

1. Comportamiento de los promedios diarios de PM₁₀

Tabla 1. Resumen de datos de PM₁₀ para diciembre de 2016

Estación	Prom. PM ₁₀ (µg/m ³)	Max PM ₁₀ (µg/m ³)	Excedencias 24h	Captura de datos (%)
Guaymaral	N.R.	58	0	71%
Usaquen	39	79	0	90%
Suba	51	82	0	100%
Las Ferias	43	82	0	97%
C.D.A.R.	41	69	0	100%
MinAmbiente	37	65	0	100%
Puente Aranda	62	93	0	100%
Kennedy	61	90	0	77%
Carvajal - Sevillana	84	119	5	100%
Tunal	57	94	0	84%
San Cristobal	28	55	0	100%

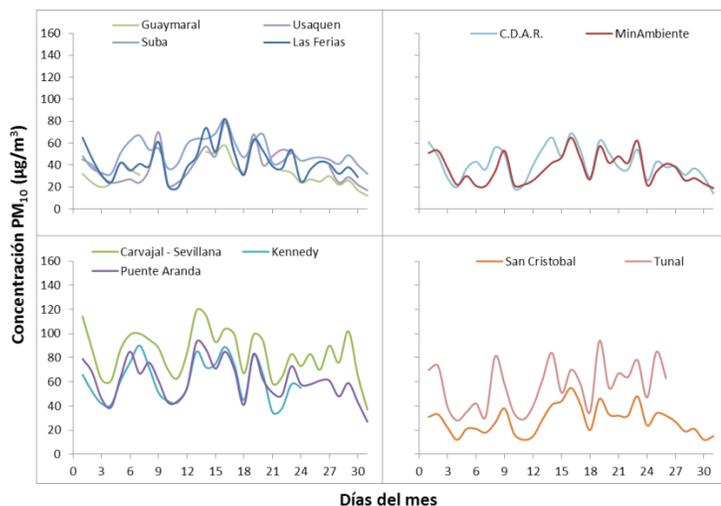


Figura 1. Comportamiento captura de datos PM₁₀ para diciembre 2016

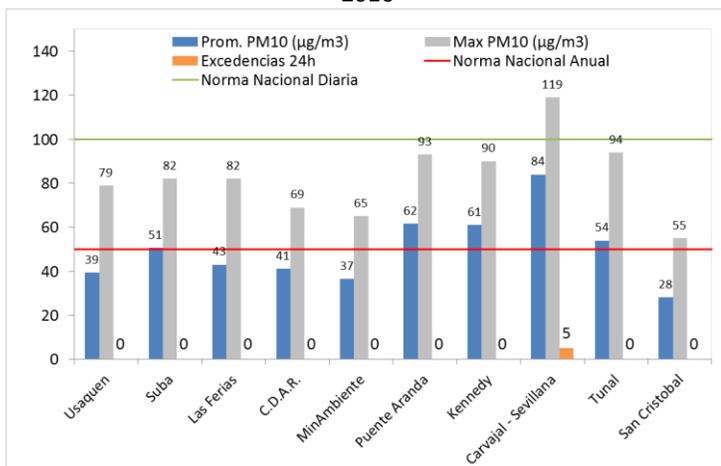


Figura 2. Promedios, máximos, excedencias PM₁₀, diciembre 2016

La Tabla 1 muestra los datos obtenidos para material particulado PM₁₀ en el mes de diciembre de 2016. Se obtuvo datos con un porcentaje de captura superior a 75% para diez (10) de las once (11) estaciones que monitorearon este contaminante. La estación con menor cantidad de datos capturados fue Guaymaral con un 71% del total posible. La Figura 1 muestra el comportamiento de la captura de datos durante el mes, donde se observa que para la estación Guaymaral la pérdida de datos se da principalmente en la segunda semana del mes.

La Figura 2 presenta los promedios, máximos y excedencias por estación de monitoreo (con captura de datos superior a 75%). Se observa que las mayores concentraciones como promedio mensual se presentaron en el suroccidente de la ciudad en la estación de Carvajal - Sevillana (84 µg/m³), Puente Aranda (62 µg/m³) y Kennedy (61 µg/m³), estas estaciones, así como Tunal (57 µg/m³) exceden la norma anual de 50 µg/m³ en el mes de análisis¹. Las menores concentraciones se presentaron también en la zona sur para la estación San Cristóbal (28 µg/m³).

La concentración máxima diaria reportada fue de 119 µg/m³ en la estación Carvajal - Sevillana, seguida de 94 µg/m³ en Tunal y 93 µg/m³ en Puente Aranda. El máximo diario de Carvajal - Sevillana sobrepasa la norma diaria (100µg/m³) en este periodo; para esta misma estación se presentan cinco excedencias para diciembre de 2016. Los valores máximos de las demás estaciones no superan la norma diaria establecida

La Figura 3 muestra el comportamiento diario de las concentraciones horarias, evidenciándose la influencia de la hora pico en cada zona de la ciudad. Se observa que en áreas industriales como las del suroccidente (Puente Aranda, Kennedy, Carvajal-Sevillana) las horas pico empiezan alrededor de las 7:00, mientras que en la zona céntrica (Centro de Alto rendimiento y MinAmbiente) este pico se presenta alrededor de las 8:00; probablemente debido a las dinámicas de la ciudad, teniendo en cuenta que la zona centro está ligada más a la operación de comercio y oficinas. El comportamiento de la hora pico de la tarde para todas las estaciones es menos marcado, probablemente debido a que el tráfico se distribuye en un mayor lapso de tiempo.

¹ No existe norma mensual, por lo cual la comparación mensual con normas anuales se efectúa solo para ver comportamiento inter estaciones y con propósitos de gestión.

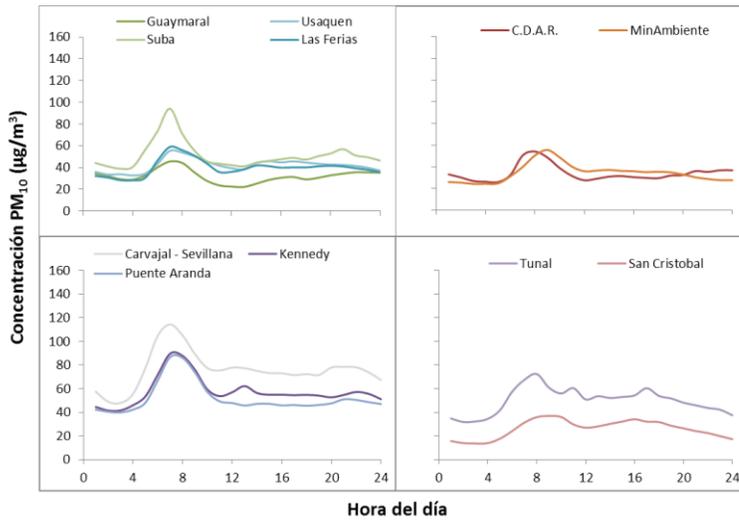


Figura 3. Comportamiento horario de PM₁₀ para diciembre 2016

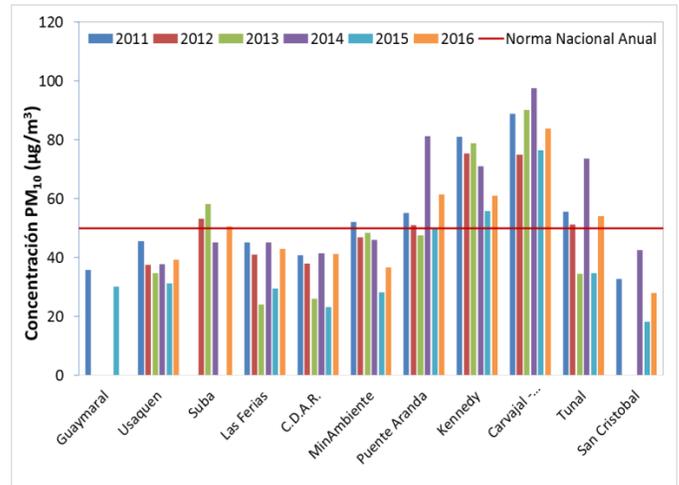
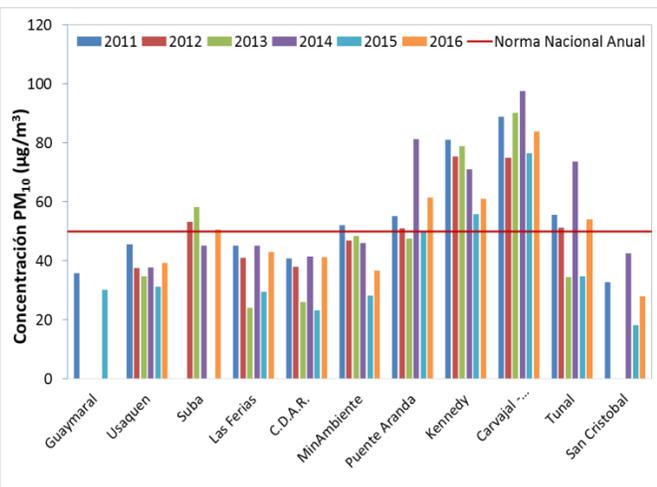


Figura 4. Evolución de los promedios de PM₁₀ para los meses de diciembre entre 2011 y 2016.



La

Figura 4 muestra el comportamiento temporal del mes de diciembre a través de los últimos 6 años. Teniendo en cuenta las estaciones que tienen datos representativos para el año 2016 se observa que todas las estaciones presentaron aumentos frente al mismo mes de 2015, aun en estaciones como MinAmbiente y Kennedy que presentaban tendencia a la disminución de las concentraciones de PM₁₀ hasta 2015.

Basados en los promedios mensuales históricos, las estaciones Puente Aranda, Carvajal-Sevillana, Kennedy y Tunal tienen tendencia a superar la norma anual para el mes de diciembre.

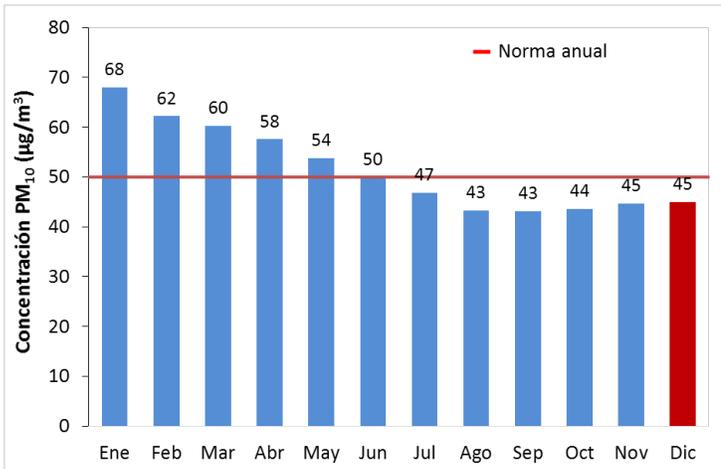


Figura 5. Promedio de PM₁₀ corte a diciembre 2016

El promedio anual con corte a diciembre de 2016 para PM₁₀ es de **45 µg/m³** presentándose estabilidad (sin cambio) en el promedio de la ciudad frente a noviembre. El valor aquí reportado es calculado con base en los datos diarios de concentración desde enero hasta el mes de corte; es decir, el promedio de la ciudad reportado en diciembre de 2016 corresponde al promedio de datos de **366 días** (doce meses) de las estaciones con captura de datos superior al 75%.

En la Figura 5 se observa que al mes de diciembre, la concentración promedio está por debajo de la norma nacional anual (50µg/m³)²

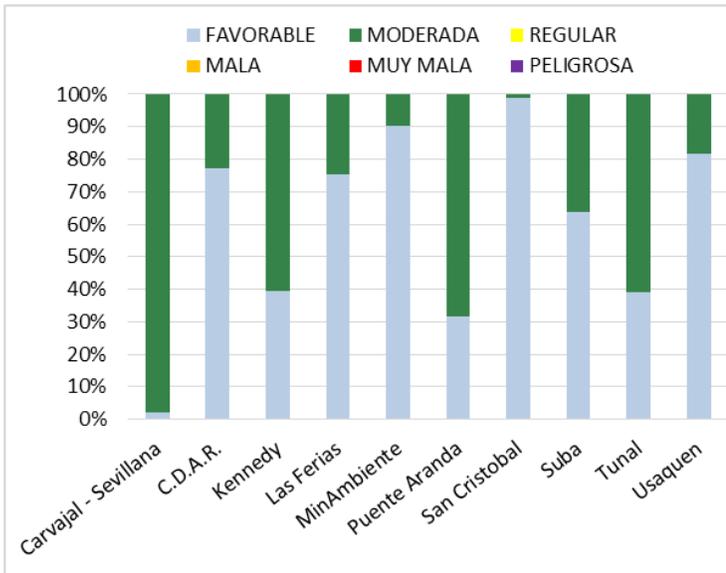


Figura 6. IBOCA paea PM₁₀ por estación en diciembre 2016

La Figura 6 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de 24 horas de PM₁₀ en función de las estaciones de monitoreo con cobertura temporal superior a 75%.

El comportamiento es muy similar al establecido para el ICA de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US-EPA), debido a los rangos de corte empleados, pero da una pauta para la actuación y respuesta de ciudad desde la categoría “regular”, de acuerdo a lo establecido en la Resolución 2410 de 2015. Basados en las concentraciones de PM₁₀ se observa que predominan las categorías “favorable” y “moderada” para todas las estaciones. Carvajal Sevillana presenta la condición de calidad del aire “moderada” en mayor proporción, con 98% del tiempo, mientras que la estación San Cristóbal presenta las mejores condiciones ambientales con una condición de “Favorable” el 99% del tiempo.

² Lo anterior se reporta únicamente como referencia para el interesado en la evolución de este contaminante al mes de corte, dado que la norma anual requiere el análisis y comparación de la totalidad de los meses del año para su validez.

2. Comportamiento de los promedios diarios de $PM_{2.5}$

Versión provisional

Tabla 2. Resumen de datos de PM_{2.5} para diciembre de 2016

Estación	Prom. PM _{2.5} (µg/m ³)	Max. PM _{2.5} (µg/m ³)	Excedencias 24h	Captura de datos (%)
Guaymaral	16	31	0	81%
Usaquen	16	33	0	100%
Suba	22	34	0	100%
Las Ferias	21	38	0	97%
C. D. A. R.	24	39	0	100%
MinAmbiente	21	44	0	100%
Puente Aranda	25	41	0	100%
Kennedy	35	67	2	87%
Carvajal - Sevillana	N.R.	34	0	13%
Tunal	28	63	1	100%
San Cristobal	11	20	0	100%

La Tabla 2 muestra los datos obtenidos para material particulado PM_{2.5} en el mes de diciembre de 2016. Se obtuvo datos con un porcentaje de captura superior a 75% para diez (10) de las once (11) estaciones que monitorearon este contaminante.

La estación con menor cantidad de datos capturados fue Carvajal - Sevillana con un 13% del total posible. La Figura 7 muestra el comportamiento de la captura de datos durante el mes; para Carvajal - Sevillana las pérdidas de datos se dan de manera recurrente durante las tres primeras semanas del mes debido a reparación de los cabezales de muestreo.

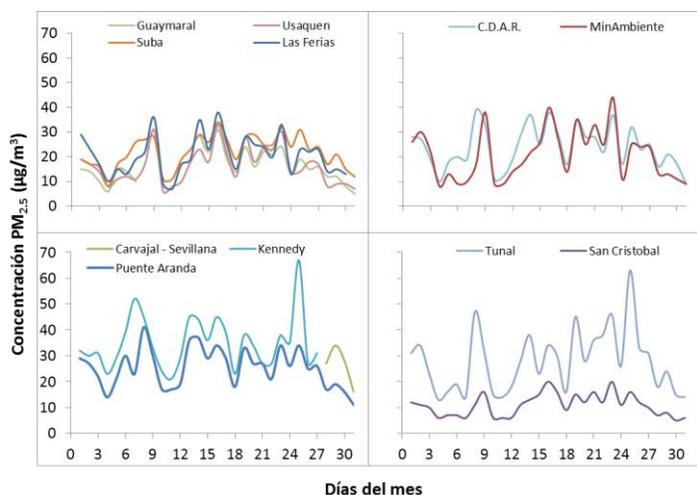


Figura 7. Comportamiento captura de datos PM_{2.5} para diciembre 2016

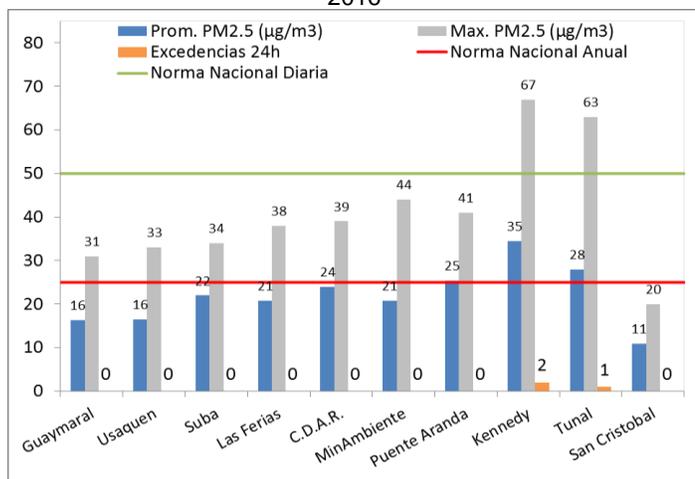


Figura 8. Promedios, máximos y excedencias de PM_{2.5}. diciembre 2016.

La Figura 8 presenta los promedios, máximos y excedencias por estación de monitoreo de PM_{2.5} con captura de datos superior a 75%. Se observa que las mayores concentraciones como promedio mensual se presentaron en el suroccidente y sur de la ciudad en la estación de Kennedy (35 µg/m³) y Tunal (28 µg/m³); estas estaciones superaron la norma anual de 25 µg/m³ en el mes de análisis³. Las menores concentraciones se presentaron en la zona sur y norte en las estaciones de San Cristóbal y Usaquén (11 µg/m³ y 16 µg/m³ respectivamente). La presencia de valores altos y bajos en la zona sur puede deberse a la ubicación y tipo de estación.

La concentración máxima diaria reportada fue de 67 µg/m³ en la estación Kennedy, seguida de 63 µg/m³ en Tunal. Al comparar los máximos con la normativa diaria, se presentan tres excedencias (valores por encima de la norma diaria de 50 µg/m³), dos en la estación Kennedy y una en la estación Tunal.

La Figura 9 muestra el comportamiento horario de las concentraciones de PM_{2.5}, evidenciándose la influencia de la hora pico de la mañana por zonas de la ciudad. Las estaciones de Kennedy, Puente Aranda, Centro de Alto Rendimiento, y MinAmbiente muestran de manera clara el aumento de concentración debido a la dinámica de tráfico de la ciudad en la mañana; estaciones San Cristóbal, se ven menos influenciadas estas por las dinámicas; para Las ferias los cambios de concentración no son claros y se observa un comportamiento muy variable a través del día, fenómeno que debe ser investigado más a fondo.

³ No existe norma mensual, por lo cual la comparación mensual con normas anuales se efectúa solo para ver comportamiento inter estaciones y con propósitos de gestión.

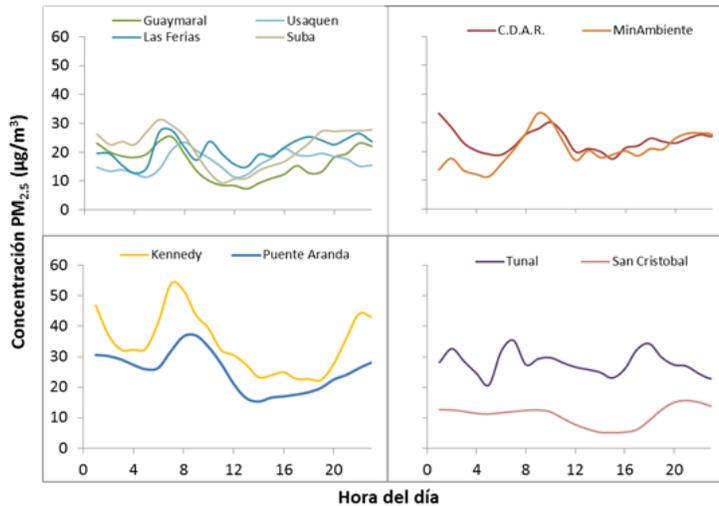


Figura 9. Comportamiento horario de PM_{2.5} para diciembre 2016.

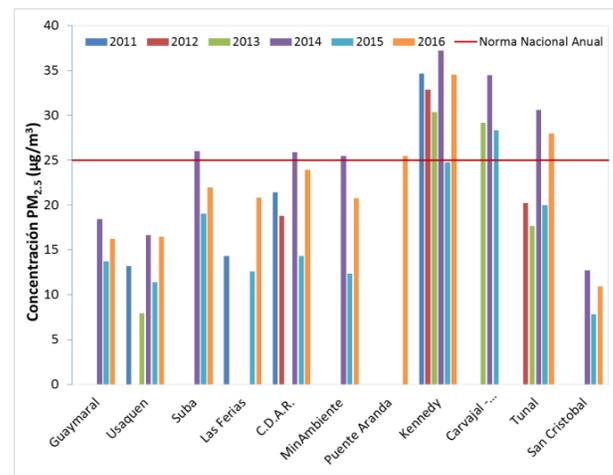
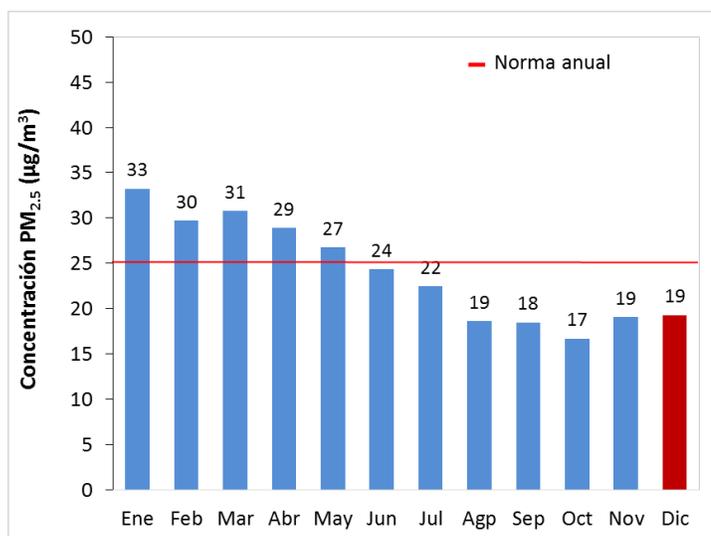


Figura 10. Comportamiento de los promedios de PM_{2.5} para los meses de diciembre entre 2011 y 2016.

La

Figura 10 muestra el comportamiento temporal del mes de diciembre a través de los últimos 6 años. La estación Kennedy dispone del mayor número de registros históricos y muestra una tendencia a la disminución de las concentraciones de PM_{2.5} a excepción del año 2014 y 2016, donde presenta incrementos importantes, esto debido a los fenómenos meteorológicos presentados (fenómeno del niño asociado a altas temperaturas e inversión térmica). Para otras estaciones como Guaymaral, Usaquén, Las Ferias, MinAmbiente, Tunal y San Cristóbal, que no disponen de datos históricos extensos, se observa un aumento de la concentración de este contaminante en Diciembre de 2016 frente a Diciembre de 2015.

Puente Aranda solo dispone de datos válidos para 2016. Carvajal-Sevillana no dispone de datos para diciembre de 2016, sin embargo, para los tres registros anteriores se observa un comportamiento heterogéneo de valores de concentración. Los datos analizados indican que para el mes de diciembre la tendencia en estaciones como Kennedy, Carvajal-Sevillana y Tunal es la de no superar la norma anual vigente de 25 µg/m³.



El promedio anual con corte a diciembre de 2016 para PM_{2.5} es de **19 µg/m³** presentándose estabilidad del frente a noviembre. El valor aquí reportado es calculado con base en los datos diarios de concentración desde enero hasta el mes de corte; es decir, el promedio de la ciudad reportado en diciembre de 2016 corresponde al promedio de datos de **366** días (Doce meses) de las estaciones con captura de datos superior al 75%.

En la Figura 11 se observa que al mes de diciembre, la concentración promedio está 6 µg/m³ por debajo de la norma nacional anual (25 µg/m³)⁴.

⁴ Lo anterior se reporta únicamente como referencia para el interesado en la evolución de este contaminante al mes de corte, dado que la norma anual requiere el análisis y comparación de la totalidad de los meses del año para su validez.

Figura 11. Promedio de PM_{2.5} corte a diciembre 2016

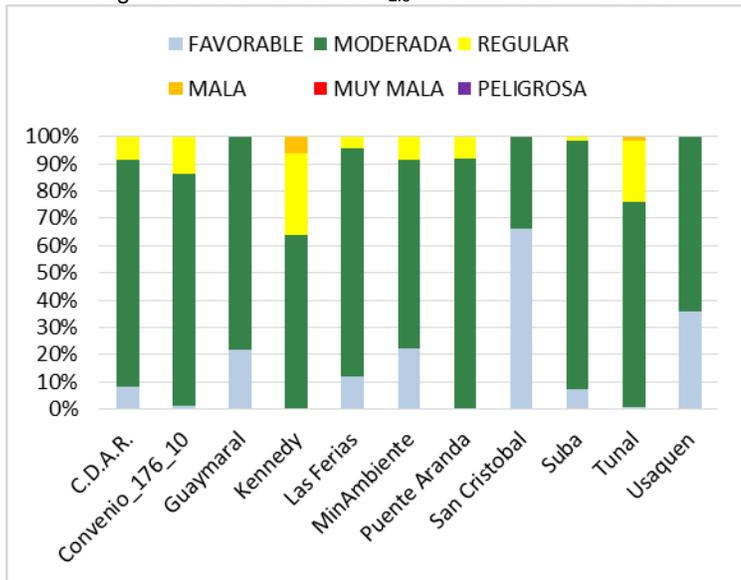


Figura 12. IBOCA para PM_{2.5} por estación en diciembre 2016

La Figura 12 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de 24 horas de PM_{2.5} en función de las estaciones de monitoreo con cobertura temporal superior a 75%.

El comportamiento es muy similar al establecido para el ICA de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US-EPA), debido a los rangos de corte empleados, pero da una pauta para la actuación y respuesta de ciudad desde la categoría “regular”, de acuerdo a lo establecido en la Resolución 2410 de 2015. Para PM_{2.5} se observa que predominan las categorías “favorable”, “moderada” y “regular. Kennedy presenta el estado de calidad del aire más desfavorable con una condición “moderada” el 64% del tiempo, “regular” el 29% del tiempo y “mala” el 6% del mes de diciembre, mientras que la estación San Cristóbal presenta el mejor estado con una condición de “Favorable” el 66% del tiempo y “moderada” el 34% restante.

3. Relación de concentraciones de PM_{2.5} y PM₁₀

Tabla 3. Relación PM_{2.5}/PM₁₀ por estación diciembre de 2016.

Estación	Prom. PM _{2.5} (µg/m ³)	Prom. PM ₁₀ (µg/m ³)	Relación PM _{2.5} /PM ₁₀
Guaymaral	16	N.R.	N.A.
Usaquén	16	39	0.42
Suba	22	51	0.43
Las Ferias	21	43	0.48
C.D.A.R.	24	41	0.58
MinAmbiente	21	37	0.57
Puente Aranda	25	62	0.41
Kennedy	35	61	0.56
Carvajal - Sevillana	N.R.	84	N.A.
Tunal	28	54	0.52
San Cristóbal	11	28	0.39

El cálculo de la relación de concentraciones de PM_{2.5} y PM₁₀ para cada una de las estaciones consideró únicamente aquellos promedios mensuales con una representatividad temporal igual o superior a 75%. Una relación alta implica una mayor participación de material particulado fino (PM_{2.5}) el cual está relacionado de forma más directa con los procesos de combustión y con los productos de reacciones secundarias atmosféricas.

Las fracciones más altas de PM_{2.5} en PM₁₀ fueron observadas en las estaciones de Centro de Alto Rendimiento y Kennedy, mientras que las menores fueron observadas en San Cristóbal y Usaquén. La relación global para la ciudad fue de **0,49**, lo que indica que las fracciones gruesa y fina tienen igual importancia a nivel ciudad para el mes de diciembre de 2016.

4. Comportamiento de la concentración de ozono (O₃). Promedios móviles de 8 horas.

Tabla 4. Resumen de datos de O₃ para diciembre de 2016

Estación	Prom. O ₃ 8h (µg/m ³)	Max. O ₃ 8h (µg/m ³)	Excedencias 8h	Captura de datos(%)
Guaymaral	23	88	5	99%
Usaquen	22	61	0	100%
Suba	26	93	11	100%
Las Ferias	14	50	0	93%
C.D.A.R.	19	91	7	100%
MinAmbiente	19	72	0	99%
Puente Aranda	12	64	0	99%
Kennedy	N.R.	39	0	68%
Tunal	11	38	0	100%
San Cristobal	6	18	0	100%

La Tabla 4 muestra los datos obtenidos para ozono - O₃ - en el mes de diciembre de 2016. Se obtuvo datos con un porcentaje de captura superior a 75% para nueve (9) de las diez (10) estaciones que monitorearon este contaminante en el mes. Un (1) monitor estuvo fuera de operación: Carvajal-Sevillana, por daño en los equipos de aire acondicionado. Para las estaciones activas, la que presentó menor cantidad de datos capturados fue Kennedy con un 42% del total posible.

La Figura 13 presenta los promedios, máximos y excedencias por estación de monitoreo de O₃. Se observa que las mayores concentraciones como promedio mensual 8 horas⁵ se presentaron en el noroccidente de la ciudad en la estación de Suba (26 µg/m³) y en el norte en la estación Guaymaral (23 µg/m³). Las menores concentraciones se presentaron en el sur en la estación San Cristóbal (6 µg/m³) y Tunal (11 µg/m³). Se puede observar que existe una dinámica diferente para este contaminante frente al material particulado en términos de localización y horas de concentración máxima.

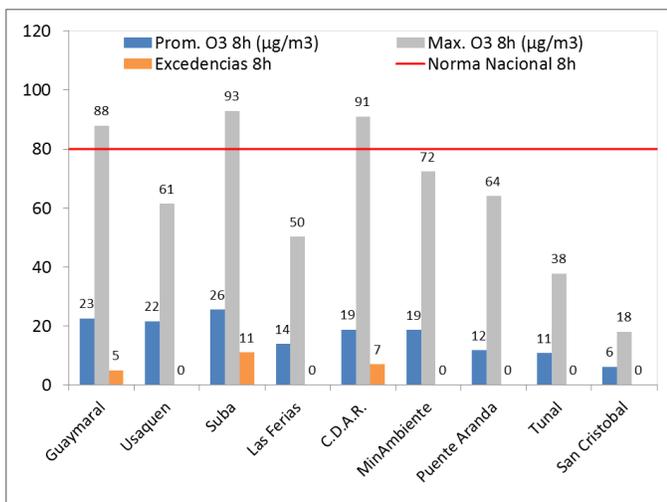
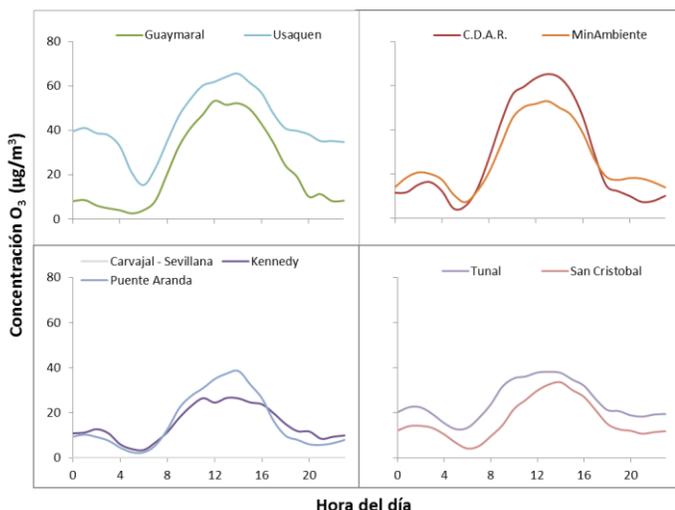


Figura 13. Promedios, máximos y excedencias O₃. diciembre 2016.

La concentración máxima con base en promedios 8 horas fue de 93 µg/m³ en la estación Suba, seguida de 91 µg/m³ en la estación Centro de Alto Rendimiento. En diciembre de 2016, se presentaron 23 excedencias a la norma, con 11 en Suba, 7 en Centro de Alto Rendimiento y 5 en Guaymaral. Ninguna estación superó el valor guía recomendado por la OMS de 100 µg/m³.



La Figura 14 muestra el comportamiento horario de las concentraciones de ozono. Se observa que los niveles máximos de concentración se presentan en general después de mediodía, lo cual es coincidente con los niveles de radiación, que suelen ser mayores a esas horas del día y que por tanto potencializan la producción de ozono a partir de precursores.

⁵ Se presenta solo como referencia para seguimiento inter estaciones ya que no hay norma mensual para este contaminante

Figura 14. Comportamiento horario de O₃ para diciembre 2016.

Versión provisional

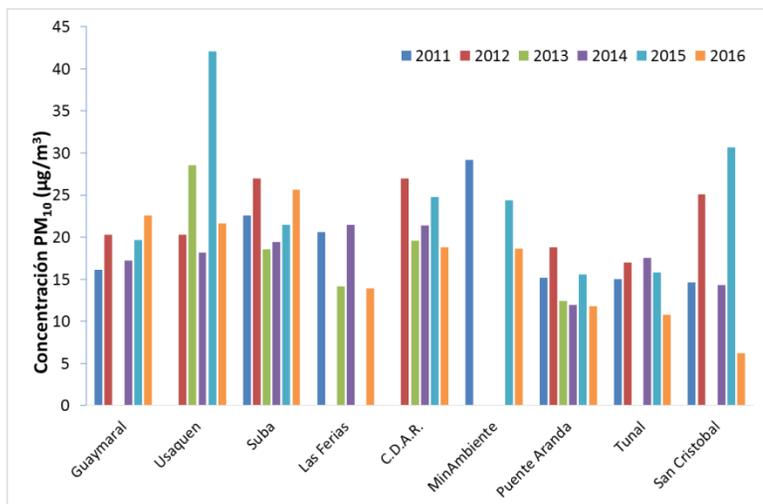


Figura 15. Evolución de los promedios de O₃ para los meses de diciembre entre 2011 y 2016.

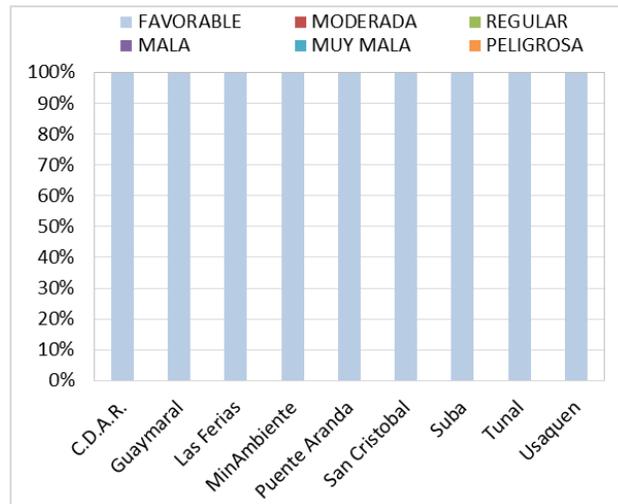


Figura 16. IBOCA para O₃ por estación en diciembre 2016

La Figura 15 muestra el comportamiento temporal del mes de diciembre a través de los últimos 6 años. La estación de Usaquén, Centro de Alto Rendimiento, MinAmbiente, Puente Aranda, Tunal y San Cristóbal, presentan una disminución en los valores de concentración registrados en 2016 frente al año 2015. Las estaciones de Guaymaral y Suba presentan un aumento frente al año inmediatamente anterior. No es posible comparar con la estación Las Ferias debido a la falta de datos para diciembre de 2015.

La Figura 16 muestra el IBOCA basado en las concentraciones de O₃. La figura indica que las concentraciones registradas en toda la RMCAB arrojan valores de IBOCA en la categoría de calidad del aire "favorable".

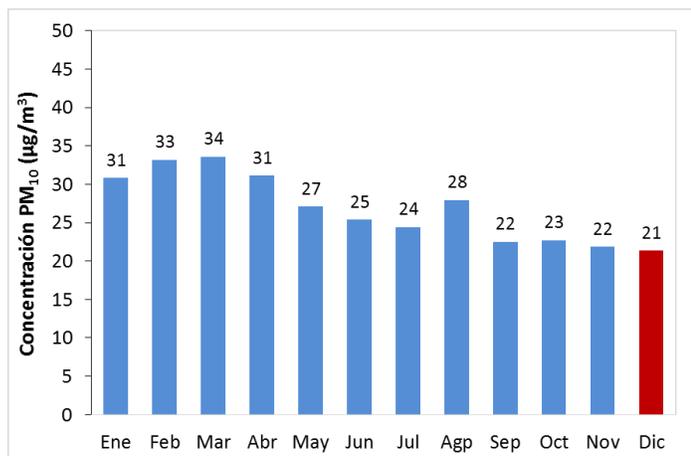


Figura 17. Promedio de O₃ corte a diciembre 2016

El promedio con corte a diciembre de 2016 para O₃ es de **21 µg/m³** presentándose una ligera disminución del **5%** frente a noviembre. El promedio anual aquí reportado es calculado con base en la media móvil 8 horas desde enero hasta el mes de corte y es el que define la concentración de la ciudad de Bogotá⁶; es decir, que en diciembre de 2016, el valor reportado corresponde al promedio de datos 8 horas de **366 días** (Doce meses) de las estaciones con captura de datos superior al 75%.

⁶ Lo anterior se reporta únicamente como referencia para el interesado en la evolución de este contaminante al mes de corte, dado que no existe norma mensual o anual para ozono

5. Comportamiento de las concentraciones de SO₂, NO₂, CO.

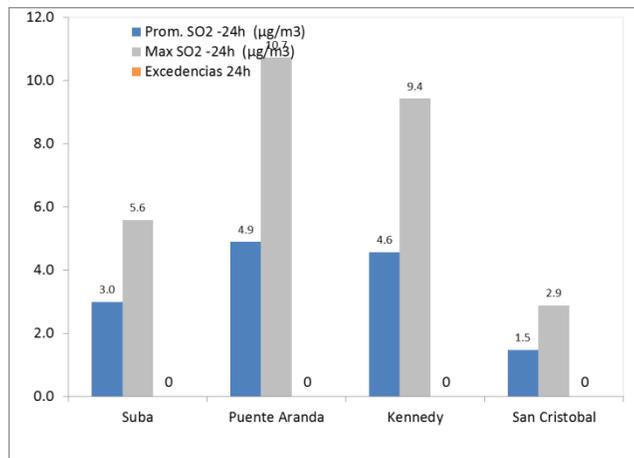


Figura 18. Promedio, máximo, excedencias SO₂. diciembre 2016.

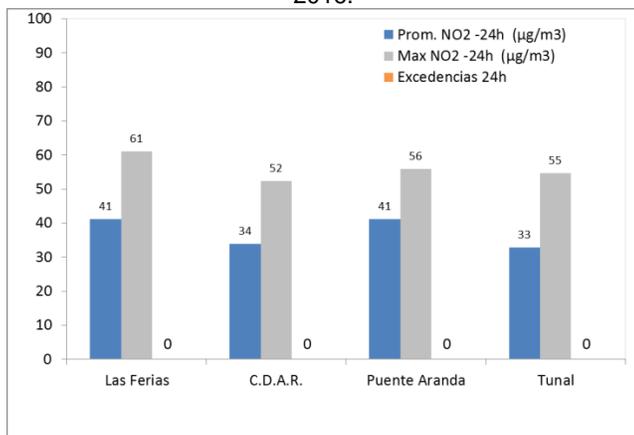


Figura 19. Promedio, máximo, excedencias NO₂. diciembre 2016.

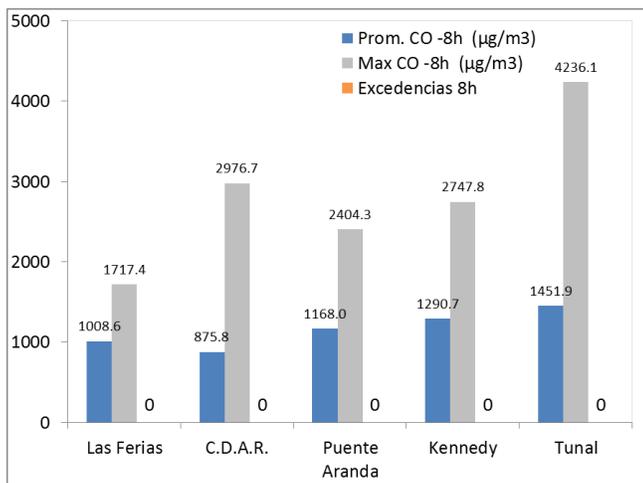


Figura 20. Promedio, máximo, excedencias CO. diciembre 2016.

Tabla 5. Resumen de los promedios 24 horas para SO₂. diciembre 2016.

Estación	Prom. SO ₂ -24h (µg/m ³)	Max SO ₂ -24h (µg/m ³)	Excedencias 24h	Captura de datos(%)
Suba	3.0	5.6	0	100%
C.D.A.R.	N.R.	6.0	0	71%
Puente Aranda	4.9	10.7	0	100%
Kennedy	4.6	9.4	0	87%
San Cristobal	1.5	2.9	0	100%

Tabla 6. Resumen de los promedios 24 horas para NO₂. diciembre 2016.

Estación	Prom. NO ₂ -24h (µg/m ³)	Max NO ₂ -24h (µg/m ³)	Excedencias 24h	Captura de datos (%)
Guaymaral	N.R.	32	0	32%
Las Ferias	41	61	0	97%
C.D.A.R.	34	52	0	100%
Puente Aranda	41	56	0	100%
Tunal	33	55	0	84%

Tabla 7. Resumen de los promedios 8 horas para CO. diciembre 2016.

Estación	Prom. CO -8h (µg/m ³)	Max CO -8h (µg/m ³)	Excedencias 8h	Captura de datos (%)
Las Ferias	1009	1717	0	97%
C.D.A.R.	876	2977	0	100%
Puente Aranda	1168	2404	0	100%
Kennedy	1291	2748	0	76%
Tunal	1452	4236	0	86%



Secretaría Distrital de Ambiente
Dirección de Control Ambiental
Subdirección de Calidad del Aire, Auditiva y Visual
Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB
- **REPORTE MENSUAL – DICIEMBRE DE 2016** -

Las concentraciones de dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂) y monóxido de carbono (CO), presentaron magnitudes relativamente bajas e históricamente se han mantenido por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 610 de 2010 en sus respectivos tiempos de exposición. Por tanto, sus efectos potenciales en la afectación a la salud pública son menores que aquellos correspondientes a material particulado y ozono.

FIN DEL INFORME

Versión provisional

Elaborado por:

Oscar Ducuara Falla
Subdirector de Calidad del Aire, Auditiva y Visual

Henry Torres Posada
Coordinador RMCAB

John Freddy Grajales
Leonardo Quiñones Cantor
Grupo de Validación y Análisis de la RMCAB

Darío Alejandro Gómez Flechas
Henry Ospino Dávila
Luz Dary González González
Grupo de Operación de la RMCAB

Secretaría Distrital de Ambiente
– SDA –