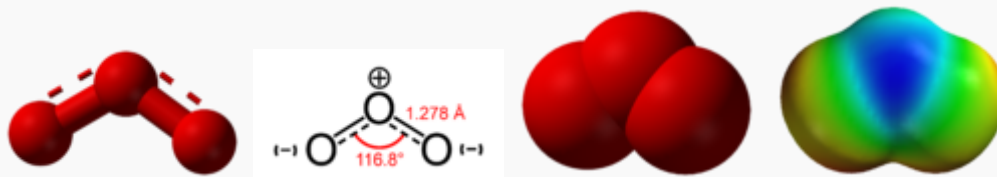


Ozono

Ozono



Nombre IUPAC

Trioxígeno

General

Fórmula estructural

ver imagen

Fórmula molecular

O₃

Identificadores

Número CAS

10028-15-6¹

ChEBI

25812

ChemSpider

23208

PubChem

24823

Propiedades físicas

Apariencia

Azul pálido

<u>Densidad</u>	2.140 <u>kg/m³</u> ; 0,00214 <u>g/cm³</u>
<u>Masa molar</u>	47,998 <u>g/mol</u>
<u>Punto de fusión</u>	80,7 K (-192 °C)
<u>Punto de ebullición</u>	161 K (-112 °C)
<u>Viscosidad</u>	N/A
<u>Índice de refracción</u> (n _D)	1,2226 (liquid)
Propiedades químicas	
<u>Solubilidad en agua</u>	0,105 g/100 mL (0 °C)
Termoquímica	
<u>Δ_fH⁰_{sólido}</u>	142,3 <u>kJ/mol</u>
Riesgos	
<u>Riesgos principales</u>	Exposición mayor de 0,05 PPM
Ingestión	N/R
Inhalación	>0,05 PPM por 8 horas
Piel	No reacciona
Ojos	Irritación a más de 0,05 PPM
Valores en el <u>SI</u> y en <u>condiciones estándar</u>	

(25 °C y 1 atm), salvo que se indique lo contrario.

[[editar datos en Wikidata](#)]

El **ozono** (**O₃**) es una sustancia cuya [molécula](#) está compuesta por tres [átomos](#) de [oxígeno](#), formada al disociarse los dos átomos que componen el gas de oxígeno. Cada átomo de oxígeno liberado se une a otra molécula de oxígeno gaseoso (O₂), formando moléculas de ozono (O₃).

A [temperatura](#) y [presión](#) ambientales el ozono es un [gas](#) de olor acre y generalmente incoloro, pero en grandes concentraciones puede volverse ligeramente azulado. Si se respira en grandes cantidades, puede provocar una irritación en los ojos y/o garganta, la cual suele pasar después de respirar aire fresco por algunos minutos.

Índice

[[ocultar](#)]

- [1](#) Descubrimiento
- [2](#) Aplicaciones
 - [2.1](#) Desinfección del agua
- [3](#) Ozono atmosférico
- [4](#) Ozono estratosférico
- [5](#) Ozono troposférico
- [6](#) Toxicidad
 - [6.1](#) Primeros auxilios
 - [6.2](#) Ozono troposférico
 - [6.2.1](#) Efectos sobre la salud
- [7](#) Véase también
- [8](#) Referencias
- [9](#) Enlaces externos

Descubrimiento[[editar](#)]

El ozono es el primer [alótropo](#) de un [elemento químico](#) que fue identificado por la ciencia. En la actualidad no se conoce quién fue su descubridor original, pero varios estudios apuntan a los [químicos](#) [Charles Fabry](#) y [Henri Buisson](#).

En 1840, [Christian Schönbein](#) propuso que fuera un [compuesto químico](#) distinto, nombrándolo con el verbo [griego](#) ozein (ὄζειν, "tener olor"), a causa del olor peculiar que se percibe durante las tormentas [eléctricas](#). En 1865, [Jacques-Louis Soret](#) determinó la fórmula del ozono (O₃)² lo que fue confirmado por Schönbein en 1867. El ozono se descompone rápidamente en presencia de [oxígeno](#) a temperaturas mayores de 100 °C y en presencia de catalizadores como el [dióxido de manganeso](#) (MnO₂) a temperatura ambiente. En condiciones normales, puede demorar varias horas en reconvertirse nuevamente en oxígeno.

Aplicaciones[[editar](#)]

El ozono se puede producir artificialmente mediante un [generador de ozono](#).

El ozono tiene uso industrial como precursor en la síntesis de algunos compuestos orgánicos, pero principalmente, como desinfectante depurador y purificador de aguas minerales. Su

principal propiedad es que es un fuerte oxidante. También es conocido por el importante papel que desempeña en la [atmósfera](#). A este nivel es necesario distinguir entre el ozono presente en la [estratosfera](#) y el de la [troposfera](#). En ambos casos su formación y destrucción son fenómenos [fotoquímicos](#).

Cuando el oxígeno del aire es sujeto a un pulso de alta energía, como un rayo, el doble enlace O=O del oxígeno se rompe entregando dos átomos de oxígeno los cuales luego se recombinan con otras moléculas de oxígeno. Estas moléculas recombinadas contienen tres átomos de oxígeno en vez de dos, lo que origina ozono.

Desinfección del agua[\[editar\]](#)

La primera vez que se ha utilizado con este propósito ha sido en 1893. Desde entonces, ha ido ganando en popularidad y es usado, cada vez más, por industrias y particulares.

Las principales ventajas que aporta el ozono para su uso en aguas son:

- Elimina los olores y sabores del agua.
- No deja residuos.
- Compatible con otros tratamientos.
- No afecta al pH.
- No colorea el agua.

Una de las principales ventajas de su uso es la conversión del ozono en oxígeno, sin dejar ningún residuo químico perjudicial en el agua.

Ozono atmosférico[\[editar\]](#)

El ozono atmosférico se encuentra en estado puro en diferentes concentraciones entre los 10 y los 40 [km](#) sobre el nivel del mar, siendo su concentración más alta alrededor de los 25 km (ozonósfera), es decir en la estratosfera.

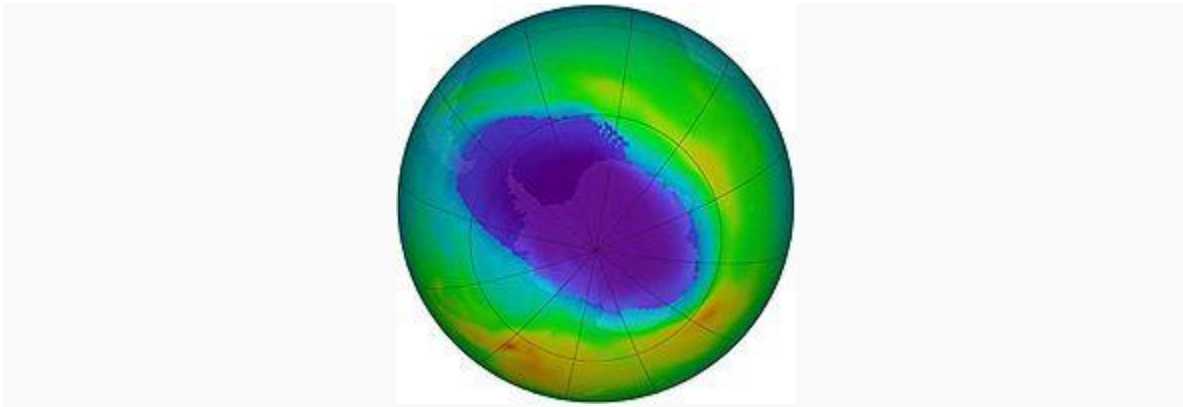
Actúa en la atmósfera como depurador del aire y sobre todo como filtro de los rayos ultravioletas procedentes del Sol. Sin ese filtro, la existencia de vida en la Tierra sería completamente imposible, de ahí la gran importancia de la llamada “Capa de Ozono”.

El ozono en su forma natural es un gas de color azul y de un olor picante muy característico. Se licúa a $-111,9\text{ °C}$ y se solidifica a -193 °C .

El ozono en altas concentraciones y por períodos prolongados tiene efectos perjudiciales para la salud. Más allá de especulaciones (muchas de ellas de carácter publicitario) acerca de efectos beneficiosos a bajas concentraciones, la [Organización Mundial de la Salud](#) plantea que no hay ninguna evidencia de un umbral por debajo del cual no exista perjuicio.³

Ozono estratosférico[\[editar\]](#)

Artículo principal: [Capa de ozono](#)



El agujero de la capa de ozono el 22 de septiembre de 2004.

El ozono se encuentra de forma natural en la estratosfera, formando la denominada [capa de ozono](#). El ozono estratosférico se forma por acción de la [radiación ultravioleta](#), que disocia las moléculas de oxígeno molecular (O_2) en dos átomos, los cuales son altamente reactivos, pudiendo reaccionar estos con otra molécula de O_2 formándose el ozono.

El ozono se destruye a su vez por acción de la propia radiación ultravioleta, ya que la radiación con [longitud de onda](#) menor de 290 [nm](#) hace que se desprenda un átomo de oxígeno de la molécula de ozono. Se forma así un equilibrio dinámico en el que se forma y destruye ozono, consumiéndose de esta forma la mayoría de la radiación de longitud de onda menor de 290 nm. Así, el ozono actúa como un filtro que no deja pasar dicha radiación perjudicial hasta la superficie de la Tierra.

El equilibrio del ozono en la estratosfera se ve afectado por la presencia de contaminantes, como pueden ser los [compuestos clorofluorocarbonados](#) (CFC), que suben hasta la alta atmósfera donde catalizan la destrucción del ozono más rápidamente de lo que se regenera, produciendo así el [agujero de la capa de ozono](#). El daño que causan cada uno de estos contaminantes es función de su [potencial de agotamiento del ozono](#), esto fue descubierto por los científicos [Mario Molina](#) (México), [Frank Sherwood Rowland](#) (Estados Unidos) y el holandés [Paul J. Crutzen](#) obteniendo por ello el [Premio Nobel de Química](#) en 1995.

Para medir la concentración de ozono en la atmósfera se utilizan instrumentos en satélites tales como [GOMOS](#) en el satélite [Envisat](#).

Ozono troposférico [\[editar\]](#)



Un letrero de la [calidad del aire](#), señalando un aviso de ozono alto, [Gulfton](#), [Houston](#), [Texas](#).

También denominado ozono ambiental. Se trata de un gas incoloro que se crea a través de reacciones foto químicas entre óxidos de nitrógeno (NOx) y compuestos orgánicos volátiles

(COV) derivados de fuentes como la quema de combustible. Es el compuesto más destacado de los oxidantes foto químicos y forma parte del llamado [esmog fotoquímico](#).

Puede encontrarse en la zona más baja de la atmósfera, ya que proviene de emisiones naturales de CO₂, NO_x y OC así como del ozono estratificado descendente. Esto se convierte en un problema puesto que el ozono, en concentración suficiente, puede provocar daños en la salud humana (a partir de unos 150 micro-gramos por metro cúbico) o en la vegetación (a partir de 30 ppb (partes por billón anglosajón, o millardo)) y contribuye a generar un calentamiento en la superficie de la tierra. Estas características del ozono han propiciado que dentro de la Unión Europea aparezca una normativa relativa al ozono en el aire ambiente (Directiva 2002/3/CE), que establece el nuevo régimen jurídico comunitario sobre el ozono troposférico presente en la baja atmósfera.

Su formación empieza a partir de la emisión del dióxido de nitrógeno (NO₂) e hidrocarburos (compuestos que reaccionan en la presencia de calor y luz solar para producir ozono).

El mecanismo mediante el cual se genera el ozono en la troposfera es completamente distinto, ya que a esta altura no llegan las radiaciones ultravioletas. El ozono, en este caso, se forma a partir de ciertos precursores (NO_x - óxidos de nitrógeno; y VOCs - compuestos orgánicos volátiles, como el [formaldehído](#)), contaminantes provenientes de la actividad humana. Estos contaminantes se disocian formando [radicales](#) con radiación menos energética, y dichos radicales pueden formar ozono con el oxígeno molecular.

El conjunto del ozono, NO_x y COV forma una neblina visible en zonas muy contaminadas denominada [smog fotoquímico](#) o smog de verano, ya que, en el hemisferio norte, ocurre generalmente entre los meses de agosto y septiembre.

Toxicidad [\[editar\]](#)

Su presencia en la estratosfera protege de las excesivas radiaciones ultravioletas. Es un potente oxidante detectable a concentraciones por debajo de 0.1 ppm. Es bastante soluble, por lo que su acción irritante se manifiesta en las vías respiratorias superiores. Aunque no es probable que el ozono de forma natural aparezca en concentraciones peligrosas para el hombre, es un compuesto extremadamente reactivo.

El límite recomendado de exposición de ozono es de 0.1ppm (0.2mg/m³) calculado como una concentración ponderada de 8 horas, y a corto plazo de 0.3ppm (0.6mg/m³) como una concentración ponderada de 15 minutos. En función de la concentración puede producir diversos efectos en el organismo (Tabla 1)

Incluso en concentraciones muy bajas el ozono puede ser nocivo para el tracto respiratorio superior y los pulmones, aun tratándose de una exposición de corta duración.

A concentraciones extremadamente bajas, el ozono puede producir hipersensibilidad bronquial y respuesta inflamatoria en el tejido respiratorio. Además la exposición intermitente puede producir una inflamación en bronquios y pulmones.⁴

Estudios en animales indican que el ozono también puede provocar edema pulmonar, que pueden aparecer hasta 24 horas más tarde de la exposición.

La disminución en la función respiratoria no parece ser más pronunciada en fumadores o personas con desórdenes pulmonares preexistentes.

A concentraciones más altas puede aparecer función renal reducida, fatiga extrema, mareo, inhabilidad para dormir, o cianosis.

El ozono (O₃) es un potente oxidante que reacciona con proteínas y lípidos, particularmente con membranas biológicas. Una pequeña cantidad se absorbe en la sangre; su reactividad extrema limita su habilidad de acumularse. Es posible que haya efectos secundarios

caracterizados por un defecto en la disociación del oxígeno de la oxihemoglobina. Incluso en niveles de exposición de ozono de 0.1 ppm, puede resultar en un envejecimiento prematuro si la exposición es lo suficientemente prolongada

Además, debido a su habilidad oxidante, a muy altas concentraciones puede causar irritación en la piel y ojos.

A largo plazo, los efectos potenciales que se han detectado han sido jaqueca, irritación de nariz y garganta, constricción del pecho y congestión pulmonar en trabajadores expuestos.

Se cree que el ozono actuará de manera sinérgica con otros materiales, ya que tras un estudio en ratas, los animales expuestos al ozono con anterioridad a una exposición a asbestos, la concentración pulmonar de asbesto fue superior en los pulmones un mes después que los animales no expuestos a ozono. Por otra parte, no se observó sinergia entre el ozono y el ácido sulfúrico o dióxido de nitrógeno.⁵

En cuanto al uso de ozono en industrias, no se considera satisfactoria la detección de fugas por el olor porque incluso fugas ligeras causan la insensibilidad de sentido olfativo y llevan a la falsa conclusión de que la fuga ya no existe, por lo que se deben emplear detectores de ozono para advertir de forma sonora y visual las fugas.

Tras ser empleado en la industria u otras técnicas de forma artificial, para ser liberado de nuevo a la atmósfera debería pasar a través de un equipo destructor de ozono que provoque la descomposición de ozono a oxígeno, o ser liberado de modo que no represente ningún peligro.

Concentración ppm. Descripción de los efectos

Concentración O3	Efectos que produce
0.003-0.01	Umbral de percepción olfativa por promedio por persona en aire limpio.
0.02-0.04	Promedio representativo de concentraciones totales de oxidante en la mayoría de las ciudades de los EEUU en 1964. Aprox. 95% de los oxidantes es ozono
0.1	Límite recomendado de exposición. A menudo experimentada irritación de ojos, nariz y garganta.
0.2-0.5	Reducida adaptación a la oscuridad y alteración del equilibrio del músculo extra ocular: ocurre tras varias horas de exposición.
0.5	A veces se producen náuseas y dolor de cabeza. Exposiciones prolongadas pueden producir edema pulmonar y propiciar la susceptibilidad frente a infecciones respiratorias (ambas bacterianas y virales).
1.0	10 minutos de exposición reduce la tasa de saturación de oxihemoglobina al 50%.
1-2	Exposición crónica (un año 6 horas al día) ha resultado en bronquiolitis y bronquitis en animales
1.5-2	Exposición de 2 horas resulta en tos, dolor subrenal y esputo excesivo.
5-25	Experimentalmente se ha visto que 3 horas de exposición a 12ppm fue mortal para ratas Humanos(soldadores) expuestos a 9ppm desarrollaron edemas pulmonares.

50-30

minutos de exposición puede ser fatal.

Tabla1.- Relación de la concentración de ozono frente a los efectos que produce en el organismo

Primeros auxilios[\[editar\]](#)

Si una persona se ve afectada por el ozono se deben tomar las siguientes precauciones:

- 1) Retirar al paciente a una atmósfera templada no contaminada y desabretar su ropa del cuello y cintura
- 2) Mantener al paciente en reposo
- 3) Si el paciente tiene dificultad para respirar, suministrarle oxígeno mediante un equipo apropiado y un operario entrenado.
- 4) Si la respiración es débil o ha cesado, se deberá iniciar la respiración asistida. Se preferirán los métodos boca-boca o boca nariz.
- 5) Buscar asistencia médica
- 6) La intoxicación por ozono debe tratarse sintomáticamente. Deberá incluir reposo, analgésicos para contrarrestar el dolor y antibióticos prescritos por el médico⁶

Ozono troposférico[\[editar\]](#)

A diferencia de la capa de ozono (a nivel estratosférico), el ozono troposférico se encuentra a nivel del suelo, donde tiene lugar la vida en el planeta.

Efectos sobre la salud[\[editar\]](#)

Esta molécula es un oxidante muy potente que, en la troposfera, afectará tanto a la vegetación natural como a la producción de cultivos e incluso a la salud humana. En función de la concentración y el tiempo de exposición a los gases, los daños serán más o menos perjudiciales. Puede producir tos, irritaciones en la faringe, irritaciones en la garganta Y en los ojos; dificultades respiratorias, empeoramiento de la función pulmonar O síntomas de malestar general. En verano, por la mayor cantidad de horas de sol, puede alcanzar umbrales muy peligrosos para la salud y, por ello, es necesario hacer un seguimiento muy detallado de sus concentraciones. En el caso de que se superen los 240 microgramos por metro cúbico (nivel de alerta a la población), existe riesgo para la salud humana. Sobre todo durante las 10h y las 16h, que son los momentos de máxima concentración. Los niños, ancianos y personas con problemas respiratorios serán los grupos más sensibles.

Esta situación es más común en las regiones mediterráneas, donde coinciden situaciones anticiclónicas con grandes densidades de tráfico. La única manera de reducir las emisiones es reduciendo los precursores NOx, COV, es decir, disminuyendo la cantidad de vehículos en las calles⁷


Véase también[\[editar\]](#)

- [Agujero de ozono](#)
- [Capa de ozono](#)
- [Día Internacional para la Preservación de la Capa de Ozono](#)
- [Purificador de aire](#)
- [Ozonoterapia](#)

Referencias[\[editar\]](#)

1. [Volver arriba↑ Número CAS](#)
2. [Volver arriba↑](#) Jacques-Louis Soret (1865). «[Recherches sur la densité de l'ozone](#)». *Comptes rendus de l'Académie des sciences* **61**: 941.
3. [Volver arriba↑](#) Report on a WHO Working Group (2003). *Health Aspects of Air Pollution with Particulate Matter, Ozone and Nitrogen Dioxide* (pdf). Consultado el 7 de mayo de 2012.
4. [Volver arriba↑](#) [: http://aesat.com/ion-spa/Toxicidad_del_ozono.pdf «Toxicidad del ozono»]. Consultado el 9 de noviembre de 2015.
5. [Volver arriba↑](#) Curtis D., KLASSEN. *Fundamentos de toxicología*. Mc Graw Hill interamericana.
6. [Volver arriba↑](#) «[Ozono: riesgos para la salud y medidas preventiva](#)». Consultado el 9 de noviembre de 2015.
7. [Volver arriba↑](#) «[ozono troposférico](#)». Consultado el 9 de noviembre de 2015.

Enlaces externos^{[[editar](#)]}

-  [Wikcionario](#) tiene definiciones y otra información sobre **[ozono](#)**.
- [Tratamiento del agua con ozono - EVOHOGAR](#)
- [El ozono en ambientes de trabajo - Norma OSHA EEUU](#)
- [Ozono estratosférico](#)
- [La Atmósfera de la Tierra](#)
- [Documento informativo sobre el ozono de la Agència de Salut Pública de Barcelona](#)
- [Efectos del ozono sobre la salud, resumen realizado por GreenFacts de un informe de la OMS.](#)
- [Producción del ozono](#)
- [Producción de energía limpia, Bio-gas.](#)
- [Calidad del aire interior en edificios comerciales e institucionales - Norma OSHA EEUU](#)