Contaminación atmosférica

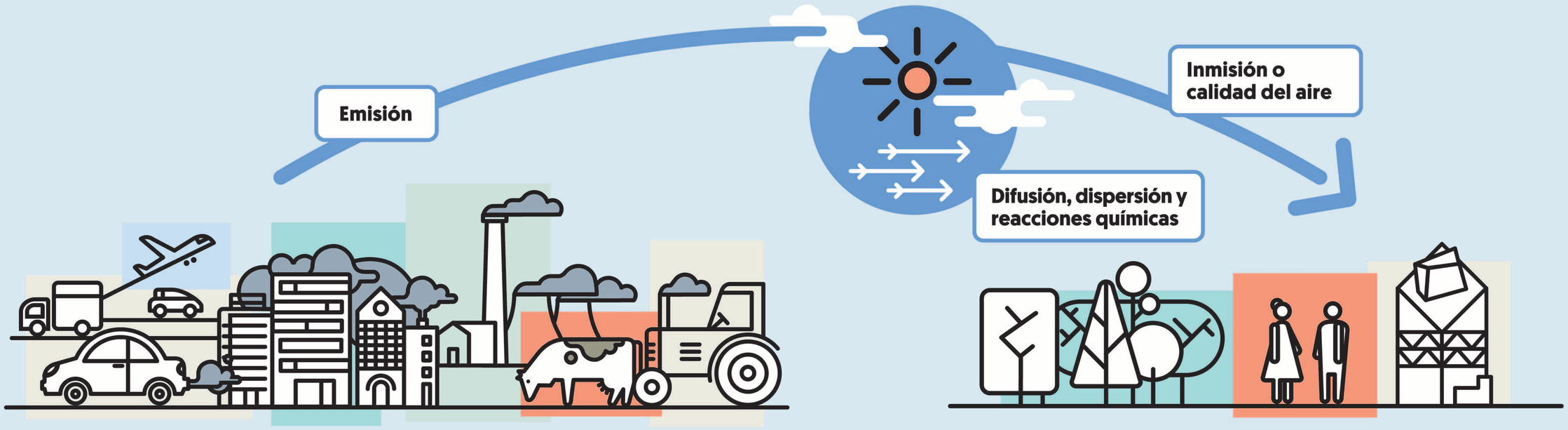
el aire que respiramos

La contaminación del aire es la **alteración del equilibrio de los gases que componen la atmósfera,** la modificación de su proporción o la introducción de elementos nocivos que sean perjudiciales para la salud humana, que causen daño en el medio ambiente en su conjunto, o que deterioren bienes de cualquier naturaleza.

Existen **numerosos contaminantes** con diferentes repercusiones en la salud y en el medio ambiente. Un problema complejo sobre el que influyen factores como el balance entre cantidad emitida y capacidad de eliminación, o el clima y la orografía que pueden incidir en la dispersión, concentración o activación. Las principales fuentes emisoras son de **origen humano,** principalmente las producidas por la combustión de hidrocarburos.

La **calidad del aire** que respiramos es la concentración de contaminantes que llegan a un receptor más o menos lejano de la fuente de emisión, una vez transportado y difundido por la atmósfera, y tras las reacciones químicas que en ella tienen lugar. Las concentraciones de cualquier contaminantes en un punto de la superficie responden en cada momento a un balance entre diferentes procesos de aporte y eliminación de los contaminantes implicados.

La calidad del aire se mide a través del **control y vigilancia sistemática** de los contaminantes regulados normativamente, como es el caso de las partículas, óxidos de nitrógeno y azufre, ozono o el monóxido de carbono, que se utilizan como indicadores.



TRÁFICO Y TRANSPORTE / CALEFACCIONES / INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN DE ENERGÍA / AGRICULTURA Y GANADERÍA

FUENTES

Emisión

Cantidad de contaminantes que vierte a la atmósfera una determinada fuente en un periodo de tiempo. Se expresa en masa por unidad de tiempo (kg/h, tm/año).

Contaminantes primarios y secundarios

Un contaminante primario es el emitido directamente desde una fuente a la atmósfera. El secundario se origina cuando los contaminantes primarios, o precursores, reaccionan en la atmósfera con los agentes atmosféricos o la radiación solar.

Por ejemplo: Ozono troposférico (O_3), que se forma cuando los óxidos de nitrógeno (NO_X) y los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) se combinan en presencia de luz solar; la lluvia ácida, cuando el dióxido de azufre (SO_2) y los óxidos de nitrógeno (NO_X) reaccionan con las gotas agua y las partículas secundarias (PM) que se forman a partir de amoniaco (NH_3) y Compuestos Orgánicos Volátiles (COV).

Una de sus diferencias es que la disminución de un contaminante primario consigue la disminución de dicha concentración, pero no siempre ocurre lo mismo con los contaminantes secundarios, ya que la reducción de un gas precursor no significa necesariamente la reducción del contaminante secundario.

ECOSISTEMAS / PERSONAS / MATERIALES

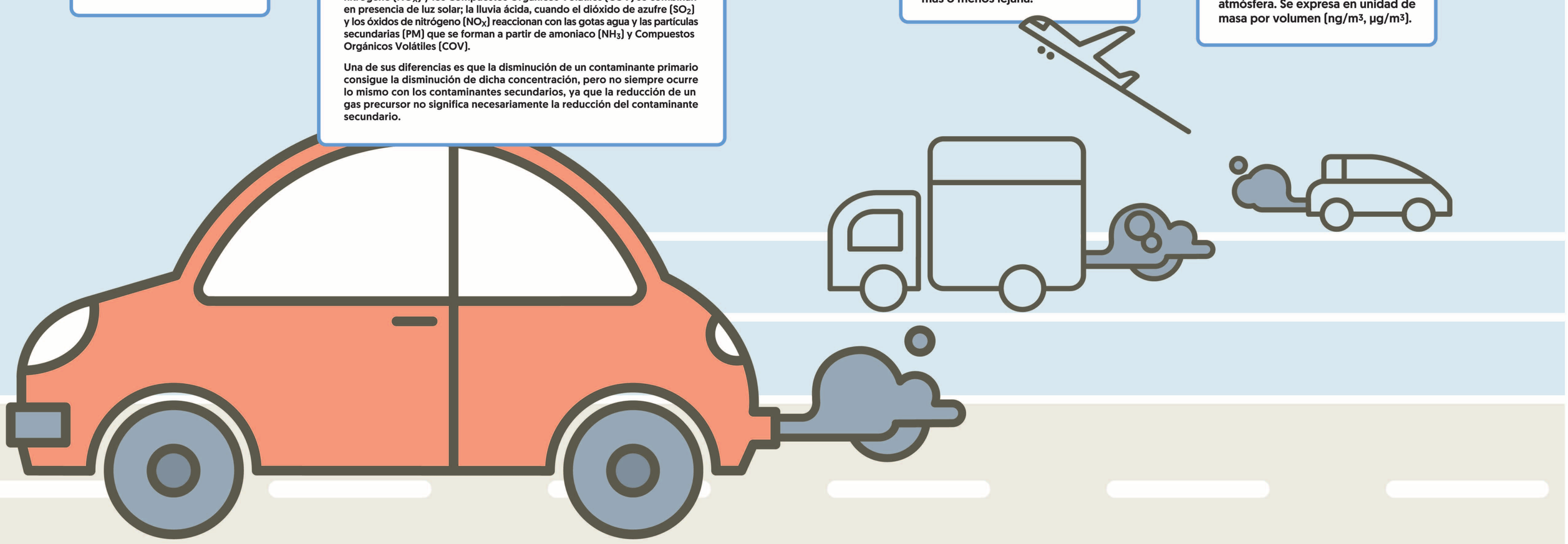
EFECTOS

Dispersión

Una vez emitidos los contaminantes no desaparecen. Su permanencia depende del viento, la humedad y el sol.
Se pueden producir en un lugar y sufrir las consecuencias en otra parte más o menos lejana.

Inmisión o calidad del aire

Es la concentración de contaminantes en un punto determinado como consecuencia de las tasas de emisión, así como de fenómenos de dispersión y reacciones químicas en la atmósfera. Se expresa en unidad de masa por volumen (ng/m³, µg/m³).



Tráfico rodado

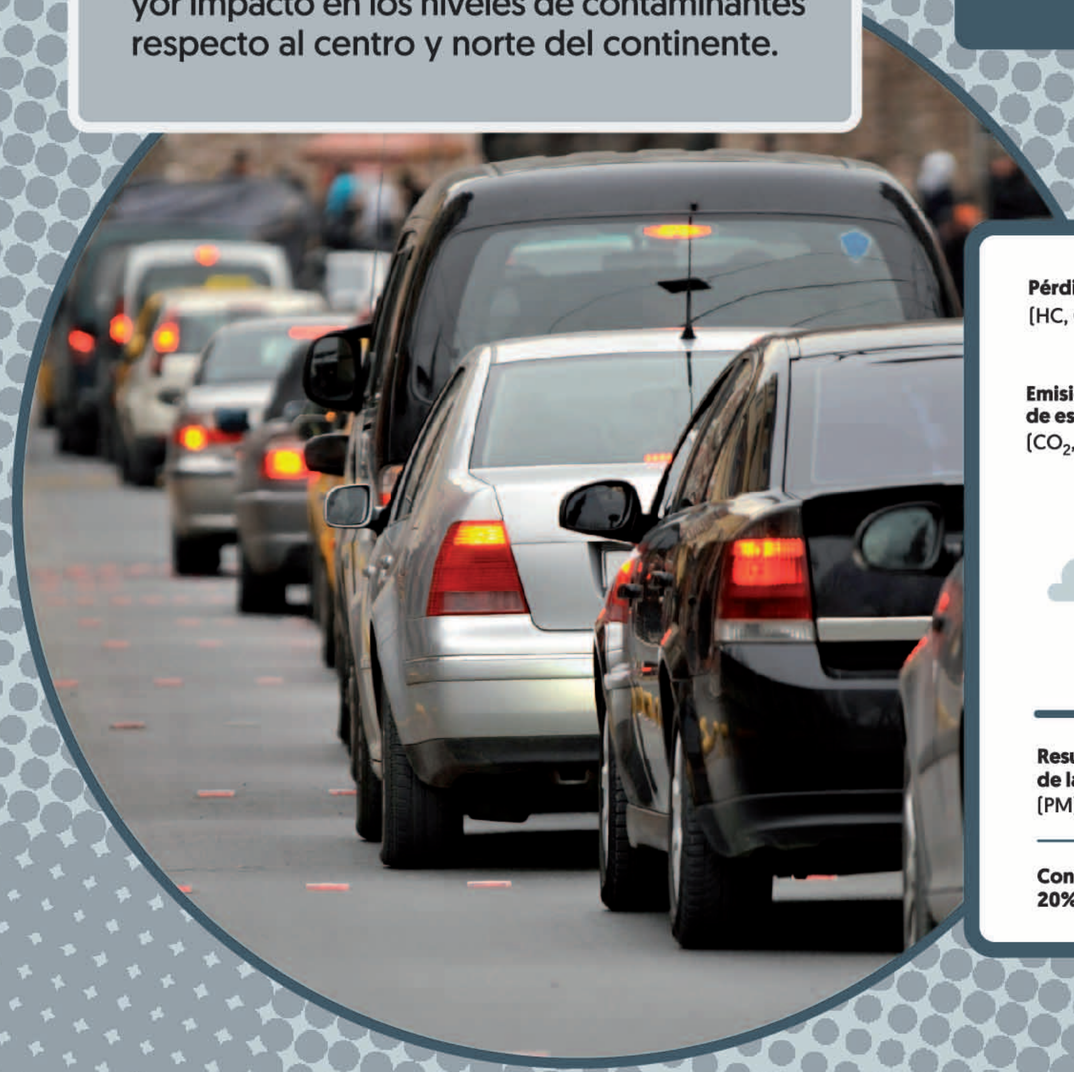
FUENTES DE EMISIÓN

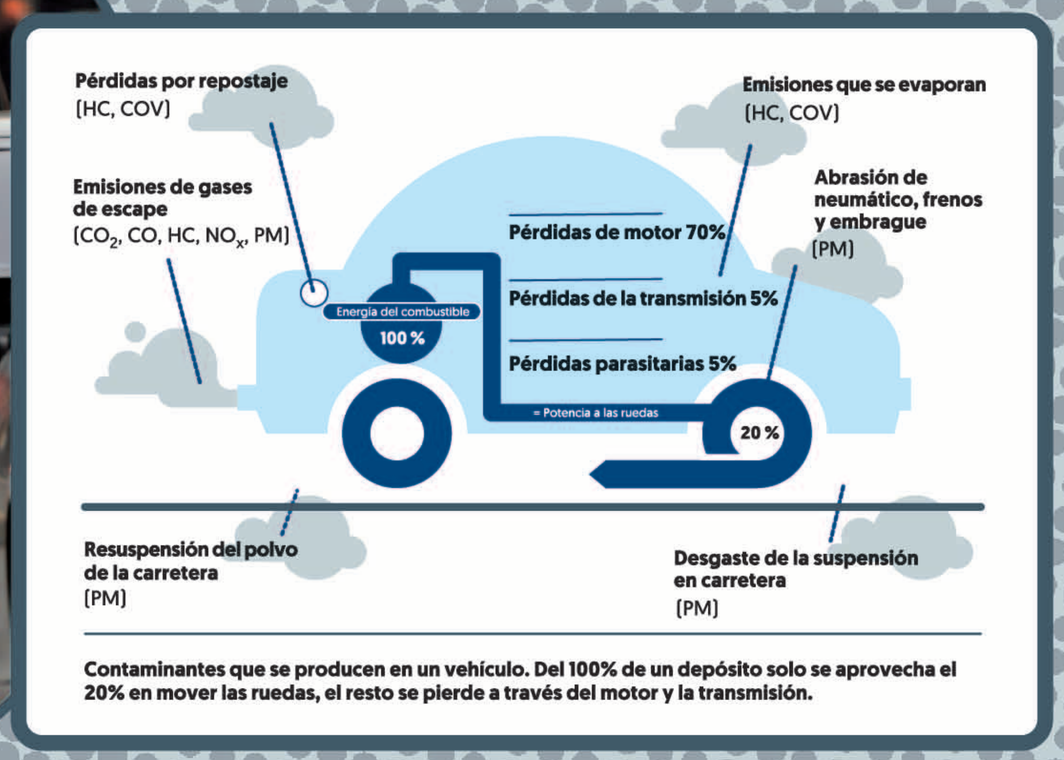
El tráfico rodado es responsable de gran parte de las emisiones de óxidos de nitrógeno y partículas, dos de los contaminantes que más preocupan en la Unión Europea.

La topografía urbana de las ciudades españolas, con vías estrechas y encajonadas, unida al gran parque de vehículos diésel y las características climáticas del sur de Europa (más insolación, menos lluvias) hace que la misma emisión de contaminantes produzca un mayor impacto en los niveles de contaminantes respecto al centro y norte del continente.

Contaminantes emitidos por el motor

- Monóxido de carbono (CO)
- Partículas (PM)
- Óxidos de nitrógeno (NO_x)
- Amoniaco (NH_3)
- Dióxido de azufre (SO_2)
- COVNM (Compuestos Orgánicos Volátiles No Metánicos)
- Ozono troposférico O_3 a partir de NO_2, COVNM y CO que actúan como precursores
- Sustancias carcinogénicas (HAP y POP) y tóxicas (dioxinas y furanos)
- Gases de efecto invernadero (CO_2, CH_4, N_2O)





Contaminantes que se producen en un vehículo. Del 100% de un depósito solo se aprovecha el 20% en mover las ruedas, el resto se pierde a través del motor y la transmisión.

Producción de energía

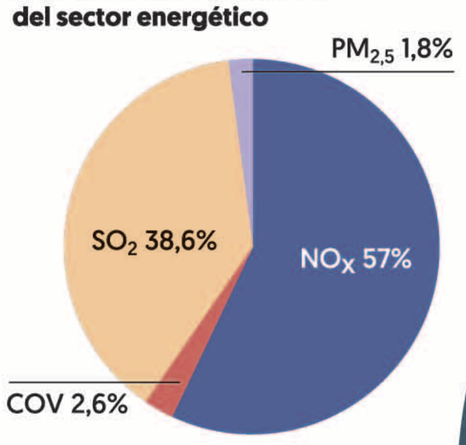
FUENTES DE EMISIÓN

La producción de energía eléctrica a partir de combustibles fósiles como carbón o gas, es una de las fuentes principales de contaminantes atmosféricos como los óxidos de nitrógeno (NO_X) o el dióxido de azufre (SO_2).

Contaminantes emitidos por las centrales térmicas

- Óxidos de nitrógeno (NO_x)
- Dióxido de azufre (SO_2)
- Compuestos Orgánicos Volátiles No Metánicos (COVMN)
- Monóxido de carbono (CO)
- Partículas (PM)
- Amoniaco (NH_3)
- Ozono troposférico (O_3)
- Sustancias carcinogénicas (HAP y POP) y tóxicas (dioxinas y furanos)
- Metales pesados (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, Zn) y sus compuestos

Contaminantes atmosféricos del sector energético



Fuente: Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera. Documento resumen.

Fuentes de emisión

Pantalla 32”

Calidad del **Aire es** Calidad de **Vida**

Principales contaminantes del aire

CONTAMINANTE	TIPO	ESTADO FÍSICO	PROCESOS Y FUENTES	AFECCIONES
Partículas en supensión gruesas (PM) PM_{10} (tamaño inferior a 10 µm, 1 µm = 0,001 mm)	Primario y secundario	Sólido, líquido	• Combustión de combustibles fósiles en el transporte, industria y calefacción • Desgaste de frenos, neumáticos y carreteras • Actividades industriales como siderurgia, incineración, áridos, cementeras... y agrícolas • Intrusión de polvo africano	• Trastornos respiratorios
Partículas en supensión finas (PM) $PM_{2,5}$ (tamaño inferior a 2,5 µm, 1 µm = 0,001 mm)	Primario y secundario	Sólido, líquido	• Combustión de combustibles fósiles en el transporte, industria y calefacción • Desgaste de frenos, neumáticos y carreteras • Actividades agrícolas e industriales como siderurgia, incineración, áridos, cementeras... • Intrusión de polvo africano	• Pueden llegar a los alvéolos, pueden provocar trastornos respiratorios y cardiovasculares. Cuanto más pequeñas más penetran en el sistema respiratorio.
Partículas en supensión ultrafinas (UFP) (tamaño inferior a 0,1 µm , 1 µm = 0,001 mm)	Primario y Secundario	Sólido, líquido	• Principalmente provienen de la combustión de combustibles fósiles en el transporte (en especial motores diesel), industria y calefacción • Desgaste de frenos, neumáticos y carreteras	• Pueden alcanzar el flujo sanguíneo a través de los alvéolos pulmonares y afectar a diversos órganos, al sistema nervioso central y al sistema reproductor, entre otros.
Óxidos de azufre SO_x	Primario	Gas	• Combustión de combustibles fósiles que contienen azufre (carbón, petróleo, gasóleos) por las calefacciones, las centrales térmicas y otros procesos industriales.	• Irritación e inflamación del sistema respiratorio, alteración del metabolismo de las proteínas, dolor de cabeza o ansiedad.
Óxidos de nitrógeno NO_x (dióxido de nitrógeno, NO_2 y NO)	Primario y secundario	Gas	• Combustión de combustibles fósiles relacionada con el tráfico (en especial de motores diésel), instalaciones industriales de alta temperatura y de generación eléctrica.	• Trastornos respiratorios, afecciones a órganos, como hígado o bazo y sistemas circulatorio o el inmunitario • Daños a la vegetación
Monóxido de carbono CO	Primario	Gas	• Procesos de combustión en sectores no industriales, seguidos por las actividades del sector agropecuario y los procesos industriales sin combustión • La contribución de la combustión incompleta de motores de explosión, sobre todo en vehículos de gasolina	• Disfunciones cardiacas, daños en el sistema nervioso, dolor de cabeza, mareos y fatiga. En concentraciones elevadas es letal.
Compuestos Orgánicos Volátiles COV (hidrocarburos como metano, etano, propano, acetileno, alcanos, bencenos, tolueno, butano...)	Primario y Secundario	Gas muy volátil a temperatura ambiente	• Quema de combustibles como gasolina, madera, carbón, gas natural en vehículos e industria • Uso de disolventes, pinturas, pegamentos, colas, tintes, cosméticos... • Ganadería (metano CH_4)	• Muy variables según el contaminante y la exposición, desde molestias olfativas hasta cancerígenos.
Benceno es un COVNM (Compuestos Orgánicos Volátiles No Metánicos)	Primario	Gas	• Procesos de combustión incompleta y por evaporación de determinados combustibles • Uso como materia prima en numerosos procesos industriales (fabricación de plásticos, resinas, fibras, cauchos, lubricantes, detergentes, plaguicidas...) • Emisiones de vehículos	• Sustancia carcinogénica reconocida. Mareos, taquicardia, temblores, dolor de cabeza, pérdida de conocimiento.
Ozono troposférico O_3	Secundario	Gas	• Reacción fotoquímica en la atmósfera a partir de NO_2 o COV, O_2 y radiación solar • El O_3 se consume rápidamente en presencia de NO que se transforma en NO_2 • Las concentraciones más elevadas se dan en las horas centrales del día durante el verano y son mayores en las zonas interurbanas y rurales que en las aglomeraciones urbanas	• Irritación ocular, nasal, y de vías respiratorias, asma, bronquitis, y alteraciones pulmonares y cardiacas • Daños en la vegetación y los materiales
Metales pesados: mercurio, plomo, cadmio, arsénico y niquel	Primario	Sólido, gas (mercurio)	• Abrasión de frenos y ruedas del tráfico rodado • Combustión de fuel-oil y coque de petróleo • Combustión del carbón en centrales térmicas y algunos focos industriales específicos	• Bioacumulables • Daños neurológicos, renales, cáncer, etc.
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP): Benzo[a]pireno (BaP)	Primario y Secundario	Gas, sólido	• Actividades agropecuarias (combustión de compuestos orgánicos, quema de rastrojos) • Procesos industriales con combustión, tanto de combustibles fósiles como no fósiles (acerías, altos hornos, valorización de residuos)	• Carcinógeno. • Irritantes para las vías aéreas y para los ojos
Amoniaco NH_3	Primario	Gas	• Actividades Agrícolas • Transporte	• Precursor de partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$ • Acidificación y alteraciones ecológicas y pérdida de biodiversidad de ecosistemas

Las principales fuentes de emisión de origen humano son: el tráfico rodado, la generación de energía, la industria y la actividad agroganadera

Otras fuentes de emisión

Tráfico no rodado

En el tráfico por avión, barco y tren, la principal fuente de emisión es la combustión de hidrocarburos, aunque existen diferencias entre las emisiones que producen. Esto es debido a la diferente composición del combustible utilizado (combustible de aviación, gasolina de aviación, queroseno, diesel, etc.) y a la tecnología del motor.

Construcción-Demolición

Constituyen una fuente importante de emisión de partículas (PM). Con frecuencia, se detectan concentraciones elevadas de PM_{10} alrededor de estas obras. Estas actividades también pueden emitir otros contaminantes en procesos de combustión de motores de camiones y maquinaria pesada.

Residuos

Según el tratamiento y la gestión que se hace de los residuos domésticos (deposición en vertedero, reciclaje, etc.) se produce la emisión de diferentes contaminantes. La mayor fuente de emisión se produce por el depósito en vertedero y entre los contaminantes destacan el metano (CH_4), los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), las partículas (PM) y el monóxido de carbono (CO).

Sector residencial y servicios

FUENTES DE EMISIÓN

En invierno, calderas ineficientes y edificios mal aislados de viviendas, comercios e instituciones hacen necesario aumentar el consumo energético tanto eléctrico como de combustibles, con la consiguiente emisión de contaminantes.

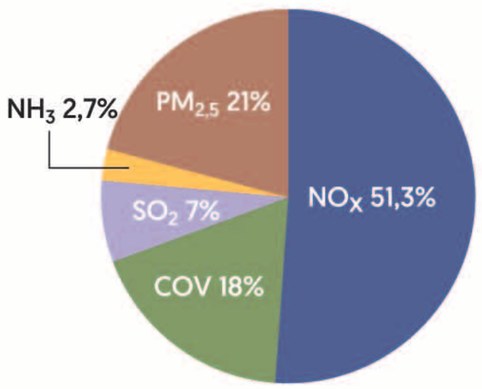
La sustitución del combustible de calderas de carbón o fuel por gas natural ha reducido la emisión de contaminantes, como por ejemplo compuestos metálicos y de azufre.
Las calderas de biomasa son neutras en emisiones de CO_2 pero emiten partículas por lo que pueden ser una alternativa en lugares aislados y núcleos pequeños.

Principales contaminantes

- Óxidos de nitrógeno (NO_X)
- Partículas (PM)
- Dióxido de azufre (SO_2)
- Compuestos Orgánicos Volátiles No Metánicos (COVNM)
- Monóxido de carbono (CO)
- Metales pesados
- Dioxinas y furanos

Por cerramientos inadecuados se pierde entre el 25% y el 30% del calor.

Contaminantes atmosféricos del sector residencial



Fuente: Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera. Documento resumen.

Sector industrial

FUENTES DE EMISIÓN

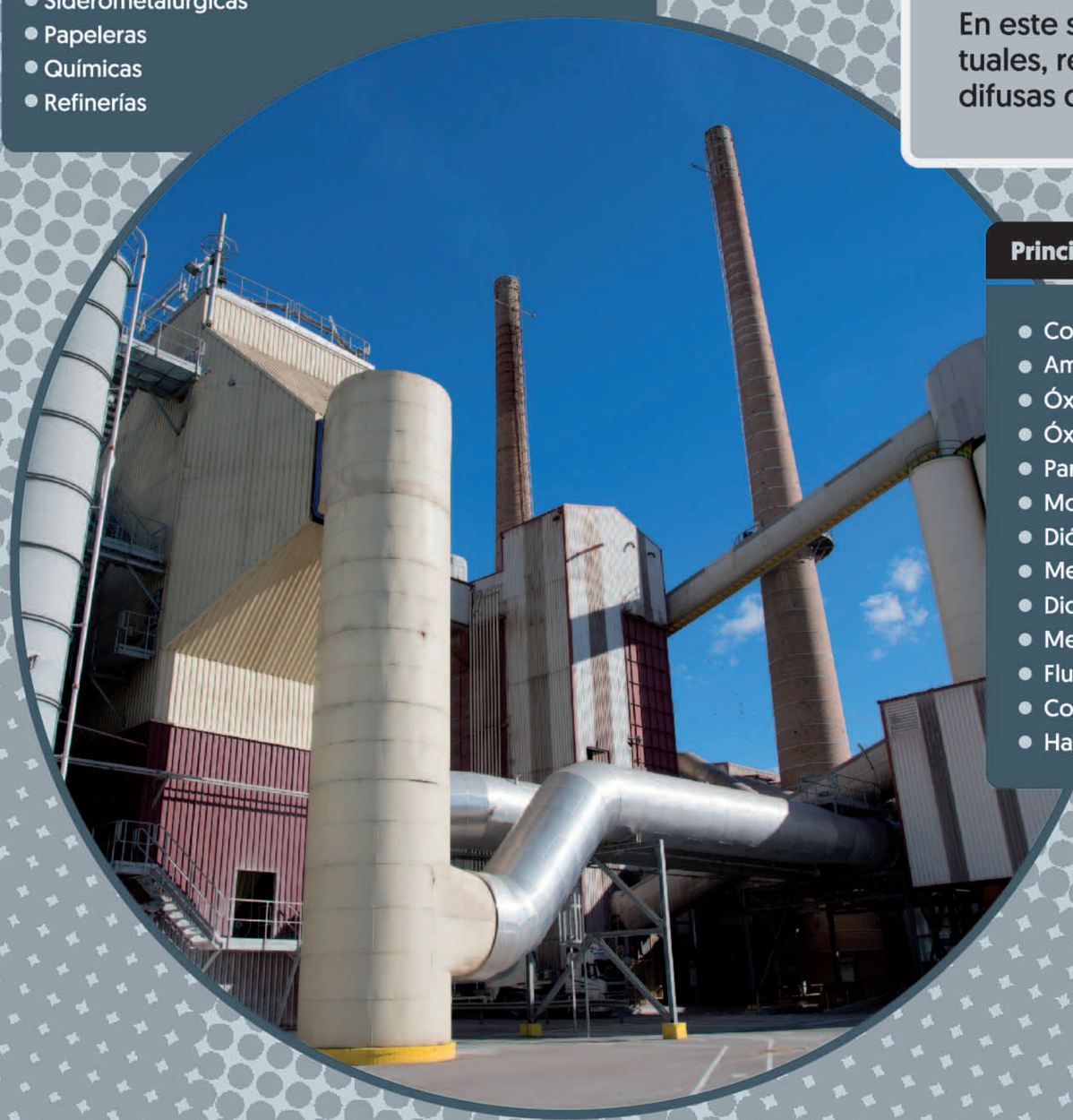
Entre las industrias más contaminantes destacan

- Producción de cemento y cal
- Producción de vidrio
- Producción de cerámica
- Extracción de minerales (canteras)
- Siderometalúrgicas
- Papeleras
- Químicas
- Refinerías

Emite gran cantidad y variedad de contaminantes debido a la diversidad de procesos de producción.

Además de las emisiones debidas a los procesos ligados a las materias primas y el producto final, es muy importante la emisión producida por el uso de diferentes combustibles fósiles en dichos procesos.

En este sector se suelen combinar emisiones puntuales, relativamente controlables, con emisiones difusas de más difícil control.



Principales contaminantes

- Compuestos Orgánicos Volátiles No Metánicos (COVNM)
- Amoniaco (NH_3)
- Óxidos de azufre (SO_2), y otros compuestos de azufre
- Óxidos de Nitrógeno (NOx)
- Partículas (PM)
- Monóxido de carbono (CO)
- Dióxido de carbono (CO_2)
- Metano (CH_4)
- Dioxinas y furanos
- Metales pesados y sus compuestos
- Fluoruro y Cloruro de Hidrógeno (HF, HCl)
- Contaminantes orgánicos persistentes (POP)
- Halógenos y sus compuestos

Sector agrícola y ganadero

FUENTES DE EMISIÓN

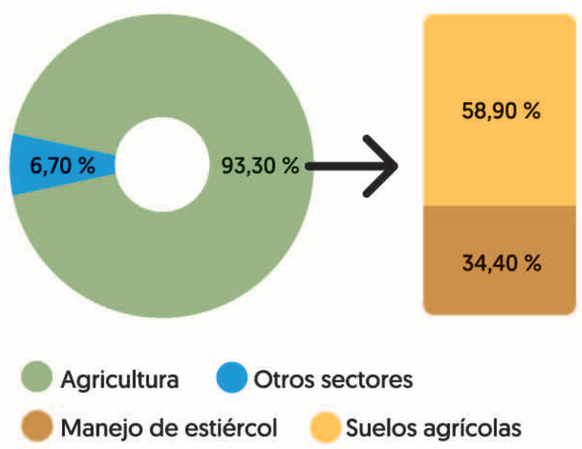
Principales contaminantes

- Amoniaco (NH_3)
- Compuestos Orgánicos Volátiles No Metánicos (COVNM)
- Óxidos de nitrógeno (NO_x)
- Monóxido de carbono (CO)
- Partículas (PM)
- Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)
- Metano (CH_4)

La agricultura y las explotaciones ganaderas son una fuente importante de contaminantes y la principal fuente de amoniaco (NH_3) a la atmósfera.

El uso de fertilizantes y plaguicidas, el manejo de estiércol, la quema de residuos agrícolas, el uso de vehículos agrícolas y ganaderos o la transformación alimentaria generan importantes emisiones. Se trata de emisiones difusas y con gran capacidad de dispersión y pueden tener efectos perjudiciales relacionados con la pérdida de rendimiento de los cultivos.

Emisiones de amoníaco, UE-28, 2013
(% de las emisiones totales de amoníaco)



Fuente: Agencia Europea de Medio Ambiente

Calidad del **Aire** es Calidad de **Vida**

Como sociedad, no deberíamos aceptar el coste de la contaminación atmosférica (...). El aire limpio es patrimonio de todos, incluidos los habitantes de las ciudades.

Hans Bruininckx
Director Ejecutivo de la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA)

Óxidos de nitrógeno (NO_x), chimeneas y tubos de escape

LOS CONTAMINANTES QUE MÁS PREOCUPAN

NO_x es el término genérico que designa a un grupo de gases muy reactivos, que contienen nitrógeno y oxígeno en proporciones variables.

Su principal fuente de emisón no natural proviene de los combustibles fósiles utilizados para el transporte, calefacción y generación de energía.

NO_2

NO_x

NO

Partículas en suspensión (PM), microscópicas y muy peligrosas

LOS CONTAMINANTES QUE MÁS PREOCUPAN

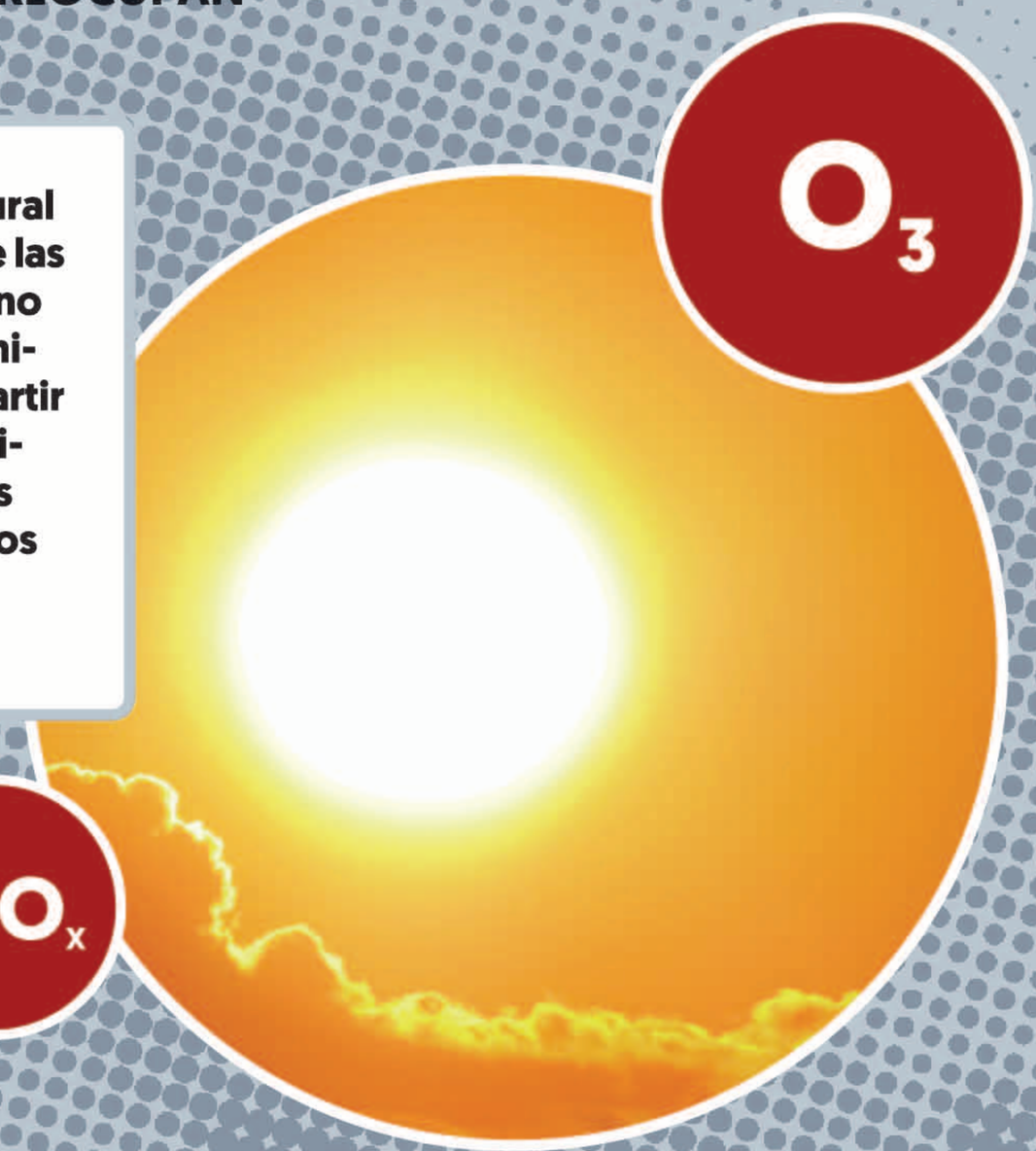
Son tan pequeñas que pueden inhalarse al respirar y se pueden alojar directamente en los pulmones. Al contrario que otros contaminantes no se clasifican por su naturaleza química, sino por su tamaño: de 10 micras de diámetro PM_{10} (de 25 a 100 veces más delgadas que un cabello humano) y de 2,5 micras de diámetro o menos $PM_{2,5}$ (100 veces más finas) y mucho más perjudiciales.

Proceden de distintas fuentes, en especial por la combustión de combustibles fósiles (tráfico, calefacción, generación de energía), por la minería o las actividades de construcción y demolición y pueden tener distinta naturaleza (orgánica, inorgánica, sólida y líquida), origen (natural y antropogénica) y formación (primarias o secundarias).

Ozono troposférico (O_3), la pesadilla del verano

LOS CONTAMINANTES QUE MÁS PREOCUPAN

El ozono presente de forma natural en la estratosfera nos protege de las radiaciones ultravioletas. El ozono troposférico se refiere al contaminante secundario producido a partir de otros contaminantes, denominados precursores, como óxidos de nitrógeno (NO_X) y compuestos orgánicos volátiles (COV) en presencia de radiación solar.



O_2

NO_x

COV