

República de Colombia

Porcentaje de excedencias a la norma 24 horas de Dióxido de Azufre (SO₂), por estación de monitoreo
(Hoja metodológica versión 1,3)

<u>Identificación del indicador</u>	
Contexto nacional o internacional en la que se encuentra	Resolución 610 del 24 de marzo de 2010 del MAVDT ¹ Resolución 2254 del 01 de noviembre de 2017 del MADS ²
Tema de referencia	Tema: Condiciones y Calidad Ambiental
Unidad de medida	Porcentaje (%)
Periodicidad	<input checked="" type="checkbox"/> Anual <input type="checkbox"/> Semestral <input type="checkbox"/> Trimestral <input type="checkbox"/> Mensual <input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Otra, cuál: _____
Cobertura geográfica	<input type="checkbox"/> Nacional <input type="checkbox"/> Departamental <input type="checkbox"/> Municipal <input checked="" type="checkbox"/> Otra, cuál: <u>Estación de monitoreo</u>
Cobertura temporal	2007 - 2022
<u>Descripción del indicador</u>	
Definición	<p>El Porcentaje de excedencias de las concentraciones de Dióxido de Azufre (SO₂) en el aire, está dado por el cociente entre a) la cantidad de datos válidos de la concentración de dióxido de azufre, para un tiempo de exposición de 24 horas, que excedieron el nivel máximo permisible establecido por la Resolución 610 de 2010 (aplicable a la serie de datos del año 2007 al 2017) o por la Resolución 2254 del 2017 (aplicable a la serie de datos a partir del año 2018), sobre b) la cantidad total de datos válidos de la concentración de SO₂ en el año.</p> <p>De acuerdo con la Resolución 610 del 2010, el nivel máximo permisible de concentración en el aire para el SO₂, para un tiempo de exposición de 24 horas es de 250 µg/m³. Entre tanto que, en conformidad con la Resolución 2254 del 2017, a partir 1 de enero de 2018,</p>

¹ Normatividad nacional aplicable a la serie de datos correspondiente a los años 2011-2017.

² Normatividad nacional aplicable a la serie de datos obtenida a partir del año 2018.

	<p>el nivel máximo permisible de concentración en el aire para el SO₂, para un tiempo de exposición de 24 horas es de 50 µg/m³.</p>
Pertinencia	<p>Finalidad / Propósito</p> <p>El indicador tiene como finalidad cuantificar durante un año la proporción en que las concentraciones de SO₂ en el aire, superan el límite máximo permitido para un tiempo de exposición de 24 horas, establecido por la norma de calidad del aire aplicable (Resolución 2254 del 2017 de actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible³ o Resolución 610 de 2010 del anterior Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial⁴, según corresponda), con el propósito de determinar su grado de cumplimiento.</p> <p>De esta forma se pueden definir las zonas en donde se excede la norma de calidad del aire, para que la Autoridad Ambiental, junto con las entidades territoriales y nacionales, así como la comunidad, prioricen programas de reducción de la contaminación e identifiquen acciones y medidas que permitan reducir los niveles de concentración de los contaminantes por debajo de los máximos establecidos.</p>
Metas / Estándares	<p>En el ámbito de aplicación Nacional los niveles máximos permisibles están dados por la Resolución 2254 del 2017 de actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible⁵ y por la Resolución 610 de 2010 del anterior Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial⁶ (según corresponda).</p>
Marco conceptual	<p>El Dióxido de Azufre (SO₂) es un gas incoloro e inflamable, que se encuentra en el aire en estado gaseoso o disuelto en las gotas de agua en suspensión en la atmósfera. El SO₂ es el componente de mayor preocupación y se utiliza como indicador del grupo más grande de óxidos de azufre gaseosos (SO_x). Otros SO_x gaseosos (como el SO₃) se encuentran en la atmósfera en concentraciones mucho más bajas que las del SO₂.</p> <p>Las emisiones que conducen a altas concentraciones de SO₂ generalmente también conducen a la formación de otros SO_x. Las principales fuentes de emisiones de SO₂ provienen de la combustión de combustibles fósiles en las centrales eléctricas y otras instalaciones industriales.</p> <p>¿Cómo llega el SO₂ al aire?</p> <p>La mayor fuente de SO₂ en la atmósfera ese da por la quema de combustibles fósiles en las centrales eléctricas y otras instalaciones industriales. Otras fuentes menos relevantes de emisiones de SO₂ incluyen: procesos industriales tales como la extracción de metales del mineral; fuentes naturales como volcanes; y locomotoras, barcos y otros vehículos y equipos pesados que queman combustibles con alto contenido de azufre.</p>

³ Normatividad nacional aplicable a la serie de datos obtenida a partir del año 2018.

⁴ Normatividad nacional aplicable a la serie de datos correspondiente a los años 2011-2017.

⁵ Normatividad nacional aplicable a la serie de datos obtenida a partir del año 2018.

⁶ Normatividad nacional aplicable a la serie de datos correspondiente a los años 2011-2017.

	<p>¿Cuáles son los efectos nocivos del SO₂?</p> <p>El SO₂ puede afectar tanto a la salud como al medio ambiente.</p> <p>¿Cuáles son los efectos del SO₂ en la salud?</p> <p>Las exposiciones a corto plazo al SO₂ pueden dañar el sistema respiratorio humano y dificultar la respiración. Las personas con asma, en particular los niños, son sensibles a estos efectos del SO₂.</p> <p>Las emisiones de SO₂ que conducen a altas concentraciones de SO₂ en el aire generalmente también conducen a la formación de otros óxidos de azufre (SO_x), los cuales pueden reaccionar con otros compuestos en la atmósfera para formar pequeñas partículas. Estas partículas contribuyen a la contaminación por partículas (PM). Las partículas pequeñas pueden penetrar profundamente en los pulmones y en cantidad suficiente pueden contribuir a problemas de salud.</p> <p>¿Cuáles son los efectos ambientales del SO₂ y otros óxidos de azufre?</p> <p>En altas concentraciones, el SO_x gaseoso puede dañar árboles y plantas al dañar el follaje y disminuir el crecimiento.</p> <p>El SO₂ y otros óxidos de azufre pueden contribuir a la lluvia ácida que puede dañar los ecosistemas sensibles.</p> <p>Fuente: (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, 2022)</p>
<p>Fórmula de cálculo</p>	<p>El Porcentaje de excedencias a la norma 24 horas de las concentraciones SO₂ en el aire, se calcula de la siguiente forma:</p> $PE_{SO2tj} = \left(\frac{NE_{SO2tj}}{N_{tj}} \right) \times 100$ <p>Donde:</p> <p>PE_{SO₂tj} Porcentaje de excedencias de las concentraciones de SO₂ en el aire, para un tiempo de exposición de 24 horas, en el año t, para la estación j</p> <p>NE_{SO₂tj} Número de datos válidos de las concentraciones de SO₂ para un tiempo de exposición de 24 horas, que superan la norma de calidad en el año t, para la estación j</p> <p>N_{tj} Número total de datos válidos de las concentraciones de SO₂ en año t, para la estación j</p>
<p>Metodología de cálculo</p>	<p>En cuanto a la determinación del indicador, se realiza mediante el cálculo anteriormente mencionado con los registros de las estaciones de monitoreo de los Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire - SVCA que reporten el parámetro al Subsistema de Información sobre Calidad del Aire - SISAIRES. La metodología de cálculo se soporta en lo establecido en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire, adoptado por la Resolución 650 de 2010 y ajustado mediante la Resolución 2154 de 2010.</p>

<p>Interpretación</p>	<p>El indicador Porcentaje de excedencias a la norma 24 horas de las concentraciones de SO₂ en el aire, se presenta en forma de dato porcentual, y puede ser igual o mayor a cero. En ningún caso el dato puede ser negativo.</p> <p>Cuando el dato porcentual es mayor que cero, significa que para el año de referencia t, se registraron niveles de concentración de SO₂ que superaron los límites establecidos por la norma. De cualquier forma, el dato no puede superar el 100%, siendo ese un caso extremo que significaría que durante el año de referencia t, todos los datos de concentración de SO₂ superaron los límites establecidos.</p> <p>Cuando el dato porcentual es cero, significa que para el año de referencia t, no se superaron los límites permisibles señalados por la norma, siendo ese el escenario ideal y más favorable.</p> <p>Por el contrario, los datos porcentuales por encima de cero se constituirán en objeto análisis para las entidades territoriales y nacionales, así como para la comunidad en general.</p>
<p>Restricciones o Limitaciones</p>	<p>Limitaciones para su interpretación</p> <p>No se evidencian limitaciones para la interpretación del dato porcentual que arroja el indicador</p> <p>Limitaciones para su análisis</p> <p>La representatividad temporal se constituye en uno de los atributos de calidad de datos más importante que debe garantizar un SVCA y su validez está sujeta a que exista una representatividad temporal (porcentaje de datos válidos) de al menos el 75% con respecto al total posible para validar una serie.</p> <p>Se encuentran inconsistencias en los datos validados por las Autoridades Ambientales, que, desde la experticia de los temáticos, se sabe que no representan la naturaleza del contaminante medido. Esa situación cuestiona los procesos de validación de la información que debe llevar a cabo las Autoridades Ambientales como garantes de la calidad de la información teniendo en cuenta lo establecido en el Artículo 5 de la Resolución 651 de 2010.</p> <p>Otro limitante se relaciona con la configuración de los SVCA. El Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire explica que ningún tipo de sistema de vigilancia entrega datos las 24 horas del día durante los 7 días a la semana, por lo que siempre existirán brechas en el conjunto de datos. Eso se debe a que, en diferentes oportunidades, los SVCA se ven expuestos a situaciones anormales, que afectan su estabilidad y buen funcionamiento. Situaciones como el desmonte y traslado de estaciones, problemas de calibración de los equipos, fallas técnicas de los equipos, aspectos logísticos como no contar con personal capacitado, dificultades para acceder hasta los equipos, cortes en la energía eléctrica y aspectos administrativos como la falta de presupuesto, influyen para que la información pierda calidad.</p> <p>Así mismo, la disponibilidad de la información está sujeta al cargue de información al SISAIRE por parte de la respectiva autoridad ambiental.</p>

	<p>Limitación de comparación espacial y temporal</p> <p>La pérdida en la calidad de la información y las fallas en los procesos de validación de los datos por parte de las Autoridades Ambientales genera brechas de información y pérdida en la continuidad en el tiempo de la información generada por un SVCA.</p> <p>Por otro lado, algunos SVCA no cuentan con representatividad espacial o el número de estaciones suficiente, debido a limitaciones de tipo presupuestal o logísticas, que afecta el diagnóstico detallado del estado de la calidad del aire.</p>
<p>Facilidad de obtención</p>	<p> <input type="checkbox"/> Fácil <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Difícil </p> <p>¿Por qué?:</p> <p>En ocasiones las autoridades ambientales obligadas a reportar la información en SISAIRE, usada como base para el cálculo del indicador, no lo realizan oportuna o adecuadamente, teniéndose que surtir un proceso complejo de validación de cargue y de consistencia de los datos. Además, por diversas dificultades técnicas, logísticas y presupuestales, las autoridades ambientales no logran obtener el porcentaje mínimo de datos validos del 75% de los datos que se prevé medir en un año (dependiendo de la tecnología utilizada y tipo de estación), siendo esto un impedimento para el cálculo del indicador.</p>

Responsable de la variable	
Entidad	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM.
Dependencia	Subdirección de Estudios Ambientales
Cargo	Subdirector de Estudios Ambientales
1 Correo electrónico	estudios@ideam.gov.co
Teléfono	(601) 3527160 Ext. 1601
Dirección	Calle 25D N. 96B- 70 Bogotá D. C., Colombia
Entidad	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM.
2 Dependencia	Grupo Seguimiento a la Sostenibilidad del Desarrollo
Nombre del funcionario	Ana María Hernández Hernández Wendi Garzón Herrera

Cargo	Coordinadora Grupo de Seguimiento a la Sostenibilidad del Desarrollo Profesional especializado Grupo de Seguimiento a la Sostenibilidad del Desarrollo
Correo electrónico	amhernandez@ideam.gov.co wgarzon@ideam.gov.co
Teléfono	(601) 3527160 Ext. 1601
Dirección	Calle 25D N. 96B- 70 Bogotá D. C., Colombia

Ubicación principal para la consulta del indicador	
Nombre	<p>IDEAM - Gestión de Información Ambiental – Indicadores y Estadística Ambientales Nacionales del IDEAM.</p> <p>IDEAM, Informes anuales del Estado de la Calidad del Aire en Colombia. Publicaciones aprobadas por el Comité Editorial del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Bogotá D C., Colombia.</p> <p>IAvH, IDEAM, IIAP, INVEMAR, SINCHI, Informes anuales del Estado del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM.</p>
Física	No disponible
URL	http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/aire

Fuente de las Variables		
	Nombre de la variable	Concentración de Dióxido de Azufre en el aire (SO ₂)
V1	Tipo	<p>Registro primario de información</p> <p><input type="checkbox"/> Censo</p> <p><input type="checkbox"/> Muestra</p> <p><input type="checkbox"/> Registro administrativo</p> <p><input type="checkbox"/> Teledetección</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Estación de monitoreo</p> <p><input type="checkbox"/> Otro, cual: _____</p> <p>Registro secundario de información</p> <p><input type="checkbox"/> Estimaciones directas</p> <p><input type="checkbox"/> Estimaciones indirectas</p> <p><input type="checkbox"/> Otro, cual: _____</p>

Frecuencia de medición	<input type="checkbox"/> Anual <input type="checkbox"/> Semestral <input type="checkbox"/> Trimestral <input type="checkbox"/> Mensual <input type="checkbox"/> Diario <input checked="" type="checkbox"/> Otra, cual: _____	Según la tecnología de medición con la que cuenten las estaciones
	Ubicación para consulta	
Nombre	Base de datos de información misional del IDEAM, Subsistema de Información sobre Calidad del Aire -SISAIRE.	
Física	No disponible.	
URL	http://sisaire.ideam.gov.co/ideam-sisaire-web/	
Responsable		
Entidad	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM	
Dependencia	Subdirección de Estudios Ambientales	
Nombre del funcionario	Ana María Hernández Hernández Wendi Garzón Herrera	
Cargo	Coordinadora Grupo de Seguimiento a la Sostenibilidad del Desarrollo Profesional especializado Grupo de Seguimiento a la Sostenibilidad del Desarrollo	
Correo electrónico	amhernandez@ideam.gov.co wgarzon@ideam.gov.co	
Teléfono	PBX (1) 3 52 71 60 – Extensión 1601	
Dirección	Calle 25 D No. 96 B – 70. Piso 2. Subdirección de Estudios Ambientales. Bogotá D.C.	

Observaciones Generales

De acuerdo con lo establecido en el Manual de Operación de Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire – SVCA, del Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire (pág. 108) es necesario que el porcentaje de datos válidos empleados en la realización de los correspondientes cálculos de promedios, comparaciones con la norma de calidad de aire y estimación del número de excedencias no sea inferior al 75%.

Los datos para el cálculo del indicador son obtenidos a partir de la información cargada al Subsistema de Información sobre Calidad del Aire – SISAIRE por parte de las Autoridades Ambientales que cuenten un SVCA y tengan la obligatoriedad de reportar su información de calidad del aire, en conformidad con lo dispuesto en la Resolución 651 de 2010. Dicha información de acuerdo con lo establecido en la Resolución en mención de estar previamente validada por la autoridad ambiental, a partir de los lineamientos establecidos en el Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire.

Bibliografía

- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. (9 de marzo de 2022). Contaminación por dióxido de azufre (SO₂) - Conceptos básicos de dióxido de azufre. Obtenido de <https://www.epa.gov/so2-pollution/sulfur-dioxide-basics#what%20is%20so2>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Resolución 2254 del 2017 “Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones”, 2017.
- Ministerio de Medio Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, Resolución 2154 de 2010 “Por la cual se modifica el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del aire”, 2010.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire - Manual de Operación de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire, Bogotá, D. C. 2010.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Resolución 651 de 2010. "Por la cual se crea el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire - SISAIRE", 2010.

Información sobre la Hoja Metodológica

Fecha	Versión	Datos del autor o de quien ajustó la hoja metodológica	Descripción de los ajustes
26/10/2016	1,0	<p>Nombre funcionario: Ana María Hernández Hernández¹ Oscar Julián Guerrero Molina² Luis Fernando Gomajoa Gutiérrez</p> <p>Cargo: Profesional Especializado¹ Contratista IDEAM² Contratista IDEA UN³</p> <p>Dependencia: Subdirección de Estudios Ambientales – IDEAM^{1,2} Instituto de Estudios Ambientales – IDEA³</p> <p>Entidad: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM^{1,2} Universidad Nacional de Colombia³</p> <p>Correo electrónico: amhernandez@ideam.gov.co¹ ojguerrero@ideam.gov.co² lfgomajoag@unal.edu.co³</p> <p>Teléfono: PBX (1) 3 52 71 60 – Extensión 1601</p> <p>Dirección: Calle 25 D No. 96 B – 70. Piso 2. Subdirección de Estudios Ambientales. Bogotá D.C.</p>	Construcción Hoja Metodológica

		<p>Cítese como:</p> <p>Hernández A. M., Guerrero O. J., Gomajoa L. F. (2016). <i>Hoja metodológica del indicador Porcentaje de excedencias de las concentraciones de material particulado menor a 2,5 µm (PM_{2,5}) en el aire</i> (Versión 1.0). Sistema de Indicadores Ambientales de Colombia. Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. 12 p</p>	
01/02/2021	1,1	<p>Nombre funcionario: Ana María Hernández Hernández¹ Wendi Yurani Garzón Herrera²</p> <p>Cargo: Coordinadora¹ Profesional Especializado²</p> <p>Dependencia: Subdirección de Estudios Ambientales – IDEAM</p> <p>Entidad: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM</p> <p>Correo electrónico: amhernandez@ideam.gov.co¹ wgarzon@ideam.gov.co²</p> <p>Teléfono: PBX (1) 3 52 71 60 – Extensión 1601</p> <p>Dirección: Calle 25 D No. 96 B – 70. Piso 2. Subdirección de Estudios Ambientales. Bogotá D.C.</p> <p>Cítese como: Hernández A. M., Garzón W. Y. (2021). <i>Hoja metodológica del indicador Porcentaje de excedencias de la concentración de Dióxido de Azufre (SO₂) en el aire</i> (Versión 1.1). Sistema de Indicadores Ambientales de Colombia. Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. 13 p</p>	Actualización normativa
12/11/2021	1,2	<p>Nombre funcionario: Juan Manuel Rincón</p> <p>Cargo: Contratista</p> <p>Dependencia: Subdirección de Estudios Ambientales</p> <p>Entidad: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM</p> <p>Correo electrónico: jmrincon@ideam.gov.co</p>	Actualización de cobertura temporal a 2020, cobertura geográfica y atención de observaciones de grupo SIA.

		<p>Teléfono: 57 (1) 3527160 Ext. 1601</p> <p>Dirección: Calle 25D N. 96B- 70 Bogotá D. C., Colombia. Piso 2.</p> <p>Cítese como: Rincón J.M., Hernández A.M., Garzón W.Y. (2021). Hoja metodológica del indicador “Porcentaje de excedencias de la concentración de Dióxido de Azufre (SO₂) en el aire”. (Versión 1,2). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. 13 p</p>	
13/02/2023	1,3	<p>Nombre funcionario: Wendi Yurani Garzón Herrera</p> <p>Cargo: Profesional Especializado</p> <p>Dependencia: Subdirección de Estudios Ambientales</p> <p>Entidad: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM</p> <p>Correo electrónico: wgarzon@ideam.gov.co</p> <p>Teléfono: 57 (1) 3527160 Ext. 1601</p> <p>Dirección: Calle 25D N. 96B- 70 Bogotá D. C., Colombia. Piso 2.</p> <p>Cítese como: Ideam (2023). <i>Hoja metodológica del indicador Porcentaje de excedencias a la norma 24 horas de Dióxido de Azufre (SO₂), por estación de monitoreo</i> (Versión 1,2). Sistema de Indicadores Ambientales de Colombia. Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 10p</p>	Actualización del documento en su contenido debido a una revisión y ajuste de aspectos conceptuales, metodológicos, normativos y formales