

República de Colombia
Concentración promedio anual de Ozono (O₃), por estación de monitoreo
 (Hoja metodológica versión 1,2)

Identificación del indicador	
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	Microgramos por metro cúbico (µg/m ³) a condiciones de referencia
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
Descripción del indicador	
Definición	La Concentración promedio anual de Ozono en el aire (O ₃), está dada por la sumatoria de las concentraciones de Ozono (octohorarias) registradas, dividida por el número de concentraciones registradas en el año.
Pertinencia	Finalidad / Propósito El indicador permite vigilar los niveles de contaminación, con el fin de investigar sus causas básicas, definir estrategias de intervención y tomar decisiones para reducir la contaminación atmosférica y preservar la calidad del aire.

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>Metas / Estándares</p>	<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 Sostenible³ y por la Resolución 610 de 2010 del anterior Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial⁴ (según corresponda).</p> <p>Es importante mencionar que en el caso del Ozono- O₃, la normatividad nacional no establece límites máximos permisibles para un tiempo de exposición anual, los respectivos límites normativos están dados para periodos de exposición de 1 hora y 8 horas; por lo tanto, este indicador que expone los promedios anuales, no refiere comparación normativa.</p>
<p>Marco conceptual</p>	<p>¿Qué es el ozono troposférico?</p> <p>El ozono que se encuentra en la troposfera, entre superficie y los 18 Km de altitud para las zonas ecuatoriales, recibe el nombre de ozono troposférico y sus mayores concentraciones se localizan entre la superficie terrestre y los 10 metros de altura, aproximadamente y es llamado ozono superficial.</p> <p>Todas las moléculas de ozono son químicamente idénticas (contienen tres átomos de oxígeno), sin embargo, el ozono estratosférico tiene consecuencias ambientales muy diferentes para los humanos y otras formas de vida que el ozono superficial.</p> <p>El ozono troposférico y en particular, el ozono superficial, es el principal contaminante fotoquímico y se origina principalmente en las áreas urbanas por varias fuentes de emisión, como los automóviles y la industria. La contaminación por ozono, es un problema diurno durante los días soleados, a causa de que la luz solar desempeña un papel primordial en su formación.</p> <p>La concentración elevada de ozono superficial es causante de muchos problemas, porque este gas reacciona fuertemente para destruir o alterar otras moléculas y actúa como un contaminante tóxico para la salud humana, produciendo daños respiratorios y pulmonares como la inflamación de sus tejidos, dolores de pecho, irritación de la garganta y ojos, aumento de afecciones asmáticas, empeoramiento de enfermedades preexistentes del corazón, ataques de tos, jadeo, dificultades de respiración en la realización de ejercicios y alteraciones en el sistema de defensa inmunológica de una persona. Si hay repetidas exposiciones al (O₃) durante varios meses se pueden ocasionar daños permanentes a los pulmones, estando más expuestas las personas que permanecen gran tiempo al aire libre.</p> <p>El ozono tiene efectos nocivos sobre la vegetación, ya que deteriora las hojas de los árboles y plantas, así como reduce el rendimiento de los cultivos y el crecimiento de los bosques debido a que interfiere en la capacidad de almacenar y producir nutrientes, lo cual, hace más susceptibles las plantas a insectos, a otros contaminantes y a las inclemencias del tiempo.</p> <p>El ozono deteriora materiales de uso común, como el caucho, el nylon, los plásticos, los colorantes y las pinturas, corroe metales y deteriora las llantas de los vehículos.</p> <p>En general, los efectos negativos del incremento del ozono superficial contrastan ampliamente con los efectos positivos del ozono estratosférico. Sin embargo, un aspecto</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.

positivo de la presencia natural del ozono superficial es el de contribuir a remover otros gases emitidos por actividades humanas o naturalmente, como es el metano, el monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno.

Finalmente, el ozono troposférico contribuye a generar un calentamiento en la superficie de la tierra. El incremento del ozono en la baja atmósfera, al igual que del dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O) y los gases que contienen compuestos halogenados, considerados como gases de efecto invernadero (GEI), están generando un cambio en el balance radiativo de la atmósfera de la Tierra entre la radiación solar entrante y la radiación infrarroja saliente. Los GEI cambian generalmente el balance absorbiendo la radiación saliente, generando un calentamiento de la superficie terrestre.

Formación del ozono troposférico

El ozono troposférico no es una sustancia emitida directamente a la atmósfera sino un contaminante secundario y es el compuesto más representativo de los oxidantes fotoquímicos y uno de los principales ingredientes del smog urbano. Su proceso de formación comienza con la emisión del dióxido de nitrógeno (NO₂) y de hidrocarburos, a los que se les conoce como los "precursores" principales para la formación del ozono, los cuales son compuestos que reaccionan en la presencia de calor y de luz solar para producir ozono.

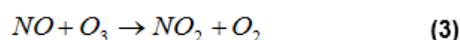
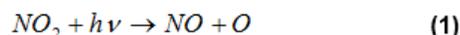
Hidrocarburos + NO₂ + calor + luz solar = Ozono

La luz solar provee la energía necesaria para iniciar la formación del ozono, siendo la radiación cercana al ultravioleta la que disocia moléculas estables para formar radicales libres. En la presencia de óxidos de nitrógeno estos radicales libres catalizan la oxidación de hidrocarburos a dióxido de carbono y vapor de agua. Especies orgánicas parcialmente oxidadas tales como aldehídos, cetonas y monóxido de carbono son productos intermedios, siendo el ozono generado como un subproducto.

Particularmente, cuando hay temperaturas elevadas, condiciones secas y hay poca mezcla de las corrientes de aire, el ozono superficial puede acumularse a niveles tóxicos. La producción de ozono superficial no contribuye significativamente a la abundancia del ozono estratosférico.

A continuación, se presentan algunos mecanismos de la química troposférica a escala urbana que ilustran la formación del ozono.

a. Ciclo natural de los NO_x. SEINFEL y SPYROS (1997) plantean que cuando el monóxido de nitrógeno (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂) se encuentran en presencia de luz solar, se produce la formación de O₃, como el resultado de la fotólisis del NO₂ por la radiación con longitud de onda menor a los 424 nm. Este desarrollo cinético corresponde al ciclo natural de los óxidos de nitrógeno, sin la injerencia de la contaminación por compuestos orgánicos volátiles.



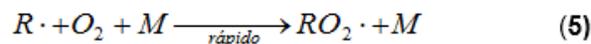
Mientras que el NO₂ participa en la formación del ozono (ecuaciones 1 y 2), el NO lo destruye para formar oxígeno y dióxido de nitrógeno (ecuación 3). Por esta razón los niveles de ozono no son tan altos en áreas urbanas (donde los altos niveles de NO son emitidos desde vehículos) como si en áreas rurales.

Debido a que los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos son transportados fuera de las áreas urbanas, el NO que no participó en reacciones de destrucción del ozono es oxidado a NO₂, el cual participa en la formación de ozono y que conjuntamente con el ozono ya formado pueden persistir durante varios días y ser trasladados cientos de kilómetros contaminando otras regiones.

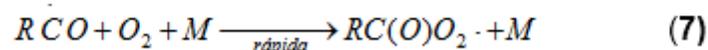
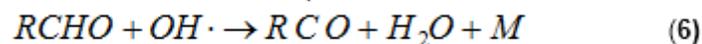
Desde que el ozono mismo es fotodisociado, al dividirse por acción de la luz solar, para formar radicales libres (ecuación 2), este promueve la oxidación química y cataliza así su propia formación (siendo un ejemplo de autocatálisis).

b. Los hidrocarburos y la modificación del ciclo natural de NO_x. La clave del entendimiento de la química troposférica, en una atmósfera contaminada, se encuentra en los radicales (OH). El sistema de mecanismos presentado a continuación, es una cadena de reacciones en las cuales los hidrocarburos (RH) son transformados a compuestos carboxílicos (RCHO) y la transformación de NO a NO₂, con la participación de OH que se crea y desaparece en cada etapa de la cadena de reacciones. La unión carboxílica es clave porque es atacada por el radical OH.

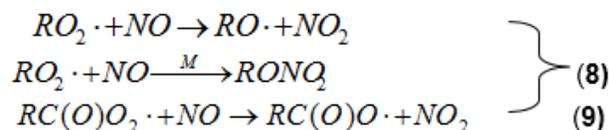
Inicialmente los radicales OH reaccionan con muchos hidrocarburos (RH) conduciendo a la formación de alquilperoxiradicales, como se muestra a continuación:



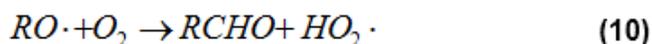
La reacción del OH con los aldehídos (RCHO) forma los acilradicales (RCO·) y acilperoxiradicales (RC(O)O₂·).



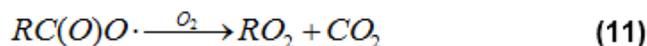
Los peroxiradicales reaccionan rápidamente con NO para formar NO₂ y otros radicales libres como el alcoxil (RO·). Las reacciones generales son las siguientes:



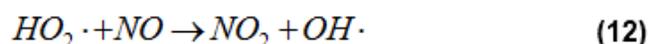
El más común de los destinos de los radicales alcoxil de pequeño tamaño molecular es la reacción con el oxígeno molecular para producir radical hidroperoxil, HO₂·, y compuestos carbonílicos:



Los radicales RC(O)O· tienen corto tiempo de vida y pueden descomponerse para generar radicales alquil, R·, y CO₂, con la subsiguiente formación de radicales alquilperoxil:



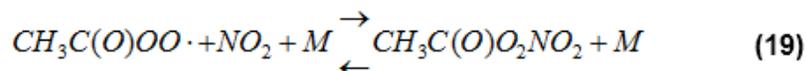
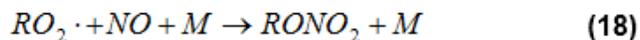
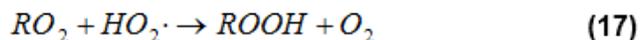
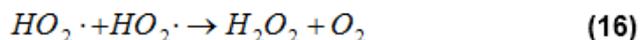
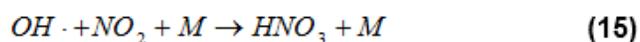
Finalmente, los radicales hidroperoxil (HO₂·) pueden reaccionar con el NO para regenerar OH· y completar el ciclo:



Hay que destacar que los radicales libres iniciales son el resultado de reacciones de fotólisis. La más importante corresponde a la descomposición fotolítica del ozono para generar oxígeno atómico (O) y molecular (O₂) y la formación posterior del OH·, como lo muestran las siguientes reacciones:

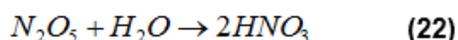
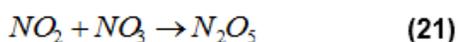
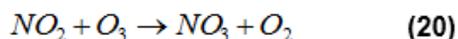


Las reacciones que finalizan la química troposférica incluyen:



En correspondencia con las vías de las reacciones, los radicales pueden propagar la cadena de formación de radicales o terminar con la formación de productos no radicales. A bajas concentraciones de NO_x, los productos radicales pueden mantenerse en la vía de propagación. Los productos diferentes a los radicales son la mayor fuente de ácidos orgánicos y alcoholes.

c. Química atmosférica en la noche. El comportamiento en horas de la noche sigue un patrón diferente. De acuerdo a lo presentado por Clement (1995), en este periodo el radical nitrato (NO₃) que se obtiene de la reacción del O₃ y el NO₂, conduce a la formación del ácido nítrico, el cual actúa como centro de nucleación del vapor de agua provocando la formación de niebla ácida.



Ciclo diario de la formación de ozono superficial

El proceso se inicia bajo condiciones de estabilidad atmosférica, presencia de humedad y de otros contaminantes presentes en la atmósfera. A medida que se intensifican las

	<p>actividades humanas a primeras horas de la mañana (entre las 5 a.m. y las 9 a.m.), relacionadas a fuentes fijas (ej. equipos de combustión en industrias) y fuentes móviles (ej. automóviles), las concentraciones de los contaminantes primarios se incrementan. Por la acción de la radiación solar, los contaminantes primarios (NO, CH₄ y los Hidrocarburos No Metánicos – HCNM) se transforman en los contaminantes secundarios (NO₂ y O₃), disminuyendo las concentraciones de los primeros desde las siete u ocho de la mañana y aumentando las de los segundos al finalizar la mañana y durante la tarde. Al finalizar la tarde, la producción del ozono disminuye, a medida que disminuye la intensidad de la radiación solar, aumentándose levemente la concentración del NO₂, el cual participa en las reacciones de formación del ozono (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ideam, s.f.).</p>
<p>Fórmula de cálculo</p>	$C_{O3_{ja}} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{O3_{ijda}}}{n}$ <p>Donde,</p> <p>$C_{O3_{ja}}$ Concentración de O₃ en la estación j, en el año a (a condiciones de referencia).</p> <p>$C_{O3_{ijda}}$ Valor de la concentración octohoraria (media móvil octohoraria) de O₃, registrado en la estación j, en el día d, del año a.</p> <p>n Número de valores de concentración de O₃ registrados en la estación j durante el año a.</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 - SISAIRE. 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>Este indicador representa el promedio de las concentraciones obtenidas en un año, para una estación de monitoreo. Es de recalcar que, para el caso del O₃, no es posible comparar los promedios anuales con un límite establecido por norma, ya que la normatividad aplicable no estandariza un límite máximo permisible para un tiempo de exposición anual.</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</p>

	<p>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 válidos 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>

<p>Responsable de la variable</p>		
<p>1</p>	<p>Entidad</p>	<p>Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM.</p>

	Dependencia	Subdirección de Estudios Ambientales
	Cargo	Subdirector de Estudios Ambientales
	Correo electrónico	estudios@ideam.gov.co
	Teléfono	(601) 3527160 Ext. 1601
	Dirección	Calle 25D N. 96B- 70 Bogotá D. C., Colombia
2	Entidad	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM.
	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

<u>Ubicación principal para la consulta del indicador</u>	
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, IIP, 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		
V1	Nombre de la variable	Concentración de Ozono (O ₃) en el aire.
	Tipo	<p>Registro primario de información</p> <input type="checkbox"/> Censo <input type="checkbox"/> Muestra <input type="checkbox"/> Registro administrativo <input type="checkbox"/> Teledetección <input checked="" type="checkbox"/> Estación de monitoreo <input type="checkbox"/> Otro, cual: _____
		<p>Registro secundario de información</p> <input type="checkbox"/> Estimaciones directas <input type="checkbox"/> Estimaciones indirectas <input type="checkbox"/> Otro, cual: _____
	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: _____ <p style="text-align: right;">Según la tecnología de medición con la que cuentan las estaciones</p>
	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

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ideam. (s.f.). Ozono troposférico. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/ozono-troposferico>

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
14/05/2021	1,0	Nombre funcionario: Ana María Hernández Hernández ¹ Wendi Yurani Garzón Herrera ² Cargo: Coordinadora Grupo de seguimiento a la sostenibilidad	Creación del documento

		<p>del desarrollo¹ 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 Concentración promedio anual – O3 (1 hora) de ozono en el aire (Versión 1.0)</i>. Sistema de Indicadores Ambientales de Colombia. Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. 7 p</p>	
12/11/2021	1,1	<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> <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 “Concentración promedio anual – O3 (1 hora) de ozono en el aire” (Versión 1,1). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. 10</p>	<p>Actualización de cobertura temporal a 2020, cobertura geográfica y atención de observaciones de grupo SIA.</p>

13/02/2023	1,2	<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 Concentración promedio anual de Ozono (O₃), por estación de monitoreo (Versión 1,2). 2007-2021.</i> Sistema de Indicadores Ambientales de Colombia. Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 12p</p>	<p>Actualización del documento en su contenido debido a una revisión y ajuste de aspectos conceptuales, metodológicos, normativos y formales</p>
------------	-----	---	--