

ORIGINAL BREVE

Recibido: 2/1/2023
 Aceptado: 10/7/2024
 Publicado: 5/9/2024
 e202409048

e1-e12

Assessment of the impact on mortality of air pollution by particles in the city of Valencia during the period 2015-2017

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses

CORRESPONDENCIA

Pablo Ángel López Fernández
 C/ Jaume I, 18, pta. 8.
 CP 46470. Massanassa (Valencia), España.
lopez_pabfer@gva.es

CITA SUGERIDA

López Fernández PA, Martínez Álvarez A, Ballester F, Soler Blasco R, Estarlich M. Evaluación del impacto en mortalidad de la contaminación del aire por partículas en la ciudad de Valencia en el periodo 2015-2017. Rev Esp Salud Pública. 2024; 98: 5 de septiembre e202409048.

Evaluación del impacto en mortalidad de la contaminación del aire por partículas en la ciudad de València en el periodo 2015-2017

AUTORES

Pablo Ángel López Fernández (1,2)
 Ana Martínez Álvarez (3)
 Ferran Ballester (2,4,5)
 Raquel Soler Blasco (4)
 Marisa Estarlich (2,4,5)

FILIACIONES

- (1) Departamento de salud Valencia Clínico-Malvarrosa. Valencia. España.
- (2) Departamento de Enfermería, Universitat de València. Valencia. España.
- (3) Epidemiología. Centro de Salud Pública de Valencia. Valencia. España.
- (4) Unidad Mixta de Investigación en Epidemiología y Salud Ambiental, FISABIO-Universitat Jaume I-Universitat de Valencia. Valencia. España.
- (5) CIBER de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP). Madrid. España.

RESUMEN

FUNDAMENTOS // La contaminación del aire es un problema de Salud Pública de importancia global, siendo las partículas en suspensión (PM) el contaminante con mayor impacto en la salud. El objetivo principal de este artículo fue estimar el impacto en mortalidad atribuible a la contaminación por partículas en la ciudad de Valencia en el periodo 2015-2017.

MÉTODOS // Se utilizó la metodología para la Evaluación del Impacto en Salud (EIS) del proyecto *Aphekom*. Se realizó un estudio descriptivo y para la correlación se emplearon los escenarios de reducción de la media anual de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la concentración de PM_{10} y de $\text{PM}_{2.5}$ y el supuesto de cumplir las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) vigentes en el periodo a estudio para estimar el impacto a corto y largo plazo.

RESULTADOS // Las concentraciones estimadas del promedio 2015-2017 para PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$ fueron de $18,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $12,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. La EIS a corto plazo, en el supuesto de reducir en $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ las medias, tuvo como resultado un total de 65,4 muertes prematuras que se podrían posponer en ese periodo (21,8 anuales), correspondiendo con una tasa de 2,8 defunciones por cada 100.000 habitantes. A largo plazo, si se hubiesen reducido las concentraciones de $\text{PM}_{2.5}$ en $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se hubieran podido posponer 124 muertes prematuras anuales.

CONCLUSIONES // Las concentraciones medias anuales de estos contaminantes se ajustan a los límites marcados por la normativa europea. Sin embargo, respecto a las recomendaciones de la OMS, los niveles de $\text{PM}_{2.5}$ son superiores en $2,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Un escenario de calidad del aire conforme a las recomendaciones de la OMS se hubiera traducido en una reducción de 122 defunciones prematuras anuales.

PALABRAS CLAVE // Evaluación del impacto en salud; Contaminación atmosférica; Mortalidad; Partículas en suspensión; Valencia.

ABSTRACT

BACKGROUND // Air pollution is a global public health issue, with particulate matter (PM) being the pollutant with the greatest impact on health. The main objective of this article was to estimate the impact of mortality attributable to particulate pollution in the city of Valencia during the period 2015-2017.

METHODS // The Health Impact Assessment (HIA) methodology from the *Aphekom* project was used. Scenarios of a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ reduction in the annual mean concentration of PM_{10} and $\text{PM}_{2.5}$ were employed, along with the assumption of meeting the World Health Organization (WHO) recommendations in effect during the study period, to estimate both short- and long-term impacts.

RESULTS // The estimated average concentrations for 2015-2017 were $18,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for PM_{10} and $12,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for $\text{PM}_{2.5}$. The short-term HIA, assuming a reduction of $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in the averages, resulted in a total of 65,4 premature deaths that could be postponed during that period (21,8 annually), corresponding to a rate of 2,8 deaths per 100,000 inhabitants. In the long term, if $\text{PM}_{2.5}$ concentrations had been reduced by $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 124 premature deaths could have been postponed annually.

CONCLUSIONS // The annual average concentrations of these pollutants meet the limits set by European regulations. However, compared to WHO recommendations, $\text{PM}_{2.5}$ levels are higher by $2,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. An air quality scenario in line with WHO recommendations would have resulted in a reduction of 122 premature deaths annually.

KEYWORDS // Health impact assessment; Air pollution; Mortality; Suspended particles; Valencia.

INTRODUCCIÓN

LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS) estimó que, con datos de 2016, la contaminación del aire ambiente por partículas (PM) causó 4,2 millones de muertes prematuras al año en todo el planeta, tanto en zonas rurales como en ciudades (1).

Más recientemente, el informe *State of Global Air* ha estimado que, en 2019, 6,67 millones de muertes fueron atribuibles a la contaminación del aire, incluyendo la contaminación del aire en interiores. Respecto a la contaminación del aire ambiente exterior, la exposición a partículas finas (las de diámetro inferior a 2,5 micras: PM_{2,5}) representa el impacto más importante, con 4,14 millones de defunciones atribuibles. Además de la mortalidad, la morbilidad se ve afectada con enfermedades como cáncer de pulmón, enfermedades crónicas respiratorias, cardiovasculares y enfermedades endocrinas como la diabetes (2-5).

No hay estudios que identifiquen ningún umbral por debajo del cual no se observen daños para la salud. En 2005, la OMS estableció unos valores guía para las partículas, siendo de 10 µg/m³ de media anual y 25 µg/m³ de media diaria para las PM_{2,5}, y de 20 µg/m³ de media anual y 50 µg/m³ diaria para las partículas de diámetro inferior a 10 micras (PM₁₀). Recientemente, estos valores han sido revisados, y en su nueva guía de 2021 se establecen unos umbrales más bajos, de 5 µg/m³ de media anual y 15 µg/m³ de media diaria para las PM_{2,5}, y de 15 µg/m³ de media anual y 45 µg/m³ diaria para las PM₁₀ (1,6).

En cuanto a la normativa española, el *Real Decreto 102/2011 de 28 de enero relativo a la mejora de la calidad del aire*, que fue actualizado con el *Real Decreto 39/2017*, recoge los valores límite para los contaminantes del aire que se establecen en la *Directiva Europea 2008/50/CE*. Estos límites legales para la media anual son de 40 µg/m³ para PM₁₀ y 25 µg/m³ para PM_{2,5}. La media máxima diaria

se sitúa en 50 µg/m³ para PM₁₀, no pudiendo superarse más de 35 veces por año. Uno de los objetivos más destacables de esta normativa es que busca la disminución progresiva de las medias anuales de PM_{2,5}, de tal forma que para 2020 se reduce la media máxima de 25 a 20 µg/m³, aunque, hasta la fecha, este límite continúa siendo de 25. Por otro lado, el plan no contempla un máximo de superaciones anuales del límite legal como con las PM₁₀ (7-10).

La evaluación de impacto en salud (EIS) se define como el resultado de una serie de procedimientos, métodos y herramientas que buscan obtener información sobre los efectos potenciales de un factor a estudio. Es decir, en este caso, se debe centrar en mostrar los beneficios en salud que se obtendrían al disminuir los niveles de los contaminantes atmosféricos. En este sentido, el proyecto *Aphekom* se planteó como objetivo desarrollar la metodología de EIS como instrumento para mejorar el conocimiento del impacto de la contaminación del aire en la salud de la población de ciudades europeas. Con esta metodología se puede cuantificar el impacto en salud de la exposición a contaminación específica de una población. Además, es posible analizar los efectos tanto a corto como a largo plazo, permitiendo considerar diferentes escenarios para cada estimación del impacto. En el proyecto participaron 25 ciudades europeas, entre ellas València, en la que se analizó el impacto en salud de la contaminación atmosférica por partículas durante los años 2004-2006 (11,12).

El objetivo principal del presente estudio fue evaluar el impacto en mortalidad atribuible a la contaminación del aire por partículas de las personas residentes en la ciudad de València en el periodo 2015-2017 y compararlo con los resultados de la evaluación del periodo 2004-2006.

MATERIAL Y MÉTODOS

SE REALIZÓ UN ESTUDIO DE EVALUACIÓN del impacto en la mortalidad de la contamina-

Evaluación del impacto en mortalidad de la contaminación del aire por partículas en la ciudad de València en el periodo 2015-2017

PABLO ÁNGEL LÓPEZ FERNÁNDEZ et al.

ción atmosférica debido a partículas mediante la herramienta *Aphekom* (12).

Periodo y área de estudio. El estudio se llevó a cabo en la ciudad de València para el periodo 2015-2017 (13).

VARIABLES DE ESTUDIO.

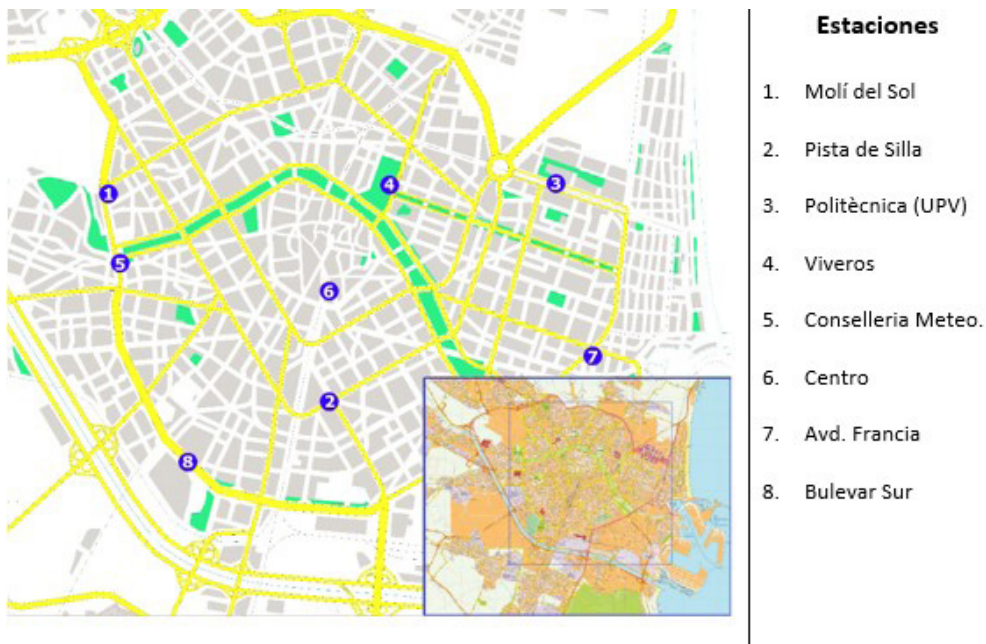
1) Datos de población y mortalidad. El número de habitantes se obtuvo del Instituto Nacional de Estadística y se clasificó por grupos quinquenales de edad. Los datos de mortalidad se obtuvieron del registro de mortalidad de Salud Pública de València, siendo el número de muertes diarias agregadas por grupos de edad quinquenales para causas no externas (A00-R99), y causas cardiovasculares (I00-I99) según la *Clasificación internacional de enfermedades*, 10.ª edición (14,15).

2) Concentraciones de partículas. Las concentraciones de PM_{10} y $PM_{2.5}$ diarias se obtuvieron de las estaciones de monitoreo de la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica en la ciudad de València que se reflejan en la **FIGURA 1** (16).

Análisis de los datos. Se realizó un análisis descriptivo de las concentraciones de cada contaminante, así como de la mortalidad por las diversas causas durante el periodo estudiado.

Para la construcción de las series de datos de los niveles de partículas [TABLA 1] se emplearon los datos proporcionados por estaciones que presentaron menos de un 25% de datos perdidos anuales, utilizándose Pista de Silla, Molí del Sol y Universitat Politècnica de València (UPV) [FIGURA 1]. Los valores perdidos de cada estación se imputaron mediante regre-

Figura 1
Estaciones de medición de calidad del aire de València (periodo 2015-2017).



Evaluación del impacto en mortalidad de la contaminación del aire por partículas en la ciudad de València en el periodo 2015-2017
PABLO ÁNGEL LÓPEZ FERNÁNDEZ et al.

Rev Esp Salud Pública
Volumen 98
5/9/2024
e202409048

Estación captadora	Contaminante	Media (DE ⁽¹⁾) (µg/m ³)	Percentil 5-95	Superaciones diarias del límite legal ⁽²⁾			Superaciones diarias del valor recomendado OMS ⁽³⁾		
				2015	2016	2017	2015	2016	2017
Pista de Silla	PM _{2,5}	12,1 (8,9)	3,0-30,0	-	-	-	60	6	27
	PM ₁₀	23,7 (19,9)	6,0-65,0	29	27	33	29	27	33
Molí del Sol	PM _{2,5}	13,8 (8,9)	3,0-30,0	-	-	-	41	25	40
	PM ₁₀	15,5 (9,3)	4,0-33,0	1	0	2	1	0	2
Politécnica (UPV)	PM _{2,5}	10,3 (7,1)	2,0-24,7	-	-	-	26	6	13
	PM ₁₀	15,8 (10,5)	4,4-34,0	3	1	14	3	1	14
Media	PM _{2,5}	12,3 (7,0)	5,0-26,0	-	-	-	42	12	27
	PM ₁₀	18,4(10,1)	7,0-39,0	11	9	16	11	9	16

(1) Desviación estándar. (2) Número medio de superaciones anuales del límite legal establecido para concentraciones diarias de PM₁₀ durante los años 2015-2017 (valor límite: 50µg/m³). (3) Según la recomendación de la Directrices mundiales de la OMS sobre calidad del aire de 2005 (límite diario de 50µg/m³ para PM₁₀ y 25µg/m³ para PM_{2,5}).

sión lineal, utilizando los datos aportados por las otras estaciones seleccionadas, así como la de Viveros [TABLAS 2 Y 3]. Los datos de esta última fueron utilizados para la imputación de datos, pero no para hacer la media general, ya que presentó valores perdidos superiores al 25% en el año 2017. El resto de estaciones, que están representadas en la FIGURA 1, no se utilizaron para la imputación debido a que presentaban valores perdidos superiores al 25% durante todos los años del periodo estudiado. Finalmente se calculó la media de las tres estaciones imputadas para obtener una medida diaria de la ciudad de cada contaminante.

Con el fin de evaluar el error en la imputación de los datos se calcularon: Desviación media absoluta (MAD), error cuadrático medio (MSE) y error porcentual medio absoluto (MAPE), mostrados en la TABLA 3.

Estimación del impacto en salud. La herramienta *Aphekom* permite estimar el impacto, tanto a largo como a corto plazo, que la dismi-

nución de las concentraciones de PM hubiese tenido sobre la mortalidad según dos escenarios, tal y como se observa en la TABLA 1: 1) una reducción de 5 µg/m³ en la media anual de PM₁₀ y PM_{2,5}; y 2) no sobrepasar los estándares de la OMS para los promedios anuales (20 µg/m³ y 10 µg/m³ para PM₁₀ y PM_{2,5}, respectivamente) (17).

Para el cálculo del impacto se utilizaron funciones de concentración-respuesta de efectos a corto plazo con las PM₁₀ y a largo plazo con las PM_{2,5}. Para el análisis del impacto a corto plazo se utilizaron las medidas de PM₁₀ para relacionarlas con la mortalidad por todas las causas no externas. En cuanto al impacto a largo plazo, se estimó según los dos escenarios para las defunciones por todas las causas no externas y por causas cardiovasculares en la población mayor de 30 años. Las funciones concentración-respuesta (expresadas como riesgos relativos [RR]) se muestran en la TABLA 4. La EIS a largo plazo también permitió estimar el cambio en la esperanza de vida. Para ello

Tabla 2
Contaminantes por estación, datos originales.

Estación captadora	Contaminante	N	Valores perdidos	Mínimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Máximo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Desviación ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Viveros	PM _{2,5}	690	37,04%	1	64	17,39	9,20
	PM ₁₀	792	27,74%	5	127	25,91	11,53
Pista De Silla	PM _{2,5}	1.059	3,38%	1	84	12,09	8,94
	PM ₁₀	1.059	3,38%	2	161	23,73	19,92
Molí del Sol	PM _{2,5}	1.024	6,57%	1	80	13,80	8,91
	PM ₁₀	1.024	6,57%	2	83	15,47	9,32
Politécnica (UPV)	PM _{2,5}	1.066	2,74%	1	68	10,31	7,05
	PM ₁₀	1.066	2,74%	2	109	15,75	10,49

Fuente: elaboración propia, 2023.

Tabla 3
Contaminantes por estación, datos imputados y diferencia con respecto a los datos originales.

Esta- ción	Contaminante	N	Mínimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Máximo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Desviación ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Días imputados	Desviación media absoluta (MAD)	Error cuadrático medio (MSE)	Error porcentual medio absoluto (MAPE)
Pista De Silla	PM _{2,5}	1.096	1	84	12,18	8,96	37	0,16	36,36	3,97
	PM ₁₀	1.096	2	161	23,87	19,79	37	0,35	300,10	11,43
Molí del Sol	PM _{2,5}	1.096	1	80	14,28	9,14	72	0,26	39,09	4,77
	PM ₁₀	1.096	2	83	15,55	9,22	72	0,18	56,73	5,71
UPV	PM _{2,5}	1.096	1	68	10,39	7,00	30	0,19	37,26	4,33
	PM ₁₀	1.096	2	109	15,88	10,40	30	0,70	97,60	6,42

Fuente: elaboración propia, 2023.

Evaluación del impacto en mortalidad de la contaminación del aire por partículas en la ciudad de València en el período 2015-2017

PABLO ÁNGEL LÓPEZ FERNÁNDEZ et al.

Rev Esp Salud Pública
Volumen 98
5/9/2024
e202409048

Causas de mortalidad	Media diaria	DE	Mín.	Máx.	Media anual	Tasa anual mortalidad ^(*)	Total defunciones	Defunciones en >30 años
No externas	19,84	6	8	38	7.281,33	923,9	21.844	21.733
Cardiovasculares	6,17	3	0	18	2.255,66	286,23	6.767	6.758

(*) Por cada 100.000 habitantes. Máx: máximo; Mín: mínimo; DE: desviación estándar.

se calculó la esperanza de vida mediante el método actuarial estándar para grupos quinquenales y se comparó con las defunciones por grupos de edad. Esa diferencia temporal supone la ganancia en esperanza de vida.

Para calcular la relación entre variación de las concentraciones de contaminantes y mortalidad, la función de impacto en la salud que se utilizó fue

$$\Delta y = y^o (1 - e^{-\beta \Delta x})$$

donde Δy es la reducción en el número anual de defunciones asociada a la reducción de las concentraciones de PM, y^o son las defunciones anuales, Δx es la disminución de la concentración definida por el escenario y β es el coeficiente de la función de respuesta a la concentración ($\beta = \log(RR * 10 \mu\text{g}/\text{m}^3) / 10$). (17)

RESULTADOS

Concentraciones de PM₁₀ y PM_{2,5} durante el periodo 2015-2017. Mediante la imputación estadística de los valores perdidos para las estaciones seleccionadas se obtuvo que los valores medios de PM₁₀ y PM_{2,5} durante el periodo fueron de 18,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 12,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. Las medias de las concentraciones diarias más altas de PM₁₀ se observaron en la estación de Pista de Silla (23,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), y de PM_{2,5} en la estación de Molí del Sol (13,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Población y mortalidad durante el periodo 2015-2017. Se obtuvieron 788.066 habitan-

tes de media para el periodo, de los cuales 560.476 tenían 30 o más años.

Tal y como se muestra en la **TABLA 4**, la media (desviación estándar) de muertes diarias por causas no externas fue cercana a 20 (6) y las cardiovasculares a 6 (3).

Estimación de impacto en salud.

1) Impacto a corto plazo (PM₁₀). En la estimación del impacto sobre la mortalidad total, una disminución de la media de concentración de PM₁₀ en 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (es decir, de 18,4 a 13,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) hubiera resultado en un total de 65,4 muertes prematuras que se habrían pospuesto en el periodo a estudio, lo que supondría una reducción en la tasa de mortalidad de 2,8 defunciones prematuras por cada 100.000 habitantes [**TABLA 5**]. Los niveles medios de PM₁₀ fueron menores que el estándar de la OMS (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), por lo que no procedía la estimación de impacto en mortalidad de dicho escenario.

2) Impacto a largo plazo (PM_{2,5}). Respecto al impacto a largo plazo sobre la mortalidad por todas las causas salvo externas, se observó que una disminución de las concentraciones de PM_{2,5} en 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (pasando de un promedio de 12,3 a 7,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) resultaría en 208 muertes prematuras anuales que se habrían pospuesto, es decir, un total de 624 defunciones prematuras evitadas para el periodo a estudio. Por otro lado, si los niveles no hubiesen

Evaluación del impacto en mortalidad de la contaminación del aire por partículas en la ciudad de València en el periodo 2015-2017

PABLO ÁNGEL LÓPEZ FERNÁNDEZ et al.

Rev Esp Salud Pública Volumen 98 5/9/2024 e202409048

Tabla 5
Estimación del impacto en salud a corto plazo de las PM₁₀ (València, 2015-2017).

Escenario	-5 µg/m³
Número de muertes evitadas (Δy)	65,4
Número de muertes evitadas por año (Δy anual)	21,8
Número de muertes evitadas por año por cada 100.000 habitantes (Δy anual/100.000)	2,8

superado los 10 µg/m³ que establecía la OMS en su guía de 2005 para el promedio anual de PM_{2,5}, se hubieran pospuesto 122 defunciones prematuras anuales. Tal y como se observa en la **TABLA 6**, la tasa de mortalidad se hubiera reducido en 37 muertes por cada 100.000 al año si hubieran disminuido las concentraciones de v en 5 µg/m³ y a 22 muertes por cada 100.000 al año menos si se hubiera cumplido con el valor recomendado de 10 µg/m³. Ello representaría una reducción de la mortalidad del 2,9% y del 1,7%, respectivamente.

Para causas cardiovasculares, específicamente, se hubiesen evitado 124 muertes (22

muerres por cada 100.000 habitantes) si se hubieran reducido las PM_{2,5} en 5 µg/m³, mientras que ajustando estas concentraciones a 10 µg/m³ se hubiesen evitado 73 muertes prematuras (13 muertes por cada 100.000 habitantes).

Finalmente, la reducción del número de defunciones para todas las causas excepto externas debido a una reducción de 5 µg/m³ en las concentraciones de PM_{2,5}, significaría un aumento de 0,32 años en la esperanza de vida. Por otro lado, la esperanza de vida se alargaría en 0,19 años si se redujesen las concentraciones hasta los niveles recomendados por la OMS en 2005.

Tabla 6
Estimación del impacto en salud a largo plazo de las PM_{2,5} (València, 2015-2017).

Escenarios	Mortalidad por todas las causas excepto externas		Mortalidad por causas cardiovasculares	
	-5 µg/m³	10 µg/m³	-5 µg/m³	10 µg/m³
Número anual de muertes	7.036,3	7.122,3	2.128,6	2.179,4
Reducción en el número anual de muertes	208	122,1	124,1	73,2
Reducción en el número anual de muertes (ratio por cada 100.000)	37,1	21,8	22,1	13,1
Tasa mortalidad afectada (por cada 100.000)	1.255,42	1.270,76	379,78	388,85

Estimación calculada sobre población igual o mayor a 30 años (560.476 personas).
-5 µg/m³: reducción de la media de concentración de PM_{2,5} (de 18,4 a 13,4 µg/m³). 10 µg/m³: concentración anual de la OMS 2005 para PM_{2,5}.

Evaluación del impacto en mortalidad de la contaminación del aire por partículas en la ciudad de València en el período 2015-2017

PABLO ÁNGEL
LÓPEZ
FERNÁNDEZ
et al.

Rev Esp Salud Pública
Volumen 98
5/9/2024
e202409048



DE ACUERDO CON LOS RESULTADOS OBTENIDOS, durante el periodo de estudio (2015-2017) se observa que las concentraciones diarias de partículas PM_{10} y $PM_{2,5}$ registran valores que, en ocasiones, superan los niveles establecidos por la normativa europea, así como por las Guías de la OMS de 2005, llegando a alcanzar valores de $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diarios, cuando los valores recomendados por la OMS hasta 2021 eran de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. Según las directrices española y europea, las concentraciones diarias de PM_{10} no deberían superar los $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en más de 35 ocasiones en un año, por lo que se cumplen durante el periodo a estudio.

Con respecto a los resultados de concentraciones, son similares a los que se presentan en el *Informe de la coyuntura del medio ambiente en la Comunitat Valenciana*, en el que se obtienen datos de toda la comunidad, no únicamente de la ciudad. En él se destaca que existe un importante descenso en el número de superaciones anuales entre los años 2014 y 2016. La misma tendencia se observa en otras ciudades europeas como Cracovia, Bruselas o Milán entre 2009 y 2016 (7,18,19,20).

Si se comparan los resultados con los que se presentaron en el último estudio de *Aphekom* en València del periodo 2004-2006, se observa que las concentraciones de partículas disminuyen, pasando de $22,3$ a $12,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ y de $32,8$ a $18,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} , si bien es cierto que las únicas estaciones que permanecen en la misma ubicación son la de Pista de Silla y Viveros, habiendo cambiado las estaciones de tráfico de Nuevo Centro y Aragón por estaciones de fondo urbano en Moli del sol y UPV. En cuanto a la EIS, a corto plazo, en el estudio de 2004-2006 se estimó que con una reducción en $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la media anual el número de muertes para todas las causas, menos externas, en personas mayores de 30 años disminuiría en 2,3 por cada 100.000 habitantes. Para el periodo 2015-2017, esta reducción se estima en

2,8 por cada 100.000. Esta diferencia podría deberse al envejecimiento de la población, ya que se observaron 1.674 muertes más en el periodo de estudio que en el del estudio de *Aphekom*.

En lo que respecta a largo plazo, este mismo escenario implicaba una reducción de 38 muertes cada 100.000 habitantes en 2004-2006 e implica 37 muertes por 100.000 en 2015-2017. Estas diferencias pueden atribuirse a las concentraciones de contaminantes en el periodo de estudio, las cuales son menores en el presente estudio (17).

En cuanto a la esperanza de vida obtenemos que en el periodo 2004-2006 esta se veía afectada en 0,3 años por la reducción de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de la media de $PM_{2,5}$. En el mismo supuesto para el periodo 2015-2017, la esperanza de vida se ve incrementada en 0,32 años, siendo muy similar. Por otro lado, en el supuesto de reducir a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ la media, tal y como indicaba la OMS, sí que hay mayores diferencias, puesto que en el estudio de 2004-2006 la esperanza de vida aumentaría en 0,8 años y en el presente estudio aumenta 0,19 años. Esta notable diferencia tendría su explicación en la media de $PM_{2,5}$ de la que parte el supuesto, más elevada en 2004-2006, aunque podría explicarse también por la mayor tasa de mortalidad por envejecimiento de la población.

En un estudio realizado en Barcelona con datos de 2017 han evidenciado tanto una disminución de la media anual de $PM_{2,5}$ ($14 \mu\text{g}/\text{m}^3$) como en la fracción atribuible de las muertes (2%), con respecto al estudio *Aphekom* en la misma ciudad durante 2004-2006. Aunque los valores de $PM_{2,5}$ son similares a los de València, el impacto de este contaminante en Barcelona es mayor, debido a que Barcelona tiene más habitantes (21,22).

A nivel europeo, según la *European Environment Agency* (EEA), en España se produjeron 27.900 muertes prematuras en 2015 a causa de los altos niveles de $PM_{2,5}$, cuya media esta-

Evaluación del impacto en mortalidad de la contaminación del aire por partículas en la ciudad de València en el periodo 2015-2017

PABLO ÁNGEL LÓPEZ FERNÁNDEZ et al.

tal se situaba en $12,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ superior a la de València. Cabe destacar que la EEA estima el impacto tomando el 0 como valor de referencia de $\text{PM}_{2,5}$, cuando este valor es inasumible en la práctica. En la mayor parte del territorio europeo se mantienen las concentraciones medias de $\text{PM}_{2,5}$ por debajo de la recomendación guía de la OMS en 2005, siendo España el decimotercer país con media más baja ($10,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) durante 2017 (23,24).

Esta tendencia se corresponde con los datos recogidos por la EEA para Europa, y según un estudio del *Institute for Global Health* (ISGlobal) las zonas más contaminadas serían la región norte de Italia, el sur de Polonia y el este de la República Checa. Por otro lado, los países del norte como Islandia o Noruega son los que presentan niveles más bajos de contaminación del aire. En ese sentido y en el mismo 2021, el ISGlobal calculó que en Europa se podrían prevenir 51.213 muertes al año reduciendo las concentraciones de este contaminante a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que reduciéndola hasta el nivel más bajo medido ($3,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) se hubiesen evitado 124.729 muertes (23,25).

Una situación similar se describe de las PM_{10} en el continente. Pese a que la evolución entre 2009-2018 es a la baja en casi todos los territorios, hay algunos en los que las concentraciones se han incrementado, como Canarias. No obstante, en 2017, la mayor parte del continente tuvo medias inferiores a los valores límite de la OMS, de 2005, para partículas (24,26).

Otros estudios han evaluado el impacto en salud mediante metodologías diferentes a la de *Aphekom*. Por ejemplo, un estudio de 2020 llevado a cabo en Tarragona aplicó la metodología AirQ+ y la carga de morbilidad utilizando años de vida ajustados por discapacidad. En él se evaluó el impacto que tendría reducir las concentraciones a los niveles recomendados por la OMS, no centrándose únicamente en la mortalidad sino también en la carga de enfermedad, obteniendo un impacto

de 80 años de discapacidad por cada 100.000 habitantes/año ajustando las $\text{PM}_{2,5}$ a los estándares de la OMS (27).

Otras metodologías como *UTOPHIA* han sido utilizadas recientemente en ciudades como Madrid y Barcelona para estimar el impacto en la mortalidad por la exposición a niveles de contaminantes superiores a los límites recomendados, además del ruido o el acceso a zonas verdes, estratificando el impacto por nivel socioeconómico, siendo este impacto mayor en niveles bajos en Barcelona. Finalmente, el ISGlobal también empleó una metodología diferente, contando esta con dos escenarios diferentes de estimación: reducción de la concentración de partículas al nivel indicado por la OMS y reducción al nivel más bajo medido en el territorio europeo durante el periodo del estudio (21,25).

Los resultados obtenidos por las EIS pueden servir de base y justificación para gestionar y planificar políticas para la reducción de gases y partículas contaminantes, ayudando a la toma de decisiones para escoger de forma justificada las opciones más saludables y que plantean escenarios menos peligrosos para la salud de las personas, en los que se disminuyen las emisiones de contaminantes regulando el tráfico (28,29).

En cuanto a las limitaciones, el presente estudio considera que toda la población de València está expuesta de igual modo a la contaminación del aire. En esa misma línea, no se incluye a la población que, sin estar censada en la ciudad, está expuesta a su contaminación ya que se desplazan a la misma. Además, existe un estudio que demuestra que las concentraciones varían en función de la zona, obteniendo lecturas diferentes en cada barrio. Por otro lado, existen diferencias respecto a las mediciones de partículas según el tipo de estación (portátil o fija). Además, con la metodología de *Aphekom* se podrían obtener estimaciones en las que se infraestimasen los efectos nocivos de la contaminación del aire, puesto que hay estudios que atri-

Evaluación del impacto en mortalidad de la contaminación del aire por partículas en la ciudad de València en el periodo 2015-2017

PABLO ÁNGEL LÓPEZ FERNÁNDEZ et al.

Rev Esp Salud Pública
Volumen 98
5/9/2024
e202409048

buyen un RR mayor al que se utiliza en este método, generando incertidumbre en las estimaciones (30,31).

Destacar como fortalezas que al realizar una EIS utilizando la metodología consolidada de *Aphekom* se pueden comparar los resultados con los de otras ciudades en las que se aplicó, incluyendo el estudio previo de la ciudad de València durante el periodo 2004-2006, volviendo a hacer una evaluación de tres años de prospección. Por otro lado, los datos empleados en el estudio confieren confiabilidad, puesto que los valores perdidos de contaminantes se imputaron estadísticamente.

Recientemente, la OMS actualizó sus recomendaciones, disminuyendo los niveles recomendados de concentraciones de partículas, habiéndose empleado en el estudio el escenario de las recomendaciones de 2005, que eran las vigentes en el momento de la recogida de datos y eran las empleadas en el método *Aphekom*. En las nuevas recomendaciones se describen cuatro posibilidades de disminución de contaminantes: si se explora el escenario uno que limita las $PM_{2,5}$ a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ obtendríamos que para todas las causas la esperanza de vida hubiese aumentado en 0,51 años, y se hubiera reducido el número de defunciones anuales en 58 por cada 100.000, resultando un impacto estimado aún mayor (6).

A modo de conclusiones, señalar que las concentraciones estimadas para PM_{10} y $PM_{2,5}$ en la ciudad de València que se dieron

en el periodo se ajustan a los límites marcados por las directrices europeas; sin embargo, según las guías de calidad de aire de la OMS vigentes en el periodo a estudio, los niveles de $PM_{2,5}$ son superiores en $2,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respecto a la recomendación para la media anual.

La reducción de los niveles de $PM_{2,5}$ según las guías de la OMS se hubieran traducido en posponer 122 defunciones anuales prematuras en dicho periodo. El impacto a largo plazo para la misma conjetura nos da como resultado un incremento de la esperanza de vida de 0,19 años, es decir, alrededor de dos meses.

Mayor es el impacto que tendría reducir en $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ las concentraciones de $PM_{2,5}$, pasando de una media anual de $12,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $7,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De este modo, teniendo en cuenta el impacto en salud a largo plazo de los niveles de $PM_{2,5}$ se podrían haber pospuesto 208 muertes anuales, y la esperanza de vida se hubiese incrementado en 0,32 años, es decir, casi 4 meses.

Por otro lado, si las concentraciones de PM_{10} hubiesen sido $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ menores, el impacto a corto plazo hubiese sido de 22 muertes anuales pospuestas.

La información obtenida en este estudio ilustra el impacto de la contaminación atmosférica en la mortalidad en la ciudad de València. Además, aporta datos útiles respecto a los beneficios que representarían las reducciones de la contaminación atmosférica. (6)

Evaluación del impacto en mortalidad de la contaminación del aire por partículas en la ciudad de València en el periodo 2015-2017

PABLO ÁNGEL
LÓPEZ
FERNÁNDEZ
et al.

BIBLIOGRAFÍA



1. *Calidad del aire ambiente (exterior) y salud* [Internet]. [Consultado 15 de diciembre de 2020]. Disponible en: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
2. Health Effects Institute, Institute for Health Metrics and Evaluation's Global Burden of Disease project. *State of Global Air 2020*. 2020. p. 28.
3. Alemayehu YA, Asfaw SL, Terfie TA. *Exposure to urban particulate matter and its association with human health risks* [Internet]. Vol. 27, Environmental Science and Pollution Research. Springer; 2020 [consultado 15 de diciembre de 2020]. p. 27491-27506. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-020-09132-1>
4. Orellano P, Reynoso J, Quaranta N, Bardach A, Ciapponi A. *Short-term exposure to particulate matter (PM₁₀ and PM_{2.5}), nitrogen dioxide (NO₂), and ozone (O₃) and all-cause and cause-specific mortality: Systematic review and meta-analysis*. Vol. 142, Environment International. Elsevier Ltd; 2020. p. 105876.
5. Chen J, Hoek G. *Long-term exposure to PM and all-cause and cause-specific mortality: A systematic review and meta-analysis*. Vol. 143, Environment International. Elsevier Ltd; 2020. p. 105974.
6. Nielsen P. *WHO global air quality guidelines*. Coast Estuar Process. 2009;1:360.
7. BOE. *Disposición 1645 del BOE núm. 25 de 2011* [Internet]. 2011 [consultado 15 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2011/01/28/102/con>
8. BOE.es. *Documento BOE-A-2017-914* [Internet]. [Consultado 15 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2017/01/27/39>
9. Generalitat Valenciana. Conselleria de Transparencia, Responsabilidad Social, Participación y Cooperación. *Resolución de 16 de abril de 2019, del director general de Responsabilidad Social y Fomento del Autogobierno, por la que se aprueban las bases reguladoras y se convocan ayudas para programas y proyectos de educación y fomento de la participación ciudadana en el ámbito de la responsabilidad social y el autogobierno en la Comunitat Valenciana, para el año 2019*. Diari Oficial de la Generalitat Valenciana [Internet]. 29 de abril de 2019 [consultado 15 de diciembre de 2020]; Disponible en: https://dogv.gva.es/datos/2019/04/29/pdf/2019_4323.pdf
10. *Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera*. | Enhanced Reader [Internet]. [Consultado 15 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2007-19744>
11. WHO European Centre for Health Policy. *Health impact assessment. Main concepts and suggested approach*. Gothenbg Consens Pap. 1999;
12. Pascal M, Corso M, Chanel O, Declercq C, Badaloni C, Cesaroni G et al. *Assessing the public health impacts of urban air pollution in 25 European cities: Results of the Aphekomp project*. Sci Total Environ. 1 de abril de 2013;449:390-400.
13. Ayuntamiento de Valencia. *Estadística. Área Metropolitana* [Internet]. [Consultado 15 de diciembre de 2020]. Disponible en: https://www.valencia.es/ayuntamiento/estadistica.nsf/vDocumentosTituloAux/Área_Metropolitana?opendocument&lang=1&nivel=3
14. *Población por sexo, municipios y edad (grupos quinquenales)*. [Internet]. [Consultado 15 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://www.ine.es/jaxi/Tabla.htm?path=/t20/e245/p05/a2014/lo/&file=00046001.px&L=0>
15. *eCIE-Maps-CIE-10-ES Diagnósticos* [Internet]. [Consultado 15 de diciembre de 2020]. Disponible en: https://eciemaps.mschs.gob.es/ecieMaps/browser/index_10_mc.html
16. *Datos On-line - Generalitat Valenciana* [Internet]. [Consultado 19 de marzo de 2021]. Disponible en: <http://agroambient.gva.es/es/web/calidad-ambiental/datos-on-line>
17. Ballester F, Estarlich M, Iñiguez C. *Local city report of Valencia*. Aphekomp Project; 2011.
18. Generalitat Valenciana. *Estado del medio ambiente de la Comunitat Valenciana*. Informe de Coyuntura 2017 [Internet]. 2017. Disponible en: <https://agroambient.gva.es/documents/20552612/0/Informe+del+Estado+del+Me>

19. Tribunal de Cuentas Europeo. *Contaminación atmosférica: nuestra salud no tiene todavía la suficiente protección* [Internet]. 2018 [consultado 7 de septiembre de 2021]. Disponible en: https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR18_23/SR_AIR_QUALITY_ES.pdf

20. Medina S, Ballester F, Chanel O, Declercq C, Pascal M. *Quantifying the health impacts of outdoor air pollution: Useful estimations for public health action*. *J Epidemiol Community Health* [Internet]. 2013 [Consultado 15 de diciembre de 2020];67(6):480-3. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23505307/>

21. Iungman T, Khomenko S, Nieuwenhuijsen M, Barboza EP, Ambròs A, Padilla CM *et al*. *The impact of urban and transport planning on health: Assessment of the attributable mortality burden in Madrid and Barcelona and its distribution by socioeconomic status*. *Environ Res*. 1 de mayo de 2021;196:110988.

22. Public Health Agency of Barcelona. *Local city report: Barcelona*. Aphekom. 2011;

23. *Exceedance of air quality standards in Europe*-European Environment Agency [Internet]. [Consultado 8 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/exceedance-of-air-quality-limit-2/assessment>

24. *Annual concentrations of PM₁₀ in 2017*. European Environment Agency [Internet]. [Consultado 8 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/annual-mean-pm10-concentrations-in-2>

25. Khomenko S, Cirach M, Pereira-Barboza E, Mueller N, Barrera-Gómez J, Rojas-Rueda D *et al*. *Premature mortality due to air pollution in European cities: a health*

impact assessment. *Lancet Planet Heal*. 1 de marzo de 2021;5(3):e121-134.

26. *Trends in PM₁₀ annual mean concentrations (2009-2018)*. European Environment Agency [Internet]. [Consultado 8 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/trends-in-pm10-annual-mean-concentrations>

27. Rovira J, Domingo JL, Schuhmacher M. *Air quality, health impacts and burden of disease due to air pollution (PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂ and O₃): Application of AirQ+ model to the Camp de Tarragona County (Catalonia, Spain)*. *Sci Total Environ*. 10 de febrero de 2020;703.

28. Host S, Honoré C, Joly F, Saunai A, Le Tertre A, Medina S. *Implementation of various hypothetical low emission zone scenarios in Greater Paris: Assessment of fine-scale reduction in exposure and expected health benefits*. *Environ Res*. 1 de junio de 2020;185:109405.

29. Khomenko S, Cirach M, Pereira-Barboza MPH E, Mueller N, Barrera-Gómez J, Nieuwenhuijsen M *et al*. *Premature mortality due to air pollution in European cities: a health impact assessment*. *Artic Lancet Planet Heal* [Internet]. 2021 [consultado 11 de julio de 2021];5:121-55. Disponible en: www.thelancet.com/

30. Lorenzo-Sáez E, Oliver-Villanueva JV, Lemus-Zúñiga LG, Coll-Aliaga E, Castillo CP, Lavalle C. *Assessment of an air quality surveillance network through passive pollution measurement with mobile sensors*. *Environ Res Lett*. 2021;16(5).

31. 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 J* [Internet]. 21 de mayo de 2019 [consultado 11 de julio de 2021];40(20):1590-6. Disponible en: <https://academic.oup.com/eurheartj/article/40/20/1590/5372326>