

## SO<sub>x</sub> - Óxidos de Azufre

Los óxidos de azufre son gases generados por la combinación de una molécula de azufre con dos o tres moléculas de oxígeno, generalmente en procesos de combustión en los que el combustible aporta compuestos azufrados a la reacción.

Su generación se produce esencialmente por la combustión que se lleva a cabo en procesos industriales, calderas de calefacción y tráfico de vehículos, en los que se queman combustibles con un cierto porcentaje de azufre (gasóleos, gasolinas, fuel, carbón, etc). No obstante, también se puede generar en determinados procesos industriales como la desulfuración, la síntesis química de determinados compuestos, los procesos metalúrgicos, etc.



Si bien también se libera de forma natural en determinados procesos volcánicos y de descomposición, en áreas industrializadas hasta el 90% de las emisiones a la atmósfera de este contaminante se deben a las actividades humanas mencionadas anteriormente.

El compuesto más común en la atmósfera es el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), molécula que se presenta en la misma como un gas incoloro, no inflamable, que posee características irritantes y levemente tóxicas.

Este contaminante tiene una vida media en la atmósfera de aproximadamente dos días, variable en función de las condiciones meteorológicas existentes, que pueden llevar a su descomposición o transformación en otros compuestos. Especialmente relevante es, en este sentido, su capacidad de combinación con el agua, con la que genera ácido sulfúrico, confiriéndole sus características corrosivas e irritantes.

Sobre las personas este contaminante puede causar problemas respiratorios. Dichos problemas se producen ante exposiciones cortas a altas concentraciones, que pueden ir desde los 250 µg/m<sup>3</sup>, para niños y población sensible, hasta los 500 µg/m<sup>3</sup>, para el resto. Su carácter corrosivo en combinación con el agua, hace que se afecte sobre todo a mucosidades y vías respiratorias, irritando el tracto respiratorio, provocando ataques de tos, y pudiendo causar bronquitis o agravamiento de dolencias previas como el asma.

A nivel ambiental, su combinación con el agua presente en la atmósfera hace que se genere una deposición ácida conocida como lluvia ácida<sup>1</sup>, que puede afectar seriamente tanto a la cubierta vegetal como a los suelos, llegando incluso a ser causa de la degradación de una amplia gama de materiales de construcción.

Los cambios en el uso de combustibles, con un porcentaje cada vez más reducido de azufre, junto con la existencia cada vez más común de medidas correctoras para la desulfuración y absorción de este contaminante en las emisiones industriales, está consiguiendo que los niveles de este contaminantes disminuyan progresivamente año tras año.

La normativa delimita para este contaminante un valor límite horario (200 µg/m<sup>3</sup>) y diario (120 µg/m<sup>3</sup>), así como un umbral de alerta a la población (500 µg/m<sup>3</sup> durante tres horas

consecutivas), e incluso un nivel crítico para protección de la vegetación ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  anual). En la red de control este contaminante es también ampliamente controlado, disponiendo de equipos de medición en continuo en todas las estaciones de control.

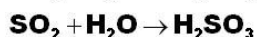
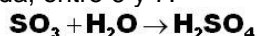
En Castilla-La Mancha los niveles de este contaminante son normalmente muy bajos, por debajo de los  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de media. Tan sólo de forma ocasional, y ante situaciones de escasa dispersión atmosférica que esporádicamente se pueden producir en zonas de elevada densidad industrial, se producen niveles más elevados para este contaminante.

#### Recomendaciones en caso de superar el umbral de alerta:

- Población más sensible:  
Niños, ancianos y adultos con enfermedades respiratorias (fundamentalmente asmáticos)
- Síntomas probables:
  - o Tos, irritación de garganta, sensación de ahogo en el pecho.
  - o Irritación ocular.
  - o Dificultad para respirar profundamente.
  - o Puede agravar enfermedades respiratorias.
  - o Aumento de la susceptibilidad a infecciones respiratorias.
- Precauciones para la población afectada:  
En caso de superación del umbral de alerta de  $\text{SO}_2$ , se recomienda a todos los grupos de riesgo que eviten realizar esfuerzos físicos y permanecer en sitios al aire libre durante el tiempo que dure la alerta.

---

<sup>i</sup> El fenómeno de **lluvia ácida** se produce cuando la humedad del agua reacciona con los óxidos de nitrógeno y azufre presentes en el aire y generan ácidos sulfúrico, sulfuroso y nítrico, entre otros, que reducen el pH de las precipitaciones que terminan por ser más ácidas, con pHs de 3 a 5, que la lluvia normal, que tan solo es ligeramente ácida, entre 6 y 7.



Así, la lluvia ácida al depositarse sobre el terreno y los seres vivos, dado su bajo pH, genera diversos efectos perjudiciales que variarán en función del nivel de pH finalmente adquirido en la precipitación, directamente relacionado con la concentración de contaminantes primarios existente en la atmósfera, y de la frecuencia de su generación y grado de exposición del entorno, directamente relacionada con las fuentes emisoras y con los fenómenos de dispersión y transporte de los contaminantes primarios.

El fenómeno de lluvia ácida generado de una forma persistente sobre un mismo entorno, ya sea a través de la propia lluvia o de la deposición seca, en forma de gas, pequeñas partículas o nieblas, termina por producir los siguientes efectos característicos:

- Afecta a los materiales de construcción, acelerando su degradación ya que, dado su carácter corrosivo, puede disolver componentes como el carbonato de calcio y afectar a edificaciones construidas con mármol o caliza, que por lo general suelen ser los materiales más utilizados en edificios históricos.
- Afecta directamente a los tejidos de las plantas expuestas a la lluvia o a las deposiciones ácidas, debilitando su cubierta exterior y generando lesiones de mayor o menor gravedad que terminan por debilitar a la planta, afectando a la función fotosintética y haciéndola más vulnerable a plagas, parásitos, enfermedades y condicionantes climatológicos externos.
- El bajo pH de la lluvia ácida favorece en el terreno la movilización de determinados metales tóxicos presentes de forma natural en el suelo. Estos metales pueden acceder a la planta a través de sus raíces bloqueando la adsorción de nutrientes, o afectar a los seres vivos y organismos acuáticos al lixiviar y terminar en ríos y lagos.
- Además de los metales tóxicos, este mismo efecto de lixiviación y lavado de suelos se produce con otros cationes que son parte de los nutrientes esenciales de las plantas, como el hierro, el



---

calcio o el zinc, o con los nitratos y sulfatos que estos contienen, lo que hace que los suelos se empobrezcan y las plantas no dispongan de los nutrientes básicos para su desarrollo y subsistencia.

Por otro lado, los nutrientes y metales que la lluvia ácida consigue movilizar y lixiviar terminan por aparecer en ríos, lagos y embalses, generando un efecto de eutrofización de los mismos y alternado su equilibrio natural.

El efecto sobre las corrientes de agua, lagos y embalses también se puede traducir en una disminución de su pH natural, lo que también afecta al normal desarrollo de los seres vivos que se desarrollan en este entorno.