



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 2022 A FEBRERO DE 2023**

Elaborado por:

Secretaría de Distrital de Ambiente

Secretaría Distrital de Salud

Vigencia 2023

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.** Versión 3.0 del IBOCA
 - 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 2022 y febrero del 2023, 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”*. Este informe además se basa en las propuestas y adelantos presentados en el informe inmediatamente anterior (febrero del 2022).

En primer lugar, se especifica la forma en que es atendido y desarrollado el articulado del Acuerdo 802, con base en esto se muestran 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 recuento de los análisis, las evaluaciones y las discusiones de aspectos técnicos; 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 potenciales para versiones futuras del IBOCA, principalmente para su versión 3.0 del año 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 2023, y cómo se relacionan con el marco normativo y de funcionamiento del Sistema de Alertas Tempranas Ambientales de Bogotá en su componente aire (SATAB-aire).

Tabla 1. Acciones acumuladas realizadas para el desarrollo del articulado del Acuerdo 802 del 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>Para el informe de febrero del 2022 del Acuerdo 802, la Secretaría Distrital de Ambiente y la Secretaría Distrital de Salud construyeron y presentaron la propuesta metodológica para la evaluación y ajuste periódico del IBOCA (ver Anexo 1). Esta metodología abarca, racionaliza y organiza técnicamente los lineamientos establecidos en este acuerdo, incluyendo las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud - OMS.</p> <p>Dicha metodología define un desarrollo gradual del IBOCA hasta una versión 5.0 para el año 2030, en concordancia con el horizonte temporal del "Plan Estratégico para la Gestión Integral de la Calidad del Aire de Bogotá 2030 - Plan Aire", adoptado mediante la resolución 332 del 2021. La Versión 1.0 corresponde al primer IBOCA adoptado mediante la Resolución Conjunta 2410 del 2015; la versión 2.0 al IBOCA actual, que fue establecido mediante la Resolución 868 del 2021, derogando y actualizando la anterior resolución; la versión 3.0 se proyecta para el año 2023 y la versión 4.0 para el año 2026.</p> <p>Para el periodo de febrero del 2022 a febrero del 2023, la metodología mencionada se ha implementado como se indica en el capítulo 3 de este informe, lo cual corresponde a la primera etapa de trabajo para establecer la versión 3.0 del IBOCA, la cual será adoptada mediante un nuevo acto administrativo.</p> <p>Las posibilidades técnicas exploradas harán que el IBOCA sea más preciso y oportuno para reflejar las variaciones en calidad del aire y sus impactos en salud, así como más pertinente para su utilización en el marco del Sistema de Alertas Tempranas Ambientales de Bogotá SATAB-aire, adoptado mediante el Decreto 595 del 2015.</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; 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>Como se especifica en el capítulo 3.1.1 de este informe, la definición del IBOCA 3.0 se ha realizado bajo un esquema de participación y gobernanza, basado en la disponibilidad, el análisis y la discusión de la información de calidad del aire y salud, incluyendo al sector público, a la academia y a la ciudadanía.</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 microsensors de calidad del aire (ver capítulo 5).</p> <p>En relación con la comunicación y pedagogía del IBOCA, la SDA y la SDS expidieron la resolución conjunta 868 del 15 de abril del 2021, en cuyo artículo 10 establece la “Estrategia pedagógica y de comunicación del Índice Bogotano de Calidad del Aire y Riesgo en Salud –IBOCA–”, dándole continuidad al proceso que en este tema se venía desarrollando desde la Resolución 2410 del 2015.</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 con 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.</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 recuenta lo concerniente al fortalecimiento de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire (RMCAB), al desarrollo de la red colaborativa de microsensors de calidad del aire y del 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>	<p>Para la metodología de evaluación y ajuste periódico del IBOCA definida por la SDA y la SDS (anexo 1), se analizaron e incluyeron los lineamientos indicados en este artículo.</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>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 vigencia 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 informe referido en este artículo, con corte a febrero del 2023, e incluye los avances en la implementación de la metodología para la evaluación y ajuste periódico del IBOCA, que fue definida y presentada para el informe de febrero del 2022 (anexo 1).</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 entre febrero del 2022 y febrero del 2023 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), la cual fue definida en el anterior informe publicado y remitido al Concejo de Bogotá por parte de la Secretaría Distrital de Ambiente y la Secretaría Distrital de Salud, correspondiente a los avances logrados entre febrero del 2021 y febrero del 2022 para el Acuerdo 802 del 2021.

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. Para esto se consideran tres nuevas fases con un horizonte de tiempo al año 2030 (Tabla 2).

Tabla 2. Versiones del IBOCA al año 2030

Versión de IBOCA	Fase	Fecha de adopción*	Acto administrativo
IBOCA 1.0	previa	2015 (11 de diciembre)	Resolución conjunta 2410 de 2015
IBOCA 2.0	previa	2021 (15 de abril)	Resolución conjunta 868 de 2021
IBOCA 3.0	1	2023	Nueva resolución
IBOCA 4.0	2	2026	Nueva resolución
IBOCA 5.0	3	2030	Nueva resolución

*Para las fases 1, 2 y 3, se prevé tener un nuevo acto administrativo para los meses finales del año.

3.1. Versión 3.0 del IBOCA

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 a su versión 3.0 se debe iniciar la evaluación de los aspectos indicados en la Tabla 3, siempre y cuando se consideren técnicamente pertinentes para dicha versión.

Tabla 3. Aspectos metodológicos y complementarios para la versión 3.0 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: PM _{2.5} , PM ₁₀ , gases
	Salud	Mortalidad
3. Gestión y/o monitoreo para la consolidación de base de datos espacio-temporales	Calidad del aire	Contaminantes criterio: PM _{2.5} ^a , PM ₁₀ , gases
		Contaminantes no criterio: black carbon
	Salud	Mortalidad
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. Articulación con el Análisis Acumulativo del Riesgo Socio Ambiental por Exposición a contaminación del aire (ACRE)		
7. 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 actual (versión 2.0) (uso, desempeño, aceptación social)		
9. Adopción normativa de nuevo IBOCA	Evaluación de pertinencia	
	Redacción y firma de actos administrativos	

de gobernanza que abarca la participación de actores ciudadanos, académicos y del orden nacional.

Intercambio con la US-EPA y la SEDEMA:

Como base para hacer y discutir una propuesta técnica para el IBOCA 3.0 entre los diferentes actores participantes, en el año 2022 la SDA y la SDS entraron en contacto con la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US-EPA) para analizar y discutir los fundamentos técnicos y las experiencias sobre la metodología NowCast, que fue 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 2).

Posteriormente, estas dos secretarías del Distrito entraron en contacto con la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (SEDEMA), a través de la red de ciudades de C40, lo cual 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 3).

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 iniciaron mesas de trabajo y participación con actores 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 preliminares para tener una versión 3.0 del IBOCA que sea más avanzada y funcional. Las actas y presentaciones de estas sesiones de trabajo se muestran en el Anexo 4.

3.1.2. Metodología NowCast

Una de las innovaciones potenciales que se plantean para la versión 3.0 del IBOCA es la inclusión de la metodología NowCast, que originalmente fue desarrollada, ajustada y aplicada por la US-EPA.

Esta metodología cambia el valor de entrada del AQI, que convencionalmente es una media móvil a 24 horas para material particulado¹ (PM), a un valor de entrada calculado con la media móvil ponderada a 12 horas para PM, dándole mayor importancia a las 3 primeras horas a partir del momento actual. Este cambio aproxima el índice a la situación actual real o instantánea, lo cual es importante porque el AQI convencional puede ocultar o “diluir” episodios puntuales de contaminación que afectan la salud de la población en territorios específicos, de modo que el AQI o el IBOCA NowCast permiten advertir a las personas en tiempo real para que reduzcan su exposición al material particulado en un lapso de 24 horas, de modo que se reduzcan los efectos en salud conocidos para este tiempo.

La ecuación del NowCast para PM_{2.5} es la siguiente:

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

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.

Un comportamiento típico retrospectivo del NowCast es el que se muestra en la Figura 1, donde se observa que este es más sensible a episodios de contaminación, acercándose más a la situación instantánea real de picos de contaminación que la media móvil a 24 horas (IBOCA actual).

¹ Este tiempo es diferente para los demás contaminantes criterio.

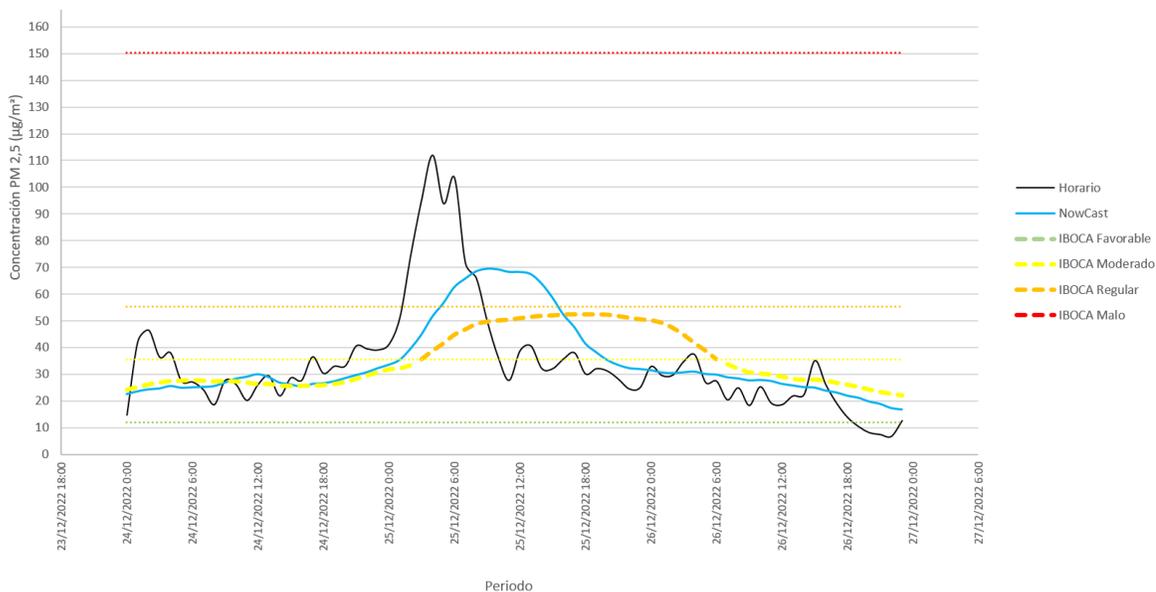


Figura 1. Comparación de concentraciones de PM_{2.5} para episodio de pólvora de la navidad del año 2022: instantánea (1h); NowCast (ponderada a 12h); IBOCA (media móvil de 24h)

El uso del NowCast permitirá tener una declaratoria de alertas más precisa y oportuna, siempre y cuando se revise el criterio de declaratoria actual, de modo que no se caiga en un desgaste del instrumento por causa de una declaratoria muy frecuente de alertas ambientales. De acuerdo al artículo 7 de la Resolución 868 del 2021, este criterio consiste en 36 horas constatadas en un estado de Alerta Fase I (franja naranja del IBOCA) o alerta Fase II (franja roja), o al menos 24 horas constatadas si se completan 48 horas con ayuda del pronóstico de la calidad del aire.

Otra situación a prever, y que la SEDEMA señaló en los encuentros con la SDA y la SDS, es que el uso del NowCast no debe desestimular la actividad física de la población por una inadecuada interpretación del riesgo en salud relacionado con el hecho de tener los índices NowCast frecuentemente en 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 corresponde 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 deben ser revisadas para el IBOCA 3.0.

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 permita 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) validar el índice de calidad del aire y salud propuesto.

Se está realizando un estudio ecológico con el análisis de series de tiempo con datos de los contaminantes de la RM CAB y la información de la mortalidad de Bogotá del 01 de enero del 2015 al 31 diciembre de 2019. Se excluyó la localidad de Sumapaz, ya que no se tuvo información ambiental de esta. La Secretaría Distrital de Ambiente calculó los promedios diarios simples ciudad de 24 horas para PM_{2.5}, NO₂, SO₂ y de ocho horas para O₃, así como los promedios diarios de temperatura y humedad relativa.

Se construyeron series temporales diarias por mortalidad y contaminante. Se realizó el análisis exploratorio con los gráficos de las series de tiempo y se aplicó el test de Dickey-Fuller para identificar estacionariedad. La hipótesis de equidispersión fue rechazada con un valor de $p < 0,05$.

Se utilizó un modelo lineal generalizado con regresión quasipoisson para modelar la relación entre el número de muertes diarias y las concentraciones de los contaminantes PM_{2.5}, NO₂, SO₂ y O₃, las tendencias temporales y la estacionalidad se controlaron con la función de spline cúbico natural (scn) con 6 grados de libertad (gl) por año, las fluctuaciones cíclicas a corto plazo se controlaron con las variables indicadoras de día de la semana y tipo de día y los ajustes meteorológicos se realizaron con las variables temperatura y humedad relativa que se modelaron usando el scn. El modelo es el siguiente:

$$\text{Log}_E Y_t = \alpha + \beta (\text{contaminante ambiental}) + \text{días de la semana} + \text{tipo de día} \\ + \text{scn} \left(\text{fecha}, \text{gl} = \frac{6}{\text{año}} \right) + \text{scn}(\text{temperatura},) + \text{scn}(\text{humedad relativa})$$

Donde Y_t es la mortalidad Y en el día t , β representa los coeficientes de regresión de los niveles de cada contaminante, días de la semana variable cualitativa, tipo de día variable cualitativa dicotómica categorizada días festivos y no festivos, $\text{scn}()$ indica la función spline cúbico natural, fecha

variable de tiempo, gl indica los grados de libertad, temperatura y humedad relativa son variables cuantitativas.

Se desarrolló un modelo para cada causa de muerte y contaminante. El análisis de sensibilidad de los modelos se realizó con la exploración de los grados de libertad de la variable de tiempo (6-9/año) y de los efectos del modelo con diferentes estructuras de rezagos (0 – 4 días de rezago), el gráfico de dispersión de los residuos del modelo frente al tiempo y el criterio de información de akaike para quasipoisson (Q-AIC).

En los resultados preliminares la asociación estadística se evidencia en el rezago 0. Se encontró asociación estadística en las diferentes causas de mortalidad para cada uno de los contaminantes, aun cuando las concentraciones de estos se encuentran por debajo de la normativa nacional (Resolución 2254 del 2017) y de la recomendación de las guías de calidad del aire de la OMS. Los resultados preliminares fueron socializados en las mesas de trabajo para la actualización del IBOCA 3.0.

Actualmente está en revisión el modelo estadístico con representantes de la academia (Universidad Industrial de Santander) y no se tienen resultados definitivos del estudio. Por lo cual, para el ajuste de umbrales del IBOCA en su versión 3.0 se está evaluando el uso de otras curvas exposición-respuesta, específicamente las curvas usadas por la OMS para la guía de calidad del aire 2021, y que se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Concentraciones de contaminantes criterio y riesgos correspondientes para cada categoría del IBOCA, tanto para su versión actual (versión 2.0) como para la nueva propuesta (versión 3.0)

		PM10 Nowcast				PM2.5 Nowcast				Ozono 8h			
		IBOCA actual		Propuesta		IBOCA actual		Propuesta		IBOCA actual		Propuesta	
		inf	sup	inf	sup	inf	sup	inf	sup	inf	sup	inf	sup
Buena	ug/m3	0.0	54.0	0.0	27.2	0	12.0	0	12.0	0	106	0	72
	ER (%)	0.0	1.6	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	2.0	0.0	0.5
Aceptable	ug/m3	55.0	154.0	27.2	63.8	12.1	35.4	12.0	35.4	107	137	60	107
	ER (%)	1.6	5.7	0.5	2.0	0.5	2.0	0.5	2.0	2.0	3.3	0.0	2.0
Mala	ug/m3	155.0	254.0	63.8	95.5	35.5	55.4	35.5	55.4	138	167	107	137
	ER (%)	5.7	9.8	2.0	3.3	2.0	3.3	2.0	3.3	3.4	4.6	2.0	3.3
Muy mala	ug/m3	255.0	354.0	95.5	246.7	55.5	150.4	55.5	150.4	168	206	137	281
	ER (%)	9.8	13.9	3.3	9.5	3.3	9.5	3.3	9.5	4.6	6.3	3.3	9.5

Extremadamente mala	ug/m3	355.0	604.0	246.7		150.5	500.4	150.5		207		281	
	ER (%)	13.9	24.1	9.5		9.5		9.5		6.3		9.5	

NO2 1h

SO2 1h

CO 8h

IBOCA actual

Propuesta

IBOCA actual

Propuesta

IBOCA actual

Propuesta

inf

sup

inf

sup

inf

sup

inf

sup

inf

sup

inf

sup

Buena	ug/m3	0.0	100.0	0.0	28.5	0.0	92.0	0.0	9.6	0.0	5094.0	0.0	2500.0
	ER (%)	0.0	2.4	0.0	0.5	0.0	4.8	0.0	0.5	0.0	2.6	0.0	0.5
Aceptable	ug/m3	101.0	188.0	28.5	84.1	93.0	197	9.6	38.5	5095.0	10818.0	2500.0	5000.0
	ER (%)	2.5	4.8	0.5	2.0	4.8	10.2	0.5	2.0	2.6	5.5	0.5	2.0
Mala	ug/m3	189.0	677.0	84.1	132.2	198.0	485.0	38.5	63.5	10819.0	14253.0	5000.0	7164.6
	ER (%)	4.8	18.0	2.0	3.3	10.3	25.2	2.0	3.3	5.5	7.6	2.0	3.3

Muy mala	ug/m3	678.0	1220.0	132.2	361.9	486.0	796.0	63.5	182.7	14254.0	17688.0	7164.6	17384.3
	ER (%)	18.0	32.7	3.3	9.5	25.3	41.4	3.3	9.5	7.6	9.7	3.3	9.5
Extremadamente mala	ug/m3	1221.0		361.9		797.0		182.7		17689.0	0.0	17384.3	0.0
	ER (%)	32.7		9.5		41.4		9.5		9.7		9.5	

ER: Exceso de riesgo

3.2. Nuevas versiones del IBOCA

Para la definición de insumos de las versiones 4.0 y 5.0 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), actualmente se están adelantando 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.
- 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—.

En concordancia con el artículo 10 de la Resolución 868 del 2021 y del artículo 2 del Acuerdo 802 del 2021, en la Tabla 6 se resumen los avances en la implementación de la “Estrategia pedagógica y de comunicación del Índice Bogotano de Calidad del Aire y Riesgo en Salud —IBOCA—” (EPCI), teniendo en cuenta su subdivisión en tres ejes temáticos:

- i) Comunicación periódica de la calidad del aire y el riesgo

² Al 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.

- ii) Sensibilización, educación y empoderamiento ciudadano
- iii) Comunicación interinstitucional para enfrentar eventos de contaminación atmosférica. Se ha realizado

Tabla 6. Desarrollo de la EPCI entre febrero del 2022 y febrero del 2023.

Acción de la EPCI	Eje temático correspondiente		
	i	ii	iii
Discusión y definición entre SDS y SDA del inventario y diagnóstico de acciones o insumos (institucionales o no institucionales) que contribuyen o pueden contribuir con la EPCI (presentados en el informe anterior).			
Socialización y articulación inicial entre oficinas técnicas y de comunicaciones de la SDS y la SDA para definir insumos técnicos (recomendaciones en salud-ambiente por nivel del IBOCA); línea gráfica (para piezas comunicativas); los canales de comunicación (medios institucionales, plataformas, pantallas, etc); públicos nicho (ciudadanía amplia).			
Definición técnica de recomendaciones en salud para el IBOCA en la franja naranja (pre-alerta y alerta Fase I). (Anexo 5)			
Definición de infografías sobre recomendaciones para prevenir problemas de salud por exposición a contaminación de aire con los siguientes enfoques: "disminuya la exposición", "cuide su salud", "cuando se debe acudir al servicio de urgencias" y "ayude a mejorar la calidad del aire". Estas pueden verse en el Anexo 5 y consultarse en los siguientes enlaces: <ul style="list-style-type: none"> ➤ https://saludata.saludcapital.gov.co/osb/index.php/2022/02/08/efectos-y-recomendaciones-frente-al-iboca/ ➤ https://saludata.saludcapital.gov.co/osb/index.php/2022/02/04/medidas-para-la-proteccion-del-ambiente-la-calidad-de-vida-y-salud-de-los-habitantes-de-bogota-d-c/ ➤ https://drive.google.com/file/d/1fPqqfHBOImYACdh8WEK4sGQnsgFFIHPB/view 			
Elaboración de un rotafolio en la temática "aire y salud", que contiene información orientadora para la persona que realiza la actividad de comunicación, este se encuentra en fase de diseño y diagramación.			
Campaña en medios con el personaje animado "Ibo" para la promoción del IBOCA (Anexo 6).			
Elaboración y aplicación de curso masivo virtual gratuito en la Plataforma Escuela de Formación del Distrito Capital (https://escuela.participacionbogota.gov.co/Recursos/inscripciones/index2.php?id=107), incluyendo todos los aspectos de la gestión integral de la calidad del aire, divididos en 3 módulos: 1) Introducción a la calidad aire; 2) Ciudadanía para la calidad del aire; 3) ¿Cómo contribuyo a mejorar la calidad del aire? Este curso fue diseñado colaborativamente entre la SDA, el IDPAC y la MECAB, y actualmente se encuentra en etapa de revisión y mejora, en cooperación con la SED, con el objetivo de que sea más pedagógico y que pueda ser aplicado en cualquier momento por cualquier interesado.			

<p>Elaboración por parte de SDS de curso virtual de contaminación del aire y efectos en la salud en modalidad de autoaprendizaje en la plataforma de moodle, gratuito y abierto al público. Está compuesto por 5 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 <i>genially</i> y un documento de profundización, además, incluye un glosario, material de consulta de salud y ambiental. Al finalizar el curso se puede descargar una constancia de participación. La SDA realizó la revisión técnica del curso, aportando sus observaciones y sugerencias de ajustes. Actualmente el curso se encuentra en fase de pilotaje para su publicación en la plataforma aprender salud de la SDS.</p>			
<p>Desarrollo de espacios de socialización con la academia y colectivos ciudadanos a fin de socializar los avances en la EPCI y el IBOCA 3.0.</p>			

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 de monitoreo de la calidad del aire.

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

Durante el periodo de febrero del 2022 a febrero del 2023, la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá (RMCAB) ha operado y se ha mantenido con un número de 19 estaciones, funcionando de forma rutinaria, confiable y articulada con la gestión de la Subdirección de Calidad del Aire, Auditiva y Visual (SCAAV) de la SDA.

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 2022 se desplegó en la ciudad una red de microsensores de material particulado compuesta por 20 puntos para medir concentraciones $PM_{2.5}$ en diferentes microambientes. Estas mediciones servirán para establecer la línea base y para evaluar el impacto de diferentes proyectos 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.

Al mismo tiempo se desarrolló 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 y se avanzó en la implementación de proyectos de cooperación internacional con Metrópolis (Unión Europea) y C40 que fortalecerán el componente técnico ampliando el número de microsensores y desarrollando metodologías de ubicación de equipos y evaluación de impacto de los proyectos, así como la estrategia de gobernanza de la red.

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 2022 se monitoreo *black carbon* equivalente (eBC) en 9 estaciones de la RMCAB y siete de ellas alcanzaron a reportar el 75 % de las concentraciones horarias. La estación que reportó el promedio diario de eBC más alto fue Kennedy (valor promedio de 6,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), seguido de las estaciones Tunal y Fontibón (valores promedio de 5,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

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.

El monitoreo sistemático de este contaminante permitirá incluirlo en la evaluación de variables para su inclusión en el estudio epidemiológico que indica la "Metodología para para la evaluación y ajuste periódico del Índice Bogotano de Calidad del Aire y Riesgo en Salud (IBOCA)" (para las versiones 4.0 y/o 5.0). Adicionalmente, se está evaluando el uso del eBC para el seguimiento de proyectos del Plan Aire 2030, adoptado mediante el decreto 332 del 2021.

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 2022, tramitó un total de 6.528 quejas, de las cuales el 81% corresponde a quejas por ruido, el 14,7% a quejas relacionadas con las emisiones generadas por las fuentes fijas de contaminación y el 2% 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 (1%) 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 2022, fueron presentadas y atendidas 528 quejas, de las cuales el 42,8% corresponde a quejas por ruido, 35,4% a quejas por contaminación por olores ofensivos, 11,9% por quejas de contaminación del aire, 7,2% a quejas de tabaco y el 2,7% por infraestructuras de radiación electromagnética.

7. Lista de acrónimos

ACRE	Análisis Acumulativo del Riesgo Socio Ambiental por Exposición a contaminación del Aire
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
RMCAB	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
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.** Cuestionario técnico para US-EPA
- Anexo 3.** Presentación de la SEDEMA
- Anexo 4.** Actas de Mesas de trabajo con ciudadanía, academia y gobierno nacional
- Anexo 5.** Mensajes abreviados y piezas comunicativas del IBOCA
- Anexo 6.** Campaña de comunicaciones 'Ibo'