

## Calidad del aire urbano en Europa: retos científicos y de política ambiental

Xavier Querol Carceller

Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IDAEA, CSIC).  
Barcelona  
xavier.querol@idaea.csic.es

### INTRODUCCIÓN

La mejora de calidad del aire es uno de los retos ambientales mayores en todo el mundo. La OMS ha venido fijando el número de muertes prematuras atribuibles a la contaminación atmosférica en alrededor de 4,2 millones al año<sup>1</sup>. La mayor parte de este impacto se asocia a la exposición a altos niveles de material particulado atmosférico (inferior a 2,5 µm, PM2.5). La Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA)<sup>2</sup>, atribuye al impacto de este contaminante 391 000 prematuras anuales en la EU-28, pero un reciente estudio publicado en *European Heart Journal*<sup>3</sup> evidencia que con muy alta probabilidad las muertes atribuidas pueden alcanzar las 790 000/año. El Banco Mundial, estimó en junio de 2016, que los costes asociados al impacto de la mala calidad del aire en la salud alcanzan de manera global casi el 5 % del PIB<sup>4</sup>. Obviamente estos impactos no están distribuidos de manera proporcional a nivel del planeta, ni tan siquiera dentro de Europa<sup>2,3</sup>. Las sociedades más desarrolladas han venido aplicando, desde hace años, políticas de reducción de emisiones que han generado, para la mayor parte de contaminantes, un descenso de los niveles de contaminación. En cambio, en muchos países en desarrollo la tendencia es inversa.

Por otra parte, sigue creciendo la población mundial marcadamente y la tendencia global a concentrar la población en grandes y densas urbes. Se suma a lo expuesto que el desarrollo ha multiplicado por dos las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* desde 1960 a 2014 a nivel mundial<sup>5</sup>. Todo ello ha llevado asociado problemas de calidad del aire urbano, no solo por incremento de la concentración de contaminantes en muchos casos, sino porque al desplazarse a la ciudad la población está más expuesta a ellos.

En Europa, en los últimos 15 años, hemos conseguido mejorar mucho la calidad del aire urbano, de manera que el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), el monóxido de carbono (CO) y los metales han dejado de ser problemas en muchas ciudades; y otros contaminantes como PM10 y PM2.5 han visto reducidas al 50 % sus concentraciones urbanas en muchas de ellas. Sin embargo, nos queda aún mucho camino por recorrer para llegar a respirar un aire que pueda ser considerado como aceptable según los criterios de la OMS<sup>6</sup>. A continuación se exponen, cuales son los contaminantes críticos y los retos científico técnicos y de política ambiental para ello.

### LOS CONTAMINANTES CRÍTICOS

El último informe de AEMA<sup>2</sup> de octubre de 2018 expone claramente que en EU-28 existen 4 contaminantes críticos por superación de los valores normativos de calidad del aire de las directivas europeas<sup>7,8</sup> o los valores de protección a la salud humana de la OMS<sup>6</sup>. A continuación, se resume la situación actual para cada uno de ellos, sin suponer ello que en determinadas ciudades no haya incumplimientos normativos para otros contaminantes.

#### PM10 y PM2.5

Aunque los niveles de estos contaminantes (o mejor dicho mezcla de contaminantes sólidos o líquidos en suspensión) se ha reducido alrededor del 50 % en muchas de nuestras ciudades y la superación de los valores normativos (de obligado cumplimiento) ha disminuido muy marcadamente, alrededor del 85 % de la población urbana europea respira aire que excede los niveles de protección de la salud de la OMS para PM2.5 según AEMA<sup>2</sup>. Es importante remarcar que aproximadamente el 70 % del PM2.5 urbano procede de transformaciones, ya en la atmósfera, de gases orgánicos e inorgánicos a partículas<sup>9</sup>, y por tanto para seguir reduciendo PM2.5 es clave la reducción de gases precursores tales como óxidos de nitrógeno, NO<sub>x</sub>, amoníaco, NH<sub>3</sub>, y compuestos orgánicos volátiles, COVs. Siguen siendo, el tráfico rodado (20-30 % del PM2.5 anual), la industria (10-20 %), la construcción (10 %), la quema de biomasa doméstica y residencial (5 muy variable), los buques (5-10 %) las fuentes principales. A pesar de la insistencia de la comunidad científica y la OMS, los valores límite normativos fijados en una directiva ya derogada en 1999 siguen siendo vigentes, y no han sido renovados para ser sustituidos por los valores guía de la OMS (supuestamente hecho que debería haber ocurrido en enero de 2010 según la directiva 1999/30/CE). Su renovación está prevista para 2020, pero estos años de retraso han ralentizado la aplicación de políticas estrictas de reducción de niveles de este contaminante en Europa, el cual como se ha dicho anteriormente, es el responsable principal del exceso de mortalidad atribuible a la contaminación (391 000 muertes prematuras anuales en EU-28). Existe también una falta de conocimiento sobre qué contaminantes constituyentes de PM10 y PM2.5 causan el mayor impacto y si estos deben ser regulados de manera independiente, o si hay que incluir nuevos contaminantes (como las partículas ultrafinas o el carbono negro) en la legislación.

La propia OMS ha comenzado recientemente el proceso de la evaluación de las guías de calidad del aire, y se prevé sea finalizado en diciembre de 2019. Para el PM10, al haberse reducido marcadamente las emisiones de PM de los motores, el peso del PM resultante de la abrasión de frenos, ruedas y firme de rodadura está tomando un peso muy importante a la hora de podernos acercar a los valores de la OMS. Las UFP, presentan gran complejidad en cuanto a su medida y a establecer su origen, y por tanto en aplicar medidas de mejora.

### **Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)**

El segundo contaminante en cuanto a causas de exceso de mortalidad por mala calidad del aire urbano (76 000 muertes prematuras/año, EU-28<sup>2</sup>) es el NO<sub>2</sub>. Los valores límite normativos de este contaminante se superan extensamente en los Estados Miembros sobre todo en áreas urbanas; y este hecho se atribuye en una abrumante mayoría a las emisiones del tráfico rodado, en especial de los motores diesel<sup>9</sup>. Un 7 % de la población EU-28 respira aire que supera estos valores límite normativo<sup>2</sup>, que para este contaminante coinciden con los valores guía de la OMS. Este es uno de los pocos contaminantes para los que las ciudades europeas registran niveles similares, o superiores a los de ciudades en desarrollo, y por supuesto a los de EE UU, Canadá, Australia y Japón. El problema europeo-urbano del NO<sub>2</sub> se debe a la alta densidad de vehículos en urbes, a la alta dieselización y a problemas en el desarrollo y aplicación de las normativas europeas sobre las emisiones de este contaminante en vehículos (normas EUROS). Además a nivel industrial, solamente algunos estados miembros han sido muy estrictos en la obligatoriedad de aplicar tecnología existente para la reducción de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) de la generación eléctrica e industrial.

### **Ozono troposférico (O<sub>3</sub>)**

El valor 8-horario normativo de O<sub>3</sub> de protección de la salud humana se supera con más frecuencia en Europa meridional, especialmente en el Mediterráneo occidental y el Valle del Po, aunque en las regiones centrales de Europa también tiene un fuerte impacto. Este contaminante secundario se genera a partir de reacciones entre NO<sub>x</sub> y COVs y su generación se acentúa con la radiación solar. Es uno de los problemas más difícilmente resolubles en calidad del aire, debido a la complejidad de los procesos atmosféricos que gobiernan su generación y transporte. Su impacto en el exceso de mortalidad se ha evaluado recientemente en unas 16 400 muertes prematuras en EU-28<sup>2</sup>. Para el desarrollo de políticas efectivas de mitigación se necesita aún de resultados científicos que permitan diseñar estrategias eficientes a seguir, sin embargo es esperable que la reducción de los precursores reduzca su concentración.

Los niveles de O<sub>3</sub> están incrementando en nuestras ciudades en las últimas dos décadas mientras que los niveles medios se mantienen constantemente elevados fuera de ellas. Probablemente la disminución del ratio NO/NO<sub>2</sub> ambiental-urbano (el NO, más alto en zonas urbanas, consume O<sub>3</sub>) esté permitiendo el incremento de O<sub>3</sub> urbano.

### **Benzo[a]pireno (BaP)**

El valor normativo de BaP (un aromático policíclico con alto grado carcinogénico) se supera en la Europa central y oriental, en el Valle del Po y en diferentes puntos negros distribuidos por toda Europa. La gran mayoría de los incumplimientos están asociados a la quema de combustibles sólidos (carbón y biomasa) en calefacciones domésticas e institucionales<sup>2</sup>. En Europa central y occidental se atribuye en gran parte al problema de una falta de desarrollo e implementación de tecnologías y políticas sobre el uso de biomasa doméstica que: i) ofrezcan calderas de muy bajas emisiones; ii) que certifiquen el origen natural, humedad y cenizas de la biomasa; y iii) que obliguen al uso certificado de bajas emisiones para calderas y biomasa.

Algunos estados como Dinamarca, Austria y Alemania han aplicado políticas estrictas en este campo.

### **MEDIDAS SOBRE EL TRÁFICO RODADO APLICADAS EN LAS CIUDADES MÁS IMPLICADAS EN LA MEJORA DE CALIDAD DEL AIRE URBANO**

En la ponencia se describe la estrategia de mejora de calidad del aire urbano del Proyecto LIFE-AIRUSE<sup>9</sup>, que evalúa eficacia y adapta, a las condiciones urbanas del sur de Europa, las medidas aplicadas en muchas ciudades del norte y centro de Europa. De manera muy resumida esta estrategia consiste en: i) desarrollar los planes a nivel metropolitano y no solamente urbano; ii) desarrollar un transporte público metropolitano rápido, económico y confortable, parkings disuasorios y carriles BUS-VAO asociados; iii) reducir el número de vehículos circulantes en la ciudad (tasas de contaminación y restricción del parking); iv) transformar la flota de vehículos en una flota menos contaminante; v) reducir y transformar la flota circulante de distribución urbana de mercancías; y vi) transformación urbana de la ciudad para dar más espacios a los ciudadanos, más zonas verdes y promover modos de transporte activo (peatonal y bicicleta).

## LOS RETOS CIENTÍFICOS, TECNOLÓGICOS Y DE POLÍTICA AMBIENTAL

A nivel general, el reto más necesario es renovar los valores límite y objetivos normativos y aproximarlos, o bien sustituirlos por los valores guía de la OMS, en especial los de PM10, PM2.5, SO<sub>2</sub> y O<sub>3</sub>; y ser más estricto en el de BaP (con alto grado cancerígeno y por ello sin valores guía de protección de la OMS).

### NO<sub>x</sub>

Los problemas de este contaminante se derivan de la alta dieselización del parque de vehículos, muchos de ellos relativamente nuevos y con altos niveles de emisión. No se requieren avances científicos ni tecnológicos para reducir emisiones. El reto es político: existe tecnología de reducción de NO<sub>x</sub> para tratar las emisiones de motores diésel; como los e-vehículos e híbridos-enchufables, en cuanto a vehículos nuevos, hay que favorecer el cambio de flota existente para evitar la circulación vehículos diésel con altos niveles de emisión. Además, existe tecnología para reducir NO<sub>x</sub> en fuentes de generación eléctrica e industrial, pero su aplicación está muy poco extendida en muchos de los Estados Miembros. Otros retos de política ambiental para reducir NO<sub>x</sub> son: el incremento de la energía de fuentes renovables y de la eficiencia energética y la aplicación de políticas de reducción de NO<sub>x</sub> en buques, especialmente los atracados en puertos.

### PM10, PM2.5 y BaP

Es necesaria una mejora del conocimiento científico de los efectos en salud de los componentes del PM10 y PM2.5, tanto antrópicos como polvo africano e incendios; así como la reducción de las emisiones vehiculares de abrasión y polvo de rodadura que afectan sobre todo a PM10. En el caso de PM2.5 se necesitan avances de conocimiento en: i) reducción de emisiones de fuentes domésticas (combustibles sólidos, también para BaP); ii) reducción de emisiones de NH<sub>3</sub> agrícola (el 94 % de las emisiones de NH<sub>3</sub> en EU-28<sup>2</sup>) y urbano para reducir nitrato amónico (un componente mayoritario de PM2.5); iii) restricción de las quemaduras agrícolas (emisoras de altos niveles de PM, BC y BaP); iv) origen de la fracción carbonosa del PM2.5 (mayoritaria), especialmente la dominante fracción orgánica secundaria, que además presenta un alto estrés oxidativo; asimismo, v) el incremento de O<sub>3</sub> urbano está causando mayor conversión de COVs a PM2.5 carbonoso y se necesita establecer criterios de cómo desacelerar este crecimiento.

Además de estos retos científicos se requerirán retos de política ambiental para el desarrollo y aplicación de nueva legislación al respecto.

## Contaminantes fotoquímicos (O<sub>3</sub> y UFP)

Mejora del conocimiento científico de los mecanismos que gobiernan episodios O<sub>3</sub> y sobre el origen de las UFP; así como de la interacción NO<sub>x</sub>, COVs en la generación de O<sub>3</sub>, clave de las propuestas de medidas eficientes, con base científica, para la reducción de O<sub>3</sub> o UFP.

## REFERENCIAS

1. World Health Organization. Global Health Observatory, 2018. En: <https://www.who.int/airpollution/en/>.
2. AEMA. Air quality in Europe-2018 report. European Environmental Agency. Report No 12/2018, ISBN: 978-92-9213-990-2, Luxemburg: Publications Office of the European Union. 2018. Disponible en: <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2018>.
3. Lelieveld J, Klingmüller K, Pozzer A, Pöschl U, Fnais M, Daiber A, et al. Cardiovascular disease burden from ambient air pollution in Europe reassessed using novel hazard ratio functions. *Eur. Heart Jour.* 2019; ehz135. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz135>.
4. World Bank. The cost of air pollution. Strengthening the economic case for action. Published by The World Bank Group, Washington, United States. 2016. Disponible en: <http://documents.worldbank.org/curated/en/781521473177013155/pdf/108141-REVISED-Cost-of-PollutionWebCORRECTEDfile.pdf>.
5. World Bank. CO<sub>2</sub> emissions "per capita". Carbon Dioxide Information Analysis Center, Environmental Sciences Division, Oak Ridge National Laboratory, Tennessee, United States. 2018. Disponible en: <https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.PC>.
6. WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Global update 2005. Summary of risk assessment. WHO Geneva. Disponible en: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69477/1/WHO\\_SDE\\_PHE\\_OEH\\_06.02\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69477/1/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf).
7. Comisión Europea. Directiva 2008/50/CE de 21 de mayo de 2008 relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa. L152/1-44. Disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:152:0001:0044:Es:PDF>.
8. Comisión Europea. Directiva 2004/107/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 15 de diciembre de 2004 relativa al arsénico, el cadmio, el mercurio, el níquel y los hidrocarburos aromáticos policíclicos en el aire ambiente L23/3-16. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:023:0003:0016:ES:PDF>.
9. Querol X, Amato F, Robusté F, Holman C, Harrison RM. Non technological measures on road traffic to abate urban air pollution (Chapter 11). *Non-Exhaust Emissions: An Urban Air Quality Problem for Public Health; Impact and Mitigation Measures*, 1<sup>st</sup> Ed., Amato F Ed, Academic Press. 229-260.