria máxima en un día)	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Que no podrá superarse más de 25 días por año de promedio en un periodo de 3 años

Objetivos

- Obtener información de las causas que generan los episodios de contaminación fotoquímica que provocan las superaciones del umbral de información de O₃ y altos niveles de UFP; base para, en un futuro, evaluar si es posible o no la aplicación de medidas eficaces para reducir la contaminación fotoquímica.
- Detectar posibles lagunas de información o de conocimiento que sería necesario cubrir en el futuro.

MAGRAMA



Comunidad de Madrid



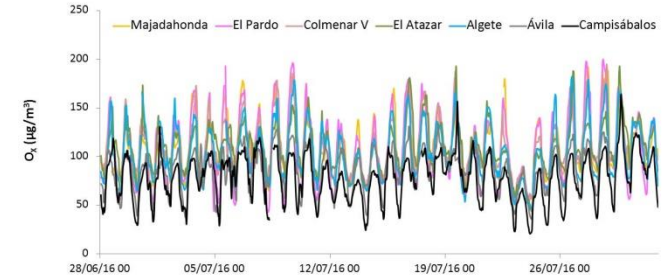
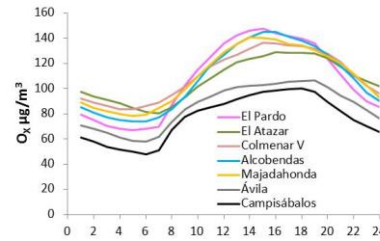
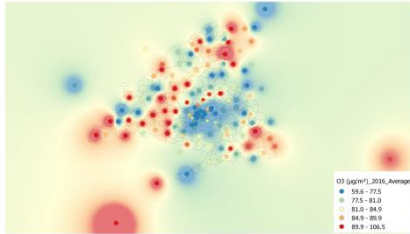
Ayuntamiento de Madrid



- Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)
- CEAM
- CIEMAT
- Universidad de Zaragoza (CUD)
- IFQR-CSIC
- UPV
- UPM
- LAO-IC3
- AEMET
- AirModus
- ISCIII, Instituto Salud Carlos III
- Hanyang University, South Korea
- CNRS-University Aix Marseille
- Birmingham University

Actividades

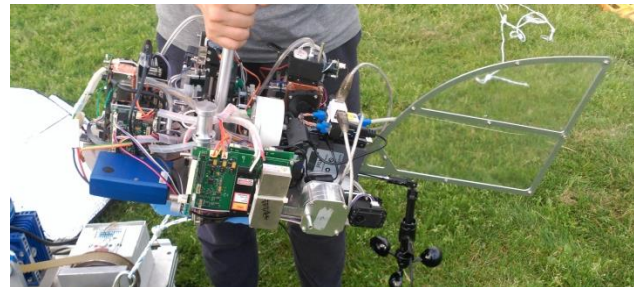
- **Actividad 1.** Interpretar la variabilidad espacial para 28/06/-27/07/2016 de las concentraciones de O_3 y NO_2 . Comparar con julio de 2003, 2014 y 2015



- **Actividad 2.** Interpretar la variabilidad temporal con alta resolución de los niveles de O_3 , otros contaminantes fotoquímicos y precursores (NO_2 y VOCs)



- **Actividad 3.** Interpretar la variabilidad vertical de concentraciones de O_3 y UFP

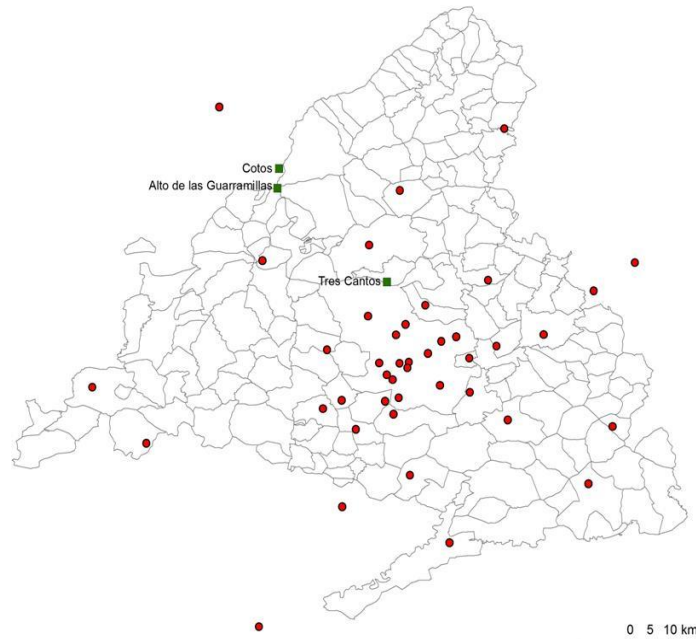


Variabilidad espacial y temporal

1.1. Selección de 50 estaciones de calidad del aire para O₃ y NO₂

Datos horarios meses de julio, 2003, 2014, 2015, 2016

- Estaciones con O₃
- Estaciones CIEMAT



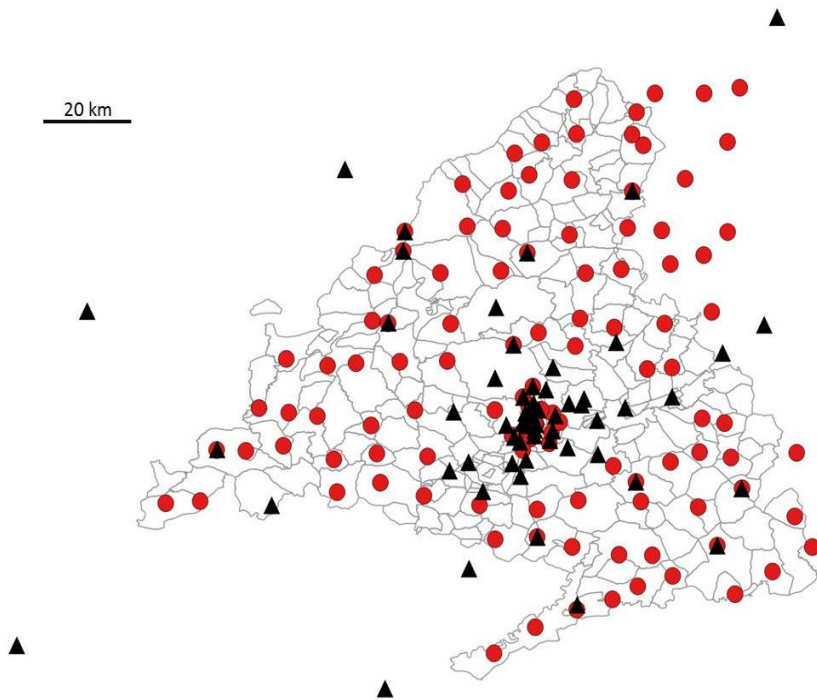
- 7 RFREM
- 3 RF
- 26 UF-SUF
- 2 UI
- 12 UT

NOMBRE	RED	TIPO	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
ÁVILA 2	CYL	SF	40.66	-4.70	1150
CUENCA	CLM	UF	40.06	-2.13	948
<u>AZUQUECA HENARES</u>	CLM	UF	40.57	-3.26	600
<u>CAMPISÁBALOS</u>	MAGRAMA	RFREM	41.27	-3.14	1360
<u>GUADALAJARA</u>	CLM	UF	40.63	-3.17	620
<u>ALCALÁ DE HENARES</u>	CAM	UT	40.48	-3.38	589
<u>ALCOBENDAS</u>	CAM	UT	40.54	-3.64	671
<u>ALCORCÓN</u>	CAM	UF	40.34	-3.83	693
ALGETE	CAM	SF	40.59	-3.50	721
<u>ARANJUEZ</u>	CAM	UF	40.04	-3.59	512
ARGANDA DEL REY	CAM	UI	40.30	-3.46	584
EL ATAZAR	CAM	RFREM	40.91	-3.47	995
<u>COLMENAR VIEJO</u>	CAM	UT	40.67	-3.77	905
COLLADO VILLALBA	CAM	UT	40.63	-4.01	873
<u>COLSLADA</u>	CAM	UT	40.43	-3.55	594
<u>FUENLABRADA</u>	CAM	UI	40.28	-3.80	674
GETAFE	CAM	UT	40.31	-3.72	622
GUADALIX DE LA S.	CAM	RF	40.78	-3.70	852
<u>LEGANÉS</u>	CAM	UT	40.34	-3.74	640
<u>ESCUELAS AGUIRRE</u>	AM	UT	40.42	-3.68	672
<u>ARTURO SORIA</u>	AM	UF	40.44	-3.64	698
<u>VILLAVERDE</u>	AM	UF	40.35	-3.71	593
<u>FAROLILLO</u>	AM	UF	40.39	-3.73	625
<u>CASA DE CAMPO</u>	AM	SF	40.42	-3.75	645
BARAJAS – PUEBLO	AM	UF	40.47	-3.58	631
<u>PLAZA DEL CARMEN</u>	AM	UF	40.42	-3.70	657
<u>BARRIO DEL PILAR</u>	AM	UT	40.48	-3.71	673
RETIRO	AM	UF	40.41	-3.69	672
ENSANCHE VALLECAS	AM	UF	40.37	-3.61	630
<u>FERNANDEZ LADREDA</u>	AM	UT	40.38	-3.72	605
EL PARDO	AM	SF	40.52	-3.77	700
JUAN CARLOS I	AM	SF	40.47	-3.61	669
TRES OLIVOS	AM	UF	40.50	-3.69	715
<u>MAJADAHONDA</u>	CAM	SF	40.45	-3.87	722
<u>MÓSTOLES</u>	CAM	UF	40.32	-3.88	650
ORUSCO DE TAJUÑA	CAM	RFREM	40.29	-3.22	795
<u>RIVAS-VACIAMADRID</u>	CAM	SF	40.36	-3.54	610
<u>S. MARTIN VALDEIGLE</u>	CAM	RF	40.37	-4.40	707
<u>TORREJON DE ARDOZ</u>	CAM	SF	40.46	-3.48	581
VALDEMORO	CAM	SF	40.19	-3.68	610
VILLA DEL PRADO	CAM	RFREM	40.25	-4.27	469
VILLAREJO DE SALVANES	CAM	ST	40.17	-3.28	761
SEGOVIA 2	CYL	UT	40.96	-4.11	952
EST. LA SAGRA (ILLESCAS)	CLM	SF	40.12	-3.83	548
S. PABLO DE LOS MONTES	MAGRAMA	RFREM	39.55	-4.35	917
TALAVERA DE LA REINA	CLM	UF	39.96	-4.85	369
<u>TOLEDO2</u>	CLM	UF	39.87	-4.02	500
TRES CANTOS	CIEMAT	RF	40.59	-3.73	705
COTOS	CIEMAT	RFREM	40.82	-3.95	1850
BOLA DEL MUNDO	CIEMAT	RFREM	40.74	-3.97	2260

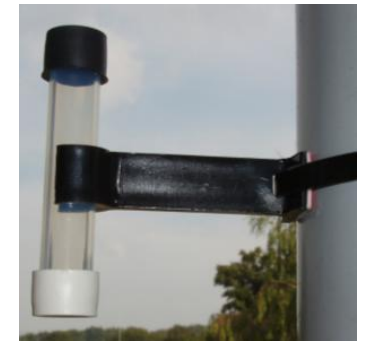
Variabilidad espacial y temporal

1.2. Evaluación con dosímetros pasivos

- 400 dosímetros GRADKO
 - 200 de O_3
 - 200 de NO_2
- 100 de cada contaminante en:
 - 29/06/2016 a 13/07/2016
 - 13 a 27/07/2016



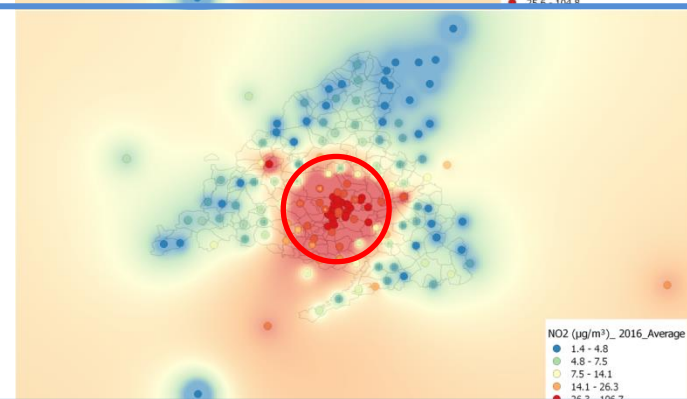
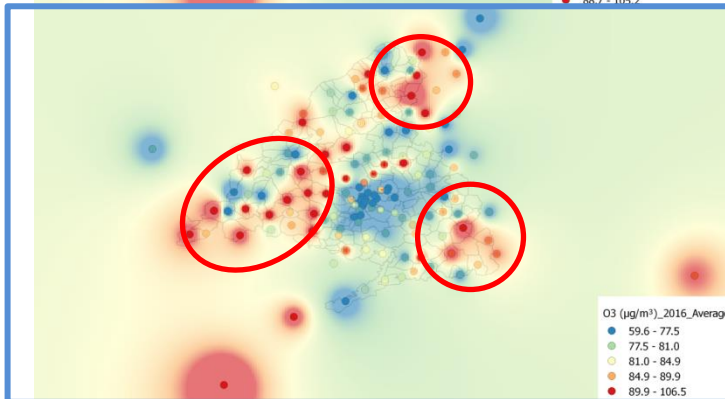
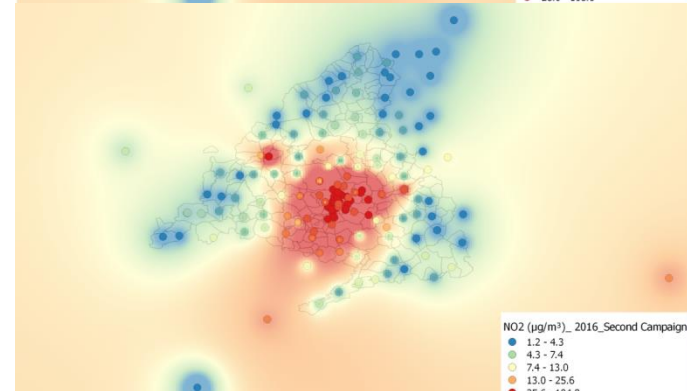
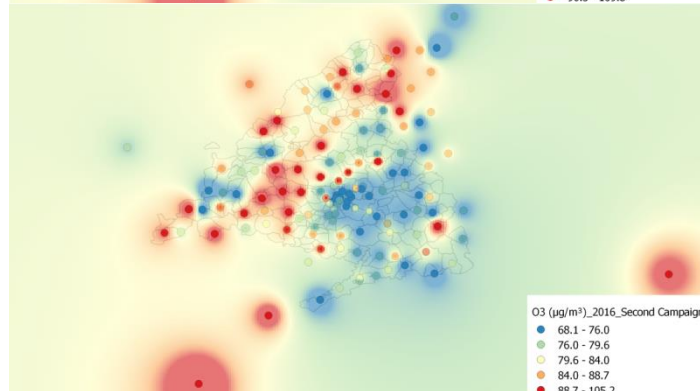
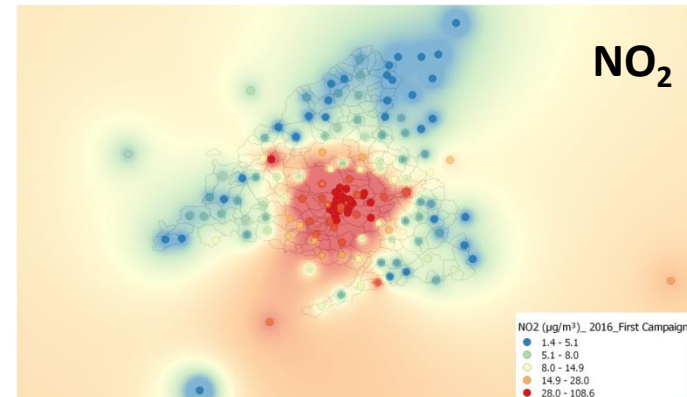
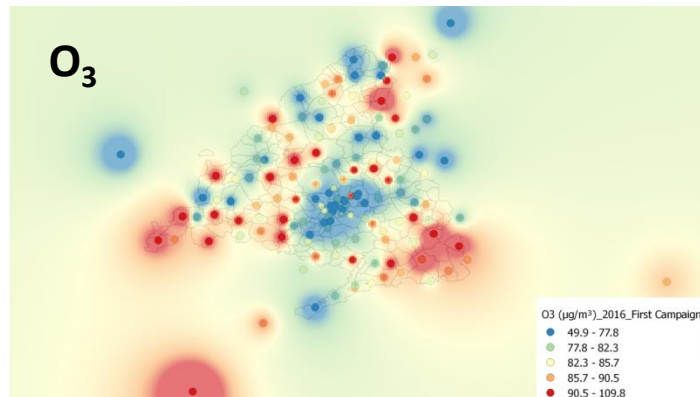
Además: Duplicados en 14 estaciones calidad del aire



- Difussion tubes
- ▲ Air quality monitoring sites

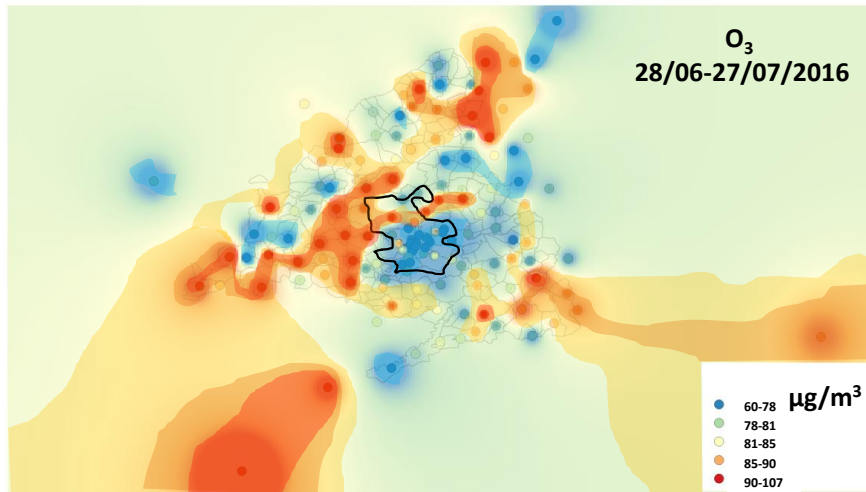
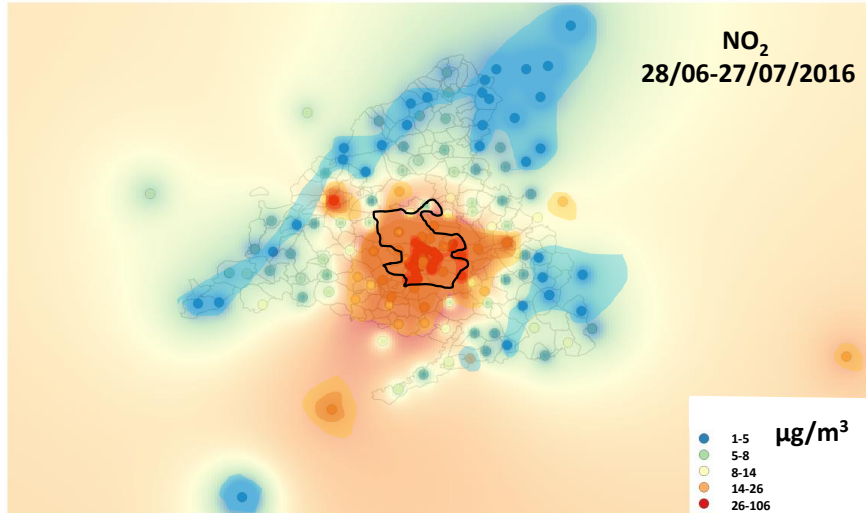
Variabilidad espacial y temporal

Resultados: Comparación 29/06 a 13/07/2016 y 13 a 27/07/2016



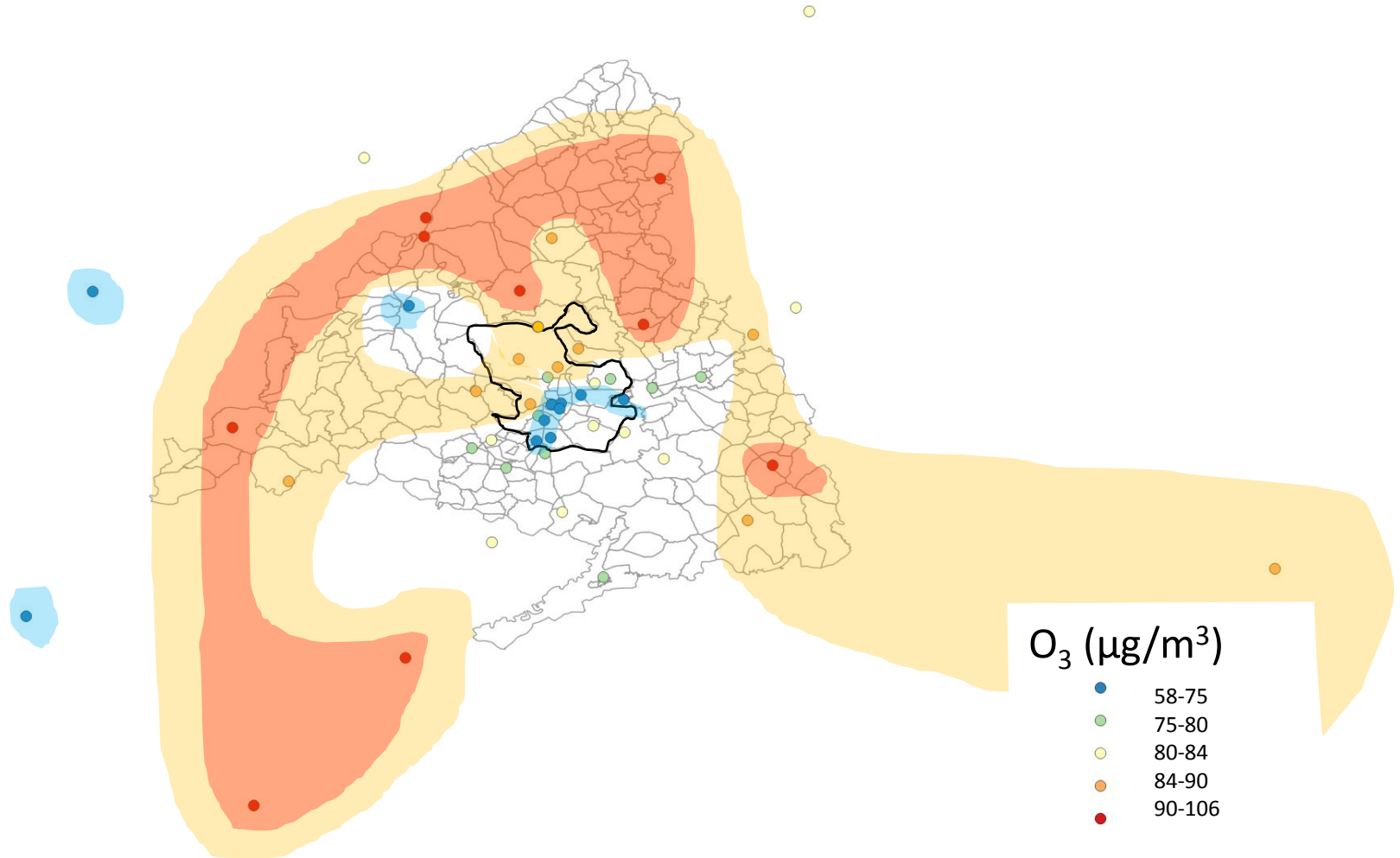
Variabilidad espacial y temporal

Resultados: **Variación espacial media**



Variabilidad espacial y temporal

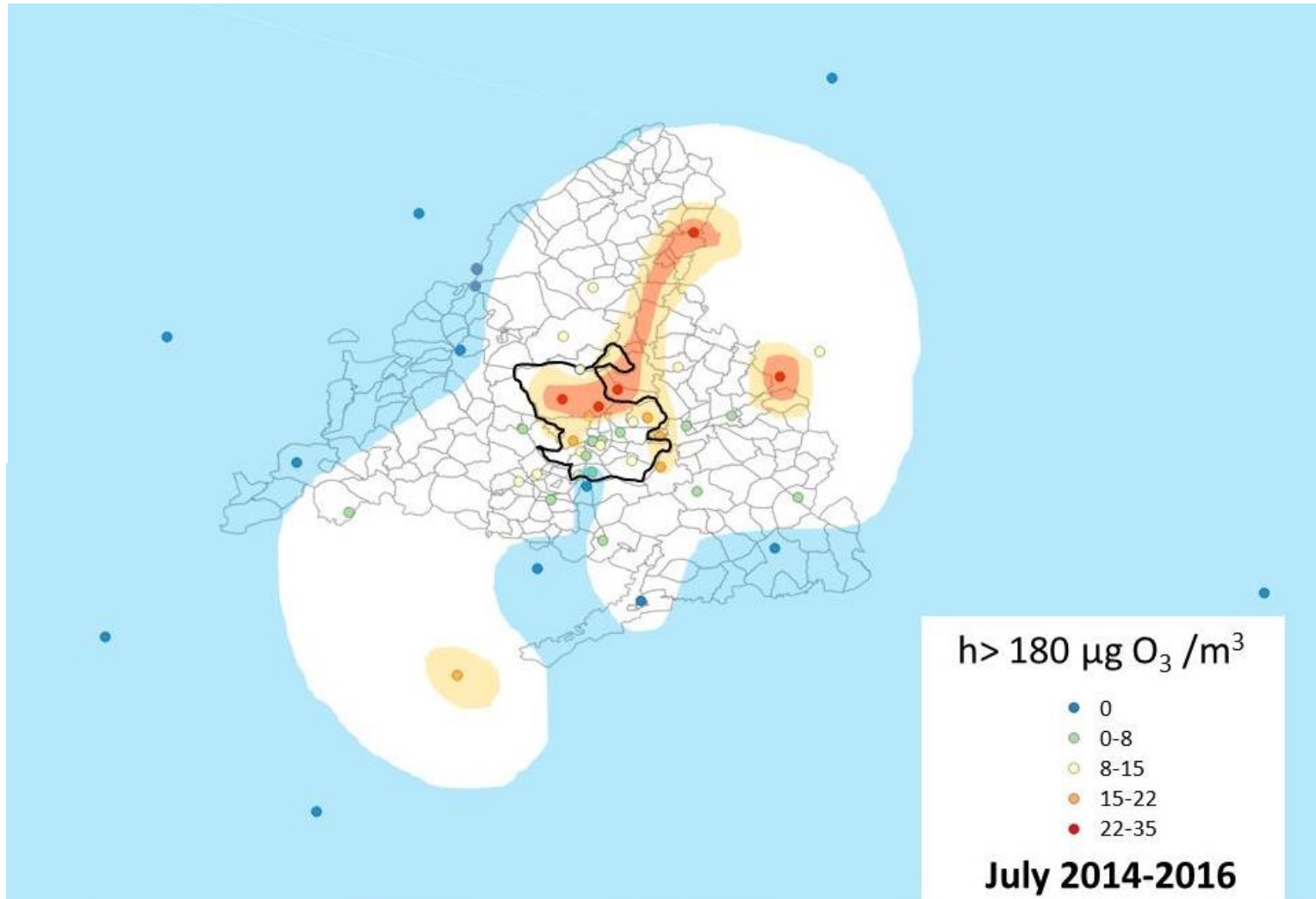
Resultados: **Variación interanual**



July 2014-2016

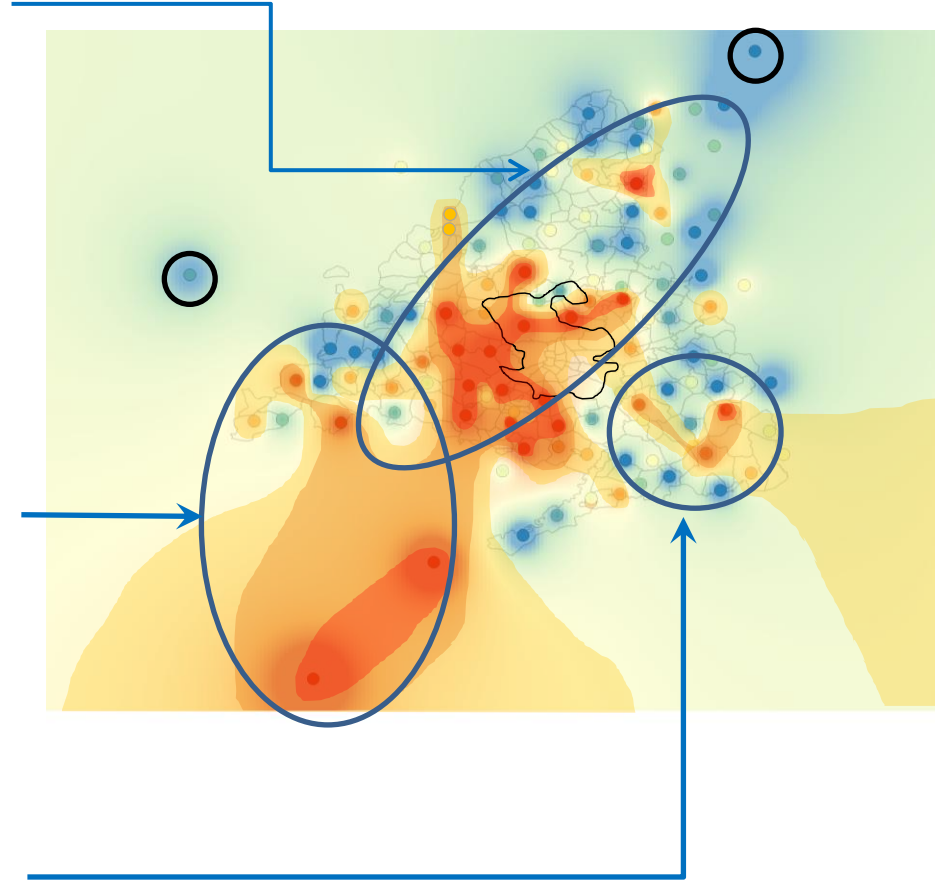
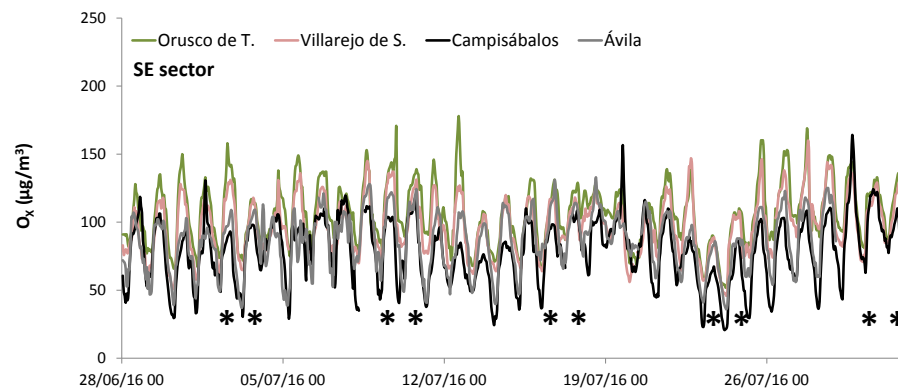
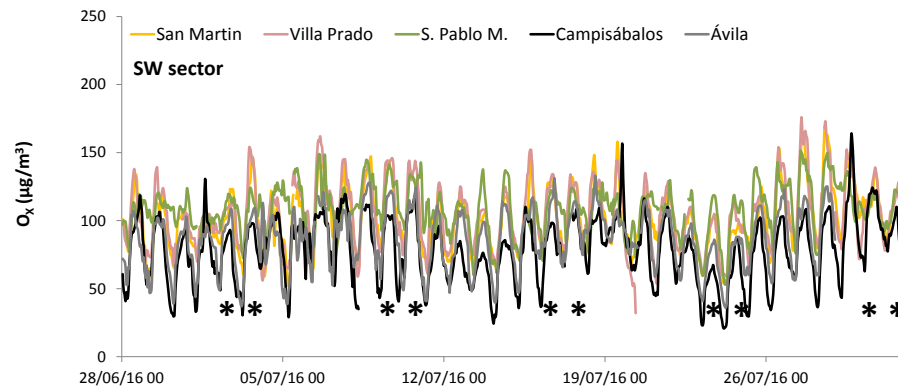
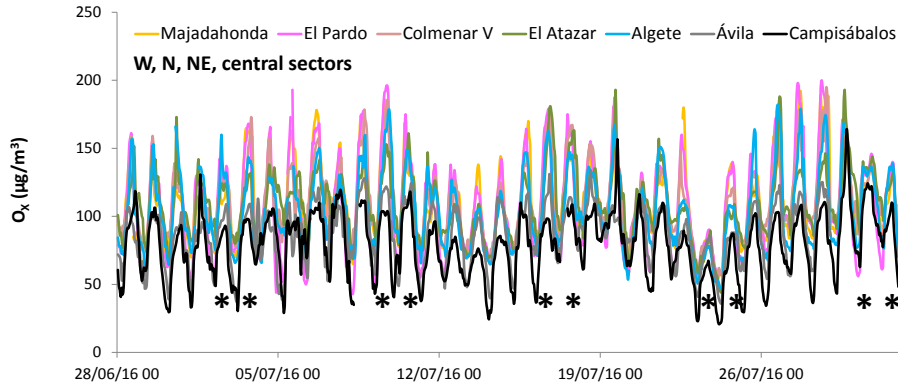
Variabilidad espacial y temporal

Resultados: **Variación interanual**



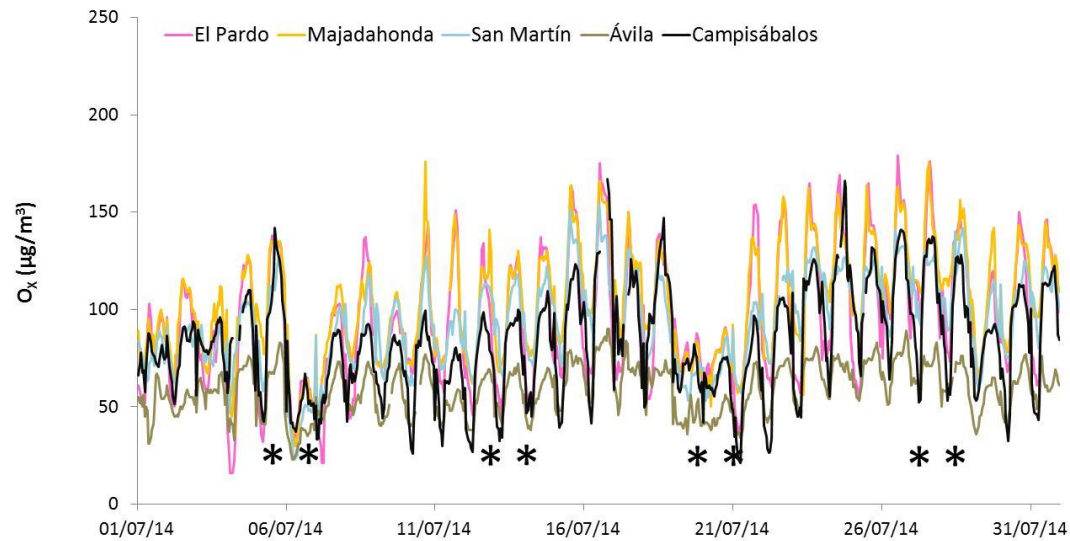
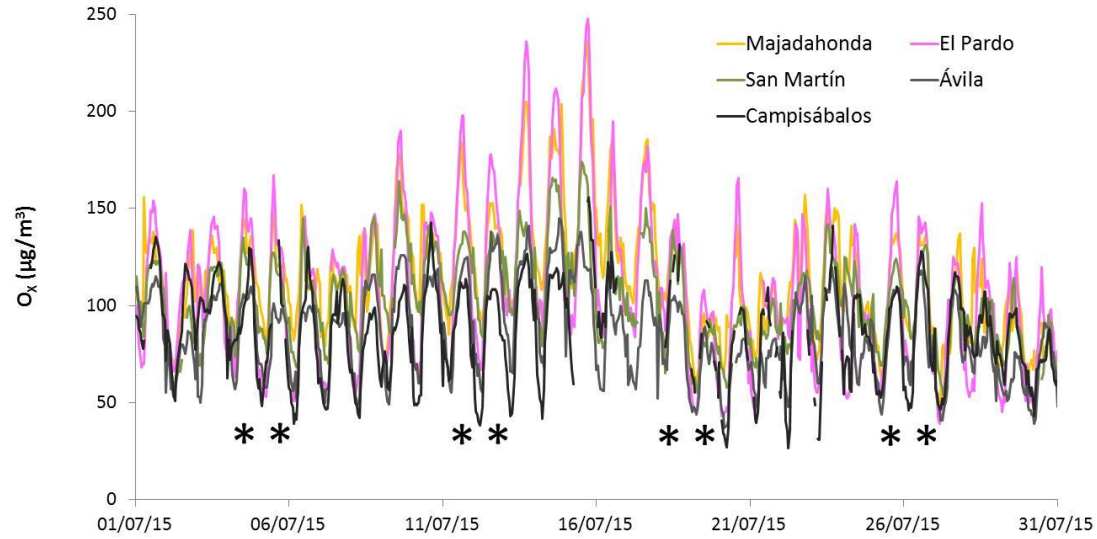
Variabilidad espacial y temporal

Resultados: Variación temporal



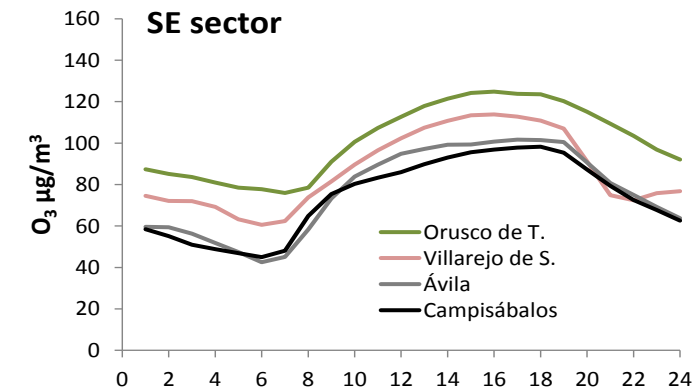
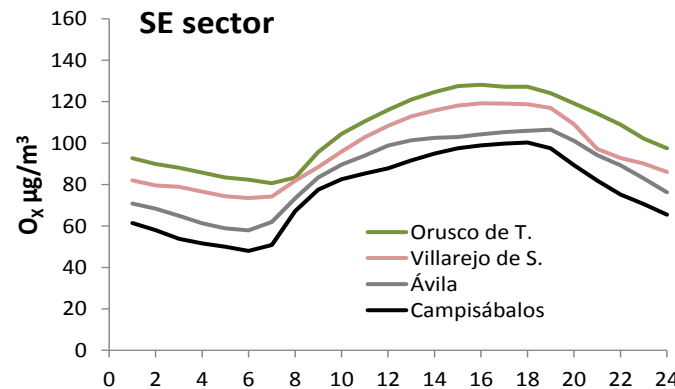
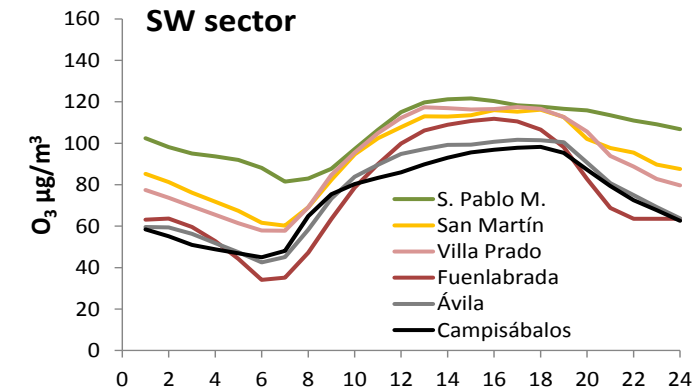
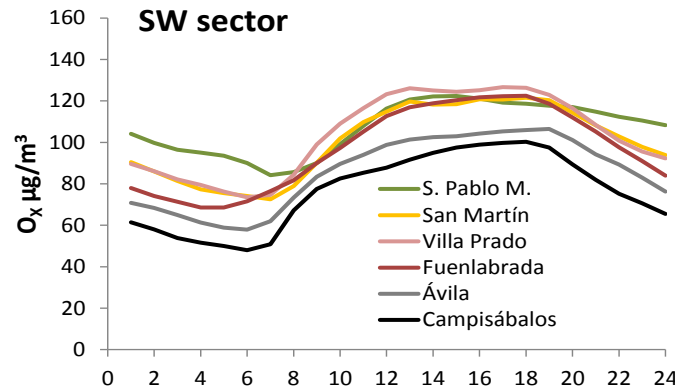
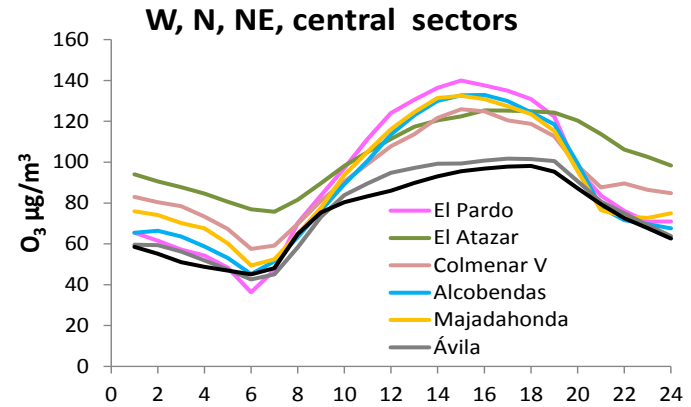
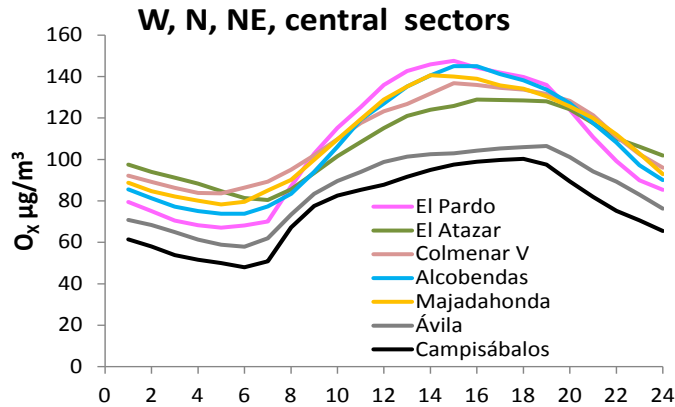
Variabilidad espacial y temporal

Resultados: Variación temporal

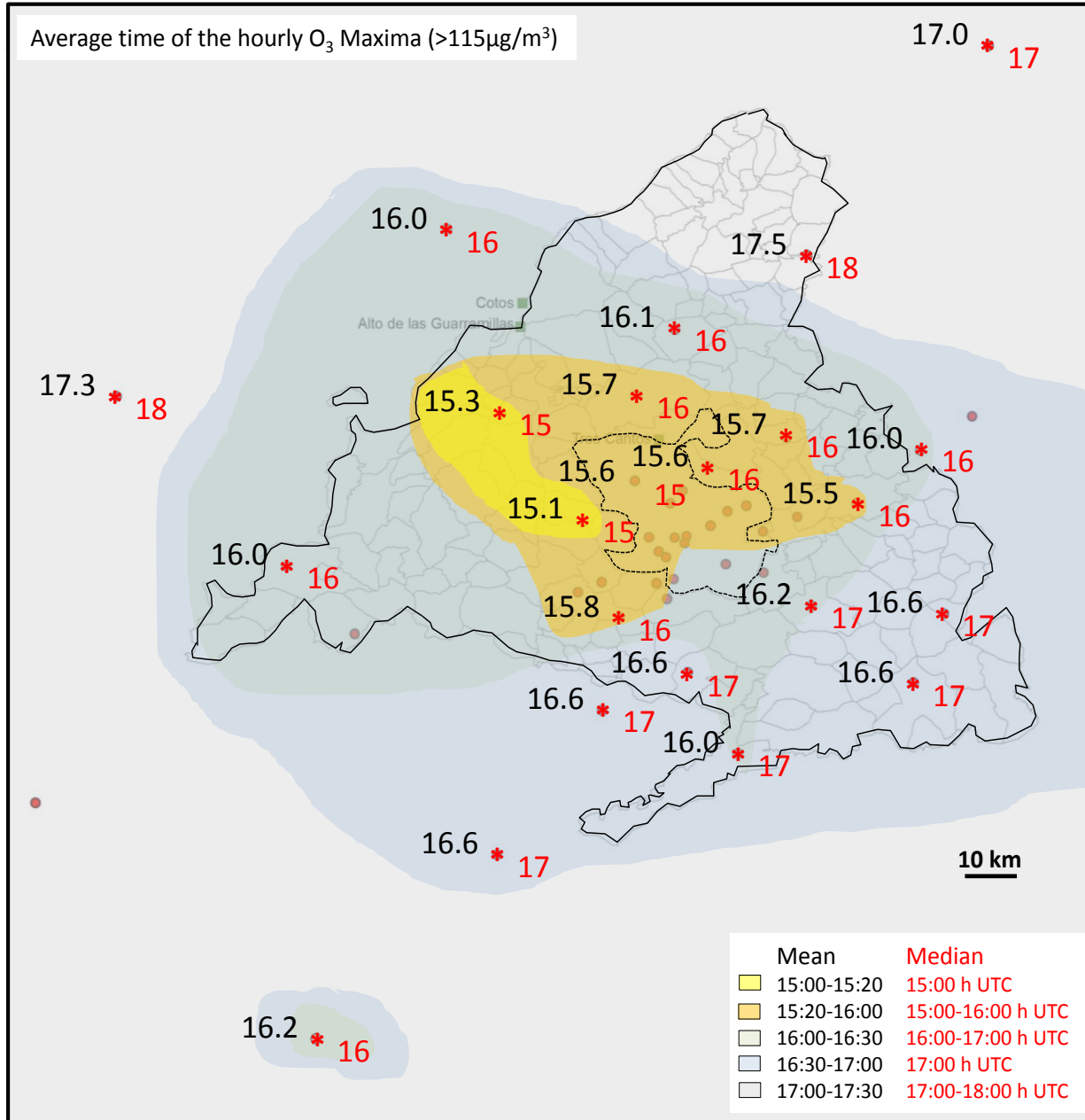


Variabilidad espacial y temporal

Resultados: Variación temporal



Variabilidad espacial y temporal de alta resolución



Variabilidad vertical

09:00 11:00

21:00 Local time

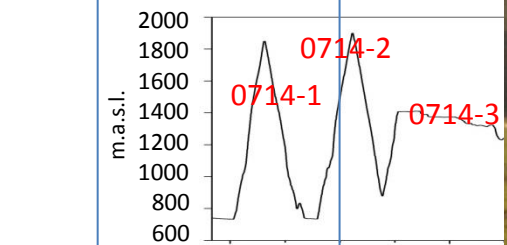
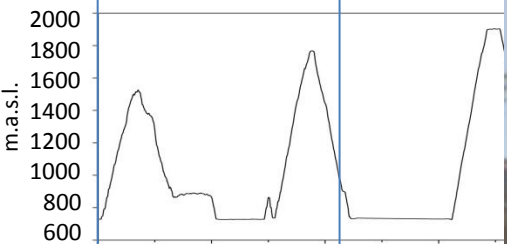
11/07/2016

12/07/2016

13/07/2016

14/07/2016

2000
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
m.a.s.l.

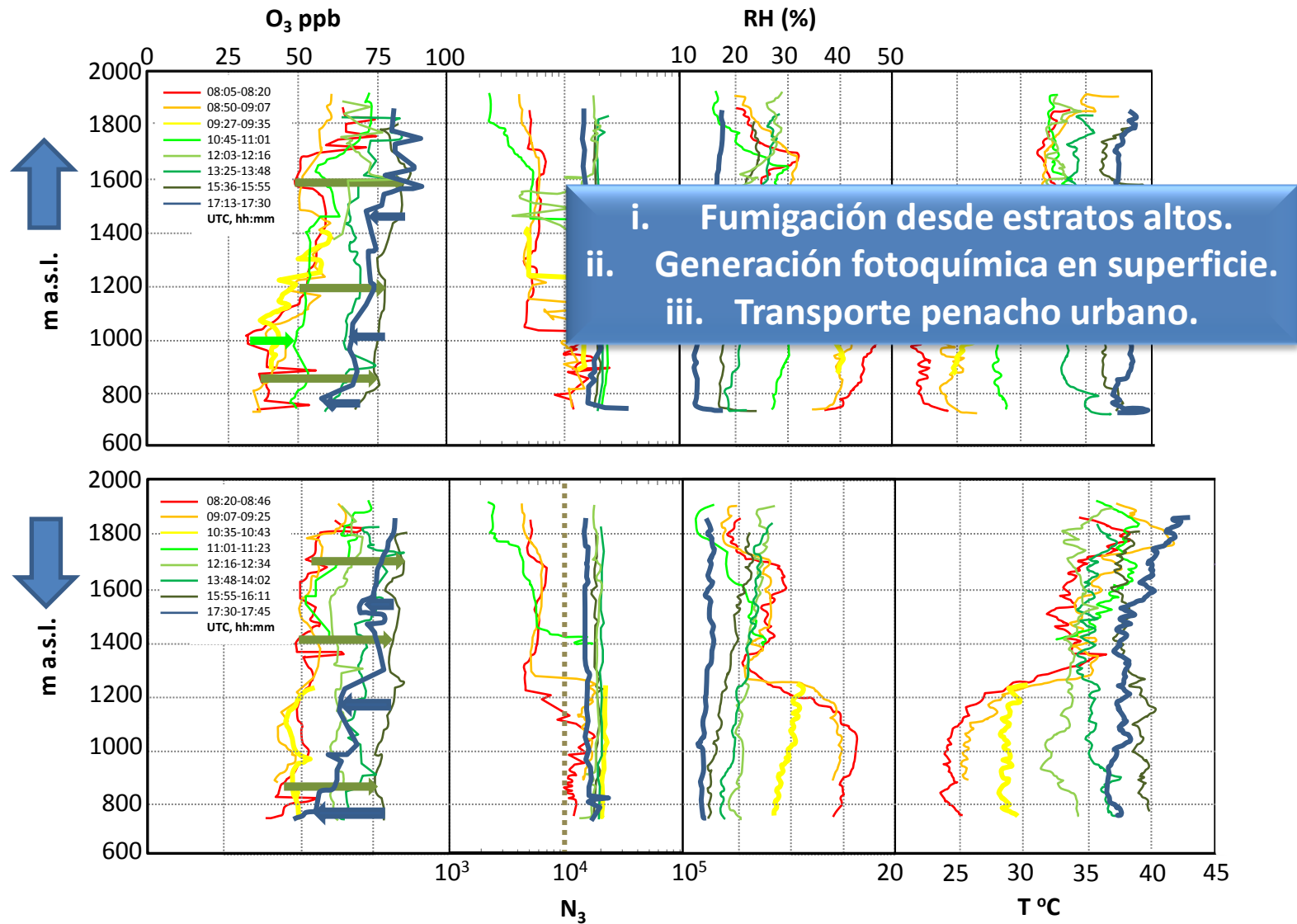


07:00 09:00

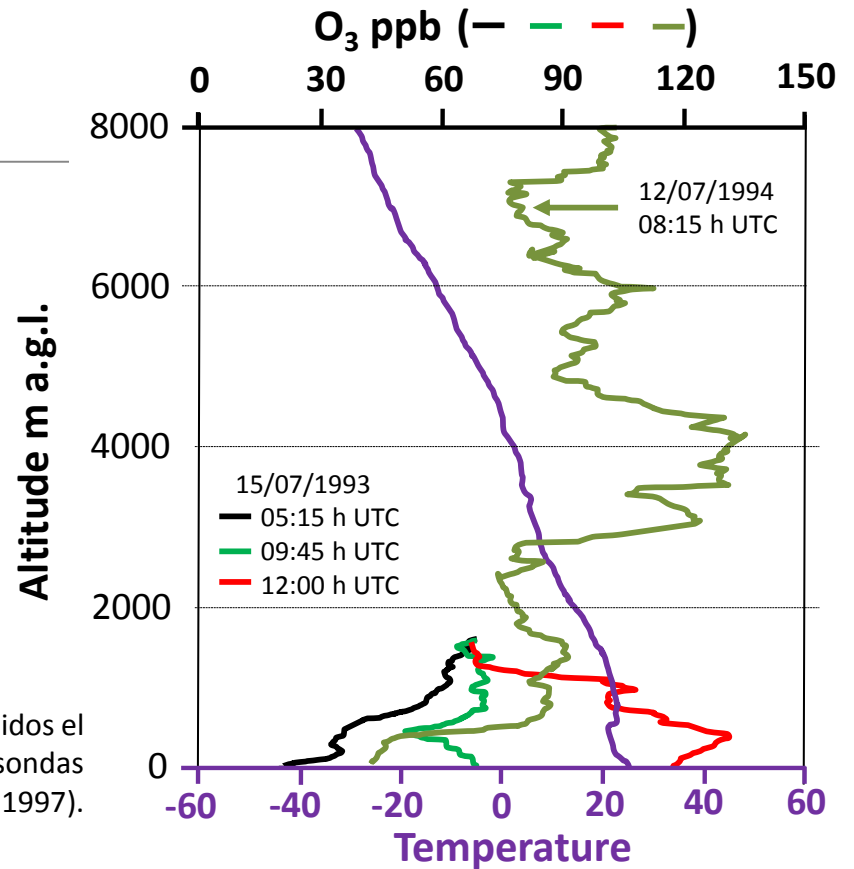
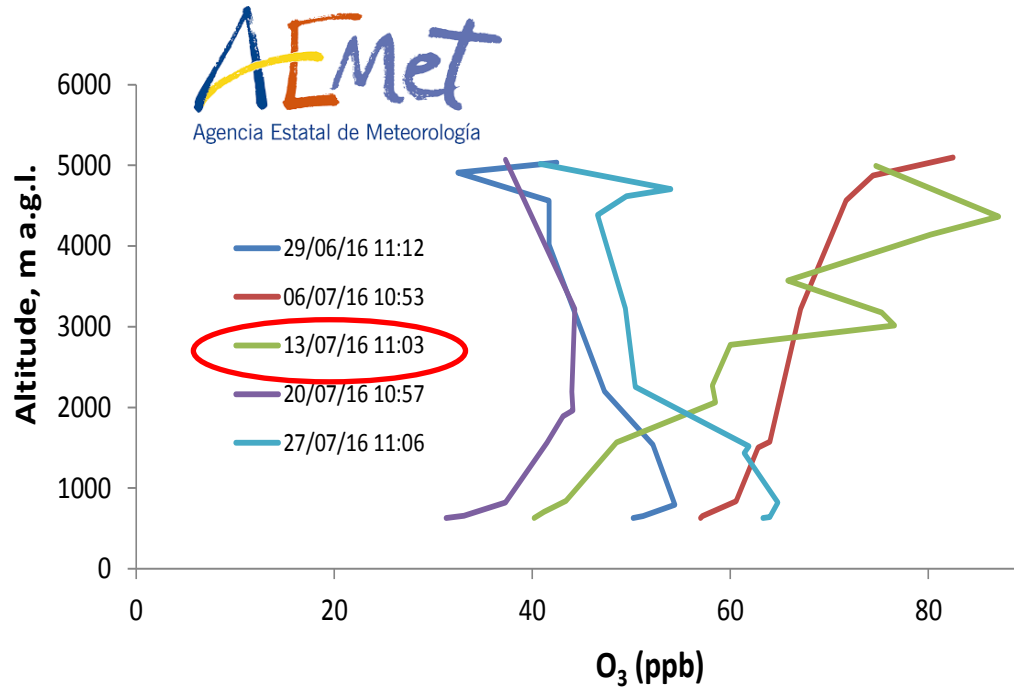
11:00 15:00 15:00 17:00 19:00 UTC hh:mm

Variabilidad vertical

Resultados: 14/07/2016



Variabilidad vertical

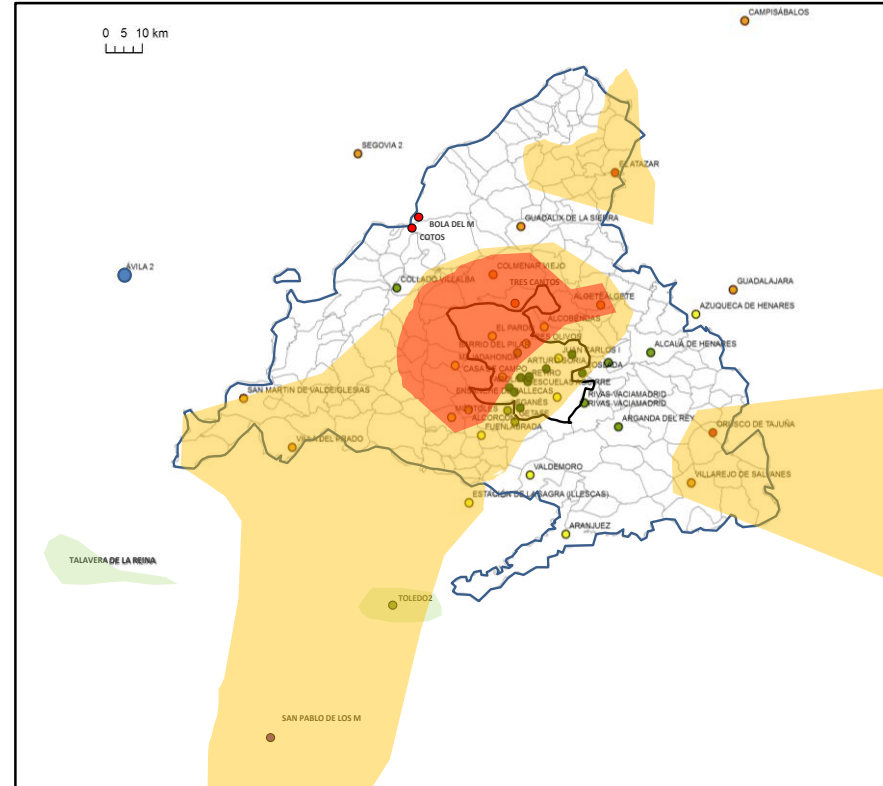


Perfiles verticales de niveles de O₃, y temperatura obtenidos el 12/07/1994 (con sondas libres) y el 15/07/1993 (con sondas cautivas). Datos obtenidos de Plaza et al (1997).

Consideraciones finales

Las **zonas con mayor impacto** en la formación de O_x (mayoritariamente O_3) se encuentran en un **cinturón SW-NE**, incluyendo Galapagar-Villanueva del Pardillo-Colmenarejo-Villanueva de la Cañada, Bobadilla del Monte-Las Rozas-Majadahonda-Pozuelo de A.-Alarcón-Móstoles, así como Colmenar V.-Alcobendas-Algete, y la **mitad N del término de la Villa de Madrid**, en donde se detecta una gran contribución de O_x local/regional, que en determinados días **puede alcanzar 50-100 $\mu\text{g}/\text{m}^3 O_x$** en las horas de mayor producción de O_3 y fumigación de estratos en altura sobre la superficie.

Además se registran niveles elevados en S Pablo de los Montes y El Atazar (pero no Campisábalos), donde esta contribución sería del orden de **25-50 $\mu\text{g}/\text{m}^3 O_x$** . Del mismo orden serían los incrementos detectados en el **SE** de la zona de estudio (Orusco de T. y Villarejo de S.).



Consideraciones finales

- El mes julio de 2016 se puede considerar representativo en términos de variaciones espaciales de zonas con **elevados niveles de O₃** y O_x si éstas se comparan con las de 2003, 2014 y 2015.
- Por el contrario se evidencia una gran variabilidad interanual del número y localización geográfica de las **superaciones** de este umbral entre los meses de julio 2003, 2014, 2015 y 2016.
- Se evidencia un **efecto 'fin de semana'** en la generación de O_x local/regional, lo cual apunta a la posibilidad de que haya una respuesta muy positiva en el caso de reducir las emisiones de precursores (NO_x).
- Los perfiles verticales demuestra la gran importancia de las **fumigaciones** de estratos con altos niveles de O₃ en altura probablemente inyectados en alturas a través de las sierras el (los) día(s) anterior(es), aunque el transporte horizontal de la pluma de Madrid tiene también gran relevancia en los episodios (especialmente en las superaciones del umbral horario de información).

Recomendaciones relacionadas con la gestión de la calidad del aire

- ✓ La elección de medidas para mejorar la calidad del aire en la Comunidad de Madrid deben llevarse a cabo considerando **estaciones de vigilancia de referencia** que puedan tomarse como base.
- ✓ La **reducción de las emisiones de tráfico** ayudaría también a reducir los niveles de concentración de partículas ultrafinas que son emitidas directamente por los tubos de escape de los vehículos. Sin embargo existe otro proceso de formación de partículas secundarias, la nucleación fotoquímica, que ocurre en la atmósfera a partir de gases precursores cuando la radiación solar es más intensa.
- ✓ Con el fin de poder tomar medidas preventivas es necesario contar con **estudios meteorológicos** que sean capaces de reproducir, y prever con 3 días de antelación, los procesos de fumigación y transporte en superficie de los contaminantes atmosféricos.
- ✓ Una vez sea posible esta reproducción es necesario llevar a cabo una **modelización** tanto de los procesos de transporte en superficie (pluma de contaminación urbana), como en vertical (fumigación de capas superiores alcanzando el suelo).
- ✓ Después de este proceso se podrán llevar a cabo estudios de sensibilidad para comprobar el **efecto de la reducción de precursores** como NO_x y COVs en las concentraciones de ozono.



MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE



ÁREA DE GOBIERNO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MOVILIDAD



- Hanyang University, South Korea
- CNRS-University Aix Marseille
- Birmingham University

- Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)
- CEAM
- CIEMAT
- Universidad de Zaragoza (CUD)
- IFQR-CSIC
- UPV
- UPM
- LAO-IC3
- AEMET
- AirModus
- ISCIII, Instituto Salud Carlos III

¡¡¡¡Gracias por vuestra atención!!!!

teresa.moreno@idaea.csic.es
xavier.querol@idaea.csic.es