

1. Comportamiento de los promedios diarios de PM₁₀

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

Estación	Prom. PM ₁₀ (µg/m ³)	Max PM ₁₀ (µg/m ³)	Excedencias 24h	Captura de datos (%)
Guaymaral	29	49	0	100%
Usaquen	46	73	0	100%
Suba	41	62	0	100%
Las Ferias	45	88	0	93%
C.D.A.R.	42	86	0	100%
MinAmbiente	35	54	0	93%
Puente Aranda	55	119	1	100%
Kennedy	50	92	0	83%
Carvajal - Sevillana	79	135	4	100%
Tunal	62	92	0	90%
San Cristobal	25	39	0	93%

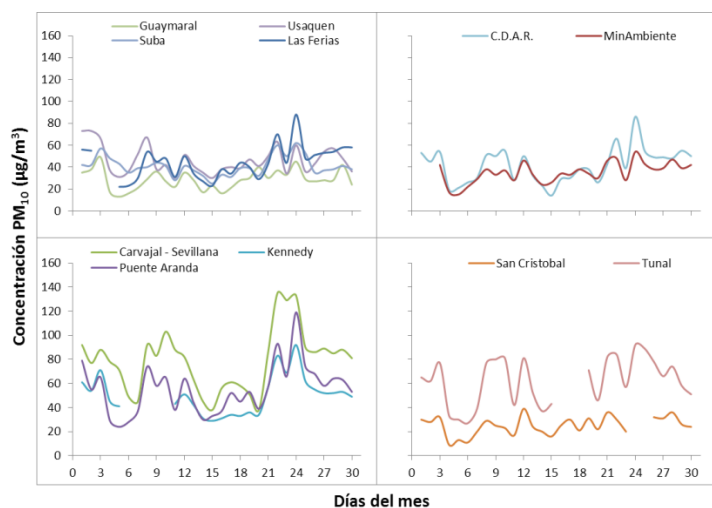


Figura 1. Comportamiento captura de datos PM₁₀ para noviembre 2016

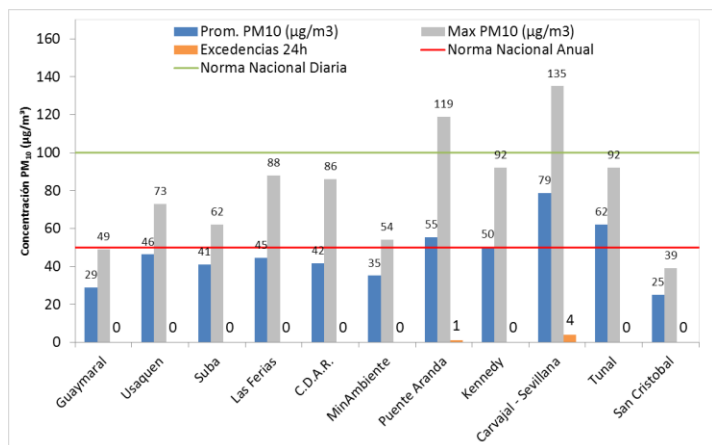


Figura 2. Promedios, máximos, excedencias PM₁₀, noviembre 2016

La Tabla 1 muestra los datos obtenidos para material particulado PM₁₀ en el mes de noviembre de 2016. Se obtuvo datos con un porcentaje de captura superior a 75% para once (11) de las once (11) estaciones que monitorearon este contaminante. La estación con menor cantidad de datos capturados fue Kennedy con un **77%** del total posible. La Figura 1 muestra el comportamiento de la captura de datos durante el mes, donde se observa que para la estación Kennedy la pérdida de datos se da principalmente entre la primera y 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 (**79 µg/m³**) y Puente Aranda (**55 µg/m³**) y en el sur con la estación de Tunal (**62 µg/m³**), todas estas estaciones 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 (**25 µg/m³**).

La concentración máxima diaria reportada fue de **135 µg/m³** en la estación Carvajal - Sevillana, seguida de **119 µg/m³** en Puente Aranda y **92 µg/m³** en Kennedy. Los máximos diarios de Carvajal - Sevillana y de Puente Aranda sobrepasan la norma diaria (100µg/m³) en este periodo, con lo cual se tienen cuatro y dos excedencias respectivamente. 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.

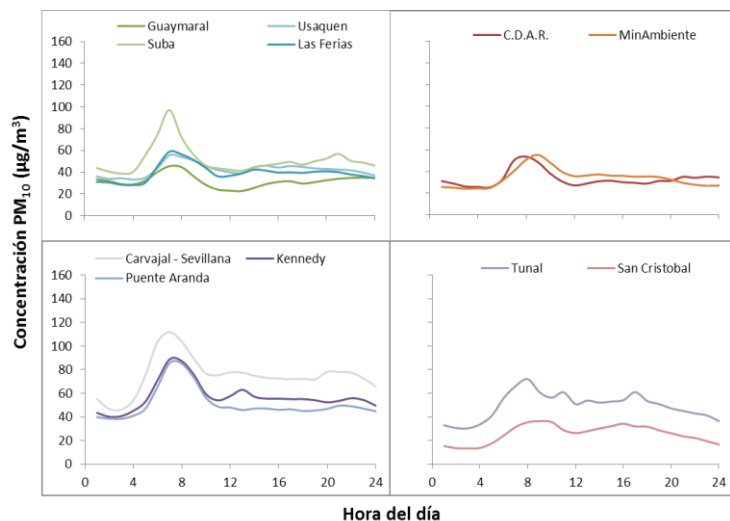


Figura 3. Comportamiento horario de PM_{10} para noviembre 2016

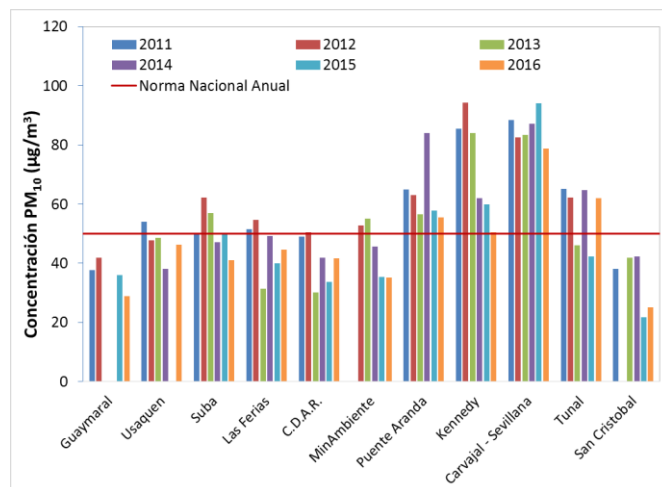


Figura 4. Evolución de los promedios de PM_{10} para los meses de noviembre entre 2011 y 2016.

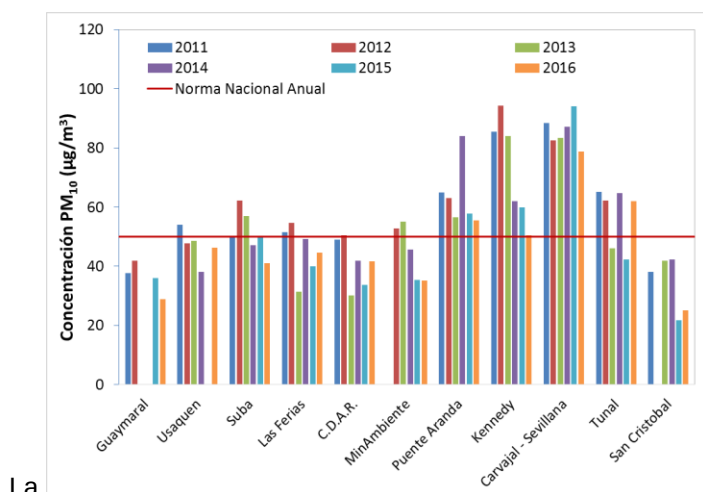


Figura 4 muestra el comportamiento temporal del mes de noviembre a través de los últimos 6 años. Teniendo en cuenta las estaciones que tienen datos representativos para el año 2016 se observa que en Suba, MinAmbiente, Kennedy y Carvajal-Sevillana se presenta una disminución de las concentraciones de PM_{10} de 2016, frente a lo registrado en años anteriores; para Puente Aranda se observa una disminución de los valores a través del tiempo a excepción del año 2014. Estaciones como Usaquén, Las Ferias, C.D.A.R. y Tunal, muestran un aumento en los valores de concentración de noviembre de 2016 frente a años anteriores, en especial noviembre de 2015. Guaymaral no dispone de datos suficientes en el mes de noviembre para realizar una comparación interanual.

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 noviembre.

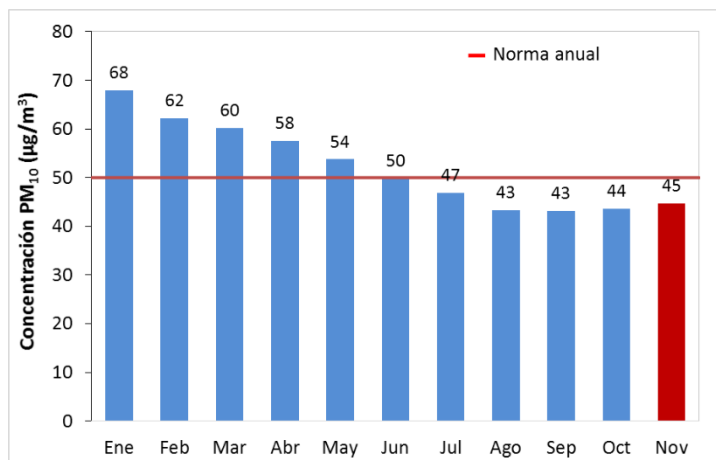


Figura 5. Promedio de PM₁₀ corte a noviembre 2016

El promedio anual con corte a noviembre de 2016 para PM₁₀ es de **45 µg/m³** presentándose un ligero incremento (**2%** de cambio) en el promedio de la ciudad frente a octubre. 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 noviembre de 2016 corresponde al promedio de datos de **335 días** (Once meses) de las estaciones con captura de datos superior al 75%.

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

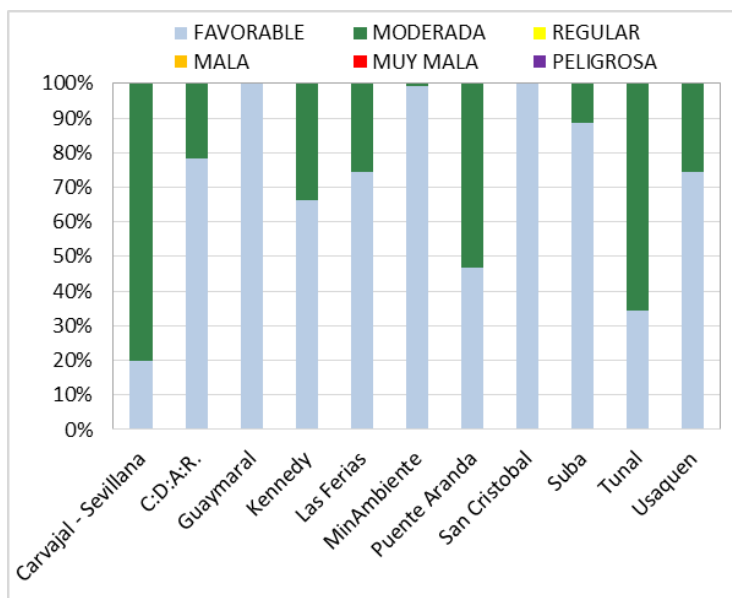


Figura 6. IBOCA para PM₁₀ por estación en noviembre 2016

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 80% del tiempo, mientras que la estación San Cristóbal presenta las mejores condiciones ambientales con una condición de “Favorable” el 100% 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.

Versión provisional

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

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

Estación	Prom. PM _{2.5} (µg/m ³)	Max. PM _{2.5} (µg/m ³)	Excedencias 24h	Captura de datos (%)
Guaymaral	15	27	0	100%
Usaquen	18	32	0	100%
Suba	17	30	0	100%
Las Ferias	22	45	0	93%
C.D.A.R.	24	47	0	100%
MinAmbiente	20	31	0	93%
Puente Aranda	23	44	0	100%
Kennedy	33	59	1	100%
Tunal	30	46	0	100%
San Cristobal	11	17	0	93%

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

La Figura 7 muestra el comportamiento de la captura de datos durante el mes; para MinAmbiente y para Tunal las pérdidas de datos se dan al inicio del mes para la primera y en la mitad del mes para la segunda, esto debido a cambio y reparación a aires acondicionados.

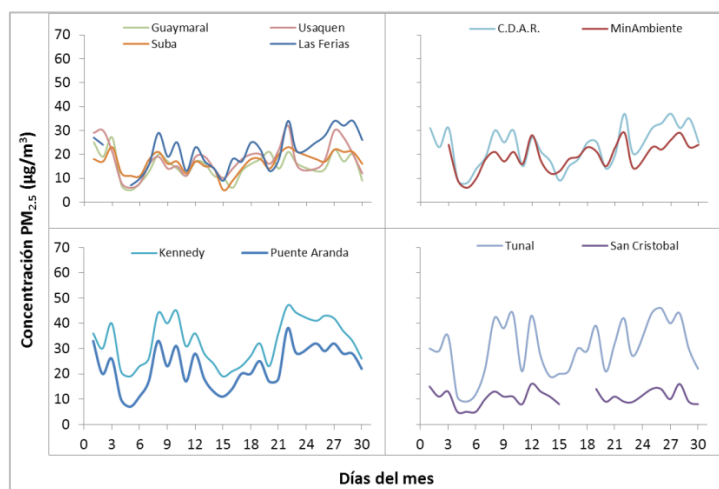


Figura 7. Comportamiento de la captura de datos de PM_{2.5} para noviembre 2016

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 (33 µg/m³) y Tunal; (30 µg/m³) respectivamente; Kennedy superó 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 Guaymaral (11 µg/m³ y 15 µg/m³ respectivamente). El registro de valores altos y bajos en la zona suroccidental puede deberse a la ubicación y tipo de estación.

La concentración máxima diaria reportada fue de 59 µg/m³ en la estación Kennedy, seguida de 44 µg/m³ en Tunal. Al comparar los máximos con la normativa diaria, se presentan **cero** excedencias, es decir, ningún valor como promedio diario en la RMCAB sobrepasó los 50 µg/m³.

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, 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 como San Cristóbal, se ven menos influenciadas estas por las dinámicas. Las concentraciones en todas las estaciones de la RMCAB se ven influenciadas en menor medida para las horas de la tarde.

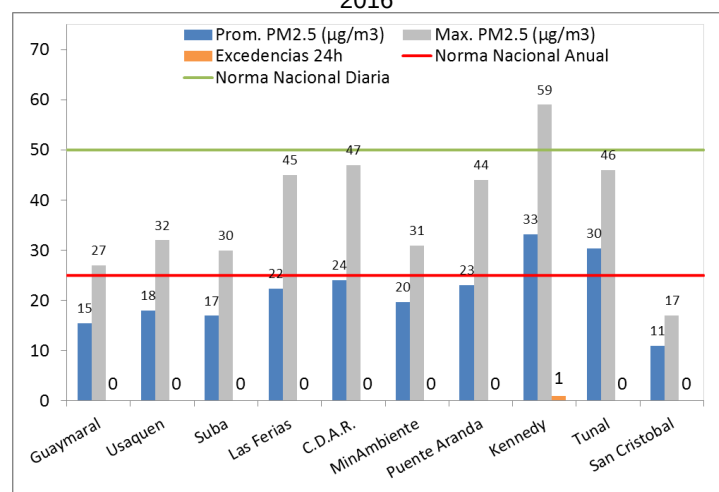


Figura 8. Promedios, máximos y excedencias de PM_{2.5}. noviembre 2016.

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.

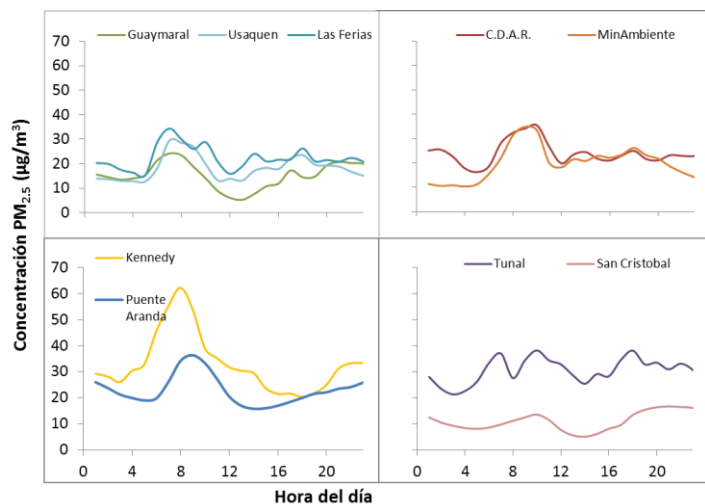


Figura 9. Comportamiento horario de PM_{2.5} para noviembre 2016.

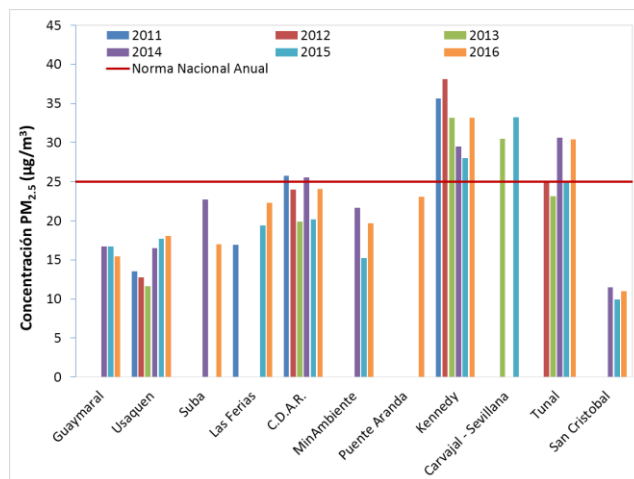


Figura 10. Comportamiento de los promedios de PM_{2.5} para los meses de noviembre entre 2011 y 2016.

La

Figura 10 muestra el comportamiento temporal del mes de noviembre 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 través del periodo 2012-2015, con un aumento de la misma para noviembre de 2016. 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 noviembre de 2016 frente a noviembre de 2015.

Centro de Alto Rendimiento presenta un comportamiento heterogéneo en los datos históricos. Para Carvajal-Sevillana se registran datos solo para los años 2013 y 2015. Los datos analizados indican que en todas las estaciones a excepción de Kennedy y Carvajal-Sevillana es la de no superar la norma anual vigente de 25 µg/m³.

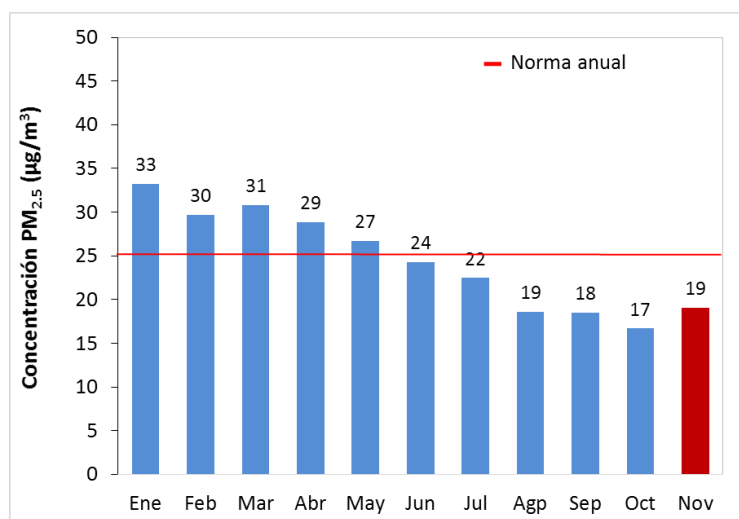


Figura 11. Promedio de PM_{2.5} corte a noviembre 2016

El promedio anual con corte a noviembre de 2016 para PM_{2.5} es de **19 µg/m³** presentándose un incremento del **12%** frente a octubre. 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 noviembre de 2016 corresponde al promedio de datos de **335** días (once meses) de las estaciones con captura de datos superior al 75%.

En la Figura 11 se observa que al mes de noviembre, 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.

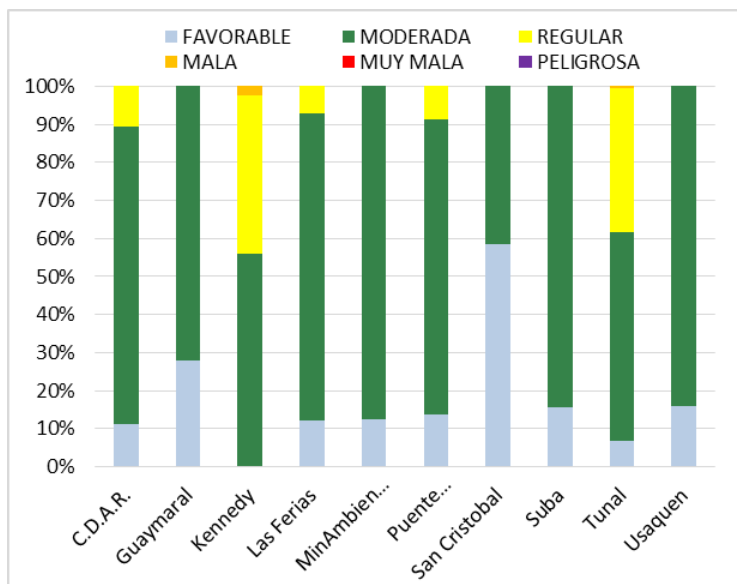


Figura 12. IBOCA para PM_{2.5} por estación en noviembre 2016

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 las condición de calidad del aire más desfavorable con una condición “moderada” el 56% del tiempo, “regular” el 41% del tiempo y “mala” el restante 3%, mientras que la estación San Cristóbal presenta las mejores condiciones ambientales con una condición de “Favorable” el 58% del tiempo y “moderada” el 42% restante.

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

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

Estación	Prom. PM _{2.5} (µg/m ³)	Prom. PM ₁₀ (µg/m ³)	Relación PM _{2.5} /PM ₁₀
Guaymaral	15	29	0.54
Usaquen	18	46	0.39
Suba	17	41	0.41
Las Ferias	22	45	0.50
C.D.A.R.	24	42	0.58
MinAmbiente	20	35	0.56
Puente Aranda	23	55	0.42
Kennedy	33	50	0.66
Carvajal - Sevillana	N.A.	79	N.A.
Tunal	30	62	0.49
San Cristóbal	11	25	0.44

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 las estaciones de Kennedy y Centro de Alto Rendimiento, mientras que las menores en fueron observadas en Usaquén y Suba. La relación global para la ciudad fue de **0,50**, lo que indica que las fracciones gruesa y fina tienen igual importancia a nivel ciudad para el mes de noviembre de 2016.

4. Comportamiento de la concentración de ozono (O_3). Promedios móviles de 8 horas.

Tabla 4. Resumen de datos de O_3 para noviembre de 2016

Estación	Prom. O_3 8h ($\mu g/m^3$)	Max. O_3 8h ($\mu g/m^3$)	Excedencias 8h	Captura de datos(%)
Guaymaral	21	56	0	81%
Usaquen	25	86	2	92%
Suba	24	76	0	100%
Las Ferias	11	38	0	97%
C.D.A.R.	18	64	0	100%
MinAmbiente	17	64	0	100%
Puente Aranda	10	36	0	100%
Kennedy	8	23	0	89%
Tunal	8	34	0	85%
San Cristobal	N.R.	24	0	42%

La Tabla 4 muestra los datos obtenidos para ozono - O_3 - en el mes de noviembre 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 San Cristóbal con un **42%** del total posible.

La Figura 13 presenta los promedios, máximos y excedencias por estación de monitoreo de O_3 . Se observa que las mayores concentraciones como promedio mensual 8 horas se presentaron en el norte de la ciudad en la estación de Usaquén (**25 $\mu g/m^3$**) y en el noroccidente en la estación Suba (**24 $\mu g/m^3$**). Las menores concentraciones se presentaron en el sur en la estación Tunal (**8 $\mu g/m^3$**) y suroccidente en la estación Puente Aranda (**8 $\mu g/m^3$**). Se puede observar que existe una dinámica diferente para este contaminante frente al material particulado en términos de localización y horas de concentración máxima.

La concentración máxima como promedio 8 horas durante el mes fue de **86 $\mu g/m^3$** en la estación Usaquén, seguida de **64 $\mu g/m^3$** en la estación Centro de Alto Rendimiento y MinAmbiente. En noviembre de 2016, solo dos (2) medias móviles 8 horas superaron la norma nacional en la estación Usaquén. Ninguna estación superó el valor guía recomendado por la OMS de 100 $\mu g/m^3$.

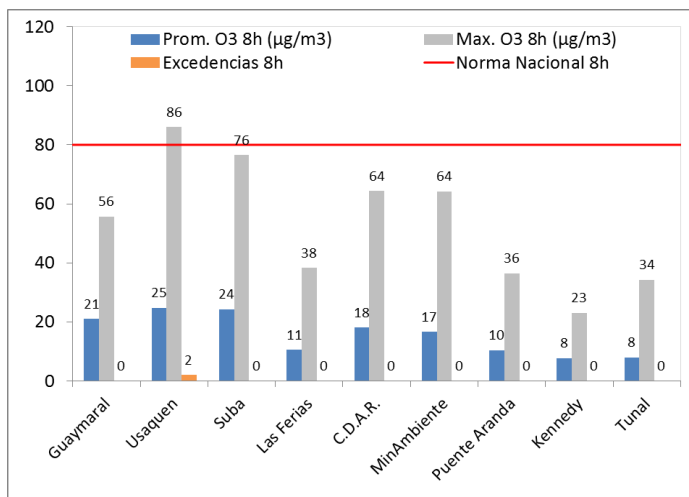


Figura 13. Promedios, máximos y excedencias O_3 . noviembre 2016.

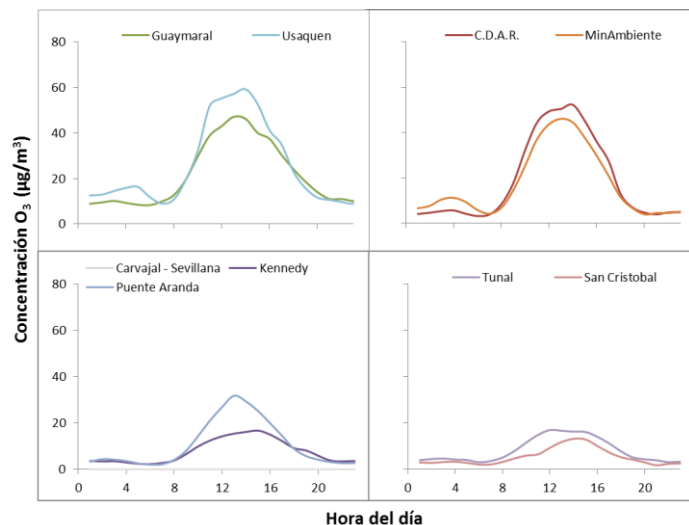


Figura 14. Comportamiento horario de O_3 para noviembre 2016.

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.

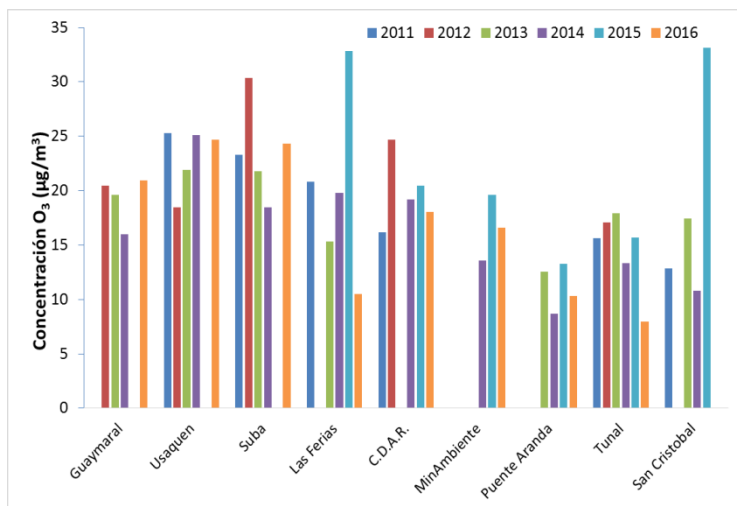


Figura 15. Evolución de los promedios de O₃ para los meses de noviembre entre 2011 y 2016.

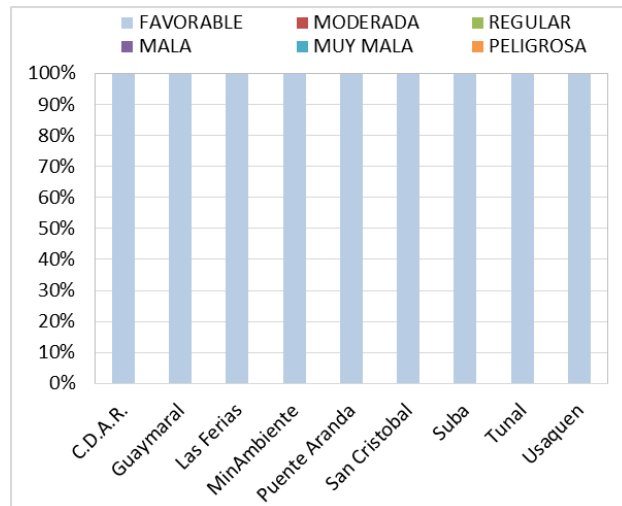


Figura 16. IBOCA para O₃ por estación en noviembre 2016

La Figura 15 muestra el comportamiento temporal del mes de noviembre a través de los últimos 6 años. La estación de Centro de Alto Rendimiento, MinAmbiente y Tunal, presentan una disminución en los valores de concentración registrados en 2016 frente al año 2015. Las estaciones de Guaymaral, Usaquén y Puente Aranda no muestran una tendencia clara y los valores de concentración registrados son variables. San Cristóbal a pesar de no contar con datos para 2016 muestra un aumento importante para 2015 frente a otros años..

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".

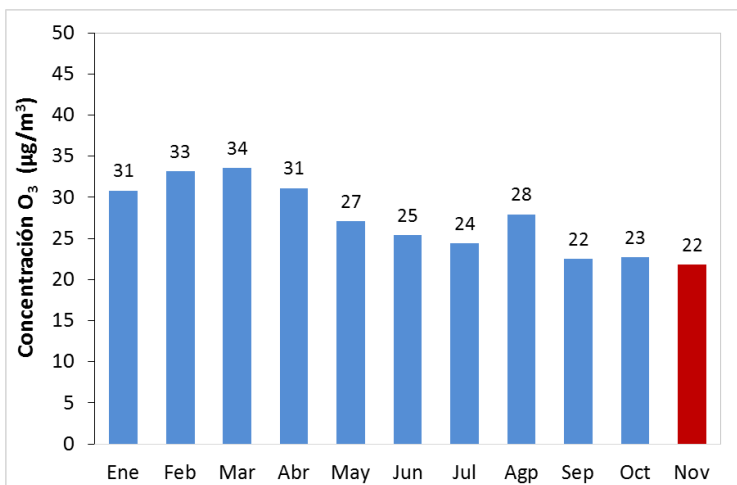


Figura 17. Promedio de O₃ corte a noviembre 2016

El promedio anual con corte a noviembre de 2016 para O₃ es de **22 µg/m³** presentándose una ligera disminución del **4%** frente a octubre. El promedio 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 Bogotá⁵; es decir, que en noviembre de 2016, el valor reportado corresponde al promedio de datos 8 horas de **335** días (once meses) de las estaciones con captura de datos superior al 75%.

⁵ 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.

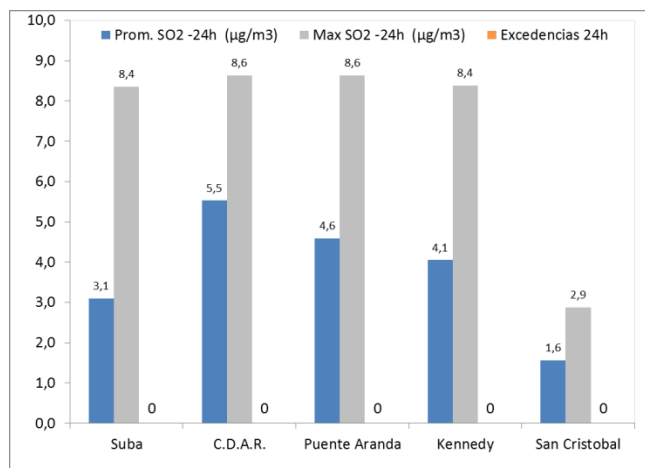


Figura 18. Promedio, máximo, excedencias SO₂. noviembre 2016.

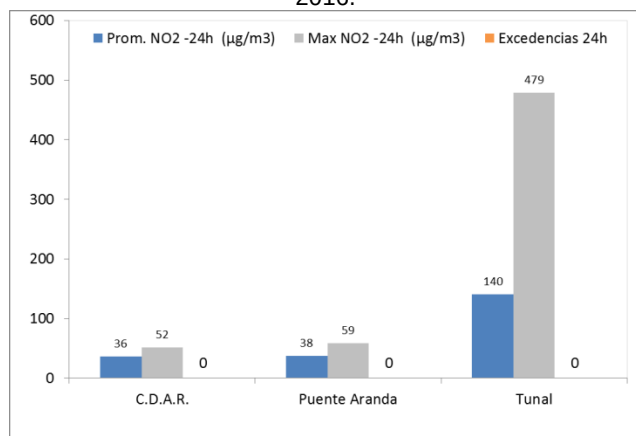


Figura 19. Promedio, máximo, excedencias NO₂. noviembre 2016.

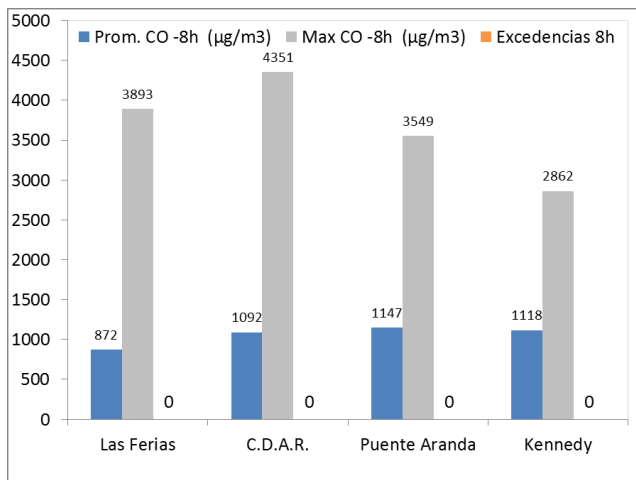


Figura 20. Promedio, máximo, excedencias CO. noviembre 2016.

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

Estación	Prom. SO ₂ -24h (µg/m ³)	Max SO ₂ -24h (µg/m ³)	Excedencias 24h	Captura de datos(%)
Suba	3,1	8,4	0	100%
C.D.A.R.	5,5	8,6	0	100%
Puente Aranda	4,6	8,6	0	100%
Kennedy	4,1	8,4	0	100%
San Cristobal	1,6	2,9	0	100%

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

Estación	Prom. NO ₂ -24h (µg/m ³)	Max NO ₂ -24h (µg/m ³)	Excedencias 24h	Captura de datos (%)
Guaymaral	N.R.	34	0	17%
Las Ferias	N.R.	62	0	50%
C.D.A.R.	36	52	0	100%
Puente Aranda	38	59	0	100%
Tunal	140	479	0	100%

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

Estación	Prom. CO -8h (µg/m ³)	Max CO -8h (µg/m ³)	Excedencias 8h	Captura de datos (%)
Las Ferias	872	3893	0	94%
C.D.A.R.	1092	4351	0	100%
Puente Aranda	1147	3549	0	100%
Kennedy	1118	2862	0	100%
Tunal	N.R.	4007	0	72%

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 –