

GRUPO CALIDAD DEL AIRE

El presente informe está sujeto a constantes verificaciones, por lo cual este reporte no constituye información oficial definitiva del DAGMA

Boletín Mensual de Calidad del Aire de Santiago de Cali

Periodo de Análisis: Agosto de 2017

8



TABLA DE CONTENIDO

PAG.

Introducción	2
Localización de las Estaciones de Monitoreo del Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire	2
Comparación del comportamiento de los Contaminantes con la norma	3
Excedencias de Ozono	4
Análisis Meteorológico	4
Índice de Calidad del Aire de Cali	5
Comportamiento de los contaminantes según la hora del día	6
Comportamiento de los contaminantes según el día del mes	8
Mapa de contaminación de material particulado PM10	9
Glosario	9

1. INTRODUCCIÓN

El Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire de Cali – SVCASC opera bajo la coordinación y administración del Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente –DAGMA, Grupo de Calidad del Aire.

El Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire de Santiago de Cali SVCASC fue acreditado en la norma NTC-ISO/IEC 17025 del año 2005 por el IDEAM a través de la Resolución 1328 del 23 de junio de 2017 en los siguientes parámetros:

Base Aérea - Acuaparque: PM2.5, O3 y SO2
 Compartir: PM10, PM2.5, O3
 Pance: PM10, O3
 Univalle: NO2, PM2.5, O3

2. LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

El SVCASC actualmente funciona con nueve (9) estaciones automáticas las cuales se listan a continuación:

1. FLO: Estación La Flora (Barrio La Flora – Zona Norte)
2. ERA: Estación ERA–Obrero (Barrio Obrero – Zona Centro).
3. ET: Estación Transitoria EDB–Navarro (Barrio Poblado – Zona Oriente)
4. BA: Estación Base Aérea (Acuaparque de la Caña – Zona Nororiente)
5. PA: Estación Pance (Pance – Zona Rural o Punto Blanco)
6. UV: Estación Univalle (Barrio Meléndez – Zona Sur)
7. CO: Estación Compartir (Barrio Compartir – Zona Oriente)
8. ER: Estación La Ermita (Barrio San Pedro – Zona Centro)
9. CA: Estación Cañaveralejo (Estación SITM-MIO Cañaveralejo Zona Suroccidente)

	Fotos Estaciones	Que Mide	Metodos de Referencia US-EPA	Ubicación en el Mapa de Santiago de Cali
1 FLO		PM ₁₀	Thermo Scientific 5014i EQPM-1102-150	 Mapa 1. Localización de las Estaciones
		O ₃	Thermo Scientific 49i EQQA-0880-047	
		H ₂ S	Thermo Scientific 450i No está avalado por la US-EPA	
2 ERA		PM ₁₀	Thermo Scientific 5014i EQPM-1102-150	
		O ₃	Thermo Scientific 49i EQQA-0880-047	
		H ₂ S	No está avalado por la EPA (Thermo Scientific 450i)	
3 ET		PM ₁₀	Thermo Scientific 5014i EQPM-1102-150	
		PM _{2.5}	Thermo Scientific Semiautomático Partisol rP 2025 RFPS-0498-118	
4 BA		PM _{2.5}	Met One Instruments BAM1020 EQPM-0308-170	
		O ₃	Teledyne T400 EQQA-0992-08	
		SO ₂	Teledyne T100 EQSA-0495-100.	
5 PA		PM ₁₀	Met One Instruments BAM1020 EQPM-0798-122	
		O ₃	Teledyne T400 EQQA-0992-08	
6 UV		PM _{2.5}	Met One Instruments BAM1020 EQPM-0308-170	
		O ₃	Teledyne T400 EQQA-0992-08	
		NO ₂	Teledyne T200 RFNA-1194-099	
7 CO		PM ₁₀	Met One Instruments BAM1020 EQPM-0798-122	
		PM _{2.5}	Met One Instruments BAM1020 EQPM-0308-170	
		O ₃	Teledyne T400 EQQA-0992-08	
8 ER		PM ₁₀	Thermo Scientific TEOM 1405 EQPM-1090-079	
		SO ₂	Thermo Scientific 43i EQSA-0486-060	
9 CA		PM ₁₀	Thermo Scientific TEOM 1405 EQPM-1090-079	
		SO ₂	Thermo Scientific 43i EQSA-0486-060	
10 CC		Centro de Control del SVCASC		

Estación	Latitud	Longitud	mshn	Dirección
1	3° 29' 25,85"	76° 31' 16,41"	959	Av. 3FN No. 52 - 46
2	3° 27' 1,51"	76° 31' 20,16"	968	Cra. 11D No. 23 - 49
3	3°25'1.93"	76°29'41,05"	954	Carrera 28j con calle 72u
4	3° 27' 25,66"	76° 30' 8,29"	956	Calle 44 No. 7-138
5	3° 18' 19,22"	76° 31' 57,29"	978	Kilómetro 17 via a Jamundí
6	3°22'40,48"	76°32'1,72"	985	Calle 13 No 100-00
7	3°25'42,20"	76°28'0,12"	952	Calle 112 No 25-28
8	3°27'19,69"	76°31'51,57"	994	Cra 1 No 11-40
9	3°24'55,40"	76°32'57,65"	975	Calle 4A No 50-09

Tabla 1. Localización de las Estaciones de Monitoreo

Estimación de la Incertidumbre				
1. Período de estimación: Anual				
2. Unidad de medida: (µg/m ³)				
3. Equipos tenidos en cuenta: Analizadores de las estaciones Compartir, Univalle, Base aérea – Acuaparque y Pance				
4. Metodología tomada de los documentos:				
✓ Cuantificación de la Incertidumbre en Medidas Analíticas. Eurachem Citac, Guía CG4. Tercera edición, 2012.				
✓ Evaluación de datos de medición: Guía para la Expresión de la Incertidumbre de Medida. Centro Español de Metrología, Primera edición, 2008				
PM ₁₀	PM _{2.5}	O ₃	SO ₂	NO ₂
2,7	1,0	2,5	3,0	2,2

Declaración: Los resultados obtenidos en el presente informe se refieren solo al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas.

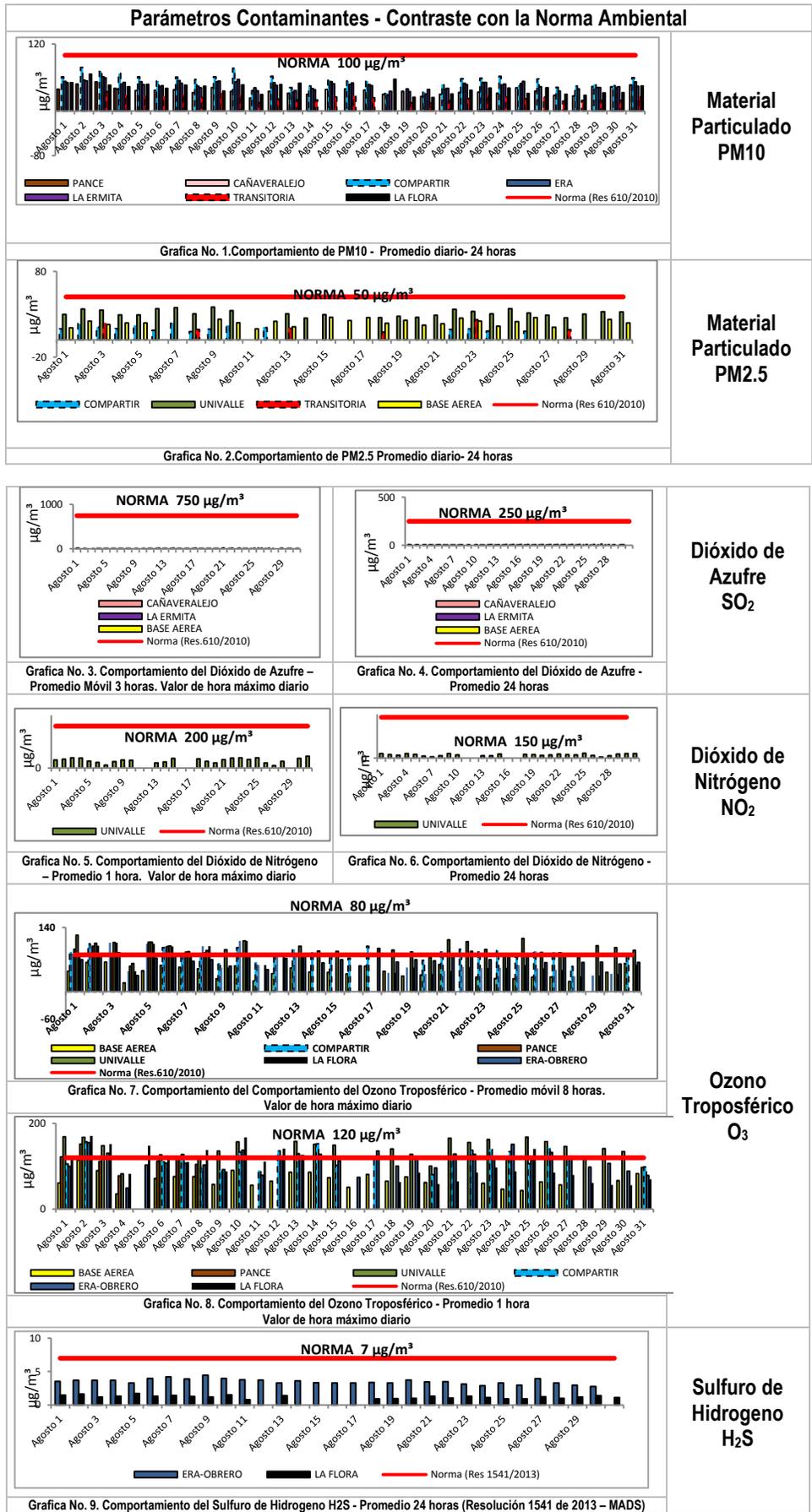
3. ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS CONTAMINANTES Vs. LA NORMA

Las Gráficas 1 a la 9, presentan el comportamiento de los contaminantes criterio registrados en las Estaciones La Flora, ERA-Obrero, Transitoria, Univalle, Pance, Compartir y La Ermita así como el contraste con la normativa ambiental (Según lo establecido en el Artículo Segundo de la Resolución 610 de 2010 del Ministerio de Ambiente que modificó la Resolución 601 de 2006). Los datos registrados y analizados corresponden a los contaminantes Material Particulado (PM₁₀ y PM_{2.5}), Dióxido de Azufre (SO₂), Dióxido de Nitrógeno (NO₂) y Ozono Troposférico (O₃), en todas las estaciones de monitoreo de calidad del aire.

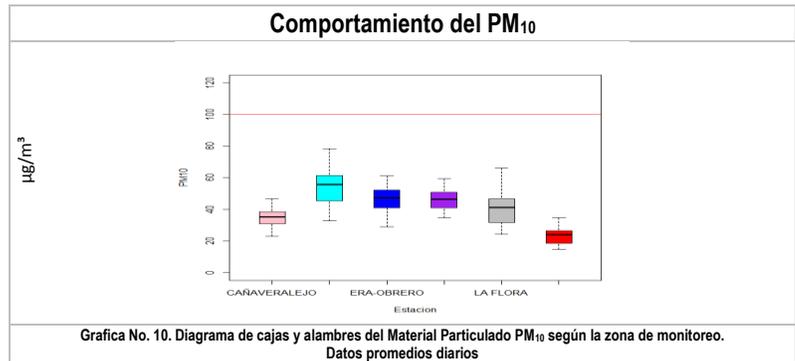
El gráfico 9 presenta el comportamiento del Sulfuro de Hidrogeno H₂S y el contraste con la normativa ambiental (Según lo establecido en el Artículo Quinto, tabla 2 de la Resolución 1541 de 2013 del Ministerio de Ambiente).

A continuación se muestran los resultados más relevantes:

1. Los Gráficos 1 y 2 muestran que los niveles de Material Particulado PM₁₀ y de PM_{2.5} están por debajo del límite máximo permisible en todos los sitios donde se miden partículas.
2. Los niveles más altos de Material Particulado (PM₁₀) se registraron en la estación Compartir (Oriente) (Ver Gráficos 1 y 10).
3. Los niveles tanto del Dióxido de Azufre (SO₂) como del Dióxido de Nitrógeno (NO₂) no sobrepasan los límites máximo permisibles, tal como se muestra en las gráficas 3, 4, 5 y 6.
4. Los niveles de Ozono Troposférico (O₃) sobrepasan los niveles máximos permisibles. Las excedencias se registraron en horas cercanas al mediodía, por lo que la alta radiación solar presenta una influencia en el incremento de este contaminante. Hay que tener en cuenta que las Gráficas 7 y 8 tienen en cuenta el valor máximo registrado en un día de monitoreo. Para un Mayor detalle de las excedencias de este contaminante, se hace un análisis adicional el cual se muestra en la tabla 1
5. El gráfico 9 muestra que los niveles de Sulfuro de Hidrogeno H₂S no superan el nivel máximo permisible de 7 ug/m³ para un tiempo de exposición de 24 horas.



Según la Gráfica 10 se observó que el comportamiento del promedio diario del Material Particulado PM₁₀ en la ciudad de Cali, los niveles más altos se presentaron en la estación Compartir (Oriente). En ninguno de los puntos de monitoreo reportados se supera la norma de 100 µg/m³.



4. EXCEDENCIAS DE OZONO

La Tabla 2 muestra que en 4 puntos en donde se mide O₃, se encontraron excedencias:

Norma 1h: En la estación Univalle se registró el Mayor porcentaje de excedencias

Norma 8h: En la estación Univalle se registró el Mayor porcentaje de excedencias.

ANÁLISIS DE LAS EXCEDENCIAS DE OZONO TROPOSFÉRICO		ESTACIÓN				
		BASE AEREA	COMPARTIR	ERA-OBRERO	LA FLORA	UNIVALLE
1h (Norma 120ug/m3)	Excedencias en el Mes	0	15	14	25	63
	Total Datos Validos en el Mes	727	678	744	674	697
	Porcentaje de datos válidos en el mes para el calculo	97,7%	91,1%	100,0%	90,6%	93,7%
Porcentaje de Excedencias		0,0%	2,2%	1,9%	3,7%	9,0%
8h (Norma 80ug/m3)	Excedencias en el Mes	0	74	15	35	133
	Total Datos Validos en el Mes	723	669	744	671	692
	Porcentaje de datos válidos en el mes para el calculo	97,2%	89,9%	100,0%	90,2%	93,0%
Porcentaje de Excedencias		0,0%	11,1%	2,0%	5,2%	19,2%

Tabla 2. Excedencias de Ozono según Estaciones de Monitoreo

5. ANÁLISIS METEOROLÓGICO

En el mes de Agosto se reportaron datos meteorológicos en la Estación ERA-Obrero (Zona Centro), Pance (zona sur), Compartir (oriente) y La Flora (zona Norte). Las Gráficas No. 11 al 13 presentan el comportamiento de las variables meteorológicas para las variables Precipitación (mm), Velocidad del Viento (m/s) y la Rosa de los Vientos. En forma general se puede observar que:

1. **Oriente (Estación Compartir):** Según la Rosa de Vientos se encontró que las corrientes predominantes provienen en su gran Mayoría del oriente. (Ver Gráfico 11).
2. En la estación Compartir se registraron 11 días de lluvias entre ligeras y fuertes, mientras que en la estación Flora se registraron 6 días de lluvias. La Mayor frecuencia de precipitación horaria se registró en la estación ERA-Obrero con un nivel de 32.26 mm. (Ver Gráfico 12).
3. La temperatura promedio oscila alrededor de los 27°C según lo registrado en la estación Compartir (Oriente de la ciudad). (Ver Gráfico 13).

Comportamiento de Variables Meteorológicas

Comportamiento de los vientos

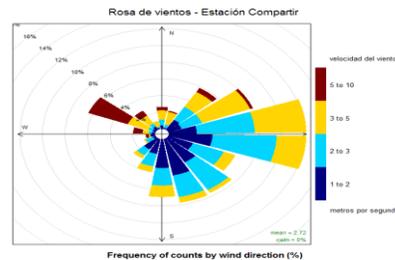


Gráfico No.11 Rosa de los Vientos Estación Compartir – (Zona Oriente)

Precipitación

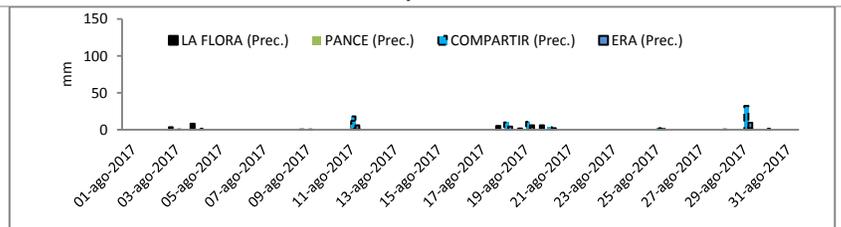


Gráfico No.12. Comportamiento de la Precipitación horaria

Temperatura

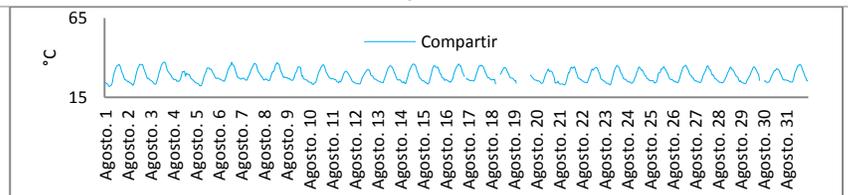


Gráfico No.13. Comportamiento de la Temperatura horaria

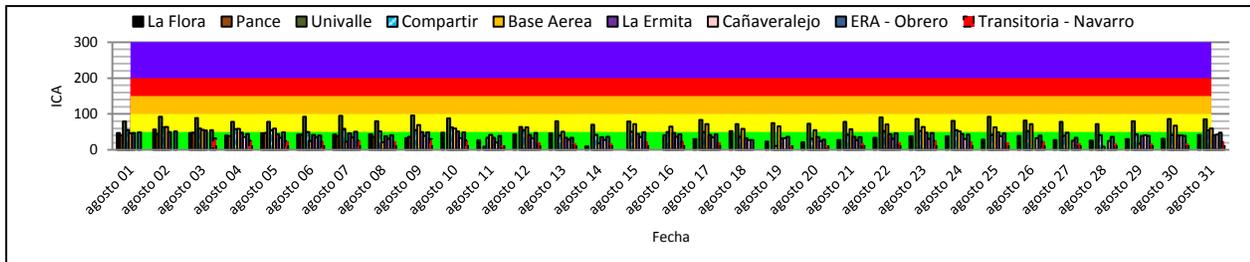
6. INDICE DE CALIDAD DEL AIRE

El Índice de Calidad del Aire (ICA) permite comparar los niveles de contaminación de calidad del aire, de las estaciones que pertenecen a un SVCA. Es un indicador de la calidad del aire diaria. El ICA corresponde a una escala numérica a la cual se le asigna un color, el cual a su vez tiene una relación con los efectos a la salud. El Índice de calidad del aire ha sido adoptado a partir del documento Technical Assistance Document for the Reporting of Daily Air Quality –the Air Quality Index (AQI) documento EPA-454/B-09-001 de 2009. (Definición tomada de Manual de Operación de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire, Página 132)



Tabla 2. Clasificación del Índice de Calidad del Aire

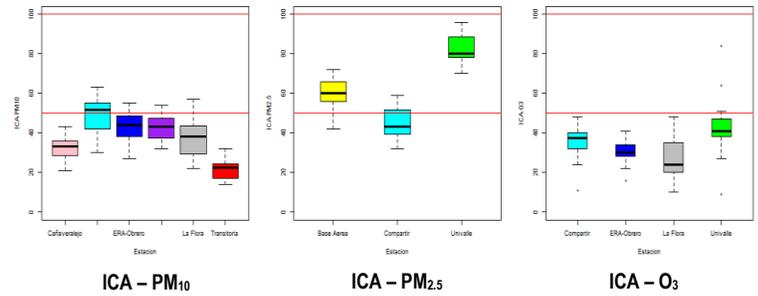
Para la elaboración del Índice de Calidad del Aire se tiene en cuenta los datos de Material Particulado PM₁₀ y PM_{2.5}, Ozono Troposférico O₃ y Dióxido de Azufre SO₂ medidos en las estaciones La Flora (Norte) ERA-Obrero (Centro), Univalle (Sur), Pance (Background Rural), La Ermita (Centro), Compartir (Oriente), Base Aérea – Acuaparque, Pance y Cañaveralejo



Gráfica 14. Índice de Calidad del aire clasificado por día del mes

La grafica 14 muestra que en términos generales en la gran Mayoría de las estaciones las barras se encuentran tanto en la franja verde, como amarilla, lo cual muestra que la calidad del aire es de buena y moderado según lo obtenido por el ICA. La tabla 3 corrobora lo determinado en la gráfica 15.

La Gráfica 15 muestra el diagrama de cajas del comportamiento del ICA según el tipo de contaminante que lo genera. En este caso el ICA-PM_{2.5} influye con Mayor peso en el incremento del ICA. En el caso del ICA-O₃ se observaron los valores más bajos de ICA y en su gran Mayoría por debajo de 50 unidades (ICA-Bueno).



Gráfica 15. Diagrama de Cajas del Índice de Calidad del Aire

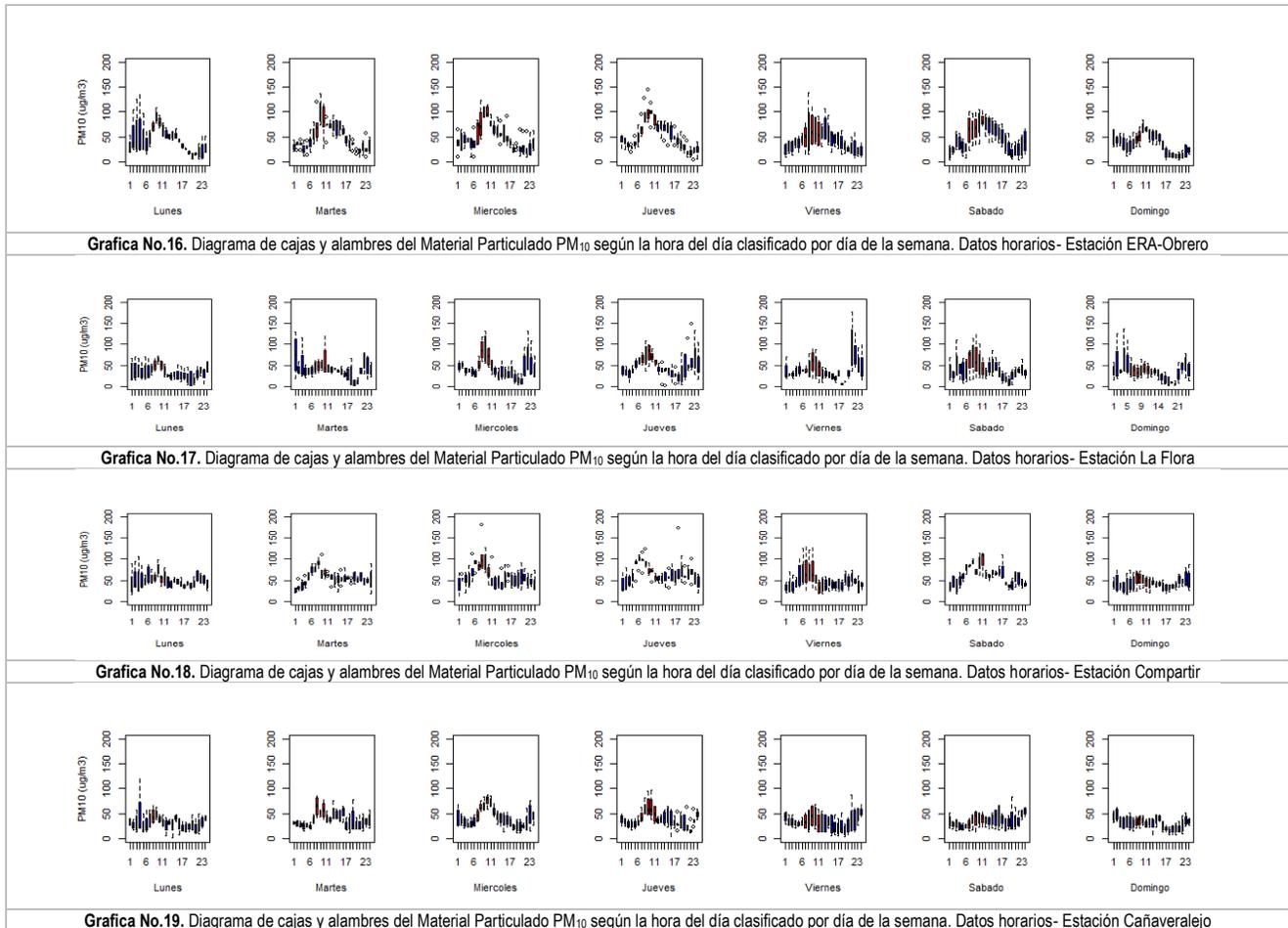
ESTACION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
ERA - Obrero	49	52	55	45	49	40	51	41	49	49	39	47	34	37	49	44	44	28	37	29	36	46	47	43	46	40	34	37	39	39	48	
La Flora	47	57	47	40	46	43	43	44	33	48	27	44	46	10			30	53	23	22	28	34	38	38	29	39	28	26	30	31	42	
Pance	41	45	48	38	47	43	38	37	37																							
Univalle	79	92	89	78	78	92	95	80	96	88	9	64	80	70	79	41	84	72	75	73	78	91	86	81	92	82	78	72	80	86	85	
Base Aérea - Acuaparque	46	64	56	59	60	25	23	22	69	60	42	63	51	19	72	65	72	59	66	55	58	71	64	52	63	72	48	9	17	68	60	
Compartir	55	63	60	58	55	50	59	52	55	62	34	55	40	42	51	50	50	37	11	31	43	53	53	55	42	53	39	41	44	42	54	
La Ermita	47	50	54	48	44	42	46	38	50	52	34	42	34	36	45	47	42	33	32	36	37	44	48	45	49			39	40	41		
Cañaveralejo				36	34	35	35	31	39	33	21	33	29	28	36	37	35	28	33	24	28	31	31	30	38	33	26	25	41	40	43	
Transitoria		32	26	25	24	27	23	30	27	14	20	18	18	23	24	22					14	14	17	20	26	23	20	23	17	17	17	24

Tabla 3. Índice de Calidad del aire clasificado por día del mes

Se observó que para este mes el ICA se encontró entre 9 y 96 unidades para las 9 zonas objeto de estudio. Según los resultados obtenidos en la tabla 3 se encontró que en la estación Univalle se registró el porcentaje más alto de días con valores de ICA-Moderado (Mayores a 50) con un valor del 93.5%. En la estación Cañaveralejo el porcentaje de valores de ICA-Moderado fue de 0%. Hay que tener en cuenta que en las estaciones donde se miden PM_{2.5} es donde se está registrando los valores más altos de ICA según lo mostrado en los diagramas de cajas de la gráfica 15. En términos generales se puede afirmar que la calidad del aire es entre buena y moderada según lo encontrado en el análisis del Índice de Calidad del Aire en los puntos de análisis en la ciudad si se tiene en cuenta que la Mayor frecuencia de valores ICA están por debajo de 50 (Valores de color verde en la tabla 3).

7. COMPORTAMIENTO DE LOS CONTAMINANTES SEGÚN LA HORA DEL DÍA

Material Particulado PM₁₀



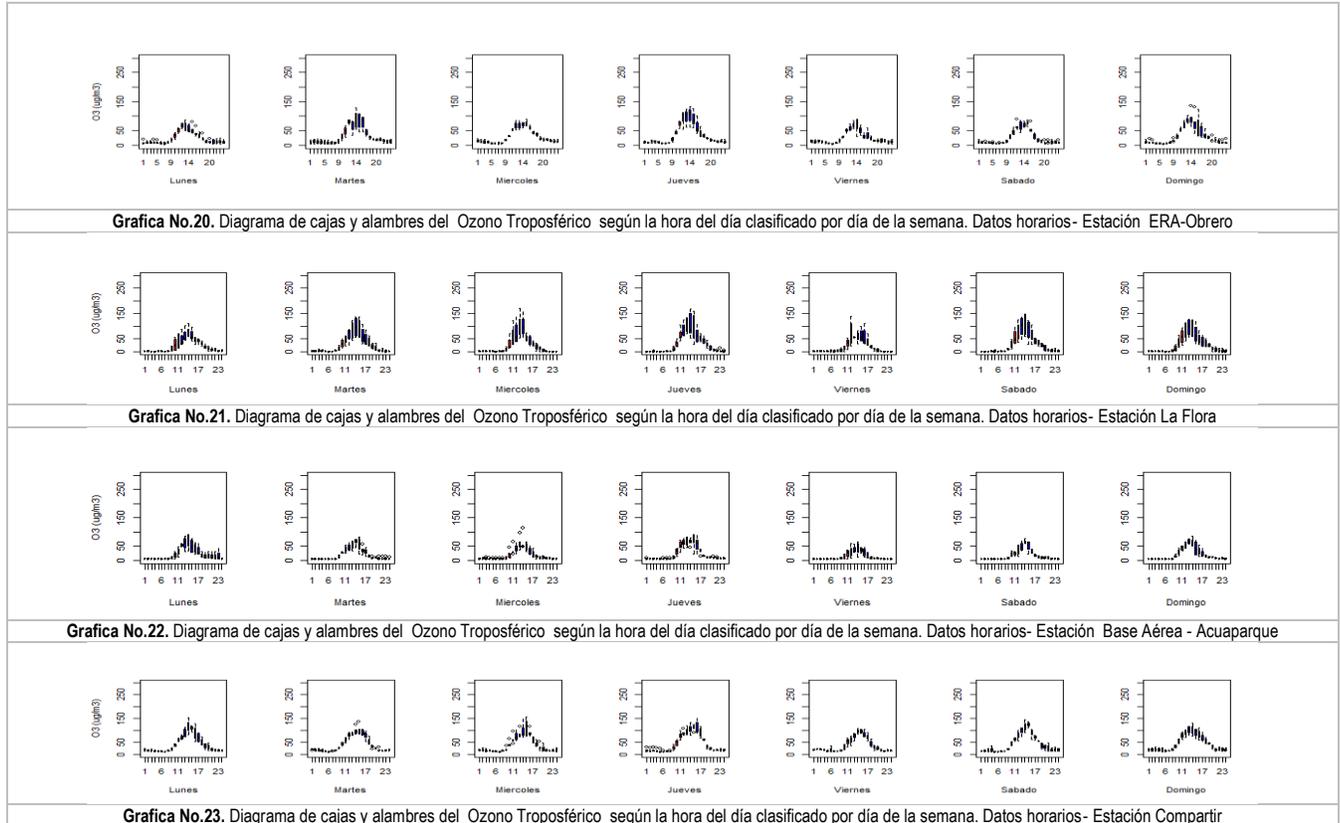
ERA-Obrero: Según lo obtenido en la Gráfica 16, el PM₁₀ en esta estación se incrementa en las denominadas horas pico (7am -10 am). Los días domingos fueron los de menores niveles de PM₁₀

La Flora: Según la Gráfica 17 se observó que el comportamiento del promedio horario del Material Particulado PM₁₀ en esta zona de Cali se incrementa en las denominadas horas pico (7am -10 am y 4 pm – 7pm) en donde se encontró a los días viernes con Mayores valores de este contaminante en este punto de monitoreo.

Compartir: Según lo obtenido en la Gráfica 18, el PM₁₀ en esta estación se incrementa en las denominadas horas pico (7am -10 am) y los días Sábado registraron en términos generales los valores más altos de este contaminante.

Cañaveralejo: Según lo obtenido en la Gráfica 19, el PM₁₀ en esta estación se incrementa en las denominadas horas pico (7am -10 am) y los días jueves registraron en términos generales los valores más altos de este contaminante.

Ozono Troposférico O₃



El ozono a nivel del suelo, que no debe confundirse con la capa de ozono en la atmósfera superior es uno de los principales componentes de la niebla tóxica. Éste se forma por la reacción con la luz solar (fotoquímica) de contaminantes como los óxidos de nitrógeno (NO_x) procedentes de las emisiones de vehículos o la industria y los compuestos orgánicos volátiles (COV) emitidos por los vehículos, los disolventes y la industria. Los niveles de ozono más elevados se registran durante los períodos de tiempo soleado. (OMS, 2014). Su comportamiento grafico es similar a una curva gaussiana presentando sus máximos niveles generalmente entre las 11am y las 4pm.

ERA-Obrero: Según lo obtenido en la Gráfica 20, el O₃ en esta estación se incrementa 11 am y las 4pm. Visualmente no se evidenciaron diferencias significativas si se comparan a cada uno de los días de la semana

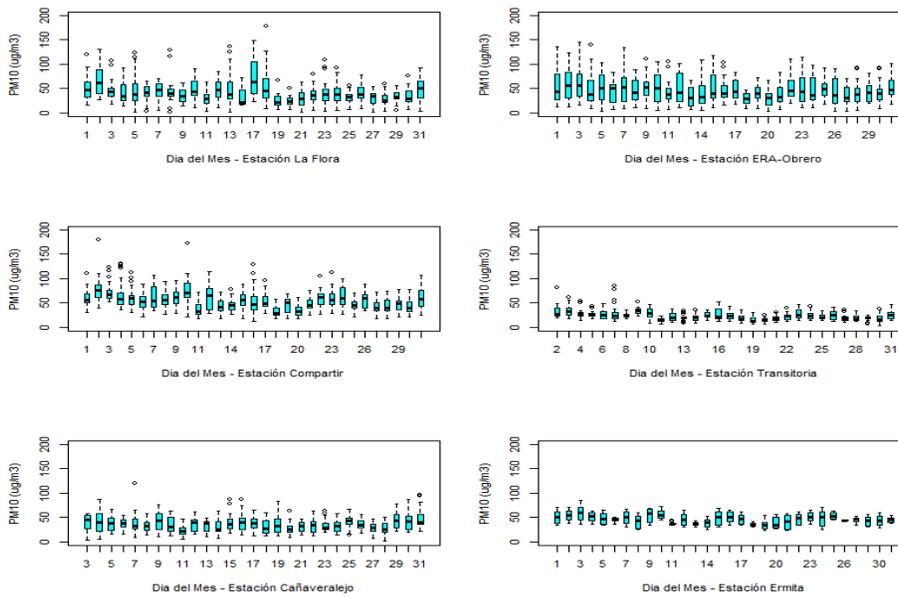
La Flora: Según lo obtenido en la Gráfica 21, el O₃ en esta estación se incrementa 11 am y las 4pm. Visualmente no se evidenciaron diferencias significativas si se comparan a cada uno de los días de la semana

Pance: Según lo obtenido en la Gráfica 22, el O₃ en esta estación se incrementa 11 am y las 4pm. Visualmente no se evidenciaron diferencias significativas si se comparan a cada uno de los días de la semana

Base Aérea - Acuarque: Según lo obtenido en la Gráfica 23, el O₃ en esta estación se incrementa 11 am y las 4pm. Visualmente no se evidenciaron diferencias significativas si se comparan a cada uno de los días de la semana

En términos generales se puede apreciar que los Mayores niveles de Ozono Troposférico se registraron entre las 11 am y las 4 de la tarde, los cuales coinciden con los Mayores niveles de radiación solar.

8. COMPORTAMIENTO DE LOS CONTAMINANTES SEGÚN EL DÍA DEL MES



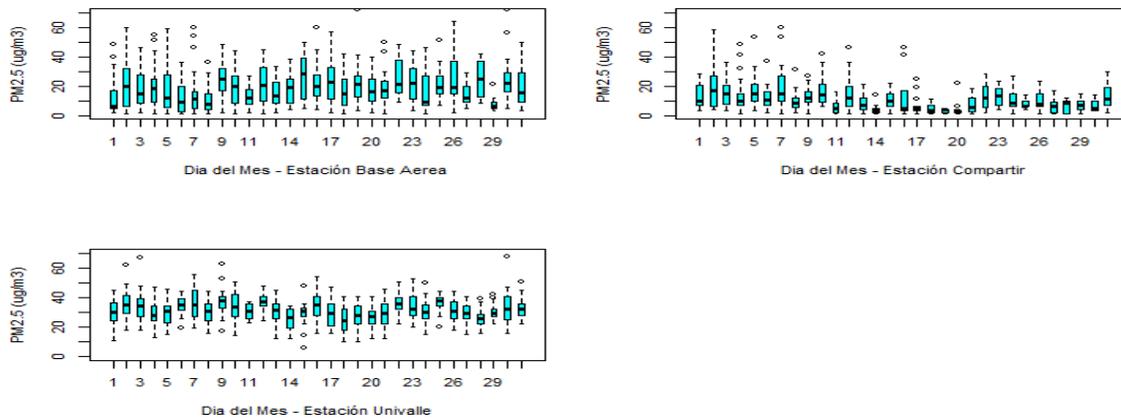
Grafica No.24. Diagrama de cajas y alambres del Material Particulado menor a 10 micras según el día durante el mes

La gráfica 24 muestra el comportamiento del promedio horario del Material Particulado PM₁₀ según el día durante el mes en las estaciones La Flora, ERA-Obrero, Pance, Compartir, Transitoria, Cañaveralejo y La Ermita.

La Flora: El día 17 de Agosto se registraron las más altas concentraciones de PM₁₀.

ERA-Obrero: El día 3 de Agosto se registraron las más altas concentraciones de PM₁₀.

Compartir: El día 3 de Agosto se registraron las más altas concentraciones de PM₁₀. El pico más alto se registró el 1 de Agosto



Grafica No.25. Diagrama de cajas y alambres del Material Particulado menor a 2.5 micras según el día durante el mes en la estación Univalle

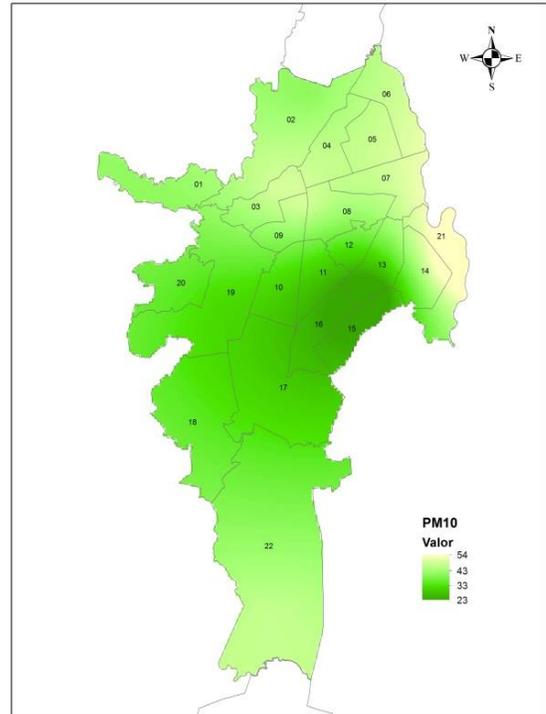
Base Aérea - Acuparque: El día 26 de Agosto se registraron las más altas concentraciones de PM_{2.5}.

Univalle: El día 29 de Agosto se registraron las más altas concentraciones de PM_{2.5}.

9. MAPA DE CONTAMINACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO PM10

Para la realización del mapa de contaminación se hizo uso de una estimación kriging espacial, el cual es un método de interpolación que se fundamenta en la minimización del error cuadrático medio de predicción para la estimación de la interpolación del PM10 el cual se monitoreo en 7 puntos distribuidos en diferentes partes de la ciudad de Cali usando los promedios mensuales registrados durante el mes de Agosto. Durante este mes se realizó la estimación en 6 puntos de la ciudad.

Como se puede evidenciar en el mapa de predicción e interpolación del material particulado PM10, la zona en donde se registró los valores más altos de este contaminante es la zona centro y oriente de la ciudad con un promedio mensual que oscila los 50 ug/m3.



Grafica 26. Mapa de Cali con la estimación del PM10 promedio mensual haciendo uso del Kriging espacial

10. GLOSARIO

Contaminación atmosférica: Presencia de sustancias en la atmósfera en altas concentraciones en un tiempo determinado como resultado de actividades humanas o procesos naturales, que pueden ocasionar daños a la salud de las personas o al ambiente.

Concentración de una sustancia en el aire: Es la relación que existe entre el peso o el volumen de una sustancia y la unidad de volumen de aire en la cual está contenida.

Emisión: Descarga de una sustancia o elemento al aire, en estado sólido, líquido o de una fuente fija o móvil.

Fuente de emisión: Actividad, proceso u operación, realizado por los seres humanos, o con su intervención, susceptible de emitir contaminantes al aire.

Fuente fija: Fuente de emisión situada en un lugar determinado e inamovible, aun cuando la descarga de contaminantes se produzca en forma dispersa.

Fuente móvil: Es la fuente de emisión que, por razón de su uso o propósito, es susceptible de desplazarse, como los automotores o vehículos de transporte a motor de cualquier naturaleza.

Índice de Calidad de Aire: Es un indicador de la calidad del aire diaria, que permite comparar los niveles de contaminación de calidad del aire, el ICA corresponde a una escala numérica a la cual se le asigna un color, el cual a su vez tiene una relación con los efectos a la salud. Este está enfocado en 5 contaminantes principales: Material Particulado, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono y Ozono.

MADS: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Norma de calidad del aire o nivel de inmisión: Es el nivel de concentración legalmente permisible de sustancias o fenómenos contaminantes presentes en el aire, establecido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con el fin de proteger la salud humana y el ambiente.

SVCASC: Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire de Santiago de Cali.

**BOLETÍN MENSUAL DE CALIDAD DEL AIRE DE
SANTIAGO DE CALI**

Boletín N°8-2017

Periodo de Análisis: Agosto de 2017



Director: Luis Alfonso Rodríguez Devia.

Grupo Gestión Calidad del Aire:

Dirección Técnica: Gisela Arizabaleta Moreno
Procesamiento y Análisis de Datos: Jefferson Valdés Basto
Soporte Electrónico: Aristides Benavides Hernandez
Soporte de Campo: Jairo Copete Ramos
Soporte de Laboratorio: Edgar Feijoo
Gestión de Calidad: Sindy Nova Perez

Fecha de Expedición: Santiago de Cali, Septiembre 8 de 2017

**Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire de Santiago de Cali
SVCASC**

**Dirección: Av. 5ª No. 20N-08 Edif. Fuente Versailles Piso 7
Teléfono: +57 2 667-5859
Santiago de Cali – Colombia**

Fin del Informe