	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

## INFORME DE REDISEÑO DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ

**Hugo Enrique Sáenz Pulido**

Subdirector de Calidad del Aire, Auditiva y Visual

**Luis Álvaro Hernández González**

Coordinador Técnico RMCAB

**José Hernán Garavito Calderón**

Profesional Especializado RMCAB

**Daissy Lizeth Zambrano Bohórquez**

**Eaking Ballesteros Urrutia**

**Edna Lizeth Montealegre Garzón**

**Jennifer Montoya Quiroga**

Grupo de Validación y Análisis de la RMCAB

**Darío Alejandro Gómez Flechas Henry Ospino Dávila**

**Luz Dary González González**

**Jesús Alberto Herrera**

**Luis Hernando Monsalve Guiza**

**Richard Sánchez Serrano**

Grupo de Operación de la RMCAB

**Adriana Marcela Cortes Narváz**

**Karen Lorena Londoño Murcia**


**Zaira Natalia Torres Castro**

Grupo Administrativo RMCAB

**Leonardo Quiñones Cantor**


Profesional Sistema de Alertas Tempranas Ambientales de Bogotá

**Diciembre 2021**


	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

## CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	4
2.	ANTECEDENTES.....	5
2.1.	MARCO LEGAL.....	5
3.	OBJETIVOS DE LA RMCAB.....	6
3.1.	OBJETIVO GENERAL.....	6
4.	METODOLOGIA .....	13
	Actividades para realizar el re-diseño: .....	14
5.	DIAGNOSTICO Y ESTADO ACTUAL ESTACIONES RMCAB .....	14
	<b>5.1. LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES DE LA RMCAB .....</b>	<b>14</b>
	<b>5.2. CONDICIONES GENERALES Y ESPECÍFICAS ESTACIONES RMCAB ...</b>	<b>16</b>
	<i>ESTACION BOLIVIA .....</i>	<i>17</i>
	<i>ESTACION BOSA.....</i>	<i>18</i>
	<i>ESTACION CARVAJAL.....</i>	<i>19</i>
	ESTACION CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO.....	20
	ESTACION CIUDAD BOLÍVAR.....	20
	ESTACION COLINA .....	21
	ESTACION FERIAS .....	23
	ESTACION FONTIBON .....	24
	ESTACION GUAYMARAL.....	25
	ESTACION JAZMIN .....	26
	ESTACION KENNEDY .....	27
	ESTACION MINAMBIENTE .....	28
	ESTACION MÓVIL 7MA .....	29
	ESTACION MÓVIL FONTIBÓN.....	30
	ESTACION PUENTE ARANDA.....	31
	ESTACION SAN CRISTÓBAL.....	32

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

ESTACION SUBA .....	33
ESTACION TUNAL .....	34
ESTACION USAQUÉN .....	35
ESTACION USME .....	36
6. VERIFICACIÓN REQUISITOS DE DISEÑO DEL SCVA RMCAB .....	37
<b>6.1. NIVELES CLASIFICACIÓN ESTACIONES RMCAB</b> .....	40
<b>6.2. TIEMPO DE MUESTREO</b> .....	41
<b>6.3. CONTAMINANTES SEGÚN TIPO DE ESTACIÓN</b> .....	41
7. CRITERIOS DE MACRO LOCALIZACIÓN DE ESTACIONES .....	42
<b>7.1. MACRO LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO DE OZONO</b> .....	42
<b>7.2. CRITERIOS DE MICRO LOCALIZACIÓN</b> .....	44
<b>7.2.1. Aspectos Generales</b> .....	44
8. ASPECTOS ESPECÍFICOS DE MICRO LOCALIZACIÓN DE ESTACIONES .....	46
<b>8.1. DISTANCIA MÍNIMA DE SEPARACIÓN ENTRE TOMA MUESTRAS O CAMINOS DE MEDICIÓN ANALIZADORES GASES CONTAMINANTES Y VÍAS VEHICULARES</b> .....	48
<b>8.2. DISTANCIA MÍNIMA DE SEPARACIÓN ENTRE TOMA MUESTRAS O CAMINOS DE MEDICIÓN MONITORES DE MATERIAL PARTICULADO Y VÍAS VEHICULARES</b> .....	50
9. INFRAESTRUCTURA ESTACIONES RMCAB .....	52
<b>9.1. ANÁLISIS COBERTURA ESPACIAL</b> .....	53
<b>9.2. ANÁLISIS COBERTURA ESPACIAL DENSIDAD POBLACIÓN</b> .....	55
Material Particulado PM <sub>10</sub> .....	57
Material Particulado PM <sub>2.5</sub> .....	57
Ozono O <sub>3</sub> .....	58
Dióxido de Nitrógeno NO <sub>2</sub> .....	59
Dióxido de Azufre SO <sub>2</sub> .....	59
Monóxido de Carbono CO .....	60
<b>10.3.3. Técnicas de medición para el monitoreo de contaminantes criterio en la RMCAB</b> .....	61
<b>10.3.4. Estado de los sensores y analizadores disponibles en las estaciones</b>	

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

<b>de la RMCAB</b> .....	63
<b>11. DEPRECIACIÓN Y RENOVACIÓN DE EQUIPOS</b> .....	64
<b>12. SELECCIÓN Y UBICACIÓN DE LOS SENSORES METEOROLÓGICOS</b> ..	65
<b>12.1. MICRO LOCALIZACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS</b> .....	65
<b>13. RECURSO HUMANO REQUERIDO RMCAB</b> .....	65
<b>14. COSTOS OPERACIÓN ANUALES RMCAB</b> .....	66
<b>14.1. COSTOS DE INVERSIÓN O MODERNIZACIÓN</b> .....	66
<b>15. CONCLUSIONES</b> .....	67
<b>16. RECOMENDACIONES</b> .....	70
<b>17. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	72


## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento se elabora con el objetivo de verificar y actualizar el actual diseño que tiene la Red de Monitoreo De Calidad Del Aire De Bogotá RMCAB, dado que este es un Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire (SVCA) que opera desde 1997, y cuya revisión inicial se realizó con el documento de Diseño y re-diseño elaborado por la SDA en el año 2018. Adicionalmente, es necesario tener en cuenta que entre 2019 y 2020 se llevó a cabo un proceso de ampliación de la RMCAB, pasando de tener trece (13) estaciones a un total de veinte (20), cumpliendo con los requisitos técnicos, administrativos y legales, para su instalación y posterior operación, y con el fin de mantener y ampliar el alcance de la Acreditación otorgada por el IDEAM a la RMCAB.

En consideración a lo anterior, se realizó un diagnóstico e inspección del estado actual de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá (RMCAB), así como una verificación del cumplimiento de los diferentes criterios técnicos del Manual de diseño de sistemas de vigilancia de la calidad del aire del Ministerio de Ambiente<sup>1</sup>.

De otra parte, se aborda un análisis histórico del monitoreo de contaminantes y meteorología en las estaciones de la RMCAB, así como un análisis de la cobertura de la red, con el fin de establecer y justificar futuras proyecciones en cuanto a ampliación o modernización.

<sup>1</sup> PROTOCOLO PARA EL MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AIRE. MANUAL DE DISEÑO DE SISTEMAS DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE. Adoptado mediante Resolución 650 de 2010. Modificado por la Resolución 2154 de 2010, del entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

Por último, se analiza el componente administrativo requerido para un adecuado funcionamiento de la RMCAB, en lo que concierne a recurso humano, recursos físicos, y todos los costos de funcionamiento e inversión que requiere la RMCAB.

Al final se presentan las conclusiones de la evaluación donde se describe el cumplimiento de las condiciones de la RMCAB en la actualidad y las acciones o recomendaciones para optimizar su diseño.

## **2. ANTECEDENTES**

### **2.1. MARCO LEGAL**

En esta sección, se presenta la normatividad relacionada con la gestión de calidad del aire, el monitoreo, así como el diseño y operación de sistemas de vigilancia de calidad del aire, los cuales deben tenerse presentes en las actividades que desarrolla la Secretaría Distrital de Ambiente.

Decreto 948 de 1995: Por el cual se reglamentan; parcialmente, la Ley 23 de 1973; los artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Decreto-Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.

Resolución 601 de 2006: Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.

Resolución 610 de 2010: Por la cual se modifica la Resolución 601 del 4 de abril de 2006


Resolución 650 de 2010: Por la cual se adopta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire

Resolución 2154 de 2010: Por la cual se ajusta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire adoptado a través de la Resolución 650 de 2010 y se adoptan otras disposiciones

Manual de Diseño de Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire del Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire adoptado mediante la Resolución 2154 de 2010  
Ver Manual

Manual de Operación de Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire del Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire adoptado mediante la Resolución 2154 de 2010  
Ver Manual

Resolución 2254 de 2017: Establece norma de calidad del aire, y deroga las Resoluciones 601 de 2006 y 610 de 2010.

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

Guías de Calidad del Aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre

### **3. OBJETIVOS DE LA RMCAB**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

La Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá (RMCAB) tiene como principal objetivo obtener información confiable sobre la concentración de los contaminantes de origen antropogénico y natural, y del comportamiento de las variables meteorológicas que regulan el transporte de estos en la atmósfera de Bogotá.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS DE LA RMCAB**

- Conocer los niveles de contaminación atmosférica en las diferentes zonas de la ciudad.
- Dar cumplimiento a lo estipulado en el Acuerdo 367 de 2009, donde la RMCAB pone a disposición del público los datos generados en las estaciones de monitoreo de calidad del aire.
- Evaluar el cumplimiento de los estándares de calidad del aire dados por la Resolución 2254 de 2017 de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Proveer información para evaluar la efectividad de las medidas implementadas.


#### **3.3. OBJETIVOS ESPECIFICOS DEL REDISEÑO DE LA RMCAB**

- Realizar el diagnóstico del estado actual de la RMCAB, en cuanto a su infraestructura, y criterios de diseño.
- Verificar el cumplimiento de los requerimientos técnicos establecidos en el Manual de diseño de Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire, del Protocolo para el Seguimiento y Monitoreo de la Calidad del Aire, para la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá RMCAB.
- Dar recomendaciones para la mejora y cumplimiento a los requisitos legales, técnicos y administrativos en el contexto de operación de la RMCAB.

#### **3.4. HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE (RMCAB).**

El monitoreo de calidad del aire en la ciudad de Bogotá inició a mediados de la década de los sesenta con la participación en el proyecto regional PANAIRES realizado entre 1967 a 1974, promovido por la Organización Panamericana de la Salud – OPS para realizar un seguimiento a los contaminantes en diferentes ciudades de Latinoamérica, y por el cual se instaló una red manual de cinco estaciones para la medición de material particulado, dióxido de azufre y otros contaminantes. La ubicación de las estaciones de este proyecto se presenta en la Figura 1.

En los años ochenta, la Secretaría de Salud de Bogotá, realizó la ejecución de programas tendientes a establecer la relación entre los niveles de contaminación del aire y los casos de

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

enfermedades respiratorias detectadas por el sistema de atención de salud de la población en Bogotá. Para ello, se planteó el desarrollo del “Sistema de Información sobre la Calidad del Aire – SICA”, con el fin de almacenar y reportar datos de concentraciones de Partículas en Suspensión, Anhídrido Sulfuroso y Dióxido de Nitrógeno entre otros contaminantes. Este diseño contaba con trece estaciones de monitoreo en toda la extensión de la zona urbana de esa época, como se aprecia en la Figura 2.

En 1990 la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (Japan International Cooperation Agency - JICA) llevó a cabo un estudio que incluyó el diagnóstico del estado de la calidad del aire, la meteorología, las fuentes contaminantes presentes en la ciudad, las condiciones socioeconómicas de la época y la ejecución de un modelo gaussiano, con el fin de establecer guías para el desarrollo de políticas de control de la contaminación del aire urbano, e incluyendo la transferencia de tecnología de monitoreo de contaminantes. El diseño de la red de monitoreo en este estudio constó de cinco estaciones, las cuales realizaban mediciones horarias de Dióxido de Azufre, Óxidos de Nitrógeno, Partículas Suspendidas Totales, Monóxido de Carbono, Hidrocarburos no Metálicos, Metano e Hidrocarburos Totales. Se midió paralelamente la distribución de tamaño del Material Particulado y el contenido de metales en el mismo. Las estaciones se localizaron como lo muestra la Figura 3.

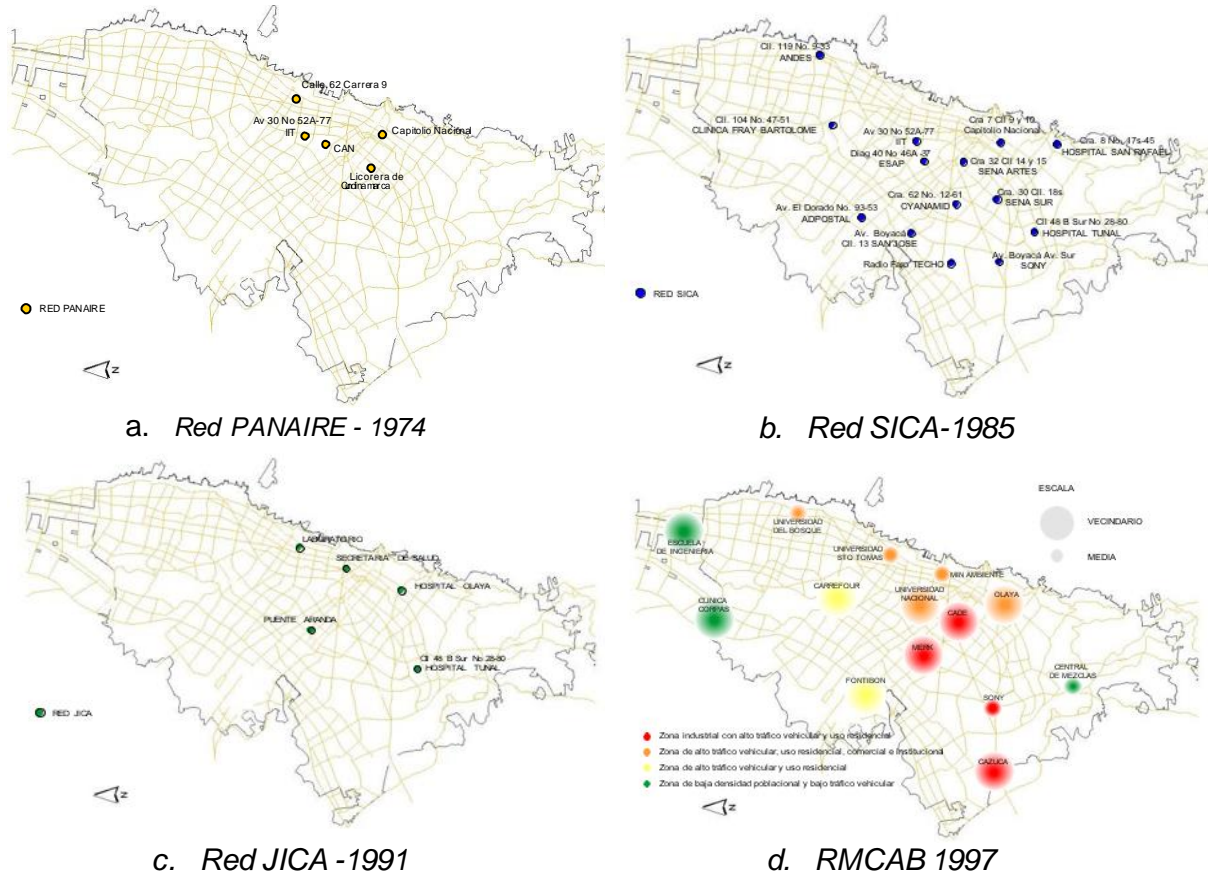
Todos estos trabajos previos sentaron las bases para que, a mediados de la década de los noventas, el Departamento Técnico Administrativo de Medio Ambiente – DAMA, pudiera diseñar, instalar y operar la actual Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá. El diseño original de la RMCAB se basó en el estudio denominado “Sistema de información para el mejoramiento de la calidad del aire en Santa Fe de Bogotá” elaborado por expertos de la Empresa Colombiana de Petróleos – ECOPETROL en 1995, el cual se basó en el trabajo realizado por JICA, e incluía recomendaciones sobre la modernización de la red de monitoreo y el complemento con un modelo de calidad del aire “Para predecir el comportamiento futuro de la calidad del aire, simular escenarios futuros introduciendo los posibles cambios en el desarrollo de la ciudad y realizar estudios de costo-beneficio”. Además se plantearon los objetivos de la red de monitoreo, tales como la obtención de datos para su comparación con la normatividad vigente y para la elaboración de estudios dosis-respuesta, medición de tendencias de contaminación y como aporte a la planificación urbana; y se propuso que el diseño de la red estaría conformado por cinco estaciones fijas y dos móviles, para monitorear Partículas Suspendidas Totales, Material Particulado menor a diez micras, Ozono, Óxidos de Nitrógeno y Monóxido de Carbono.

En este mismo año el DAMA realizó un contrato con una firma privada para la realización de un estudio de prefactibilidad de la implementación del Sistema de información para el Mejoramiento de la Calidad del Aire, y con base en este, realizó un concurso público de méritos en 1996 para “Contratar el diseño, suministro de equipos, montaje, puesta en marcha, operación y mantenimiento por un año de la red para el sistema de información sobre la calidad del aire de Santafé de Bogotá”. Este concurso fue adjudicado a la firma ELIOVAC, que, junto con el DAMA, elaboró el diseño de la primera RMCAB, la cual tenía el objetivo de establecer la línea base de los niveles de contaminación para la ejecución de planes y programas.

El diseño fue avalado por un consultor internacional, quien determinó que “la red propuesta

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

combina de una manera conveniente el uso de una escala de barrio que provee información para el modelaje de la dispersión de contaminantes, y una escala media, adecuada para la determinación de efectos en la salud pública y para la evaluación de la efectividad de las normas sobre calidad del aire” a través del monitoreo de tendencias de la contaminación del aire en la ciudad. De este modo, en agosto de 1997 la RMCAB entró en operación con doce estaciones; la ubicación inicial de estas estaciones se muestra en la Figura 4.




Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. Anexo 1. Revisión y Validación del Diseño de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire de Bogotá. Auditoría a la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá. 2002.

En la Tabla 1 se muestra la configuración y los sensores tanto de gases como de parámetros meteorológicos que poseía cada una de las doce estaciones de la red, de acuerdo con la tecnología de monitoreo con la cual se inició la red en el año 1997.

Tabla 1 Estaciones de la RMCAB en el año 1997 y parámetros medidos en cada estación.

PARÁMETRO	Universidad el Bosque	RCN DOAS	SONY MUSIC	Hospital Olaya	Universidad Nacional - IDEA	Engativá	Cazucá	Escuela de Ingeniería		Central de Mezclas	Universidad Santo Tomás	Universidad Juan N Corpas
Ubicación	Transversal 9 Bis No. 133-95	Calle 37 No. 13A - 39	Autopista Sur No. 61 - 40	Carrera 10 No. 01-59	Carrera 44 No. 45 - 67 Edificio Camilo Torres	Calle 64 No. 128 - 10	Calle 14 No. 0654 - Interlist LTDA	Autopista Norte Km. 14		Autopista al Llano con Calle 71 Sur	Carrera 9 No. 72 - 90	Avenida Corpas Km. 3
Analizador de partículas	X	X	X	X		X	X				X	X
Ozono		X	X	X	X		X					
SO <sub>2</sub>	X	X	X	X	X	X	X				X	X
NO <sub>x</sub>	X		X		X	X	X				X	X
NO <sub>2</sub>	X		X	X	X	X	X				X	X



	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1


*Fuente: ELIOVAC S.A. Informe Final operación y mantenimiento Sistema de Calidad del Aire de Santa Fe de Bogotá. Contrato 043 de 1996. 1998*

Dos años después del inicio de la operación de la RMCAB, en septiembre de 1999, se amplió la cobertura con dos estaciones más, para un total de catorce. Las nuevas estaciones se ubicaron en zonas industriales de alta contaminación en el centro occidente y noroccidente de la ciudad, en las localidades de Fontibón y Puente Aranda. En estas estaciones se monitorearon inicialmente los parámetros Material Particulado menor a diez micras, Dióxido de Azufre, Óxidos de Nitrógeno, Ozono y Monóxido de Carbono, Velocidad y Dirección del Viento, Temperatura Superficial y Precipitación. En diciembre de 1999 se suspendió la estación Engativá y en febrero de 2000 se trasladó a la Avenida Calle 80 No. 69Q – 50 donde permanece hasta hoy, conocida como la estación Las Ferias.

En junio de 2001 se complementaron las estaciones meteorológicas Central de Mezclas y Escuela de Ingeniería, con monitores de Material Particulado menor a diez micras, Óxidos de Nitrógeno e Hidrocarburos no metánicos y metano. En las estaciones Sony, CADE, Cazucá y Bosque se instalaron monitores de PST por primera vez en la RMCAB. En septiembre de 2001 se suspendió definitivamente la estación Olaya, por dificultades para el acceso del grupo de operación al sitio de monitoreo y no fue reemplazada.

En marzo de 2002 la estación ubicada en Universidad Nacional se desmontó por remodelación del edificio donde se encontraba, y se instaló nuevamente en enero de 2003 en los predios del Instituto Distrital de Recreación y Deporte IDR, donde se encuentra hasta la fecha (nombrada Centro de Alto Rendimiento).

Durante el 2002 la RMCAB fue sometida a una auditoría externa realizada por expertos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), junto con expertos de Chile y México, el diseño de la RMCAB fue evaluado y se recomendó reubicar la estación

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

Central de Mezclas en un sitio de mejor representatividad de la exposición de la población (como la zona aledaña al parque el Tunal), mejorar las condiciones de exposición de la estación Sony para que tenga una escala de monitoreo vecindario, ubicar estaciones nuevas, fijas o móviles, que representen el impacto de los contaminantes sobre la población de las localidades de mayor densidad poblacional como Tunjuelito y Rafael Uribe, San Cristóbal, y algunas zonas de Engativá y ubicar una estación de monitoreo meteorológico en la zona de Usme y San Cristóbal, entre otras recomendaciones.

Esas recomendaciones han sido acogidas en gran parte, con acciones como la desinstalación en septiembre de 2002 de la estación Central de Mezclas debido a que la base de la estación se encontraba susceptible a derrumbarse por los volúmenes de precipitación en la zona durante la temporada de invierno de dicho año, ya que estaba ubicada muy cerca de las cárcavas dejadas por las canteras de la zona.


En octubre de 2005 se instaló una nueva estación en la zona del parque el Tunal, la cual se encuentra operando en la actualidad. Otro suceso notable ocurrió en noviembre de 2004 cuando se retiró la estación CADE - Energía, por la demolición del edificio donde estaba instalada.

Acogiendo nuevamente recomendaciones de la referida auditoría, se instaló en octubre de 2005 una nueva estación en la localidad de Kennedy, en el parque distrital Cayetano Cañizares, zona de alta densidad poblacional, la cual permanece en la actualidad. Se instalaron además en esa fecha estaciones meteorológicas en Usme y Vitelma en la zona sur oriental de la Ciudad, las cuales contaban con sistema fotovoltaico para suministro de energía; y se complementaron los equipos de la estación Centro de Alto Rendimiento con una estación radiométrica completa para medir la radiación solar global, directa, difusa y ultravioleta.

En diciembre de 2007 se adquirió una unidad móvil de monitoreo ambiental con recursos suministrados por el Banco Mundial, y en el año 2008 se realizó la modernización del software, de los equipos datalogger para el almacenamiento de datos y la adquisición de nuevos equipos analizadores de gases y material particulado para todas las estaciones.

En el año 2011 se instaló la estación Bolivia con el fin de tener datos meteorológicos del noroccidente de Bogotá. En este mismo año se trasladó la estación Suba dentro de las instalaciones de la clínica Juan N. Corpas, con el fin de mejorar las condiciones de medición de la estación. En el año 2013 se adquirieron monitores de PM10 y PM2.5, para las estaciones de Suba, Guaymaral y Ministerio de Ambiente, y en este mismo año, se retiran de operación las estaciones meteorológicas de Vitelma y Usme, debido a inconvenientes con el sistema fotovoltaico y de generación de energía, así como por la ocurrencia de hurtos a las estaciones.

Se adquiere un monitor de partículas PM2.5 para la estación Carvajal-Sevillana en el año 2014, y en Julio de este año se desmantela la estación Fontibón, dado que la empresa en la que se ubicaba (Hilanderías Fontibón) fue cerrada por cese de actividades. Finalmente, en el año 2016 se completa la cobertura de medición de PM2.5 con la instalación del monitor en la estación Puente Aranda.

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

En la segunda mitad de 2018 se integró a la RMCAB la estación Móvil ubicada en el Parque Los Hippies en la Carrera 7 con calle 60, y en el mes de diciembre del mismo año, entró en operación una nueva estación en la localidad de Fontibón localizada en el CAMI Boston de la Subred Sur Occidente de Servicios de Salud. Para este momento la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá-RMCAB contaba con catorce estaciones de monitoreo automáticas (12 fijas, 1 meteorológica y 1 móvil).


Durante la vigencia 2018 se realizó la modernización y actualización del software ENVISTA ARM, ENVISTA WEB, ENVIDAS y Datalogger, modernización de equipos analizadores de Material Particulado, Gases, Calibradores y sensores meteorológicos en algunas estaciones de la RMCAB, así como la adquisición e instalación de cinco equipos Aethalometros para el monitoreo automático de Black Carbon Y Brown Carbon, esto se realizó en conjunto con el grupo de Sistema de Alertas Tempranas de Bogotá –SATAB.

Para 2019, la RMCAB entró en un proceso de modernización y ampliación, en el que se adquirieron equipos nuevos como analizadores de gases y monitores de partículas, con el fin de reemplazar equipos antiguos y dotar el monitoreo de todos los contaminantes criterio en las estaciones existentes, y por otro lado, se adquirieron cinco (5) nuevas estaciones con el fin de mejorar la cobertura espacial de la RMCAB, las cuales fueron instaladas en El Humedal Tibanica en Bosa, Parque El Jazmín en Puente Aranda, Colegio Paulo Freire de Usme, Colegio CEDID de Ciudad Bolívar y en la Escuela de Posgrados de Policía ESPOL en el sector la Colina de la localidad de Suba. Estas estaciones entraron en operación en el segundo semestre de 2020.

Adicional a lo anterior, el IDEAM entregó bajo figura de comodato una estación móvil de monitoreo de calidad del aire, la cual fue adecuada físicamente y dotada de equipos para iniciar operación en el primer semestre de 2021.

De esta manera la RMCAB para el año 2021, alcanzó un total de veinte (20) estaciones de monitoreo, que garantizan una amplia cobertura en el área urbana de Bogotá D.C., jurisdicción de la Secretaría Distrital de Ambiente SDA.

Actualmente todas las estaciones de la RMCAB cuentan con los equipos que permiten el monitoreo permanente de los contaminantes criterio, material particulado (PM10, PM2.5), gases (O3, NOx, SO2, CO), y variables meteorológicas (precipitación, temperatura, humedad relativa, presión atmosférica, radiación solar, velocidad y dirección del viento). El monitoreo continuo de las variables mencionadas anteriormente, permiten comunicar a la ciudadanía la concentración de contaminantes y la calidad del aire a la que están expuestos. Para esto la SDA ha dispuesto herramientas vía web que permiten a los usuarios consultar en tiempo real y descargar los históricos de los parámetros medidos por la RMCAB a través de la página web <http://rmcab.ambientebogota.gov.co>; este enlace contiene el mapa de las estaciones de monitoreo activas con los datos en tiempo real, así mismo contienen los formularios que permiten la descarga de históricos y adicionalmente consulta de los informes mensuales, trimestrales y anuales que la RMCAB realiza para analizar la concentración de contaminantes y divulgar a la comunidad dichos resultados.

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1


De otra parte como un esfuerzo de la SDA para integrar toda la información disponible en torno a calidad del aire, se ha creado el portal de calidad del aire <http://www.ambientebogota.gov.co/calidad-del-aire> que contiene además del enlace citado en el párrafo anterior, lo relacionado con información en tiempo real para la ciudadanía, del estado de la calidad del aire empleando el Índice Bogotano de Calidad del Aire -IBOCA-, esta información se encuentra expresada en mapas que permiten establecer la calidad del aire en cada una de las Unidad de Planeamiento Zonal (UPZ) del casco urbano de la ciudad de Bogotá. Estos mapas son creados a partir de los datos de monitoreo de la RMCAB empleando para ello métodos estadísticos de interpolación espacial; Información de pronóstico de calidad del aire, a través de la cual, los ciudadanos pueden ver a qué condiciones de calidad del aire estarán expuestos al día siguiente, lo que permite tomar medidas voluntarias de movilidad y salud, que se encuentran expresadas en el enlace específico; e información de inventarios de emisiones.

Actualmente la RMCAB hace parte del Laboratorio Ambiental, creado mediante Resolución SDA 03516 del 7 de noviembre de 2018.

En materia de acreditación, mediante Resolución No. 0676 de 09 de julio de 2019, la cual resolvió el recurso de reposición interpuesto contra la Resolución No. 0299 de 21 de marzo de 2019, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, otorgó la acreditación para producir información cuantitativa física y química para los estudios o análisis ambientales requeridos por las Autoridades Ambientales competentes y de carácter oficial, relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, al **LABORATORIO AMBIENTAL DE LA SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE DE BOGOTÁ**, identificada con NIT 899.999.061-9, con domicilio en la Avenida Caracas No. 54-38, de la Ciudad de Bogotá D.C., bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 “Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración”, versión 2005, por un periodo de 4 años, hasta el 24 de julio de 2023.

En materia de calidad del aire, la acreditación da alcance a los siguientes variables y métodos, empleados en las estaciones de la RMCAB, sin incluir las estaciones nuevas instaladas a partir de 2019:

- **Determinación Directa en Campo de Monóxido de Carbono (CO):** U.S. EPA CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 50, Apéndice C. Método de Referencia Automático: **RFCA-0981-054.**
- **Determinación Directa en Campo de Monóxido de Carbono (CO):** U.S. EPA CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 50, Apéndice C. Método de Referencia Automático: **RFCA-1093-093.**
- **Determinación Directa en Campo de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>):** U.S. EPA CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 50, Apéndice A-1. Método Equivalente Automático: **EQSA-0486-060.**
- **Determinación Directa en Campo de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>):** U.S. EPA CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 50, Apéndice A-1. Método Equivalente Automático: **EQSA-0495-100.**
- **Determinación Directa en Campo de Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>):** U.S. EPA CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 50, Apéndice F. Método de Referencia Automático:

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

#### **RFNA-1194-099.**

- **Determinación Directa en Campo de Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>):** U.S. EPA CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 50, Apéndice F. Método de Referencia Automático: **RFNA-1289-074.**
- **Determinación Directa en Campo de Ozono en la Atmósfera (O<sub>3</sub>):** U.S. EPA CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 50, Apéndice D. Método Equivalente Automático: **EQOA-0992-087.**
- **Determinación Directa en Campo de PM<sub>10</sub>:** U.S. EPA CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 50, Apéndice J. Método Equivalente Automático: **EQPM-0798-122.**
- **Determinación Directa en Campo de PM<sub>2,5</sub>:** U.S. EPA CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 50, Apéndice L. Método Equivalente Automático: **EQPM-0308-170**
- **Determinación Directa en Campo de PM<sub>2,5</sub>:** U.S. EPA CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 50, Apéndice L. Método Equivalente Automático: **EQPM-0715-266.**
- **Determinación Directa en Campo de PM<sub>2,5</sub>:** U.S. EPA CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 50, Apéndice L. Método Equivalente Automático: **EQPM-0609-183.**


#### **Estaciones RMCAB**

1. Carvajal: CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>
2. Kennedy: CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>
3. Las Ferias: CO, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>
4. Puente Aranda: CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>
5. Unidad Móvil: CO, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>
6. Tunal: CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>
7. Centro de Alto rendimiento: CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>
8. Guaymaral: NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>
9. Usaqué: CO, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>
10. Suba-Corpas: SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>
11. Minambiente: O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>
12. San Cristóbal: O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>

#### **4. METODOLOGIA**

Para el rediseño de la RMCAB se parte del análisis de línea base correspondiente a la información disponible y de la inspección de las estaciones de monitoreo existentes, se revisaron las condiciones de macro y micro localización.

Con esa información se llevó a cabo el diagnóstico de las estaciones, verificación de la infraestructura y diseño actual del SVCA para la ciudad, de acuerdo a los criterios del Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento a la Calidad del Aire, así como la caracterización del comportamiento de los contaminantes. A partir de este punto, se establecen las conclusiones y recomendaciones para la infraestructura y diseño actual de la RMCAB.

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

Actividades para realizar el re-diseño:

- Levantamiento de información documental y en campo, relacionada con las estaciones de monitoreo de la RMCAB.
- Verificar técnicamente la ubicación de cada una de las estaciones teniendo en cuenta condiciones de seguridad de los equipos, condiciones de logística, como electricidad y fácil acceso a los operadores, equipos, repuestos, y exposición de los toma muestras.
- Validar los criterios de micro y macro-localización de las estaciones de la RMCAB.
- Verificar la cobertura espacial actual de las estaciones de la RMCAB.
- Analizar el número de estaciones, en función de la población que habita en el área de estudio y las situaciones de interés que se presenten en ella.
- Análisis de datos históricos de contaminantes y meteorología.
- Determinar los costos necesarios para la modernización, operación y mantenimiento de la RMCAB.
- Dar las conclusiones y recomendaciones a que haya lugar, conforme el desarrollo de los objetivos propuestos.

## 5. DIAGNOSTICO Y ESTADO ACTUAL ESTACIONES RMCAB

Para realizar el diagnóstico y estado actual de la RMCAB, se verificaron aspectos como localización, infraestructura, equipos de monitoreo, escala de monitoreo, tipo de estación y clasificación, fuentes de emisión cercanas, condiciones de acceso, infraestructura de servicios públicos, vigilancia, entre otros.


La RMCAB cuenta con veinte (20) estaciones fijas, a pesar de que se cuenta con una estación móvil, la cual está integrada a la red como una estación fija de monitoreo, así mismo, ocurre con la estación móvil recientemente localizada en Fontibón.

### 5.1. LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES DE LA RMCAB

A continuación, se presenta un resumen de las características más relevantes en cuanto a la localización de las estaciones de la RMCAB:

*Tabla 2 Características de las estaciones de monitoreo y parámetros medidos 2021*

Estación	Características									
	Sigla	Latitud	Longitud	Altitud (m)	Altura (m)	Localidad	Escala	Tipo de zona	Tipo de estación	Dirección
<b>Bolivia</b>	BOL	4°44'9.12" N	74°7'33.18" W	2574	0	Engativá	Vecindario	Suburbana	De fondo	Av enida Calle 80 # 121-98
<b>Bosa</b>	BOS	4°36'20.2" N	74°12'14.6" W	2546	0	Bosa	Vecindario	Urbana	De fondo	Diagonal 73 F Sur # 78 -

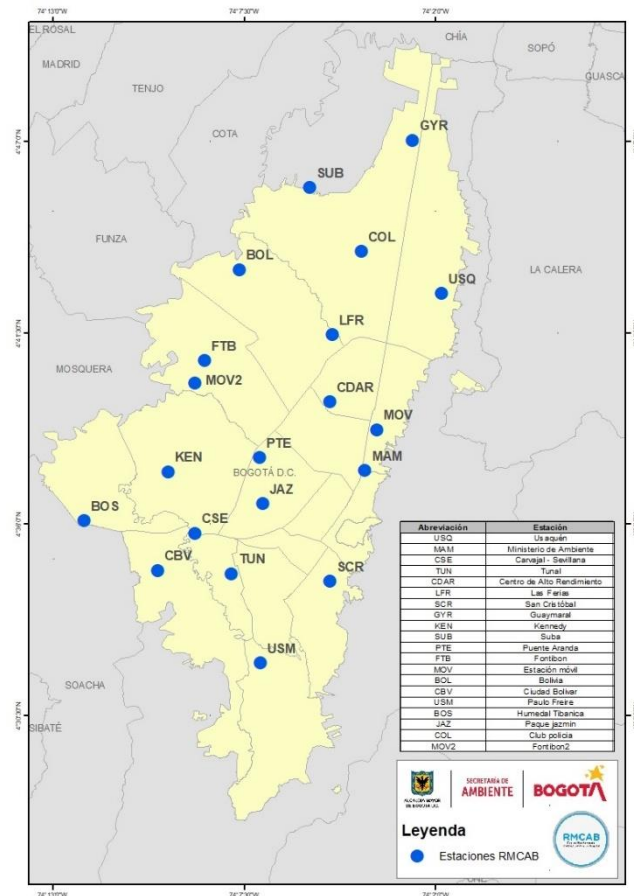
	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

Estación	Características									
	Sigla	Latitud	Longitud	Altitud (m)	Altura (m)	Localidad	Escala	Tipo de zona	Tipo de estación	Dirección
										44
Carvajal-Sevillana	CSE	4°35'44.22"N	74°8'54.90"W	2563	3	Kennedy	Vecindario	Urbana	Tráfico / Industrial	Autopista Sur # 63-40
Centro de Alto Rendimiento	CDA R	4°39'30.48"N	74°5'2.28"W	2577	0	Barrios Unidos	Vecindario	Urbana	De fondo	Calle 63 # 59A-06
Ciudad Bolívar	CBV	4°34'40.1"N	74°09'58.6"W	2661	0	Ciudad Bolívar	Vecindario	Urbana	Residencial	Calle 70 Sur # 56 - 11
Colina	COL	4°44'14.1"N	74°04'10.0"W	2555	0	Suba	Vecindario	Urbana	Residencial	Av. Boyacá # 142 A - 55
Fontibón	FTB	4°40'41.67"N	74°8'37.75"W	2551	11	Fontibón	Vecindario	Urbana	De tráfico	Carrera 104 # 20 C - 31
Guaymaral	GYR	4°47'1.52"N	74°2'39.06"W	2580	0	Suba	Vecindario	Suburbana	De fondo	Autopista Norte # 205-59
Jazmín	JAZ	4°36'30.6"N	74°06'53.8"W	2559	0	Puente Aranda	Vecindario	Urbana	Residencial	Calle 1 G # 41 A 39
Kennedy	KEN	4°37'30.18"N	74°9'40.80"W	2580	3	Kennedy	Vecindario	Urbana	De tráfico	Carrera 80 # 40-55 sur
Las Ferias	LFR	4°41'26.52"N	74°4'56.94"W	2552	0	Engativá	Vecindario	Urbana	De tráfico	Avenida Calle 80 # 69Q-50
MinAmbiente	MA M	4°37'31.75"N	74°4'1.13"W	2621	15	Santa Fe	Vecindario	Urbana	De tráfico	Calle 37 # 8-40
Móvil 7ma	MO V	4°38'32.75"N	74°5'2.28"W	2583	0	Chapinero	Vecindario	Urbana	De tráfico	Carrera 7 con calle 60
Móvil Fontibón	MO V2	4°40'03.7"N	74°08'55.9"W		0	Fontibón	Vecindario	Urbana	Tráfico/ Industrial	Carrera 98 # 16B - 50
Puente Aranda	PTE	4°37'54.36"N	74°7'2.94"W	2590	10	Puente Aranda	Vecindario	Urbana	Industrial	Calle 10 # 65-28
San Cristóbal	SCR	4°34'21.19"N	74°5'1.73"W	2688	0	San Cristóbal	Vecindario	Urbana	De fondo	Carrera 2 Este # 12-78 sur
Suba	SUB	4°45'40.49"N	74°5'36.46"W	2571	6	Suba	Vecindario	Suburbana	De fondo	Carrera 111 # 159A-61
Tunal	TUN	4°34'34.41"N	74°7'51.44"W	2589	0	Tunjuelito	Vecindario	Urbana	De fondo	Carrera 24 # 49-86 sur
Usaquén	USQ	4°42'37.26"N	74°1'49.50"W	2570	10	Usaquén	Vecindario	Urbana	De fondo	Carrera 7B Bis # 132-11
Usme	US M	4°31'55.4"N	74°07'01.7"W	2593	0	Usme	Vecindario	Urbana	Residencial	Carrera 11 # 65 D 50 Sur

Fuente. RMCAB

En el mapa de la figura 5, se observan todas las 20 estaciones que actualmente se encuentran operando y están integradas a la RMCAB.

Figura 5 Ubicación de las estaciones de monitoreo de la RMCAB 2021.




Fuente: RMCAB

Como se observa, las estaciones se encuentran distribuidas espacialmente a lo largo y ancho del perímetro urbano de Bogotá D.C., dando cobertura espacial a toda la ciudad, e inclusive en áreas suburbanas como es el caso de las estaciones Suba, Bolivia y Guaymaral; y con influencia en municipios aledaños como Soacha en el caso de la estación “Bosa”. Sin embargo, y como se analiza más adelante, la cobertura de la RMCAB como un Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire avanzado tiene en cuenta a su vez otros aspectos.

## 5.2. CONDICIONES GENERALES Y ESPECÍFICAS ESTACIONES RMCAB

A partir de la información disponible en la RMCAB, y de las visitas rutinarias del personal profesional en campo a las estaciones de monitoreo, se consolidó un resumen de las condiciones relacionadas con clasificación de las estaciones, escala, localización, obstáculos cercanos, fuentes de emisión cercanos, seguridad, facilidad de servicios como internet y electricidad, y la accesibilidad a cada estación. El resumen se presenta para cada estación, de la siguiente manera:



	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

## ESTACION BOLIVIA



Localidad	Engativá
Dirección	Avenida Calle 80 # 121-98
Escala	Vecindario
Tipo de zona	Sub Urbana
Tipo de estación	De fondo

Ubicada a nivel de suelo en predios de la PTAR El Salitre, la cual se encuentra en obras de ampliación. Antes medía solo meteorología, y en 2020 fue renovada y adecuada para monitoreo de contaminantes criterio.

**Obstáculos cercanos:** La estación no tiene edificaciones de altura en su perímetro cercano, la edificación más cercana está a 12 metros de distancia, sin embargo, no supera la altura de la estación. Hay algunos árboles cercanos a menos de 10 metros, sin embargo, su altura no es considerable. Se debe realizar poda periódica de la vegetación adyacente.


**Fuentes de emisión cercanas:** Mientras duren las obras de ampliación de la PTAR Fase II, se presenta resuspensión de material particulado. De otra parte, la PTAR potencialmente emana sustancias generadoras de olores ofensivos como el Metano y el Sulfuro de Hidrógeno. A 10 metros se observa una zona de parqueo de la PTAR. De otro lado, a 85 metros se encuentra la vía que conecta Lisboa con la Calle 80.



**Seguridad:** La estación cuenta con cerramiento en malla y candado, y se encuentra a pocos metros de la portería de la PTAR, en donde hay servicio de vigilancia. El predio no es abierto al público.

**Servicios públicos:** El suministro de energía proviene de la red interna de la PTAR, a cargo de la EAAB. En cuanto a conectividad, la estación cuenta con servicio de internet por fibra óptica.

**Accesibilidad:** El acceso a la estación es fácil. Para el ingreso al predio, se deben cumplir requisitos de Seguridad y Salud en el Trabajo, estar al día en el pago de seguridad social y solicitar previa autorización vía correo electrónico.

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

## ESTACION BOSA



Localidad	Bosa
Dirección	Diagonal 73 F Sur # 78 - 44
Escala	Vecindario
Tipo de zona	Urbana
Tipo de estación	De fondo

La estación se ubica en zona de Recuperación Ambiental del Parque Ecológico Distrital Humedal Tibanica, y es compatible con los usos establecidos en el Plan de Manejo Ambiental del Humedal. Fue instalada entre 2019 y 2020. Los predios son propiedad del EAAB y administrados por la Subdirección de Ecosistemas y Ruralidad de la SDA.

**Obstáculos cercanos:** La edificación más cercana a la estación, es la casa de vigilancia del Humedal de 7 metros de altura, a unos 50 metros de la estación, y a 72 metros tanto en dirección norte como oriente, se encuentran viviendas. En dirección hacia el humedal es zona verde, con algunas especies vegetales nativas e invasoras, de bajo porte, los cuales no representan un obstáculo. No hay árboles de gran tamaño en un radio de unos 150 metros de la estación.


**Fuentes de emisión cercanas:** Cabe destacar que, en temporada seca, se pueden presentar incendios al interior del humedal, por la fácil combustión de especies de juncos y pastos. No hay fuentes de emisión cercanas. Si bien hay varias vías en los barrios aledaños, la vía más cercana de tráfico considerable es la Avenida Terreros a unos 440 metros de distancia. La Diagonal 73 G Sur se encuentra a 75 metros, la cual es una vía de muy bajo flujo.



**Seguridad:** La estación cuenta con cerramiento en malla y candado, y se encuentra a pocos metros de casa de vigilancia del Humedal. El predio no es abierto al público, no obstante, por su dimensión, en ocasiones ingresan ilegalmente habitantes de calle, entre otros.

**Servicios públicos:** El suministro de energía proviene de la red de Codensa, a través de acometida subterránea, y una cuenta cuya factura se paga mensualmente. En cuanto a conectividad, la estación cuenta con servicio de internet por fibra óptica.

**Accesibilidad:** El acceso a la estación es fácil. Los vigilantes dan vía libre, al personal debidamente identificado de la RMCAB - SDA.

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

## ESTACION CARVAJAL



Localidad	Kennedy
Dirección	Autopista Sur # 63-40
Escala	Vecindario
Tipo de zona	Urbana
Tipo de estación	Tráfico - Industrial

Ubicada en una azotea sobre el primer piso del Centro de Distribución de la empresa multinacional ABInBev Bavaria, en el sector de la Sevillana, sobre la Autopista Sur.

**Obstáculos cercanos:** Se puede apreciar parte de la edificación (bodegas) que sobresalen por encima del nivel de la azotea (altura de aproximadamente 7 metros), a unos 20 metros desde donde se encuentra la estación. Hay un par de árboles en la zona verde cerca de la escalera de acceso a la azotea, uno a 18 metros y otro aproximadamente a 26 metros de la estación.


**Fuentes de emisión cercanas:** En un radio de 200 metros a la redonda de la estación, tenemos varias industrias, como Azul K, Croydon, Procesadora de Oleaginosas, Frigorífico Guadalupe, y una estación de servicio. La estación se encuentra a unos 48 metros en línea recta, de la Autopista Sur, vía que se caracteriza por su alto flujo vehicular tanto de vehículos de carga y pasajeros, como particulares, y los embotellamientos que son frecuentes.



**Seguridad:** Las instalaciones del Centro de Distribución de Bavaria cuentan con vigilancia permanente, y ningún personal sin autorización tiene acceso al techo donde se ubica la estación.

**Servicios públicos:** El suministro de energía proviene de la red interna del Centro de Distribución y es asumido por Bavaria. En cuanto a conectividad, la estación cuenta con servicio de internet por fibra óptica.

**Accesibilidad:** El acceso a la estación se hace por ascenso en escalera externa, y un trayecto corto en la terraza. Se deben cumplir todos los requisitos de Seguridad y Salud en el Trabajo, Trabajo en alturas, exigidos por Bavaria, y solicitar previa autorización por correo electrónico, lo cual ha representado constantemente dificultades en el acceso, debido a los exigentes y cambiantes requisitos

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

solicitados.

### ESTACION CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO



Localidad	Barrios Unidos
Dirección	
Escala	Vecindario
Tipo de zona	Urbana
Tipo de estación	De fondo

La estación se encuentra dentro de los predios del Centro de Alto Rendimiento, que se caracteriza por tener amplias zonas verdes (grama, canchas, escenarios deportivos).

**Obstáculos cercanos:** Al lado de la estación menos de 5 metros, se encuentra una cerca viva de algunos árboles de porte medio, los cuales deben podarse periódicamente para evitar interferencia con los sensores y toma muestras. No hay edificaciones en un radio de 90 metros de la estación.

**Fuentes de emisión cercanas:** No hay fuentes de emisión cercanas a la estación. La calle 63 vía principal más cercana, se encuentra a 350 metros en línea recta.




**Seguridad:** El Centro de Alto Rendimiento cuenta con buena seguridad. El personal que ingresa a realizar prácticas deportivas, no ha presentado inconvenientes con la presencia de la estación, ya que la misma, se encuentra en un lugar apartado.

**Servicios públicos:** El suministro de energía proviene de la red interna del Centro de Alto Rendimiento y es asumido por el Ministerio del Deporte entidad titular del predio. En cuanto a conectividad, la estación cuenta con servicio de internet por fibra óptica.

**Accesibilidad:** Para el ingreso al predio, se deben cumplir requisitos de Seguridad y Salud en el Trabajo, estar al día en el pago de seguridad social y solicitar previa autorización vía correo electrónico.

### ESTACION CIUDAD BOLÍVAR

Localidad	Ciudad Bolívar
Dirección	Calle 70 Sur # 56 - 11

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1



Escala	Vecindario
Tipo de zona	Urbana
Tipo de estación	Residencial

La estación se encuentra dentro del predio del Colegio CEDID IED de la Secretaría de Educación del Distrito. La estación se instaló en el primer semestre de 2020.

**Obstáculos cercanos:** La estación se encuentra cerca de árboles que a medida que crecen es necesario podar periódicamente para evitar interferencia con los sensores y toma muestras, el árbol más cercano está a 2,5 metros y con una altura de aproximadamente 5 metros, y a 25 metros hay otros árboles de una altura mayor. A 14 metros de la estación, se encuentra parte de la edificación del colegio, con una altura de aproximadamente 8 metros. De otra parte, a pocos metros de la estación, hay una zona de parqueo del Colegio.

**Fuentes de emisión cercanas:** En el sector predomina el uso residencial. Dentro de las instalaciones del Colegio, se alza un ducto de salida que está a unos 30 metros de la estación. Las vías que circundan el Colegio, son secundarias, la Tv 60 está a 48 metros y la Dg 70 a 55 metros.




**Seguridad:** La estación cuenta con cerramiento en malla y candado, así mismo, el Colegio CEDID cuenta con vigilancia privada, y es un predio cerrado.

**Servicios públicos:** El suministro de energía proviene de la red de Codensa, y se tiene una cuenta activa cuya factura se paga mensualmente. En cuanto a conectividad, la estación cuenta con servicio de internet por fibra óptica.

**Accesibilidad:** Para el ingreso al predio del Colegio, se deben cumplir requisitos de Seguridad y Salud en el Trabajo, estar al día en el pago de seguridad social y solicitar previa autorización vía correo electrónico.

<b>ESTACION COLINA</b>	
	Localidad      Suba

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1



Dirección	Avenida Boyacá No 142 A-55
Escala	Vecindario
Tipo de zona	Urbana
Tipo de estación	De fondo
<p>La estación se encuentra dentro del complejo administrado por la Escuela de Posgrados de Policía ESPOL, y se caracteriza por tener amplias zonas verdes, y vigilancia estricta.</p>	

**Obstáculos cercanos:** La estación se encuentra cerca de árboles que a medida que crecen es necesario podar periódicamente para evitar interferencia con los sensores y toma muestras. Hay 2 árboles que se encuentran a 5,5 metros de distancia, estos tienen una altura considerable. Otros árboles, se encuentran a más de 10 metros. En cuanto a edificaciones, la más cercana es un colegio en predio vecino, a 37 metros de distancia, sin embargo, la altura es inferior a 6 metros. A 115 metros hay unas torres de apartamentos de aproximadamente 25 metros de altura.


**Fuentes de emisión cercanas:** En el sector predomina el uso institucional residencial y no hay fuentes de emisión cercanas. La Avenida Boyacá que es una vía principal y de alto tráfico, se encuentra a 340 metros de distancia.



**Seguridad:** La estación cuenta con cerramiento en malla y candado, así mismo, en los predios de la Policía Nacional la vigilancia y seguridad son estrictas.

**Servicios públicos:** El suministro de energía proviene de la red interna de la Escuela, y se está en proceso de formalizar el pago mediante cuenta de cobro a la SDA por parte de la Policía. En cuanto a conectividad, la estación cuenta con servicio de internet por fibra óptica.

**Accesibilidad:** Para el ingreso al predio del Colegio, se debe solicitar autorización mediante correo electrónico, por lo menos con un día de antelación.

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

## ESTACION FERIAS



Localidad	Engativá
Dirección	Avenida Calle 80 # 69Q-50
Escala	Vecindario
Tipo de zona	Urbana
Tipo de estación	De tráfico

La estación se encuentra dentro de los predios del Almacén Jumbo de la Calle 80 en el sector de Las Ferias, en un área verde en el costado oriental del predio. El área es reserva vial, no obstante, no se ha dado ningún proyecto para construcción de vía.

**Obstáculos cercanos:** La estación se encuentra cerca de árboles que a medida que crecen es necesario podar periódicamente para evitar interferencia con los sensores y toma muestras, el árbol más cercano está a 4 metros y el siguiente a 8 metros (estos son árboles de bajo porte), en total hay 6 árboles en un radio de 20 metros. La edificación del Almacén Jumbo está a 50 metros de la estación, y tiene unos 11 metros de altura.


**Fuentes de emisión cercanas:** Es de resaltar que, a 10 metros de la estación, se encuentra un predio que ha venido siendo utilizado como parqueadero público. Y a 30 metros se encuentra una estación de servicio. La Avenida calle 80 que es una vía principal, se encuentra a 145 metros de distancia. Y la Carrera 70 está a 63 metros.



**Seguridad:** La estación cuenta con cerramiento en malla y candado, el predio de Jumbo cuenta con seguridad privada, y la entrada es libre al público, sin embargo, el sitio donde se encuentra la estación, no es frecuentado por los clientes del almacén.

**Servicios públicos:** El suministro de energía proviene de la red interna de Jumbo, y se está estudiando la posibilidad de que se haga el cobro a la SDA. En cuanto a conectividad, la estación cuenta con servicio de internet por fibra óptica.

**Accesibilidad:** El ingreso a la estación es libre, en los horarios en que está abierto el Almacén Jumbo, el cual abre de domingo a domingo.

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

## ESTACION FONTIBON

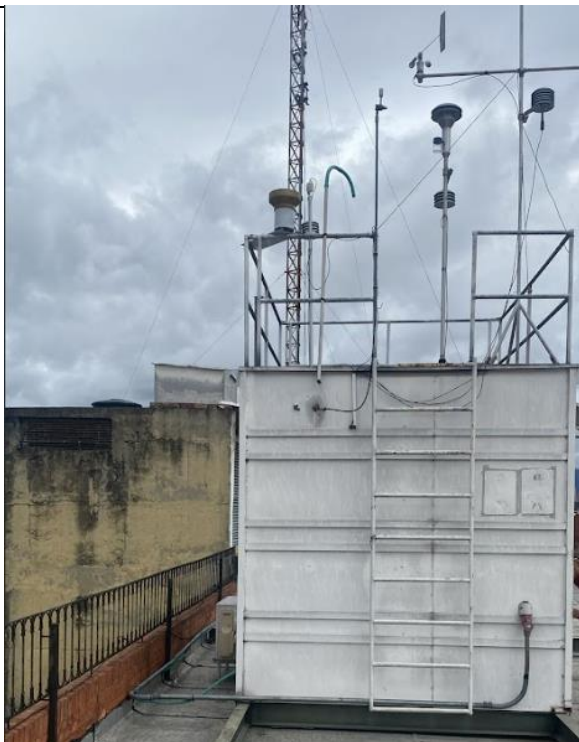


Localidad	Fontibón
Dirección	Carrera 104 No. 20C - 31
Escala	Vecindario
Tipo de zona	Urbana
Tipo de estación	De tráfico

La estación se encuentra en la azotea sobre un cuarto piso, de la sede de la Unidad de Servicios de Salud "Boston", perteneciente a la Subred Sur Occidente. El sector se caracteriza por ser residencial y comercial.

**Obstáculos cercanos:** La estación se encuentra en una zona densamente construida, donde la altura de edificaciones varía entre 2 y 4 pisos, no obstante, al estar ubicada en una azotea en un edificio de los más altos del sector no presenta obstáculos cercanos, el edificio más alto se encuentra a 170 metros, el tema a revisar es la altura como tal, en la que se ubica la estación, ya que los los tomamuestras estarían a aproximadamente a 17 metros de altura. Recientemente se está construyendo un edificio a pocos metros de la estación, se desconoce la altura final.

**Fuentes de emisión cercanos:** La estación se encuentra a 95 metros de la Calle 22 y a 320 metros de la Carrera 100, que son las principales vías en la zona. En la azotea cerca a la estación, se encuentra un ducto de salida de un generador eléctrico.




**Seguridad:** La estación se encuentra aislada en la azotea del edificio de la USS Boston, sin embargo, no tiene cerramiento. El edificio cuenta con vigilancia privada, y se tiene prohibido el paso de personal no autorizado al área de la estación.

**Servicios públicos:** El suministro de energía proviene de la red interna de la USS y se tiene Convenio bajo el cual se ampara el cobro por concepto de electricidad a la SDA. En cuanto a conectividad, la estación cuenta con servicio de internet por fibra óptica.

**Accesibilidad:** El ingreso a la estación, está autorizado para el personal debidamente identificado con Carnet de la SDA, sin embargo, debido a la Pandemia por COVID – 19, el ingreso depende del cumplimiento de los requisitos de Seguridad y Salud en el Trabajo, en especial la prevención del riesgo de bioseguridad, previa autorización mediante correo electrónico.



	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

## ESTACION GUAYMARAL



Localidad	Suba
Dirección	Carrera 104 No. 20C - 31
Escala	Vecindario
Tipo de zona	Sub Urbana
Tipo de estación	De fondo

La estación se encuentra dentro del Campus Universitario de la Escuela Colombiana de Ingeniería “Julio Garavito”, institución que actualmente tiene contrato para arrendar a la SDA el espacio para la estación. El entorno se caracteriza por áreas verdes y pocas edificaciones, en un sector institucional y de servicios.

**Obstáculos cercanos:** La estación se encuentra en un área al costado norte del predio, en donde hay presencia de unos pocos árboles, en especial hay un árbol contiguo a 3 metros de la estación, el cual ha alcanzado una altura por encima de la estación y debe controlarse bien sea mediante poda o tala. La edificación más cercana se encuentra a 12 metros de distancia, e históricamente había sido de una planta, con una altura aproximada de 4 metros, no obstante, en 2020 se inició un proceso de demolición para construir una nueva edificación la cual tiene una altura de hasta 9 metros. Hacia el oriente de la estación, se encuentra un edificio de aulas en 3 niveles, el cual alcanza aproximadamente 10 metros de altura.

**Fuentes de emisión cercanos:** al costado oriental de la estación, hay un área de prácticas donde utilizan materiales de construcción, y podría resuspenderse material particulado. A unos 12 metros de la estación, se encuentra un parqueadero de vehículos livianos.

A 305 metros en sentido nororiental se encuentra la chimenea del horno crematorio del cementerio Jardines del Recuerdo.


La Autopista Norte, uno de los principales ejes viales de la ciudad, está a 290 metros.



**Seguridad:** La estación con cerramiento en malla y candado. Con el contrato de arrendamiento está pactado garantizar la seguridad para la estación, con el servicio que tiene contratado la Escuela.

**Servicios públicos:** El suministro de energía proviene de la red interna de la Escuela y bajo el contrato de arriendo se realiza el cobro por concepto de electricidad a la SDA. En cuanto a conectividad, la estación cuenta con servicio de internet por fibra óptica.

**Accesibilidad:** El ingreso a la estación, depende del cumplimiento de los requisitos de Seguridad y Salud en el Trabajo, previa autorización mediante correo electrónico.

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

## ESTACION JAZMIN



Localidad	Puente Aranda
Dirección	Calle 1 G # 41 A 39
Escala	Vecindario
Tipo de zona	Urbana
Tipo de estación	Residencial

La estación se encuentra dentro del Parque Zonal El Jazmin del IDRD, el cual es un espacio con escenarios deportivos, zonas verdes, y áreas con cobertura vegetal de árboles. El sector se caracteriza por ser residencial y de comercio y servicios.

**Obstáculos cercanos:** La estación se encuentra en un área al costado sur oriental del predio, justo al lado de la pista de patinaje del parque, en donde hay presencia de unos pocos árboles, el más cercano se encuentra a 18 metros de distancia y tiene aproximadamente entre 8 – 10 metros de altura. Hacia el exterior del predio, se encuentran algunas casas de 2 y 3 pisos (9 metros) a 14,5 metros de distancia, y un edificio de 4 pisos (12 metros) a 18 metros de distancia.

**Fuentes de emisión cercanos:** No se encuentran fuentes fijas de emisión en cercanías de la estación.


La estación se encuentra a 7 metros de la Calle 1D la cual es una vía local secundaria con muy bajo tráfico de vehículos. En cuanto a vías principales, se tiene la Calle 8 sur a 260 metros, y la Carrera 50 a 290 metros.



**Seguridad:** La estación tiene cerramiento en malla y candado. Adicionalmente el parque el Jazmin tiene cerramiento y servicio de vigilancia privada y cámaras.

**Servicios públicos:** El suministro de energía proviene de la red de Codensa, y se tiene una cuenta activa cuya factura se paga mensualmente por parte de la SDA. En cuanto a conectividad, la estación cuenta con servicio de internet por fibra óptica.

**Accesibilidad:** El ingreso a la estación se realiza sin restricciones, dentro de los horarios de apertura del parque. No se requieren permisos adicionales.

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

## ESTACION KENNEDY



Localidad	Kennedy
Dirección	Carrera 80 # 40-55 sur
Escala	Vecindario
Tipo de zona	Urbana
Tipo de estación	De tráfico

La estación se encuentra dentro del Parque Metropolitano Cayetano Cañizares del IDRD, el cual es un espacio con escenarios deportivos, zonas verdes, y áreas con cobertura vegetal de árboles. El sector se caracteriza por ser residencial y de comercio y servicios.

**Obstáculos cercanos:** La estación se encuentra en el área central del parque, 4 metros al lado de una edificación propia del parque, no obstante, la estación se encuentra empotrada sobre una plataforma elevada de aproximadamente 3,5 metros, que garantiza la altura de los sensores y toma muestras por encima de la edificación, y otra edificación a 14 metros de distancia, la cual iguala en altura a los toma muestras de la estación. Así mismo, hay un árbol de porte medio que se encuentra a altura inferior a los sensores y toma muestras, a unos 3 metros de la estación, el cual requiere su poda periódica para evitar posibles interferencias. El siguiente árbol más cercano está a 11 metros.


**Fuentes de emisión cercanos:** No se encuentran fuentes fijas de emisión en cercanías de la estación. La estación se encuentra a 65 metros de la Carrera 80 la cual es una vía principal y presenta alto flujo vehicular en especial vehículos de carga desde y hacia la central de Abastos.



**Seguridad:** La estación tiene cerramiento en malla y candado. Adicionalmente el Parque Cayetano Cañizares tiene cerramiento y servicio de vigilancia privada.

**Servicios públicos:** El suministro de energía proviene de la red interna del Parque Cayetano Cañizares y es asumido por el IDRD entidad titular del predio. En cuanto a conectividad, la estación cuenta con servicio de internet por fibra óptica.

**Accesibilidad:** El ingreso a la estación se realiza sin restricciones, dentro de los horarios de apertura del parque. No se requieren permisos adicionales.

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

## ESTACION MINAMBIENTE



Localidad	Santafé
Dirección	Calle 37 # 8-40
Escala	Vecindario
Tipo de zona	Urbana
Tipo de estación	De tráfico

La estación se encuentra en la azotea de la sede principal del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el cual consta de 5 pisos. El sector se caracteriza por ser institucional, residencial y comercial.

**Obstáculos cercanos:** Si bien la altura del edificio del MinAmbiente es de aproximadamente 17 metros, hay algunos edificios de altura considerable cercanos hacia el norte de la estación (a unos 40 metros), “Edificio Canciller” y contiguo a este el “Edificio Brigadier”, ambos de 12 pisos (33 m aprox) y Edificio de Tipiel y Banco de Occidente de 19 pisos a 57 metros de distancia y con altura promedio de 50 metros, todos ubicados sobre la Calle 38, por lo tanto, deben analizarse los criterios tanto de altura como de distancias a estos obstáculos. Por otro lado, se encuentran algunos árboles en el predio que no sobrepasan la altura de la azotea y por lo tanto, no se constituyen en obstáculos para la estación, los más cercanos están a 17 metros.


**Fuentes de emisión cercanos:** La estación se encuentra a 108 metros de la Carrera 7 y a 58 metros de la Carrera 13 que son vías principales de alto flujo vehicular, y a 20 m de la Carrera 8 y 34 m de la calle 38 que son vías secundarias de muy bajo flujo vehicular. No se encuentran fuentes fijas en cercanías de la estación.



**Seguridad:** La estación se encuentra aislada en la azotea del edificio del MinAmbiente, sin embargo, no tiene cerramiento. El edificio cuenta con vigilancia privada, y se tiene prohibido el paso de personal no autorizado al área de la estación.

**Servicios públicos:** El suministro de energía proviene de la red interna del MinAmbiente, entidad que se hace cargo del costo de la energía eléctrica. Se tiene Convenio para la permanencia de la estación. En cuanto a conectividad, la estación cuenta con servicio de internet por fibra óptica.

**Accesibilidad:** El ingreso a la estación solicita mediante correo electrónico, y se deben cumplir los requisitos de Seguridad y Salud en el Trabajo.

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

## ESTACION MÓVIL 7MA



Localidad	Chapinero
Dirección	Carrera 7 con calle 60
Escala	Vecindario
Tipo de zona	Urbana
Tipo de estación	De tráfico

La estación se encuentra en espacio público, en el Parque Los Hippies el cual es de escala Zonal, y se caracteriza por ser totalmente abierto y con presencia de algunos árboles. El sector es en su mayoría comercial y residencial.

**Obstáculos cercanos:** La estación se encuentra cerca de árboles, el más cercano a 11 metros, y otro a 24 metros, este último alcanza una altura de aproximadamente 11 metros. Se encuentran 3 edificios en el costado opuesto a la estación sobre la carrera 7 y otro sobre la carrera 8, el más cercano a 30 metros y de 13 pisos de altura (35 metros).


**Fuentes de emisión cercanas:** La estación se caracteriza por encontrarse a 7,7 metros del borde de la Carrera 7ma una de las principales vías de la ciudad. Hacia el sur de la estación a 38 metros, se encuentra una estación de servicio que cuenta con 8 dispensadores de combustible.



**Seguridad:** La estación al no tener cerramiento y ser un en el espacio público, cuenta con un vigilante permanente (24/7) por parte de la SDA.

**Servicios públicos:** El suministro de energía proviene de la red de baja tensión suministrado por Codensa, bajo figura de servicio transitorio, sin embargo, es recomendable migrar a un servicio fijo. En cuanto a conectividad, la estación cuenta con servicio de internet por fibra óptica.

**Accesibilidad:** El ingreso a la estación es libre, previa identificación con carnet ante el guarda de seguridad.

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

## ESTACION MÓVIL FONTIBÓN



Localidad	Fontibón
Dirección	Carrera 98 # 16 B 50
Escala	Vecindario
Tipo de zona	Urbana
Tipo de estación	De tráfico

La estación se encuentra la bahía de parqueo de la Estación de Policía de Fontibón. El sector en su mayoría es residencial y comercial, y en cercanías de la Calle 13 predominan también las actividades industriales.

**Obstáculos cercanos:** La estación se encuentra a unos 7,5 metros de la edificación de la Estación de Policía la cual alcanza 2 pisos (5 – 6 metros). Así mismo, al frente pasando la Carrera 98 se encuentran bloques residenciales de 6 niveles, a unos 20 metros de distancia. Algunos árboles se encuentran al otro lado de la calle a unos 15 metros, sin embargo, su altura es de entre 3 y 4 metros.


**Fuentes de emisión cercanas:** La estación se encuentra a 122 metros de distancia de la Avenida Calle 13, la cual es una vía principal con alto flujo vehicular, en especial vehículos de carga. La Carrera 98 vía de bajo flujo, se encuentra a 8 metros de la estación.



**Seguridad:** La estación no tiene cerramiento. Al encontrarse en la bahía de estacionamiento de la Estación de Policía de Fontibón, hay guardia permanente en el lugar.

**Servicios públicos:** El suministro de energía proviene de la red de baja tensión suministrado por Codensa, bajo figura de servicio transitorio, y es recomendable migrar a un servicio fijo. En cuanto a conectividad, la estación cuenta con servicio de internet por fibra óptica.

**Accesibilidad:** El ingreso a la estación es libre, previa identificación con carnet ante el personal de guardia de la Estación de Policía.

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

## ESTACION PUENTE ARANDA



Localidad	Puente Aranda
Dirección	Calle 10 # 65-28
Escala	Vecindario
Tipo de zona	Urbana
Tipo de estación	Industrial

La estación se encuentra en una azotea en la sede de la empresa Altea Farma El sector se caracteriza por ser Industrial y Comercial.


**Obstáculos cercanos:** El edificio de Altea Farma donde se encuentra la estación tiene 4 pisos y a 50 metros se encuentra otra estructura de 6 pisos. Cabe resaltar que contiguo a la estación hay una estructura que sobresale por encima del techo unos 2 metros. En el predio de Altea Farma se encuentran algunos árboles a 20 y 50 metros de distancia, sin embargo, ninguno sobrepasa la altura de la estación.

**Fuentes de emisión cercanos:** En el predio de Altea Farma se identifican 2 chimeneas al parecer de fuentes de combustión como calderas, y algunos ductos de descarga, estos están a distancia de 57 metros.

En cuanto a vías, la estación se encuentra a 35 metros de la Carrera 65, vía secundaria de moderado flujo vehicular; a 85 metros de la calle 10; a 415 metros de la Calle 13 y a 320 metros de la Avenida de Las Américas, estas últimas dos, vías principales de alto flujo vehicular.

**Seguridad:** La estación se encuentra aislada en la azotea del edificio de Altea Farma, sin embargo, no tiene cerramiento. El predio cuenta con vigilancia privada, y se tiene prohibido el paso de personal no autorizado al área de la estación.

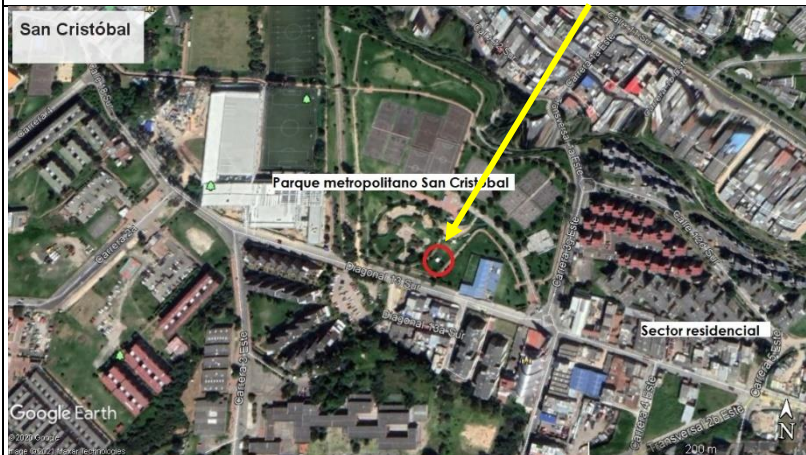
**Servicios públicos:** El suministro de energía proviene de la red interna de Altea Farma, empresa que se hace cargo del costo de la energía eléctrica. En cuanto a conectividad, la estación cuenta con servicio de internet por fibra óptica.

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1



**Accesibilidad:** El ingreso a la estación se solicita mediante correo electrónico, y se deben cumplir los requisitos de Seguridad y Salud en el Trabajo.

### ESTACION SAN CRISTÓBAL



Localidad	San Cristóbal
Dirección	Carrera 2 Este # 12-78 sur
Escala	Vecindario
Tipo de zona	Urbana
Tipo de estación	De fondo


La estación se encuentra dentro del Parque Metropolitano San Cristóbal del IDRD, el cual es un espacio con escenarios deportivos, zonas verdes, y áreas con cobertura vegetal de árboles. El sector se caracteriza por ser residencial.

**Obstáculos cercanos:** La estación se encuentra en el costado Sur del Parque San Cristóbal, en donde hay presencia de árboles, que con el paso del tiempo han ido creciendo, y requieren de podas periódicas para evitar interferencias. A 10 metros hay un árbol que alcanza los 10 metros de altura, y a mayores distancias, se encuentran otros individuos similares. Más cerca de la estación entre 5 y 7 metros de distancia, hay árboles de menor porte entre 7 u 8 metros de altura que deben ser podados. En cuanto a edificaciones, la más cercana es una estructura al interior del parque de 2 niveles (unos 5 metros) y a 32 metros de distancia, y se evidencian además bloques de apartamentos de 5 pisos a 65 metros de distancia, cabe destacar que el terreno presenta diferencia de nivel entre la estación (punto más bajo) y las edificaciones mencionadas, lo que sumaría unos 4 metros de más a la altura.

**Fuentes de emisión cercanos:** No se encuentran fuentes fijas de emisión en cercanías de la estación. La estación se encuentra a 25 metros de la Calle 17 A Sur, y a 115 metros de la Carrera 9F Este, ambas vías secundarias y de bajo flujo vehicular

**Seguridad:** La estación tiene cerramiento en malla y candado.



	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1



Adicionalmente el Parque San Cristóbal tiene cerramiento y servicio de vigilancia privada.

**Servicios públicos:** El suministro de energía proviene de la red interna del Parque San Cristóbal y es asumido por el IDRD. En cuanto a conectividad, la estación cuenta con servicio de internet por fibra óptica.

**Accesibilidad:** El ingreso a la estación se realiza sin restricciones, dentro de los horarios de apertura del parque. No se requieren permisos adicionales.

## ESTACION SUBA




Localidad	Suba
Dirección	Carrera 111 # 159A-61
Escala	Vecindario
Tipo de zona	Sub Urbana
Tipo de estación	De fondo

La estación se encuentra en una azotea en la sede de la Clínica Juan N Corpas. El sector se caracteriza por ser institucional y comercial, y forma parte de la Reserva Thomas Van der Hammen. Es de resaltar que la estación se encuentra en zona que es jurisdicción de la CAR, por lo tanto, es pertinente analizar desde el punto de vista administrativo la ubicación de la estación.

**Obstáculos cercanos:** Hacia el costado sur occidental de la estación, a 29 metros de distancia hay una cerca viva de árboles, por lo que están suficientemente alejados y no causan interferencias, así mismo, hay otros árboles a 13 y 20 metros de la estación, junto al edificio donde se ubica la misma, sin embargo, no sobrepasan la altura de la estación. Al estar en el techo de una de las edificaciones del complejo de la Clínica y Universidad Juan N Corpas, no se presentan estructuras que le superen en altura cercanas. A 25 metros sobresale una estructura pequeña en el techo de uno de los bloques de la clínica, el cual puede tener una altura igual a la estación.

**Fuentes de emisión cercanos:** En cuanto a vías, la estación se encuentra a 101 metros de la Carrera 111 (Avenida Corpas), vía secundaria de un alto flujo vehicular, considerando que solo tiene 2 carriles.

**Seguridad:** La estación se encuentra aislada en el techo de uno de los edificios de la Clínica Juan N Corpas, sin embargo,

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1



no tiene cerramiento. El predio cuenta con vigilancia privada, y se tiene prohibido el paso de personal no autorizado al área de la estación.

**Servicios públicos:** El suministro de energía proviene de la red interna la Clínica Juan N Corpas, entidad que se hace cargo del costo de la energía eléctrica. En cuanto a conectividad, la estación cuenta con servicio de internet por fibra óptica.

**Accesibilidad:** El ingreso a la estación se solicita mediante correo electrónico, y se deben cumplir los requisitos de Seguridad y Salud en el Trabajo y trabajo seguro en alturas, dado que el acceso a la estación es por escalera exterior.

## ESTACION TUNAL




Localidad	Tunjuelito
Dirección	Carrera 24 # 49-86 sur
Escala	Vecindario
Tipo de zona	Urbana
Tipo de estación	De fondo

La estación se encuentra ubicada dentro de predios del Colegio INEM Santiago Pérez IED, en una zona que en su mayoría es residencial, y adyacente al colegio se encuentra el Parque Metropolitano El Tunal.

**Obstáculos cercanos:** A unos 3,5 metros del sur de la estación, se encuentra una construcción, que fue edificada hacia el año 2014, la cual tiene aproximadamente 6 metros de altura, y de 18 m largo x 9 m de ancho. En cuanto a árboles cercanos, 3 individuos se encuentran justo detrás de la edificación, con una altura promedio de 18 metros y distanciados a 15 metros de la estación.

**Fuentes de emisión cercanos:** En cuanto a vías, la estación se encuentra a 33 metros de la Carrera 24, vía secundaria de un flujo vehicular considerable, y a 45 metros de la Calle 48 C sur. Cabe anotar que justo al lado de la estación, se encuentra el área de parqueadero del Colegio, donde parquean vehículos livianos.

**Seguridad:** La estación tiene cerramiento en malla y candado.

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1



Adicionalmente el Colegio INEM Santiago Pérez, tiene cerramiento y servicio de vigilancia privada, y se tiene prohibido el paso de personal no autorizado al área de la estación.

**Servicios públicos:** El suministro de energía proviene de la red interna del Colegio INEM Santiago Pérez, institución que se hace cargo del costo de la energía eléctrica. En cuanto a conectividad, la estación cuenta con servicio de internet por fibra óptica.

**Accesibilidad:** El ingreso a la estación se solicita mediante correo electrónico, y se deben cumplir los requisitos de Seguridad y Salud en el Trabajo.

## ESTACION USAQUÉN




Localidad	Usaquén
Dirección	Carrera 7B Bis # 132-11
Escala	Vecindario
Tipo de zona	Urbana
Tipo de estación	De fondo

La estación se encuentra en una azotea en la sede de la Universidad del Bosque. Este sector se caracteriza por ser institucional y residencial.

**Obstáculos cercanos:** A 6 metros de la estación, hay algunos árboles, sin embargo, la altura de estos, no supera la altura de la estación, por encontrarse en una azotea sobre un cuarto piso, hay otros 2 árboles que podrían superar la altura de la estación, uno a 20 metros y el otro a 27 metros respectivamente. En cuanto a edificios que se encuentren a una altura igual o superior a la estación, el más cercano está dentro de la Universidad a 65 metros de distancia, y con 7 pisos de altura (21 metros).

**Fuentes de emisión cercanos:** En cuanto a vías, la estación se encuentra a 160 metros de la Carrera 7, 175 metros de la Calle 134 y a 230 metros de la Carrera 9, estas vías principales, sin embargo, la estación está a 21 metros de la Carrera 7B bis, la cual es vía secundaria.

**Seguridad:** La estación se encuentra aislada en el techo de uno de los edificios

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

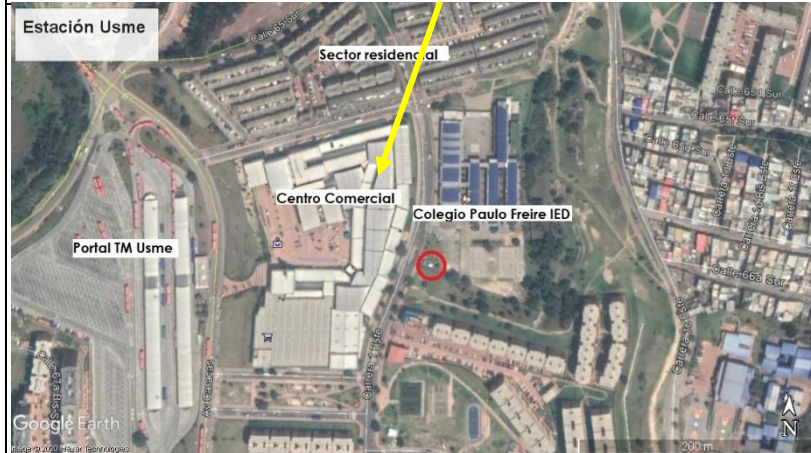


de la Universidad EL Bosque, sin embargo no tiene cerramiento (no es necesario). El predio cuenta con vigilancia privada, y se tiene prohibido el paso de personal no autorizado al área de la estación.

**Servicios públicos:** El suministro de energía proviene de la red interna la Universidad El Bosque, entidad que se hace cargo del costo de la energía eléctrica. En cuanto a conectividad, la estación cuenta con servicio de internet por fibra óptica.

**Accesibilidad:** El ingreso a la estación se solicita mediante correo electrónico, y se deben cumplir los requisitos de Seguridad y Salud en el Trabajo y trabajo seguro en alturas, dado que el acceso a la estación es por escalera exterior.

## ESTACION USME




Localidad	Usme
Dirección	Carrera 11 # 65 D 50 Sur
Escala	Vecindario
Tipo de zona	Urbana
Tipo de estación	Residencial


La estación se encuentra dentro del predio del Colegio Paulo Freire IED de la Secretaría de Educación del Distrito. La estación se instaló en el primer semestre de 2020.

**Obstáculos cercanos:** La estación se encuentra a 18 metros de un árbol de altura considerable, y en cercanías de la estación hay algunos árboles que no superan la altura de la estación, pero debe mantenerse control mediante poda periódica.

La edificación más cercana es el Centro Comercial Altavista, el cual está a 30 metros de la estación, y cuenta con unos 7 metros de altura. Hacia el sur de la estación hay una zona de ladera, y un conjunto de apartamentos, el cual está a 45 metros de la estación, y alcanzaría

**Fuentes de emisión cercanas:** En el sector predomina el uso residencial. Las vías que circundan el Colegio, son secundarias, la Carrera 1 Este está a 13 metros, y es una vía de muy bajo tráfico; y a 200 metros se encuentra la Carrera 1 que empata con la Avenida Caracas y es la principal vía más cercana.

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1


<p>una altura de hasta 18 metros por encima de la estación.</p>	<p>Es de resaltar que a 230 metros de la estación se encuentra el Portal de Transmilenio de Usme. De otra parte, a 9 metros de la estación, hay una zona de parqueo del Colegio.</p>
	<p><b>Seguridad:</b> La estación cuenta con cerramiento en malla y candado, así mismo, el Colegio Paulo Freire cuenta con <u>vigilancia privada</u>, y es un predio cerrado.</p> <p><b>Servicios públicos:</b> El suministro de energía proviene de la red de Codensa, y se tiene una cuenta activa cuya factura se paga mensualmente. En cuanto a conectividad, la estación cuenta con servicio de internet por fibra óptica.</p> <p><b>Accesibilidad:</b> Para el ingreso al predio del Colegio, se deben cumplir requisitos de Seguridad y Salud en el Trabajo, estar al día en el pago de seguridad social y solicitar previa autorización vía correo electrónico.</p>

## 6. VERIFICACIÓN REQUISITOS DE DISEÑO DEL SCVA RMCAB

Para una ciudad como Bogotá D.C. que si bien no cuenta con poblaciones o municipios integrados en área metropolitana, se debe resaltar que la población de la ciudad asciende a 7.834.176 millones de habitantes en 2021, según las proyecciones del DANE; por lo tanto, el SVCA debe ser tipo Avanzado (*Un SVCA TIPO IV AVANZADO aplica para zonas metropolitanas en donde la población sea mayor a 1.500.000 habitantes*), condición que establece el numeral 5.5.2 del Manual de Diseño de SVCA, y con el fin de verificar los requisitos en el caso de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá se tiene lo siguiente:

Tabla 3. Cumplimiento características SVCA Avanzado para la RMCAB

Característica	Parámetro	Cumple (SI/NO)	Observaciones RMCAB
<b>Tecnología de medición</b>	Activo Pasivo Automático	SI	La tecnología de medición de a RMCAB es <b>Automático</b> , con lo cual cumple el criterio.
<b>Tiempo de monitoreo</b>	Permanente	SI	La RMCAB realiza monitoreo <b>permanente</b> . Las estaciones son fijas y operan de manera continua.
<b>Parámetros a medir</b>	PM <sub>10</sub> PM <sub>2.5</sub> Ozono	SI	La RMCAB en la actualidad cuenta con monitoreo de todos los contaminantes criterio (PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , O <sub>3</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> )

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1


<b>Número de estaciones</b>	Mínimo 4 estaciones PM <sub>10</sub> Mínimo 2 estaciones PM <sub>2.5</sub> Mínimo 1 estación de O <sub>3</sub>	SI	La RMCAB en total cuenta actualmente con 20 estaciones en operación, por lo tanto se tienen: 20 monitores de partículas PM <sub>10</sub> 20 monitores de partículas PM <sub>2.5</sub> <b>19 analizadores de O<sub>3</sub></b> Así mismo se cuenta con igual número de analizadores de NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> y CO.
<b>Tipo de estaciones</b>	Fondo Fondo urbana Indicativas EPE	SI	La jurisdicción de la SDA es el área urbana de Bogotá D.C., dentro de la cual la RMCAB tiene estaciones así: Urbanas de fondo, residencial, tráfico e industrial. Sub Urbanas: de fondo. No se tienen estaciones indicativas.
<b>Ubicación de estaciones</b>	De acuerdo con el diseño específico descrito en el diseño detallado	SI	Ver mapa.
<b>Periodicidad del muestreo</b>	Muestreadores activos cada 3 días. Muestreadores pasivos: 3 series de un mes de duración 40 cada dos años, Para analizadores automáticos: permanente.	SI	Dado que la RMCAB tiene analizadores automáticos, el muestreo es permanente, generando datos horarios, como se evidencia en los registros históricos y bases de datos del monitoreo.
<b>Instrumentos meteorológicos</b>	Pluviómetros automáticos Estaciones meteorológicas automáticas portátiles. Estación meteorológica de alta precisión (anemómetro ultrasónico y sensores de T a 2 alturas)	SI	Todas las estaciones de la RMCAB cuentan con sensores automáticos de meteorología, y se cuentan con dos (2) anemómetros ultrasónicos. Así como sensores de Temperatura a 2 alturas en las estaciones de Guaymaral y Tunal.

Fuente: RMCAB

Ahora bien, en lo descrito en el numeral 5.5.4.1. *Definición y ubicación de estaciones fijas* del Manual de Diseño de SVCA, se establecen varios criterios para la ubicación del mínimo de estaciones que tendría un SVCA tipo Avanzado, y que, para el caso de la RMCAB, se cumplen en su sentido más estricto, en lo concerniente a monitoreo de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> y O<sub>3</sub>, ya que se tienen analizadores automáticos en todas las estaciones fijas, las cuales se encuentran en toda el área urbana de la ciudad de Bogotá D.C.

Actualmente la RMCAB no cuenta con estaciones indicativas, debido a que se cuenta con un cubrimiento adecuado para el área de la ciudad, con las 20 estaciones fijas que se encuentran operando actualmente. Inclusive, se tiene medición de los demás contaminantes criterio NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> y CO en las estaciones de la RMCAB.

Por otro lado, la RMCAB en conjunto con el grupo de Sistema de Alertas Tempranas de Bogotá –SATAB, realizó la adquisición e instalación de cinco equipos Aethalometros para el monitoreo automático de black carbon y brown carbon. Esta fracción del material particulado es


	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

especialmente importante debido a que está comprobado que es la parte que afecta directamente al sistema respiratorio por su composición y tamaño. Dentro de esta fracción se encuentran los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), dentro de los cuales se encuentran compuestos carcinogénicos en humanos como lo es el alfa benzopireno. Este equipo también facilita el análisis de los efectos de eventos atípicos como incendios e incluso puede ser utilizado para estudios de análisis de cambio climático en la zona.

De otro lado, el numeral 5.5.6 del Protocolo menciona los componentes de una SCVA Avanzado, en lo que tiene que ver con hardware, software y reportes, requisitos que se evalúan a continuación (ver tabla 4).

Tabla 4. Verificación componentes mínimos SCVA Avanzado RMCAB

Verificación numeral 5.5.6. COMPONENTES DEL SVCA AVANZADO		
Requisitos mínimos	Cumple	Observación
Hardware:		
<b>Estaciones de calidad del aire fijas:</b> <b>Estaciones PM10:</b> <b>Fondo 1</b> <b>Alta contaminación 2</b> <b>Punto crítico 1</b> <b>Estaciones PM2.5:</b> <b>Fuentes móviles 1</b> <b>Fuentes fijas 1</b> <b>Estaciones Ozono:</b> <b>Vientos abajo precursores de ozono</b>	SI	Se tienen 20 estaciones que monitorean todos los contaminantes criterio.  S
<b>Estaciones de calidad del aire indicativas</b>	NO	El número de estaciones de la RMCAB supera el mínimo establecido en el Protocolo, por lo tanto, no es necesario en la actualidad contar con este tipo de estaciones.
<b>Estaciones meteorológicas portátiles</b>	NO	Todas las estaciones de la RMCAB cuentan con sensores de meteorología, y dan el cubrimiento adecuado, por lo tanto, no es necesario tener portabilidad de estos.
<b>Estaciones meteorológicas de alta precisión</b>	SI	Se cuenta con estaciones fijas, dotadas con sensores de alta precisión, para presión, temperatura, dirección y velocidad del viento, radiación solar. Anemómetros ultrasónicos.
Software:		
<b>Modelo urbano fotoquímico</b>	SI	La SDA cuenta con el Sistema Integrado de Modelación de Calidad del Aire de Bogotá SIMCAB. Entre otros, utiliza el modelo fotoquímico CMAQ (Community Multi-scale Air Quality).
<b>Base de datos de inventario de emisiones</b>	SI	Se tiene un inventario con actualización a 2018
<b>Software central de adquisición de datos</b>	SI	Software Envidas en Dataloggers estaciones RMCAB

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

Verificación numeral 5.5.6. COMPONENTES DEL SVCA AVANZADO		
<b>Software de gestión de la información</b>	SI	Envista Air Resources Manager ARM
Reportes:		
<b>Reporte mediante página web con actualización diaria</b>	SI	Se realiza con actualización horaria, en Tablas dinámicas, mapas interactivos en tiempo real, descarga de información, entre otros, se encuentran en <a href="http://rmcab.ambientebogota.gov.co">http://rmcab.ambientebogota.gov.co</a>
<b>Reportes trimestrales para la comunidad, de acuerdo con lo establecido en el presente protocolo</b>	SI	La RMCAB elabora informes de calidad del aire mensuales, trimestrales y anuales, y se publican en la página web <a href="http://rmcab.ambientebogota.gov.co">http://rmcab.ambientebogota.gov.co</a> .
<b>Reporte de la información en el SISAIRE</b>	SI	El reporte de la información al SISAIRE se viene realizando conforme los procedimientos establecidos para tal fin. Se puede evidenciar en plataforma SISAIRE.
5.5.7. CONSIDERACIONES ESPECIALES DE ESTE TIPO DE SVCA		
<b>Se deberá revisar el diseño de este tipo de SVCA cada 3 años</b>	SI	El presente documento se espera ser publicado en 2021 y actualiza el documento anterior publicado en 2018.
<b>Se deberán desarrollar estudios de especiación o caracterización del material particulado contenido en filtros</b>	NO	Pendiente de realizarse, actualmente se realizan gestiones con el Servicio Geológico Colombiano SGC entidad que tiene laboratorio de análisis por técnicas nucleares. Así como acercamientos con otras entidades e instituciones del orden nacional e internacional para la transferencia de conocimiento y consecución de recursos.

*Fuente: RMCAB*


## 6.1. NIVELES CLASIFICACIÓN ESTACIONES RMCAB

De acuerdo con los criterios de clasificación de estaciones de un SCVA presentados en los numerales 6.1.1 al 6.1.4 del Protocolo, en lo que corresponde a clasificación según el tipo de área, tiempo de muestreo, emisiones dominantes e información adicional, las estaciones de la RMCAB, según lo reportado en los Informes periódicos de calidad del aire, presentan la siguiente información:

*Tabla 5. Clasificación estaciones*

Estación	Sigla	Tiempo de muestreo	Escala monitoreo	Tipo de área	Tipo emisiones dominantes
Bolivia	BOL	Fija	Vecindario	Suburbana	De fondo
Bosa	BOS	Fija	Vecindario	Urbana	De fondo
Carvajal-Sevillana	CSE	Fija	Vecindario	Urbana	Tráfico / Industrial
Centro de Alto Rendimiento	CDAR	Fija	Vecindario	Urbana	De fondo
Ciudad Bolívar	CBV	Fija	Vecindario	Urbana	Residencial



	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

Estación	Sigla	Tiempo de muestreo	Escala monitoreo	Tipo de área	Tipo de emisiones dominantes
Colina	COL	Fija	Vecindario	Urbana	Residencial
Fontibón	FTB	Fija	Vecindario	Urbana	De tráfico
Guaymaral	GYR	Fija	Vecindario	Suburbana	De fondo
Jazmín	JAZ	Fija	Vecindario	Urbana	Residencial
Kennedy	KEN	Fija	Vecindario	Urbana	De tráfico
Las Ferias	LFR	Fija	Vecindario	Urbana	De tráfico
MinAmbiente	MAM	Fija	Vecindario	Urbana	De tráfico
Móvil 7ma	MOV	Fija	Vecindario	Urbana	De tráfico
Puente Aranda	PTE	Fija	Vecindario	Urbana	Industrial
San Cristóbal	SCR	Fija	Vecindario	Urbana	De fondo
Suba	SUB	Fija	Vecindario	Suburbana	De fondo
Tunal	TUN	Fija	Vecindario	Urbana	De fondo
Usaquén	USQ	Fija	Vecindario	Urbana	De fondo
Usme	USM	Fija	Vecindario	Urbana	Residencial

*Fuente: RMCAB*

Esta clasificación es objeto de análisis en los capítulos subsiguientes en el presente documento.

## 6.2. TIEMPO DE MUESTREO

*Tabla 6. Tipo estaciones*

Tiempo	Descripción	Estaciones RMCAB
<b>Fija</b>	Que permanece un periodo de tiempo superior a un año en un punto fijo.	Todas las estaciones RMCAB
<b>Indicativa</b>	Permanece en un punto en periodos de tiempo inferiores a un año.	Ninguna


*Fuente: RMCAB*

## 6.3. CONTAMINANTES SEGÚN TIPO DE ESTACIÓN

El Protocolo en su manual de diseño recomienda los contaminantes de mayor interés, sin embargo, la RMCAB ha venido monitoreando todos los contaminantes criterio que están regulados en la Resolución 2254 de 2017 y que son de obligatorio seguimiento por parte de las autoridades ambientales.

*Tabla 7. Revisión tipo de estaciones RMCAB*

TIPO DE ÁREA	TIPO DE ESTACIÓN	CONTAMINANTES DE MAYOR INTERÉS	RMCAB
<b>Urbana</b>	Tráfico	NO <sub>2</sub> , PM10, PM2.5, CO y VOCs	<b>La RMCAB ha instalado equipos de monitoreo de todos los contaminantes criterio (PM10, PM2.5, NO<sub>2</sub>,</b>
	Industrial	NO <sub>2</sub> , PM10, PM2.5, SO <sub>2</sub> y VOCs, metales pesados y contaminantes específicos de	

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

		las emisiones de las industrias en cuestión.	<b>SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub> en todas las estaciones.</b>  <b>Adicionalmente, se está monitoreando Black Carbon y Brown Carbon.</b>
	Punto crítico	PM10, PM2.5, CO, O <sub>3</sub>	
	Fondo	NO <sub>2</sub> , PM10, PM2.5, SO <sub>2</sub> , CO, VOCs y O <sub>3</sub>	
<b>Suburbana</b>	Tráfico	NO <sub>2</sub> , PM10, PM2.5, CO y VOCs	
	Industrial	NO <sub>2</sub> , PM10, PM2.5, SO <sub>2</sub> y VOCs, metales pesados y contaminantes específicos de las emisiones de las industrias en cuestión.	
	Fondo	NO <sub>2</sub> , VOCs, O <sub>3</sub> , PM10 y PM2.5	

*Fuente: RMCAB*

## 7. CRITERIOS DE MACRO LOCALIZACIÓN DE ESTACIONES

Conforme lo establecido en el numeral 6.3.1 del Protocolo, los criterios de macrolocalización de estaciones, por lo tanto, se establece el grado de cumplimiento de los criterios descritos en el protocolo.

*Tabla 8. Criterios localización ozono*


Criterio	Cumple	Observación
Los puntos de muestreo deben ubicarse de manera que proporcionen datos de las áreas situadas dentro de las zonas de interés, que concentren más de 50.000 habitantes	SI	Considerando un radio de 3 km (área de influencia para una estación de escala vecindario) se puede afirmar, que las estaciones de la RMCAB están ubicadas en zonas que concentran más de 50.000 habitantes en estas áreas.
Un punto de muestreo estará situado de manera que sea representativo de la calidad del aire en sus alrededores dentro de un área de al menos, 200m <sup>2</sup> para sitios orientados al tráfico, y de varios Km <sup>2</sup> para sitios orientados al fondo urbano.	SI	En el caso de las estaciones Carvajal y la Móvil 7ma, como estaciones de tráfico se cumple esta condición ya que las estaciones podrían ser representativas de áreas mayores a los 200 m <sup>2</sup> . Entre tanto las demás estaciones de fondo Urbano, pueden ser representativas en un radio de varios km, lo que representa un área de varios km <sup>2</sup> .

*Fuente: RMCAB*

### 7.1. MACRO LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO DE OZONO


*Tabla 9. Criterios macrolocalización ozono*

TIPO DE ESTACIÓN	OBJETIVOS DE LA MEDICIÓN	REPRESENTATIVIDAD	CRITERIOS DE MACROLOCALIZACIÓN	RMCAB

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

<b>Urbana</b>	<p><b>Protección de la salud:</b> evaluar la exposición de la población al ozono en zonas en que la densidad de población y la concentración de ozono sean relativamente elevadas.</p>	Hasta 50 Km <sup>2</sup>	<p>Lejos de la influencia de las emisiones locales debidas al tráfico, estaciones de servicio, etc.</p> <p>Instalación en locaciones ventiladas donde puedan medirse niveles de ozono homogéneos, ubicaciones tales como zonas residenciales y comerciales urbanas, parques (lejos de los árboles), calles o plazas de grandes dimensiones con tráfico escaso o nulo, espacios abiertos característicos de instalaciones educativas, deportivas o recreativas. Ubicada de acuerdo a modelo de dispersión fotoquímico o a criterios de experiencia</p>	<p><b>Esta limitante, pondría restricciones para el monitoreo de Ozono en estaciones de la RMCAB como Carvajal, Móvil 7ma, Móvil Fontibón y Ferias, debido a su cercanía con vías principales y también estaciones de servicio. Más adelante en el documento, se muestra el análisis respecto a las vías y el monitoreo de los gases. No obstante, no se requiere una representatividad de 50 km<sup>2</sup> ya que la escala del monitoreo de la RMCAB es de vecindario, es decir hasta un radio de 3 km.</b></p> <p>En las demás estaciones de tipo urbano se cumplen estos criterios.</p>
<b>Suburbana</b>	<p><b>Protección de la salud y los ecosistemas:</b> Determinar la exposición de la población y los ecosistemas en las afueras de las poblaciones de más 50.000 habitantes en que los niveles de ozono tiendan a ser particularmente elevados.</p>	Más de 50 de Km <sup>2</sup>	<p><b>A cierta distancia de las zonas de emisiones máximas, vientos abajo de las principales direcciones del viento, en condiciones favorables a la formación del ozono.</b></p> <p><b>Casos en que la población, los cultivos frágiles o los ecosistemas ubicados en los márgenes de la población descrita, se encuentren expuestos a niveles elevados de ozono.</b></p> <p><b>Cuando proceda, algunas estaciones suburbanas pueden situarse vientos arriba de las zonas de emisión máximas para determinar los niveles de contexto regional de ozono.</b></p>	<p><b>Esta condición se cumple en las estaciones RMCAB de tipo Sub Urbano.</b></p>

*Fuente: RMCAB*

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

## 7.2. CRITERIOS DE MICRO LOCALIZACIÓN

Con el fin de verificar los criterios de microlocalización que establece el Manual de Diseño de un SVCA, se debe considerar algunos aspectos generales como la seguridad, condiciones logísticas, y consideraciones visuales y arquitectónicas, de otro lado, aspectos específicos como la distancia de los toma muestras y sensores de cada estación a interferencias como las salidas de sistemas de aire acondicionado o ventilaciones de edificios, zonas de parqueo, depósitos de químicos o de combustibles, acumulaciones o almacenamiento de residuos sólidos o líquidos, así mismo para material particulado, deben estar alejados de carreteras sin pavimento, campos deportivos, lotes sin vegetación que los cubra o cualquier fuente emisora de material particulado que pueda alterar la medición, entre otros.

### 7.2.1. Aspectos Generales

Con el fin de evaluar el grado de cumplimiento de los aspectos generales se tuvo en cuenta los siguientes criterios:

**Condiciones de Seguridad:** se verificó para cada estación, aspectos como estar en un predio cerrado o abierto, contar con servicio de vigilancia, y en algunos casos el hecho de estar en una zona restringida como una azotea, puede mejorar la seguridad.

**Condiciones de logística:** en este aspecto se evaluaron circunstancias, como los requisitos de acceso a la estación, la disponibilidad de servicios como el internet, el pago de energía, y la situación administrativa, en cuanto si existe un contrato de arriendo, convenio o una autorización para la permanencia de la estación en el predio.


**Consideraciones visuales y arquitectónicas:** Se valoró el impacto al paisaje urbano en donde se encuentra cada estación, ya que no es un elemento propio del entorno, y en algunos casos la afectación paisajística puede ser mayor o menor.

Conforme a todos los criterios anteriores, se realizó una valoración del cumplimiento de los aspectos generales, como se detalla en la siguiente tabla:

*Tabla 10. Valoración aspectos generales localización estaciones RMCAB*

Valoración (puntaje)	Seguridad	Acceso	Internet	Energía	Impacto paisaje	Situación administrativa
1	Sin vigilancia ni cerramiento	Autorización con requisitos adicionales	sin internet	Subsidiada	Alto	Pendiente actualizar
2	Vigilancia o cerramiento	Autorización con parafiscales	Internet sin fibra óptica	Se paga a tercero	medio	Acta de acuerdo
3	Cerramiento y vigilancia - azotea y vigilancia	Libre con Carnet	Internet fibra óptica	Se paga a prestador servicio	bajo	Convenio o contrato

*Fuente: RMCAB*

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

De acuerdo a la tabla anterior, para una estación se podría tener un puntaje mínimo de 6, siendo el escenario peor posible, y un máximo de 18 siendo esta la situación ideal. Por lo tanto, se definieron unos intervalos de puntajes para determinar unos grupos de evaluación, como Excelente, Moderado, Regular y Malo:

Tabla 11. Ponderación valoración


Calificación Total	Evaluación
18 - 16	Excelente
15 - 13	Bueno
12 - 10	Regular
9 - 6	Malo

Fuente: RMCAB

Como resultado se evaluaron los criterios de valoración para cada estación, obteniendo lo siguiente:

Tabla 12. Resultados valoración aspectos generales localización

Estación	Sigla	Seguridad	Acceso	Internet	Energía Eléctrica	Impacto paisaje	Situación administrativa	Total	Evaluación
Jazmín	JAZ	3	3	3	3	2	2	16	Excelente
Bosa	BOS	2	3	3	3	1	3	15	Bueno
Ciudad Bolívar	CBV	3	2	3	3	2	2	15	Bueno
Usme	USM	3	2	3	3	2	2	15	Bueno
Colina	COL	3	2	3	2	2	3	15	Bueno
Guaymaral	GYR	3	2	3	2	2	3	15	Bueno
Fontibón	FTB	3	1	3	2	3	3	15	Bueno
MinAmbiente	MAM	3	2	3	1	3	3	15	Bueno
Móvil Fontibón	Móvil	2	3	3	3	2	2	15	Bueno
Puente Aranda	PTE	3	2	3	1	3	2	14	Bueno
Usaquén	USQ	3	2	3	1	3	2	14	Bueno
Las Ferias	LFR	2	3	3	1	2	3	14	Bueno
Móvil 7ma	MOV	2	3	3	3	1	1	13	Bueno
Bolivia	BOL	3	2	3	1	2	2	13	Bueno
Tunal	TUN	3	2	3	1	2	2	13	Bueno
Kennedy	KEN	3	3	3	1	2	1	13	Bueno
San Cristóbal	SCR	3	3	3	1	2	1	13	Bueno
Suba	SUB	3	1	3	1	3	2	13	Bueno

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>							
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>							
	Código: PA10-PR02-M1				Versión: 1			

<b>Centro de Alto Rendimiento</b>	CDAR	3	2	3	1	2	2	13	Bueno
<b>Carvajal-Sevillana</b>	CSE	3	1	3	1	2	1	11	Regular

*Fuente: RMCAB*

La estación con mejor calificación es Jazmín con una condición Excelente, entre tanto Carvajal–Sevillana es la peor calificada con Regular, por las dificultades para el acceso y la situación administrativa con el propietario del predio. Las demás estaciones muestran una calificación como Bueno, no obstante, las estaciones con puntaje de 13, están muy cerca de pasar a Regular en caso de que algún aspecto desmejore con el paso del tiempo.

Por otro lado, en cuanto a la *Exposición de los toma-muestras y sensores*, se realiza un análisis detallado, en cuanto a distancias a fuentes de contaminación y obstáculos, lo cual se muestra en el siguiente apartado de aspectos específicos de microlocalización.

## 8. ASPECTOS ESPECÍFICOS DE MICRO LOCALIZACIÓN DE ESTACIONES

Considerando los criterios establecidos en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire, se analizaron para todas las estaciones, aspectos como la distancia a fuentes menores, y fuentes fijas de emisiones, distancia a vías, obstáculos (arbolado urbano y edificaciones), con el fin de verificar el cumplimiento.

Para tal fin, se diseñaron dos (2) matrices de cumplimiento, la primera en la que se verifican aspectos como longitud máxima camino de medición (no aplica para la RMCAB ya que no se tienen analizadores de camino abierto), altura del toma muestra, distancia a árboles cercanos, distancia a edificios y construcciones cercanas, flujo de aire alrededor de la muestra, distancia a fuentes menores, y distancia entre toma muestras de material particulado. La segunda matriz evalúa el cumplimiento de las distancias a vías para el monitoreo de gases de acuerdo con la escala definida para la estación. Y por último, se estableció en la gráfica presentada en el Protocolo para la distancia de analizadores de material particulado al carril de la vía más próxima, con el fin de mostrar la situación en la que se encuentra cada estación de la RMCAB, dependiendo del tráfico promedio de la vía y la escala del monitoreo.


	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

Tabla 13. Matriz cumplimiento aspectos específicos micro localización.


Estación	Escala	Longitud máxima camino de medición (m)		Altura desde el piso al toma muestra Gases (3 - 15 m) PM (2 - 15 m)		b. Distancia desde estructuras de soporte en azoteas (muro, Columna o baranda) Criterio (Gases > 1m) (PM > 2m)		c. Distancia desde el toma muestra o desde el camino de medición a los árboles cercanos (m), criterio > 10m (gases y PM)		d. Distancia a edificios, construcciones (2h, hv diferencia de altura) (Altura promedio toma muestras 4,5 metros)				e. Flujo no restringido de aire 270° alrededor del toma muestra		f. Distancia a fuentes menores		h, l. Distancia entre toma muestras (PM10 2.4 m) (PM2.5 1 - 4 m)	
		Criterio	Cumple (S/N)	Valor real	Cumple (S/N)	Cumple (S/N)	Distancia árbol mas cercano	Cumple (S/N)	Altura edificio o construcción	Altura (h)	2h	Distancia	Cumple (S/N)	Cumple (S/N)	Tipo fuente	Distancia (m)	Cumple (S/N)		
Bolívia	Vecindario	1000	N.A.	4 a 5	SI	N.A.	5	NO	5	0,5	1	12	SI	SI	Fuente fija dispersa material resuspendido - obras PTAR Salitre Metano y H2S provenientes de los procesos de tratamiento	20	SI		
Bosa	Vecindario	1000	N.A.	4 a 5	SI	N.A.	150	SI	6	1,5	3	50	SI	SI	N.A.	150	SI		
Carvajal-Sevillana	Vecindario	1000	N.A.	7 a 9	SI	SI	18	SI	7	2,5	5	20	SI	SI	Estación de servicio Chimeneas Azul K	140	SI		
Centro de Alto Rendimiento	Vecindario	1000	N.A.	4 a 5	SI	N.A.	5	NO	10	5,5	11	90	SI	SI	N.A.		SI		
Ciudad Bolívar	Vecindario	1000	N.A.	4 a 5	SI	N.A.	3	NO	8	3,5	7	14	SI	SI	Ducto Chimenea Colegio Parquedero colegio	30	SI		
Colina	Vecindario	1000	N.A.	4 a 5	SI	N.A.	5,5	NO	5	0,5	1	37	SI	SI	N.A.		SI		
Fontibón	Vecindario	1000	N.A.	16 a 17	NO	SI	100	SI	30	25,5	51	170	SI	SI	Ducto Chimenea Hospital	5	SI		
Guaymaral	Vecindario	1000	N.A.	4 a 5	SI	N.A.	3	NO	9	4,5	9	12	SI	SI	Chimenea horno crematorio	305	SI		
Jazmín	Vecindario	1000	N.A.	4 a 5	SI	N.A.	18	SI	12	7,5	15	18	SI	SI	N.A.		SI		
Kennedy	Vecindario	1000	N.A.	7 a 9	SI	N.A.	4	NO	7	-1	-2	14	SI	SI	N.A.		SI		
Las Feitas	Vecindario	1000	N.A.	4 a 5	SI	N.A.	4	NO	11	6,5	13	50	SI	SI	Estación de servicio Parquedero	30	SI		
MinAmbiente	Vecindario	1000	N.A.	24,5	NO	SI	17	SI	50	28,5	57	57	NO	SI	Ducto planta eléctrica	6	SI		
Móvil 7ma	Vecindario	1000	N.A.	4 a 5	SI	N.A.	11	SI	35	30,5	61	30	NO	SI	Estación de servicio	38	SI		
Móvil Fontibón	Vecindario	1000	N.A.	4 a 5	SI	N.A.	15	SI	14	9,5	19	20	SI	SI	Estación se encuentra inmensa en área de parqueo	1	SI		
Puente Aranda	Vecindario	1000	N.A.	18,7	NO	N.A.	20	SI	4,5	0	0	1	SI	SI	Chimeneas	57	SI		
San Cristóbal	Vecindario	1000	N.A.	4 a 5	SI	N.A.	5	NO	10	5,5	11	32	SI	SI	N.A.		SI		
Suba	Vecindario	1000	N.A.	10 a 12	SI	SI	13	SI	4,5	0	0	25	SI	SI	N.A.		SI		
Tunal	Vecindario	1000	N.A.	4 a 5	SI	N.A.	18	SI	6	1,5	3	3,5	SI	SI	Parquedero Colegio	5	SI		
Usaquén	Vecindario	1000	N.A.	16,45	NO	SI	20	SI	21	16,5	33	65	SI	SI	N.A.		SI		
Usme	Vecindario	1000	N.A.	4 a 5	SI	N.A.	18	SI	22,5	18	36	45	SI	SI	Parquedero Colegio	9	SI		

Fuente: RMCAB (ver tabla completa en Anexos)

\*Teniendo en cuenta lo relacionado con altura máxima de 15 m de toma muestras, y dado que esta condición se supera en cuatro estaciones (Usaquén, Puente Aranda, Fontibón y Min Ambiente), la RMCAB, solicitó concepto técnico al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (ver Anexo 3) al respecto, cuya respuesta con radicado 2018ER179196, conceptúalo siguiente: “considerando lo establecido en el protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire son distintos los criterios de micro localización de las estaciones, muestreadores o sensores para monitorear calidad del aire, sin embargo, la altura máxima de monitoreo no es un aspecto obligatorio, es un criterio para cumplir en todas las estaciones en la medida de lo posible. Al respecto, es importante señalar que tal y como se establece en la sección 5.5.7, los Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire Avanzados como el de Bogotá, deben revisar el diseño de su sistema cada 3 años, y en este proceso se debe buscar dar cumplimiento a todos los criterios definidos”, por consiguiente, el presente documento ratifica que la altura de las estaciones no deberá ser cambiada.

De la tabla anterior, se puede afirmar que en las estaciones de la RMCAB se cumplen la mayoría de los aspectos evaluados, no obstante, se evidenciaron algunos casos puntuales que no cumplirían a cabalidad los criterios:

Respecto a la altura desde el piso al toma muestra, cuyo valor máximo es de 15 m para gases como para material particulado, en la nota aclaratoria de la tabla, se explica que conforme al concepto del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en el año 2018, esta condición se debe cumplir en la medida de lo posible, y vale la pena aclarar que desde esa fecha y considerando la ampliación de la RMCAB, no se han instalado estaciones adicionales en altura, todas las nuevas estaciones se encuentran a nivel del piso. Las estaciones antiguas que

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

superan la altura recomendada son Fontibón, Usaquén, Puente Aranda, y MinAmbiente.

En cuanto a la distancia a árboles cercanos, que debe ser mínimo de 10 m de distancia, se observa que hay dificultad para dar cumplimiento a esta condición en las estaciones de Bolivia, Centro de Alto Rendimiento, Ciudad Bolívar, Colina, Guaymaral, Kennedy, Las Ferias, y San Cristóbal, ya que se debe estar solicitando la poda o control de la altura de los árboles cercanos periódicamente, actividad que depende del dueño o administrador del predio.

En cuanto a la distancia a construcciones cercanas, cuyo criterio es la distancia horizontal que debe ser igual a 2 veces la diferencia de altura entre el toma muestras y la altura de la construcción u obstáculo, al evaluar la condición en todas las estaciones de la RMCAB, se encontró que se presenta desviación en MinAmbiente, por un edificio de aproximadamente 50 metros de alto, que se localiza a unos 57 metros de distancia, y en la Móvil 7ma, la cual tiene cercanía con varios edificios, y uno cuya diferencia de altura con la estación es de 30,5 metros y se encuentra a unos 30 metros de distancia.


Por último, algunas estaciones presentan cercanía con fuentes menores de emisiones que pueden llegar a interferir en el monitoreo, como es el caso de Carvajal Sevillana que se encuentra a unos 200 metros de la empresa Azul K que posee varias fuentes de emisión; en la estación Ferias se encuentra un parqueadero a 10 metros, y una estación de servicio a aproximadamente 30 metros de distancia; en la estación Fontibón hay un ducto de una planta eléctrica, el cual se encuentra a 5 metros, similar a lo que ocurre en la estación MinAmbiente, en donde también hay un ducto de una planta eléctrica ubicado a unos 6 metros; en cuanto a la estación Móvil Fontibón esta se encuentra inmersa en un costado de una bahía de parqueo de la estación de Policía donde se ubica, y a unos 5 metros hay un parqueadero de motocicletas; en la estación Puente Aranda se han identificado chimeneas a unos 57 metros de la estación; entre tanto, en las estaciones Ciudad Bolívar, Tunal y Usme ubicadas en colegios, estas se encuentran a pocos metros del parqueadero, sin embargo, la afluencia de vehículos es baja.

### **8.1. DISTANCIA MÍNIMA DE SEPARACIÓN ENTRE TOMA MUESTRAS O CAMINOS DE MEDICIÓN ANALIZADORES GASES CONTAMINANTES Y VÍAS VEHICULARES**

El Protocolo en su manual de diseño, contempla distancias mínimas de separación entre toma muestras de gases en escala de vecindario y vías vehiculares, en función del tráfico o aforo de cada vía.

Para verificar este criterio, se identificaron las vías cercanas a cada estación de monitoreo, con el fin de comparar las distancias mínimas con las distancias reales para el monitoreo de cada gas contaminante en escala de "Vecindario", considerando el aforo del volumen diario de vehículos en cada vía. No obstante, la información de flujo de vehículos es variable, y no hay datos de fuentes oficiales o académicos para todas las vías de la ciudad, solamente se encuentran datos de algunas avenidas y vías principales. Ante esta limitante de información, el análisis se puede realizar considerando los flujos más altos o menores, lo que para la mayoría de las estaciones no es problema, dado que la distancia a las vías es suficiente, y que sólo algunas estaciones están localizadas cerca de vías de alta circulación o de alto flujo de tránsito.



	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

En el Protocolo, se contemplan flujos de tránsito en vías, que van desde 10.000 o menos vehículos por día, hasta 100.000 o más vehículos por día; y que para Ciudades como Bogotá D.C., con vías como la Autopista Sur, o Autopista Norte, Avenida Boyacá, probablemente se alcance el valor de 100.000; y por otro lado en muchas vías secundarias o terciarias difícilmente se alcance el valor de 10.000, y muchas vías de la ciudad pueden oscilar entre estos dos valores, por lo tanto, el rango es bastante amplio.

Tabla 14. Matriz verificación distancias mínimas entre vías y toma muestras - Gases.

Estación	Vías mas cercanas	Tráfico promedio (vehículos/día)	Distancia (m)	Distancia de separación mínima en metros entre vías vehiculares y tomamuestras o caminos de medición a varias escalas							
				O3 - Vecindario - Urbana		NO2 - Vecindario - Urbana		CO - Vecindario		Precusores de Ozono	
				Distancia mínima (m)	Cumple/No Cumple	Distancia mínima (m)	Cumple/No Cumple	Distancia mínima (m)	Cumple/No Cumple	Distancia mínima (m)	Cumple/No Cumple
Bolívia	Via Conexión Usiboa - Calle 80	15000	85	20	Cumple	20	Cumple	25	Cumple	20	Cumple
Bosa	Avenida Terreros	40000	440	50	Cumple	50	Cumple	115	Cumple	50	Cumple
Bosa	Diagonal 73 G Sur	<10.000	75	10	Cumple	10	Cumple	10	Cumple	11	Cumple
Carvajal-Sevillana	Autopista Sur	110.000	48	250	No Cumple	250	No Cumple	150	No Cumple	250	No Cumple
Centro de Alto Rendimiento	Calle 63	20000	350	30	Cumple	30	Cumple	45	Cumple	30	Cumple
Ciudad Bolívar	Transversal 60	<10.000	48	10	Cumple	10	Cumple	10	Cumple	11	Cumple
Colina	Avenida Boyacá	110.000	340	250	Cumple	250	Cumple	150	Cumple	250	Cumple
Fontibón	Calle 22	30000	95	40	Cumple	40	Cumple	80	Cumple	40	Cumple
Fontibón	Carrera 104	<10.000	25	10	Cumple	10	Cumple	10	Cumple	11	Cumple
Guaymaral	Autopista Norte	110.000	290	250	Cumple	250	Cumple	150	Cumple	250	Cumple
Jazmín	Calle 1D	<10.000	7	10	No Cumple	10	No Cumple	10	No Cumple	11	No Cumple
Jazmín	Calle 8 Sur	20000	260	30	Cumple	30	Cumple	45	Cumple	30	Cumple
Kennedy	Carrera 80	30000	65	40	Cumple	40	Cumple	80	No Cumple	40	Cumple
Las Feñas	Calle 80	30000	145	40	Cumple	40	Cumple	80	Cumple	40	Cumple
Las Feñas	Carrera 70	15000	63	20	Cumple	20	Cumple	25	Cumple	20	Cumple
MnAmbiente	Carrera 13	30000	58	40	Cumple	40	Cumple	80	No Cumple	40	Cumple
MnAmbiente	Carrera 7	70000	108	100	Cumple	100	Cumple	150	No Cumple	100	Cumple
Móvil 7ma	Carrera 7	70000	7,7	100	No Cumple	100	No Cumple	150	No Cumple	100	No Cumple
Móvil Fontibón	Carrera 98	<10.000	8	10	No Cumple	10	No Cumple	10	No Cumple	11	No Cumple
Móvil Fontibón	Calle 13	110.000	122	250	No Cumple	250	No Cumple	150	No Cumple	250	No Cumple
Puente Aranda	Carrera 65	15000	35	20	Cumple	20	Cumple	25	Cumple	20	Cumple
Puente Aranda	Calle 10	<10.000	85	10	Cumple	10	Cumple	10	Cumple	11	Cumple
San Cristóbal	Calle 17A sur	<10.000	25	10	Cumple	10	Cumple	10	Cumple	11	Cumple
Suba	Carrera 111	20000	101	30	Cumple	30	Cumple	45	Cumple	30	Cumple
Tunal	Carrera 24	15000	33	20	Cumple	20	Cumple	25	Cumple	20	Cumple
Tunal	Calle 48 Sur	15000	45	20	Cumple	20	Cumple	25	Cumple	20	Cumple
Usaquén	Carrera 7B	<10.000	21	10	Cumple	10	Cumple	10	Cumple	11	Cumple
Usaquén	Carrera 7	70000	160	100	Cumple	100	Cumple	150	Cumple	100	Cumple
Usme	Carrera 1 Este	<10.000	13	10	Cumple	10	Cumple	10	Cumple	11	Cumple

Fuente: RMCAB (ver tabla completa en Anexos)


Se considera útil, tener en cuenta las definiciones o componentes del subsistema vial de acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial.

**Malla vial arterial principal:** Es la red de vías de mayor jerarquía, que actúa como soporte de la movilidad y la accesibilidad urbana y regional y de conexión con el resto del país.

**Malla arterial complementaria:** Es la red de vías que articula operacionalmente los subsistemas de la malla arterial principal, facilita la movilidad de mediana y larga distancia como elemento articulador a escala urbana.

**Malla vial intermedia:** Está constituida por una serie de tramos viales que permean la retícula que conforma las mallas arterial - principal y complementaria, sirviendo como alternativa de circulación a éstas. Permite el acceso y la fluidez de la ciudad a escala zonal.

**Malla vial local:** Está conformada por los tramos viales cuya principal función es la de permitir la accesibilidad a las unidades de vivienda.

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

**Malla vial rural:** Vías que comunican los asentamientos humanos entre sí, entre veredas, con la ciudad y la región. En el territorio rural, se definen tres tipos de vías: Principales, Secundarias y corredores de movilidad local rural (CMLR).

Así las cosas, a continuación, se presentan los análisis para las estaciones que tienen cercanía con vías, y que podría representar no cumplimiento de los criterios establecidos en el Protocolo.

**Estación Carvajal – Sevillana:** La estación de monitoreo está a 48 metros de la Autopista Sur, una vía principal de alta circulación, que según estudios de tráfico ha registrado volúmenes superiores a 100.000 vehículos/día, y, siendo requisito mínimo en escala de vecindario una distancia de al menos 250 metros para este tipo de vías, en el caso de Ozono, NO<sub>2</sub> y precursores de Ozono, y de 150 metros para CO; por lo tanto, presenta desviación frente a estos requerimientos.

**Estación Móvil 7ma:** Esta estación se encuentra sobre la vía principal Carrera Séptima a la altura de la Calle 60, en el Parque denominado Los Hippies, a tan solo 7,7 metros de la vía, y de acuerdo con estudios el volumen de tráfico se alcanza a mover por allí 70.000 vehículos/día, por lo tanto, no cumple con las distancias mínimas para el monitoreo de Ozono, NO<sub>2</sub>, CO y precursores de ozono en escala de Vecindario.


**Estación Móvil Fontibón:** Esta estación se encuentra ubicada a 8 metros de la Carrera 98, la cual si bien es una vía intermedia, se nota un tráfico no despreciable de vehículos, lo que sugiere suponer un volumen de tráfico <10.000 vehículos día como lo establece el nivel más bajo de distancia mínima según el Manual de diseño de SCVA, sin embargo las distancias a la vía para el monitoreo de Ozono, NO<sub>2</sub>, CO y precursores de ozono en escala e Vecindario oscilan entre 10 y 11 metros, lo cual no representaría un problema para la localización de la estación, si se tiene en cuenta que realmente el tráfico por la vía es sustancialmente menor a los 10.000 vehículos/día.

En lo relacionado con la Calle 13, esta vía está a 122 metros de la estación, no se encontraron datos de aforos de volumen vehicular en esta vía, pero se estima que puede estar entre 70.000 a 100.000, teniendo en cuenta el alto volumen de vehículos de carga, bajo este supuesto, se incumplía la distancia mínima para monitoreo de CO de 150 metros, pero para los demás gases cumple.

**Estación Jazmín:** Si bien esta estación es nueva, se analiza su cercanía con la Calle 1D la cual es una vía local del sector y que está a 7 metros de la estación. Realmente el volumen por esta vía es mínimo, si bien no hay datos oficiales, tras observaciones en el lugar, se estima que el tráfico es inferior a 1.000 vehículos al día, lo cual podría ser despreciable en comparación con el límite que establece el Protocolo que es de 10.000; por lo tanto, no habría incumplimiento de este criterio.

## **8.2. DISTANCIA MÍNIMA DE SEPARACIÓN ENTRE TOMA MUESTRAS O CAMINOS DE MEDICIÓN MONITORES DE MATERIAL PARTICULADO Y VÍAS VEHICULARES**

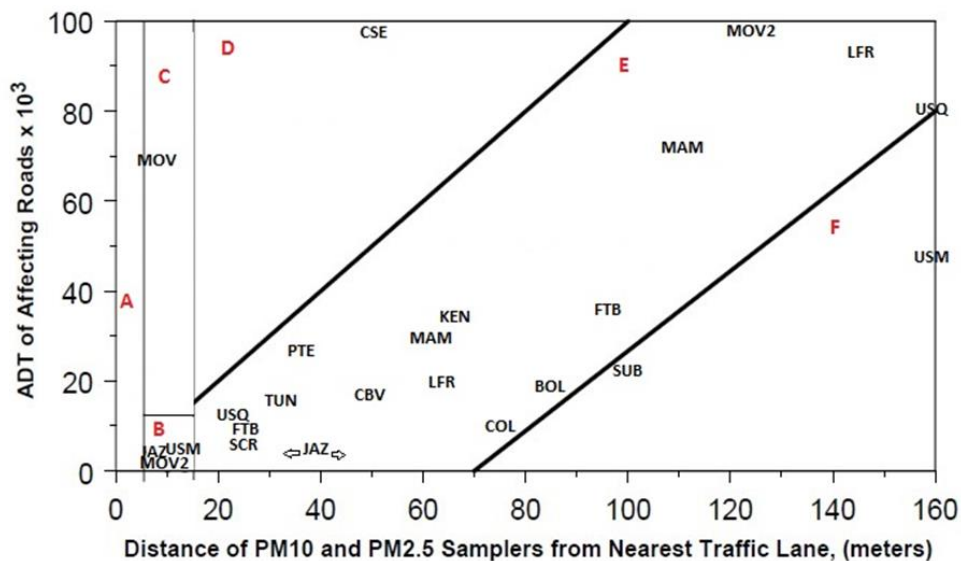
El Protocolo en su manual de diseño, contempla distancias mínimas de separación entre toma

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

muestras de material particulado en escala de vecindario y vías vehiculares, en función del tráfico o aforo de cada vía, esto se encuentra representado en una gráfica o diagrama, el cual tiene diferentes zonas correspondientes a la escala a la que pertenecería la ubicación del monitor de material particulado, en función de la distancia a la vía y el tráfico promedio diario de la misma.

Para analizar el cumplimiento de este criterio para las estaciones de la RMCAB, se tuvieron en cuenta las vías identificadas y su valor aproximado de tráfico promedio diario vistos en el apartado anterior (ver tabla 14), para establecer la situación de cada estación de monitoreo.

Figura 6. Escalas monitoreo - vías vs estaciones material particulado




Fuente: Elaboración RMCAB con base en infografía (This information can be found in 40 CFR Part 58, Appendix E3 [https://www.law.cornell.edu/cfr/text/40/appendix-E\\_to\\_part\\_58](https://www.law.cornell.edu/cfr/text/40/appendix-E_to_part_58))

- A: Inaceptable para todos los niveles de tráfico.
- B: No categorizado (sitio (a) microescala).
- C: Área preferida para la categoría (a) sitio micro escala si el monitor está entre 2 a 7 metros de altura, escala media a mayor altura.
- D: Escala media Adecuado para Sitio de la categoría (a) pero no es preferible.
- E: Escala de Vecindario adecuado para la categoría Sitio (b).
- F: Escala Urbana.

Como se observa en la gráfica, las estaciones que, por su distancia a la vía se ubican más hacia la derecha, están adecuadamente clasificadas como escala vecindario e inclusive escala urbana lo cual es ideal para el análisis de la información y cobertura deseados en la ciudad, entre tanto, las estaciones representadas más hacia la parte izquierda pueden estar mejor clasificadas en una escala media o inclusive en escala micro.

A continuación, se presenta un análisis más detallado de las estaciones que presentarían

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

variaciones respecto a la clasificación en escala de Vecindario que actualmente se tiene en la RMCAB, con respecto al monitoreo de material particulado:

**Estación Móvil:** Se encuentra a 7,7 metros de distancia de la Carrera Séptima, y dado que el tráfico de esta vía es de más de 70.000 vehículos día, la estación de monitoreo se encuentra en una zona donde la clasificación es escala “**Micro**” conforme se muestra en la figura 6, considerando además que los toma muestras para PM10 y PM2.5, se encuentran entre 2 y 7 metros de altura.

**Estación Carvajal – Sevillana:** Esta estación dada su cercanía de 48 metros con la Autopista Sur, la cual es una vía principal con un alto tráfico en Bogotá; según la gráfica, corresponde a una escala “**Media**”.

**Estación Usme:** Se encuentra a 13 metros de la Carrera 11, una vía intermedia de bajo tráfico, y según estos valores, se encontraría en una zona sin categoría en las escalas. Respecto a otras vías de mayor tráfico como la Avenida Caracas, se encuentra lo suficientemente alejada para estar en una escala de **vecindario** o urbana.


**Estación Móvil Fontibón:** Está a 8 metros de la Carrera 98, una vía intermedia de bajo tráfico, y según estos valores, estaría en una zona sin categoría en las escalas, pero al observar la siguiente vía cercana, la Calle 13, una vía principal de alto tráfico, se cumple la condición para clasificarse en escala de Vecindario.

**Estación Jazmín:** La estación está a 7 metros de la Calle 1 D, una vía de malla local de muy bajo tráfico, y según estos valores, se encontraría en una zona sin categoría en las escalas, pero la malla vial del sector como se mencionó es local, por lo tanto, en relación con vías cercanas que podrían influir en el monitoreo de la estación como la Calle 8 Sur, estaría en una escala de Vecindario.

## 9. INFRAESTRUCTURA ESTACIONES RMCAB

En lo referente a la infraestructura de la RMCAB se tomó como referencia el *Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire del entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010)* el cual define las condiciones de operación para una estación automática de parámetros múltiples.

En general las estaciones de la RMCAB son similares entre sí en cuanto a su infraestructura física, de acuerdo con el numeral 6.6.2 del Manual de Diseño de SVCA, donde menciona que los equipos automáticos de monitoreo deben cumplir ciertos criterios para su funcionamiento. Así mismo, una estación automática de parámetros múltiples requiere condiciones especiales de instalación como una cabina con aislamiento térmico, aire acondicionado (en la mayoría de las ocasiones), protección eléctrica, entre otros aspectos que garanticen el óptimo funcionamiento de los equipos. Se debe tener en cuenta que además de los equipos analizadores de gases, una estación de este tipo debe tener: sistema de adquisición de datos (Datalogger), calibrador dinámico de gases, generador de ozono, generador de aire cero,

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

sistema de protección eléctrica (UPS) y gases de calibración, entre otros accesorios.

La RMCAB a nivel general cuenta con las condiciones necesarias a nivel de infraestructura, sin embargo, se debe considerar que, en estaciones como Carvajal y Puente Aranda no tienen un shelter o cabina con aislamiento térmico, ya que fueron instaladas en cuarto de ladrillo en la superficie de una azotea, por lo cual se han realizado algunas adecuaciones locativas para mejorar el tema del aislamiento térmico.

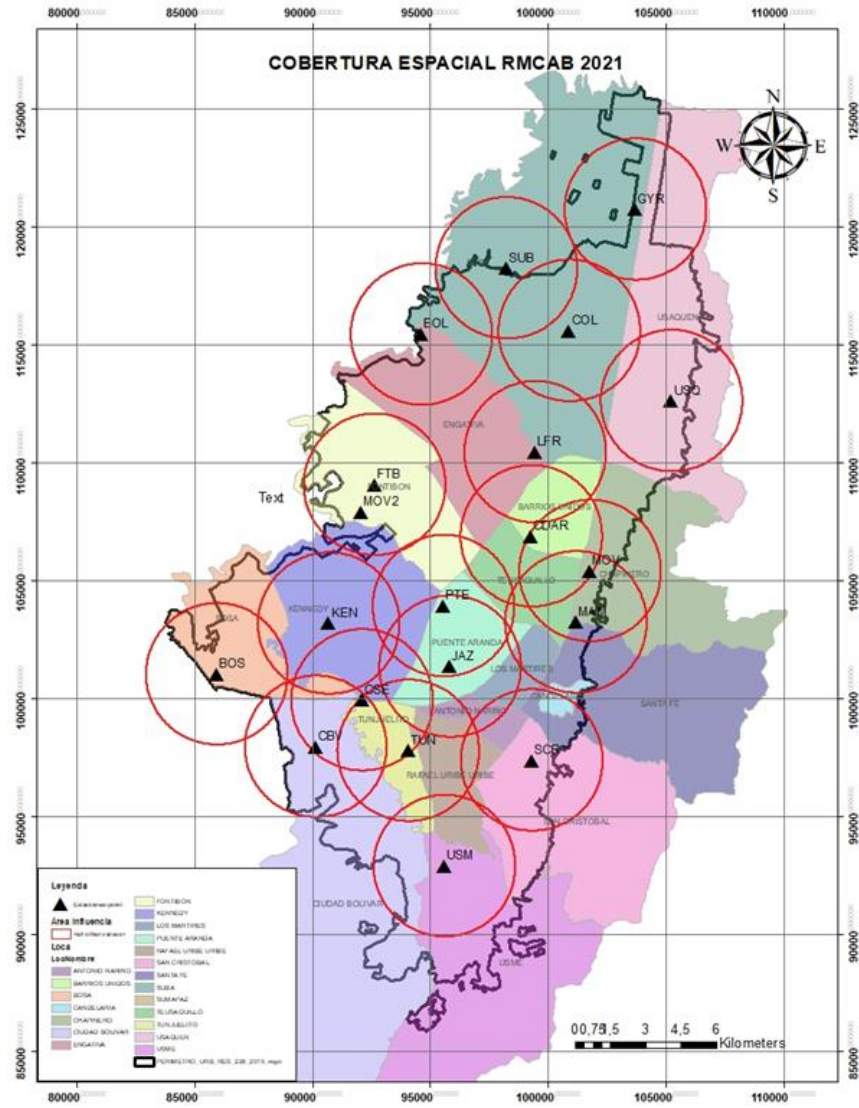
Anualmente, es necesario evaluar las condiciones de infraestructura de la RMCAB, con el fin de planear la adquisición de bienes y servicios necesarios para un estado óptimo de funcionamiento.

### **9.1. ANÁLISIS COBERTURA ESPACIAL**

La escala de monitoreo de las estaciones de la RMCAB, se ha venido reportando dentro de la categoría de vecindario, debido a que pueden representar las condiciones en un área específica al interior del área urbana entre 0,5 y 3 km a la redonda. Con el fin de visualizar el radio de influencia a escala vecindario para las estaciones de la RMCAB, se trazaron polígonos circulares con un radio de 3 km a la redonda de cada estación, cuyos resultados se muestran en el mapa 1, de esta forma se determinó la cobertura en el área urbana de la ciudad de Bogotá D.C., encontrándose que en algunos casos se traslapan estas áreas, y en algunos sectores de la ciudad con áreas menores no se tendría esta cobertura teórica. En general, bajo la clasificación actual de la escala de monitoreo, la cobertura de la RMCAB es buena como se aprecia en el mapa, y se puede observar que hay dos sectores sin cobertura que se encuentran en la parte norte de la localidad de Usaquén y entre las localidades de Chapinero y Usaquén.

No obstante, se requiere verificar para cada estación el cumplimiento de los criterios de microlocalización, con el fin de validar la clasificación de la escala del monitoreo, como ya se analizó anteriormente.

*Mapa 1. Cobertura espacial escala vecindario estaciones RMCAB.*



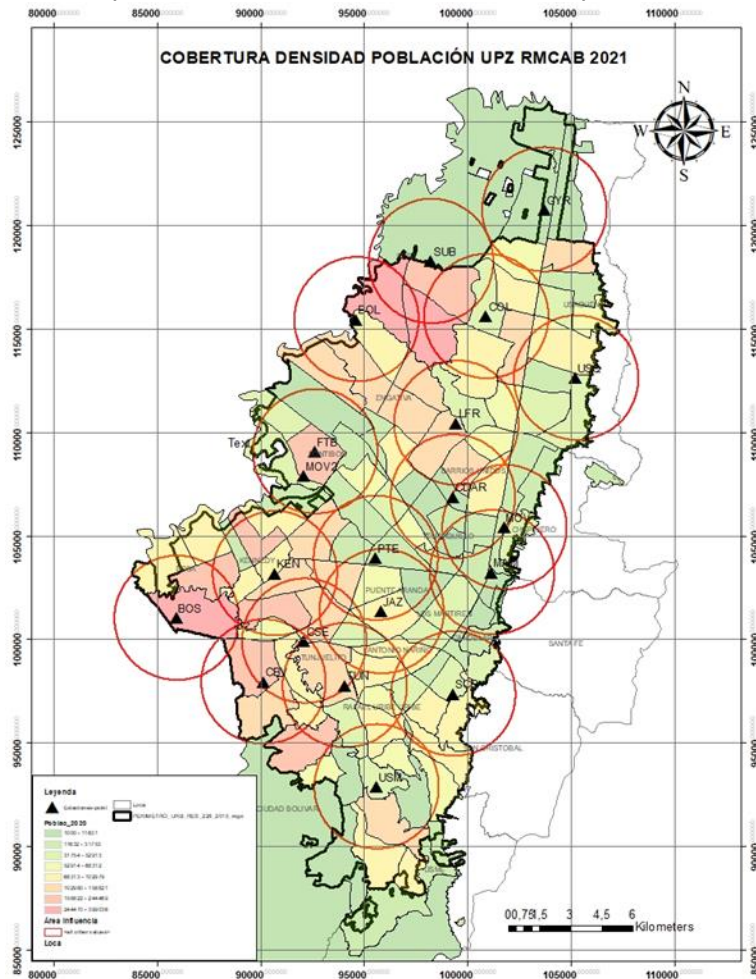
Fuente: RMCAB

Se debe tener en cuenta que esta cobertura espacial, es teórica, ya que adicionalmente, se deben considerar aspectos como la topografía del terreno, las condiciones meteorológicas, especialmente dirección predominante del viento, objetivos del monitoreo, tipo de estación, entre otros. Sin embargo, este análisis espacial, permite dar un criterio para establecer y/o validar la ubicación de las estaciones de la RMCAB, lo que conlleva a observar que la cobertura espacial de la RMCAB es adecuada para la extensión y área del perímetro Urbano de la ciudad de Bogotá D.C.

## 9.2. ANÁLISIS COBERTURA ESPACIAL DENSIDAD POBLACIÓN


Por otro lado, con base en la cobertura espacial analizada, es posible cruzar información de densidad de población por Unidad de Planeación Zonal UPZ, proyectada por la Secretaría Distrital de Planeación SDP, con el fin de apreciar las zonas más pobladas de la ciudad y la cobertura en cuanto a estaciones de calidad del aire.

Mapa 2. Cobertura estaciones – densidad población



Fuente: RMCAB

Como se puede observar en el mapa 2, se representan las UPZ, y las estaciones de la RMCAB con su área de influencia de 3 km a la redonda, allí se puede apreciar que las UPZ más densamente pobladas (color tonalidades rojo más oscuro) se encuentran principalmente en la localidad de Suba hacia el norte, así como en las localidades de Bosa, Ciudad Bolívar y Kennedy, y al suroccidente de la ciudad. En menor proporción hay UPZ densamente pobladas en localidades como Engativá, Fontibón, Barrios Unidos Tunjuelito, Puente Aranda, y en la parte norte de Usaquén.

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

En el mapa se observa que las UPZ más densamente pobladas, cuentan con cobertura por parte de las estaciones de la RMCAB, y cabe resaltar que, con la instalación de nuevas estaciones de calidad del aire, como Bosa, Jazmín, Bolivia, Usme, Colina, y Ciudad Bolívar, se mejora sustancialmente la cobertura, especialmente en zonas densamente pobladas como las UPZ Bosa Central, Tibabuyes, Suba, Rincón, Ismael Perdomo, y Jerusalén.

Habría algunas regiones con menor cobertura como el caso de:

- Zona norte de la Localidad de Chapinero en las UPZ 97 – Chicó Lago y 88 – El Refugio.
- Zona norte Localidad de Usaquén: UPZ 12 – Toberín, 10 – La Uribe, 11 San Cristóbal Norte y 9 – Verbenal.
- Zona de confluencia entre UPZ 73- Garcés Navas, 30 – Boyacá Real, 116 – Álamos, y 31 – Santa Cecilia, en la Localidad de Engativá.

La UPZ 67 – El Lucero en la Localidad de Ciudad Bolívar, cuenta con una población de casi 200.000 habitantes, y está fuera del alcance de estaciones como Ciudad Bolívar, Tunal y Usme, y se encuentra cerca ladrilleras e Industrias del Parque Minero Industrial del Mochuelo, y el Relleno Sanitario Doña Juana, no obstante, está bajo el área de influencia de la estación Mochuelo de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, sin embargo, se puede evaluar la posibilidad de realizar campañas de monitoreo indicativas, con el fin de establecer necesidades de monitoreo en esta zona.

### **9.3. REVISIÓN CLASIFICACIÓN ESTACIONES RMCAB SEGÚN EMISIONES DOMINANTES E INFORMACIÓN ADICIONAL**

En cuanto a la clasificación de las estaciones RMCAB según las emisiones dominantes, e información adicional, en el Anexo 1 denominado Fichas Estaciones RMCAB, se encuentra esta información detallada, la cual ya está establecida, debido a que todas las estaciones ya se encuentran en operación. Así mismo, se contempla la localización de las estaciones, los contaminantes y métodos de medición empleados, y parámetros meteorológicos, por estación.

#### **9.3.1. Análisis de históricos de medición RMCAB**

La RMCAB es un sistema de vigilancia que viene operando desde el año 1997, y ha tenido una evolución a través del tiempo, monitoreando los contaminantes criterio establecidos en la legislación Colombiana, de acuerdo a esto, se sabe que los contaminantes críticos en la ciudad de Bogotá como muchas otras, son el material particulado PM10 y PM2.5, y el Ozono, debido a presentar valores altos que han presentado excedencias, tanto en la norma anual como diaria para material particulado y la norma octohoraria para Ozono. A continuación, se presenta un análisis de datos de monitoreo de los últimos años por estaciones antiguas, en cuanto a las estaciones nuevas que entraron a operar en la segunda mitad de 2020, no se cuenta con información suficiente para realizar este análisis.



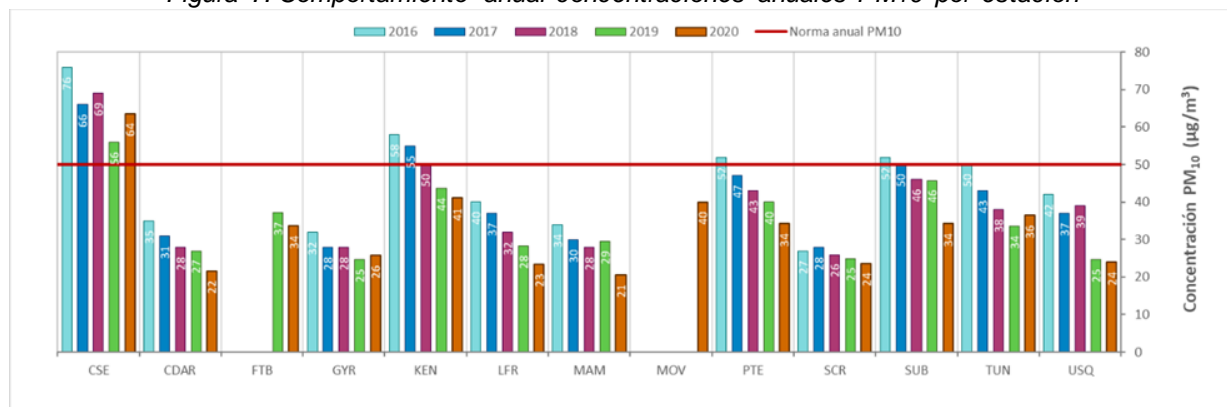
## Material Particulado PM<sub>10</sub>

Las concentraciones anuales de PM<sub>10</sub> han presentado una tendencia generalizada a la reducción en la mayoría de las estaciones activas de la RMCAB en su momento entre 2016 y 2020. Con lo cual todas las estaciones a excepción de Carvajal-Sevillana cumplen con el nivel máximo permisible desde 2018, establecido en la Resolución 2254 de 2017.

Para 2020, en las estaciones Carvajal-Sevillana, Tunal y Guaymaral se observó un aumento de la concentración respecto al 2019, siendo más evidente en la primera estación con un incremento de 8 µg/m<sup>3</sup>. El registro anual más alto de PM<sub>10</sub> de los últimos cinco años se presentó en Carvajal-Sevillana en el año 2016 (76 µg/m<sup>3</sup>), y el más bajo en la estación MinAmbiente en el año 2020 (21 µg/m<sup>3</sup>).

Históricamente se aprecia que las concentraciones promedio anual más altas que excedían la norma para 2018, se presentaron en estaciones como Carvajal-Sevillana y Kennedy, ambas localizadas al suroccidente de la ciudad. Entre tanto estaciones como Puente Aranda, Tunal y Suba, también tenían en ese momento valores alto.

Figura 7. Comportamiento anual concentraciones anuales PM<sub>10</sub> por estación



Fuente: RMCAB

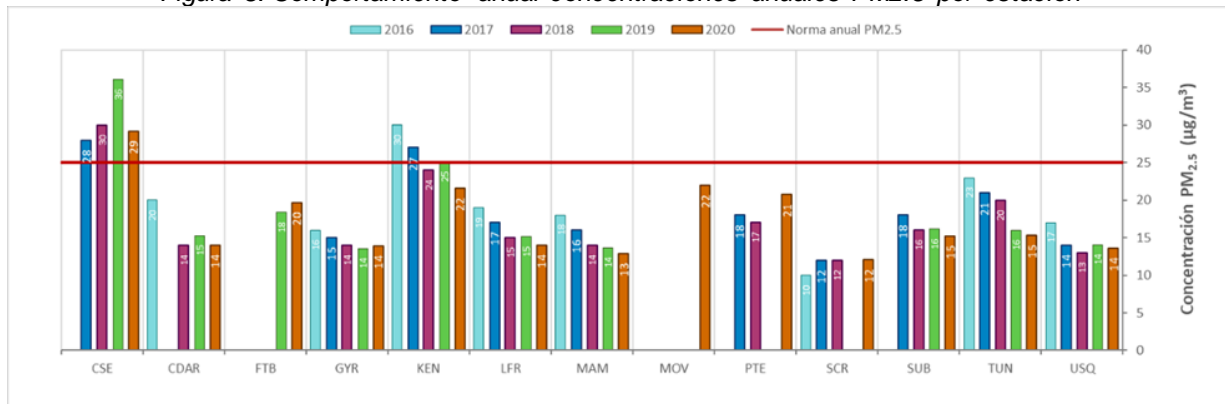
## Material Particulado PM<sub>2.5</sub>

Las concentraciones anuales de PM<sub>2.5</sub> para el periodo entre 2016 y 2020, han presentado una tendencia generalizada a la reducción en todas las estaciones activas de la RMCAB, a excepción de la estación Carvajal-Sevillana, la cual presentó un aumento significativo entre 2019 y 2020, en las demás estaciones, se observa que las concentraciones del año 2020 en general fueron menores o similares a las de los años anteriores.

A excepción de la estación Carvajal - Sevillana, para 2020 se observa que las concentraciones anuales se han mantenido por debajo del nivel máximo permisible (25 µg/m<sup>3</sup>). En la estación Fontibón se observó el aumento de 1 µg/m<sup>3</sup> con respecto al 2019, y en Puente Aranda se evidenció un incremento de 4 µg/m<sup>3</sup> en relación con el 2018. Las restricciones en las

actividades de la ciudad y en la circulación de vehículos incidieron en la reducción generalizada de las concentraciones de PM<sub>2.5</sub>, sin embargo, el primer trimestre del año la ciudad tuvo condiciones normales de funcionamiento y además hubo influencia en las concentraciones de material particulado provenientes de incendios forestales, por lo cual no se ha evidenciado una tendencia a la reducción de las concentraciones generalizada en la ciudad.

Figura 8. Comportamiento anual concentraciones anuales PM<sub>2.5</sub> por estación

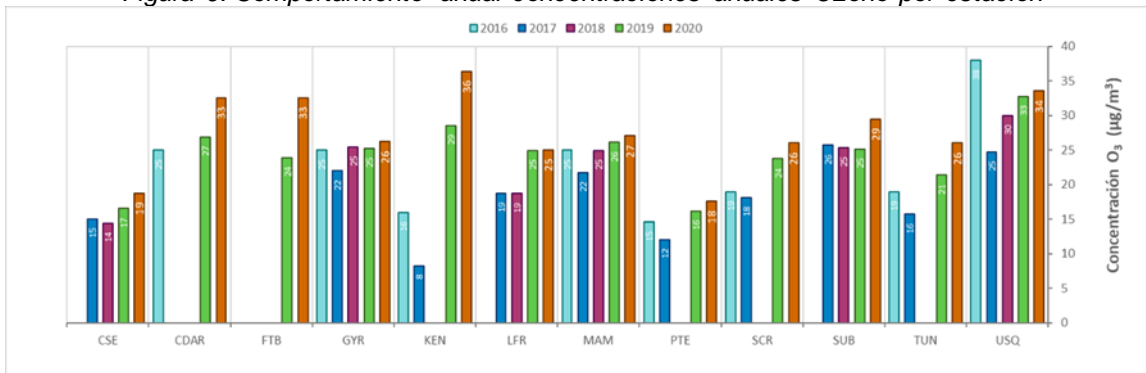


Fuente: RMCAB


### Ozono O<sub>3</sub>

Las concentraciones anuales de O<sub>3</sub> para los años 2016 a 2020 tuvieron una tendencia al incremento en la mayoría de las estaciones, siendo los aumentos más notables en Fontibón y Kennedy con 9 y 8 µg/m<sup>3</sup> respectivamente con relación al 2019. Las concentraciones más altas en 2020 se registraron en Usaquén (38 µg/m<sup>3</sup> en 2016) y en Kennedy (36 µg/m<sup>3</sup> en 2020). Las concentraciones han variado en el tiempo, influenciadas por los cambios en las variables meteorológicas de cada época del año y por la variación en las concentraciones de los precursores de ozono.

Figura 9. Comportamiento anual concentraciones anuales Ozono por estación



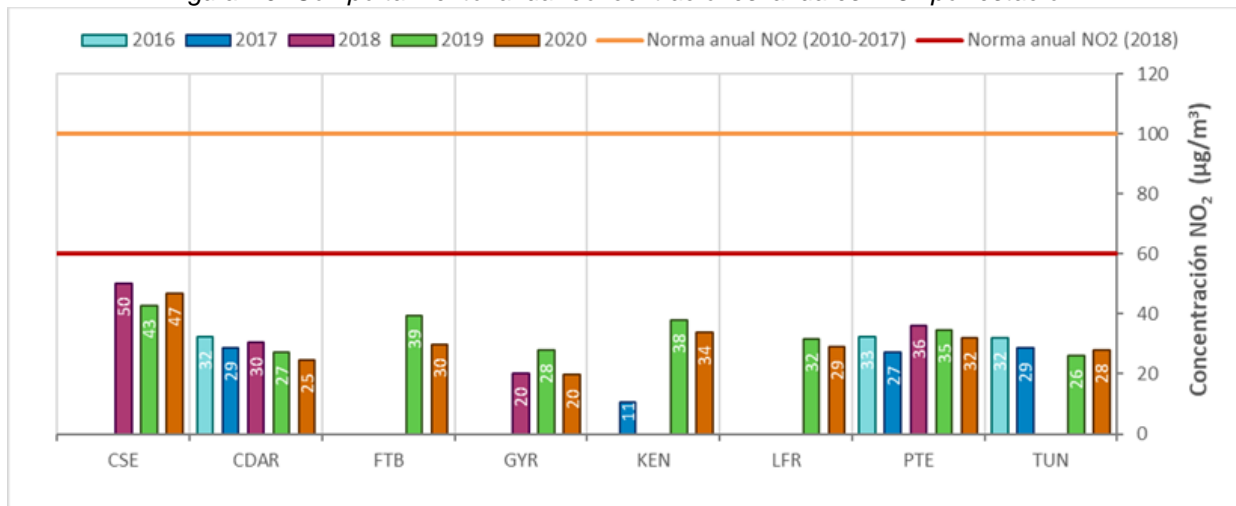
Fuente: RMCAB

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

## Dióxido de Nitrógeno NO<sub>2</sub>

Las concentraciones promedio anual de NO<sub>2</sub> de los años 2016 a 2020, han permanecido por debajo de los límites máximos permisibles hasta 2017 (100 µg/m<sup>3</sup>) y desde 2018 (60 µg/m<sup>3</sup>), y la estación Carvajal-Sevillana ha registrado las concentraciones más altas de la ciudad, siendo el valor del año 2018 el más alto del periodo con 50 µg/m<sup>3</sup>. Por otro lado, la estación Guaymaral ha registrado las concentraciones más bajas en los últimos tres años, aunque el promedio anual más bajo se observó en Kennedy en el año 2017, con 11 µg/m<sup>3</sup>.

Figura 10. Comportamiento anual concentraciones anuales NO<sub>2</sub> por estación

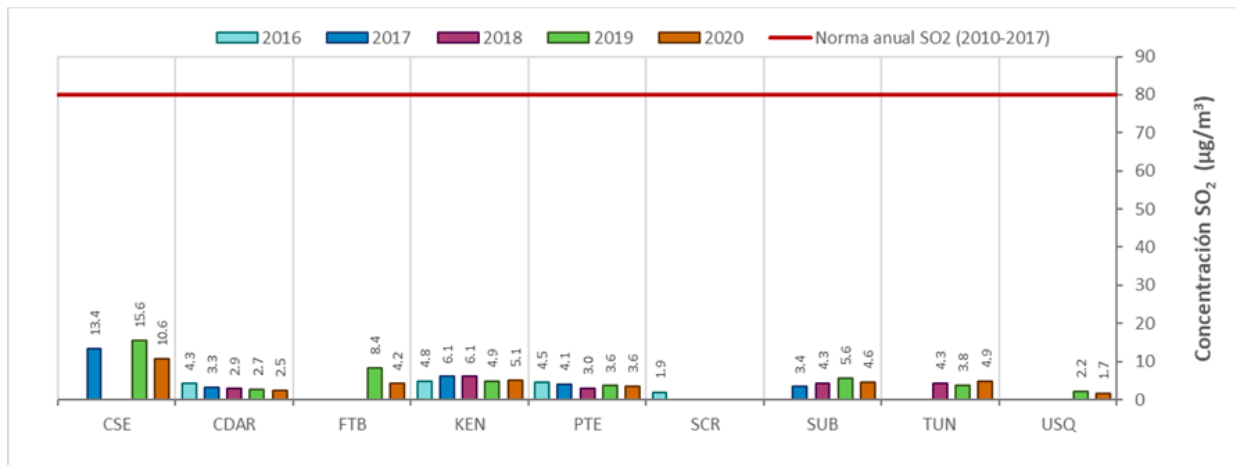


Fuente: RMCAB

## Dióxido de Azufre SO<sub>2</sub>

Las concentraciones promedio anual de SO<sub>2</sub> para los años 2016 a 2020, han permanecido por debajo del nivel máximo establecido en la norma anual establecida por la Resolución 610 de 2010 del MAVDT, vigente hasta el año 2017, sin embargo, se deja como referencia la comparación para los años posteriores. Se observa que las concentraciones registradas en Carvajal-Sevillana han sido las más altas de la ciudad. El promedio anual más alto en este periodo se registró en el año 2019 con 15.6 µg/m<sup>3</sup>, y el menor promedio se observó en Usaqué, con 1.7 µg/m<sup>3</sup> en 2020. En general se observó una reducción de las concentraciones de SO<sub>2</sub> en el año 2020 respecto a años anteriores, a excepción de la estación Tunal, en la que se registró un aumento de 1.0 µg/m<sup>3</sup> en relación con el promedio registrado en 2019.

Figura 11. Comportamiento anual concentraciones anuales SO<sub>2</sub> por estación

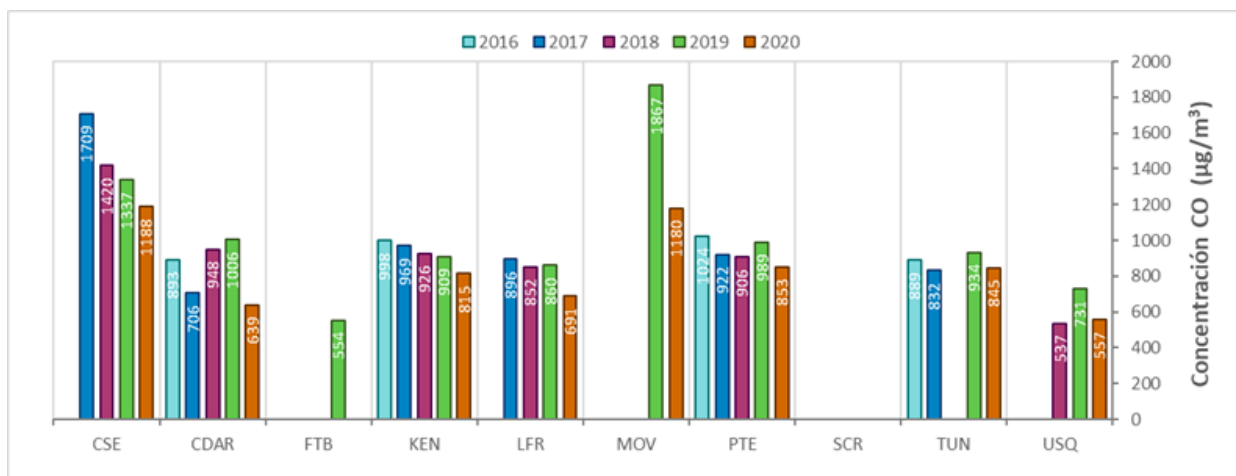


Fuente: RMCAB


### Monóxido de Carbono CO

Las concentraciones promedio anual de CO para los años 2016 a 2020. Presentan una tendencia a la reducción de las concentraciones con el paso de los años, y los valores registrados en el 2020 fueron menores a los registrados en el año inmediatamente anterior. El promedio anual de concentración de CO más alto en este periodo se registró en la estación Móvil 7ma, con 1866.6 µg/m<sup>3</sup> en el año 2019, mientras que el promedio anual más bajo se observó en la estación Usaquéen con 537.3 µg/m<sup>3</sup> en el año 2018.

Figura 12. Comportamiento anual concentraciones anuales CO por estación



Fuente: RMCAB

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

### 10.3.2. Aspectos relevantes históricos de medición

De los resultados y análisis históricos presentados para los diferentes contaminantes criterio en las estaciones de la RMCAB, se pueden resaltar aspectos importantes para cada estación como:

Es notable como la estación de Carvajal–Sevillana, en el periodo analizado 2016– 2020, está en el primer lugar en mayores concentraciones promedio anual de material particulado PM10 y PM2.5 en relación con otras estaciones de la RMCAB, además de presentar el mayor número de excedencias diaria y anual.

En segundo lugar, se encuentra la estación de Kennedy, y seguidamente las estaciones de Puente Aranda y Tunal. Como se observa, todas estas estaciones se encuentran al sur de la Ciudad, y con el fin de ampliar la cobertura del sector, conocer situaciones de frontera, y mejorar la resolución espacial del monitoreo en especial de material particulado, se instalaron recientemente estaciones como Bosa, Ciudad Bolívar, Usme y El Jazmín.

Así mismo, se deben considerar posibles influencias de fuentes móviles (en especial vehículos pesados) en la Autopista Sur e industrias cercanas que generan emisiones, para el caso de la estación Carvajal – Sevillana.


En cuanto al Ozono, los resultados del monitoreo realizado entre 2016 y 2020, muestra una tendencia al incremento en promedios anuales de concentraciones, por lo tanto, se debe prestar especial atención al comportamiento de este contaminante. Las concentraciones más altas, y por lo tanto excedencias de la norma octohoraria se han observado en estaciones como Centro de Alto Rendimiento, Kennedy, Usaquén, Fontibón y Suba.

Como está diseñada la RMCAB, se encuentra que en todas las estaciones se está monitoreando PM10 y PM2.5, y en la mayoría se tiene monitoreo de Ozono, y de los demás gases contaminantes Dióxido de nitrógeno, Monóxido de Carbono y Dióxido de Azufre, por lo que no es necesario implementar más equipos en las estaciones, ya que están configurados con monitoreo de todos los contaminantes criterio.

Por último, tras la ampliación de la RMCAB entre 2019 y 2020 mediante la instalación de nuevas estaciones como Bosa, El Jazmín, y Ciudad Bolívar, en el Sur Occidente, Usme hacia el sur oriente, Colina en la parte norte y más recientemente durante 2021 la estación Móvil en Fontibón en el Occidente, se tiene una red de monitoreo, con una buena cobertura en toda el área Urbana de la ciudad.

### 10.3.3. Técnicas de medición para el monitoreo de contaminantes criterio en la RMCAB

Los métodos de medición utilizados por los monitores de la RMCAB se encuentran descritos en la lista de métodos de referencia y equivalentes designados por la Agencia de protección Ambiental de Estados Unidos – US EPA, publicada en el enlace web [https://www.epa.gov/sites/default/files/2019-08/documents/designated\\_reference\\_and-equivalent\\_methods.pdf](https://www.epa.gov/sites/default/files/2019-08/documents/designated_reference_and-equivalent_methods.pdf), los métodos de referencia se encuentran establecidos en el Título 40


	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

del CFR (Code of Federal Regulations), los cuales están aprobados por la Environmental Protection Agency (EPA) de los Estados Unidos. Para cada contaminante se encuentra definido un método de referencia específico, según el equivalente por el que funciona cada monitor, establecido en los apéndices de la Parte 50 del Título 40 del CFR (LII, 2020).

En la siguiente tabla, se presentan los diferentes métodos de los correspondientes equipos disponibles en la RMCAB.

*Tabla 15. Técnicas de medición automática de los equipos de la RMCAB, métodos equivalentes y de referencia EPA*

<b>MÉTODO DE REFERENCIA</b>	<b>CONTAMINANTE</b>	<b>ESPECIFICACIÓN</b>
RFCA-0981-054: Determinación Directa en Campo de Monóxido de Carbono (CO): US-EPA CFR Título 40, Parte 50, Apéndice C.	Monóxido de Carbono (CO)	THERMO 48i
RFCA-1093-093: Determinación Directa en Campo de Monóxido de Carbono (CO): US-EPA CFR Título 40, Parte 50, Apéndice C.	Monóxido de Carbono (CO)	Teledyne Advanced Pollution Instrumentation 300E y T300
RFCA-0915-228: Determinación Directa en Campo de Monóxido de Carbono (CO): U.S. EPA CFR Título 40, Subcapítulo C, parte 50, Apéndice C.	Monóxido de Carbono (CO)	Environnement S.A. CO12e
EQSA-0486-060: Determinación Directa en Campo de Dióxido de Azufre SO <sub>2</sub> : U.S. EPA CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 50, Apéndice A-1.	Dióxido de Azufre SO <sub>2</sub>	THERMO 43i
EQSA-0495-100: Determinación Directa en Campo de Dióxido de Azufre SO <sub>2</sub> : U.S. EPA CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 50, Apéndice A-1.	Dióxido de Azufre SO <sub>2</sub>	Teledyne Advanced Pollution Instrumentation 100E
EQSA-0802-149: Determinación Directa en Campo de Dióxido de Azufre SO <sub>2</sub> : U.S. EPA CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, parte 50, Apéndice A-1.	Dióxido de Azufre SO <sub>2</sub>	Environnement S.A. AF22e
RFNA-1194-099: Determinación Directa en Campo de Dióxido de Nitrógeno NO <sub>2</sub> : U.S. EPA CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 50, Apéndice F. Teledyne Advanced Pollution	Dióxido de Nitrógeno NO <sub>2</sub>	Instrumentation 200E, T200 y T204 NOX + O <sub>3</sub> Analyzer
RFNA-1289-074: Determinación Directa en Campo de Dióxido de Nitrógeno NO <sub>2</sub> : U.S. EPA CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 50, Apéndice F.	Dióxido de Nitrógeno NO <sub>2</sub>	Thermo Environmental Instruments 42i
RFNA-0118-249: Determinación Directa en Campo de Dióxido de Nitrógeno NO <sub>2</sub> : U.S. EPA CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, parte 50, Apéndice F.	Dióxido de Nitrógeno NO <sub>2</sub>	Environnement S.A. AC32e
EQOA-0992-087: Determinación Directa en Campo de Ozono en la Atmosfera O <sub>3</sub> : U.S. EPA CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 50, Apéndice D.	Ozono O <sub>3</sub>	Teledyne Advanced Pollution Instrumentation 400E y T400
EQOA-0515-225: Determinación Directa en Campo de Ozono en la Atmosfera O <sub>3</sub> : U.S. EPA	Ozono O <sub>3</sub>	Environnement S.A O <sub>3</sub> 42e

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, parte 50, Apéndice D.		
EQOA-0514-214: Determinación Directa en Campo de Ozono en la Atmosfera O3: U.S. EPA CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, parte 50, Apéndice D.	Ozono O3	Teledyne Advanced Pollution Instrumentation T204 NOX + O3 Analyzer
EQPM-0798-122: Determinación Directa en Campo de PM10: U.S. EPA CFR Título 40.	Material Particulado PM10	Met One BAM 1020
EQPM-0404-151: Determinación Directa en Campo de PM10: U.S. EPA CFR Título 40.	Material Particulado PM10	Environnement S.A. MP101M
EQPM-0308-170: Determinación Directa en Campo de PM2.5: U.S. EPA CFR Título 40.	Material Particulado PM2.5	Met One BAM-1020 PM-2.5
EQPM-0715-266: Determinación Directa en Campo de PM2.5: U.S. EPA CFR Título 40.	Material Particulado PM2.5	- Met One Instruments, Inc. BAM-1020 Beta Atenuación (PM2.5-URG Cyclone)
EQPM-1013-211: Determinación Directa en Campo de PM2.5: U.S. EPA CFR Título 40.	Material Particulado PM2.5	Environnement S.A. MP101M PM2.5 Beta Attenuation Monitor

Fuente: RMCAB

#### **10.3.4. Estado de los sensores y analizadores disponibles en las estaciones de la RMCAB**

En la RMCAB actualmente se encuentran funcionando equipos (sensores meteorológicos, analizadores de gases, monitores de material particulado) de diferentes generaciones y casas fabricantes, y que, de acuerdo al programa de mantenimiento preventivo y correctivo, se mantienen en buenas condiciones de operación; no obstante, algunos equipos ocasionalmente son puestos fuera de servicio por reparaciones principalmente, o en algunos casos se evalúa la posibilidad de ser dados de baja.

Los monitores de material particulado, así como los analizadores de gases, sensores meteorológicos y otros equipos de la RMCAB que actualmente operan, pertenecen a diferentes generaciones por llamarlo así, los más antiguos datan de 2005 y 2006. Entre 2008 y 2010 se realizaron compras significativas de equipos de los cuales la mayoría siguen en funcionamiento, luego se realizaron adquisiciones de algunos equipos, renovación de shelter entre 2012 y 2015. En 2018 también se realizó una compra de equipos de monitoreo, y finalmente en 2020 ingresaron equipos para renovar la red e instalar 5 estaciones nuevas. Por tanto, periódicamente la RMCAB se renueva para mantener una adecuada operación, evitar sobrecostos por mantenimiento y garantizar el monitoreo y cobertura de la red.

En el siguiente gráfico se muestra el número de equipos activos de monitoreo por año de adquisición, resaltando que la mayor cantidad de equipos operando hoy son recientes de 2020.


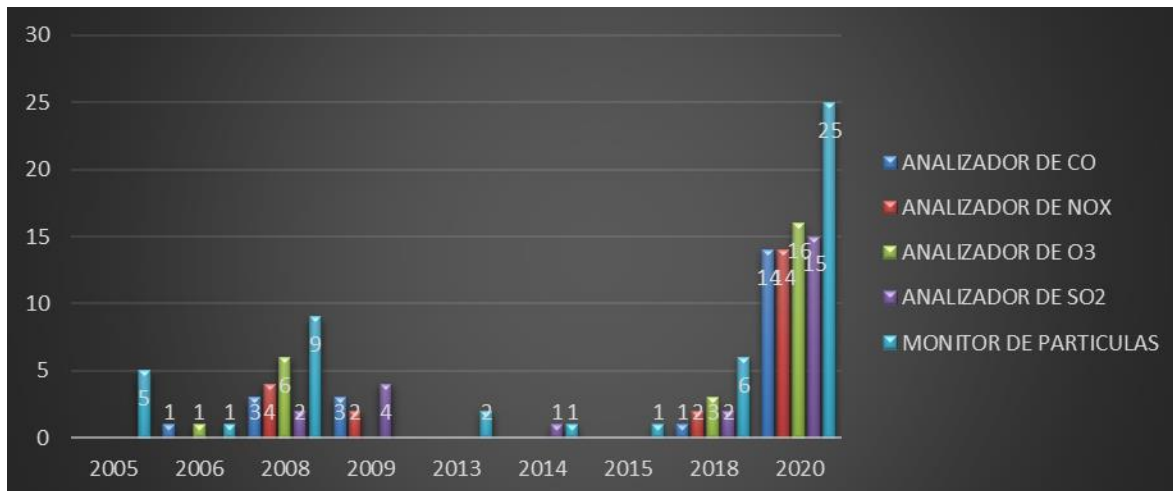
	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

Figura 13. Gráfico año adquisición equipos de monitoreo



Fuente: RMCAB

Adicional a lo anterior, entre 2019, 2020 y 2021 se han realizado conceptos de baja de algunos equipos de monitoreo, equipos auxiliares y elementos de la red, por fallas recurrentes, daños irreparables, obsolescencia tecnológica, entre otras razones.

## 11. DEPRECIACIÓN Y RENOVACIÓN DE EQUIPOS


Como se mencionó anteriormente, la RMCAB posee equipos adquiridos en diferentes años, los más antiguos de hasta 15 años y debido al programa de mantenimiento implementado, aun se tienen en servicio, ya que normalmente se espera una vida útil promedio de 10 años, dependiendo el tipo de equipo, el mantenimiento y las recomendaciones del fabricante.

Anualmente el área financiera de la entidad realiza solicita una verificación para actualizar la vida útil de los equipos y evitar la depreciación en términos contables. De otra parte, se ha venido trabajando en el proceso de baja de equipos y elementos, por fallas reiterativas u obsolescencia tecnológica, principalmente de equipos antiguos.

En conclusión, y teniendo en cuenta la capacidad operativa de la RMCAB, se debe revisar la necesidad de adquisición de equipos para renovación de manera periódica. Mensualmente se está realizando un comité de inventarios en el que se priorizan y revisan los procesos de baja de equipos y repuestos, necesidades de adquisición, entre otros temas relacionados.

Anualmente se prioriza la compra de equipos de monitoreo de calidad del aire, sensores meteorológicos y otros elementos, conforme las necesidades presentadas; sin embargo, es recomendable evaluar y definir viabilidad de compra de equipos para renovación, al menos cada 4 o 5 años.



	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

## 12. SELECCIÓN Y UBICACIÓN DE LOS SENSORES METEOROLÓGICOS

Conforme lo establece el Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire, es recomendable instalar sensores de velocidad y dirección de viento, precipitación, temperatura y humedad suficientes para describir la meteorología de la zona de estudiada. *Dado que no existe la necesidad imperativa de instalar los sensores meteorológicos exactamente en la misma localización que los de calidad del aire y que existe la posibilidad de encontrar sitios que cumplan con todas las restricciones impuestas para la vigilancia de calidad del aire pero no cumplan con las restricciones meteorológicas, es posible diseñar SVCA donde algunos o todos los sensores meteorológicos estén separados de los de calidad del aire. Sin embargo, ponerlos en el mismo sitio resulta más económico, dado que se requerirían menores recursos para la adquisición y transmisión de datos y para la operación y mantenimiento.*

Actualmente, la RMCAB tiene sensores meteorológicos en todas las estaciones de monitoreo de calidad del aire, por facilidad de acceso, desplazamiento y economía.

### 12.1. MICRO LOCALIZACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS


Para obtener datos meteorológicos representativos en los estudios sobre la contaminación del aire es muy importante la ubicación adecuada de los instrumentos. Estos se deben colocar lejos de obstrucciones que puedan influir en las mediciones. En la RMCAB se ha procurado dar cumplimiento a los criterios establecidos en el Protocolo, sin embargo, es una tarea compleja, toda vez que por ejemplo en el caso de los anemómetros se recomienda que la distancia entre estos y cualquier obstáculo debe ser de por lo menos diez (10) veces superior a la altura del obstáculo, lo cual en una ciudad como Bogotá es difícil de cumplir, puesto que los espacios abiertos son limitados y la ciudad crece en altura con edificios y construcciones cada vez más altos, también se encuentra el arbolado urbano, que puede variar en altura entre los 3 y 20 metros aproximadamente.

En cuanto a otros criterios como la altura sobre el suelo, distancia a la torre y ubicación del instrumento, estos en su mayoría se cumplen, sin embargo, es recomendable realizar una verificación detallada y guardar evidencia mediante un informe respectivo de las condiciones de microlocalización.

## 13. RECURSO HUMANO REQUERIDO RMCAB

Para un SVCA avanzado como la RMCAB, y sus veinte estaciones en operación, y conforme la experiencia de los últimos tres años, se cuenta en la actualidad del siguiente personal:

- ✓ Un (1) profesional líder técnico
- ✓ Seis (6) profesionales de campo
- ✓ Un (1) profesional análisis y validación meteorología
- ✓ Tres (3) profesionales análisis y validación calidad del aire
- ✓ Un (1) profesional metrología
- ✓ Un (1) profesional indicadores, PQR y SISAIRE

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

- ✓ Un (1) profesional apoyo administrativo
- ✓ Un (1) Técnico SST - trabajo en alturas

En total son quince personas requeridas para las diferentes actividades que demanda la RMCAB, no obstante, conforme las necesidades particulares, esta cifra puede cambiar año tras año. Este personal es contratado bajo la modalidad de prestación de servicios.

Adicionalmente, se cuenta con el apoyo de un (1) funcionario en Carrera Administrativa, quien orienta y apoya algunos temas técnicos y administrativos de la RMCAB.

#### 14. COSTOS OPERACIÓN ANUALES RMCAB

Los costos de operación de la RMCAB, totalizados para un periodo anual, básicamente se dividen en costos de personal y de bienes y servicios, como se resume un aproximado en la siguiente tabla:

Tabla 16. Costos totales operación RMCAB 2021

Tipo	Valor anual aproximado
Personal (prestación de servicios)	\$ 770.000.000
Bienes y servicios	\$ 900.000.000
<b>Total</b>	<b>\$ 1.670.000.000</b>

Fuente: RMCAB

Los costos de personal incluyen los profesionales listados en el apartado anterior, con proyección a doce meses de honorarios, de acuerdo con los perfiles establecidos por la entidad.


En lo que se refiere a bienes y servicios, los costos incluyen la adquisición de repuestos e insumos, y servicios como calibración de sensores, calibradores y patrones, pago canon arriendos, servicios públicos, mantenimiento locativo externo, soporte de software, entre otros. Existen otros gastos adicionales como vigilancia y transporte que se consideran gastos de funcionamiento de la entidad, y no están incluidos en el total.

##### 14.1. COSTOS DE INVERSIÓN O MODERNIZACIÓN

En lo que concierne con adquisición de equipos y estaciones nuevas, correspondería a costos de inversión variables que se hacen de acuerdo con la priorización que realiza la RMCAB, con el fin de modernizar y ampliar las estaciones de monitoreo. Como referencia, se muestran a continuación algunos precios recientes:

Tabla 17. Costos por equipo 2021

Descripción	Costo unitario (\$ pesos)
<b>Monitor de partículas (PM2.5)</b>	\$ 134.000.000
<b>Monitor de partículas (PM10)</b>	\$ 126.000.000

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1


<b>Analizador gases (Ozono)</b>	\$ 55.000.000
<b>Analizador gases (Dióxido de nitrógeno)</b>	\$ 75.000.000
<b>Analizador gases (Dióxido de azufre)</b>	\$ 73.000.000
<b>Analizador gases (Monóxido de carbono)</b>	\$ 70.000.000
<b>Calibrador dinámico con fotómetro</b>	\$ 94.000.000
<b>Paquete sensores meteorología</b>	\$ 60.000.000
<b>Shelter o cabina dotada (UPS y AA)</b>	\$ 102.340.000
<b>Datalogger</b>	\$ 38.000.000
<b>Generador de aire cero</b>	\$ 38.000.000
<b>Calibrador de flujo</b>	\$ 16.000.000
<b>Total</b>	<b>\$ 881.340.000</b>

*Fuente: RMCAB*


Adicionalmente, al momento de instalar nuevas estaciones, se deben tener en cuenta los costos asociados a la adecuación del terreno, acometidas eléctricas y de red internet, la mano de obra directa o indirecta, costos de instalación y puesta en marcha, estos costos pueden variar entre 30 a 60 millones de pesos en promedio.

## 15. CONCLUSIONES

- Actualmente la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá RMCAB, está conformada por veinte (20) estaciones de monitoreo, las cuales cuentan con equipos automáticos de medición permanente de todos los contaminantes criterio establecidos en la normatividad nacional y parámetros meteorológicos, consolidándose así como un Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire SVCA avanzado en escala de vecindario para el área y población urbana de la ciudad de Bogotá D.C., con la entrada en operación de nuevas estaciones entre 2020 y 2021, como Bosa, Ciudad Bolívar, Usme, Jazmín, Colina y Móvil de Fontibón, se mejoró la cobertura de la red.
- Como consideración especial para el SVCA avanzado, es requerido realizar estudios de especiación o caracterización de material particulado, de lo cual se están adelantando gestiones, sin embargo, es imprescindible desarrollar este proyecto en un corto o mediano plazo, con el fin de asegurar los recursos necesarios y lograr las gestiones administrativas y técnicas requeridas.
- La clasificación de las estaciones de la RMCAB, de acuerdo al tipo de área (Urbana/Suburbana) y el tipo de emisiones dominantes (De fondo/tráfico/industrial/residencial), se encuentra adecuada al entorno de cada estación, y tal como se ha venido reportando en los Informes de Calidad del Aire publicados. No obstante, la clasificación de las estaciones en cuanto a la “Escala de Monitoreo”, debe considerar los aspectos identificados en el presente documento, en lo que corresponde a las siguientes estaciones:


	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

- *Estación Carvajal:* tanto para monitoreo de gases como para material particulado, la cercanía de esta estación con la Autopista Sur, vía de un alto flujo vehicular, limita que la escala del monitoreo sea de “Vecindario”, y por lo tanto, lo más adecuado es reclasificar la estación a una escala inferior como escala “Media”.
  - *Estación Móvil 7ma:* Esta estación, al encontrarse a menos de 10 metros de la Carrera 7ª, no cumple con el criterio para ser considerada una estación de escala vecindario, tanto para el monitoreo de gases como de material particulado, sin importar el flujo de tráfico por la vía, no cumple con la distancia mínima requerida. Al estar los toma muestra a una altura entre 2 y 7 metros de altura, se debe clasificar la estación como una **escala “Micro”**, tanto para monitoreo de gases como para material particulado PM10 y PM2.5. Así mismo, se debe considerar que la Carrera 7ª es una vía principal de alto flujo de vehículos aproximadamente 70.000 vehículos/día, por lo tanto, para llegar a ser escala **vecindario**, lo indicado sería cambiar la ubicación de la estación a una distancia de al menos 150 metros para monitoreo de CO, y de 100 metros para monitoreo de los demás gases contaminantes, y de 70 metros o más para material particulado; lo cual representaría cambiar totalmente la ubicación de la estación. No obstante, lo anterior, hay otra opción que es guardar una distancia de al menos 15 metros de la vía, para que la estación sea clasificada en una **escala “Media”**, tanto para monitoreo de gases como de material particulado. Por último, en la actualidad no se mide ozono, por lo tanto, no se nombran restricciones o limitaciones en cuanto a este contaminante.
  - Para la estación **Móvil Fontibón**, ubicada a una distancia de 8 metros de la Carrera 98, la cual es una vía intermedia de un volumen de tráfico menor, podría considerarse en escala “Micro” no obstante, la Avenida Calle 13, la cual es vía principal de alto flujo vehicular que se encuentra a 122 metros de distancia, y las fuentes móviles que circulan por esta puede generar concentraciones más altas e influir mayoritariamente en el monitoreo que realiza la estación. Por lo tanto, en relación con la Avenida Calle 13, el monitoreo de material particulado cumple una **escala de Vecindario**.
4. Considerando el resultado del análisis de la escala de monitoreo para la RMCAB, a excepción de las estaciones de Carvajal-Sevillana y de la Móvil de la Carrera 7ª, las demás estaciones se encuentran adecuadamente clasificadas en escala de “Vecindario”.
  5. En lo referente a distancia a árboles se encuentran en inmediaciones de las estaciones de calidad del aire, se debe realizar una verificación periódica a las estaciones Bolivia, Centro de Alto Rendimiento, Ciudad Bolívar, Colina, Guaymaral, Kennedy, Las Ferias, y San Cristóbal, con el fin de caracterizar mejor los árboles que se han detectado, y que se encuentran a 10 metros o menos. Igualmente es necesario establecer un procedimiento con el responsable de cada predio para realizar el control silvicultural aplicable y con las medidas ambientales adecuadas, en el marco de la normatividad vigente.
  6. En lo relacionado con el criterio de distancia horizontal (la cual debe ser el doble de la diferencia de altura entre los toma muestras y el obstáculo) a obstáculos como construcciones o edificaciones, en la estación Móvil 7ma no se está cumpliendo esta condición, con dos edificios cercanos, y en la estación MinAmbiente a pesar de estar en una

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

azotea, hay un edificio de 18 pisos sobre la Carrera 13, con el cual es necesario realizar verificaciones más detalladas del criterio establecido de distancia.

7. Algunas estaciones de la RMCAB, se encuentran cerca a fuentes menores de emisiones, frente a lo cual se debe considerar permanentemente en la vigilancia y análisis de los datos obtenidos en el monitoreo, la posible interferencia o influencia en la concentración de algunos contaminantes, como en los siguientes casos:
  - Estación Bolivia: Terreno adyacente desprovisto de cobertura vegetal, correspondiente al predio de la PTAR El Salitre, donde se adelantan obras civiles por ampliación de la misma, se realiza vigilancia permanente de datos a través del proceso de validación.
  - Estaciones Ciudad Bolívar, Tunal y Usme: Tienen la particularidad de estar dentro de Colegios distritales, y a menos de 10 metros del parqueadero, no obstante, la afluencia de vehículos es baja y no se han detectado influencia sobre el monitoreo, sobre todo en Tunal que lleva más de 10 años en funcionamiento, mientras que Usme y Ciudad Bolívar llevan 1 año de operación y la mayoría del tiempo los Colegios han estado sin presencialidad debido a restricciones por la Pandemia del Covid-19.
  - Estaciones de Fontibón y MinAmbiente: En estas estaciones se presenta la situación de estar ubicadas en una azotea, con la particularidad de estar cerca de ductos de escape o salida, de generadores eléctricos, en un radio inferior a 10 metros. Por lo tanto, debe prestarse especial atención al comportamiento del monitoreo realizado para contaminantes como NOx, CO y material particulado.
  - Estación Ferias: La presencia de un parqueadero de buses y vehículos particulares a menos de 10 metros de la estación, es un hecho que podría influir en el monitoreo de material particulado, aunado a esto, el suelo en dicho parqueadero se encuentra sin pavimentar, por lo tanto, es necesario vigilar constantemente los datos.
8. El análisis de la cobertura espacial de las estaciones de la RMCAB, muestra que hay un cubrimiento adecuado del área de la ciudad para un monitoreo en escala de vecindario, y considerando además lo mencionado en apartados anteriores, respecto a las estaciones Móvil 7ma y Carvajal Sevillana que tendrían una escala de monitoreo inferior, es decir de menor cobertura o alcance, se observa que el sector norte de la Localidad de Chapinero presentaría menos cobertura que el resto de la ciudad. Así mismo, hay un sector en el centro de la Localidad de Engativá, otro hacia el norte de la Localidad de Usaquén, y la UPZ El Lucero en la Localidad de Ciudad Bolívar, que “teóricamente” tendrían una menor cobertura del monitoreo, sin embargo, se podrían realizar campañas indicativas, con el fin de analizar el comportamiento de las concentraciones de contaminantes y establecer la necesidad o no de implementar nuevas estaciones completas u otras más compactas para el monitoreo de los contaminante más críticos. No obstante lo anterior, algunas estaciones como CDAR, Usme, Usaquén y Suba, según la gráfica 6 podrían representar una escala más amplia en el monitoreo de material particulado.

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1


Aunado a esto se deberán tener en cuenta los esfuerzos que adelanta la SDA con el fin de implementar monitoreos con sensores de bajo costo, que una vez validados podrán servir como complemento al monitoreo de la Red.

9. En lo que tiene que ver con el análisis de la cobertura de la densidad poblacional por UPZ, quedó evidenciado que las UPZ más pobladas del norte están en la Localidad de Suba y en donde se tiene cobertura con las estaciones Suba y Bolivia, lo que ratifica a esta última estación como un acierto en su instalación reciente, para el monitoreo de contaminantes. Hacia el Occidente en la Localidad de Fontibón, la UPZ más poblada de este sector cuenta en su área con las estaciones Fontibón y la recientemente instalada Móvil Fontibón. Y en la parte sur de la ciudad, las UPZ más pobladas, se encuentran en Bosa, Kennedy y Ciudad Bolívar, donde se cuenta con las estaciones Ciudad Bolívar, Carvajal – Sevillana y Kennedy; sin embargo, lo que concierne a Bosa, como se mencionó la estación debe ser reubicada, en la misma localidad, garantizando así la cobertura en esta área.
10. Aunque se registran ocasionalmente concentraciones considerablemente altas en estaciones de fondo como CDAR y Suba, es de aclarar que siguen manteniendo su naturaleza de estación de fondo. Al no existir fuentes cercanas de contaminación a la estación, las concentraciones registradas se deben al efecto del transporte de contaminación de otras áreas de la ciudad o fuera de la misma.
11. Los métodos de medición de contaminantes de la RMCAB se basan en los métodos equivalentes y de referencia establecidos por la US EPA, por ello los monitores y analizadores que operan en las estaciones son de las marcas que cumplen con dichos métodos.
12. Los monitores de material particulado, así como los analizadores de gases, sensores meteorológicos y otros equipos de la RMCAB que actualmente operan, pertenecen a diferentes generaciones, la más reciente adquisición de equipos y estaciones realizada entre 2019 y 2020, permitió modernizar y renovar estaciones antiguas, y la instalación de nuevas estaciones para mejorar la cobertura de la red, evitar sobrecostos por mantenimiento, y garantizar el monitoreo en la ciudad.
13. El costo promedio actual para adquirir, instalar y poner en funcionamiento una estación de monitoreo de calidad del aire es alrededor de \$ 940.000.000 de pesos.

## **16. RECOMENDACIONES**

Tanto el análisis de históricos de medición, como lo visto en relación a la cobertura de las estaciones, y el cumplimiento de los criterios de microlocalización, permiten entre otros, dar recomendaciones en cuanto a localización de nuevas estaciones, o relocalización de existentes, proponer cambios en escala del monitoreo.

1. Una posibilidad potencial es trasladar algunas de las estaciones que presentan desviaciones en algunos criterios de micro localización para analizadores de gases y

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

monitores de material particulado en la escala de vecindario, o han sufrido situaciones o incidentes por causas externas. Otra posibilidad es reclasificar la estación a una escala de monitoreo inferior a vecindario. Entre estas estaciones se tienen las siguientes:


**Estación Bosa:** Considerando que, en agosto de 2021, la estación Bosa fue objeto de vandalismo y hurto, por parte de delincuencia común, se ocasionaron daños al shelter y se hurtaron la unidad externa del aire acondicionado y una puerta lateral, por lo tanto, se tomó la determinación de sacar la estación de operación, y reubicarla dentro de la misma Localidad de Bosa, dados los problemas de seguridad del sector. Como se presentó en el capítulo de condiciones generales del presente documento, la estación, se había instalado inicialmente en el Parque Ecológico Distrital Humedal Tibanica, dentro de una de las UPZ más densamente pobladas, el cual es un sitio abierto, con pocos obstáculos cercanos y lejos de fuentes de emisión, en donde estaba adecuadamente localizada y clasificada en escala de vecindario, por lo tanto, se requiere en lo posible conseguir un sitio donde se cumplan los mismos criterios de micro localización dentro de la Localidad.

**Estación Carvajal – Sevillana:** esta estación resultó con baja valoración en lo relacionado con aspectos generales de microlocalización, así mismo, no cumple con la distancia mínima a vías cercanas (Autopista Sur) en escala vecindario, para monitoreo de gases, ni para material particulado, por lo tanto, se recomiendan las siguientes alternativas:

- Reclasificar la estación pasando de escala vecindario a escala media, lo cual establecería que el monitoreo de esta estación es representativo en un radio de hasta 0,5 km, sin embargo, habría que buscar opciones para mejorar el acceso a la estación y la relación administrativa con el administrador del predio.
- Reubicar la estación, teniendo en cuenta también los criterios del numeral 7 del Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire. Un posible sitio para relocalizar la estación, corresponde a los predios cercanos del Frigorífico de Guadalupe, buscando cumplir la microlocalización a escala de vecindario.

**Estación Móvil 7ma:** Dadas las condiciones actuales de microlocalización de esta estación, y con el fin de hacer ajustes a la configuración de la misma, se proponen las siguientes alternativas:

- Reclasificar la escala de monitoreo de la estación, a “Micro”, tanto para gases como material particulado, manteniendo la estación en su sitio esto implica un alcance en cobertura de la estación de hasta 100 metros.
- Mover la estación unos metros, garantizando que se encuentre al menos 15 metros de la Carrera 7ma, con el objetivo de cumplir con el monitoreo de material particulado y gases en escala “media”, no obstante, sería una solución a medias, ya que aún persistiría el incumplimiento de la distancia horizontal a los edificios cercanos que actúan como obstáculos, y teniendo en cuenta también que al interior del parque, hay más árboles sería limitado el espacio.
- Mover la estación a otra ubicación, que cumpla con requisitos de escala vecindario. No obstante, tras verificación preliminar, se observó que, en un radio de al menos 1 kilómetro

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1

a la redonda de la ubicación actual, no se encuentran sitios potenciales que cumplan con todas las condiciones para monitoreo en escala vecindario.

Por último, las anteriores recomendaciones se basan en aspectos teóricos que es recomendable validarlos con base en análisis de cobertura o alcance del monitoreo, utilizando técnicas de evaluación como sitio por sitio, bottom-up y optimización de redes, y que contemplen técnicas como polígonos de Thiesen, polar plott (concentración y DV-VV), modelación de aptitud, entre otros.

## 17. BIBLIOGRAFÍA

Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems Volume II

Manual de diseño de sistemas de vigilancia de la calidad del aire. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. 2010

Informe Rediseño RMCAB versión 2018.

Informe de diseño y operación del sistema de vigilancia de la calidad del aire municipio de Santiago de Cali. DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE GESTION DEL MEDIO AMBIENTE Grupo de Calidad del Aire 2012

Informes Anuales Calidad del Aire RMCAB 2016, 2017, 2018, 2019 y 2020.

Informes Técnicos Interferencias – Grupo Técnico de campo RMCAB. 2021

SLAMS/NAMS/PAMS Network review guidance revised final report. Monitoring and Quality Assurance Group Emissions, Monitoring, and Analysis Division U.S. Environmental Protection Agency. 1998.


## 18. ANEXOS

1. Ficha Técnica de las estaciones RMCAB
2. Matriz cumplimiento aspectos específicos micro localización.
3. Radicado 2018ER179196 MADS concepto altura toma muestra estaciones
4. Matriz verificación distancias mínimas entre vías y toma muestras - Gases.
5. Listado completo equipos RMCAB

### CONTROL DE CAMBIOS

Versión	Descripción de la Modificación	No. Acto Administrativo y fecha
1	Adopción	Radicado 2020IE240328 del 30 de diciembre de 2020



	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>Informe técnico de operación de la RMCAB</b>	
	Código: PA10-PR02-M1	Versión: 1