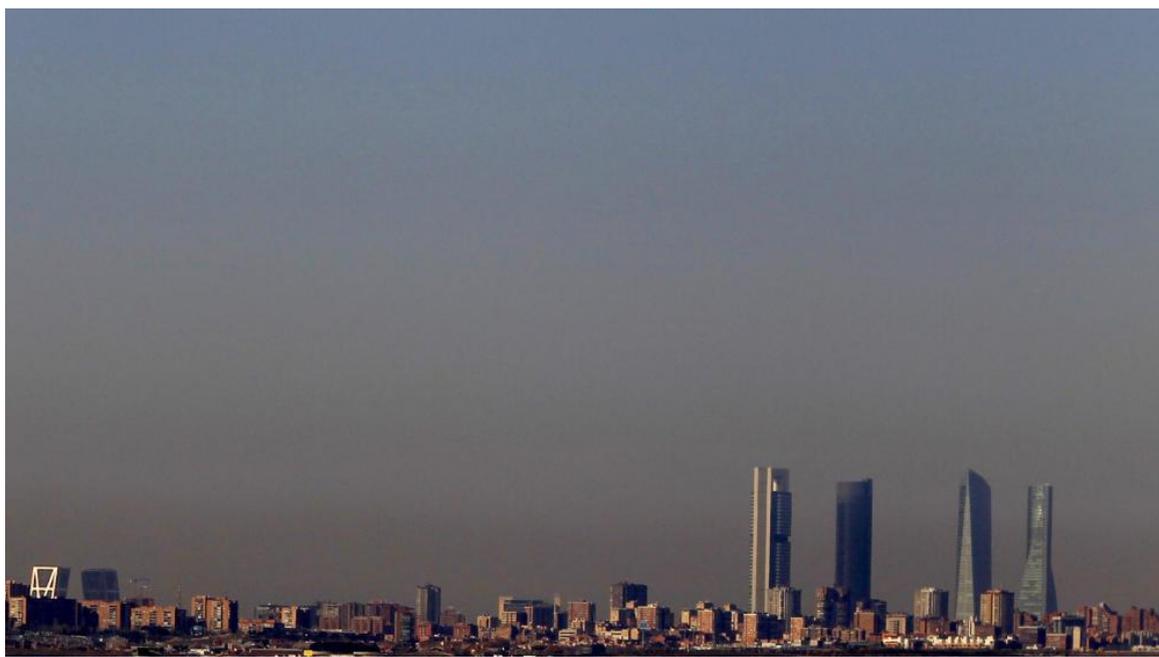




***EFECTOS SOBRE LA SALUD DE LA  
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL  
CON ESPECIAL REFERENCIA AL  
CASO DE MADRID***



**Asociación para la Defensa de la Sanidad Pública de Madrid**

***Redactores: Marciano Sánchez-Bayle, Carlos Sánchez Fernández***

Numerosos estudios realizados a diferentes niveles ponen de manifiesto una relación causal entre la contaminación atmosférica y ciertos efectos perjudiciales en la salud. Los contaminantes ambientales más importantes son las partículas materiales de diámetro inferior a 2,5 micras (PM<sub>2.5</sub>), partículas materiales de diámetro inferior a 10 micras (PM<sub>10</sub>), monóxido de nitrógeno (NO), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), los hidrocarburos como el benceno, el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y el ozono (O<sub>3</sub>).

Los tres más comunes son el NO<sub>2</sub>, que es generado por vehículos y se encuentra principalmente en grandes núcleos urbanos de población, las partículas de PM<sub>10</sub>, compuestas de polvo, cenizas, hollín o sustancias parecidas, producidas por el tráfico, las calefacciones, las industrias o la construcción, y el ozono, un contaminante que se forma a partir de otros.

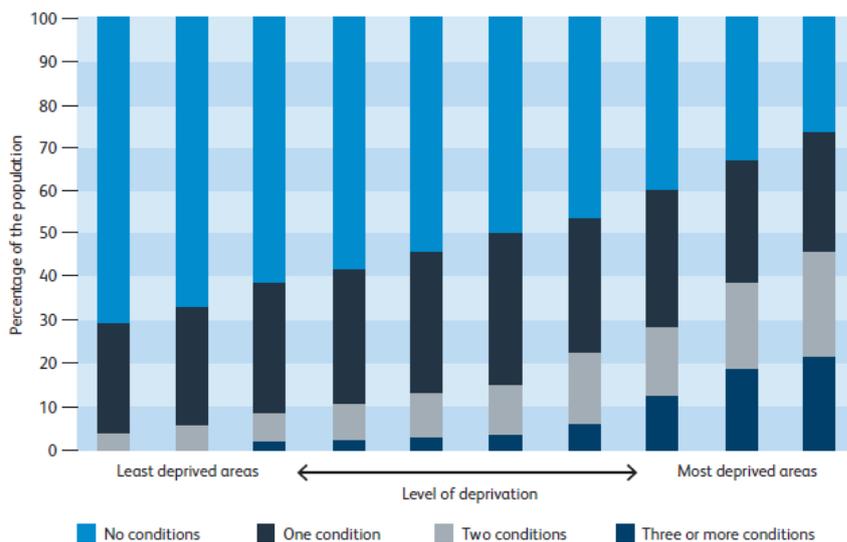
En Europa el proyecto APHEKOM (Improving Knowledge and Communication for Decision Making on Air Pollution and Health in Europe) estudia las consecuencias de la contaminación ambiental sobre la salud en 25 ciudades europeas. Actualmente los niveles de determinados contaminantes en las grandes ciudades, como Madrid y Barcelona se sabe que sobrepasan, con frecuencia, los límites establecidos tanto por la Organización Mundial de la Salud (OMS), como por el Real Decreto que regula la calidad del aire. Respecto a la OMS, recientemente ha clasificado la contaminación del aire como carcinógeno para los humanos.

El informe REVIHAAP (Review of Evidence on Health Aspects of Air Pollution) concluye que para las PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, el ozono y el NO, los efectos perjudiciales pueden ocurrir a concentraciones más bajas que las establecidas en el informe de 2015 y recomienda una revisión de las políticas ambientales. La fuente principal de esta contaminación son las emisiones originadas en los motores de combustión de los automóviles, sobre todo los que utilizan diésel. Constituye, pues, un buen indicador de la contaminación debida al tráfico rodado y además interviene como precursor de otros contaminantes importantes.

En Reino Unido se ha estimado un efecto en la mortalidad equivalente atribuible al NO de alrededor de 29.000 muertes. Un metaanálisis sobre el efecto de la contaminación atribuible al tráfico sobre el asma en niños concluye

que el incremento en la exposición al NO<sub>2</sub> se asocia al asma de aparición temprana.

## Exposición y clase social



**Environmental conditions:** river water quality, air quality, green space, habitat favourable to biodiversity, flood risk, litter, detritus, housing conditions, road accidents, regulated sites (eg landfill)

Fig 17. Proportion of the UK population living with adverse environmental conditions associated with deprivation, 2001-2006.<sup>14</sup> Data originally from Department for Environment Food and Rural Affairs (2007): [www.itnetwork.org/SITE/UPLOAD/DOCUMENT/defra\\_sustain.pdf](http://www.itnetwork.org/SITE/UPLOAD/DOCUMENT/defra_sustain.pdf).

## Exposición según tipo de actividad

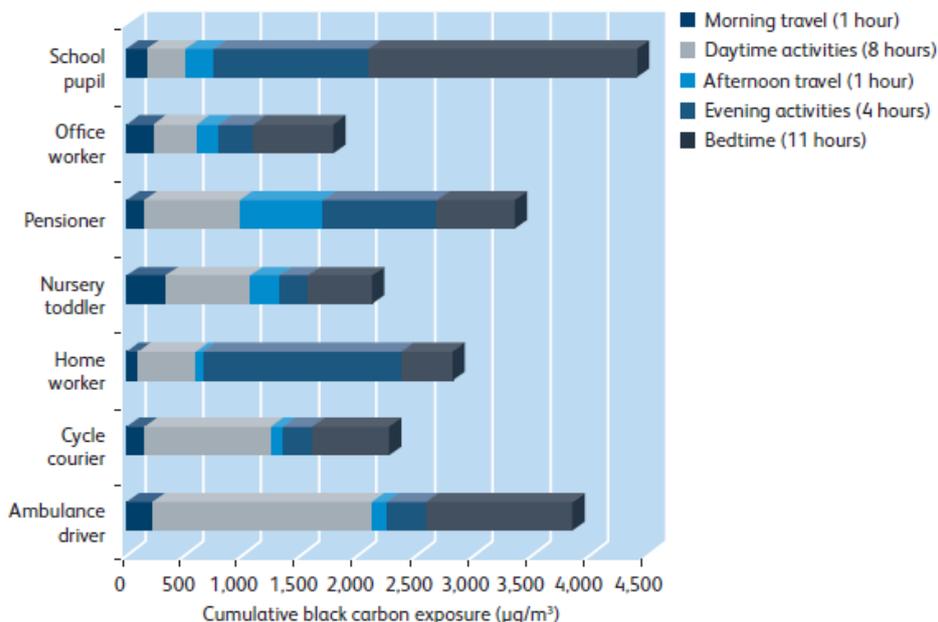


Fig 5. How a person's daily exposure to 'black carbon' (representing airborne carbon particles) varies according to the individual – what they do and where they are over 24 hours. Numerous factors will influence actual measured levels for any one individual, including, for example, where they live and work (eg near a busy road), how and for how long they travel, and whether they are exposed to indoor sources (eg open fires). Courtesy Benjamin Barratt, MRC PHE Centre for Environment and Health.

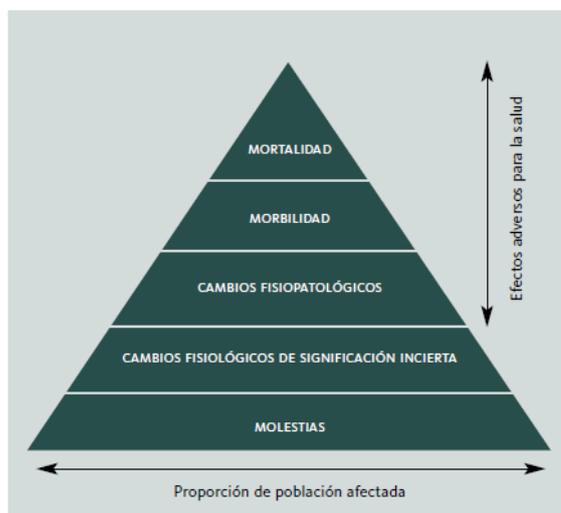
## ¿Cómo afecta la contaminación a la salud?

La contaminación atmosférica tiene diferentes efectos sobre la salud, causando muchas molestias en una gran proporción de población afectada. En el nivel más bajo podemos encontrar muchos tipos de molestias debido a la contaminación en un gran círculo de población. En menor medida, la contaminación atmosférica puede provocar cambios fisiológicos de significación incierta y cambios fisiopatológicos, que afectan a un número menor de población, pero tienen una mayor gravedad. La morbilidad y la mortalidad afectan muy poca densidad de población, aunque son las causas más peligrosas del aire en mal estado.

Además, la alta contaminación puede producir una serie de daños que se van agravando con los años en los sujetos expuestos. En el útero puede ser la consecuencia de una microcefalia en el embrión o un menor peso al nacer y cambios en el epigenoma que pueden producir cáncer posteriormente. Cuando la persona aún es un bebé, la alta contaminación puede producir problemas de desarrollo, mayor frecuencia de sibilancias y de tos. En un niño ocasionará comúnmente un desarrollo más lento de la función pulmonar, así como mayor incidencia de asma e inicio de aterosclerosis, así como problemas en el desarrollo intelectual. Los niños pequeños respiran más aire en relación con su peso corporal que las personas de otros grupos de edad. Esto significa que respiran más contaminantes, por lo que la contaminación del aire les afecta más. La defensa del cuerpo y los sistemas pulmonares tampoco están completamente desarrollados todavía, y por otro lado permanecen más a tiempo al aire libre lo que les expone más a la contaminación. Por lo tanto, los niños pequeños no pueden combatir fácilmente las enfermedades que pueden resultar de la contaminación del aire.

Al llegar a la edad adulta, el haber estado expuesto a una alta contaminación podrá desencadenar en una disminución acelerada de la capacidad pulmonar, asma, una diabetes tipo 2, ataques al corazón y el comienzo de un cáncer pulmonar, también se ha señalado relación con otros tipos de cáncer (vejiga, leucemia, mama, etc), enfermedades neurodegenerativas y alteraciones en la

espermioyogenesis (mala calidad del espermatozoide). Por último, en una persona mayor afectará directamente a su capacidad cognitiva, tendrá un alto riesgo de ataques al corazón e insuficiencias cardíacas, así como un cáncer de pulmón. Las personas mayores pueden tener pulmones, corazón y sistemas de defensa más débiles. También pueden tener una afección pulmonar o cardíaca no diagnosticada.



23

FIGURA 3. REPRESENTACIÓN DE LOS DIFERENTES EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA SOBRE LA SALUD. FUENTE: TENÍAS Y BALLESTER, 2009.

La OMS recuerda que la contaminación provoca el 43 % de las muertes por enfermedad pulmonar destructiva crónica (EPOC), el 29 % de las muertes y enfermedades por cáncer de pulmón, el 25 % de las muertes y enfermedades por cardiopatía isquémica, el 24 % de las muertes por ictus, y el 17 % de las muertes y enfermedades por infecciones respiratorias agudas.

### ¿Qué síntomas se pueden experimentar debido a la contaminación del aire?

Cansancio, dolor de cabeza, mareos, irritación de algunas zonas... Todos estos síntomas pueden ser fruto de un espacio altamente contaminado. Estos síntomas pueden ser más acusados si se ha pasado mucho tiempo en las áreas afectadas.

Las personas con enfermedades pulmonares o cardíacas pueden experimentar síntomas más frecuentes y graves que pueden incluso ser mortales.

## ¿Qué ocurre con las partículas inhaladas?

Las partículas inhaladas tienen dos efectos: la disolución y entrada en el torrente sanguíneo y la inflamación pulmonar.

Las partículas inhaladas que entren por el torrente sanguíneo penetrarán en el Sistema Nervioso Autónomo, provocando o cambios en la resistencia vascular, causando una hipertensión en el afectado, o cambios en el ritmo cardiaco, que desencadenará un aumento en la frecuencia cardiaca, y por lo tanto una arritmia.

Por otro lado, las partículas inhaladas que están en contacto con los pulmones van a ocasionar una inflamación pulmonar y una liberación de mediadores, donde se puede originar una coagulación sanguínea que puede formar una trombosis en los vasos coronarios, creando así una enfermedad isquémica del corazón.

## Muertes prematuras por contaminación en España y Europa

En el año 2014, según la OMS, se estima que dos de las partículas materiales de diámetro inferior a 10 micras, el Ozono y el Dióxido de Nitrógeno, fueron responsables de 1.800 y 8.900 muertes prematuras en España, respectivamente. Las partículas PM2.5 también causaron el fallecimiento precoz de 27.900 personas en nuestro país, que se sitúa como **el quinto país europeo donde más impacto tiene este tipo de contaminantes**.

Se estima que en la **Comunidad de Madrid hubo en 2015 un total de 5.416 muertes por alta contaminación**, lo que supone un promedio de **14,83 muertes al día** en ese año por este problema. De esas muertes, 3.914 fueron culpa del PM10, 1.250 se debieron al Dióxido de Nitrógeno y 252 al Ozono. (Agencia Europea de Medio Ambiente) Según la AEMA **unos 15 millones de españoles respiran un aire que la Unión Europea considera insalubre. Las áreas más afectadas son Madrid y Barcelona.**

En total, la exposición prolongada a la contaminación atmosférica ha provocado **la muerte prematura de 518.700 personas en 41 países de Europa en 2015**, según el informe anual de calidad del aire realizado por la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA). Entre los países más afectados nos encontramos con

Italia, con un total de 84.300 muertes prematuras por contaminación, seguido de Alemania, con un total de 78.400 muertes, y en tercer lugar Polonia, con 47.500 muertes prematuras. **España se sitúa en el sexto lugar de la tabla y en 2015 se incrementaron las muertes producidas por contaminación en un 23%.**

### ¿Qué margen establece el reglamento europeo frente a la contaminación?

La legislación europea sobre calidad del aire establece dos tipos de valores límite para la contaminación por NO<sub>2</sub>: un valor límite anual y un valor límite horario.

El valor límite anual de contaminación por NO<sub>2</sub> para la protección de la salud humana está fijado en 40 µg/m<sup>3</sup> de concentración media anual. Según los datos recopilados por la red de medición de la contaminación atmosférica de Madrid, en 2015, 13 de las 24 estaciones que miden este contaminante rebasaron el valor límite anual, y dos estaciones más lo igualaron. Los valores más altos se alcanzaron en estaciones de tráfico, dejando claro donde se sitúa el origen del problema, y los más bajos se registraron en los grandes parques y áreas naturales adyacentes a la ciudad.

Existen otros estudios que muestran relación con los procesos de NO, centrándose únicamente en las exacerbaciones asmáticas y utilizan concentraciones máximas en una hora.

Las diferentes publicaciones sobre este tema se centran fundamentalmente en las PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub>, especialmente sobre las primeras, que tienen un origen antropogénico, estimándose que entre el 70 y el 80% derivan de la combustión de motores diesel en los vehículos.

Muchos de estos estudios centran su interés en la población pediátrica, por la susceptibilidad particular que tiene este colectivo, debido tanto a su inmadurez inmunológica, como a sus características anatómico-fisiológicas; inhalan una mayor proporción de sustancias en relación con su peso, y a su estilo de vida que hace que pasen más tiempo en el exterior.

De todas maneras, conviene tener en cuenta que se ha señalado una relación lineal entre los niveles de los contaminantes ambientales y la incidencia de

problemas de salud, de forma que los límites establecidos no son estrictamente el umbral a partir del cual empiezan las repercusiones sobre la salud, sino que estas empezarán antes de alcanzar estos niveles establecidos por los organismos internacionales.

### **Relevancia en el sistema cardiovascular y tracto respiratorio**

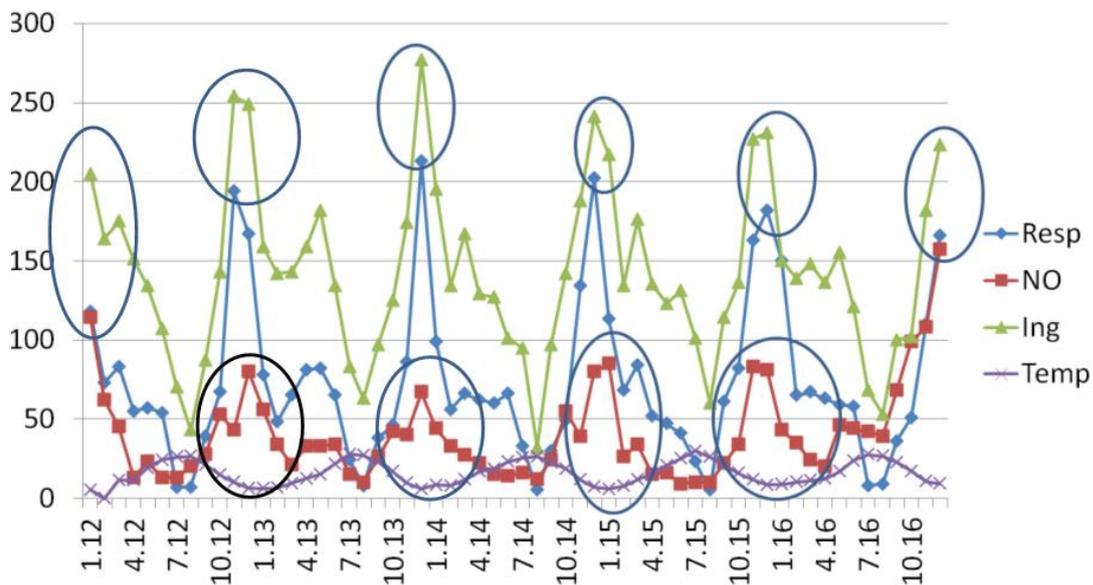
Dentro del amplio rango de los efectos nocivos sobre la salud, cobran especial relevancia aquellos que se producen sobre el sistema cardiovascular y el tracto respiratorio, tanto superior, como inferior, algo que ya ha sido publicado por diferentes autores. Es cierto que las infecciones del tracto respiratorio son consideradas la principal causa de estos procesos; no obstante, ha sido descrito un efecto aditivo o sinérgico con los contaminantes.

En un estudio realizado sobre 11.000 niños en edad escolar, de diferentes áreas con valores diversos de contaminación ambiental, se estudió la función pulmonar de forma prospectiva y se vio una disminución del crecimiento de la función pulmonar en aquellos que vivían en comunidades con concentraciones más altas de PM10, PM2.5, CO y NO2.

El incremento significativo entre los ingresos por asma, bronquitis y neumonía, en la población pediátrica, atribuible a la tasa de contaminantes atmosféricos, es algo que ya ha sido demostrado y que la OMS recoge en su informe sobre la calidad del aire en 2014. Encontramos varios estudios en esta misma línea, tanto en otros países, como en el nuestro. En los últimos estudios realizados en **Madrid se demuestra que hasta un 8,37 % de los ingresos pediátricos podrían evitarse (3.959 en la Comunidad de Madrid), y un 8% de las consultas pediátricas (384.000 en la CAM) si no se superasen los valores recomendados de contaminantes.**

En la figura siguiente puede observarse la relación entre los ingresos totales y respiratorios con los niveles de NO2 en un centro hospitalario madrileño.

## Ingresos totales y respiratorios y su relación con el NO y la temperatura 2012-2016



Dentro de estos efectos nocivos para la salud, quizá el más estudiado ha sido la relación con la exacerbación de las crisis asmáticas y en adultos se ha encontrado también relación entre los eventos cardiovasculares y los picos de contaminación.

## **Cambios necesarios en Madrid y otras grandes ciudades**

Es evidente que la capital de España ha sido configurada durante años para favorecer el tráfico rodado y más específicamente los vehículos particulares por lo que si queremos abordar en serio el problema tenemos que cambiar este panorama.

Las principales medidas a tomar son:

1. Priorizar el transporte público en la ciudad
2. Establecer medidas disuasorias para el uso de los vehículos privados.
3. Fomentar y favorecer la movilidad andando
4. Favorecer el uso de transportes no contaminantes como la bicicleta o los coches eléctricos
5. Utilizar medidas puntuales de limitación de velocidad y de prohibiciones de acceso de los vehículos privados al centro de la ciudad, en los momentos con mayor contaminación.

El programa de “Madrid Central” es un primer paso, pero debe extenderse al menos al interior de la M30

Nuestra salud y la de nuestros hijos merecen este esfuerzo.

## Bibliografía

- WHO: Outdoor Air Pollution. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 109; 2016.
- R Martín Martínez, M Sánchez Bayle: "Impact of air pollution in paediatric consultations in Primary Health Care: Ecological study" \_ . *An Pediatr (Barc)*. 2018;89(2):80-85.
- A. Martín Rivada, M. Sánchez-Bayle, E. Villalobos Pinto, M.L. Calleja Gero: "Contaminación ambiental e ingresos pediátricos en un área urbana". *Acta Pediatr Esp*. 2018; 76(3-4): 44-49.
- Subdirección General de Calidad del Aire y Medio Ambiente Industrial. Dirección de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural. Secretaría de Estado de Medio Ambiente: "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN ESPAÑA 2016".
- Rudy Sinharay\*, Jicheng Gong\*, Benjamin Barratt, Pamela Ohman-Strickland, Sabine Ernst, Frank J Kelly, Junfeng (Jim) Zhang, Peter Collins, Paul Cullinan, Kian Fan Cheng: "Respiratory and cardiovascular responses to walking down a traffic-polluted road compared with walking in a traffic-free area in participants aged 60 years and older with chronic lung or heart disease and age-matched healthy controls: a randomised, crossover study". *Lancet* 2018; 391: 339–49
- Ecologistas en Acción: Informe La calidad del aire en el Estado español durante 2017. Disponible en: <https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/.../06/informe-calidad-aire-2017.pdf>
- European Environment Agency. (2018). Air quality in Europe - 2018. [online] Disponible en: <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2018>
- J.M. Tenías Burillo, Ferrán Ballester Díez (2009): "Impacto de la contaminación atmosférica en la salud de los ciudadanos. Resumen de los estudios realizados en la ciudad de Valencia".
- J.M. Tenías Burillo, Ferrán Ballester Díez (2002): "Contaminación atmosférica por partículas y salud en Valencia", 1994-1996
- B Ritz, M Wilhelm (2008): "Critical periods of risk from air pollution during fetal development. Air pollution impacts on infants and children". UCLA Institute of the Environment: Southern California Environmental Report Card – Fall 2008, Los Angeles, CA: 2008.
- World Health Organization. Regional Office for Europe & European Centre for Environment and Health. (2005). Effects of air pollution on children's health and development : a review of the evidence. Copenhagen : WHO Regional Office for Europe. <http://www.who.int/iris/handle/10665/107652>
- Royal College of Physicians. Every breath we take: the lifelong impact of air pollution. Report of a working party. London: RCP, 2016.