



Informe de Gestión

NÚMERO DEL ACUERDO: **802 de 2021**

TÍTULO: **Por el cual se establecen lineamientos para la formulación de la metodología para la evaluación y ajuste de los intervalos del Índice Bogotano de Calidad de Aire - IBOCA, y se dictan otras disposiciones**

PERIODO DE REPORTE: **MARZO DE 2023 A FEBRERO DE 2024**

Elaborado por:

Secretaría de Distrital de Ambiente

Secretaría Distrital de Salud

ABRIL 2024

Contenido

- 1.** Introducción
- 2.** Desarrollo del articulado del Acuerdo 802 del 2021.
- 3.** Metodología para la evaluación y ajuste periódico del Índice Bogotano de Calidad del Aire y Riesgo en Salud (IBOCA)
 - 3.1.** Actualización del Índice Bogotano de Calidad del Aire y Riesgo en Salud – Resolución Conjunta 2840 de 2023.
 - 3.1.1.** Gobernanza
 - 3.1.2.** Metodología NowCast
 - 3.1.3.** Estudios en salud y ambiente
 - 3.2.** Nuevas versiones del IBOCA
- 4.** Estrategia pedagógica y de comunicación del Índice Bogotano de Calidad del Aire y Riesgo en Salud —IBOCA—
- 5.** Monitoreo de la calidad del aire en Bogotá
- 6.** Consolidado de las denuncias ciudadanas, sobre las situaciones que afectan la calidad del aire de la ciudad
- 7.** Lista de acrónimos
- 8.** Anexos

1. Introducción

En el presente informe se describen los avances realizados conjuntamente por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) y la Secretaría Distrital de Salud (SDS), entre febrero del 2023 y febrero del 2024, para dar cumplimiento al Acuerdo 802 del 16 de febrero del 2021 del Concejo de Bogotá, “Por el cual se establecen lineamientos para la formulación de la metodología para la evaluación y ajuste de los intervalos del Índice Bogotano de Calidad de Aire y Riesgo en Salud - IBOCA, y se dictan otras disposiciones”.

En primer lugar, se especifica la forma en que es atendido y desarrollado el articulado del Acuerdo 802, mostrando los avances en la implementación de la “Metodología para la evaluación y ajuste periódico del Índice Bogotano de Calidad del Aire y Riesgo en Salud (IBOCA)”, incluyendo el resumen de los análisis, las evaluaciones y las discusiones de aspectos técnicos para la actualización del índice; bajo un esquema de participación y gobernanza que ha incluido al sector público, la academia y la ciudadanía. Dentro de estos aspectos se incluyen la metodología NowCast y los estudios en aire y salud como insumos para la actualización que se realizó del IBOCA en su tercera versión adoptada mediante la Resolución Conjunta 2480 de 2023.

Adicionalmente, se presentan las acciones relacionadas con la estrategia pedagógica y de comunicación del IBOCA—, el monitoreo de la calidad del aire en Bogotá y el consolidado de las denuncias ciudadanas sobre las situaciones que afectan la calidad del aire de la ciudad.

2. Desarrollo del articulado del Acuerdo 802 del 2021

En la Tabla 1 se indica la forma en que han sido atendidos y desarrollados los artículos del Acuerdo 802 del 2021 hasta el mes de febrero del 2024, así como su relación con el marco normativo y de funcionamiento del Sistema de Alertas Tempranas Ambientales de Bogotá en su componente aire (SATAB-aire).

Tabla 1. Acciones realizadas para el desarrollo del articulado del Acuerdo 802 de 2021

Articulado	Acciones desarrolladas
<p>ARTÍCULO 1. OBJETO. La Administración, en cabeza de la Secretaría Distrital de Ambiente y la Secretaría Distrital de Salud, tendrá en cuenta los lineamientos establecidos en el presente acuerdo, para la elaboración de una metodología por medio de la cual se evalúen periódicamente los intervalos de concentración del material contaminante, establecido en el Índice Bogotano de la Calidad del Aire IBOCA, para responder con más precisión y de forma cada vez más estricta a los diferentes estados de contaminación atmosférica en Bogotá y disminuir sus impactos en salud, incluyendo las directrices establecidas por la Organización Mundial de la Salud.</p> <p>PARÁGRAFO 1. La Administración Distrital expedirá por acto administrativo la actualización de los intervalos de concentración de los contaminantes incluidos en el Índice Bogotano de la Calidad del Aire - IBOCA, así como las actualizaciones adicionales que se realicen sobre el mismo, conforme a los ajustes y tiempos que la metodología técnica determine.</p> <p>PARÁGRAFO 2. La mencionada actualización se realizará gradualmente, acogiendo las recomendaciones de calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud - OMS, para lo cual se deberán establecer de acuerdo con el parágrafo 1, las modificaciones a que haya lugar.</p>	<p>La metodología propuesta para dar alcance al presente acuerdo se ha implementado como se indica en el capítulo 3 de este informe, este trabajo permitió la actualización del IBOCA en su tercera versión adoptado mediante la Resolución Conjunta 2840 de 2023.</p> <p>A continuación, se describen los cambios más importantes desarrollados en dicha actualización.</p> <ul style="list-style-type: none"> Inclusión de la metodología NowCast, que originalmente fue desarrollada, ajustada y aplicada por la US-EPA, la cual permite advertir a las personas el riesgo por exposición a la contaminación atmosférica para la toma de decisiones individuales y grupales para reducir su exposición en 24 horas y los efectos en salud conocidos para este tiempo. <p>En el IBOCA, en su tercera versión, se tuvo en cuenta que la Organización Mundial de Salud (OMS), por medio de su Guía de Calidad del Aire 2021, estableció la metodología para calcular el exceso de riesgo (ER) de desenlaces en salud para un grupo de población, que ocurre al exponerse a concentraciones específicas de contaminantes del aire en el corto plazo (24 horas), en comparación con la concentración mínima en la cual se ha encontrado algún efecto en salud humana (contrafactual).</p>
<p>ARTÍCULO 2. PARTICIPACIÓN. Con el propósito de implementar y divulgar de forma integral la metodología técnica, se promoverán el gobierno abierto y la participación ciudadana, así como los monitoreos territorializados de exposición;</p>	<p>Como se especifica en el capítulo 3.1.1 de este informe, la definición del IBOCA en su tercera versión se realizó bajo un esquema de participación y gobernanza incluyendo la participación del sector público, la academia y la</p>

<p>teniendo en cuenta los sistemas y equipos de monitoreos de la ciudadanía y la academia como fuentes de información, de manera que complemente la información oficial de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire (RMCAB) a través de un modelo de gobernanza del aire.</p> <p>PARÁGRAFO 1. La Administración, en cabeza de la Secretaría Distrital de Ambiente y la Secretaría Distrital de Salud, propenderá por el acceso, uso y aprovechamiento de la información resultante de la medición de la calidad del aire; así como por la formulación y el desarrollo de una estrategia unificada de comunicación y pedagogía, integrando a las diferentes entidades distritales, que oriente a los ciudadanos sobre la interpretación acertada de las plataformas de divulgación del Índice Bogotano de Calidad del Aire – IBOCA y procurando generar redes de investigación.</p> <p>PARÁGRAFO 2. La Administración Distrital propenderá por la articulación con la Gobernación de Cundinamarca y los municipios aledaños para fortalecer el monitoreo regional de la calidad del aire.</p>	<p>ciudadanía, con base en la información disponible de calidad del aire y salud.</p> <p>Adicionalmente, en relación con este artículo del Acuerdo 802, la Secretaría Distrital de Ambiente ha promovido el monitoreo territorializado de la calidad del aire a través de la conformación de la Red Colaborativa de Microsensores de Calidad del Aire (ver capítulo 5).</p> <p>En relación con la comunicación y pedagogía del IBOCA, la SDA y la SDS en la Resolución Conjunta 2840 de 2023, es su artículo 16 se establecen los lineamientos de la Estrategia Pedagógica y Comunicativa del Índice Bogotano de Calidad del Aire y Riesgo en Salud – IBOCA – especificando cómo abordar los enfoques comunicativos y pedagógicos del índice dando continuidad al proceso que se venía desarrollando desde la Resolución 868 de 2021.</p> <p>Los avances en la construcción e implementación de esta estrategia se resumen en el capítulo 4 del presente informe.</p> <p>Por último, en relación a la “articulación con la Gobernación de Cundinamarca y los municipios aledaños para fortalecer el monitoreo regional de la calidad del aire”; la SDA y la SDS se reúnen y articulan de acuerdo al plan de trabajo de la Mesa Regional de la Calidad del Aire, en la que también participan la CAR Cundinamarca, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), la Gobernación de Cundinamarca y los municipios aledaños a Bogotá, en función de esta mesa se han venido adelantando acuerdos para fortalecer el monitoreo de la calidad del aire en las zonas rurales de la ciudad.</p>
<p>ARTÍCULO 3. FORTALECIMIENTO DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE. La Administración, en cabeza de la Secretaría Distrital de Ambiente, promoverá el mejoramiento y fortalecimiento de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire (RMCAB), con el fin de garantizar la captura de datos precisos y certeros sobre la concentración del material particulado y otros tipos de contaminantes atmosféricos, para que sean considerados en los ajustes futuros del índice.</p>	<p>En el capítulo 5 de este informe se presenta lo concerniente al fortalecimiento de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire (RMCAB), al desarrollo de la red colaborativa de microsensores de calidad del aire y al monitoreo de <i>black carbon</i> en la ciudad.</p>

<p>ARTÍCULO 4. LINEAMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA. La Administración, en cabeza de la Secretaría Distrital de Ambiente y la Secretaría Distrital de Salud, tendrá en cuenta como mínimo, los siguientes lineamientos para la implementación de la metodología:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Rigor subsidiario frente a normas nacionales. -Comportamiento de los episodios agudos de contaminación. -Comportamiento de los episodios crónicos de contaminación. -Dinámicas propias de la ciudad, en términos de comportamiento de contaminantes y meteorología. -Fortalecimiento de la gestión del riesgo por contaminación atmosférica. -Las recomendaciones de la OMS para contaminantes criterio. 	<p>Para la actualización del IBOCA en su tercera versión, adoptado mediante la Resolución Conjunta 2840 de 2023, se aplicaron los lineamientos descritos en la metodología de evaluación y ajuste periódico del IBOCA definida por la SDA y la SDS (Anexo 1) que incluye cada uno de los aspectos indicados en este artículo</p>
<p>ARTÍCULO 5. INFORME DE LOGROS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA. La Administración, en cabeza de la Secretaría Distrital de Ambiente y la Secretaría Distrital de Salud, presentará anualmente un informe que tenga divulgación pública, sobre los avances en la formulación y/o implementación de la metodología, regulada en el presente Acuerdo.</p> <p>PARÁGRAFO 1. La Administración Distrital propenderá por la formulación de la metodología, el año siguiente a la entrada en vigor del presente Acuerdo.</p> <p>PARÁGRAFO 2. El informe incluirá un consolidado de las denuncias ciudadanas, sobre las situaciones que afectan la calidad del aire de la ciudad.</p>	<p>El presente informe corresponde y da cumplimiento al presente artículo, incluye los avances y logros en la implementación de la metodología para la evaluación y ajuste periódico del IBOCA.</p> <p>En el capítulo 6 de este informe se presenta el consolidado de las denuncias ciudadanas sobre las situaciones que afectan la calidad del aire, referido en el parágrafo 2 de este artículo.</p>

3. Metodología para la evaluación y ajuste periódico del Índice Bogotano de Calidad del Aire y Riesgo en Salud (IBOCA)

Los avances desarrollados para la actualización del IBOCA se enmarcan en la "Metodología para la evaluación y ajuste periódico del Índice Bogotano de Calidad del Aire y Riesgo en Salud (IBOCA)" (Anexo 1), definida por los equipos de trabajo de la Secretaría Distrital de Ambiente y la Secretaría Distrital de Salud.

Con base en los lineamientos del Acuerdo 802 y en el marco del Sistema de Alertas Tempranas Ambientales de Bogotá en su componente aire (SATAB-aire), la mencionada metodología desagrega en el tiempo; la evaluación, mejora y actualización periódica del IBOCA.

3.1. Actualización del Índice Bogotano de Calidad del Aire y Riesgo en Salud – Resolución Conjunta 2840 de 2023.

De acuerdo con la “Metodología para la evaluación y ajuste periódico del Índice Bogotano de Calidad del Aire y Riesgo en Salud (IBOCA)” (Anexo 1), para la actualización del IBOCA en su tercera versión se consideraron los aspectos indicados en la Tabla 2 de acuerdo con su pertinencia técnica y la disponibilidad de información.

Tabla 2 Aspectos metodológicos y complementarios para la versión 3 del IBOCA*

1. Revisión bibliográfica de metodologías existentes de Índices de Calidad del Aire (ICA) e Índices de Calidad del Aire y Salud (ICAS)		
2. Evaluación de variables para su inclusión en estudio epidemiológico	Calidad del aire	Contaminantes criterio: PM2.5, PM10, gases
	Salud	Mortalidad
3. Gestión y/o monitoreo para la consolidación de base de datos espacio-temporales	Calidad del aire	Contaminantes criterio: PM2.5 , PM10, gases
	Salud	Contaminantes no criterio: black carbon
4. Estudio epidemiológico para determinar el o los riesgos en salud por exposición a la contaminación del aire, incluyendo la evaluación de sinergias y agregación de contaminantes		
5. Evaluación de metodología NowCast para la comunicación y gestión del riesgo (mayor sensibilidad a tiempos cortos de exposición)		
6. Acciones de articulación y gobernanza para la definición del IBOCA	Articulación interinstitucional entre SDA y SDS	
	Articulación con academia, ciudadanía y actores regionales (CAR, municipios y gobernación de Cundinamarca, MADS)	
8. Evaluación estadística del IBOCA propuesto para su tercera versión (uso, desempeño, aceptación social)		
9. Adopción normativa de nuevo IBOCA	Evaluación de pertinencia	
	Redacción y firma de actos administrativos	
10. Aspectos complementarios	Establecimiento y desarrollo de la Estrategia Pedagógica y Comunicativa del IBOCA	
	Contratación de equipos de profesionales en aire y salud en la SDA y de la SDS, incluyendo la vinculación de profesional experto en epidemiología y calidad del aire que actúe como interfaz entre SDS y SDA)	

*Los aspectos metodológicos de esta tabla se revisaron en el periodo del presente informe, de acuerdo con la capacidad instalada de las secretarías de Ambiente y Salud.

La revisión de las variables de la Tabla 2 permitió definir el alcance del ajuste del algoritmo de cálculo del IBOCA, para la actualización realizada incluyendo corresponde a la metodología NowCast del AQI de la US-EPA.

la implementación de la metodología NowCast, ideada y desarrollada por esta entidad, con el fin de evaluar su potencial aplicación y correspondientes consecuencias en Bogotá a través del IBOCA. Este intercambio permitió plantear y resolver dudas concretas sobre esta metodología (Anexo 4).

Posteriormente, las secretarías de Ambiente y Salud, con el apoyo de los equipos de cooperación internacional, entraron en contacto con la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (SEDEMA), a través de la red de ciudades de C40. Esto permitió ampliar estudiar un caso concreto de transferencia y aplicación de la metodología NowCast de la US-EPA a un contexto latinoamericano, ya que México adoptó esta metodología para PM_{2.5} mediante la norma oficial mexicana NOM-172-SEMARNAT-2019. Este intercambio suministró recomendaciones concretas sobre las consecuencias potenciales de la utilización del NowCast en Bogotá (Anexo 5). Los principales aspectos técnicos abordados en el acercamiento a estas dos entidades se incluyen en el capítulo 3.1.2.

Trabajo con ciudadanía, academia y gobierno nacional:

Con base en las propuestas técnicas que se exponen en los capítulos 3.1.2 y 3.1.3, originadas del trabajo conjunto entre la SDS y la SDA, así como del intercambio con la US-EPA y la SEDEMA; se desarrollaron las mesas de trabajo y participación con ciudadanos (MECAB, Aire Ciudadano, independientes), académicos (Universidad Nacional de Colombia, Universidad de Los Andes, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Universidad de La Salle, Universidad Industrial de Santander, Universidad Santo Tomás) y del gobierno nacional (MADS), con el objetivo de debatir y llegar a acuerdos para la tercera actualización del IBOCA. Las actas y presentaciones de estas sesiones de trabajo se muestran en el Anexo 6.

3.1.2. Metodología NowCast

Una de las innovaciones que se consideraron en la tercera actualización del IBOCA adoptada mediante la Resolución Conjunta 2840 de 2023, fue la inclusión de la metodología NowCast (US-EPA).

Esta metodología cambia el valor de entrada para el cálculo del AQI o el IBOCA NowCast, que convencionalmente es una media móvil a 24 horas para material particulado¹ (PM) a un valor de entrada calculado con la

¹ Este tiempo es diferente para los demás contaminantes criterio

media móvil ponderada a 12 horas para PM dando una mayor importancia a las 3 primeras horas a partir del momento actual.

Este cambio aproxima al IBOCA a la situación actual real o instantánea. Esto es importante porque el AQI convencional puede ocultar o “diluir” episodios puntuales de contaminación que afectan la salud de la población en territorios específicos. El ajuste implementado para el cálculo del IBOCA permiten advertir a las personas en tiempo real para que reduzcan su exposición al material particulado en un lapso de 24 horas, y consecuentemente se reduzcan los efectos en salud conocidos para ese tiempo de exposición.

A continuación, se presenta la ecuación de cálculo del NowCast para PM_{2.5} y PM₁₀:

$$NowCast = \frac{\sum_{i=1}^N w^{i-1} C_i}{\sum_{i=1}^N w^{i-1}}$$

Donde **w** es la ponderación calculada como el cociente entre la concentración mínima y la máxima de PM_{2.5} en un lapso de 12 horas a partir del momento actual, y C_i es la concentración promedio horaria de PM_{2.5} a i horas del momento actual.

Adicionalmente, dado que el índice NowCast tiene una mayor variabilidad que el convencional, ha sido necesario analizar su comportamiento retrospectivo con datos de episodios de Bogotá y México, con el fin de definir la posibilidad de que sea utilizado como única entrada para el IBOCA, de modo que sea útil y pertinente para la función que tiene este índice en la gestión del riesgo y en la declaratoria de alertas ambientales.

A continuación, se presenta el comportamiento típico retrospectivo del NowCast (línea azul) donde se observa que este método de cálculo hace que el IBOCA sea más sensible a episodios de contaminación, acercándose al momento instantáneo real de picos de contaminación en comparación con la media móvil a 24 horas (IBOCA actual).

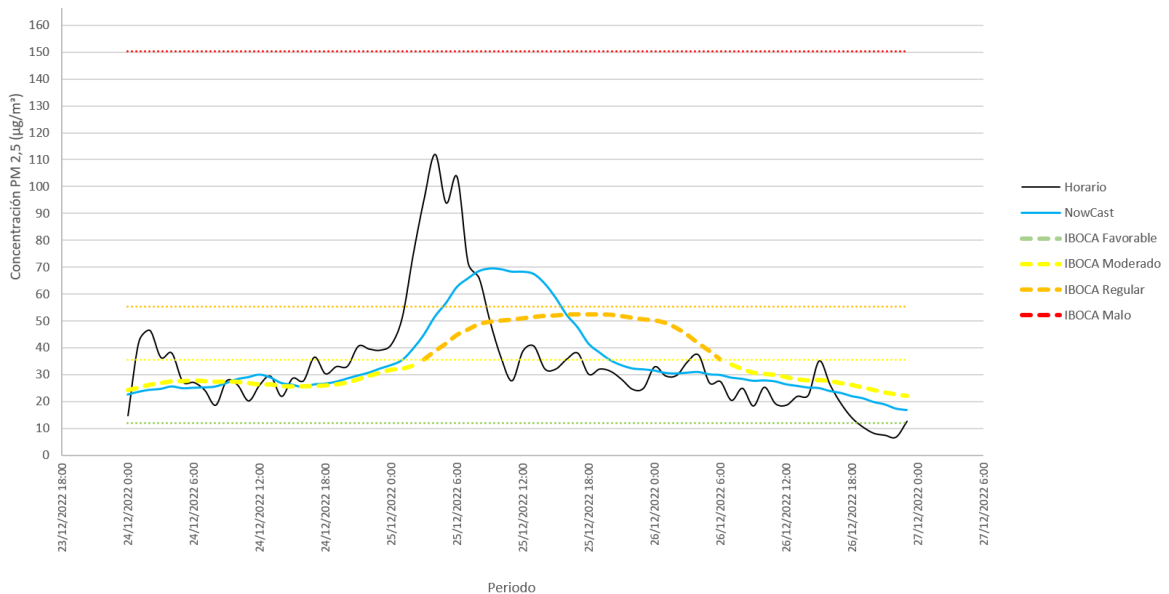


Figura 1. Comparación de concentraciones de PM_{2.5} para episodio de pólvora de la navidad del año 2022: instantánea (1h); NowCast (ponderada a 12h); IBOCA (media móvil de 24h)

Como parte de las mesas de trabajo realizadas con la SEDEMA y las secretarías de Ambiente y Salud, se resaltó la importancia de establecer medidas para reducir la exposición a la contaminación atmosférica sin desestimular la actividad física de la población por una inadecuada interpretación del riesgo en salud relacionado con el hecho de tener frecuentemente niveles de IBOCA regular y malo. Los efectos y recomendaciones en salud conocidos y definidos por la US-EPA en su norma nacional para cada franja del índice no corresponden al NowCast (media móvil ponderada a 12 horas para PM), sino al valor convencional (media móvil a 24 horas para PM). En este sentido, dichas recomendaciones fueron revisadas e incorporadas junto con la academia y mesas de expertos en la Resolución Conjunta 2840 de 2023.

3.1.3. Estudios en salud y ambiente

Adicionalmente al análisis de la metodología NowCast, la SDS y la SDA están desarrollando un estudio epidemiológico que permitirá tener un índice de calidad del aire y salud basado en mortalidad por exposición a corto plazo a contaminantes del aire en Bogotá. Este estudio estableció los siguientes objetivos específicos: i) analizar el comportamiento de las mortalidades y de los contaminantes del aire ambiente de Bogotá; ii) determinar el cambio de riesgo de mortalidad por exposición a corto plazo a contaminantes del aire ambiente; iii) plantear un índice de calidad del aire y salud con base al cambio de riesgo de mortalidad obtenido; iv)

evaluar el índice de calidad del aire y salud con base en los ajustes derivados del estudio.

El estudio es ecológico con análisis de series temporales de mortalidad y de los contaminantes de la RM CAB del 01 de enero del 2015 al 31 diciembre de 2019 de Bogotá. Se excluyó la localidad de Sumapaz, ya que el Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire de Bogotá solo cuenta con cobertura en el área urbana. La Secretaría Distrital de Ambiente calculó el promedio simple de ciudad de 24 horas para PM_{10} , $PM_{2.5}$, NO_2 , SO_2 , temperatura y humedad relativa y el de ocho horas para O_3 .

Se construyeron series diarias por cada mortalidad (natural, cardiovascular, respiratoria y cardiorrespiratoria) y contaminante atmosférico (PM_{10} , $PM_{2.5}$, NO_2 , SO_2 y O_3). Se realizó análisis exploratorio de los gráficos de las series temporales incluyendo gráficos de autocorrelación parcial y autocorrelación, se empleó la prueba de *Dickey-Fuller* y *Phillips Perron* para identificar la estacionariedad. Se analizó la colinealidad entre los contaminantes atmosféricos y las condiciones meteorológicas (temperatura y humedad relativa) mediante la correlación de *spearman*. La hipótesis de equidispersión fue rechazada con un valor de $p < 0,05$.

Para estimar la asociación entre el número de muertes diarias y las concentraciones de los contaminantes PM_{10} , $PM_{2.5}$, NO_2 , SO_2 y O_3 , se utilizó un modelo aditivo generalizado (GAM) con regresión de cuasi-poisson. El modelo se representa genéricamente como:

$$\text{Log}[E(Yt)] = \alpha + \beta (\text{contaminante ambiental}) + ns \left(\text{fecha}, gl = \frac{6}{\text{año}} \right) + ns (\text{temperatura}, gl = 4) + \text{día de la semana} + \text{tipo de día}$$

Donde $E(Yt)$ representa el número esperado de muertes en el día t , α representa la intersección del modelo, β indica el riesgo log-relativo (RR) de la mortalidad asociada con un aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de las concentraciones de los contaminantes atmosféricos, ns es la función suave del *spline* cúbico natural y gl es el grado de libertad, esta función se utiliza para controlar tendencias temporales y la estacionalidad. Los 6 grados de libertad por año para la variable tiempo se eligieron con base en la minimización del criterio de información *Quasi Akaike* (Q-AIC). Se incluyó las covariables días de la semana y tipo de día para controlar las fluctuaciones cíclicas a corto plazo y la temperatura modelada con un función *spline* cúbico natural con 4 grados de libertad.

En los modelos GAM se incluyeron por separado cada uno de los contaminantes atmosféricos y las mortalidades, se exploraron en diferentes retrasos simples de un solo día: (i) retraso 0, el día actual; (ii) lag 1, día anterior; (iii) lag 2, los dos días anteriores; (iv) lag 3, los tres días anteriores; (v) lag 4, los cuatro días anteriores; (vi) lag 5, los cinco días anteriores; (vii) lag 6, los seis días anteriores; (viii) lag 7, los siete días anteriores.

El procesamiento de los datos y análisis estadístico se realizaron con el software R (versión 4.1.3).

En general, se presentaron asociaciones estadísticamente significativas entre la mortalidad natural y los contaminantes atmosféricos. Para PM_{10} y $PM_{2.5}$ fue en el retraso 0, para NO_2 en el retraso 0 y 1, para O_3 en el retraso 3. Actualmente, se están realizando exploraciones de los modelos GAM en todos los contaminantes con rezagos distribuidos.

Por lo tanto, para el ajuste de los umbrales del IBOCA de la versión 3 (resolución 2840 del 2023) se usaron las curvas de exposición-respuesta de la OMS planteadas en la guía de calidad del aire 2021, con las cuales se calculó el exceso de riesgo (ER) de la mortalidad por causas naturales para las concentraciones de los contaminantes atmosféricos del IBOCA 2, establecidas en la Resolución Conjunta 868 de 2021. Posteriormente, se utilizó los valores de ER de los intervalos del $PM_{2.5}$ para este y los demás contaminantes atmosféricos, calculando la concentración respectiva. De esta manera, cada categoría de color del índice tiene la misma magnitud de riesgo, entre diferentes contaminantes. En la Tabla 4 se presenta el ER y las concentraciones para las bandas del IBOCA.

Tabla 4 Ajuste de intervalos de concentración del IBOCA con base en los excesos de riesgo (ER)

Concentración y ER para cada nivel de riesgo por exposición a la calidad del aire		PM ₁₀ NowCast		PM _{2.5} NowCast		O ₃ (8h)		NO ₂ (1h)		SO ₂ (1h)		CO (8h)	
		inf	sup	inf	sup	inf	sup	inf	sup	inf	sup	inf	sup
Bajo	µg/m ³	0.0	27.2	0	12.0	0	72	0.0	28.5	0.0	9.6	0.0	2549.2
	ER (%)	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.5
Moderado	µg/m ³	27.2	63.8	12.0	35.4	72	107	28.5	84.1	9.6	38.5	2549.2	5021.7
	ER (%)	0.5	2.0	0.5	2.0	0.5	2.0	0.5	2.0	0.5	2.0	0.5	2.0
Regular	µg/m ³	63.8	95.5	35.5	55.4	107	137	84.1	132.2	38.5	63.5	5021.7	7164.6
	ER (%)	2.0	3.3	2.0	3.3	2.0	3.3	2.0	3.3	2.0	3.3	2.0	3.3
Alto	µg/m ³	95.5	246.7	55.5	151.2	137	281	132.2	361.9	63.5	182.7	7164.6	17384.3
	ER (%)	3.3	9.5	3.3	9.5	3.3	9.5	3.3	9.5	3.3	9.5	3.3	9.5
Peligroso	µg/m ³	246.7	405.2	150.5	250.4	281	432	361.9	602.6	182.7	307.7	17384.3	28098.6
	ER (%)	9.5	16.0	9.5	16.0	9.5	16.0	9.5	16.0	9.5	16.0	9.5	16.0
	µg/m ³	405.2	800.4	250.5	500.4	432	809	602.6	1202.6	307.7	619.2	28098.6	54801.9
	ER (%)	16.0	32.2	16.0	32.2	16.0	32.2	16.0	32.2	16.0	32.2	16.0	32.2

3.2. Nuevas versiones del IBOCA

Para la definición de insumos de las siguientes actualizaciones que se llevarán del IBOCA según se plantean en la “Metodología para la evaluación y ajuste periódico del Índice Bogotano de Calidad del Aire y Riesgo en Salud (IBOCA)” (Anexo 1), durante el año 2024 se realizará una revisión y análisis preliminar de los siguientes aspectos:

- a) Revisión inicial de documentos técnicos sobre la metodología NowCast para ozono (O₃)².
- b) Estudios en salud y ambiente (arriba mencionados), para ajustar los umbrales del IBOCA con base en datos locales de Bogotá y no solo con la información de la OMS.

²Al igual que lo han requerido los Estados Unidos o México para evaluar la aplicación de la metodología NowCast con el contaminante O₃, es necesario contar con un tiempo y equipo de profesionales especializados considerable, ya que debe hacerse una correlación estadística por medio de un modelo de regresión de mínimos cuadrados parciales y un análisis de “completitud” que son de alta complejidad.

- c) Revisión de indicadores en salud que pueden usarse en futuras versiones del IBOCA, especialmente aquellos de morbilidad.
- d) Definición de la metodología de validación del IBOCA (para diferentes versiones).
- e) Revisión de bioindicadores de calidad del aire para evaluar la articulación del riesgo de deterioro ecológico por contaminación atmosférica en el IBOCA.
- f) Consolidación de base de datos del contaminante no criterio *black carbon*. Esta acción contribuye a la etapa de "Gestión y/o monitoreo para la consolidación de base de datos espacio-temporales" de la metodología para la evaluación y ajuste periódico del IBOCA, específicamente para los "contaminantes no criterio" dentro de las variables de calidad del aire.

4. Estrategia pedagógica y de comunicación del Índice Bogotano de Calidad del Aire y Riesgo en Salud –IBOCA–.

La "Estrategia pedagógica y de comunicación del Índice Bogotano de Calidad del Aire y Riesgo en Salud –IBOCA–" (EPCI), tiene en cuenta tres ejes temáticos:

- I. Comunicación periódica de la calidad del aire y el riesgo;
- II. Sensibilización, educación y empoderamiento ciudadano;
- III. Comunicación interinstitucional para enfrentar eventos de contaminación atmosférica.

La Estrategia Pedagógica y Comunicativa del IBOCA es liderada por la SDA y la SDS a través de las oficinas técnicas y de comunicaciones, y se sustenta en los proyectos 42 y 43 del Plan Aire 2030 (Decreto 332 de 2021), en el capítulo sexto de la Resolución Conjunta 2840 de 2023 (antes artículo 10 de la Resolución conjunta 868 de 2021), en los artículos 3 y 5 del Decreto 595 de 2015 y en el párrafo 1 del artículo 2 del Acuerdo 802 de 2021 del Concejo de Bogotá. Esta estrategia ha consistido en una sumatoria de acciones didácticas, pedagógicas y comunicacionales, que se desarrollan de forma articulada para que la ciudadanía conozca y se apropie las características y el rol que tiene el IBOCA en la gestión del riesgo por contaminación atmosférica en la ciudad, en el marco de la gestión integral de la calidad del aire.

Entre la SDA y la SDS, se han diseñado, desarrollado, divulgado e inventariado las siguientes acciones:

-Actualización de las plataformas vigentes para la divulgación de calidad del aire y del IBOCA con base en la Resolución Conjunta 2840 de 2023 (Observatorio ambiental de Bogotá; Observatorio de Salud de Bogotá – SaluData–; App para celulares: actualmente 'IBOCA' y antes 'Aire Bogotá'; plataformas institucionales del IBOCA y de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá –RMCAB-).

-Diseño e implementación de cursos y talleres de calidad del aire y salud, en los cuales se explica el IBOCA; infografías, videos y juegos sobre la calidad del aire, el IBOCA y la gestión de riesgo.

-Implementación de la campaña comunicacional corta en la que se creó el personaje animado 'Ibo'; esquemas de divulgación permanente en redes sociales y páginas institucionales, en situaciones con y sin alertas por contaminación atmosférica.

-Se realizó articulación inicial con los siguientes proyectos:

Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital; proyecto 'Zonas Urbana por Un Mejor Aire' (ZUMA); proyecto del BID para evaluar el impacto de las TIC relacionadas con el IBOCA (app 'Aire Bogotá' y mensajes de texto) en el comportamiento de la población.

-Inició el proyecto de cooperación internacional con la Alianza de Ciudades Saludables (Partnership for Healthy Cities), financiado por Vital Strategies, titulado "Gobernanza del aire por medio de una estrategia comunicativa y pedagógica para generar apropiación social del índice Bogotano de Calidad del Aire y Riesgo en salud IBOCA en Bogotá". Para su desarrollo se contrató una consultoría para potenciar la estrategia, generando mayor alcance en la divulgación del IBOCA enfocándose en los grupos poblacionales más sensibles y en el personal del sector salud. Esta consultoría ha adelantado una etapa de diagnóstico y de planteamiento estratégico, y se proyecta una etapa de implementación y de creación de semilleros ciudadanos por el aire, los cuales se articulan con el uso de microsensores.

-Por medio de la expedición de la Resolución 2840 de 2023, "Por la cual se establece el Índice Bogotano de Calidad del Aire y Riesgo en Salud — IBOCA— para la gestión conjunta del riesgo en ambiente y salud en función del estado de la calidad del aire en el Distrito Capital", se le dio mayor precisión y alcance a esta estrategia. Las mejoras de este nuevo IBOCA fueron actualizadas en la App 'IBOCA' así como en las demás plataformas de ambiente y salud.

-Socialización y articulación inicial entre oficinas técnicas y de comunicaciones de la SDS y la SDA para definir insumos técnicos (recomendaciones en salud-ambiente de acuerdo con el nivel de riesgo por exposición del IBOCA); línea gráfica (para piezas comunicativas); los canales de comunicación a utilizar entre ellos medios institucionales, plataformas, pantallas, etc y grupos poblacionales específicos.

- Construcción de piezas comunicativas sobre:
 - Recomendaciones para prevenir problemas de salud por exposición a contaminación de aire con los siguientes enfoques: "disminuya la exposición", "cuide su salud" y "ayude a mejorar la calidad del aire". Las cuales se han compartido por redes sociales, se han publicado en Transmilenio y en carro valla de la SDS (anexo 7.1).
 - Recomendaciones ante incendios forestales (anexo 7.1).
 - Recomendaciones ante alerta fase 1 por contaminación del aire (anexo 7.1)
 - Recomendaciones ¿cómo podemos ayudar a tener una mejor calidad del aire? (anexo 7.1)
 - Diseño y divulgación de video con recomendaciones para la población sensible (anexo 7.2).
 - Elaboración de un rotafolio con la temática de "aire y salud", el cual se encuentra en fase de impresión.
 - Se avanzó en el diseño de los iconos de las recomendaciones en salud para la ciudadanía y las medidas ciudadanas para contribuir a mantener o mejorar la calidad del aire de acuerdo con los niveles y colores del IBOCA (resolución conjunta 2840 de 2023)
 - Pilotaje del curso virtual de contaminación del aire y efectos en la salud, el cual está compuesto por cinco módulos: 1) contaminación del aire y sus fuentes; 2) efectos en la salud por la exposición a la contaminación del aire; 3) Índice Bogotano de la Calidad del Aire y Riesgo en salud – IBOCA; 4) recomendaciones para el cuidado de la salud; 5) recomendaciones para contribuir o mejorar la calidad del aire. Cada módulo tiene una presentación en genially y un documento de profundización, además, incluye un glosario, material de consulta de salud y ambiental. Posteriormente fue publicado en la plataforma aprender salud de la SDS. En el año 2023 se desarrollaron tres cohortes, durante 2024 se desarrollará la fase de actualización.
- Cultura ciudadana para la calidad del aire: esta acción ha sido una apuesta para que la cultura ciudadana contribuya a la mejora de la calidad del aire y a la disminución de sus impactos en salud, toda

vez que es una herramienta para modificar comportamientos ciudadanos a través del cambio o mejora de capacidades, motivaciones y oportunidades. Con esta visión, en el año 2022 se inició el trabajo entre la SDA y la SCR D para definir productos o una línea específica de calidad del aire y cultura ciudadana, lo cual permitió la elaboración del taller ciencia y cultura ciudadana para la calidad del aire 'VienTú'. La estrategia "VienTÚ" está enfocada en cambio de comportamiento en calidad del aire, responde a la necesidad de aumentar la conciencia sobre la calidad del aire y sus efectos en la salud, especialmente entre las edades más vulnerables. Se realizó un primer piloto de este taller y consecuentemente fue ajustado y replicado en 15 colegios distritales durante el año 2023, con estudiantes desde cuarto de primaria hasta el grado once de bachillerato. Su objetivo principal es mejorar la calidad del aire al que los estudiantes están expuestos y capacitarlos en la interpretación de datos y el manejo de los microsensores. Adicionalmente, de forma articulada se ofrece formación en el Índice Bogotano de Calidad del Aire y Riesgo en Salud (IBOCA).

5. Monitoreo de la calidad del aire en Bogotá

En concordancia con lo establecido en los artículos 2 y 3 del Acuerdo 802 del 2021, se han realizado las siguientes acciones relacionadas con el monitoreo de la calidad del aire.

Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá (RMCAB):

La Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá RMCAB de la SDA, es un sistema de vigilancia bastante robusto, automático que opera en tiempo real y data sus inicios desde el año 1997, actualmente consta de 19 estaciones que monitorean contaminantes criterio y variables meteorológicas, este sistema brinda datos bajo los criterios de aseguramiento de la calidad conforme la normatividad nacional y estándares de la US-EPA y cuenta con acreditación vigente por parte del IDEAM.

Estos datos son insumo para la gestión integral de la calidad del aire en la ciudad, así como para la declaración de alertas y emergencias por contaminación atmosférica que se generan con base en el Índice Bogotano de Calidad del Aire y Riesgo en Salud -IBOCA- calculado a partir de las concentraciones de contaminantes criterio. A continuación, se

describen las alertas declaradas durante el periodo de febrero del 2023 a febrero del 2024.

Tabla 5 Alertas declaradas durante febrero de 2023 a febrero de 2024

Año	Evento	Resolución IBOCA	Causas del evento	Fecha	Acto Administrativo
2023	Declaración de alerta fase 1 en el suroccidente de la ciudad	Resolución Conjunta 868 de 2021	Influencia del transporte de contaminantes producto de intensos incendios forestales regionales en el sur del Meta y norte del Guaviare, condiciones meteorológicas locales en las cuales se presentan fuertes inversiones térmicas y baja dispersión de contaminantes.	04 de febrero de 2023	Inicio: Resolución SDA No. 0182 de 2023
				10 de febrero de 2023	Finalización: Resolución SDA No 0224 de 2023
2023	Declaración de alerta fase 1 a nivel ciudad	Resolución Conjunta 868 de 2021	Transporte de contaminantes a la ciudad producto de los intensos incendios forestales regionales en la Orinoquía incluida la frontera con la Amazonia, y fuertes inversiones térmicas y baja dispersión de los contaminantes a nivel local	24 de febrero de 2023	Inicio: Resolución SDA No. 0308 de 2023
				02 de marzo de 2023	Finalización: Resolución SDA No. 0370 de 2023
2023	Declaración de alerta fase 1 en el suroccidente de la ciudad	Resolución Conjunta 868 de 2021	Deterioro de la calidad del aire como consecuencia del transporte de material particulado transportado de intensos quemas e incendios forestales en las regiones del Meta, Orinoquia y Antioquia, además de las condiciones meteorológicas locales con presencia de estabilidad atmosférica inducida por cielos nublados y vientos provenientes de la Orinoquía y el valle del río Magdalena	24 de marzo de 2023	Inicio: Resolución SDA No. 0505 de 2023
				03 de abril de 2023	Finalización: Resolución SDA No. 0559 del 2023
2024	Declaración de Alerta Fase 1 en la zona suroccidente	Resolución Conjunta 2840 de 2023	Impactos de las emisiones de los incendios forestales, principalmente en los cerros orientales en los sectores quebrada la Vieja y Cerro el Cable, que contribuyeron al aumento de las concentraciones de material particulado PM2.5 y PM10, sumados a los aportes de los incendios presentados en la sabana de Bogotá, el Valle del Rio Magdalena y la Orinoquía Colombo venezolana.	25 de enero de 2024	Inicio: Resolución SDA No. 0278 de 2024
				04 de febrero de 2024	Finalización: Resolución SDA No. 0383 del 2024

Red Colaborativa de Microsensores de Calidad del Aire:

En concordancia con los lineamientos de participación del artículo 2 del Acuerdo 802 del 2021, especialmente con los “monitoreos territorializados de exposición”, durante el año 2023 se fortaleció el monitoreo de la calidad del aire con la red de microsensores de material particulado compuesta por 17 puntos para medir concentraciones PM2.5 en diferentes microambientes. Estas mediciones servirán para establecer la línea base y para evaluar el impacto de diferentes intervenciones del Distrito en proyectos como las Zonas Urbanas por un Mejor Aire (ZUMA), el Plan de Intervención de la Zona Suroccidental, Barrios Vitales y el Corredor Verde de la Carrera Séptima, entre otros. A continuación, se describen algunos de los proyectos en los que se han realizado actividades de ciencia y participación ciudadana:

- Desarrolló de un taller piloto para el uso de los microsensores en proyectos de ciencia y cultura ciudadana en conjunto con la Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte.
- Desarrollo del proyecto AVANTIA financiado por la Unión Europea para ampliar y robustecer el monitoreo de la calidad del aire en zonas de la ciudad donde se tiene infraestructura para la movilidad sostenible (e.g. senderos peatonales y ciclo rutas), instituciones de atención a población vulnerable y proyectos estratégicos para el mejoramiento de la calidad del aire en la ciudad, así como la implementación de la estrategia de gobernanza de la red colaborativa.
- Desarrollo de las actividades de asistencia técnica con C40 para establecer metodologías de ubicación de equipos y evaluación de impactos de los proyectos monitoreados.

Monitoreo del contaminante *Black Carbon* en Bogotá:

Como complemento al monitoreo de contaminantes criterio en la RMCAB y al realizado con microsensores, durante el año 2023 se mantuvo el monitoreo *black carbon* equivalente (eBC) en 7 estaciones de la RMCAB la cuales alcanzaron a reportar el 75 % de las concentraciones horarias.

Las mediciones de eBC permiten identificar el impacto de las emisiones de procesos de combustión de fuentes fósiles y quema de biomasa en la calidad del aire de la ciudad. El incremento de las concentraciones de este contaminante evidencia el aumento del impacto de procesos de combustión.

Un aspecto importante del *black carbon* es su atribución parcial a la quema de biomasa, lo cual lo hace potencialmente útil para el registro indirecto de incendios locales y regionales. En este sentido, la estación que reportó el mayor porcentaje de eBC procedente de quema de biomasa fue San Cristóbal, con un promedio de 9,9 % atribuido a la quema de biomasa y 90,1 % atribuido a fuentes fósiles.

6. Consolidado de las denuncias ciudadanas, sobre las situaciones que afectan la calidad del aire de la ciudad

Respecto a este apartado, es importante precisar que las quejas son un derecho constitucional fundamental que tiene toda persona a presentar solicitudes respetuosas a la autoridad, por motivos de interés general o particular y a obtener pronta resolución. Es así, que la Secretaría Distrital de Salud y la Secretaría Distrital de Ambiente, mediante las Subredes Integradas de Servicios de Salud y el equipo de la Subdirección de Calidad del Aire Auditiva y Visual respectivamente, realizan la atención a quejas relacionadas con problemáticas ambientales que impactan la salud de la población expuesta a contaminación del aire, humo de tabaco, olores ofensivos, ruido y radiaciones electromagnéticas no ionizantes (SDS).

De este modo la Secretaría Distrital de Ambiente, durante el año 2023, tramitó un total de 5859 quejas, de las cuales el 76% corresponde a quejas por ruido, el 15% a quejas relacionadas con las emisiones generadas por las fuentes fijas de contaminación y el 5% a fuentes móviles. El resto de las quejas presentadas corresponden a quejas de contaminación por olores ofensivos (1%) y otras quejas recibidas por parte de los equipos de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire (2%), el Plan Aire (0,7%) y el Sistema de Alertas Tempranas Ambientales en su componente aire con un (0,3%) del total de quejas atendidas.

Por su parte, desde la Secretaría Distrital de Salud durante el año 2023, fueron presentadas y atendidas 763 quejas, de las cuales el 54,7% corresponde a quejas por ruido, 27,5% a quejas por contaminación por olores ofensivos, 12,7% por quejas de contaminación del aire, 4,6% a quejas de tabaco y el 0,5% por infraestructuras de radiación electromagnética.

7. Lista de acrónimos

AQI	Air Quality Index (Índice de Calidad del Aire)
C40	Grupo de Liderazgo Climático C40; C40 Cities Climate Leadership Group
eBC	<i>Black Carbon</i> equivalente
EPCI	Estrategia pedagógica y de comunicación del Índice Bogotano de Calidad del Aire y Riesgo en Salud —IBOCA—
IBOCA	Índice Bogotano de Calidad del Aire y Riesgo en Salud
ICA	Índice de Calidad del Aire
ICAS	Índice de Calidad del Aire y Riesgo en Salud
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MECAB	Mesa Técnica Ciudadana por la Calidad del Aire de Bogotá
OMS	Organización Mundial de la Salud
PM	Material Particulado
RM CAB	Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá
SATAB- aire	Sistema de Alertas Tempranas Ambientales de Bogotá en su componente aire
SCAAV	Subdirección de Calidad del Aire, Auditiva y Visual
SDA	Secretaría Distrital de Ambiente
SDS	Secretaría Distrital de Salud
SED	Secretaría de Educación del Distrito
SCRD	Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte
SEDEMA	Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México
US-EPA	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (por sus siglas en inglés)
ZUMA	Zonas Urbanas por un Mejor Aire

8. Anexos

- Anexo 1.** Metodología para la evaluación y ajuste periódico del IBOCA
- Anexo 2.** DTS tercera versión IBOCA
- Anexo 3.** Resolución Conjunta 2840 de 2023
- Anexo 4.** Cuestionario técnico para US-EPA
- Anexo 5.** Presentación de la SEDEMA
- Anexo 6.** Actas de Mesas de trabajo con ciudadanía, academia y gobierno nacional
- Anexo 7.** Mensajes abreviados y piezas comunicativas del IBOCA