

Juana M. Delgado-Saborit (1,2), M. Angeles Querol-Balaguer (2), Vicente Esteve-Cano (2) & Markus Hangartner (4)
(1) EnviroQual, (2) Division of Environmental Health and Risk Management, University of Birmingham (UK)
(3) Departamento Química Inorgánica y Orgánica, Universitat Jaume I, Castellón
(4) Passam AG

INTRODUCCION

La Directiva 96/62/CE y Directiva 99/30/CE establecen cuatro regimenes diferentes de medida en zonas y aglomeraciones en función de la calidad del aire ambiente en cada zona:

- El régimen Tipo 1 se establece para aquellas zonas y aglomeraciones que superen el Umbral de Evaluación Superior estipulado en la legislación en el Anexo V de la Directiva 99/30/CE. Este Umbral de Evaluación Superior es el 60% del Valor Límite en el caso del SO₂ y el 80% del valor anual límite para el caso del NO₂. En este régimen se requieren medidas en continuo de ambos contaminantes.
- El régimen Tipo 2 se establece en aquellas zonas y aglomeraciones cuyos valores de calidad del aire ambiente se encuentren entre el Umbral de Evaluación Superior e Inferior. El Umbral de Evaluación Inferior definido en el Anexo V de la Directiva 99/30/CE es el 40% del Valor Límite en el caso del SO₂ y el 65% del Valor Límite anual para el caso del NO₂. Este régimen requiere una combinación de medidas en continuo de ambos contaminantes suplementada con modelización.
- El régimen Tipo 3 se establece en aquellas aglomeraciones cuyos valores de calidad del aire ambiente se encuentren por debajo Umbral de Evaluación Inferior. Este régimen requiere que en las aglomeraciones exista al menos una medida en continuo combinada con modelización, estimaciones objetivas o medidas indicativas.
- El régimen Tipo 4 se establece en aquellas zonas cuyos valores de calidad del aire ambiente se encuentren por debajo Umbral de Evaluación Inferior. Este régimen requiere medidas de la contaminación mediante modelización, estimaciones objetivas o medidas indicativas.

En los casos del Régimen Tipo 3 y 4 se pueden utilizar los captadores pasivos como técnica de medición de contaminantes.

OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo es estudiar mediante captadores pasivos la concentración de NO₂ y SO₂ en un área de estudio donde es de aplicación el Régimen Tipo 4 determinado en la Directiva 96/62/CE y Directiva 99/30/CE

DISEÑO EXPERIMENTAL

Periodos y frecuencia. La campaña de medida se realizó en el verano de 2005, desde el 14 de Julio al 3 de Septiembre. La campaña de medida se dividió en periodos de muestreo quincenales.

Puntos de muestreo. Nueve puntos de muestreo se seleccionaron para cubrir un área de interés de 6000 km². Las muestras se colocaron junto a estaciones de medida propiedad de la Red de Vigilancia de la Calidad del Aire de la Conselleria de Territori i Habitatge de la Generalitat Valenciana donde se realizan medidas en continuo de dióxido de azufre y nitrógeno. La Figura 1 muestra la distribución de los puntos de muestreo en el área de estudio.



Figura 1. Distribución puntos de muestreo

CAPTADOR PASIVO

Las medidas de los niveles de dióxido de nitrógeno y azufre se han realizado con captadores pasivos PASSAM.

NO₂



Figura 2. Captador pasivo NO₂

El captador pasivo Passam para medida de dióxido de nitrógeno se basa en el principio de que el NO₂ en la atmósfera difunden a través del tubo captador para ser quimiadsorbido en un filtro impregnado de trietanolamina (TEA) que se encuentra en el interior del captador. El NO₂ se quimiadsorbe en la TEA como nitrito.

Las muestras se analizan en el laboratorio realizando una extracción del nitrito en medio acuoso mediante agitación. El nitrito extraído se analiza mediante cromatografía iónica.

Una vez determinada la concentración de nitrito en las muestras [M_{nitrito} (µg/ml)] se puede calcular la concentración de dióxido de nitrógeno en la atmósfera [C_{NO2} (µg/m³)], conociendo el volumen de extracción [V_{extracción} (ml)], el tiempo muestreado [t (min)] y el coeficiente de captación [S_{efectivo} (cm³/min)] para cada punto de muestreo según muestra la siguiente ecuación:

$$C_{NO2} = \frac{M_{nitrito} \cdot V_{extracción}}{S_{efectivo} \cdot t} \cdot 10^6$$

SO₂



Figura 3. Captador pasivo SO₂

El captador pasivo Passam para medida de dióxido de sulfato se basa en el principio de que el SO₂ en la atmósfera difunden a través del captador pasivo para ser quimiadsorbido en un filtro impregnado de carbonato potásico y glicerina que se encuentra en el interior del captador. El SO₂ se quimiadsorbe como sulfato.

Las muestras se analizan en el laboratorio realizando una extracción del sulfato en medio acuoso mediante agitación. El sulfato extraído se analiza mediante cromatografía iónica.

Una vez determinada la concentración de sulfato en las muestras [M_{sulfato} (µg/ml)] se puede calcular la concentración de dióxido de azufre en la atmósfera [C_{SO2} (µg/m³)], conociendo el volumen de extracción [V_{extracción} (ml)], el tiempo muestreado [t (min)] y el coeficiente de captación [S_{efectivo} (cm³/min)] para cada punto de muestreo según muestra la siguiente ecuación:

$$C_{SO2} = \frac{M_{sulfato} \cdot V_{extracción}}{S_{efectivo} \cdot t} \cdot 10^6$$

RESULTADOS NO₂

En la Figura 4 se presentan los mapas de iso-concentración de dióxido de nitrógeno obtenidos mediante captadores pasivos en el área de los alrededores de La Plana de Castellón donde es de aplicación el Régimen 4 establecido por dichas Directivas.

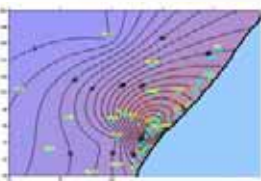


Figura 4a. 2005 – Mapa NO₂ captador pasivo

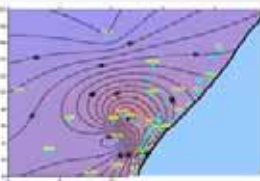


Figura 4b. 2005 – Mapa NO₂ analizador automático

Observando las Figuras 4a y 4b, se aprecia que en ambos casos se identifica claramente un área donde se registran mayores concentraciones de dióxido de nitrógeno. Este área se corresponde con el eje que forma el polígono industrial "El Serrallo" (donde estaba localizada la central eléctrica, la refinería de petróleo y la industria petroquímica) junto con la zona de Castellón capital y mas hacia el interior la zona industrial cerámica correspondiente a L'Alcora.

La concentración de dióxido de nitrógeno registrada en esta zona oscila en el intervalo de 24-34 µg/m³ en ambos mapas. En la zona interior del área de estudio se registran en ambos casos niveles inferiores a 15 µg/m³, llegando incluso a ser inferiores a 5 µg/m³ en áreas mas alejadas de los focos precursores en el interior de la provincia de Castellón.

El nivel promedio de dióxido de nitrógeno medido en la zona interior del área de estudio se encuentra en el intervalo de 5-15 µg/m³. Estos valores están en consonancia con los valores de fondo europeos, los cuales se encuentran en el intervalo 0.4-9.4 µg/m³. El nivel promedio de dióxido de nitrógeno medido en la zona urbana e industrial del área de estudio se encuentra en el intervalo de 24-34 µg/m³. Estos valores están en consonancia con los valores registrados en zonas urbanas europeas, los cuales se encuentran en el intervalo 20-90 µg/m³

RESULTADOS SO₂

En la Figura 5 se presentan los mapas de iso-concentración de dióxido de azufre obtenidos mediante captadores pasivos en el área de los alrededores de La Plana de Castellón donde es de aplicación el Régimen 4 establecido por dichas Directivas.

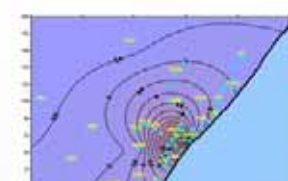


Figura 5a. 2005 – Mapa SO₂ captador pasivo

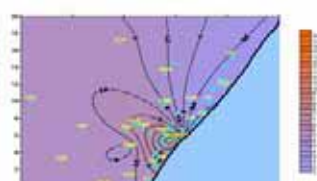


Figura 5b. 2005 – Mapa SO₂ analizador automático

Observando las figuras 5a y 5b, se aprecia que en ambos casos se identifica un área donde se registran mayores concentraciones de dióxido de azufre. Esta área, al igual que ocurría con el dióxido de nitrógeno, se corresponde con el eje que forma el polígono industrial "El Serrallo", Castellón capital y la zona industrial cerámica correspondiente a L'Alcora.

La concentración de dióxido de azufre registrada en esta zona oscila en el intervalo de 3.5-10 µg/m³ en el caso del mapa dibujado a partir de los datos recogidos con el captador pasivo. En el caso del mapa dibujado a partir de los datos de los analizadores automáticos, el intervalo de concentraciones registradas en el foco caliente es de 5.5-10 µg/m³.

En la zona interior del área de estudio se registran en ambos casos los niveles más bajos. En el mapa dibujado con los datos del captador pasivo, estos niveles son inferiores a 3 µg/m³. En el caso del mapa dibujado con los datos de los analizadores en continuo, se observan que las zonas interiores registran unos niveles inferiores a 5 µg/m³.

Como conclusión, el nivel promedio de dióxido de azufre medido en el área de estudio se encuentra en el intervalo de 3-10 µg/m³. Estos valores son mucho mas reducidos que los valores típicos en Europa Occidental y Norte América, los cuales se encuentran en el intervalo 20-60 µg/m³

AGRADECIMIENTOS

Los autores están agradecidos a Don Carlos Felis de la Conselleria de Territori i Habitatge de la Generalitat Valenciana por facilitar los datos necesarios de la Red de Vigilancia de la Calidad del Aire de la Conselleria de Territori i Habitatge de la Generalitat Valenciana. Los autores agradecen al Ministerio de Ciencia y Tecnología la concesión del proyecto ODOPAS. La Dra. Juana Maria Delgado Saborit está agradecida a la Generalitat Valenciana por la concesión de la beca FPI Modalidad A. Doña Maria Angeles Querol Balaguer agradece a la Conselleria de Cultura, Educació i Ciència de la Generalitat Valenciana la ayuda realizada mediante el proyecto GV00-2-137 y la beca FPI00-02-328.