



Fundación CENTRO DE ESTUDIOS
AMBIENTALES DEL
MEDITERRÁNEO. (Fundación CEAM).

**Evaluación de la Contaminación
Atmosférica por Dióxido de
Nitrógeno en el Entorno del Núcleo
Metropolitano de la Ciudad de
Valencia.**

**MEDIDAS
EXPERIMENTALES CON
CAPTADORES PASIVOS.
Campaña 18-24/11/2015.**

*Preparada por la Fundación Centro de Estudios Ambientales del
Mediterráneo para la Conselleria de Agricultura, Medio
Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural.*

Preparado por : *Grupo de Meteorología y Contaminación Atmosférica.*

Fecha : *01/12/2015*

Referencia : *NO2Valencia/01*

Versión 0.



EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA POR DIÓXIDO DE NITRÓGENO EN EL ENTORNO DEL NÚCLEO METROPOLITANO DE LA CIUDAD DE VALENCIA. MEDIDAS EXPERIMENTALES CON CAPTADORES PASIVOS.

Campaña 18 al 24 de noviembre de 2015.

Versión 0.

01 de Diciembre de 2015

ÍNDICE DE CONTENIDOS.

INTRODUCCIÓN.

DISEÑO EXPERIMENTAL.

**CAMPAÑA DE MEDIDAS 'F1' CON CAPTADORES PASIVOS DE
DIÓXIDO DE NITRÓGENO. 18 AL 24 DE NOVIEMBRE DE
2015.**

CONCLUSIONES.

**ANEXO I. COMPILACIÓN GRÁFICA DE LAS CAMPAÑAS
DOSIMÉTRICAS.**



Los trabajos aquí presentados han sido realizados por el Área de Meteorología y Contaminación Atmosférica del Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo.



EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA POR DIÓXIDO DE NITRÓGENO EN EL ENTORNO DEL NÚCLEO METROPOLITANO DE LA CIUDAD DE VALENCIA. MEDIDAS EXPERIMENTALES CON CAPTADORES PASIVOS.

Campaña 18 al 24 de noviembre de 2015.

Versión 0.

01 de Diciembre de 2014

INTRODUCCIÓN.

Bajo el término de *contaminación urbana* (frente a la de carácter industrial) se incluirían situaciones de elevada contaminación en entornos habitados, con alta densidad de población, cuyas emisiones tendrían su origen principalmente en los hábitos de los propios residentes. Esto marcaría algunas de las grandes características de este tipo de problemas: entornos muy complejos, con una fuerte variabilidad espacial (alta anisotropía), que dan lugar a la existencia de elevados gradientes atmosféricos (de todo tipo: viento, temperatura, concentraciones, etc); focos difusos (tráfico, calefacciones, etc) y con patrones de comportamiento variables en el tiempo (ciclos diurnos y estacionales muy marcados).

Este tipo de entornos/situaciones presentan gran interés en varios aspectos: son propensas a la ocurrencia de altos niveles de concentración de contaminantes (principalmente primarios – especialmente óxidos de nitrógeno y partículas-), en ocasiones superando los límites normativos; representan una de las causas más importante de la exposición de la población a niveles altos de contaminación (importancia en los estudios epidemiológicos); resultan complicados (y a la vez complejos) de diagnosticar debido a su propia naturaleza variable (en el espacio y el tiempo); como consecuencia, resultan también complejos de modificar, interviniendo, además de los propios condicionantes técnicos, aspectos sociológicos (hábitos, necesidades, etc).

Las redes de vigilancia habituales proporcionan una primera evaluación de la calidad del aire en estos entornos que, si bien permite alertar de la existencia de un problema de contaminación (superación de los umbrales permitidos en alguno de los puntos), resultan claramente insuficientes para su adecuado diagnóstico y gestión.

Desde la perspectiva de la legislación medioambiental actual (concretada el RD 102/2011 relativa a la mejora de la calidad del aire), dos retos principales se plantean en este ámbito:

- desarrollar la capacidad de **diagnóstico de los problemas de contaminación en un entorno urbano** con la resolución requerida para una correcta comprensión, para lo cual se precisaría de la implementación de programas de mediciones experimentales con una mayor cobertura (que la estricta red automática), de acuerdo al alto grado de libertad del sistema atmosférico urbano;
- como paso siguiente al diagnóstico (en el estado en que se encuentre) y bajo una demanda legal efectiva (y en este momento urgente derivada del cumplimiento de los requisitos de la actual normativa), se plantea la necesidad de **desarrollar planes de actuación** tendentes a reducir los niveles de contaminación por debajo de los umbrales establecidos; en este sentido no solo se precisa caracterizar el alcance del problema ambiental (diagnóstico) sino entender las *relaciones causa-efecto* (tanto a nivel

cualitativo como cuantitativo) a fin de poder diseñar actuaciones sobre aquellas (causas –emisiones-) que desencadenen consecuencias (reductoras) sobre estos (efectos – niveles de concentración-); en esta línea habría incluso una demanda propiamente de descripción de una **metodología de trabajo**.

Sería por lo tanto en este contexto normativo y con relación a la contaminación urbana, en el que los captadores pasivos proporcionan una herramienta útil de trabajo, que complementaría ventajosamente la disponibilidad de una red de cabinas automáticas con medidas en continuo.

Los dosímetros pasivos consisten, generalmente, en un pequeño contenedor (generalmente en forma de tubo) con un extremo expuesto al ambiente y otro cerrado, en el que el gas de interés es transportado por difusión molecular desde la parte abierta hasta la parte cerrada, en donde es absorbido por alguna sustancia captadora depositada previamente (ver esquema en figura 1). La concentración promedio del contaminante en la atmósfera se calcula utilizando la ley de Fick de difusión molecular. El pequeño caudal de difusión existente en este tipo de dispositivos hace necesario un tiempo de muestreo elevado, comparándolo con otros métodos de medida, que puede variar desde unas horas en ambientes muy contaminados hasta varias semanas en zonas limpias.

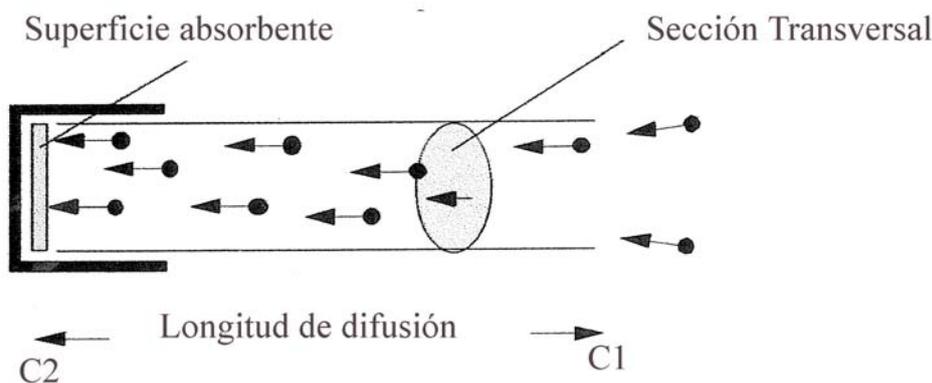


Figura 1: Esquema de la esencia de un captador pasivo, en el que las moléculas se mueven por difusión molecular desde el entorno atmosférico hacia el interior del tubo.

Estos elementos presentan algunas claras *ventajas* ante otros métodos de medida activos o automáticos:

- no necesitan energía eléctrica ni ninguna clase de protección externa especial, por lo que pueden ser utilizados en localizaciones remotas, donde no pueden ser empleados otros métodos de medida;
- resultan en general fáciles de preparar, utilizar, almacenar y analizar;
- no precisan calibración en campo;
- proporcionan en general un procedimiento de medida económico, por lo que puede ser utilizado simultáneamente en varios emplazamientos, permitiendo una amplia cobertura espacial (en todo caso mucho mayor que los costosos equipos electrónicos).

Naturalmente, también presentan *inconvenientes* frente a otras técnicas de medida:

- no pueden utilizarse en cortos periodos de tiempo, proporcionando solo las concentraciones integradas (promedio) para el intervalo temporal de exposición;
- pueden ocurrir errores debidos a las fluctuaciones en las concentraciones del contaminante en la atmósfera y por variación de las condiciones meteorológicas;



- requieren análisis en laboratorio, por lo que se precisa una cierta infraestructura en este sentido;
- la colocación/recogida en campo exige un cierto despliegue de personal y de recursos móviles.

Por lo tanto, cabe resumir que la ventaja más relevante de la metodología pasiva es el bajo coste de la misma, que hace de ella un arma útil para la medida del contaminantes en diversos puntos simultáneamente, aportando la potencialidad de una elevada cobertura espacial, contando como mayor limitación el hecho de proporcionar valores integrados sobre periodos de tiempo relativamente largos, con la consiguiente penalización en la resolución temporal. En general las limitaciones/carencias que presentan los dosímetros vienen dadas por el mismo *proceso de difusión*, la *variabilidad de la concentración atmosférica*, las *interferencias químicas* o la *eficacia de fijación y extracción de la muestra*.

Se continua con el presente trabajo las actuaciones anteriores que, dentro de otros contextos contractuales, tenían por objetivo caracterizar el estado de contaminación por dióxido de nitrógeno en el entorno de la ciudad de Valencia, con una alta resolución espacial, para lo cual se ha seguido la misma metodología de trabajo que en ocasiones anteriores (no se explicita completamente en el presente documento, y se remite al informe "*Evaluación de la contaminación atmosférica por dióxido de nitrógeno en el entorno del núcleo metropolitano de la ciudad de Valencia. Medidas experimentales con captadores pasivos.*", versión1, de 21 de junio de 2014).

Los trabajos incluidos en el informe actual comprende la campaña de medidas dosimétricas de dióxido de nitrógeno realizada entre los días 18 al 24 de noviembre de 2015, y que por se ha denominado genéricamente como "F1" (la nomenclatura se mantiene para asegurar la continuidad y coherencia con campañas anteriores realizados sobre supuestos similares, con lo que cada una de ellas supondría un aporte incremental al banco de datos preexistente, cifrado en este momento en un total de dieciséis muestreos dosimétricos totales, más alguno de cobertura parcial, de alta resolución disponibles en el contexto urbano de la ciudad de Valencia). En la campaña 'F1' actual solo se contó con medidas de dióxido de nitrógeno sobre la distribución completa, incluyendo como en trabajos previos la red semirregular densa y la red periférica.

Un problema importante a la hora de interpretar y valorar correctamente los resultados se refiere a la evaluación de su representatividad temporal. Es claro que la limitación temporal de los muestreos (esto se compensaría con un plan sistemático de medidas) puede introducir sesgos importantes si se pretende extrapolarlos más allá de su propio periodo de obtención, que puede apartarse considerablemente del comportamiento normal (o climático). Para ello resultan de gran utilidad las series históricas de la red de vigilancia de la calidad del aire, que proporcionan el contexto histórico. No obstante en la distribución actual muchas de las estaciones solo disponen de medidas durante los años recientes. En esta línea se ha procurado introducir el campo de anomalías de la campaña en curso respecto al conjunto completo de muestreos disponibles.

DISEÑO EXPERIMENTAL.

La red de medidas dosimétricas sobre la que se ha venido trabajando cuenta con dos subredes (figura 2), una de ellas que se denomina *regular* o *semirregular*, y que se extiende sobre un rectángulo de 11x10 km, centrado en el núcleo urbano, y en la que se distribuyen de manera quasialeatoria un total de 97 puntos de medida, asegurando uno por cada celda de 1x1 km, y una segunda distribución, *periférica*, constituida por 8 puntos adicionales que conforman un arco en torno a la ciudad y que se sitúan en ambientes estrictamente rurales. A diferencia de estos últimos, los emplazamientos en la primera de las redes resultan bastante heterogéneos,



incluyendo zonas con diferentes tasas de tráfico, distintos grados de urbanización, de densidad de población, etc. En todos los casos se ha asegurado que el microemplazamiento cumpla con una serie de requisitos mínimos que pudiesen sesgar las medidas, como son una buena ventilación, alejamiento de fuentes y emisiones directas, etc (en la figura 3 se muestran dos emplazamientos representativos de ambas redes).

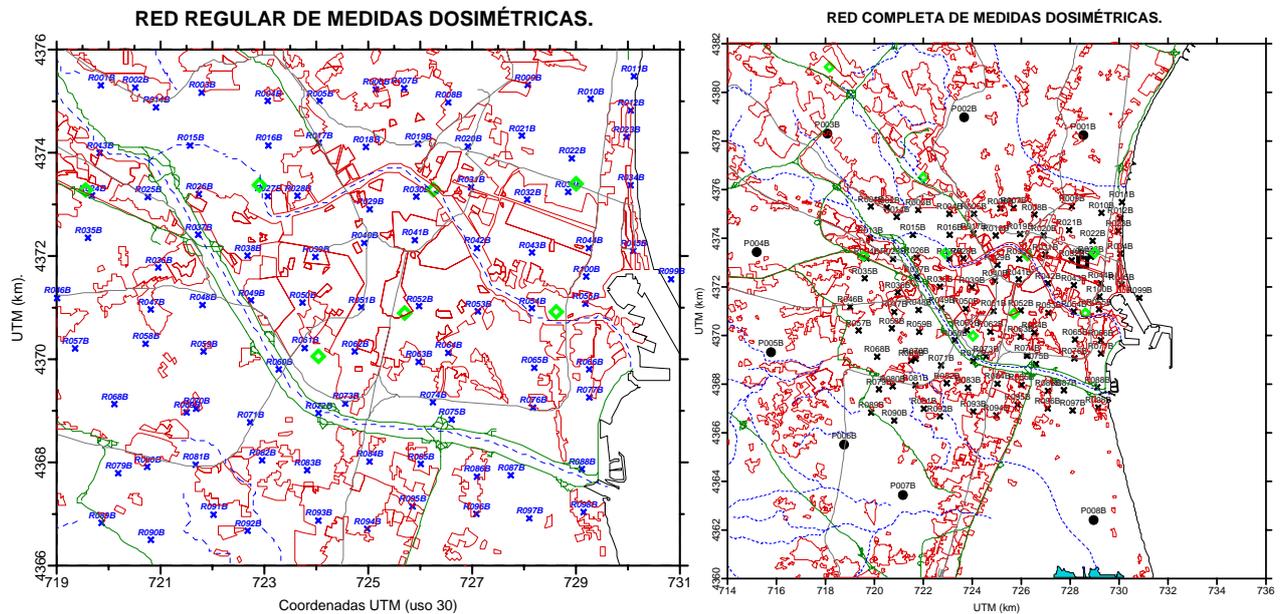


Figura 2: Red de muestreo dosimétrica regular (izquierda) y con los emplazamientos periféricos (derecha).



Figura 3: Ejemplo de dos emplazamientos, uno perteneciente a la red regular (izquierda), urbanizado, y el otro en un típico entorno rural (derecha) como parte de la red periférica.



CAMPAÑA DE MEDIDAS 'F1' CON CAPTADORES PASIVOS DE DIÓXIDO DE NITRÓGENO. 18 al 24 de Noviembre de 2015.

La última campaña de medidas disponible hasta el momento, con metodología y despliegue muy similar a las anteriormente descritas, se realiza en un periodo otoñal, relativamente benigno, durante la segunda quincena de noviembre del año 2015. En este caso las medidas se realizaron sobre las dos redes habituales, en el área regular más urbana, junto a la subred periférica. Del total de puntos que constituyen ambas redes solo se perdieron tres emplazamientos, lo que arroja un buen porcentaje de recuperación, del 97%. Los valores están claramente por debajo de la media de todas las mediciones, entre un treinta y un cuarenta por ciento (ver tabla 1 adjunta).

Tabla 1: Resumen estadístico de las medidas de NO₂ durante la campaña F1 frente a los valores históricos (conjunto completo del banco de medidas dosimétricas), solo para la red regular (no se muestreó en la periférica); se indican la variación porcentual respecto al total para cada uno de los parámetros.

	Red REGULAR			Red Periférica		
	Campaña F1	Promedio	%	Campaña F1	Promedio	%
Media	29.6	40.9	72	17.8	23.5	76
Mediana	29.2	40.0	73	18.5	23.3	79
Sigma	7.6	10.8	70	7.0	8.4	83
Percentil 95	40.9	59.6	69	22.8	29.2	78
Percentil 05	20.5	29.3	70	11.3	19.0	59
Máximo	54.8	81.2	67	23.8	31.0	77
Mínimo	16.4	23.5	70	10.3	18.9	54
Nº puntos	94	97	97	8	8	100

El periodo de muestreo se inició en un contexto anticiclónico muy estable, al que siguieron unos días fuertemente advectivos, para recuperar de nuevo un marco anticiclónico, tal como reflejan los mapas de la figura 4.

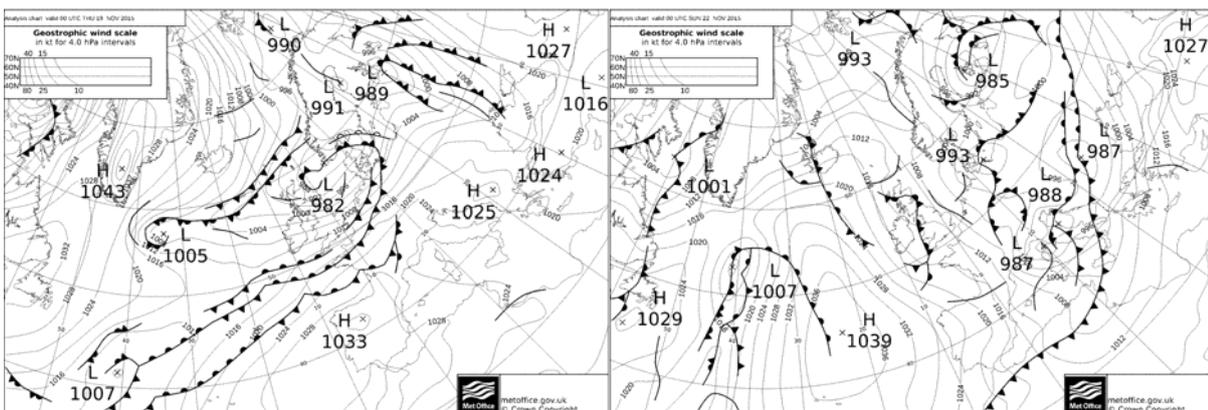


Figura 4: Condiciones sinópticas correspondientes a dos situaciones bien diferenciadas desde el punto de vista advectivo registradas durante el periodo de muestreo de la campaña F1.

Las series temporales de la figura 5 reflejan la articulación en tres periodos bien diferenciados: uno inicial con temperaturas muy moderadas, vientos flojos y ciclos de brisa, bajo el dominio de las altas presiones atlánticas, que da lugar a la irrupción de vientos muy intensos del oeste



a medida que el núcleo anticiclónico adopta una disposición meridional, dejando a la Península dentro de su intensa circulación de componente septentrional, que van rolando progresivamente de oeste a norte y que desembocan en una caída de temperaturas, que se mantiene hasta que progresivamente va amainando la intensidad del viento, recuperándose de nuevo progresivamente la presencia anticiclónica. El resumen de la rosa de vientos para el periodo de exposición de los captadores muestra el carácter advectivo del periodo, dominando las componentes del cuarto cuadrante, en los rangos de velocidades altas precisamente.

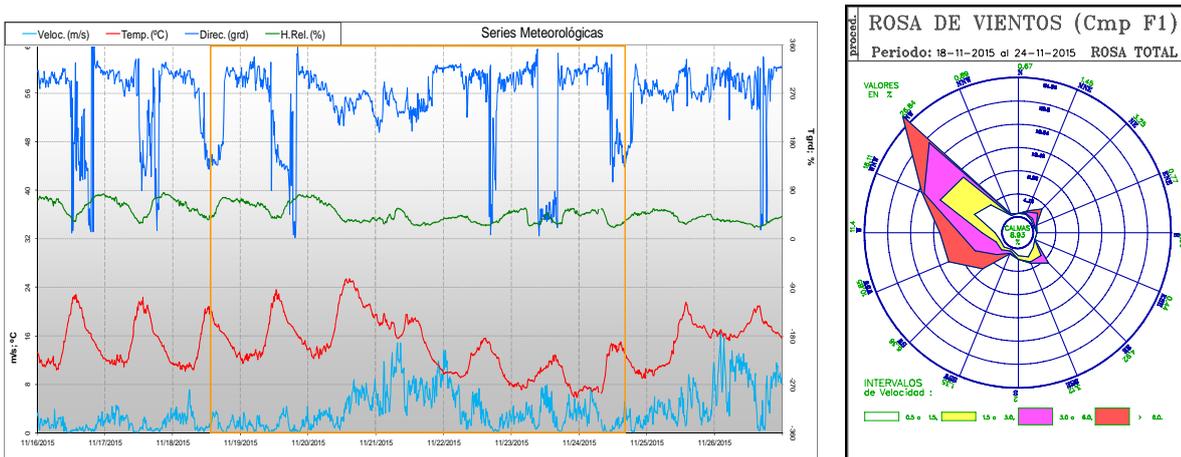


Figura 5: Series meteorológicas durante la campaña F1 de medidas y rosa de viento correspondiente al periodo de exposición de los captadores pasivos (intervalo recuadrado en la gráfica izquierda).

El correspondiente reflejo sobre el campo de concentraciones de dióxido de nitrógeno, tal y como lo muestran las mediciones con los dosímetros pasivos, se presenta en las cuatro gráficas de las figuras 6 y 7 adjuntas (siguen el mismo formato de informes anteriores con el objetivo de poder compararse, confeccionadas sobre los mismos fondos y con las mismas escalas).

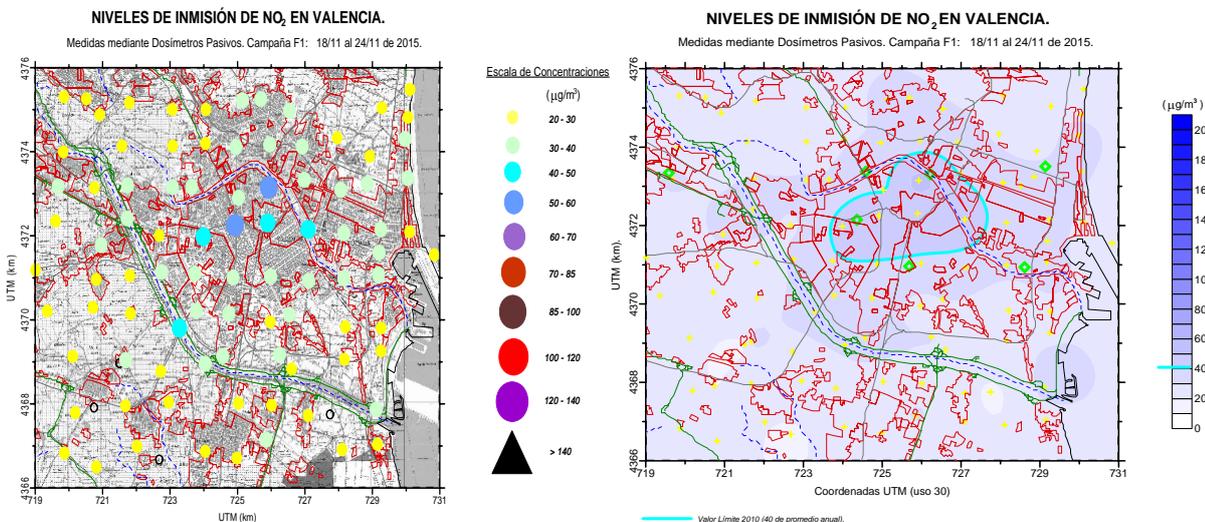


Figura 6: Concentraciones de NO₂ obtenidas durante la campaña F1 en el entorno de la ciudad de Valencia, para la red regular (en los nodos de medida -mapa de la izquierda- e interpoladas sobre todo el dominio espacial -derecha-).

El carácter advectivo se manifiesta e la disminución general de los niveles, circunscribiéndose los valores elevados (potencialmente por encima del umbral de protección a la salud) al núcleo central del casco antiguo, en este caso sensiblemente más reducido que el histórico disponible (ver figuras anexo), si bien formalmente la distribución presenta los mismos rasgos cualitativos que en el general de los muestreos.

El mismo comportamiento se observa en la red periférica, donde se mantiene una diferencia porcentual similar a la de todas las campañas.

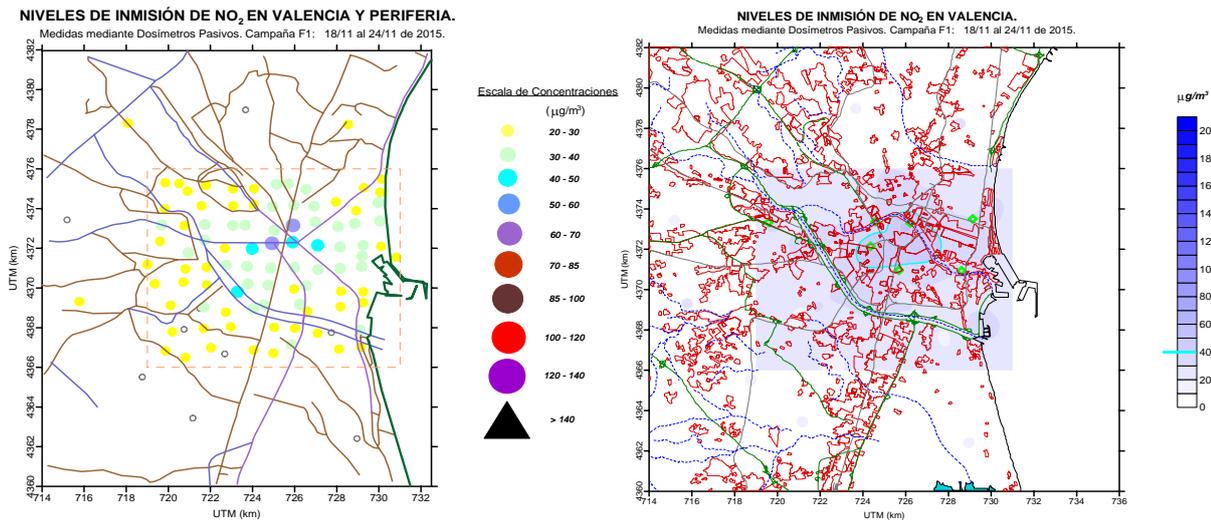


Figura 7: Concentraciones de NO₂ obtenidas durante la campaña F1 en la que se integran la red regular y la periférica (similar a las gráficas de la figura 6 en su formato).

Este hecho se aprecia bien en la gráfica de la figura 8, en donde se han dispuesto sucesivamente los valores promedio (para el banco de datos disponible hasta la fecha) de las concentraciones en cada uno de los nodos de la red (regular y periférica), en comparación con las medidas registradas en la campaña actual.

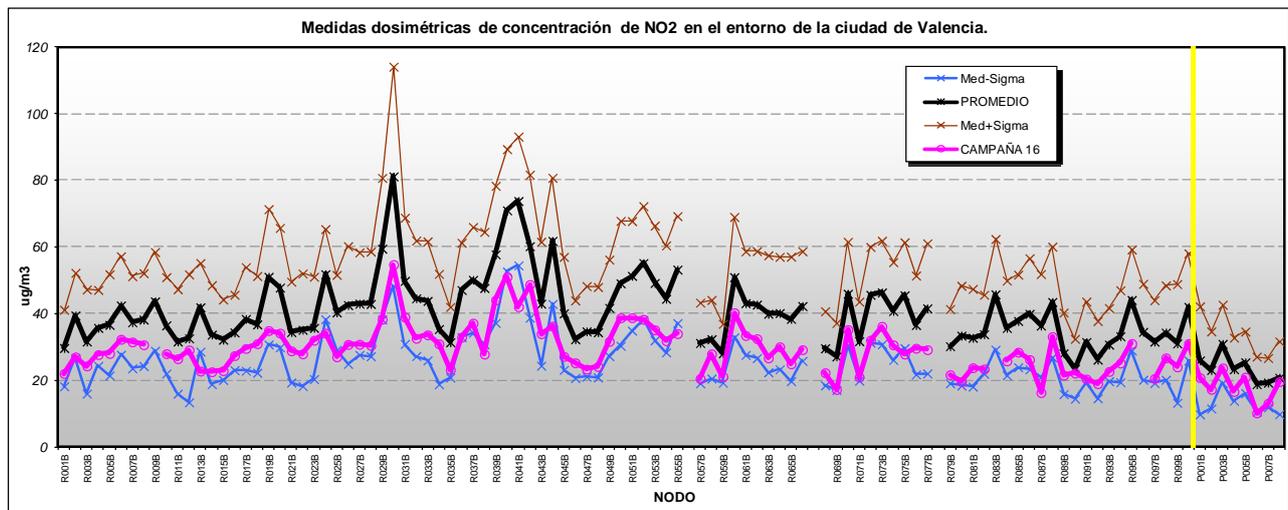


Figura 8: Niveles de concentración de NO₂ para los puntos de medida de la red dosimétrica obtenidos durante la campaña F1 (línea magenta) frente a los promedios históricos disponibles para los mismos emplazamientos (se muestra el valor medio –línea negra- con un margen de una sigma por ambos lados).

Como puede comprobarse de nuevo, se mantiene la forma relativa de las curvas, con las mismas diferencias relativas, de manera que los emplazamientos más afectados los son siempre, al igual que los más limpios, con independencia de que para cada periodo los niveles medios resulten más o menos elevados, en función aquí de las condiciones ambientales, como se ha podido constatar en los sucesivos muestreos. El efecto de los vientos intensos a los que se ha hecho referencia en los párrafos anteriores muestra cómo la curva de la campaña actual se distribuye paralelamente a la del valor medio, exactamente con la misma forma (sin intersecarla en ningún momento)

En lo que se refiere a la localización de las diferencias, la gráfica de distribución espacial de las anomalías (figura 9) muestran una reducción sensible en todo el campo espacial, de manera que todo el dominio se sitúa por debajo de los valores (supuestamente) normales (no se llega a representar la línea magenta, correspondiente al área sin cambios). Como norma general, las reducciones también son mayores en valor absoluto en la zona central habitualmente más contaminada, en torno al casco del núcleo antiguo de la ciudad, en coherencia con lo ya comentado.

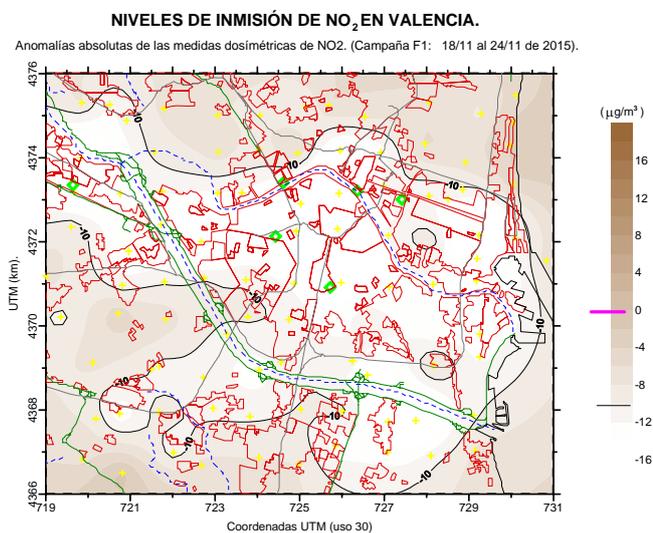


Figura 9: Representación de la distribución espacial de las anomalías absolutas de las concentraciones de NO₂ obtenidas durante la campaña F1 (respecto al total de los valores promedio históricos para la malla regular de la red de muestreo).

La comparación como en otras ocasiones con las cabinas, tabla 2, muestra en este caso una infravaloración notable de los valores promediados, del 33% para los pasivos frente a los equipos automáticos, en un comportamiento que viene a ser habitual, aunque algo más pronunciado en esta campaña. También en este caso que el máximo valor registrado en las cabinas no discrepa mucho de la máxima concentración medida por los captadores pasivos.

Tabla 2: Resumen de las concentraciones de NO₂ registradas en la RVVCCA durante el muestreo 'F1'.

Cabinas de la RVVCCA	NO ₂ (µg/m ³)		NO ₂ (µg/m ³)
València - Vivers	32.9		
València - Pista de Silla	44.5		
València - Politècnic	49.3	Promedio Cabinas	40.4
Quart de Poblet	35.2	Prm. Cabinas Regular *	44.4
València - Avda. Francia	49.8	Dosímetros red regular	29.6
Burjassot - Facultats *	35.5	Dosim. red periférica	17.8
Paterna - CEAM *	17.4	% Dosim/Cabinas	67.
València - Molí del Sol	58.8		
València - Bulevard Sud	40.4		

(las estaciones con un [*] no se incluyen en el promedio "Cabinas Regular")



De nuevo cabe resaltar que resulta difícil la intención de comparar directamente los resultados de las mediciones de la red de cabinas automáticas con las de la red de muestreadores pasivos (comparten un espacio físico los 97 captadores con 7 de las estaciones) ya que no representan la misma realidad del entorno urbano, con una compleja estructura, para cuya adecuada representación resultan insuficiente el despliegue limitado de las redes convencionales.

CONCLUSIONES.

Se muestran en el presente documento los resultados de la última campaña de medidas de dióxido de nitrógeno mediante captadores pasivos en el entorno de la ciudad de Valencia, encuadradas en una metodología que la Fundación CEAM ha venido utilizando en este contexto, y completan con las incorporaciones actuales una serie que alcanza ya los dieciséis muestreos.

Las medidas persiguen obtener, en una primera fase, información experimental sobre el campo de concentraciones de NO₂ en el marco urbano, que dada su naturaleza extremadamente compleja no se resuelve suficientemente con las medidas habituales procedentes de la red automática de vigilancia. Medidas estas que, por otro lado, sí registran en algunos emplazamientos recurrentemente una situación de superación, o muy próxima a ella, de este contaminante de los umbrales normativos de protección de la salud, lo que obligaría a diseñar y poner en ejecución planes de actuación a fin de reconducir los niveles a valores legalmente aceptables. La íntima interrelación entre las concentraciones ambiente, las fuentes de emisión (principalmente el tráfico rodado) y las condiciones meteorológicas, requiere un diagnóstico con suficiente detalle previo a la confección de cualquier plan de mejora, necesariamente costoso, dada la complicada relación entre causas y efectos.

Dada la disponibilidad de una colección creciente de experiencias, se confeccionaron los mapas de "anomalías" ya introducidos en informes anteriores, con objeto de poner de manifiesto influencias locales y puntuales sobre los muestreos. Solo se incorpora uno de ellos, aunque se ha trabajado sobre diferentes versiones.

Los resultados de los muestreos de NO₂ se insertan claramente en las series anteriores, algunos de cuyos rasgos generales aparecen ya bosquejados a pesar de carecerse aún de una colección suficientemente representativa. Cabe repetir que en general las medidas parecen sugerir la existencia de un patrón de distribución espacial urbano de las concentraciones con fuertes gradientes, que cualitativamente se mantiene entre las diferentes campañas, pero cuyo nivel medio está sometido a las particulares condiciones meteorológicas (efecto de la dispersión) que hace que este promedio pueda variar sustancialmente entre diferentes campañas, apareciendo una definida oscilación estacional (con claros mínimos estivales). El tráfico, prácticamente único foco de emisión en una urbe como Valencia (habría que distinguir el tráfico industrial inherente a la actividad portuaria, así como el impacto de los buques con atraque en los diques próximos a la ciudad) contribuiría también a modular estos resultados, con su potencial variación en los últimos años (con fuerte impacto debido a la crisis general).

Coyunturalmente la presente campaña se realizó en un contexto invernal fuertemente advectivo, lo que parece haber predominado en la obtención de niveles de concentración sensiblemente inferiores a la media



En lo que se refiere a la perspectiva de este tipo de trabajos, cabría repetir aquí alguna de las consideraciones ya expresadas en el anterior informe: la valoración de las medidas realizadas hasta el momento sobre la caracterización de la contaminación urbana por dióxido de nitrógeno, en la línea de los trabajos expuestos, precisaría algunos aspectos en los que avanzar:

- continuar con un programa de medidas sistemáticas en el entorno urbano, con una alta resolución espacial (como las expuestas), de manera que se vaya disponiendo de un banco de datos experimental con una representatividad temporal suficiente (tendiendo hacia la climática);
- incluir en el análisis de las inmisiones aquellos parámetros que resultan condicionantes (tráfico, como principal foco de emisiones, y estructura urbana, como modelador de la dispersión de aquellas), con objeto de ir describiendo relaciones causa efecto;
- establecer una relación con los inventarios de emisiones (obtenidos a partir de otra información) como vía de confirmar/acotar/retroalimentar aquellos.



ANEXO I. COMPILACIÓN GRÁFICA DE LAS CAMPAÑAS DOSIMÉTRICAS.

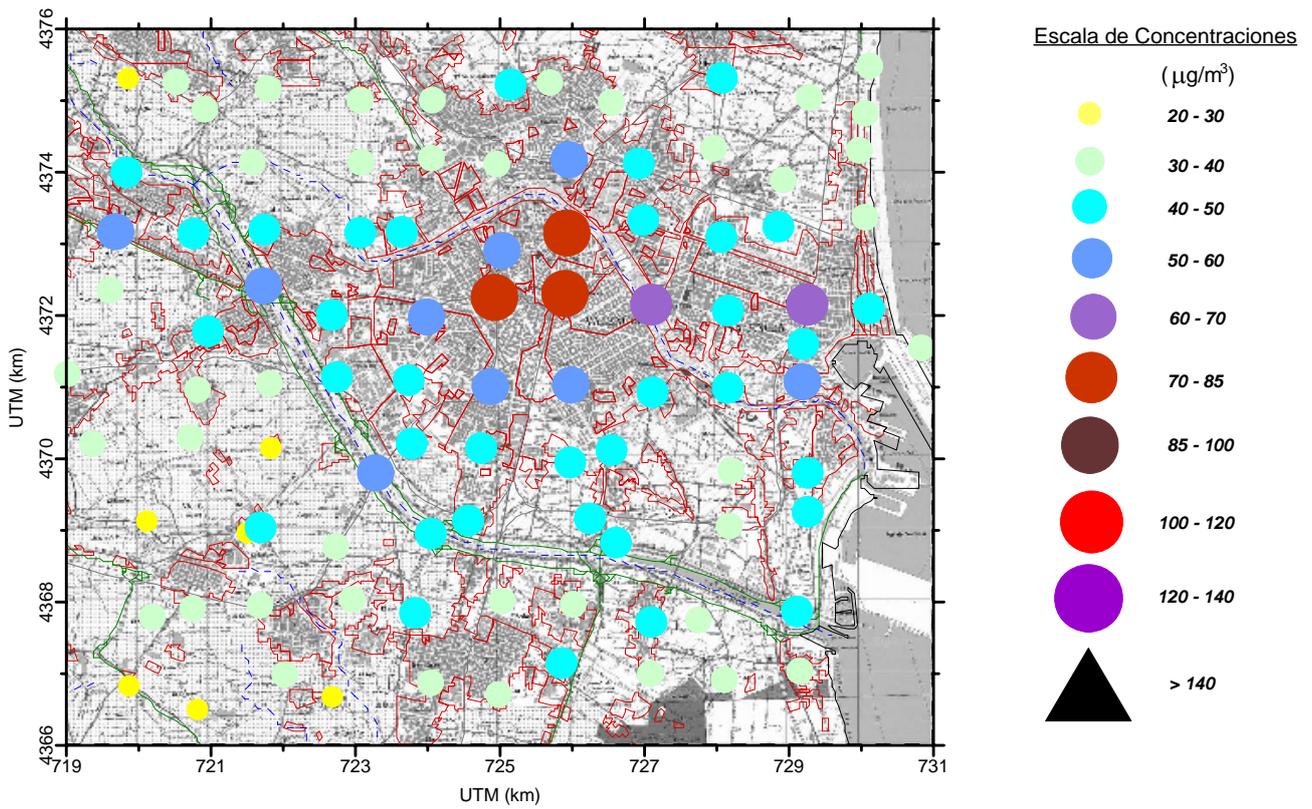
Se incluyen en lo que sigue los mapas y figuras correspondientes a los valores medios integrados de todos los muestreos con captadores pasivos de dióxido de nitrógeno disponibles hasta el momento, y que proporcionarían el contexto normal de la distribución de este contaminante en el entorno de la ciudad de Valencia.

Adicionalmente se incluyen dos mapas correspondientes a los niveles máximos absolutos para cada nodo. Se trata de una composición ficticia en tanto que se ha elegido para cada emplazamiento el mayor valor de concentración disponible en toda la base de datos, por lo que no responde a una situación real (se trata de valores medidos de manera no simultánea), pero que pueden proporcionar una imagen complementaria del campo de inmisiones en la ciudad.



NIVELES DE INMISIÓN DE NO₂ EN VALENCIA.

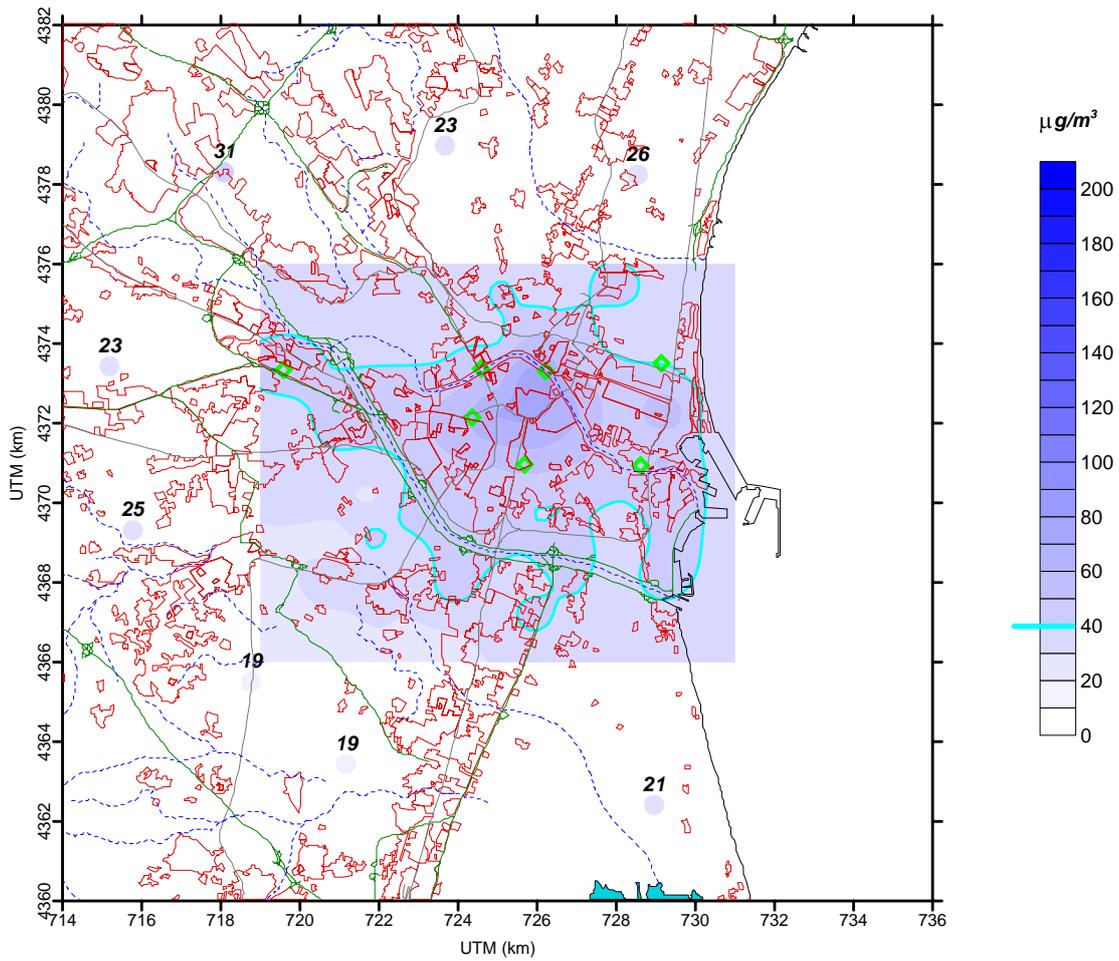
Medidas mediante Dosímetros Pasivos. Concentraciones PROMEDIO.





NIVELES DE INMISIÓN DE NO₂ EN VALENCIA.

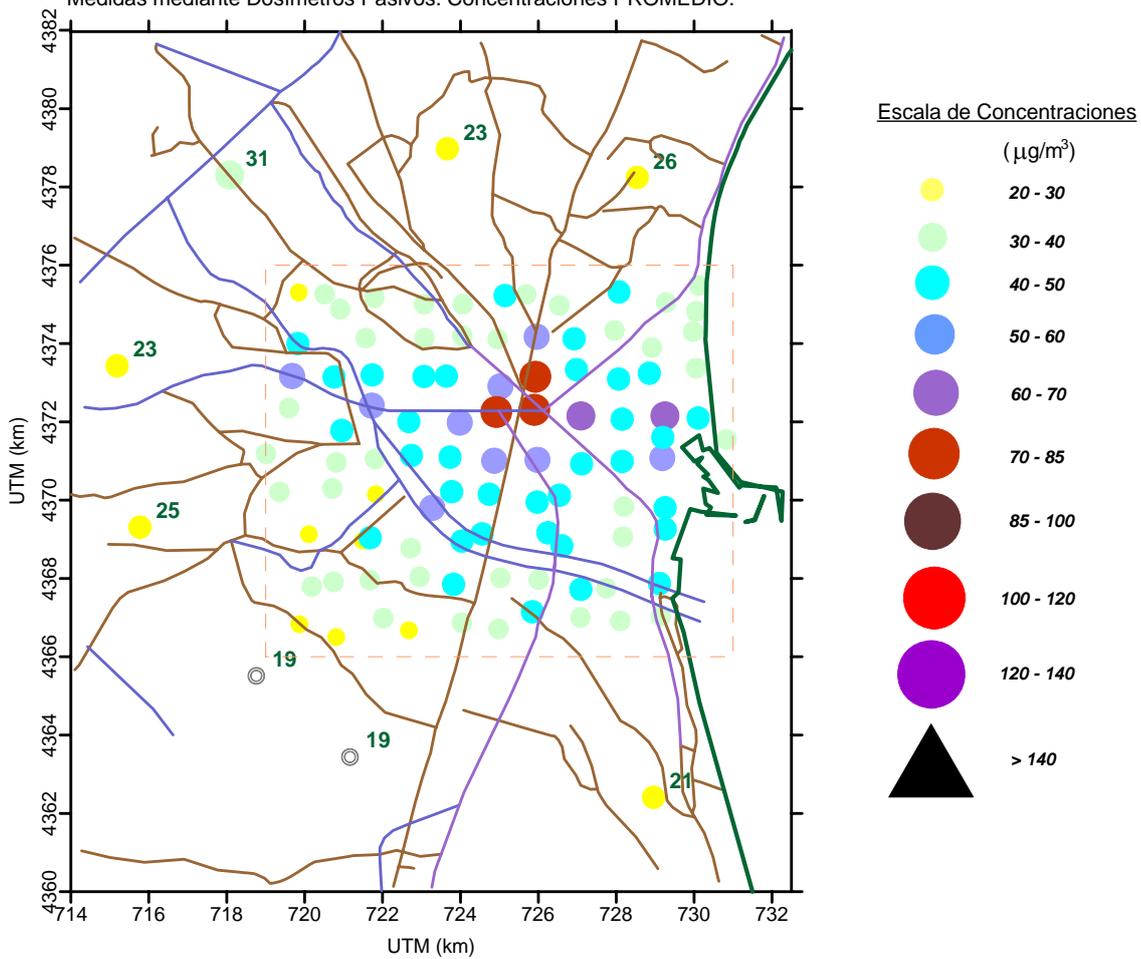
Medidas mediante Dosímetros Pasivos. Concentraciones PROMEDIO.





NIVELES DE INMISIÓN DE NO₂ EN VALENCIA Y PERIFERIA.

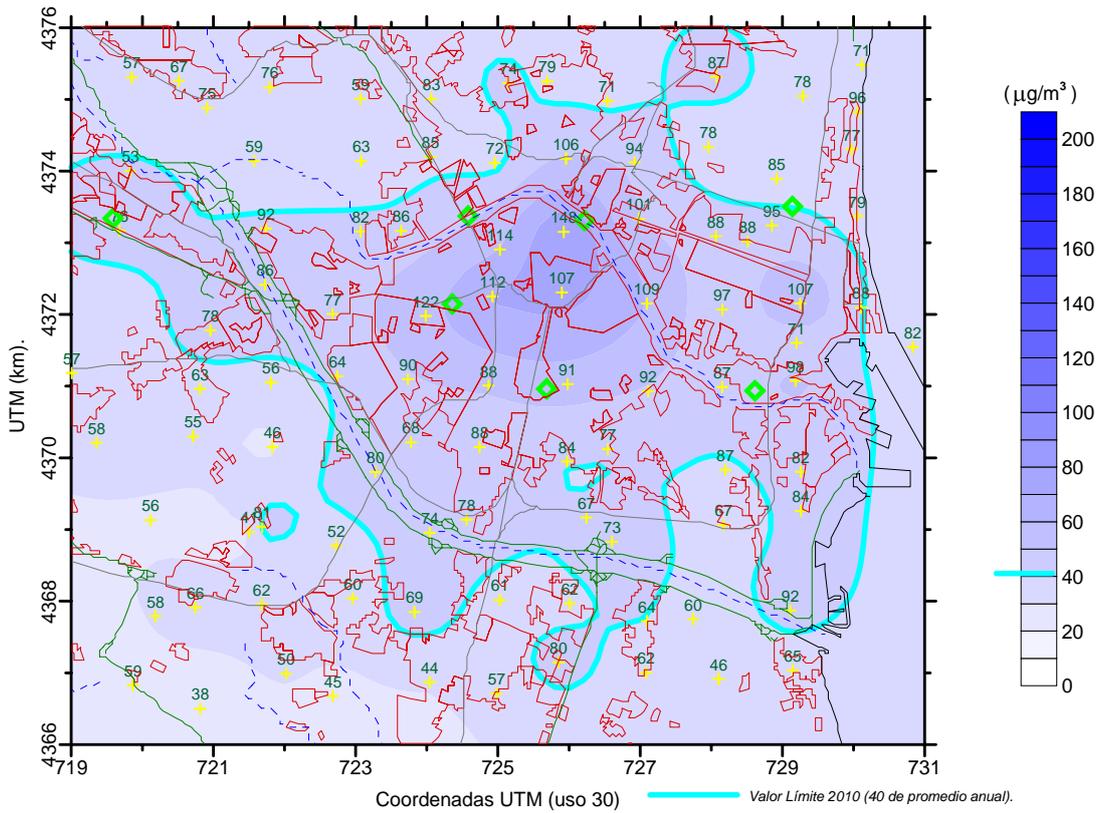
Medidas mediante Dosímetros Pasivos. Concentraciones PROMEDIO.

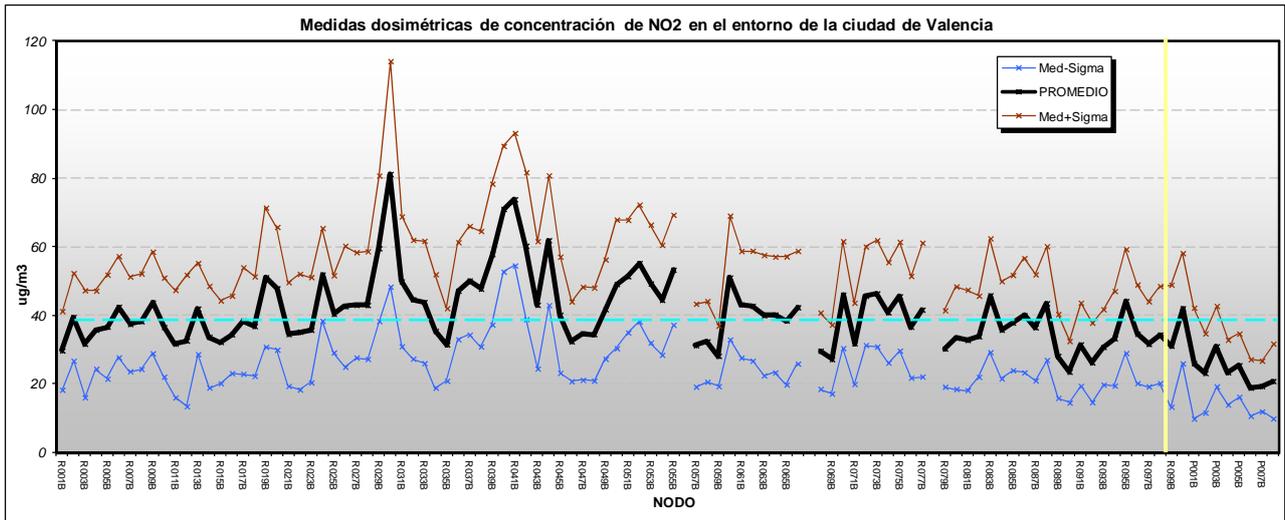




NIVELES DE INMISIÓN DE NO₂ EN VALENCIA.

Medidas mediante Dosímetros Pasivos. Concentraciones PROMEDIO.

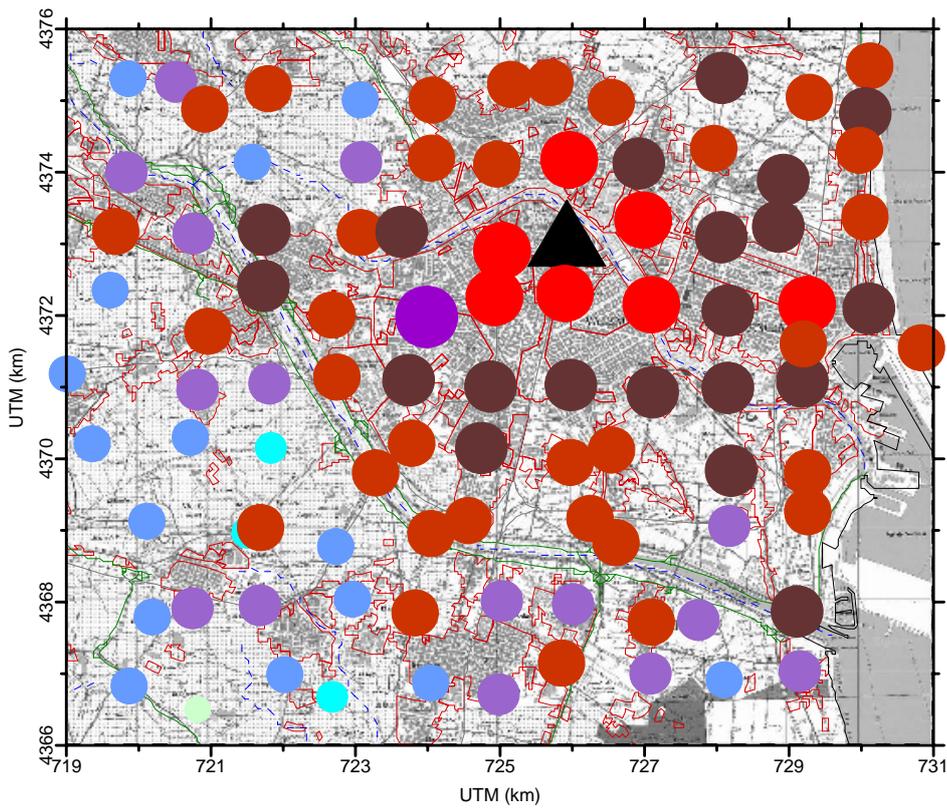






NIVELES DE INMISIÓN DE NO₂ EN VALENCIA.

Medidas mediante Dosímetros Pasivos. Concentraciones MÁXIMAS ABSOLUTAS.



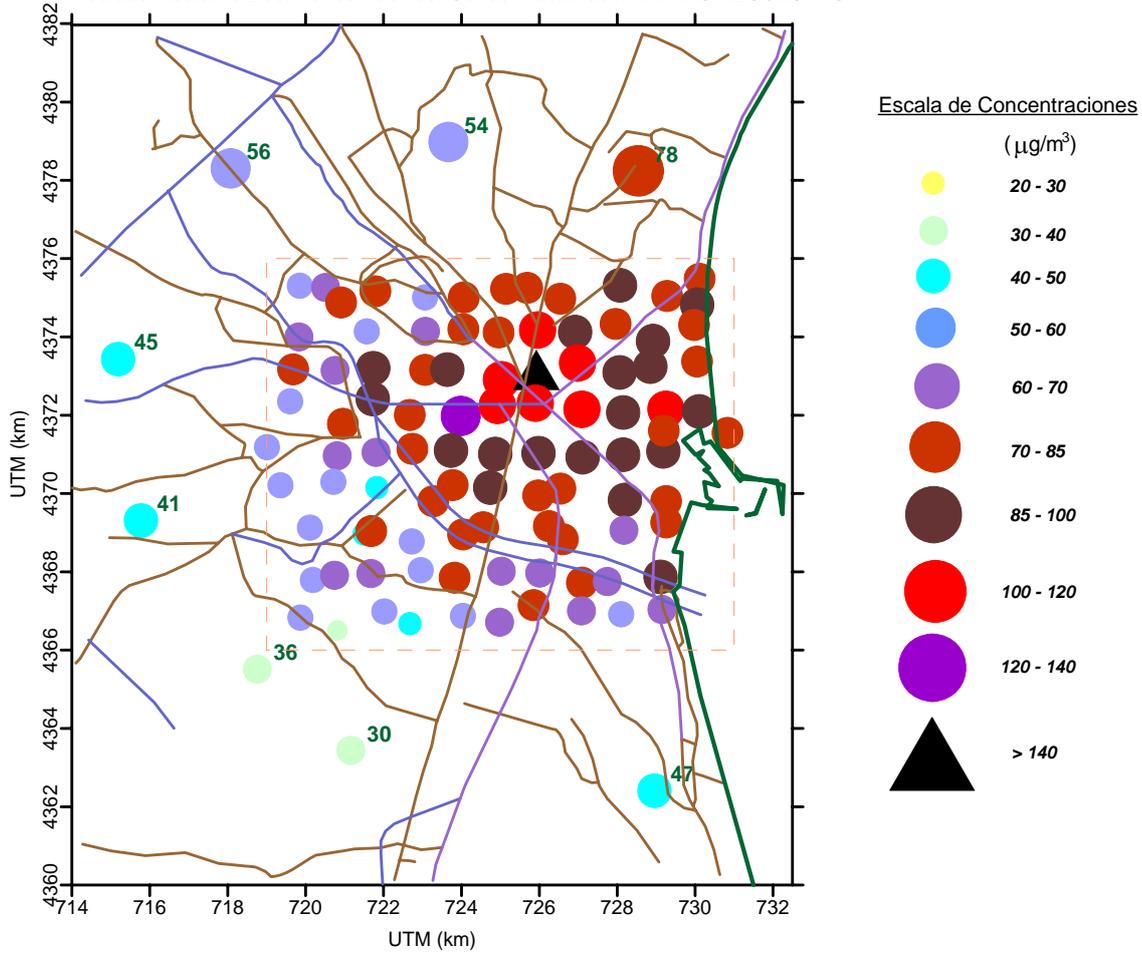
Escala de Concentraciones





NIVELES DE INMISIÓN DE NO₂ EN VALENCIA Y PERIFERIA.

Medidas mediante Dosímetros Pasivos. Concentraciones MÁXIMAS ABSOLUTAS.





FUNDACIÓN CENTRO DE
ESTUDIOS AMBIENTALES DEL
MEDITERRÁNEO

EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA POR DIÓXIDO DE NITRÓGENO
EN EL ENTORNO DEL NÚCLEO METROPOLITANO DE LA CIUDAD DE VALENCIA.
MEDIDAS EXPERIMENTALES CON CAPTADORES PASIVOS (Campaña 18-24/11/15).
01/12/2015 *Versión 0.*
