

OPTIMIZACIÓN DE REDES, CAMPAÑAS EXPERIMENTALES E INTERPRETACIÓN DE DATOS

V SEMINARIO DE CALIDAD DEL AIRE EN ESPAÑA

Santander, 16, 17 y 18 de Octubre de 2006

Introducción

Debido a las peculiaridades orográficas y meteorológicas la dinámica de contaminantes en España, y en general en el sur de Europa, no responde exactamente a los mismos patrones espacio-temporales que en el centro o el norte del continente. Por otro lado, la implementación de las directivas para la evaluación y gestión de la calidad del aire (la 96/62/CE y sus derivadas para distintos contaminantes), y en particular de las herramientas de evaluación allí contempladas: redes automáticas, modelización numérica, campañas experimentales, etc., ha de servir para el control del cumplimiento legal, siguiendo los criterios allí establecidos, y a la vez también ha de permitir avanzar en el conocimiento de la situación de la calidad del aire, y del grado de exposición de la población y la vegetación. De esta manera, en caso necesario dichas peculiaridades podrán ser tenidas en cuenta en las sucesivas enmiendas o revisiones de la legislación a nivel comunitario. Por tanto, es importante aprovechar el margen que dejan las directivas para la adaptación de las estrategias y herramientas de evaluación, en aras de posibilitar dicho avance en el conocimiento, y la consecuente mejora en la evaluación de la calidad del aire en España.

En particular, el tener en cuenta esta posibilidad en el diseño del **mapa de zonas** y en la **distribución de estaciones** de las redes automáticas será decisivo en este sentido, y además puede traducirse en unos resultados de la evaluación más ajustados al patrón espacial de las concentraciones de contaminantes en España.

En este documento se recomiendan unos criterios de zonificación y optimización de redes **automáticas** basados en la identificación de cuencas aéreas (entendida como área geográfica definida por la orografía en la cual los niveles de contaminantes están influidos fundamentalmente por las mismas fuentes, y por los mismos procesos de transporte de la masa aérea desde dichas fuentes), dentro de las cuales se debe procurar separar zonas de **calidad del aire equivalente**. De esta forma la medida en **emplazamientos representativos** dentro de estas zonas proporciona un conocimiento real de la situación de la calidad del aire en todo el territorio.

En este contexto se entiende que la calidad del aire en dos puntos es equivalente cuando sus niveles de concentración sitúan a ambos puntos en el mismo intervalo dentro de los que definen los parámetros de calidad establecidos en la legislación. Esto es, por debajo o por encima de los valores límite y valores objetivo en la base de tiempo anual que corresponde a cada evaluación.

Una de las cuestiones que subyace en este criterio de zonificación es la situación de **contaminación a escala regional en el sur de Europa** relacionada con el **ozono**, evidenciada por las redes automáticas de vigilancia año tras año, y recogida en los subsiguientes informes técnicos anuales de la Agencia Europea del Medio Ambiente (EEA). Esta diferenciación en los

niveles de ozono, y en las causas que los producen, ha sido también reconocida por la propia Comisión Europea en su decisión 2004/279/CE, relativa a las directrices de aplicación de la directiva de ozono, en base a la evidencia científica obtenida en los proyectos europeos liderados desde España MECAPIP, RECAPMA y SECAP. Por tanto en España, más que en el centro y norte de Europa, hemos de tener especial esmero a la hora de delimitar las zonas, intentando acotar en la medida de lo posible las áreas de niveles elevados para evitar que, a causa de la obligación de medir en los puntos de mayores concentraciones dentro de cada zona, la evaluación se traduzca cada año en un mapa con la mayoría de las zonas por encima del valor objetivo.

Por otro lado, independientemente del mapa de zonificación, los gestores de la calidad del aire han de llegar a establecer las relaciones causa-efecto que determinan las concentraciones de contaminantes en el territorio de su competencia, sin las cuales es difícil planificar y ejecutar las medidas o planes adecuados (planes a corto y a largo plazo contemplados en la directiva 96/62/CE y derivadas) para progresar hacia los parámetros de calidad (valores límite y objetivo). Para ello es preciso identificar fuentes de emisión, cuencas aéreas, dentro de ellas las rutas de transporte habitual de las emisiones (que vienen determinadas por las peculiaridades meteorológicas y orográficas al principio aludidas), y finalmente, analizar el gradiente de las concentraciones a lo largo de estas rutas. En consecuencia, ya que es fundamental para el gestor de la calidad del aire un mínimo conocimiento de la dinámica de contaminantes en el territorio de su competencia, considerarlo de partida en el diseño de las zonas y en la distribución de los puntos de medida parece lo más razonable (aunque no lo más fácil).

En el Capítulo 1 se propone una **metodología** para la optimización de redes orientada a la optimización de la distribución de las estaciones (número y ubicación adecuadas), y la optimización del mapa de zonificación, que se fundamenta en los argumentos antes señalados.

Para todo ello las series de datos que proporcionan las redes de medida en continuo han de ser analizadas mediante el uso de herramientas y procedimientos que permitan la correcta **interpretación de los datos**. El Capítulo 2 recoge los aspectos más básicos que se deben tener en cuenta para ello. Además, en algunas zonas la caracterización de los patrones espacio-temporales de las concentraciones precisará recurrir a **campañas experimentales** en los periodos y puntos adecuados para completar el análisis de la calidad del aire (generalmente, aunque no siempre, a causa de deficiencias en la cobertura espacial de las propias redes automáticas). El Capítulo 3 trata sobre el uso de las unidades móviles y técnicas alternativas de medida como la dosimetría pasiva en campañas experimentales.

Por último, es importante subrayar que todas las recomendaciones dadas para la optimización de las herramientas de evaluación son inviables en la práctica si no se dispone además de **otros recursos técnicos y humanos especializados**. Esto implica entre otras cosas una dotación económica suficiente para la adquisición y mantenimiento de los equipos necesarios, y la consolidación de un número mínimo de técnicos con cierto grado de experiencia en las prácticas asociadas al manejo y el análisis e interpretación de datos con herramientas adecuadas. No obstante, la complejidad del fenómeno de la contaminación atmosférica, que abarca diferentes campos relacionados con la física y química de la atmósfera, requerirá en muchos casos del apoyo de especialistas en dichos campos. En esos casos es importante el papel que juegan centros de investigación de referencia en sus respectivos campos apoyando a los gestores de la calidad del aire. Sobre todos estos aspectos trata el capítulo 4.

1. OPTIMIZACIÓN DE REDES AUTOMÁTICAS DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE.

La calidad del aire en una región está determinada no solo por la distribución geográfica de las fuentes de emisión, sino también por **procesos físico-químicos** en la atmósfera que siguen pautas espaciales y temporales características. En estos procesos se superponen todas las escalas espacio-temporales, desde la escala local a la sinóptica pasando por la mesoescala, prevaleciendo unas sobre las otras en diferentes épocas del año y en diferentes puntos del territorio. Además ocurren en la dimensión horizontal, pero también en la vertical, con mecanismos como la creación de estratos en altura, y la fumigación y/o la recirculación de estos estratos sobre la superficie, que contribuyen de forma muy significativa en la evolución de las concentraciones. Por último la orografía condiciona enormemente los procesos de dispersión y transporte de contaminantes, especialmente en nuestras latitudes y con una configuración orográfica tan compleja como la nuestra.

La evaluación adecuada de la calidad del aire requiere disponer de **redes automáticas** que capturen la variabilidad espacio-temporal de las concentraciones en su área de implantación, con especial atención a las zonas de mayor probabilidad de superación de los valores legales de referencia, donde la medida en continuo es un requisito establecido en las directivas. Para ello es preciso el conocimiento previo de las circulaciones y procesos atmosféricos recurrentes que determinan, junto con las emisiones, los patrones espacio-temporales de las concentraciones.

1.1. Metodología para la optimización de Redes de Calidad del Aire.

La optimización de las redes de calidad del aire, orientadas originalmente a la vigilancia de los niveles de contaminantes en los entornos de grandes emisiones, **áreas urbanas e industriales**, ha de servir sobretodo para la mejora de su **cobertura espacial**, abarcando no solo estas áreas donde se concentran las emisiones y la población, sino también el **resto del territorio**, donde se detectan los mayores niveles de ozono, y donde los objetivos de protección a la salud humana y de protección a la vegetación son también de aplicación.

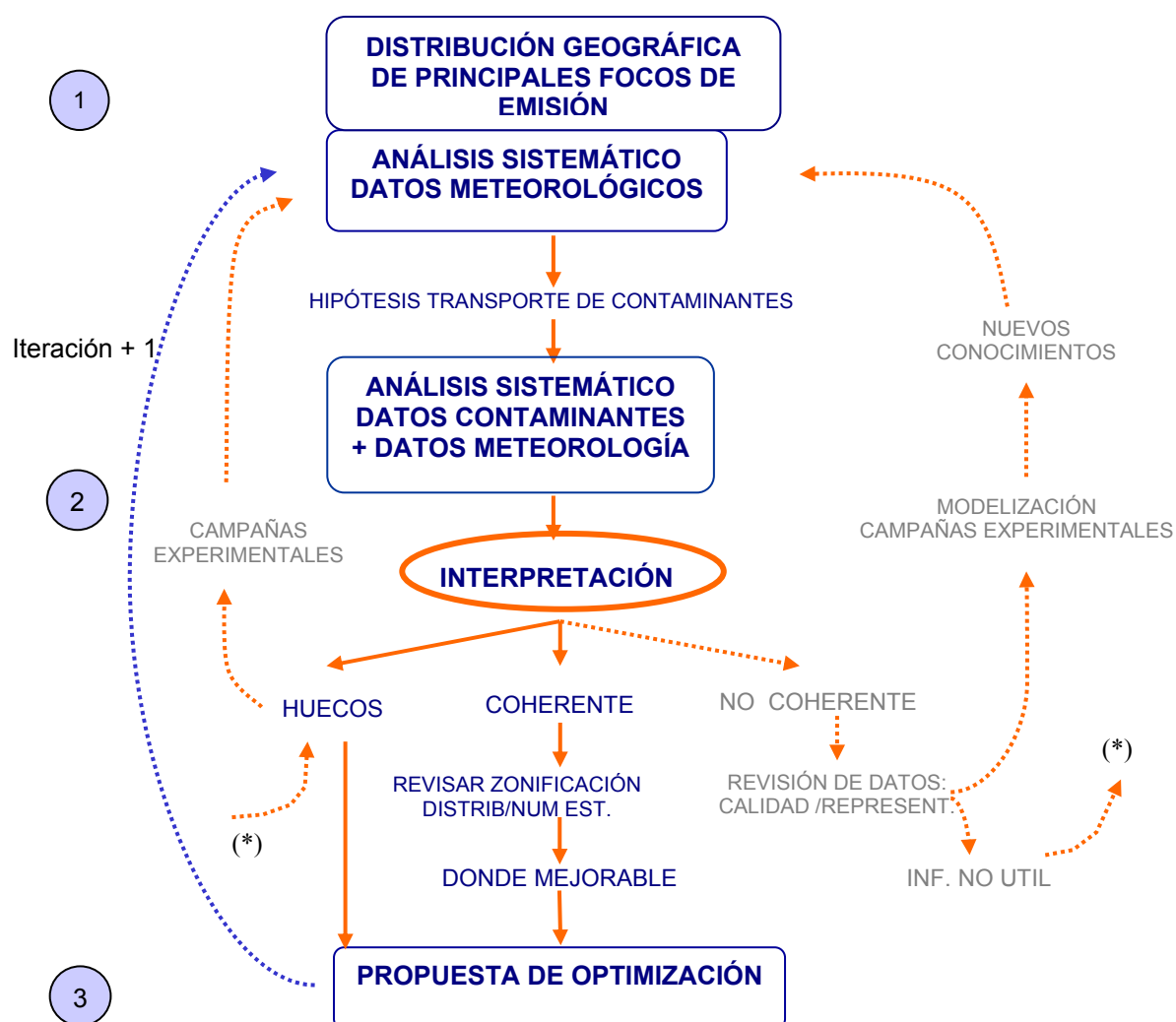
Por otro lado, uno de los criterios de evaluación establecidos en la legislación es el uso de la **zona** como unidad de gestión de la calidad del aire. La zonificación es un elemento clave en la vigilancia y el control de la contaminación porque condiciona la distribución de estaciones, y en general toda la gestión posterior de la calidad del aire. La zonificación actual, realizada de forma independiente por cada CCAA, se ha hecho sobre la base de la distribución de estaciones automáticas disponibles en 1999-2000 en cada comunidad (generalmente sin tener en cuenta los procesos naturales involucrados en la dispersión de los contaminantes, y la continuidad del transporte de la masa aérea contaminada, que a menudo traspasa las fronteras administrativas). En consecuencia en muchos casos el mapa de zonificación tiende a arrastrar en su diseño carencias que tienen su origen en una distribución poco óptima de las redes desde el punto de vista actual.



Mapa de zonificación de España (actualizado a 2004 con datos proporcionados por el MMA)

Teniendo en cuenta que partimos de una zonificación ya establecida, la metodología propuesta ha de servir para comprobar la correcta evaluación de todos los contaminantes en cada una de las zonas actuales, permitiendo identificar aquellos casos en los que el diseño de la zona no sea el adecuado a los criterios de evaluación (en la medida en que no presenta una calidad del aire equivalente en todo el área incluida), o no lo sea la distribución de estaciones.

El procedimiento se aplica en tres fases y en general requerirá de varias iteraciones. Entre una iteración y la siguiente es necesario que transcurra un tiempo mínimo, durante el cual la red proporcionará nuevos datos que permitirán ampliar el conocimiento de los patrones espacio-temporales de las concentraciones en la zona.



En esta fase se identificarán las principales fuentes de emisión que puedan afectar a la zona (no se precisa disponer del inventario de emisiones detallado), y se recopilarán todos los datos disponibles de torres meteorológicas en la zona a analizar y en zonas vecinas con las que pueda haber una continuidad en las circulaciones de viento más habituales.

El primer procesado de estos registros meteorológicos consiste en la generación de las **rosas de viento** separando las componentes estacionales, y la componente diurna de la nocturna en cada caso. Si la densidad de torres es suficiente el análisis de estas rosas permite estimar cual será la continuidad de los vientos, y dará información valiosa sobre las rutas de transporte habitual en la zona y su probable variación estacional. Posteriormente la superposición de la orografía a dichas rosas, y un mínimo conocimiento de los forzamientos orográficos que puedan influenciar dichas medidas, permitirá refinar estas hipótesis.

A continuación la distribución de las **fuentes de emisión** principales (dentro y fuera de la zona), que pueden aportar niveles de contaminantes a la zona, en relación con los campos de viento identificados en el análisis de las rosas de viento, permitirá elaborar las hipótesis en cuanto a las rutas de transporte habitual de estas emisiones.

- **Fase 2: Análisis conjunto de los datos meteorológicos y los datos de calidad del aire.**

En esta segunda fase se añaden los datos de concentraciones de contaminantes. El contraste de estos datos frente a las hipótesis planteadas en la fase anterior respecto a las rutas habituales de transporte de la masa aérea dentro de la zona, y la variabilidad espacial esperable en base a esta dinámica, permitirá confirmar o no dichas hipótesis.

Además, puesto que criterio para la delimitación de las zonas es el de abarcar áreas de calidad del aire equivalente, y teniendo en cuenta la interpretación adoptada de este concepto que se explica en la introducción, se procesarán los datos de contaminantes para el cálculo de las superaciones de valores límite y valores objetivo.

La revisión de toda esta información permitirá una primera valoración en cuanto a lo adecuado del diseño de la zona y de la distribución de los emplazamientos de medida. Como resultado de este análisis conjunto se abren diferentes posibilidades:

- 1) El análisis de los datos meteorológicos y de concentración junto con la distribución de emisiones identificadas es **autoconsistente** (i.e., la variabilidad espacio-temporal de las concentraciones es coherente con la dinámica de transporte y dispersión de las emisiones identificadas a partir de los registros meteorológicos), y es **completo** (i.e., los resultados del

análisis se pueden extender a todo el territorio abarcado por la zona y en todas las estaciones del año). En este caso tenemos dos posibles conclusiones:

- a) la zona presenta niveles equivalentes de calidad del aire en todo su territorio, y los emplazamientos de medida en ella ubicados son adecuados a los criterios de evaluación por ser representativos de toda la zona.
 - b) Los datos de concentración disponibles muestran que la zona comprende un área donde la calidad del aire no es equivalente en toda su extensión.
- 2) El análisis de los datos meteorológicos y de concentración junto con la distribución de emisiones identificadas es **autoconsistente**, pero **no es completo** (i.e., los resultados del análisis no se pueden extender a todo el territorio abarcado por la zona, existen "huecos" o áreas significativas no caracterizadas en cuanto a las concentraciones que le afectan).
- 3) El análisis de los datos meteorológicos y de concentración junto con la distribución de emisiones identificadas **no es autoconsistente** (i.e., la variabilidad espacio-temporal de las concentraciones no es coherente con la dinámica de transporte y dispersión que sugieren los registros meteorológicos)

- **Fase 3: Propuesta de optimización.**

En el mejor de los casos, 1A, solo se requiere alguna propuesta de optimización si se identifica la existencia de redundancias entre diferentes cabinas. En ese caso se propondría "liberar" alguno de los monitores o cabinas redundantes que quedará disponible para cubrir posibles huecos. El caso 1B implica directamente una propuesta de optimización consistente en modificar la delimitación geográfica de la zona analizada, y si es necesario de las zonas vecinas.

El caso 2 supone que se ha identificado algún hueco en la cobertura espacial de la red. Esto puede llevar directamente a una propuesta de optimización, como la instalación de una nueva cabina en esa área, o la reubicación de una estación considerada no representativa o redundante. Cuando no sea posible determinar el punto de medida idóneo se requerirá información complementaria, que en primera instancia puede cubrirse con campañas de medida con las unidades móviles en los puntos y periodos adecuados (ver apartado 3.1.1).

En el caso 3, para descartar errores en la aplicación del procedimiento, será necesaria la revisión de la calidad de los datos, y de las hipótesis de partida en cuanto a rutas de transporte y fuentes de emisión identificadas. Si en esta revisión no se encuentra la causa de la incoherencia entre

toda la información analizada, será necesario recurrir a herramientas y datos adicionales que puedan mejorar el conocimiento de la situación. Se trata por tanto de planificar campañas experimentales o ejercicios de modelización meteorológica y fotoquímica, que puedan aportar mayor información.

1.2. Representatividad de emplazamientos.

El objetivo es determinar cual es el área de representatividad de una estación, y si esta abarca toda la zona donde está o solo parte de ella. En este punto se requiere una definición previa del concepto de *área de representatividad* de una cabina en el contexto de los criterios de evaluación que marcan la directivas. Siguiendo una línea de argumentación coherente con el criterio de delimitación de zonas señalado en la introducción, una cabina representa un determinado área si se cumplen dos condiciones :

- Condición 1: La calidad del aire en todos los puntos del área es equivalente en el sentido en que todos los puntos se clasificarían en el mismo intervalo dentro de los que definen los parámetros de calidad establecidos en la legislación. Esto es, por debajo o por encima de los valores límite/objetivo, y a poder ser también por encima, por debajo o entre los umbrales de evaluación superior e inferior.
- Condición 2: Dicho área está incluida dentro de una misma cuenca aérea (entendida como un área geográfica en la cual los niveles de contaminantes están influidos por las mismas fuentes y por los mismos procesos de transporte de la masa aérea desde dichas fuentes). Es decir, hay unas relaciones causa-efecto identificadas y compartidas para todo el área.

2. INTERPRETACIÓN DE DATOS DE LAS REDES DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE.

En general las concentraciones de cualquier contaminante en un punto de la superficie responden en cada momento al balance entre diferentes **procesos** de aporte y eliminación o destrucción de las especies químicas involucradas. Estos procesos ocurren en todas las **escalas** desde la microescala a la escala general o sinóptica, pasando por la escala local y la mesoescala o escala regional, y todos ellos se superponen entre sí, predominando unos sobre otros dependiendo de la época del año, las condiciones atmosféricas dominantes y la situación geográfica del punto considerado.

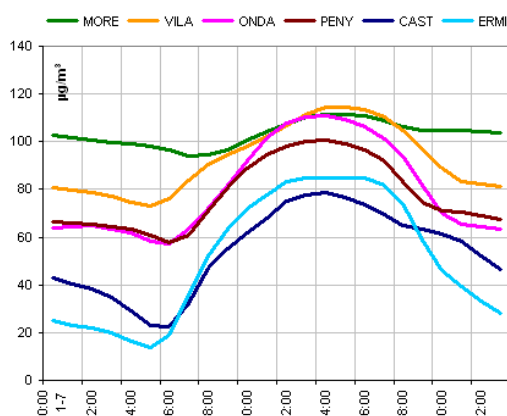
Como resultado de todo ello las concentraciones siguen **pautas espacio-temporales características**, que son registradas por las redes automáticas de control de la calidad del aire. En las series de datos registrados por estas redes las **componentes periódicas** (estacionalidad, ciclo semanal, ciclo diario) se manifiestan regularmente, y las **no periódicas**, debidas fundamentalmente a periodos transitorios y/o condiciones meteorológicas cambiantes, se suman a las anteriores provocando el incremento o la reducción respecto a los niveles habituales (entendidos estos como niveles promedio para un punto y una fecha del año).

En el caso de la Península Ibérica, a diferencia del centro y norte de Europa, los condicionantes meteorológicos están muy marcados por los procesos en la **mesoescala**, especialmente en los meses de primavera y verano, cuando las condiciones anticiclónicas propician situaciones de estabilidad atmosférica y predominio de las circulaciones de origen térmico, con ciclos diarios alternantes día-noche como las brisas de mar o los vientos de ladera/valle. Estas circulaciones provocan el transporte de la masa aérea dentro de áreas delimitadas por la orografía (cuencas aéreas), y a ellas se asocian también mecanismos de inyección vertical y generación de estratos de contaminantes en altura durante el día. Estos estratos con frecuencia acaban impactando de nuevo sobre la superficie a la mañana siguiente con la recirculación y/o la fumigación sobre la superficie en el mismo área o en otros puntos alejados (esto segundo puede ocurrir con viento suave en la capa residual nocturna que transporta estos estratos a distancias largas manteniendo su estructura). Esta dinámica supone una limitación espacial de la masa aérea que favorece la ocurrencia de periodos de acumulación de contaminantes a lo largo de varios días.

2.1. Análisis de datos y representación adecuada de las series temporales.

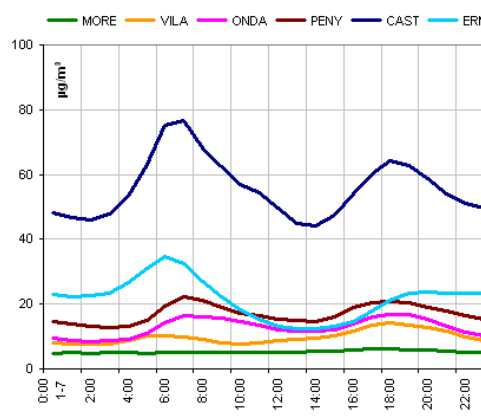
a) Ciclo diario

Ciclo Diario Promedio O₃ 1999-2005



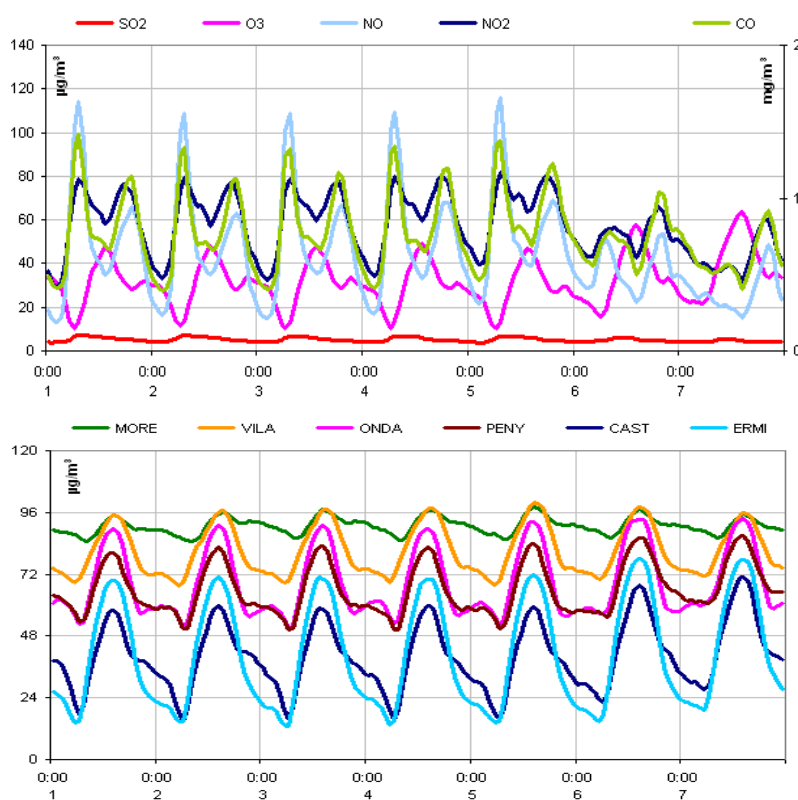
Ciclos característicos de ozono en primavera-verano en los cinco emplazamientos de la cuenca aérea de Castellón (valores horarios UTC)

Ciclo Diario Promedio NO₂ 1999-2005



Ciclos característicos de dióxido de nitrógeno en 5 emplazamientos de la cuenca aérea de Castellón (Valores horarios en UTC)

b) Ciclo semanal.



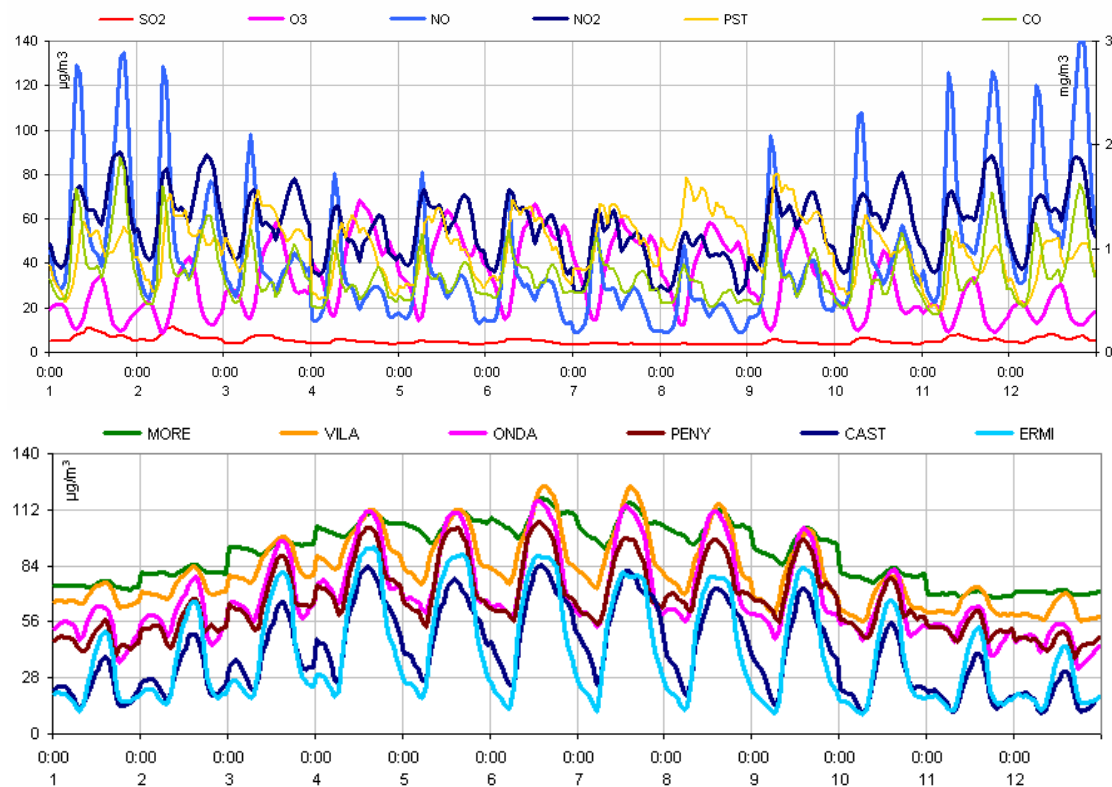
Estación Urbana: Ciclo Semanal Promedio 1999-2005

Semana promedio en la estación de Pista de Silla en Valencia (valores horarios)

Ciclo Semanal Promedio de Ozono 1999-2005

Evolución semanal del día promedio de ozono en un emplazamiento urbano de Castellón y en las cinco posiciones caracterizadas en la vertiente mediterránea peninsular

c) Ciclo estacional.

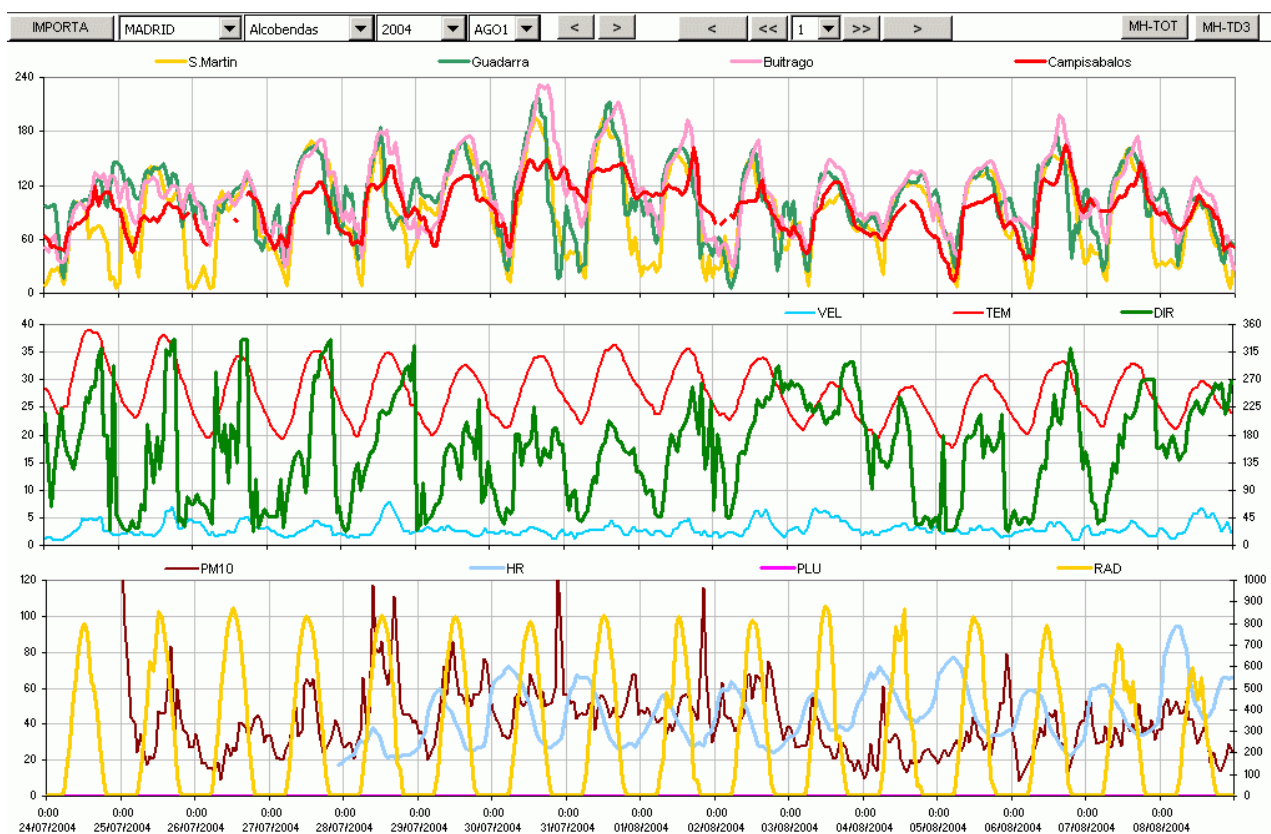


(Arriba) Evolución anual del día promedio en una estación urbana de Valencia. (Abajo) Evolución anual del día promedio de ozono en las cinco posiciones caracterizadas en la vertiente mediterránea peninsular.

2.1.2. Evolución de los registros horarios.

En cada punto de medida el cambio continuo de los factores que determinan la evolución de las concentraciones de contaminantes (emisiones, reacciones químicas, y condiciones atmosféricas - meteorológicas), se traducen en cambios también continuos de las concentraciones y de los parámetros meteorológicos que están relacionados entre sí. En consecuencia, la correcta interpretación de la evolución de las concentraciones de contaminantes requiere el análisis de la variación conjunta de estos y con las variables meteorológicas (velocidad y dirección del viento, temperatura, radiación, humedad relativa).

- **Ejemplo: Area de Madrid.** La cuenca aérea de Madrid tiene una dinámica de contaminantes característica, muy condicionada por la orografía en los meses centrales del año. En estos meses las condiciones anticiclónicas con poco gradiente sinóptico favorecen el establecimiento de circulaciones de mesoescala. El patrón general de estas circulaciones tiende a establecerse en el eje SW-NE, con el drenaje nocturno habitualmente del NE girando a lo largo del día en sentido horario hasta el SW. Como consecuencia de esta dinámica se registran habitualmente concentraciones elevadas de ozono en todo el arco al norte de la ciudad.



Secuencia de los máximos de ozono en la cuenca de Madrid bajo circulaciones de mesoescala. El orden San Martín -Guadarrama- Buitrago se debe a la posición relativa de estos puntos respecto a la capital, y al giro en el viento en sentido horario.

2.1.4. Interpretación de series de datos y control de calidad.

El análisis e interpretación de las series de datos tiene también una aplicación muy importante en el control de calidad de las redes. Aunque básicamente los equipos de medida funcionan correctamente, con alguna frecuencia se producen fallos que tienen como consecuencia el registro de medidas incorrectas, y que por tanto deben ser filtradas o invalidadas de la base de datos. Además del cálculo rutinario de los parámetros estadísticos (promedios, máximos, mínimos, percentiles...), que ayudan a localizar los errores más gruesos en las series de datos, la representación gráfica es un procedimiento eficaz para detectar datos no válidos (y de paso detectar también posibles averías en los equipos).

2.2. Criterios unificados de manejo de los datos.

La finalidad es dar unas directrices para que, partiendo de unos mismos datos brutos de medición, técnicos diferentes lleguen a un mismo dato procesado (medias, número de superaciones....) que pueda ser comparado con la legislación vigente de calidad del aire (respetando al máximo las condiciones de cálculo y toma mínima de datos de la legislación).

Para ello se proponen criterios de almacenamiento, y de agregación y cálculo, reproduciendo los pasos que un gestor de red empleará para, partiendo de un dato bruto medido válido, obtener los valores de referencia de la legislación, y determinar con las suficientes garantías en que situación se encuentra la calidad del aire en la zona representada por el punto de medición.

3. CAMPAÑAS EXPERIMENTALES

Las campañas experimentales juegan un papel importante en el control de la calidad del aire. Por un lado aportan información en áreas donde no se dispone de datos históricos, y por otro lado cubren aspectos inabarcables por una red automática como son los procesos que provocan el transporte vertical de contaminantes, y que influyen decisivamente en las concentraciones que se registran en superficie. El diseño de las campañas experimentales dependerá de los objetivos perseguidos. La selección de las fechas (incluida la época del año y la duración de la campaña), de los puntos de medida (incluyendo su número y ubicación), y de los instrumentos de medida en campo (unidades móviles con monitores de gases y torre meteorológica, captadores pasivos, sondeos meteorológicos, sensores remotos de gases, etc.), serán específicas para cada caso.

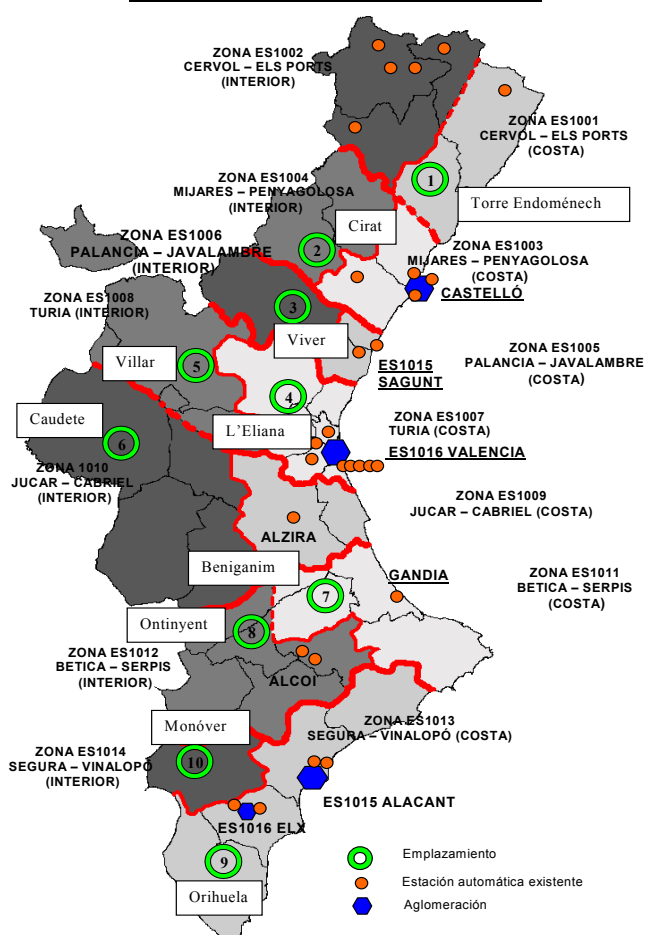
3.1. Uso de unidades móviles para la optimización de redes.

El procedimiento de optimización de redes expuesto en el apartado 1.1 contempla la realización de campañas experimentales en las áreas en que la cobertura de una red presenta huecos

importantes, y en las que no se dispone de información previa sobre su calidad del aire. La opción más interesante en estos casos para los gestores de redes es recurrir a campañas de medidas con unidades móviles en emplazamientos apropiados dentro de estas áreas y durante periodos que abarquen al menos el intervalo estacional en el cual se prevén las mayores concentraciones. Los datos acumulados en estas campañas permitirán decidir sobre la necesidad de instalar sistemas de medida en continuo en estos puntos, redistribuir los puntos existentes en la zona (en ocasiones aconsejarán la modificación del mapa de zonas), o bien en el mejor de los casos, confirmarán que basta con planificar medidas estimativas para estas áreas.

Para ilustrar este apartado se expone el plan de medidas con unidades móviles que se llevó a cabo en la Comunidad Valenciana en el año 2003, después de diseñar el mapa de zonificación y de valorar las carencias de la red de calidad del aire en relación con dicho mapa.

MAPA DE LOS EMPLAZAMIENTOS ELEGIDOS



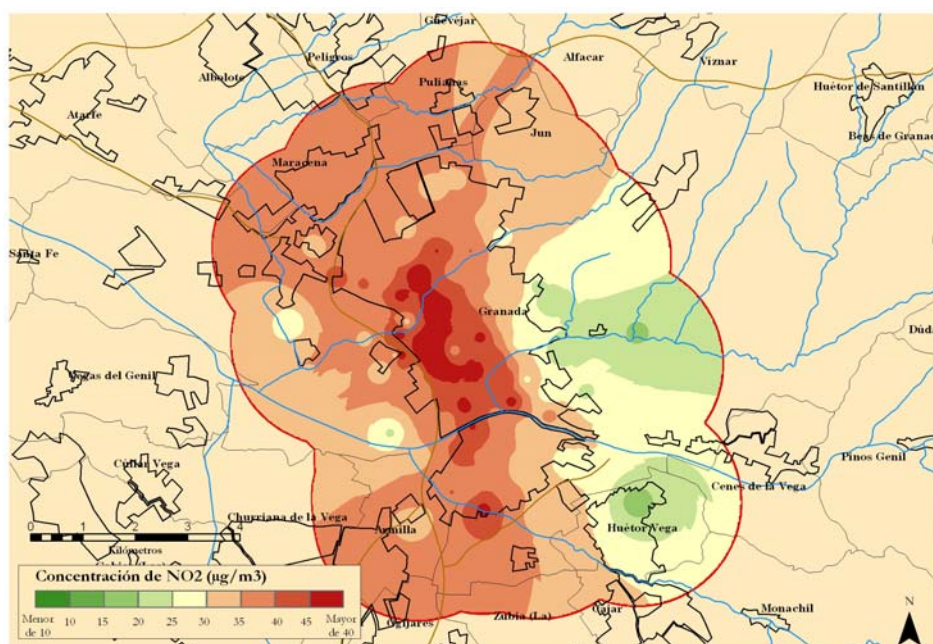
Fecha inicio	Fecha fin	Ontinyent - Beniganim	Monóver - Torr. Endom.	Orihuela - Cirat	Caudete. Viver	Villar - L'Eliana
31/03/2003	28/04/2003					
28/04/2003	26/05/2003					
26/05/2003	23/06/2003					
23/06/2003	21/07/2003					
21/07/2003	18/08/2003					
18/08/2003	15/09/2003					
15/09/2003	13/10/2003					
13/10/2003	10/11/2003					
10/11/2003	08/12/2003					
08/12/2003	05/01/2004					
05/01/2004	02/02/2004					
02/02/2004	01/03/2004					
01/03/2004	29/03/2004					
29/03/2004	26/04/2004					
26/04/2004	24/05/2004					
24/05/2004	21/06/2004					
21/06/2004	19/07/2004					
19/07/2004	16/08/2004					
16/08/2004	13/09/2004					
13/09/2004	11/10/2004					
11/10/2004	08/11/2004					
08/11/2004	06/12/2004					
06/12/2004	03/01/2005					
03/01/2005	31/01/2005					
31/01/2005	28/02/2005					
28/02/2005	28/03/2005					
28/03/2005	25/04/2005					
25/04/2005	23/05/2005					
23/05/2005	20/06/2005					
20/06/2005	18/07/2005					
18/07/2005	15/08/2005					
15/08/2005	12/09/2005					
12/09/2005	10/10/2005					
10/10/2005	07/11/2005					
07/11/2005	05/12/2005					
05/12/2005	02/01/2006					
02/01/2006	30/01/2006					

Arriba: Mapa de zonas y emplazamientos para la medida con unidades móviles (círculos verdes). Derecha: calendario de traslados de las dos estaciones móviles.

3.2. Otras técnicas de medida complementarias.

3.2.1 Campañas de dosimetría pasiva para estudio de la distribución espacial de concentraciones.

La técnica de dosimetría pasiva ofrece la ventaja de obtener medidas en muchos puntos y con un coste económico relativamente bajo. En este apartado se ilustra el uso de esta herramienta mediante la presentación de un caso práctico consistente en la *"Optimización de redes de vigilancia a partir de campañas con captadores difusivos en Andalucía"*



Concentraciones de NO₂ obtenidas en Granada.

3.2.2. Obtención de Información complementaria sobre parámetros que no se miden de forma rutinaria.

Las redes automáticas de la calidad del aire presentan la gran ventaja de ofrecer una gran cobertura temporal ya que funcionan de manera continua. Pero esta herramienta también tiene importantes limitaciones: la falta de medidas de otras especies o variables que intervienen en los procesos químicos, una cobertura espacial a veces insuficiente, y el hecho de que las estaciones solo registran información de superficie, por lo que el desconocimiento de lo que ocurre en la dimensión vertical, puede llevar a una interpretación incompleta o incorrecta sobre las relaciones causa-efecto y los fenómenos que influyen en las observaciones que se registran en la estación.

En los últimos años las técnicas de observación atmosférica y de adquisición, almacenamiento y transmisión de datos relativos a variables meteorológicas, composición química y propiedades de la atmósfera han experimentado una notable evolución. En la actualidad estas técnicas pueden

agruparse en dos grandes bloques: las técnicas de medida directa y las técnicas de detección remota.

4. OTROS ASPECTOS RELACIONADOS CON LA OPTIMIZACIÓN DE LAS REDES

4.1. Integración de las redes privadas en la gestión de la calidad del aire.

Hay muchos elementos para poder hacer incidir los gastos de mantenimiento de los sistemas de vigilancia en empresas que requieren establecer, como obligación legal, la vigilancia de la calidad del aire como aportación al control de los efectos de su actividad. El principio legal que se aplica está recogido en el acervo comunitario: “quien contamina paga”, y puede ser aplicado en las obligaciones de los planes de vigilancia de la Autorización Ambiental Integrada, muchas de ellas ahora en trámite permitiendo así su aplicación directa e individual a cada empresa.

Son dos los modelos entre los que los gestores de la calidad del aire pueden optar para integrar las redes privadas:

- Las estaciones pertenecen a la Administración que la gestiona en su totalidad y es financiada por una tasa específica que se aplicará a cada una de las empresas privadas.
- Las estaciones son propiedad de la red privada, su mantenimiento y control de la calidad pertenece a la empresa privada, siendo el gestor de red receptor de datos.

4.2. Sistemas de gestión de la calidad del aire.

Todas las recomendaciones, procedimientos, etc. propuestos en este documento son inviables en la práctica sino se dispone, por parte de los gestores de la calidad del aire, de los medios humanos y materiales necesarios. Sobre esta base el sistema de gestión se puede desarrollar siguiendo dos esquemas no necesariamente incompatibles:

- la creación en las diferentes CCAAs de Centros de Control dedicados a la gestión de la calidad del aire que abarquen todas las tareas asociadas a esta.
- la participación de grupos de trabajo externos a la administración (universidades, centros de investigación, ...) de reconocida competencia para la realización de las tareas encomendadas.

En cualquier caso, cualquiera de las dos alternativas puede conformar un buen sistema de gestión. De hecho, probablemente la solución óptima se encuentre precisamente en la combinación justa de ambos esquemas, aprovechando las ventajas y evitando los inconvenientes de cada una de ellas.