

2017

idæ<sup>a</sup>



# [MEDIDA DE DIÓXIDO DE NITROGENO Y OZONO POR DOSIMETROS PASIVOS EN EL VALLÉS ORIENTAL – INFORME FINAL]



Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua IDAEA  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas CSIC  
Agosto 2017



## 1 Objetivos

Como seguimiento de los estudios de contaminación atmosférica que el IDAEA-CSIC ha llevado a cabo en los últimos años en el Vallés Oriental en colaboración con la Generalitat de Catalunya (Dept. de Territori i Sostenibilitat) debido a las altas concentraciones de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), ozono (O<sub>3</sub>) troposférico y partículas en suspensión (PM), se ha diseñado un estudio de caracterización espacial de las concentraciones de NO<sub>2</sub> y O<sub>3</sub> en varios municipios de la Comarca del Vallés Oriental, para identificar la variabilidad espacial en la zona y complementar los datos de monitorización de la Xarxa de Vigilància i Predicció de la Contaminació Atmosfèrica (XVPCA).

Con este objetivo se han planteado 2 campañas de medición en verano (Mayo-Junio 2016) e invierno (Enero-Febrero 2017). En este informe se presentan los resultados finales de ambas campañas.

## 2 Metodología

Los dosímetros fueron instalados por el CSIC y por el personal de los 13 Ayuntamientos involucrados. Los dosímetros de O<sub>3</sub> se instalaron solo en verano y en el mismo emplazamiento de algunos de los dosímetros de NO<sub>2</sub> (Tabla 1).

Tabla 1: Número de dosímetros recuperados en las dos campañas de medida.

Municipio - Área	Dosímetros NO <sub>2</sub> verano (26 de Mayo – 16 de Junio 2016)	Dosímetros O <sub>3</sub> verano (26 de Mayo – 16 de Junio 2016)	Dosímetros NO <sub>2</sub> invierno (25 Enero – 16 Febrero 2017)
Granollers	10	4	10
Parets del Valles	11	1	10
Lliça d'Amunt	10	5	10
La Llagosta	8	4	10
Montmeló	7	1	11
Montornés del Vallés	10	4	9
Les Franqueses del Vallés	11	6	10
Mollet del Vallés	11	6	10
Martorelles	-	-	5
La Garriga	-	-	5
S. Antoni de Vilamajor	-	-	4
Caldes de Montbui	-	-	4
Canovelles	-	-	5
Transecto autovias	19	5	18
Zonas rurales	-	-	12
Barcelona	6	-	6
<b>TOTAL</b>	<b>103</b>	<b>36</b>	<b>139</b>

La localización de los dosímetros en las dos campañas se muestra en Figura 1. En algunos emplazamientos se instalaron por duplicado (reproducibilidad), y otros dosímetros fueron instalados en cabinas de la red XVP-CA y la Unidad Móvil del CSIC para la comparación con instrumentación de referencia. Los dosímetros son tubos de 7 cm que contienen un filtro impregnado con sustancias absorbentes que permiten captar el  $\text{NO}_2$  u  $\text{O}_3$  ambiental por difusión en un filtro (Figura 2). Una vez retirados, los dosímetros se envían al laboratorio donde los filtros absorbentes se analizan por cromatografía iónica, para obtener las concentraciones en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en condiciones ambientales (no Standard), restando la concentración de los blancos. A pesar de que las concentraciones absolutas no tienen la exactitud de los métodos de referencia, sí constituyen una herramienta útil para comparaciones relativas y evaluaciones cualitativas en el espacio y/o en el tiempo y se denominan mediciones indicativas.

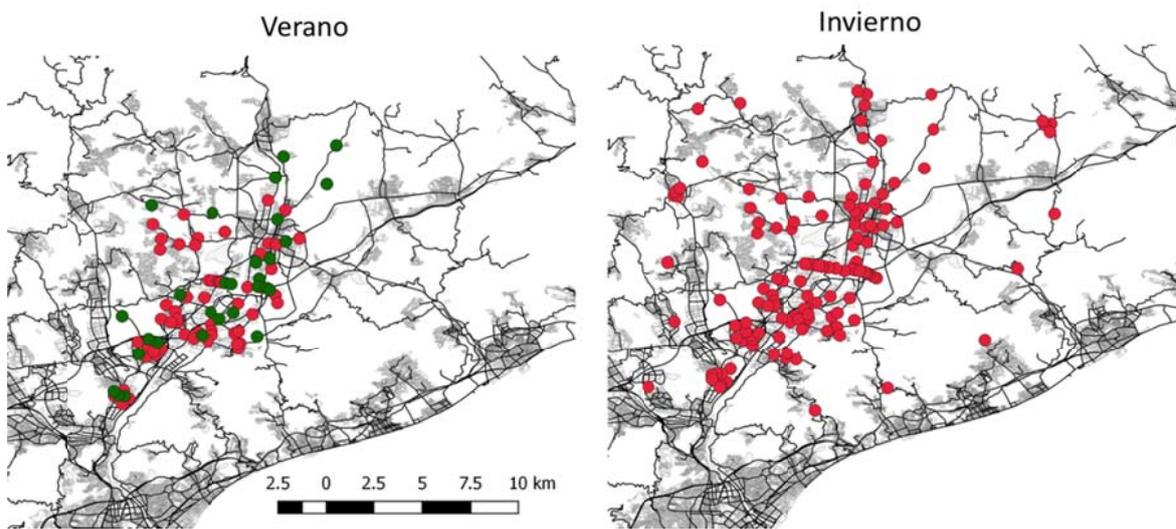


Figura 1: Mapa de dosímetros de  $\text{NO}_2$  (en rojo y verde) y de  $\text{O}_3$  (en verde) instalados en verano (izquierda) e invierno (derecha).

Los tubos de difusión fueron instalados en farolas, árboles o mobiliario urbano a una altura de 2.5 m aproximadamente. En la campaña de verano, algunos días coincidieron con el Gran Premio de Moto GP en Montmeló, por lo que los dosímetros de  $\text{NO}_2$ , durante aquellos días, fueron tapados para no tener en cuenta las emisiones relacionadas con el Gran Premio.



Figura 2: Dosímetros pasivos y principio de difusión de moléculas de  $\text{NO}_2$  u  $\text{O}_3$ .

### 3 Resultados

De los 300 dosímetros instalados se recogieron un total de 278 (242 de NO<sub>2</sub> y 36 de O<sub>3</sub>), el 7% se perdieron por vandalismo.

Las concentraciones de NO<sub>2</sub> obtenidas en invierno abarcaron niveles significativamente superiores (rango intercuartíl: 33-44 µg/m<sup>3</sup>) respecto al verano (rango intercuartíl: 17-28 µg/m<sup>3</sup>). La distribución de los datos muestra una variabilidad similar, siendo la diferencia entre las dos varianzas no significativa (Figura 3). Este resultado sugiere que las fuentes principales de la contaminación sea de origen local de la cuenca.

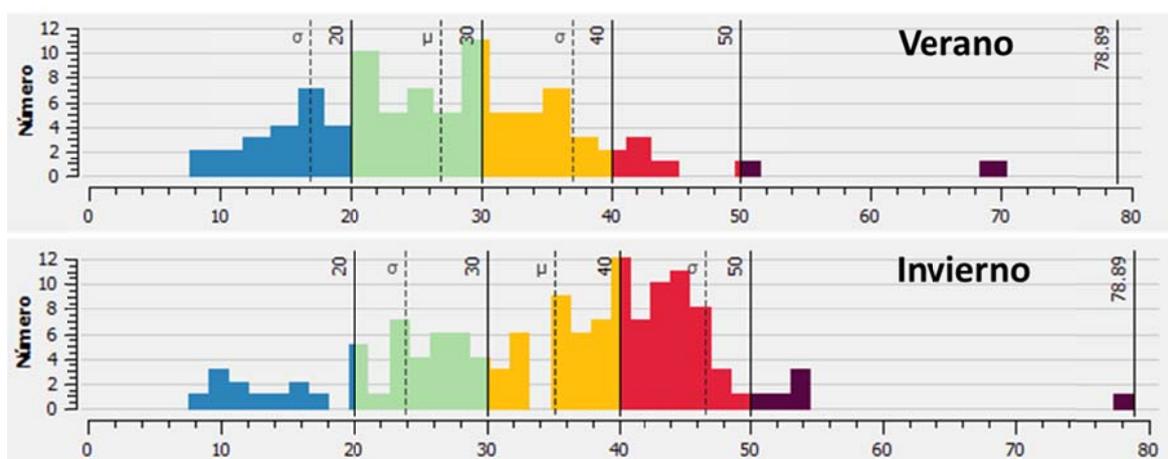


Figura 3. Distribución de las concentraciones de NO<sub>2</sub> en verano (arriba) e invierno (abajo). En el eje vertical se muestra el número de observaciones y en el horizontal las concentraciones en µg/m<sup>3</sup>.  $\mu$  y  $\sigma$  indican respectivamente el valor medio y la desviación estándar de las concentraciones.

En Figura 4 se muestran los mapas de concentraciones para NO<sub>2</sub> observadas en verano e invierno, respectivamente. En ambas campañas, es posible observar mayores concentraciones de NO<sub>2</sub> en proximidad de las zonas más pobladas y con menor altitud, además es también posible observar cierto gradiente decreciente desde SW a NE. La razón de ello, podría estar relacionada a las mayores emisiones que se producen cuando nos acercamos al área metropolitana de Barcelona debido, por ejemplo, a la confluencia de importantes vías de tráfico (AP7, C33 y C17), aunque esto no descarta una contribución importante del tráfico intra-urbano, dado que en el tramo de la AP7 más al NE se observan concentraciones sensiblemente inferiores. En orden decreciente de NO<sub>2</sub>, encontramos 3 grupos de municipios:

- Los municipios con promedios >40 µg/m<sup>3</sup> en invierno: La Llagosta (32-50 µg/m<sup>3</sup> en verano y 37-47 µg/m<sup>3</sup> en invierno), Parets del Vallés (21-43 µg/m<sup>3</sup> en verano y 36-54 µg/m<sup>3</sup> en invierno), Mollet del Vallés (19-35 µg/m<sup>3</sup> en verano y 40-49 µg/m<sup>3</sup> en invierno), Montmeló (8-39 µg/m<sup>3</sup> en verano y 37-47 µg/m<sup>3</sup> en invierno) y Granollers (20-35 µg/m<sup>3</sup> en verano y 35-46 µg/m<sup>3</sup> en invierno);

- Los municipios con promedios entre 30-40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en invierno: Canovelles (32-46  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en invierno), Martorelles (23-48  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en invierno) y Montornés del Vallés, (14-29  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en verano y 25-40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en invierno);
- Los municipios con promedios <30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en invierno: Sant Antoni (20-27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en invierno), Lliça d'Amunt (13-20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en verano y 20-30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Caldes de Montbui (23-30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en invierno) y Les Franqueses del Vallés (8-31  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en verano y 16-41  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en invierno).

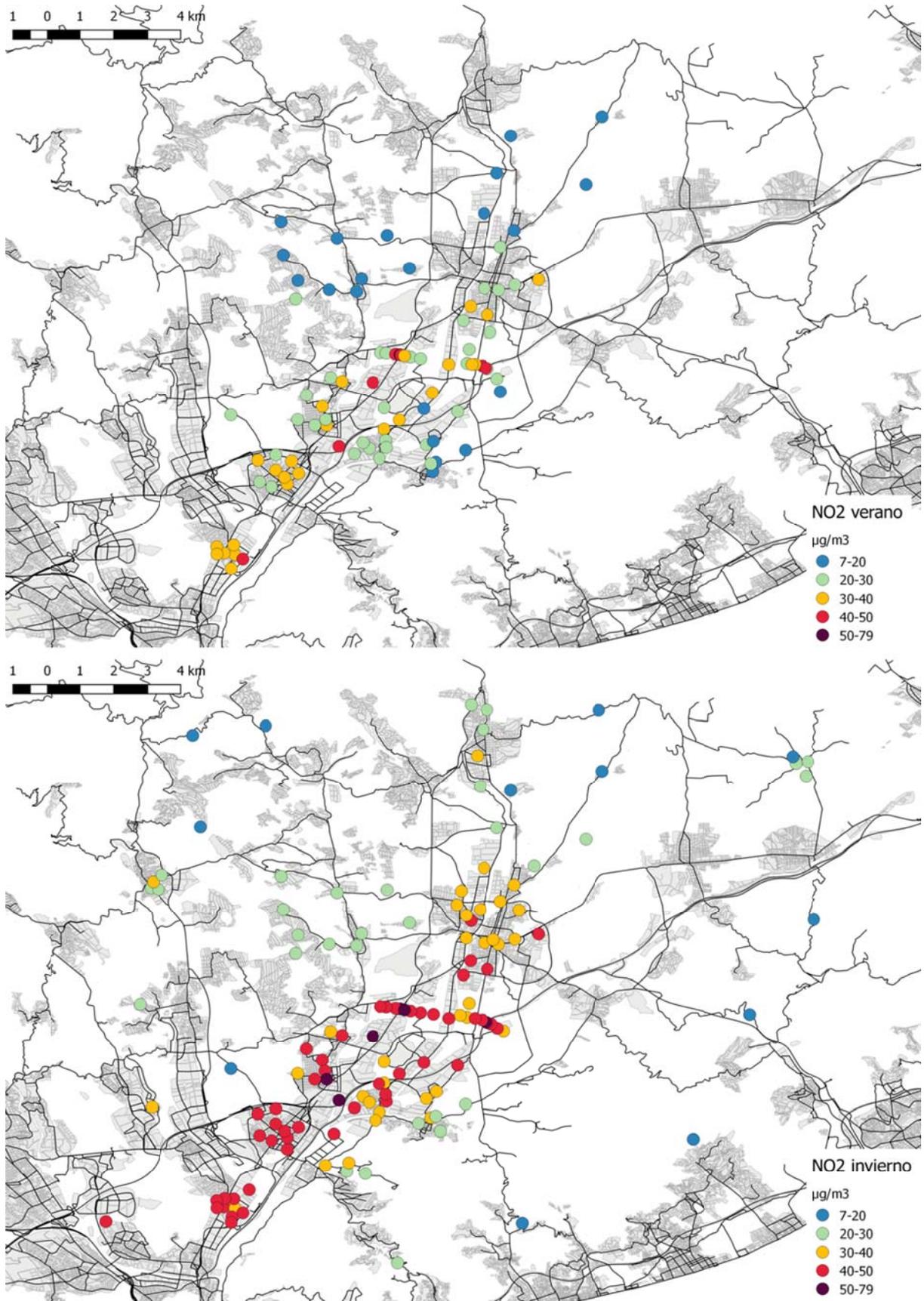


Figura 4. Mapa de concentraciones observadas de NO<sub>2</sub> para la campaña de verano (arriba) e invierno (abajo).

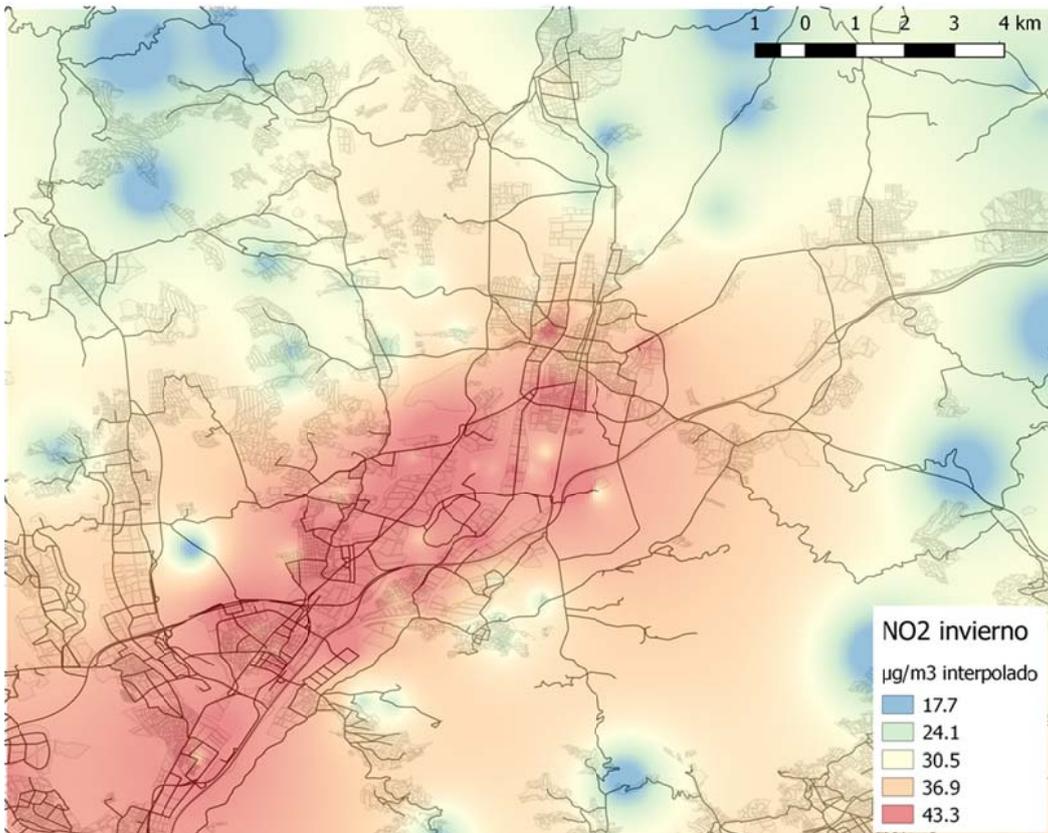
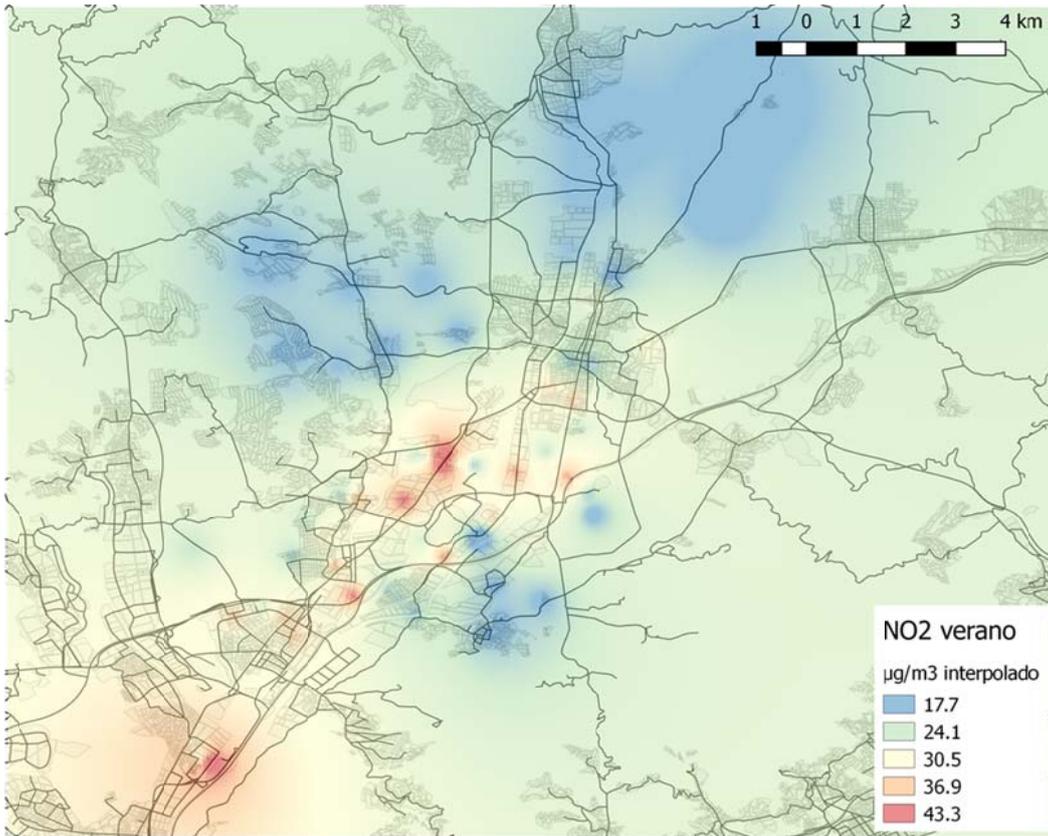


Figura 5. Mapa de interpolación de concentraciones de NO<sub>2</sub>.

Estos gradientes se pueden observar de forma más directa en los mapas de interpolación (ponderación inversa a la distancia) en Figura 5. Los valores absolutos en cada punto de medida resultan suavizados dado que la interpolación del punto problema se realiza asignando pesos a los datos del entorno en función inversa de la distancia que los separa (*inverse distance weighting, IDW*). Se ha observado cierta correlación entre la altitud y la concentración de NO<sub>2</sub>, lo que indica que la dispersión está también ligada con la orografía (Figura 6) sobre todo en invierno, siendo las emisiones de la cuenca del Vallés Oriental las mayores responsables de los altos niveles de NO<sub>2</sub>. Sin embargo la distancia a las fuentes de emisión es también un factor importante, puesto que esta correlación se reduce notablemente si excluimos los datos por encima de 250 m de altitud, es decir en el rango 0-250 m no se observa esta correlación. En Figura 7 se puede observar la clara relación entre NO<sub>2</sub> y orografía, pero también con la densidad de población, dado que en el tramo de la AP7 más al NE se observan concentraciones sensiblemente inferiores.

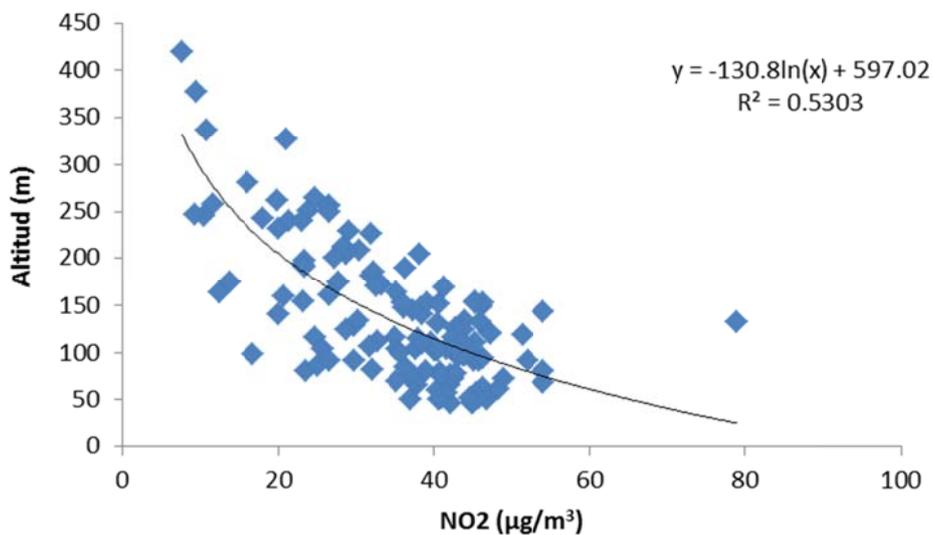


Figura 6. Variabilidad de las concentraciones invernales de NO<sub>2</sub> con respecto a la altitud.

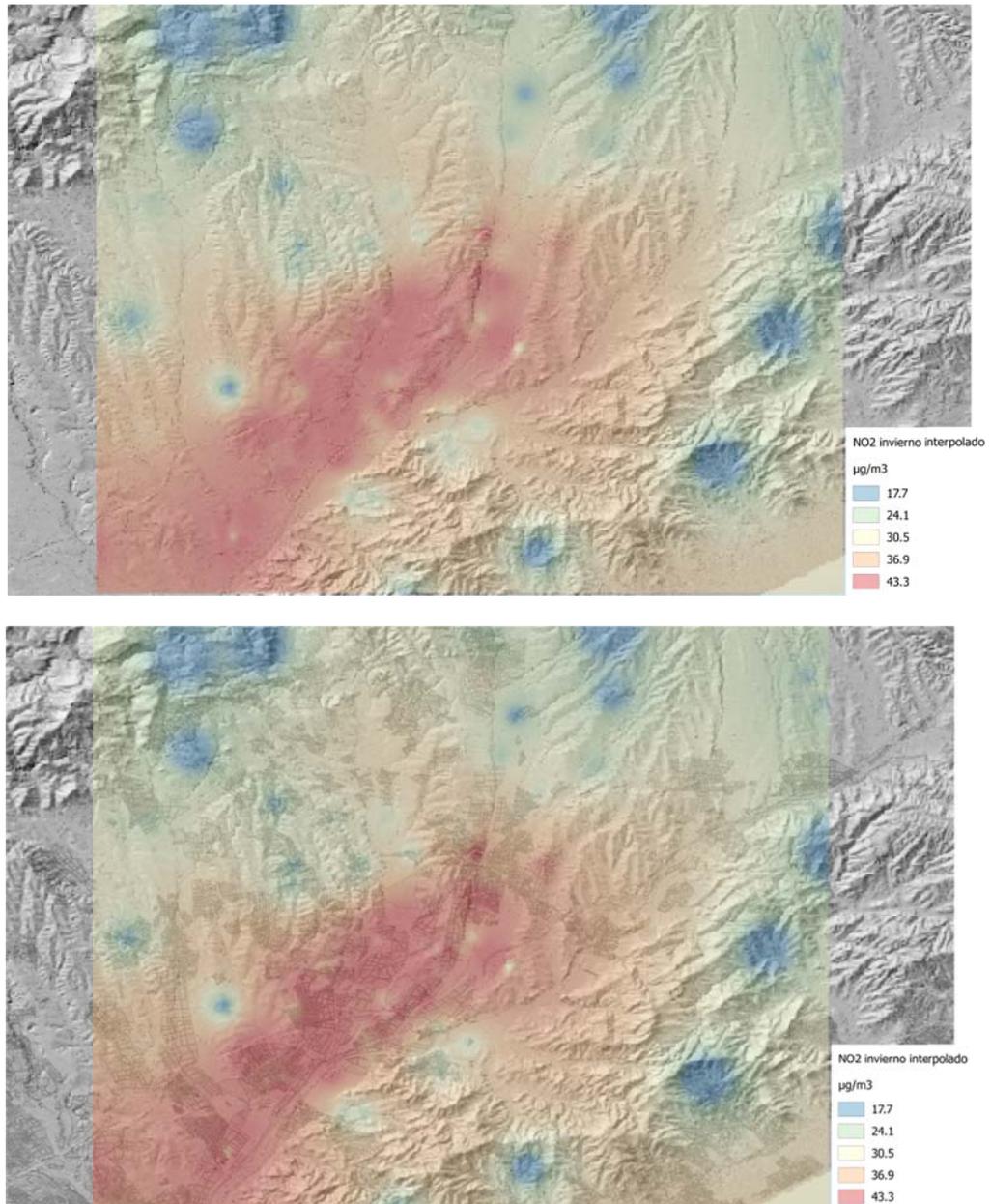


Figura 7: Arriba: mapa orográfico de NO<sub>2</sub> invernal. Abajo: misma imagen pero visualizando también las zonas pobladas.

Se ha llevado a cabo un estudio de transecto perpendicular a las vías AP7 y C17 en verano e invierno (Figura 8). En ambos periodos se han observado, como era esperable, mayores concentraciones en proximidad de las autopistas y una reducción progresiva ajustable a una curva potencial, sobre todo en proximidad de la C17 probablemente debido a la mayor congestión de esta vía respecto a la AP7.

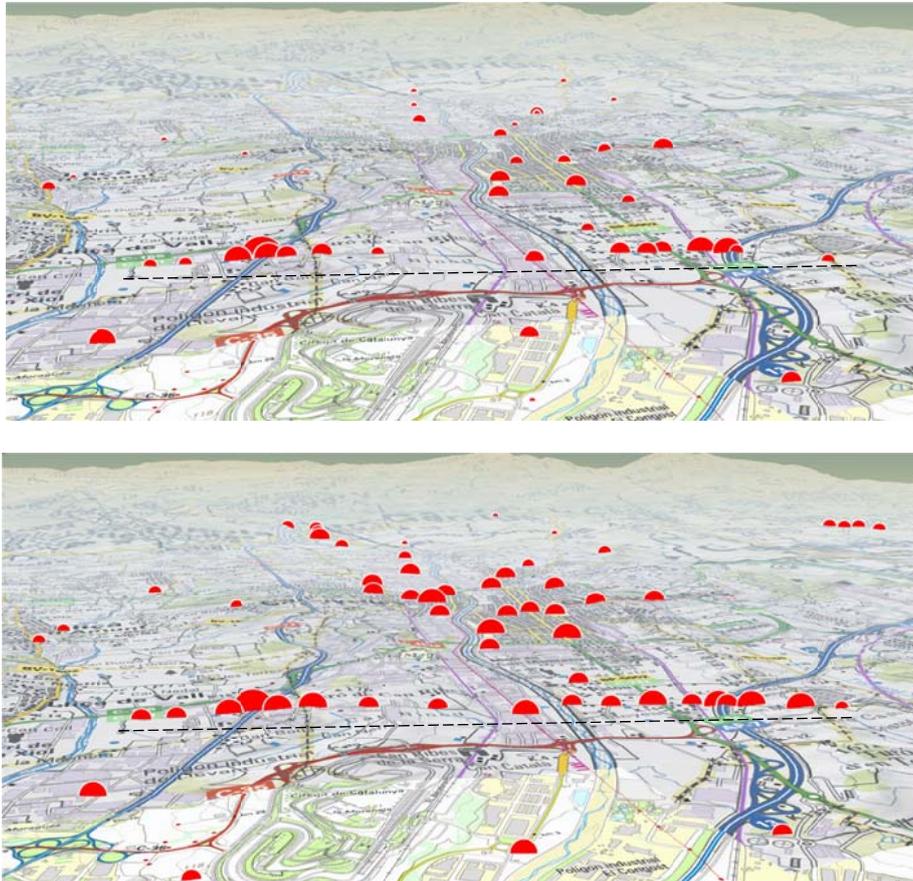


Figura 8. Mapa de concentraciones de NO<sub>2</sub> en el transecto C17-AP7 en verano (arriba) e invierno (abajo).

Con respecto a las concentraciones de O<sub>3</sub> en verano, a pesar del número significativamente inferior de observaciones, se puede observar un patrón geográfico inverso respecto al NO<sub>2</sub> (Figuras 9 y 10), debido a la titración/consumo de O<sub>3</sub> por parte del NO, con la consecuente generación de NO<sub>2</sub> secundario (no directamente emitido en atmosfera como NO<sub>2</sub>). Así, las mayores concentraciones de O<sub>3</sub> (70-100 µg/m<sup>3</sup>) se observan en el eje Lliçá d'Amunt – Granollers y en Montornés del Vallés, mientras que en proximidad de la conjunción de la AP7 y C33, se observan la menores concentraciones (50-70 µg/m<sup>3</sup>).

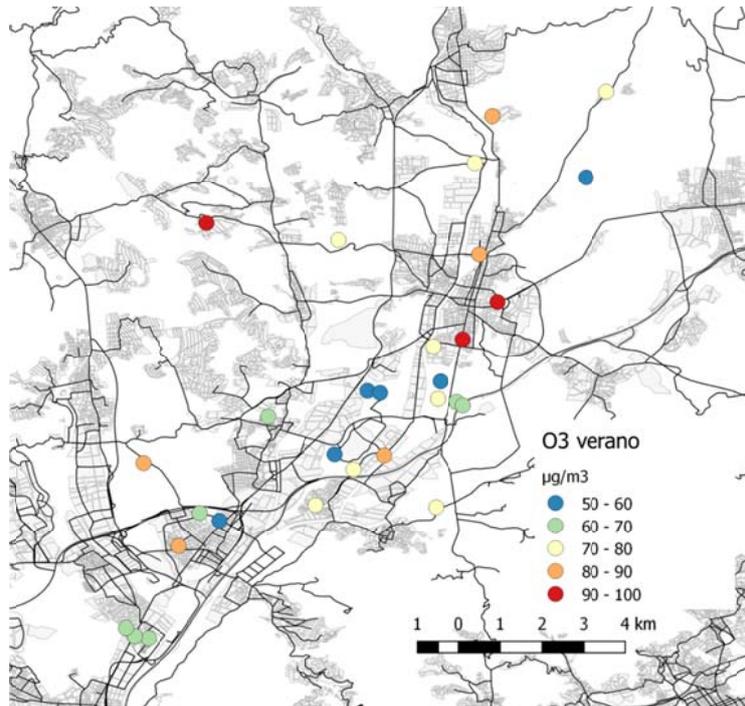


Figura 9. Mapa de concentraciones observadas de O<sub>3</sub>.

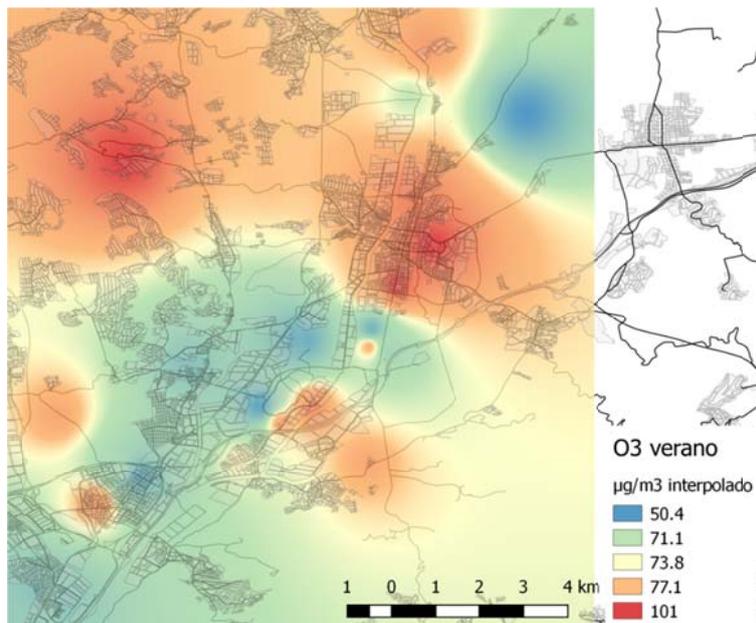


Figura 10. Mapa de interpolación de concentraciones de O<sub>3</sub>.

## Conclusiones

Las dos campañas de medida de NO<sub>2</sub> mediante dosimetría pasiva en el Vallés Oriental indican concentraciones superiores en invierno, con respecto al verano, pero con una varianza y variabilidad espacial similar. Los rangos intercuartil fueron de 17-28 µg/m<sup>3</sup> y 33-44 µg/m<sup>3</sup> en verano e invierno, respectivamente. Se ha observado cierta asociación entre altitud y concentración sobre todo en invierno, por lo que la zona más crítica es la de Sur-Oeste donde coinciden mayor densidad de emisiones y menor altitud. En orden decreciente de NO<sub>2</sub>, los municipios más afectados han resultado ser La Llagosta, Parets del Vallés, Mollet del Vallés, Montmeló y Granollers, que a pesar de su situación más al NE, presenta un mayor transporte intra-urbano. Los municipios con menores concentraciones han resultado ser (en orden creciente de NO<sub>2</sub>) Sant Antoni de Vilamajor, Lliça d'Amunt, Caldes de Montbui y Les Franqueses del Vallés.

En su conjunto, los resultados indican que la variabilidad de las concentraciones de NO<sub>2</sub> en el Vallés Oriental no se debe a fuentes puntuales específicas sino que al conjunto de fuentes locales de la cuenca y a la orografía de la cuenca que desfavorece la dispersión, sobre todo en invierno. La suma de las emisiones del tráfico rodado, tanto intra-urbano como inter-urbano y las industrias son responsables de las altas concentraciones, sobre todo a menores altitudes (SW de la cuenca) y en las zonas más pobladas (Granollers).

Con respecto al O<sub>3</sub> troposférico se ha observado una variabilidad espacial contraria respecto al NO<sub>2</sub>, debido a la titración/consumo por parte del monóxido de nitrógeno (NO).