



LEARNING TOXICOLOGY
THROUGH OPEN EDUCATIONAL
RESOURCES

FUENTES DE CONTAMINANTES GASEOSOS EN ATMÓSFERA URBANA

Dana PERNIU, Ileana MANCIULEA

Transilvania University of Brasov

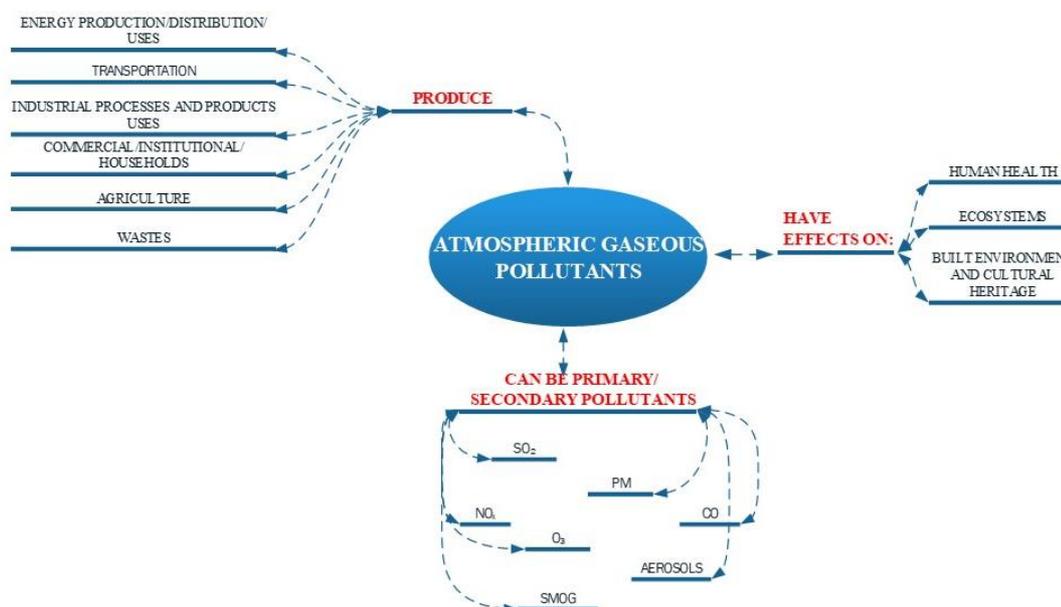
d.perniu@unitbv.ro, i.manciulea@unitbv.ro



1. INTRODUCCION

El curso está diseñado para ofrecerle una visión integrada de los contaminantes gaseosos del aire. El curso aborda los contaminantes primarios y secundarios que son producidos por varias fuentes de contaminación y tienen efectos adversos en la salud humana y en el entorno natural y/o edificado.

COURSE DESCRIPTION



El objetivo del curso es ofrecer información para comprender el concepto de contaminación, lo que significa:

- describir las fuentes importantes de contaminación atmosférica y ejemplificar los contaminantes emitidos por diferentes fuentes;
- describir el transporte de contaminantes en la atmósfera, que necesita conocimiento sobre las propiedades físicas y químicas de los contaminantes;
- ejemplificar el comportamiento de los contaminantes en exteriores e interiores.

COURSE OBJECTIVES

describe the major air pollution sources

exemplify gaseous air pollutants released by different sources

describe the key gaseous atmospheric pollutants impact on:

human health

ecosystems

built environment and cultural heritage

understanding the air pollution concept

describe the transport of key gaseous pollutants in atmosphere

physical properties

chemical properties

explain the behavior of air key gaseous pollutants in outdoor environment

explain the behavior of air key gaseous pollutants in indoor environment

Con esta información, podrás describir los efectos de los contaminantes gaseosos sobre la salud humana y/o el entorno natural y edificado.

Gracias por seleccionar nuestro curso y desearle éxito en el desarrollo de su propio conocimiento.

2. CONTAMINANTES GASEOSOS EN LA ATMÓSFERA

El aire limpio representa una necesidad básica para garantizar la vida y bienestar saludables. Sin embargo, la humanidad se esfuerza por mejorar la calidad de vida, conduce al desarrollo tecnológico y económico, causando daños a la calidad del medio ambiente en general y a la calidad del aire en particular.

En nuestra presentación le daremos información básica sobre la contaminación del aire causada por contaminantes gaseosos liberados en la atmósfera por actividades antrópicas.

3. COMPOSICIÓN ATMOSFÉRICA

La Tierra está rodeada por la atmósfera gaseosa, dividida en 5 capas verticales determinadas por su composición y temperatura, que varía con la altitud: troposfera, estratosfera, mesosfera, termosfera y exosfera.

La capa más cercana a la superficie de la Tierra es la **troposfera**, llamada simplemente aire, contiene aproximadamente un 80% de toda la masa atmosférica y prácticamente la masa total de agua.

Excluyendo el agua, que tiene una concentración variable, el aire tiene una composición constante hasta 10 km. Contiene componentes principales, que representan aproximadamente el 99.6% de la masa atmosférica total y componentes traza.



Los **principales gases** en la atmósfera 99.96% (vol) de su masa total son:

Nitrógeno, N_2 (78%, vol) - es el gas atmosférico más común. No reacciona con otras sustancias en condiciones atmosféricas;

Oxígeno, O_2 (21%, vol) - es el segundo gas común, se requiere para la respiración de todos los animales en la Tierra, desde humanos hasta bacterias. Es un gas altamente reactivo;

Argón, Ar (0,93%, vol) - es un gas noble inerte;

Dióxido de carbono, CO_2 (alrededor de 0.03%, vol) - es un gas con bajo porcentaje en la atmósfera, pero es una materia prima esencial para la fotosíntesis, siendo vital para la vida en la Tierra. El dióxido de carbono juega un papel importante en el mantenimiento del balance de calor de la Tierra. En el siglo pasado, como consecuencia de la actividad antrópica, la concentración atmosférica de dióxido de carbono se incrementó dando como resultado un cambio climático.

Entre los **gases traza**, que representan el 0.04% de la masa total son:

Gases nobles (Kriptón, Xenón, Helio)

Amoníaco (NH_3)

Materia orgánica

Metano (CH_4)

Óxidos de nitrógeno (N_2O , NO , NO_2)

Ozono (O_3)

Dióxido de azufre (SO_2)

Varias sales y partículas sólidas suspendidas

El **agua** (en estado de vapor) se encuentra en cantidades variables, dependiendo de la temperatura, la precipitación, la tasa de evaporación, la ubicación. Puede variar en el rango de 0.1% hasta 5%. Si se excluye el vapor de agua, la composición del aire troposférico es constante. El vapor de agua es un elemento del ciclo hidrológico y es un importante gas de efecto invernadero.

4. UNIDADES PARA LA CONCENTRACIÓN DE COMPOSICIÓN AEREA

Para estimar la composición del aire, se usan diferentes unidades, como:

% (m) - porcentaje en masa

% (vol) - porcentaje volumétrico

mg/m³ - miligramos de componente por metro cúbico de aire

µg/m³ - microgramos de componente por metro cúbico de aire

partes por millón en volumen (ppmv) - partes de volumen de componente por millón de volumen de partes de aire

partes por billón en volumen (ppbv) - partes de volumen de componente por billón de volumen de partes de aire

Las fracciones de volumen ppmv respectivamente ppbv expresan el número de partes de volumen del componente de aire en un millón o un billón de partes de volumen de aire o el número de moléculas de componente gaseoso en un millón / billón de moléculas de componentes de aire.

CONVERTIR CONCENTRACIONES

Debido a la falta de consenso en una escala única para la concentración de los componentes del aire, las relaciones de conversión de una unidad a otra son necesarias.

Las transformaciones se basan en la Ley de Gas Ideal ($pV = nRT$) que estipula la proporcionalidad entre el volumen de gas y el número total de moléculas.

5. CONVERTIR CONCENTRACIONES

Debido a la falta de consenso en una escala única para la concentración de los componentes del aire, las relaciones de conversión de una unidad a otra son necesarias.

Las transformaciones se basan en la Ley de Gas Ideal ($pV = nRT$) que estipula la proporcionalidad entre el volumen de gas y el número total de moléculas.

transformación		relación
de	a	
mg/m ³	ppmv	$\text{ppmv} = \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{[273.15 + (^{\circ}\text{C})]}{M} \cdot 0.08205$
μg/m ³	ppbv	$\text{ppbv} = \frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} \cdot \frac{[273.15 + (^{\circ}\text{C})]}{M} \cdot 0.08205$
ppmv	mg/m ³	$\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} = (\text{ppmv}) \cdot \frac{M}{[273.15 + (^{\circ}\text{C})]} \cdot \frac{1}{0.08205}$
ppbv	μg/m ³	$\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} = (\text{ppbv}) \cdot \frac{M}{[273.15 + (^{\circ}\text{C})]} \cdot \frac{1}{0.08205}$

Dónde,

número de fracciones de volumen de componente gaseoso en el aire: *ppmv*, *ppbv*, *mg/m³*, *μg/m³*
 peso molecular del componente gaseoso: *M*

Constante de la ley universal del gas: $R = 0.08205 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

temperatura $T = [273.15 + (^{\circ}\text{C})] \text{ K}$

presión atmosférica $p = 1 \text{ atm}$

6. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA - HISTORIA

El aire limpio contiene solo las sustancias mencionadas anteriormente, en la proporción mencionada. Como resultado de la actividad antrópica, se modifica la concentración de algunos gases, dando lugar a cambios en las propiedades/funciones fundamentales del aire.

En la historia, se conocen algunos eventos que conducen a cambios en la composición del aire. Algunos ejemplos se presentan a continuación.

Uno de los primeros testimonios de la incomodidad causada por la presencia en el aire de compuestos liberados por la combustión del carbón, es el del filósofo Seneca. En uno de sus escritos mencionó la alteración de su disposición causada por el aire pesado en Roma, de los humos de las chimeneas que traen una mezcla de hollín, vapores con olor nocivo.

A lo largo de los siglos, el carbón se utilizó como fuente principal de energía para satisfacer las necesidades de calefacción y cocina.

En Inglaterra, durante el siglo XIV, es decir, en 1306, el rey Eduardo I tomó la primera regla para la protección del medio ambiente al prohibir la quema de carbón, pero la población lo ignoró.

Más tarde, en 1661, el Rey Carlos II le pidió a uno de sus Cavaliers, John Evelyn, que escribiera un libro para descubrir los peligros de la combustión del carbón. El resultado fue el primer estudio completo en el que se abordaba la contaminación del aire: *Fumifugium*: o la Inconveniencia del aire, y el humo de Londres se disipaba, junto con algunos remedios humildemente propuestos,

propuestos para Su Majestad y para el Parlamento. Fumifugium es una palabra compuesta, que proviene del lenguaje latino: *fumus* significa humo y *fugit* corresponde al verbo fugar.

Otro momento esencial es la publicación, en 1556 por Georg Bauer, bajo el seudónimo de Gerogius Agricola del libro DeReMetallica, una extensa presentación de la minería. Es la primera monografía enfocada en la actividad industrial, mencionando elementos de la contaminación del aire.

Junto con la revolución industrial, debido al uso del carbón como fuente de energía para el funcionamiento de la maquinaria, el uso de carbón en Gran Bretaña se multiplicó por 100 entre 1800 y 1900.

El smog producido por el carbón, generalmente llamado "niebla" era conocido y bastante común en la última mitad del siglo XIX y principios del XX. Escritores y científicos, e incluso pintores, lo evocaron en sus obras: Charles Dickens, Charles Darwin, James Russel, Arthur Conan Doyle, Claude Monet, Camille Pissarot, Edgar Degas, etc.

En 1952, en diciembre después de cuatro días de "niebla", se registraron 4000 muertes como resultado de la exposición al aire cargado con especies contaminantes: dióxido de azufre y material particulado. El evento es conocido como "Londres smog".

En el período contemporáneo, los contaminantes emitidos como resultado de la actividad antrópica son tan diversos como los efectos de la contaminación se desarrollan no solo a escala local, sino a escala regional y global.



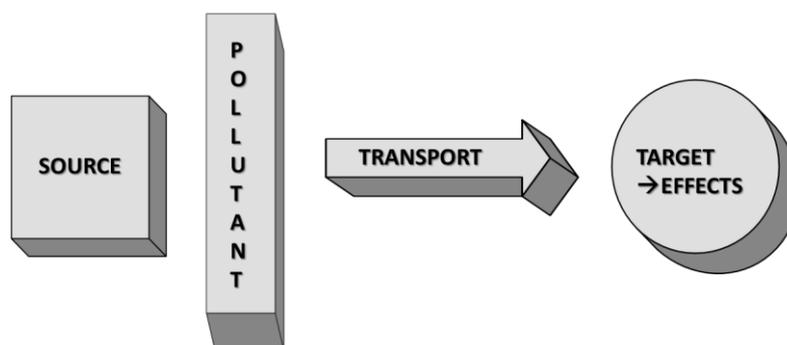
7. ENFOQUE DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

Los cambios significativos en la calidad del aire por la presencia en el aire de especies contaminantes o contaminantes, en concentraciones que interfieren con la salud o el bienestar humano, o que producen otros efectos nocivos se llaman **contaminación del aire**.

Los contaminantes gaseosos del aire son aquellos presentes como gases o vapores, es decir, como moléculas individuales capaces de pasar a través de los filtros proporcionados. No se adsorben ni reaccionan químicamente con el medio filtrante. Los contaminantes gaseosos se incorporan fácilmente al sistema respiratorio humano, aunque si son solubles en agua pueden depositarse muy rápidamente en el tracto respiratorio superior y no penetrar en el pulmón profundo.

Debido a la complejidad de la contaminación ambiental, particularmente de la contaminación del aire, el análisis debe usar un enfoque integrado, considerando las fuentes de emisión de contaminantes, su transporte al aire y los efectos que tienen en la salud humana y en el entorno natural y construido.

Debido a razones didácticas, en esta sección discutimos sobre las fuentes de contaminación del aire. Durante la segunda unidad nos acercaremos, para contaminantes atmosféricos seleccionados, al transporte ambiental por procesos físicos y químicos producidos en el aire, y también sus efectos.



8. Fuentes de contaminación del aire

La diversificación masiva de la actividad antrópica tiene la principal consecuencia de la diversificación de las fuentes de contaminación del aire. Hay muchas maneras de categorizar las fuentes de contaminación, en esta sección presentamos solo una descripción general.

Considerando la naturaleza de la fuente, los contaminantes son emitidos por fuentes naturales y/o artificiales.

Entre las **fuentes naturales** que ejemplifican: la erupción volcánica, el polvo del desierto, la producción natural de rocío de mar, las emisiones liberadas por la descomposición de la materia orgánica, las emisiones biogénicas de los árboles y otra vegetación.

Las **fuentes antrópicas** liberan contaminantes como resultado de la actividad o intervención humana. Es obvio que este tipo de fuentes tiene la principal contribución en la contaminación del aire.

Una de las principales distinciones es entre fuentes estacionarias y fuentes móviles.

Las **fuentes estacionarias** comprenden las emisiones industriales y domésticas.

Las **fuentes móviles** comprenden vehículos de carretera, trenes, barcos

Una categorización útil considera fuentes puntuales/lineales/área.

Las **fuentes puntuales** se refieren a las fuentes que aparecen como puntos individuales. La escala espacial suele estar en el área de 1 x 1 km. Ejemplos de fuentes puntuales: central eléctrica, incluso si tiene más de una chimenea; sitios industriales individuales.

Las **fuentes lineales** consideran vehículos de carretera, trenes de ferrocarril.

Las **fuentes de área** son más difusas, distribuidas en una región espacial significativa. Ejemplo: las emisiones de las calderas utilizadas para la calefacción de espacios, teniendo en cuenta que la mayoría de las casas poseen la caldera propia, cada una es una pequeña fuente de emisión, pero no se trata individualmente en el análisis ambiental.

Las fuentes antrópicas se analizan por sectores, tal como se presentan en los documentos oficiales de la Unión Europea:

El **transporte por carretera** que se utiliza para describir todas las emisiones del tránsito, independientemente del tamaño o el uso del vehículo. Las emisiones de los vehículos se suelen expresar en términos de escape. La combustión de gasolina o combustible diésel genera gases de escape que contienen una variedad de contaminantes dañinos.

El **transporte no por carretera**, que incluye aviación, ferrocarriles,

Sector institucional comercial y hogares,

El **sector de procesos industriales** y usos de productos, producen contaminación del aire con contaminantes "tradicionales" pero también con contaminantes "esotéricos" como consecuencia de procesos industriales particulares.

La producción y distribución de energía: la quema de combustibles fósiles (en plantas estacionarias) es, con mucho, la forma más importante de producción de energía en términos de contaminación del aire.

La agricultura puede ser tanto una fuente de contaminación como un receptor de la contaminación, teniendo en cuenta que las emisiones de otras fuentes pueden ser perjudiciales para los cultivos.

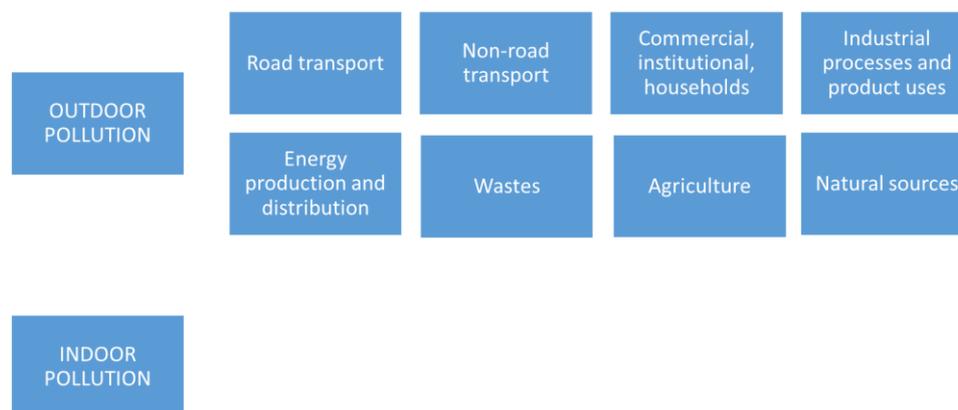
El sector de los residuos puede considerarse una fuente de contaminación **intermitente**, ya que a menudo las emisiones no son planificadas. Como ejemplo, durante la incineración de residuos o los incendios accidentales, se liberan dioxinas, productos esporádicos e involuntarios, difíciles de controlar, con efectos adversos graves para la salud.

Es importante mencionar la diversidad de la contribución de las fuentes de contaminación atmosférica por la ubicación geográfica y la especificidad de la actividad en la región. Por lo tanto, la contaminación del aire en el medio urbano se caracteriza por las emisiones del transporte por carretera, las actividades industriales, las actividades comerciales, institucionales y domésticas, y también del sector de los desechos. La producción y distribución de energía también contribuye a las emisiones de contaminantes gaseosos en el entorno urbano.

En el medio rural, la actividad en el sector agrícola aporta una contribución importante a la disminución de la calidad del aire.

Si discutimos sobre el impacto de los contaminantes atmosféricos en la salud humana, debemos mencionar que las personas modernas pasan más del 90% del tiempo en el **interior**. Por lo tanto, en interiores, por actividades/productos específicos es una importante fuente de contaminación.

En la 3ª unidad se aborda la contaminación interior.



Para ejemplificar las emisiones de diferentes fuentes, presentamos la contribución de cada sector de actividad a los contaminantes gaseosos más importantes del aire. Los datos corresponden a las emisiones registradas por los países de la Unión Europea, en 2015, y se presentan en la "Calidad del aire en Europa - Informe 2017".

El sector con la mayor contribución en la emisión de dióxido de azufre es la producción y distribución de energía. Esto no es sorprendente, considerando que en 2015, en Europa, el 18,9% de la producción de energía se basó en el carbón.

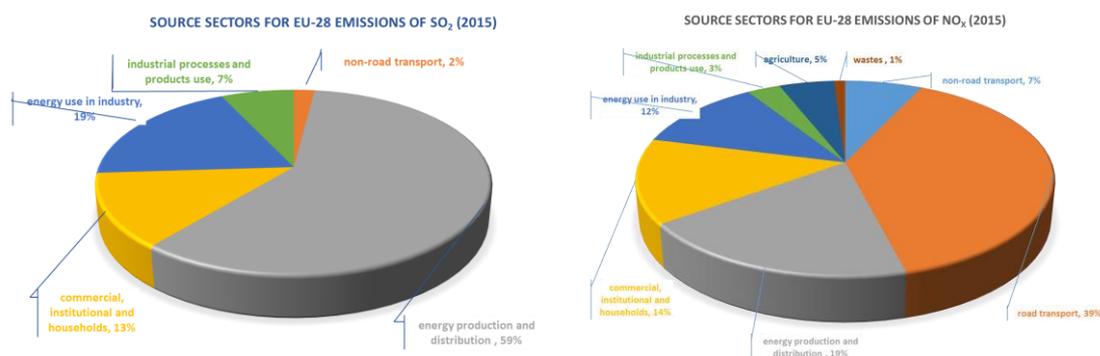
La fuente más importante para la emisión de óxidos de nitrógeno es el transporte por carretera. La producción y distribución de energía, las actividades comerciales, institucionales y domésticas también tienen una contribución significativa.

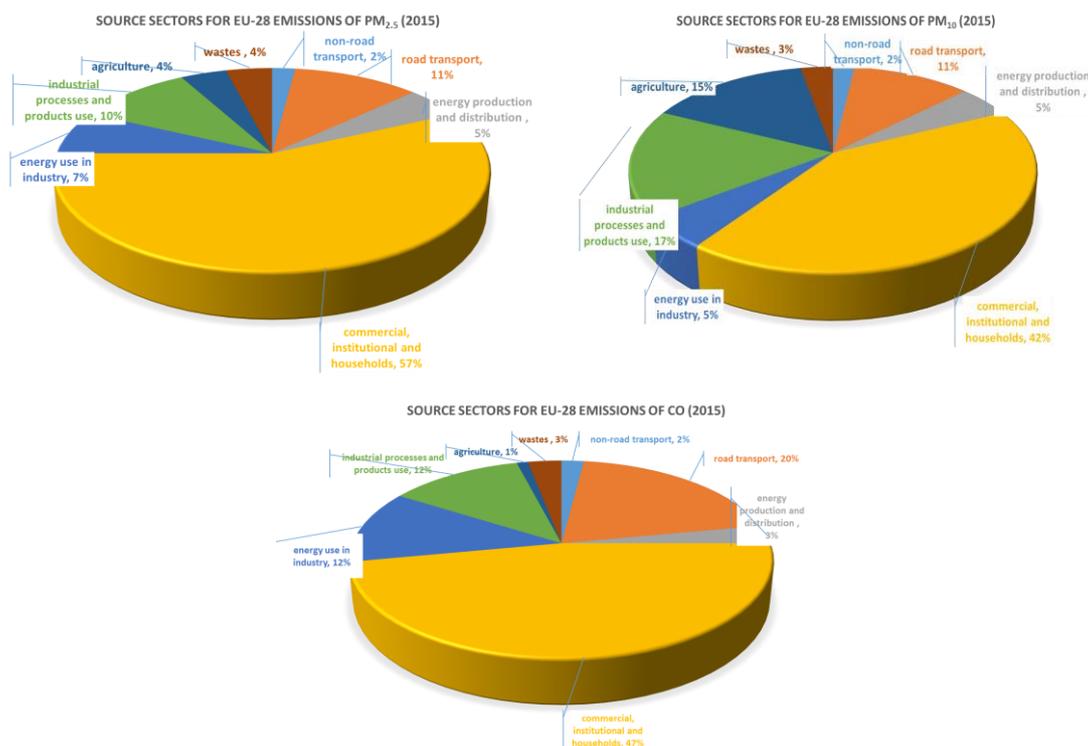
Cabe mencionar que en el período 2000-2015 las emisiones de óxidos de nitrógeno disminuyeron, esto fue causado principalmente por el desarrollo tecnológico.

Para material particulado con una dimensión aerodinámica de hasta 2.5 micrómetros, la fuente de emisión más importante es la actividad en el comercio, las instituciones y los hogares, donde la principal fuente de energía se basa en el combustible fósil.

En analogía, las fuentes que emiten partículas con un diámetro aerodinámico de hasta 10 micrómetros son las actividades comerciales, institucionales y domésticas. En este caso, se registra un aumento en la contribución de los procesos industriales.

El monóxido de carbono se produce principalmente en actividades comerciales, institucionales y domésticas, y también en el transporte por carretera.





La información presentada en esta sección se basa en datos publicados por la Comisión Europea. En la segunda unidad, para cada uno de los contaminantes se discutirán las fuentes de emisión específicas.

9. REFERENCIAS

1. <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2017>
2. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2017/evolution-of-who-air-quality-guidelines-past-present-and-future-2017>
3. <https://www.eea.europa.eu/help/glossary>
4. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/189051/Health-effects-of-particulate-matter-final-Eng.pdf
5. <http://acmg.seas.harvard.edu/people/faculty/djj/book/>
6. http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_production_and_imports

7. <http://www.planetgreen.org/2012/03/edward-i-environmentalist-by-a.html>
8. <https://en.wikipedia.org/wiki/Fumifugium>
9. Brimblecombe, P., Attitude and Response Towards Air Pollution in Medieval England, *Journal of the Air Pollution Control and Association*, Vol 26, issue 10, 1996, <https://doi.org/10.1080/00022470.1976.10470341>
10. Schorr, D., Art and History of Environmental Law July 19, 2015, Available at: <https://ssrn.com/abstract=2633175>
11. <https://www.brainpickings.org/2016/02/15/seneca-letter-18/>
12. <http://www.alamy.com/stock-photo/de-re-metallica.html>
13. <http://historytradeart.blogspot.ro/2010/05/art-and-artistic-reactions-to.html>
14. <https://aboutartnouveau.wordpress.com/2015/11/20/art-nouveau-is-back/dark-satanic-mills/>
15. <http://www.dailymail.co.uk/news/article-2243732/Pea-souper-killed-12-000-So-black-screen-cinemas-So-suffocatingly-lethal-ran-coffins-How-Great-Smog-choked-London-60-years-ago-week.html>
16. <https://www.express.co.uk/life-style/life/771226/cough-air-pollution>
17. <http://thegreentimes.co.za/the-melting-arctics-dramatic-impact-on-global-weather-patterns/>



**VNIVERSIDAD
D SALAMANCA**

CAMPUS OF INTERNATIONAL EXCELLENCE



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



South-Eastern Finland
University of Applied Sciences

U. PORTO



**Universitatea
TRANSILVANIA
din Braşov**



**UNIVERZITA
KARLOVA**



ИКНТ

<https://toxoeer.com>

Project coordinator: Ana I. Morales
Headquarters office in Salamanca.
Dept. Building, Campus Miguel de Unamuno, 37007.
Contact Phone: +34 663 056 665