



Diputación de Palencia



Universidad de Valladolid

Escuela de Enfermería de Palencia  
"Dr. Dacio Crespo"

## **GRADO EN ENFERMERÍA**

Curso académico 2017–2018

**Trabajo Fin de Grado**

### **"INFLUENCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EXTERIOR EN LA PATOLOGÍA DEL ASMA"**

**(Revisión Bibliográfica)**

Alumna/o: Raquel Núñez Pérez.

Tutora: D<sup>a</sup>. Noema Estébanez Villar.

**Junio, 2018**

# ÍNDICE

<b>1. Resumen</b>		1
	Palabras Clave	1
<b>2. Abstract</b>		2
	Key words	2
<b>3. Introducción</b>		3
	3.1. Asma	6
	3.2. Epidemiología del Asma	6
	3.3. Asma y sus circunstancias	8
	3.4. La Contaminación en el asma	9
	3.5. Asma, contaminación y cambio climático.	11
	3.6. Recomendaciones clínicas	11
	3.7. Justificación	13
	3.8. Objetivos	13
<b>4. Materiales y Métodos</b>		14
<b>5. Resultados</b>		17
<b>6. Discusión</b>		21
	6.1. Efectos Material Particulado	21
	6.2. Efectos Ozono	22
	6.3. Efecto Dióxido de Azufre	23
	6.4. Efecto Dióxido de Nitrógeno	24
	6.5. Efecto CO	25
	6.6. Interpretación	25
<b>7. Conclusión</b>		27
<b>8. Bibliografía</b>		28
<b>9. Anexos</b>		36

## GLOSARIO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AEMA: Agencia Europea de Medio Ambiente.

AEMET: Agencia Estatal de Meteorología.

AEP: Asociación Española de Pediatría.

AINES: Antiinflamatorios no esteroideos.

CIIC: Centro Internacional Sobre Investigaciones del Cáncer.

CO: Monóxido de carbono.

AVD: Actividades de la vida diaria.

EPA: Environment Protection Agency.

EPOC: Enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

FEV<sub>1</sub>: Volumen eEpirado Forzado en el primer segundo.

FVC: Capacidad Vital Forzada

GEMA: Guía Española para el Manejo del Asma

GINA: Estrategia Global para el Manejo y Prevención del Asma.

GSTM1: Gen Glutación S-transferase M1.

GSTP1: Gen Glutación S-transferasaP.

HEI: The Healt Effects Institute.

HRB: Hiperrespuesta bronquial.

ISAAC: International Study of Asthma and Allergy in Childhood.

NO: Óxido de nitrógeno.

NO<sub>2</sub>: Dióxido de nitrógeno.

O<sub>3</sub>: Ozono.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

PED: Partículas de escape diésel.

PM: Material particulado.

PM<sub>10</sub>: Material particulado con diámetro aerodinámico igual o inferior a 10 µm.

PM<sub>2,5</sub>: Material particulado con diámetro aerodinámico igual o inferior a 2,5 µm.

RUPIOH: Relationship between Ultrafine and fine Particulate matter in Indoor and Outdoor air and respiratory Health.

SO<sub>2</sub>: Dióxido de azufre.

TNF: Gen Factor de Necrosis Tumoral.

## 1. RESUMEN

La contaminación atmosférica es un problema de salud a nivel mundial que es un potencial factor de riesgo para las enfermedades vasculares y respiratorias como es el asma, cuya incidencia y morbilidad en nuestro país se encuentra actualmente en aumento. En esta revisión bibliográfica se analiza la literatura reciente de los diez últimos años, para los contaminantes atmosféricos exteriores principales SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub> y su respectiva relación con el asma, con el objetivo de analizar si el aumento de estas concentraciones por encima de los umbrales establecidos como seguros por los organismos oficiales, produce un aumento en la patología respiratoria de esta enfermedad. La búsqueda bibliográfica se realiza durante los meses de Febrero a Abril de 2018 en las bases de datos Science, Medline, Elsevier y Pubmed. De Los resultados obtenidos, finalmente se seleccionan diez artículos científicos, que tras su análisis muestran una significativa asociación positiva para la mayoría de los contaminantes principales en cuanto a las exacerbaciones e ingresos hospitalarios. Esta evidencia a nivel sanitario puede ser utilizada en educación para la salud en pacientes asmáticos, aplicada en cuanto a la prevención de los ataques de asma y el buen control de la enfermedad, estableciendo medidas de prevención en los días con cuotas más altas de polución ambiental, para disminuir así la carga socioeconómica derivada de la enfermedad. Por este motivo, es recomendable informar a la población acerca de los organismos y recursos disponibles para consultar de forma diaria los niveles de emisiones y concentración de dichos contaminantes.

- ✓ **Palabras clave:** Asma, Contaminación del aire, Atención Hospitalaria
- ✓ **DeCS:** “Asma”, “Adultos”, “Contaminación del Aire”, “Atención Hospitalaria”.

## 2. **ABSTRACT**

Air pollution is a global health problem that is a potential risk factor for vascular and respiratory diseases such as asthma, whose incidence and morbidity in our country is currently increasing. This literature review analyses the recent literature of the last ten years, for the main external atmospheric pollutants SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> and their respective relationship with asthma, in order to analyze whether the increase of these concentrations above the thresholds established as safe by official organisms, produces an increase in the respiratory pathology of this disease. The bibliographic search is carried out during the months of February to April 2018 in the databases Science, Medline, Elsevier and Pubmed. From the results obtained, ten scientific articles are finally selected, which after their analysis show a significant positive association for most of the main pollutants in terms of exacerbations and hospital admissions. This evidence at the health level can be applied in health education in asthmatic patients in terms of prevention of asthma attacks and good control of the disease, establishing preventive measures on days with higher rates of environmental pollution, to reduce the socioeconomic burden derived from the disease, so it is advisable to inform the population about the available organisms and resources to consult daily the levels of emissions and concentration of said pollutants.

✓ **Key Words:** Asthma, Air Pollution, Hospital Care

✓ **MeSH:** "Ashtma", "Adults", "Air Pollution", "Hospital Care".

### 3. INTRODUCCIÓN

Contaminar es “alterar nocivamente la pureza o las condiciones normales de un medio por agentes químicos o físicos”<sup>1</sup>

La Organización Mundial de la Salud (OMS) lo considera un problema a nivel mundial, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo y es causado en su gran mayoría por la acción humana en industria, así como la utilización de combustibles y medios de transporte.<sup>2</sup> Todo ello contribuye a que disminuya la calidad del aire atmosférico que respiramos, siendo necesario su medición por diversos organismos, destacando en nuestro país la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).<sup>3</sup>

En España, en la actualidad, las actuaciones de control se respaldan en el marco legal de la *Ley 34/2007, de 15 de Noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera* y el *Real Decreto 102/2011, de 28 de Enero, relativo a la mejora de la calidad del aire*. En ellas se establecen los principios en cuanto a prevención, vigilancia y reducción, que tienen su base en los antecedentes legales de la Directiva 96/62/CE del Consejo, de 27 de septiembre de 1996, sobre Evaluación y Gestión de la Calidad del Aire Ambiente, o Directiva Marco que fue la primera en adoptar un planteamiento y fijar unos criterios.<sup>4</sup>

A nivel internacional, la Unión Europea y sus estados miembros asumieron el Protocolo de Kioto, que entró en vigor en el año 2005 con el objetivo de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en países desarrollados. En la actualidad, nos encontramos en el periodo de tiempo de 2013- 2020 donde se estableció una reducción del 20% respecto a las emisiones del informe del año 1990.<sup>5</sup>

Podemos distinguir dos tipos de contaminación en función de su origen:

- **Contaminación tipo I** es aquella que procede de la actividad industrial y la quema de combustibles y dan lugar al denominado humo negro y dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ), que junto con el polvo forman el denominado “Smog”. Este tipo de contaminación predomina en los meses de invierno debido a la inversión térmica que hace que la polución permanezca en las capas más bajas de la atmósfera. Dentro de esta contaminación también encontramos las partículas en suspensión (PM).<sup>6,7</sup>
- **Contaminación tipo II** es derivada principalmente del tráfico. La contaminación de los vehículos desprende al medio concentraciones de monóxido de carbono (CO), óxido de nitrógeno (NO), dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) y ozono ( $\text{O}_3$ ). Si nos referimos a la utilización de diésel en los vehículos cabe destacar que las concentraciones de CO son menores que en la gasolina, pero en cambio se produce la liberación de partículas de escape diésel (PED), altamente contaminantes.<sup>6,7</sup>

También se denomina contaminación tipo II o secundaria a la producida como consecuencia de la reacción de NO y  $\text{O}_3$  con la luz solar dando lugar a nuevas sustancias. Esta última asociación del ozono junto con la radiación solar recibe el nombre de “Smog de verano” y es más característica de los meses cálidos.<sup>6,7</sup>

La OMS establece unas concentraciones de contaminación para las partículas en suspensión, el ozono, los óxidos de nitrógeno y el dióxido de azufre.<sup>8</sup>

La Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) es un organismo de la Unión Europea y su labor es ofrecer información sólida e independiente sobre el medio ambiente. Es la fuente principal de información para los responsables del desarrollo, la aprobación, la ejecución y la evaluación de las políticas medioambientales, y también para el gran público.



	<b>VALOR LEGISLATIVO EN EUROPA/ ESPAÑA</b>	<b>VALOR RECOMENDADO DE LA OMS</b>
<b>PM10</b>	FASE II: 20 µg/m <sup>3</sup> Media anual	20 µg/m <sup>3</sup> Media anual
<b>PM2,5</b>	FASE II: Reducción de 25 µg/m <sup>3</sup> a 20 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup> Media anual
<b>O<sub>3</sub></b>	120 µg/m <sup>3</sup> Media octohoraria que no debe superarse en más de 25 ocasiones (días) al año para periodos trienales.	100 µg/m <sup>3</sup> Media octohoraria
<b>NO<sub>2</sub></b>	40 µg/m <sup>3</sup> Media anual	40 µg/m <sup>3</sup> Media anual
<b>SO<sub>2</sub></b>	125 µg/m <sup>3</sup> Media en 24 h. No debe superarse en más de 3 ocasiones por año civil.	20 µg/m <sup>3</sup> Media en 24 horas

Tabla 1. Estándares calidad del aire según la legislación vigente en España y los estándares de la OMS. <sup>8,10</sup>

La situación actual en nuestro país según el informe *“La contaminación por Ozono en el Estado Español durante 2017”* una de cada cuatro personas en España ha respirado aire por encima de los rangos establecidos por la legislación vigente en nuestro país para la salud en dicho año.<sup>11</sup> Una cifra que se sitúa la más elevada desde que se comenzaron a realizar los informes en el año 2005. Esta cifra es aún más significativa si se compara con los datos estándar de calidad de aire de la OMS, donde se evidencia que un 81,4 % de la población habría estado expuesta a niveles elevados de Ozono, lo que es lo mismo que decir cuatro de cada cinco ciudadanos españoles.<sup>11</sup>

La importancia del control de la elevación de los niveles estándar de polución por encima de lo permitido tiene su base en la gran cantidad de efectos a corto y largo plazo que produce en la salud sobre todo a nivel del aparato circulatorio y el aparato respiratorio.<sup>12</sup>

Según la OMS, la contaminación es un factor de riesgo muy importante en el desarrollo de enfermedades, de hecho la disminución de las emisiones en los países desarrollados puede reducir la morbilidad en enfermedades como el cáncer de pulmón, neumonía aguda y crónica, asma, y accidentes cerebrovasculares o del sistema vascular.<sup>8</sup>

Así mismo, el Centro Internacional sobre Investigaciones del Cáncer (CIIC) de la OMS afirmó tras una evaluación en 2013 que la contaminación atmosférica es carcinógena.<sup>12</sup>

El aparato respiratorio es afectado de forma destacable por los efectos de la polución, influyendo de forma importante en el asma.<sup>11</sup>

### **3.1 Asma**

El asma como patología respiratoria crónica e inflamatoria se ve afectada por los niveles de contaminación, produciéndose una exacerbación de la sintomatología clásica que cursa con la presencia de síntomas respiratorios como sibilancias, tos, opresión en el pecho, dificultad para respirar o disnea causadas por una hiperrespuesta bronquial (HRB) y una disminución del flujo aéreo.<sup>13</sup>

### **3.2 Epidemiología del asma**

En las últimas décadas se ha evidenciado un aumento en nuestro país y en todo el mundo de la prevalencia y exacerbación de los síntomas de asma asociada a un mayor número de hospitalizaciones y consultas, con tendencia al aumento y con distinciones geográficas cuyas causas aún no han sido claramente definidas de ningún estudio, pero si se han podido asociar a la contaminación como uno de los factores precipitantes. Actualmente, España se encuentra en el rango medio de prevalencia a nivel internacional.<sup>14</sup>

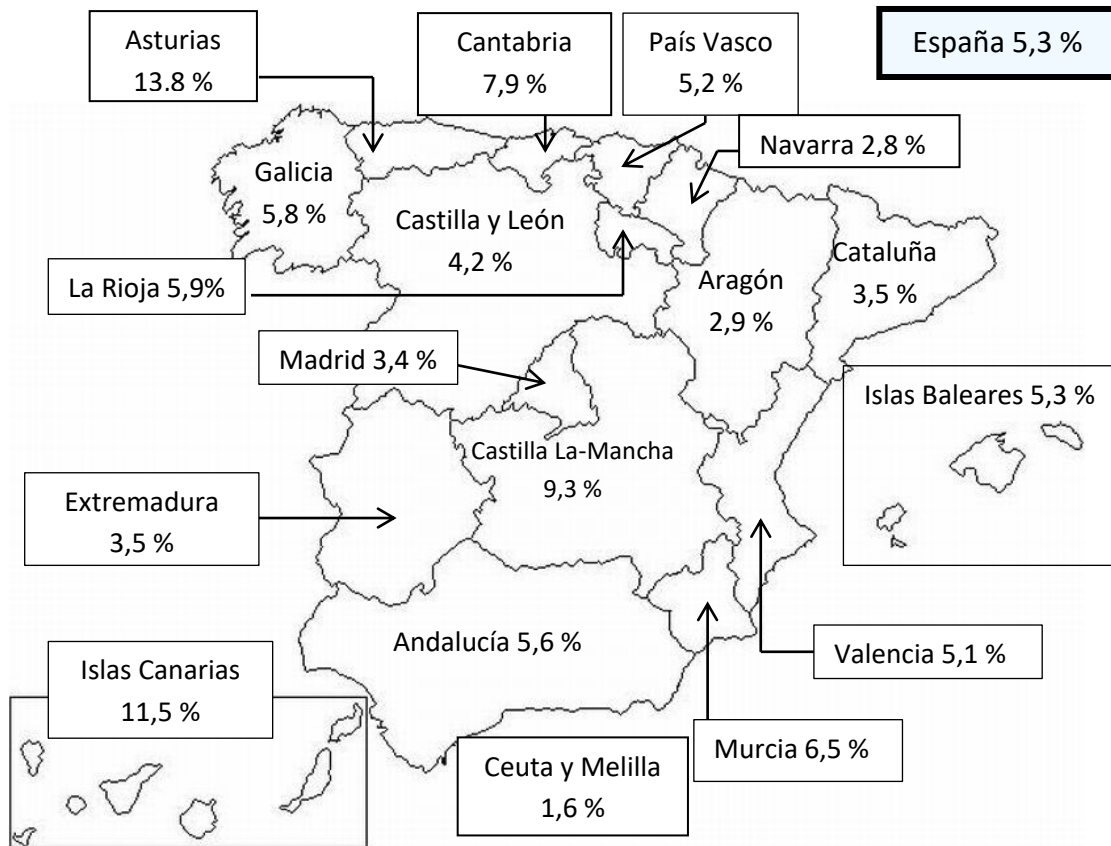


Imagen 1. Información extraída del artículo Impacto del asma (AEP). Distribución porcentual año 2014 por Comunidad Autónoma según el Instituto Nacional de estadística.<sup>15</sup>

Respecto a su morbilidad, en España es una de las principales causas de absentismo laboral y escolar.<sup>14</sup> Uno de cada ocho niños presenta limitaciones en las actividades de la vida diaria (AVD) y según la Asociación Española de Pediatría (AEP) en el año 2016 acuden 1,9 veces más a Atención Primaria, 2,2 veces más a urgencias y sufren 3,5 más hospitalizaciones<sup>15</sup>

Según las estimaciones de la OMS, publicadas en diciembre de 2016, en 2015 hubo 383 000 muertes por asma.<sup>16</sup> En España la tendencia es a disminuir debido al mayor control del tratamiento y a su diagnóstico precoz.<sup>14</sup> Respecto a la carga económica que supone esta patología, el coste anual del paciente asmático en España en 2017 supuso un promedio de 1950 euros, llegando a ascender hasta 2728 euros en pacientes con asma grave.

Los estilos de vida, la exposición a los factores de riesgo y el grado de control de la enfermedad influyen directamente sobre la incidencia y las exacerbaciones, siendo el 70% del coste del asma correspondiente a un mal control de la enfermedad.<sup>17</sup>

### **3.3 Asma y sus circunstancias**

Además de los propios componentes de la contaminación, existen una serie de circunstancias que pueden convertir a un individuo con asma en más o menos susceptible al efecto de la misma. Así, la exposición prenatal puede afectar al riesgo postnatal de desarrollar asma y exacerbaciones.<sup>18</sup>

Los niños tienen unos pulmones en desarrollo, junto con una inmadurez metabólica. Si a esto se suma una mayor tasa de ventilación ajustada a su peso y la realización frecuente de actividades al aire libre, los convierte en más susceptibles<sup>18</sup>

Otro factor que influye directamente es el tabaquismo tanto activo como pasivo, provocando la inhalación de una mezcla de gases y partículas en suspensión, con un efecto nocivo sobre el asma, por lo que podría ser un potenciador de los efectos de la contaminación. Lo que está demostrado es que ciertos polimorfismos de algunos genes, como Gen Glutación S-transferase M1 (GSTM1), gen Glutación S-transferasaP (GSTP1) y el gen de Factor de Necrosis Tumoral (TNF), asociados a que la enfermedad se afecte más por la contaminación, también se asocian a un incremento del riesgo por exposición a tabaquismo pasivo<sup>19</sup>

### 3.4 La Contaminación en el asma

Dado que el asma es una patología respiratoria, se ve estrechamente ligada a la calidad del aire que respiramos y por tanto a las sustancias nocivas que se puedan encontrar en él. De este modo se conoce que las partículas gruesas en suspensión afectan a nivel de las vías respiratorias superiores, mientras que las partículas finas pueden llegar a las vías respiratorias inferiores, incluso a los alveolos. Así mismo si se trata de un gas soluble en agua, este se quedará a nivel de la mucosa mientras que si no es soluble pasará directamente a los alveólos.<sup>20</sup>

Los efectos de la contaminación atmosférica sobre el asma bronquial pueden cifrarse en dos vertientes. En primer lugar la posible relación en un aumento de las exacerbaciones, que conllevan un incremento en el número de visitas a urgencias y de hospitalizaciones.<sup>21</sup> Como es lógico pensar, esto puede derivar en un peor control de la enfermedad, manifestado por un aumento de los síntomas y del uso de la medicación de rescate.<sup>21</sup>

En segundo lugar, se ha sugerido que la exposición a la contaminación atmosférica origina nuevos casos de asma, poniéndose como ejemplo el incremento de la incidencia en China, donde un desarrollo industrial exponencial está originando una exposición a contaminantes elevada en un amplio porcentaje de la población.<sup>22</sup>

La forma en que la calidad del aire en función de la contaminación afecta al sistema respiratorio y en este caso al asma en concreto, puede variar en función del tiempo, pudiendo observarse efectos a corto plazo, que se evidencian en el estudio realizado por J. Mc.Creanor et al. en el año 2007 que muestra la comparación de la función pulmonar de pacientes con asma tras haber estado en una calle de elevado tránsito de vehículos en Londres durante dos horas con la de otro grupo de asmáticos que se encontraban el mismo periodo de tiempo en un parque, observando un descenso en el primer grupo del volumen espirado forzado en el primer segundo (FEV<sub>1</sub>) y de

la capacidad vital forzada (FVC). Así mismo también presentaban un aumento de marcadores de inflamación.<sup>23</sup>

Respecto a los efectos a largo plazo, una revisión bibliográfica realizada en 2010 por The Health Effects Institute (HEI) advierte que vivir de 300 a 500 metros de una carretera de alto tráfico es un factor de riesgo de enfermedad asmática.<sup>24</sup>

En la misma línea de este estudio se encuentra la fase III del estudio realizado por International Study of Asthma and Allergy in Childhood (ISAAC), que relaciona dosis-respuesta entre el asma y el tránsito de coches.<sup>7</sup>

Los datos de prevalencia del Estudio ISAAC (Fase III)<sup>7</sup> coinciden para los datos en la zona urbana de un estudio observacional transversal en niños de 0-14 años realizado en Valladolid en el año 2009 por S. Aníbarro Pérez et al. Este mismo estudio, expone que los datos de prevalencia en la zona rural son claramente inferiores a partir de los dos años de edad en comparación a la zona urbana y esto entre otros factores se puede asociar a una menor contaminación atmosférica.<sup>25</sup>

Un rasgo importante a destacar de la contaminación del aire, es la emisión de los vehículos de PED, que afectan directamente sobre las células Treg, encargadas de la respuesta inflamatoria, produciendo un aumento de la inflamación en la vía respiratoria e induciendo la sensibilización alérgica. Además aumentan la actividad pro-inflamatoria de componentes microbianos, lo que se podría asociar a la mayor tasa de infecciones en niños que viven en ambiente urbano y no rural.<sup>20</sup>

Estas asociaciones son bien conocidas por los organismos mundiales por lo que en varias ocasiones como en los Juegos Olímpicos de Atlanta (1996) se tomaron medidas para reducir el tráfico un 22,5 % con la caída del 27,9 % de ozono y un 44,6% menos de atención sanitaria por agudizaciones de asma. Del mismo modo, en Pekín (2001) también se tomaron medidas para

la reducción de la contaminación y facilitar el buen estado de salud y desarrollo de los atletas.<sup>6</sup>

### **3.5 Asma, contaminación y cambio climático**

La contaminación se encuentra muy ligada al cambio climático, ya que es una de sus causas principales.<sup>26</sup>

Los fenómenos anticiclónicos producidos por el cambio climático hacen que disminuya la dispersión de las partículas en suspensión, las tormentas secas cada vez más frecuentes aumentan el polvo en suspensión procedente principalmente del Sahara y los periodos de sequías y lluvias alteran los ciclos del polen, todo ello estrechamente relacionado con los procesos de asma, agudizaciones y visitas a los centros sanitarios.<sup>26</sup>

El resultado es una combinación de partículas y gases contaminantes junto con una mayor exposición a alérgenos que puede elevar de forma notable la respuesta alérgica de personas asmáticas.<sup>6</sup>

### **3.6 Recomendaciones clínicas**

Respecto al abordaje del sistema sanitario, la atención primaria como primer escalón en la atención supone un pilar imprescindible en cuanto a la educación para la salud en pacientes asmáticos en los factores de riesgo que se pueden evitar, disminuyendo así las consultas a la atención secundaria y los costes derivados de las agudizaciones.<sup>27</sup>

En cuanto al personal responsable de esta educación, una revisión bibliográfica realizada por Maarten C Kuethe et al. en el año 2013 sobre cinco estudios en educación a asmáticos concluye que no hay una diferencia significativa en cuanto a personal de enfermería y personal médico.<sup>27</sup>

Hay consenso sobre la importancia de la educación y por ello se establece en la Guía Española sobre el Manejo del Asma para educadores<sup>28</sup> publicada en 2010, por diversas sociedades científicas en España, la importancia de un trabajo en equipo del personal sanitario, organizado por sesiones informativas y revisiones en las cuales es necesario explicar la patología, su tratamiento y los factores de riesgo a evitar, así como lograr la máxima adherencia terapéutica y el reconocimiento de un proceso de agudización.<sup>28</sup>

Debe advertirse a los asmáticos que no salgan al exterior los días en que exista un pronóstico de niveles altos de ozono o de partículas en suspensión de entre 2 y 5  $\mu\text{m}$ . Para ello, sería deseable que existieran alertas de contaminación emitidas por la autoridad correspondiente y accesible a los pacientes. De esta forma, podrían reducirse las exacerbaciones de asma al evitar que se realicen actividades en el exterior, especialmente ejercicio físico, ya que, al incrementar la ventilación minuto, se aumenta la dosis total inhalada de contaminantes.<sup>13</sup>

Debe recomendarse vivir a más de 300 metros de una autopista, especialmente si tiene tráfico pesado, ya que las concentraciones de las partículas en suspensión descienden significativamente a partir de esta distancia<sup>29</sup>. Y viajar en coche con las ventanillas cerradas.<sup>30</sup>

Respecto al tratamiento de la agudización inducida por la contaminación, no difiere del propuesto para la práctica clínica habitual.<sup>13</sup>

La evitación de la exposición a los contaminantes, especialmente en los pacientes con asma grave, y el mantenimiento de la medicación controladora podrían hacer descender las exacerbaciones tras la exposición a contaminantes. Dada la potencial interacción entre la contaminación, el tabaquismo pasivo y los alérgenos, debe recomendarse especialmente cuidar la exposición durante la estación polínica.<sup>31</sup>



### 3.7 Justificación

El asma está sufriendo cambios en su prevalencia, probablemente relacionados al aumento de la contaminación y la industria. Además, esta enfermedad supone un condicionante en la vida de quienes lo padecen, llegando así a afectar a sus actividades diarias, su ocio y su formación, en muchos casos presentando un absentismo escolar o laboral superior a la media para la misma edad.

Por ello es importante relacionar todos los factores que afectan a la aparición y desarrollo de esta enfermedad, tanto los más estudiados como son los clínicos y factores de riesgo, como los que varían con los años y son producidos por la acción de la industria y el ocio como es la contaminación, cuyo control puede llegar a influir significativamente en el estado de estos enfermos.

Por ello la labor enfermera en cuanto a la educación en los factores de riesgo supone un pilar importante en el control y manejo de la enfermedad.

### 3.8 Objetivos

- ✓ **General:** Actualizar los conocimientos existentes sobre la contaminación atmosférica exterior en el asma.
  
- ✓ **Específicos**
  - Analizar los efectos de los principales contaminantes atmosféricos de exterior que afectan a la enfermedad asmática.
  
  - Determinar si existe asociación entre la contaminación del aire exterior y el aumento de consultas hospitalarias por exacerbación de la patología asmática.

#### 4. MATERIAL Y MÉTODOS

La búsqueda bibliográfica se realizó durante los meses de Febrero a Abril de 2018. Se realizó una primera búsqueda en Google Académico como fuente bibliográfica, con el fin de encontrar artículos publicados en relación a la polución ambiental y el asma. Esta consulta nos ha derivado a diversas páginas oficiales comentadas a continuación.

A nivel internacional sobre el estado actual de la contaminación y los programas vigentes, se ha consultado la página oficial de la Organización Mundial de la Salud.

La página web de la Asociación Española de Pediatría (AEP), la página de la Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR) y la Sociedad Española de Inmunología Clínica, Alergología y Asma Pediátrica (SEICAP).

En cuanto al marco legislativo, se ha obtenido información de la normativa vigente para el control de la polución ambiental aplicada en España, disponible en la página del Ministerio de Agricultura y Pesca. Alimentación y Medio Ambiente.

Como fuente de información se han consultado guías clínicas, a nivel internacional la llamada “Estrategia Global para el Manejo y Prevención de Asma”, publicada en 2016 (GINA) en ámbito nacional la denominada “Guía Española para el Manejo del Asma” (GEMA) y la “Guía para la atención de los niños y adolescentes con asma” en la comunidad de Castilla y León

Se encontró información en la revista digital Espacio Asma y el informe “*La contaminación por Ozono en el Estado español durante 2017*” realizado por Ecologistas en Acción.

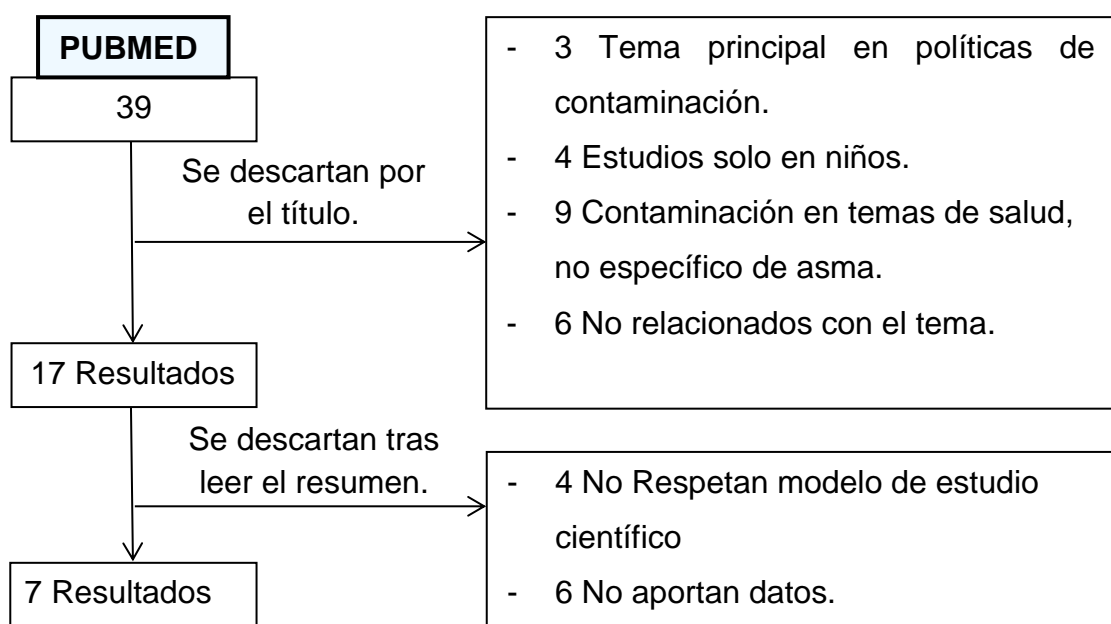
Como bases de datos científicas se ha obtenido información de Science, Medline, Elsevier y Pubmed.

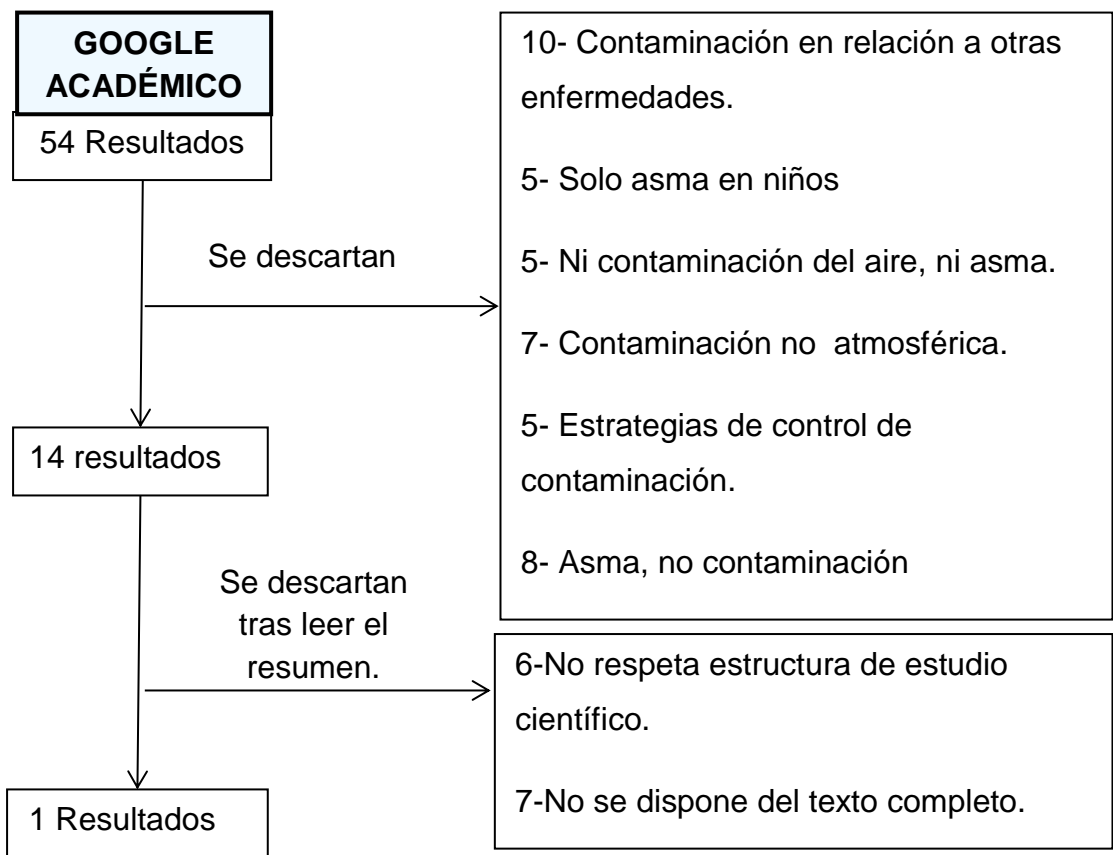
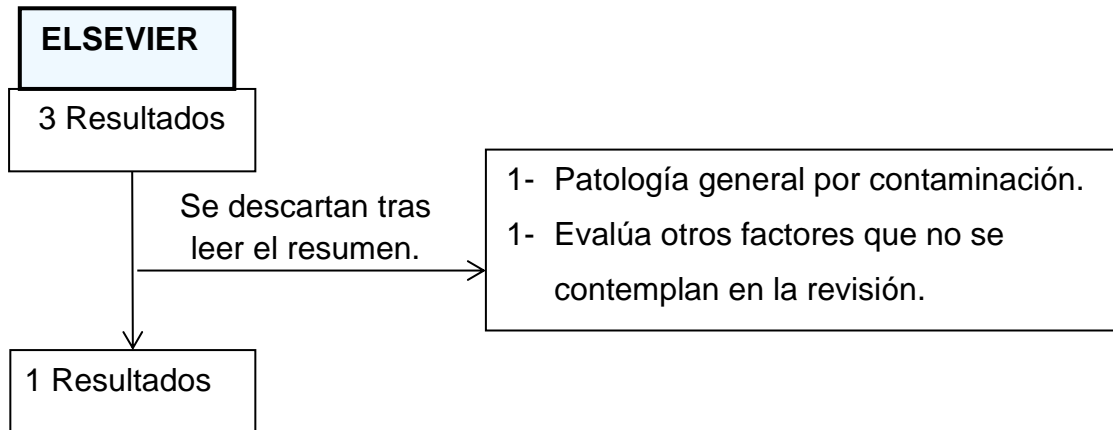
Criterios de inclusión:

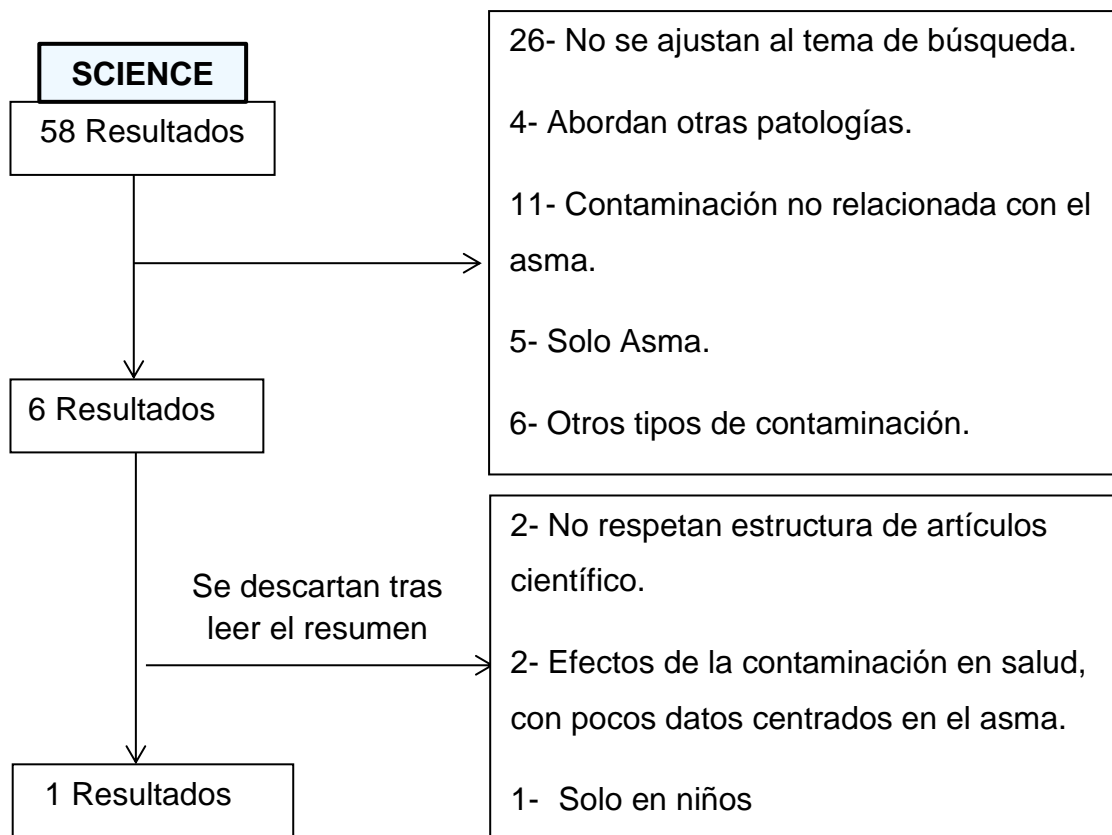
- Texto completo
- No más de 10 años
- Artículos cuyo objeto de estudio o aplicación sea en humanos
- Español e Inglés
- 

TESAUROS	
DeCS	MeSH
Asma	Asthma
Prevalencia	Prevalence
Contaminación del aire	Air Pollution
Adulto	Adult
Material particulado	Particulate Matter

Los tesauros seleccionados se han relacionado mediante el boleano AND en la cadena “Asthma AND Prevalence AND Air pollution AND Adult AND Particulate Matter”







## 5. RESULTADOS

La búsqueda bibliográfica obtuvo tras la selección un total de 10 resultados, sobre los que se realiza la revisión. Estos resultados podemos englobarlos por tipo de estudio. (Tabla comparativa ANEXO I)

- 5 Estudios de casos y controles
- 1 Estudio experimental
- 2 Meta-análisis
- 1 Revisión bibliográfica
- 1 Estudio panel

## 5.1 Estudios de casos y controles.

- ✓ *“Association between PM<sub>2.5</sub> and primary care visits due to asthma attack in Japan: relation to Beijing’s air pollution episode in January 2013”* Estudio de casos y controles que tiene por autoría Shin Yamazaki *et al.* analiza los datos sobre 112 sujetos de 0-80 años que visitan emergencias por ataque de asma entre las nueve p.m. y las 6 a.m. de Enero a Marzo de 2013 en Himejei, Japón. Valora principalmente PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> aportando además datos de sobre SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub>.<sup>32</sup>
- ✓ *“How air pollution influences clinical management of respiratory diseases. A case-crossover study in Milan”* Estudio de Pierachille Santus *et al.* en el que se valora 45.770 casos de admisión en urgencias por enfermedad respiratoria en Milán de Junio de 2007-Diciembre 2008 y los relaciona con las tasas de contaminación atmosférica para SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>.<sup>33</sup>
- ✓ *“The effects of air pollution on asthma hospital admissions in Adelaide, South Australia, 2003-2013: time-series and case-crossover analyses”.* Publicado por Kefei Chen *et al.* sobre los efectos de la contaminación en la admisión de casos y controles en el Hospital, en Adelaide, Australia, 2003 – 2013. Valora 36.024 ingresos teniendo también en cuenta la estación del año y los contaminantes PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>2</sub> y O<sub>3</sub>.<sup>34</sup>
- ✓ *“Short-term effects of ambient air pollutants on asthma-related emergency department visits in Indianapolis, Indiana, 2007-2011”* publicado por Nathan Byers, *et al.* estima la relación entre los cambios diarios en el aire ambiente de contaminantes y visitas diarias al departamento de emergencias relacionadas con el asma en Indianapolis en pacientes mayores de 5 años desde 2007-2011. Valora las asociaciones a corto plazo de estas exposiciones en el asma.<sup>35</sup>

- ✓ “Prediction of the Impact of Air Pollution on Rates of Hospitalization for Asthma in Shiraz Based on Air Pollution Indices in 2007-2012” publicado por Mozghan Moghtaderi, Marjan Zarei, Shirin Farjadian y Shahrooz Shamsizadeh es un estudio epidemiológico de casos y controles que analiza el impacto de la contaminación para los datos de PM<sub>10</sub>,NO<sub>2</sub>,SO<sub>2</sub>,CO Y O<sub>3</sub> en la admisión de 1939 pacientes asmáticos a cuatro hospitales de Shiraz en Irán entre 2007-2012.<sup>36</sup>

## 5.2 Estudio experimental

- ✓ “*Estimating the health and economic benefits associated with reducing air pollution in the Barcelona metropolitan area (Spain)*” es un estudio experimental publicado por Laura Perez, Jordi Sunyer y Nino Künzli con el objetivo de presentar una estimación de los beneficios para la salud y económicos de dos escenarios de mejora de la calidad del aire ambiental en 57 municipios del área metropolitana de Barcelona incluyendo una población total de 3,868,663 habitantes durante el año 2004, utilizando como marcador de la calidad del aire la concentración de PM<sub>10</sub>.<sup>37</sup>

## 5.3 Estudio Panel

- ✓ El estudio Relationship between Ultrafine and fine Particulate matter in Indoor and Outdoor air and respiratory Health (RUIOH) es un estudio multicéntrico financiado por la Unión Europea para examinar la distribución de varias mediciones de partículas tanto en interiores como al aire libre en cuatro ciudades europeas y evaluar sus efectos sobre la salud en personas con asma o enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), basada en una evaluación detallada de la exposición. En este contexto, Anna Karakatsani et al. realizan un estudio multicéntrico “*Particulate matter air pollution and respiratory symptoms in individuals having either asthma or chronic obstructive pulmonary disease: a European multicentre panel study.*” Examinan la contaminación atmosférica de PM<sub>10</sub> Y PM<sub>25</sub> en

cuanto a la contaminación atmosférica en cuatro ciudades europeas (Amsterdam, Atenas, Birmingham, Helsinki) y evaluar sus efectos sobre la salud en participantes de 35 o más años con asma o EPOC de Octubre 2002- Marzo 2004.<sup>38</sup>

#### 5.4 Meta-análisis

- ✓ “*Association between Air Pollutants and Asthma Emergency Room Visits and Hospital Admissions in Time Series Studies: A Systematic Review and Meta-Analysis*” publicado por Xue-yan Zheng et al. es una publicación de una meta-análisis realizado en el año 2015 sobre la asociación de la contaminación a las visitas a emergencias por exacerbaciones del asma. Valora los efectos a corto plazo de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> basándose en 87 estudios, de los cuales 62 fueron observacionales y 25 casos y controles en todos los rangos de edad.<sup>39</sup>
  
- ✓ “*Effect of outdoor air pollution on asthma exacerbations in children and adults: Systematic review and multilevel metaanalysis*” por Pablo Orellano et al. es un meta-análisis realizado desde el año 2000-2016 sobre los efectos de la contaminación atmosférica en las exacerbaciones del asma en niños y adultos en 12 países. Valora 22 estudios en inglés sobre los efectos de los contaminantes SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>.<sup>40</sup>

#### 5.5 Revisión bibliográfica

- ✓ “A review on human health perspective of air pollution with respect to allergies and asthma” publicado por Ki-Hyun Kim, Shamin Ara Jahan y Ehsanul Kabir es una revisión bibliográfica en el año 2013 para determinar la importancia de la contaminación del aire para las sustancias O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>25</sub> en su vinculación con la alergia y el asma.<sup>41</sup>



## 6. DISCUSIÓN

### 6.1 Efectos del material particulado en el asma (PM<sub>10</sub> Y PM<sub>2,5</sub>)

El material particulado y su concentración en el aire supone como conclusión para el estudio de Kefei Chen et al. que para un incremento de 10 µg/m<sup>3</sup> en la concentración de PM<sub>10</sub> no se refleja relación significativa en los efectos para los síntomas del asma, pero si una fuerte asociación positiva para las PM<sub>2,5</sub> y los ingresos hospitalarios en adultos por exacerbación de la patología, cuyo riesgo y número de ingresos aumentaba cuando se registraban picos de temperatura más altas o más bajas de lo normal, de lo que se deduce que tienen mayor efecto adverso que las PM<sub>10</sub>.<sup>34</sup>

Estos resultados pueden ser aplicados para utilizar las PM<sub>2,5</sub> como indicador de la calidad del aire y poder tomar medidas de prevención para poder evitar así empeoramiento de los síntomas como la dificultad a la hora de caminar y mayores visitas al hospital se deducen del estudio de Anna Karakatsani et al.<sup>38</sup>

Respaldando estos resultados, Mozghan Moghtaderi, Marjan Zarei, Shirin Farjadian y Shahrooz Shamsizadeh en su estudio tampoco encontraron asociación positiva para PM<sub>10</sub> y lo relacionan a que la deposición de PM en el tracto respiratorio depende del tamaño de las partículas, por ello existe mayor correlación con PM<sub>2.5</sub> y la morbilidad del asma.<sup>36</sup>

Xue-yan Zheng et al. afirma la asociación positiva en las dos concentraciones de PM y en temporada más cálida como también lo hace Pablo Orellano et al. para la estación cálida, pero solo para la media de PM<sub>2,5</sub> por 24h mayor de la media permitida.<sup>40</sup>

En contra de estas afirmaciones, Shin Yamazaki et al. en su estudio en unas circunstancias de concentraciones muy elevadas en Japón, no encontró asociación para  $PM_{2,5}$  en la exposición de uno o dos días por encima de las concentraciones permitidas y la presencia de ataques de asma por la noche. Quizá también pueda deberse a que los datos analizados sólo registran las visitas a urgencias en periodo nocturno, lo que puede disminuir los datos reales.<sup>32</sup>

## **6.2 Efectos del O<sub>3</sub> en el asma**

Los resultados del meta-análisis de Pablo Orellano et al. muestra la evidencia entre el aumento de la concentración para el ozono y el empeoramiento del asma.<sup>40</sup>

También se muestra en el estudio realizado en Japón por Shin Yamazaki donde se encuentra una asociación positiva entre los niveles de ozono el día anterior al ataque de asma con necesidad de atención médica.<sup>32</sup> Además se relaciona con otros estudios actuales que apoyan esta afirmación como el Análisis de la Agencia de Protección de los efectos de la salud ambiental del ozono en Estados Unidos, que concluyó que los niños con asma sufren reacciones agudas adversas para la salud a los niveles ambientales actuales de ozono.<sup>42</sup>

De acuerdo con esto está el estudio de Pierachille Santus et al. que atribuye que un 78% de las visitas al hospital de su estudio se sitúan cuando se sobrepasaban las emisiones aconsejadas.<sup>33</sup>

También durante la estación cálida el estudio de Nathan Byers, et al. desarrolla una estadística de asociación positiva significativa con la morbilidad del asma en niños y adultos jóvenes en Indianápolis.<sup>35</sup>

Kefei Chen et al. aporta que esta asociación es mayor en temperaturas cálidas.<sup>34</sup>

Por último y en contraposición a la concordancia de los autores anteriores, el estudio de Karakatsani et al. no descubrió una relación significativa en los niveles altos de ozono y el empeoramiento de las sibilancias o limitación de las actividades de la vida diaria por problemas respiratorios y alude a que uno de los factores puede ser la adaptación del cuerpo a los niveles de ozono o a su capacidad de respuesta frente al mismo.<sup>38</sup>

### **6.3 Efectos del SO<sub>2</sub> en el asma**

La concentración del SO<sub>2</sub> alta se relaciona según Nathan Byers, et al. con una asociación positiva significativa para los meses cálidos, aumentando la sintomatología y las consultas médica.<sup>35</sup>

Esta asociación a temperaturas más elevadas es también afirmada por Mozghan Moghtaderi, Marjan Zarei, Shirin Farjadian y Shahrooz Shamsizadeh quien que en sus datos muestra una asociación positiva para el aumento en el número de hospitalizaciones en Shiraz por exacerbación asmática en concentraciones elevadas de SO<sub>2</sub> y para la estación cálida.<sup>36</sup>

En contraposición, Pierachille Santus et al.<sup>33</sup> en su estudio evidenció en Milán niveles más altos de SO<sub>2</sub> en los días más fríos. Algo que tendría base científica ya que junto con el polvo forman el denominado “Smog”. Este tipo de contaminación predomina en los meses de invierno debido a la inversión térmica que hace que la polución permanezca en las capas más bajas de la atmósfera.<sup>6,7</sup> En lo que también reafirma a los otros estudios es en una relación positiva entre el aumento de la exposición al contaminante de 5 µg / m<sup>3</sup> por encima de lo permitido con un aumento de un 14% de visitas médicas por exacerbación asmática.<sup>33</sup>

Estas exacerbaciones se pueden presentar según Xue-yan Zheng et al. a causa de la inflamación, broncoespasmo y fibrosis de las vías respiratorias. Así como una hiperrespuesta que estaría agravada por este contaminante.<sup>39</sup>

#### **6.4 Efectos del NO<sub>2</sub> en el asma**

La influencia de las cifras por encima de las establecidas por los organismos de la salud para las concentraciones de NO<sub>2</sub> se ven fuertemente ligadas a un aumento de las exacerbaciones de la patología asmática según el meta-análisis de Xue-yan Zheng et al. que afirma que el dióxido de nitrógeno se ve implicado en la excitación de la peroxidación lipídica de las membranas celulares y la generación de varios radicales libres que deterioran colectivamente la estructura y la función de las vías respiratorias superiores e inferiores. A mayores puede fomentar la liberación de mediadores inflamatorios.<sup>39</sup>

Esta afirmación se ve respaldada también por la revisión realizada por Ki-Hyun Kim, Shamin Ara Jahan y Ehsanul Kabir, la cual encuentra un promedio de eosinófilos por encima de lo normal.<sup>41</sup> evidenciando así un empeoramiento en los síntomas asmáticos.<sup>39,41</sup>

Así mismo, el meta-análisis de Pablo Orellano et al. también encontró asociación positiva entre el NO<sub>2</sub> y el empeoramiento de síntomas. Además en un subgrupo de su estudio relacionó el NO<sub>2</sub> junto al , SO<sub>2</sub> y PM<sub>2,5</sub> como los principales causantes de exacerbaciones.<sup>40</sup>

Por su parte, Pierachille Santus et al. además de reforzar esta asociación en su estudio también refleja que estos efectos de la contaminación por dióxido de nitrógeno se ven más elevados en la estación cálida.<sup>33</sup>

Algo en lo que difiere el estudio de Kefei Chen et al. que lo relaciona con la estación fría, presentando en su estudio el mayor efecto asociado con NO<sub>2</sub> en estas temperaturas, con un 12.5% de aumento en el riesgo de

hospitalizaciones por asma por incremento de 10 ppb en NO<sub>2</sub>. Sin embargo también muestra datos elevados en la estación cálida, que pueden relacionarse a la asociación con la polinización.<sup>34</sup>

## 6.5 Efectos del CO en el asma

Contaminante que dentro de los cinco principales, es el menos estudiado y analizado en esta revisión y cuya concentración elevada no evidencia una asociación positiva y por tanto, no puede establecerse una relación directa con la patología asmática, como ocurre en el estudio de Xue-yan Zheng et al. donde la asociación es negativa.<sup>39</sup>

Tampoco en el meta-análisis de Pablo Orellano et al.<sup>40</sup> ni en el estudio de Mozghan Moghtaderi, Marjan Zarei, Shirin Farjadian y Shahrooz Shamsizadeh se han definido en sus resultados una asociación positiva, aunque cabe destacar que tampoco se superó el umbral de concentración para el CO permitido por los estándares de calidad del aire.<sup>36,40</sup>

## 6.6 Interpretación

La relación entre el PM<sub>10</sub> y la sintomatología asmática no se ha relacionado directamente de la revisión realizada, pero si se deduce la importancia de la prudencia en la exposición a su alta concentración.<sup>34 36,37,38.</sup>

El PM<sub>2,5</sub> sin embargo, si muestra una fuerte asociación positiva para del asma y con tendencia a empeorar en periodos cálidos, por lo que podría considerarse que las concentraciones de este contaminante son un buen medidor de la calidad del aire.<sup>36, 37, 40</sup>

En cuanto al Ozono la mayoría de los estudios son contundentes en cuanto a afirmar una relación entre el aumento de la concentración de O<sub>3</sub> y el aumento

tanto de la sintomatología asmática como de las visitas al hospital, sobre todo en meses de temperaturas cálidas.<sup>40, 32,42</sup>

La exposición a SO<sub>2</sub> causa inflamación, broncoespasmo y fibrosis de las vías respiratorias. Así como una hiperrespuesta que estaría agravada por este contaminante, por lo que existe relación en la afectación de la enfermedad asmática por altos niveles de su concentración.<sup>33, 35,36</sup>

En los estudios la relación entre NO<sub>2</sub> y empeoramiento del asma es unánime y su alta concentración se ve implicada en la peroxidación lipídica de las membranas celulares y la generación de radicales libres.<sup>39</sup> Además se observa deterioro de las vías respiratorias superiores e inferiores y a mayores puede fomentar la liberación de mediadores inflamatorios.<sup>33, 34, 40,41</sup>

Como limitación en la revisión se ha de destacar que el CO es el contaminante menos valorado en referencia a exacerbaciones del asma y son necesarios más estudios para corroborar su asociación<sup>36,39,40.</sup>

## **7. CONCLUSIÓN**

Esta revisión evidencia una relación positiva entre el aumento de las concentraciones para la mayoría de los contaminantes principales que son SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, PM y O<sub>3</sub> y el empeoramiento de los síntomas en la enfermedad asmática, produciendo exacerbaciones en la patología como broncoespasmo, inflamación, hiperrespuesta bronquial, estrés oxidativo, aumento de tos y sibilancias, y alteración de las vías respiratorias superiores e inferiores.

En consecuencia, se produce el aumento de las visitas sanitarias de consulta y hospitalizaciones, con un efecto socioeconómico destacable que puede ser reducido con una adecuada educación del personal sanitario a la población asmática, y en concreto por parte de enfermería en la prevención y protección en episodios de altas concentraciones de polución.

Por último, también sería recomendable facilitar información a la población de los organismos disponibles para consultar de forma diaria el estado de la calidad del aire.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. DLE: contaminar - Diccionario de la lengua española - Edición del Tricentenario [Internet]. 2018 [citado 16 de Febrero de 2018]. p. Real Academia Española. Disponible en: <http://dle.rae.es/?id=AU1m1dd>
2. OMS | Guías de calidad del aire - actualización mundial 2005 [Internet]. Organización Mundial de la Salud; 2005 [citado 16 de Febrero de 2018]. Disponible en: [http://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/outdoorair\\_aqg/es/](http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/outdoorair_aqg/es/)
3. Agencia Estatal de Meteorología - AEMET. Gobierno de España. El Tiempo. Calidad del aire [Internet]. 2018 [citado 16 de Febrero de 2018]. Disponible en: [http://www.aemet.es/es/eltiempo/prediccion/calidad\\_del\\_aire](http://www.aemet.es/es/eltiempo/prediccion/calidad_del_aire)
4. Boletín Oficial del Estado. Marco legal de la calidad del aire [Internet]. 2018 [citado 20 de Febrero de 2018]. Disponible en: [http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/Cap2\\_Marco\\_legal\\_tcm30-187880.pdf](http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/Cap2_Marco_legal_tcm30-187880.pdf)
5. Gobierno de España Ministerio de Agricultura y Pesca. Alimentación Y Medio Ambiente. Protocolo de Kioto texto [Internet]. [Citado 20 de Febrero de 2018] Disponible en: <http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/naciones-unidas/protocolo-kioto.aspx>
6. Feo Brito F, Mur Gimeno P. Espacio asma [Internet]. Vol. 4, ESPACIO ASMA. Mayo; 2011 [citado 23 de Febrero de 2018]. 8 p. Disponible en: <http://www.espacioasma.es/index.php/espacioasma/article/view/93>



7. Costa LME. Asma y contaminación. Rev asma [Internet]. 12 de diciembre de 2016 [citado 25 de Febrero de 2018];1(3).Disponible en: <http://www.separcontenidos.es/revista3/index.php/revista/article/view/110/123>
8. Organización Mundial de la Salud. Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre [Internet]. 2005 [citado 27 de Febrero de 2018].Disponible en: [http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO\\_SDE\\_PHE\\_OEH\\_06.02\\_spa.pdf?sequence=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf?sequence=1)
9. Acerca de la AEMA — Agencia Europea de Medio Ambiente [Internet]. 2018 [citado 27 de Febrero de 2018].Disponible en: <https://www.eea.europa.eu/es/about-us/who>
10. Evaluación de la calidad del aire en España 2016. 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. 2016 [citado 2 de Marzo de 2018];Disponible en: [http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/informeevaluacioncalidadaireespana2016\\_tcm30-431898.pdf](http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/informeevaluacioncalidadaireespana2016_tcm30-431898.pdf)
11. Ecologistas en Acción. La contaminación por ozono en el Estado español durante 2017. 2017 [citado 2 de Marzo de 2018];Disponible en: <https://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/informe-ozono-2017.pdf>
12. OMS. Calidad del aire ambiente (exterior) y salud [Internet]. 2018 [citado 10 de Marzo de 2018].Disponible en: [http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health).

13. GEMA. Guía Española Para El Manejo Del Asma [Internet]. 2017 [citado 10 de Marzo de 2018]. Disponible en : [https://www.semfyec.es/wp-content/uploads/2017/05/GEMA\\_4.2\\_final.pdf](https://www.semfyec.es/wp-content/uploads/2017/05/GEMA_4.2_final.pdf)
14. SEICAP. Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica. En España, un 5% de los adultos y un 10% de los niños son asmáticos [Internet]. 2017 [citado 12 de Marzo de 2018]. Disponible en: [https://www.separ.es/sites/default/files/SEPAR\\_día\\_mundial\\_asma.pdf](https://www.separ.es/sites/default/files/SEPAR_día_mundial_asma.pdf)
15. Teresa M, Monzó A, Cs P, Valencia S. Impacto del asma en la infancia y adolescencia. Historia natural del asma. Determinantes del asma. Asoc Española Pediatría [Internet]. 2016 [citado 15 de Marzo de 2018]; Disponible en: [https://continuum.aeped.es/files/guias/Material\\_descarga\\_unidad\\_1\\_asma.pdf](https://continuum.aeped.es/files/guias/Material_descarga_unidad_1_asma.pdf)
16. Organización Mundial de la Salud. Asma, datos y cifras [Internet]. 2017 [citado 15 de Marzo de 2018]. Disponible en: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/asthma>
17. SEPAR. Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica. El 70% del coste del asma corresponde a un mal control de la enfermedad | separ [Internet]. 2017 [citado 20 de Marzo de 2018]. Disponible en : <https://www.separ.es/?q=node/779>
18. Guarnieri M, Balmes JR. Outdoor air pollution and asthma. Lancet (London, England) [Internet]. NIH Public Access; 3 de mayo de 2014 [citado 25 de Marzo de 2018];383(9928): 1581-92. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24792855>

19. Miller MD, Marty MA. Impact of environmental chemicals on lung development. Environ Health Perspect [Internet]. National Institute of Environmental Health Science; agosto de 2010 [citado 25 de Marzo de 2018]; 118(8):1155-64. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20444669>
  
20. Ubilla C, Yohannessen K. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EFECTOS EN LA SALUD RESPIRATORIA EN EL NIÑO. Rev Médica Clínica Las Condes [Internet]. Elsevier; 1 de enero de 2017 [citado 28 de Marzo de 2018]; 28(1):111-8. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864017300214>
  
21. Kelly FJ, Fussell JC. Air pollution and airway disease. Clin Exp Allergy [Internet]. Agosto de 2011 [citado 02 de Abril de 2018];41(8). Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21623970>
  
22. Watts J. Doctors blame air pollution for China's asthma increases. Lancet (London, England) [Internet]. Elsevier; 26 de agosto de 2006 [citado 29 de mayo de 2018]; 368(9537):719-20. Recuperado a partir de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16938905>
  
23. McCreanor J, Cullinan P, Nieuwenhuijsen MJ, Stewart-Evans J, Malliarou E, Jarup L, et al. Respiratory Effects of Exposure to Diesel Traffic in Persons with Asthma. N Engl J Med [Internet]. Massachusetts Medical Society; 6 de diciembre de 2007 [citado 9 de Abril de 2018];357(23):2348-58. Disponible en : <http://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJMoa071535>

24. Health Effects Institute. Traffic-Related Air Pollution: A Critical Review of the Literature on Emissions, Exposure, and Health Effects A Special Report of the HEI Panel on the Health Effects of Traffic-Related Air Pollution EXECUTIVE SUMMARY ABOUT HEI. 2010 [citado 9 de Abril de 2018]; 11. Disponible en: [https://www.healtheffects.org/system/files/SR17TrafficReview\\_Exec\\_Summary.pdf](https://www.healtheffects.org/system/files/SR17TrafficReview_Exec_Summary.pdf)
25. S. Aníbarro Pérez, A. Alonso Clavero M del NA. Programa del asma en Atención Primaria: estudio comparativo entre dos centros de salud de Valladolid. Rev Pediatría Atención Primaria Vol XI Número Abril [Internet]. 2009 [citado 12 de mayo de 2018];42. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/pdf/pap/v11n42/05\\_originales.pdf](http://scielo.isciii.es/pdf/pap/v11n42/05_originales.pdf)
26. Spain. Ministerio de Sanidad y Consumo. F. Revista española de salud pública. [Internet]. Vol. 79, Revista Española de Salud Pública. Ministerio de Sanidad y Consumo; 2005 [citado 12 de Abril de 2018]. 159-175 p. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1135-57272005000200005](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272005000200005)
27. Kuethe MC, Vaessen-Verberne AAPH, Elbers RG, Van Aalderen WM. Atención por personal de enfermería versus atención por médicos para el tratamiento del asma. En: Kuethe MC, editor. Cochrane Database of Systematic Reviews [Internet]. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2011 [citado 24 de Abril de 2018]. Disponible en : <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD009296>
28. GEMA. Guía Española Para el Manejo del Asma. Guía para educadores. SEICAP - Profesionales [Internet]. 2010 [citado 29 de abril de 2018]. Disponible en : [http://www.seicap.es/es/guía-gema-para-educadores\\_30431](http://www.seicap.es/es/guía-gema-para-educadores_30431)

29. Zhu Y, Hinds WC, Kim S, Sioutas C. Concentration and size distribution of ultrafine particles near a major highway. J Air Waste Manag Assoc [Internet]. Septiembre de 2002 [citado 02 de mayo de 2018]; 52(9):1032-42. Recuperado a partir de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12269664>
30. Zhu Y, Hinds WC, Kim S, Sioutas C. Concentration and size distribution of ultrafine particles near a major highway. J Air Waste Manag Assoc [Internet]. Abril 2007 [Citado 02 de Mayo de 2018]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17438754>
31. Delfino RJ, Zeiger RS, Seltzer JM, Street DH, McLaren CE. Association of asthma symptoms with peak particulate air pollution and effect modification by anti-inflammatory medication use. Environ Health Perspect [Internet]. octubre de 2002 [citado 02 de mayo de 2018]; 110(10):A607-17. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12361942>
32. Yamazaki S, Shima M, Yoda Y, Oka K, Kurosaka F, Shimizu S, et al. Association between PM<sub>2.5</sub> and primary care visits due to asthma attack in Japan: relation to Beijing's air pollution episode in January 2013. Environ Health Prev Med [Internet]. 17 de marzo de 2014 [citado 10 de mayo de 2018]; 19(2):172-6. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24343755>
33. Santus P, Russo A, Madonini E, Allegra L, Blasi F, Centanni S, et al. How air pollution influences clinical management of respiratory diseases. A case-crossover study in Milan. Respir Res [Internet]. 18 de octubre de 2012 [citado 10 de mayo de 2018]; 13(1):95. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23078274>

34. Chen K, Glonek G, Hansen A, Williams S, Tuke J, Salter A, et al. The effects of air pollution on asthma hospital admissions in Adelaide, South Australia, 2003-2013: time-series and case-crossover analyses. *Clin Exp Allergy* [Internet]. noviembre de 2016 [citado 12 de mayo de 2018]; 46(11):1416-30. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27513706>
35. Byers N, Ritchey M, Vaidyanathan A, Brandt AJ, Yip F. Short-term effects of ambient air pollutants on asthma-related emergency department visits in Indianapolis, Indiana, 2007–2011. *J Asthma* [Internet]. 15 de marzo de 2016 [citado 12 de mayo de 2018];53(3):245-52. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26517197>
36. Moghtaderi M, Zarei M, Farjadian S, Shamsizadeh S. Prediction of the impact of air pollution on rates of hospitalization for asthma in Shiraz based on air pollution indices in 2007-2012. *Open J Air Pollut* [Internet]. Scientific Research Publishing; 7 de junio de 2016 [citado 12 de mayo de 2018];05(02):37-43. Disponible en: <http://www.scirp.org/journal/doi.aspx?DOI=10.4236/ojap.2016.52004>
37. Pérez L, Sunyer J, Künzli N. Estimating the health and economic benefits associated with reducing air pollution in the Barcelona metropolitan area (Spain). *Gac Sanit* [Internet]. julio de 2009 [citado 13 de mayo de 2018];23(4):287-94. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19261357>
38. Karakatsani A, Analitis A, Perifanou D, Ayres JG, Harrison RM, Kotronarou A, et al. Particulate matter air pollution and respiratory symptoms in individuals having either asthma or chronic obstructive pulmonary disease: a European multicentre panel study. *Environ Heal* [Internet]. 5 de diciembre de 2012 [citado 14 de mayo de 2018];11(1):75. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23039312>

39. Zheng X, Ding H, Jiang L, Chen S, Zheng J, Qiu M, et al. Association between Air Pollutants and Asthma Emergency Room Visits and Hospital Admissions in Time Series Studies: A Systematic Review and Meta-Analysis. Nawrot TS, editor. PLOS ONE [Internet]. Public Library of Science; 18 de septiembre de 2015 [citado 14 de mayo de 2018];10(9):e0138146. Disponible en: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0138146>
40. Orellano P, Quaranta N, Reynoso J, Balbi B, Vasquez J. Effect of outdoor air pollution on asthma exacerbations in children and adults: Systematic review and multilevel meta-analysis. Sun Q, editor. 20 de marzo de 2017 [citado 14 de mayo de 2018];12(3):e0174050. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28319180>
41. Kim K-H, Jahan SA, Kabir E. A review on human health perspective of air pollution with respect to allergies and asthma. Environ Int [Internet]. Pergamon; 1 de septiembre de 2013 [citado 14 de mayo de 2018]; 59:41-52. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412013000998?via%3Dih>
42. GINA. Guía para el manejo y la prevención del asma [Internet]. 2016 [citado 10 de Abril de 2018]. Disponible en: <http://ginasthma.org/wp-content/uploads/2016/10/WMS-Spanish-Pocket-Guide-GINA-2016-v1.1.pdf>

### ANEXO 1: TABLA RESULTADOS

TÍTULO Y AUTOR	AÑO Y LUGAR DE PUBLICACIÓN	TIPO DE ESTUDIO	NÚMERO DE SUJETOS/ARTÍCULOS ANALIZADOS	CONTAMINANTES VALORADOS
<i>“Association between PM2.5 and primary care visits due to asthma attack in Japan: relation to Beijing’s air pollution episode in January 2013”</i> Shin Yamazaki et al. <sup>32</sup>	Beijing, Japón Enero- Marzo 2013	Estudio de casos y controles	112 sujetos Visitas a emergencias por ataque de asma entre las nueve p.m. y las 6 a.m	Valora principalmente PM <sub>10</sub> y PM <sub>2,5</sub> aportando además datos de sobre SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO y O <sub>3</sub>
<i>“How air pollution influences clinical management of respiratory diseases. A case-crossover study in Milan”</i> Pierachille Santus et al. <sup>33</sup>	Milán Junio de 2007-Diciembre 2008	Estudio de casos y controles	45.770 casos de admisión en urgencias por enfermedad	Valora SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> y PM <sub>2,5</sub> .
<i>“The effects of air pollution on asthma hospital admissions in Adelaide, time-series and case-crossover analyses”.</i> Kefei Chen et al. <sup>34</sup>	Adelaide, Australia Junio 2012- Julio 2013	Estudio de casos y controles	36.024 ingresos hospitalarios de asma	Valora PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , NO <sub>2</sub> y O <sub>3</sub>
<i>Short-term effects of ambient air pollutants on asthma-related emergency department visits in Indianapolis, Indiana, 2007-2011”</i> Nathan Byers, et al. <sup>35</sup>	Indianapolis, Indiana 2007-2011	Estudio de casos y controles	165 056 visitas diarias a emergencias relacionadas con el asma	Valora PM <sub>2,5</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>



Influencia de la contaminación atmosférica exterior en la patología del asma. (Revisión bibliográfica).

<p>Prediction of the Impact of Air Pollution on Rates of Hospitalization for Asthma in Shiraz Based on Air Pollution Indices in 2007-2012” Mozhgan Moghtaderi, Marjan Zarei, Shirin Farjadian y Shahrooz.<sup>36</sup></p>	<p>Shiraz, Irán 2007-2008</p>	<p>Estudio de casos y controles</p>	<p>1939 admisiones de pacientes asmáticos a cuatro hospitales</p>	<p>Valora PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO Y O<sub>3</sub>.</p>
<p>“Estimating the health and economic benefits associated with reducing air pollution in the Barcelona metropolitan area (Spain)” Laura Perez, Jordi Sunyer y Nino Künzli.<sup>37</sup></p>	<p>Barcelona 2004</p>	<p>Estudio experimental</p>	<p>3,868,663 habitantes para estimación de los beneficios para la salud y económicos de dos escenarios de mejora de la calidad del aire ambiental</p>	<p>Valora principalmente PM<sub>10</sub></p>
<p>“Particulate matter air pollution and respiratory symptoms in individuals having either asthma or chronic obstructive pulmonary disease: a European multicentre panel study.” Anna Karakatsani et al.<sup>38</sup></p>	<p>Amsterdam, Atenas, Birmingham, Helsinki. Octubre 2002- Marzo 2004</p>	<p>Estudio Panel</p>	<p>Entre 4,760 y 6,003 personas por día analizadas</p>	<p>Valora principalmente PM<sub>10</sub> Y PM<sub>2,5</sub></p>
<p>“Association between Air Pollutants and Asthma Emergency Room Visits and Hospital Admissions in Time Series Studies: A Systematic Review and Meta-Analysis” Xue-yan Zheng et al.<sup>39</sup></p>	<p>Diversas ciudades 2015</p>	<p>Meta-análisis</p>	<p>87 estudios de asociación de la contaminación a las visitas a emergencias por exacerbaciones del asma</p>	<p>Valora SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub></p>

Influencia de la contaminación atmosférica exterior en la patología del asma. (Revisión bibliográfica).

<p><i>“Effect of outdoor air pollution on asthma exacerbations in children and adults: Systematic review and multilevel metaanalysis”</i> Pablo Orellano et al.<sup>40</sup></p>	<p>12 países 2000-2016</p>	<p>Meta-análisis</p>	<p>22 estudios sobre los efectos de los contaminantes</p>	<p>Valora SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub></p>
<p>“A review on human health perspective of air pollution with respect to allergies and asthma” Ki-Hyun Kim, Shamin Ara Jahan y Ehsanul Kabir.<sup>41</sup></p>	<p>2013</p>	<p>Revisión Bibliográfica</p>	<p>Contaminación y su vinculación con la alergia y el asma</p>	<p>Valora O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub></p>