

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: Diciembre de 2016

12



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
Glosario	9

1. INTRODUCCIÓN


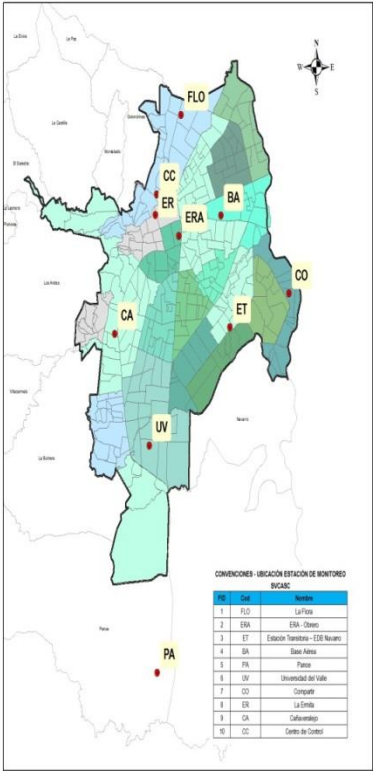









El Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire de Cali – SVCASC opera bajo la coordinación y administración del Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente –DAGMA, Grupo de Calidad del Aire.

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)

Para el mes de Diciembre, el SVCASC muestra información de 8 estaciones de monitoreo las cuales son ERA-Obrero, La Flora, Transitoria – EDB-Navarro, Univalle, Pance, La Ermita, Cañaveralejo y Compartir. Los resultados de las variables contaminantes y meteorológicas del mes son objeto de publicación en el presente Boletín.

	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	 <div>Mapa 1. Localización de las Estaciones</div>
		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	EQPM-1102-150 Thermo Scientific 5014i	
		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 Semiautomatic 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	msnm	Dirección
1 FLO	3° 29' 25,85"	76° 31' 16,41"	959	Av. 3FN No. 52 - 46
2 ERA	3° 27' 1,51"	76° 31' 20,16"	968	Cra. 11D No. 23 - 49
3 ET	3°25'1.93"	76°29'41,05"	954	Carrera 28j con calle 72u
4 BA	3° 27' 25,66"	76° 30' 8,29"	956	Calle 44 No. 7-138
5 PA	3° 18' 19,22"	76° 31' 57,29"	978	Kilómetro 17 vía a Jamundí
6 UV	3°22'40,48"	76°32'1,72"	985	Calle 13 No 100-00
7 CO	3°25'42,20"	76°28'0,12"	952	Calle 112 No 25-28
8 ER	3°27'19,69"	76°31'51,57"	994	Cra 1 No 11-40
9 CA	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. Periodo de estimación: Anual

2. Unidad de medida (ug/m3)

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

2

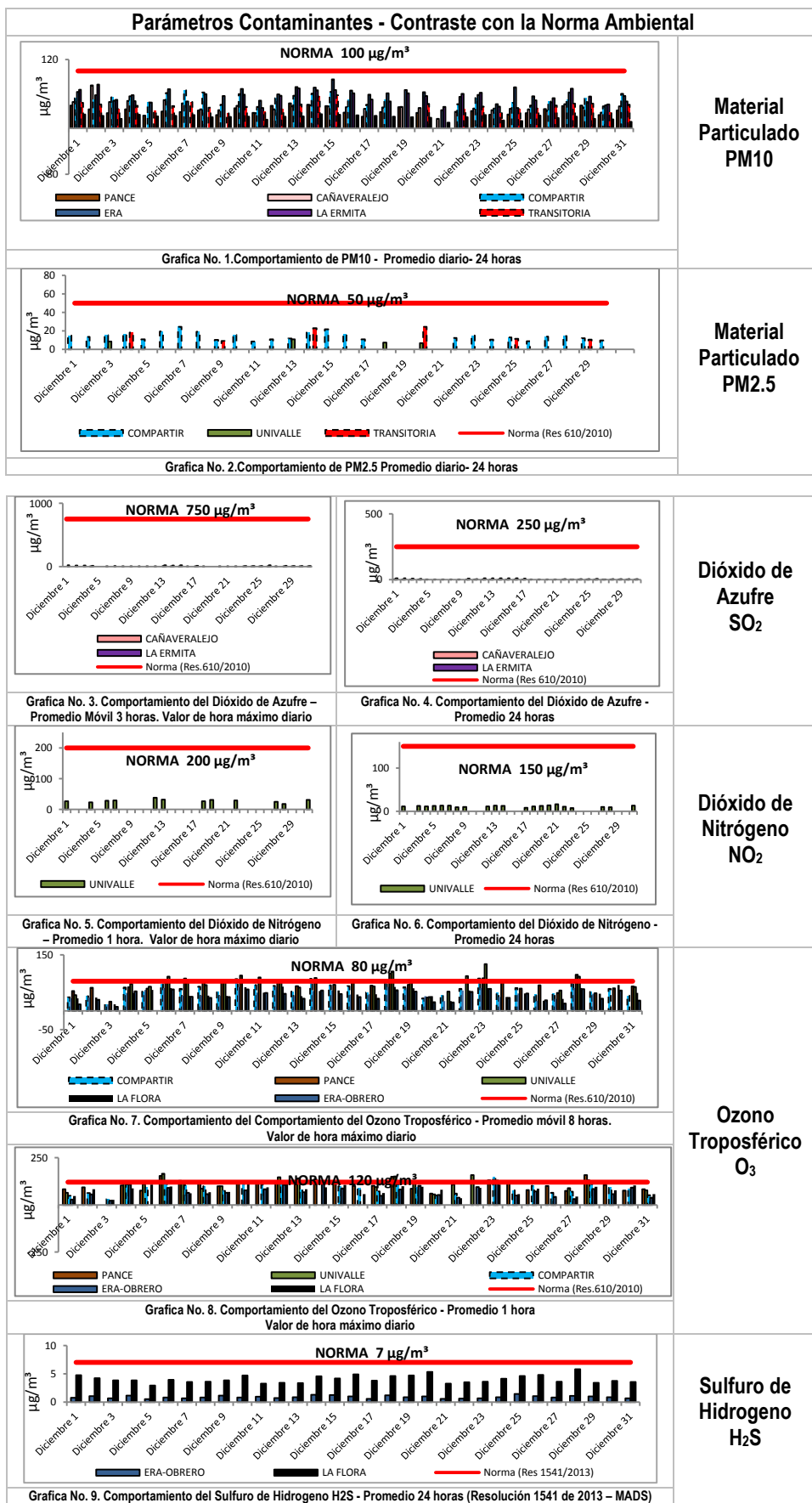
3. ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS CONTAMINANTES Vs. LA NORMA

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 (PM_{10} y $PM_{2.5}$), Dióxido de Azufre (SO_2), Dióxido de Nitrógeno (NO_2) y Ozono Troposférico (O_3), en todas las estaciones de monitoreo de calidad del aire.

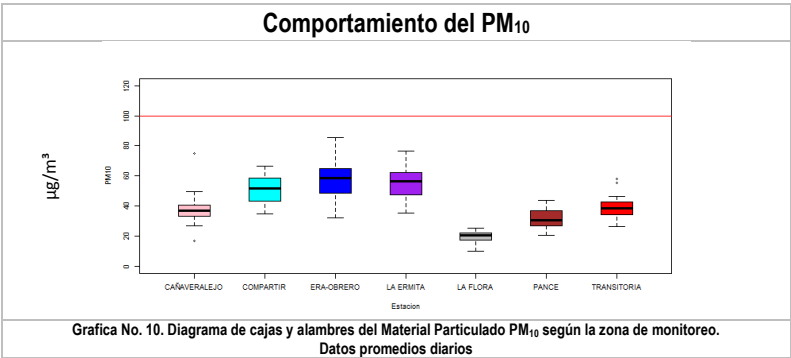
El gráfico 9 presenta el comportamiento del Sulfuro de Hidrogeno H_2S y el contraste con la normativa ambiental (Según lo establecido en el Artículo Quinto, tabla 2 de la Resolución 1541 de 2013 del Ministerio de Ambiente).

A continuación se muestran los resultados más relevantes:

1. Los Gráficos 1 y 2 muestran que los niveles de Material Particulado PM_{10} 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 (PM_{10}) se registraron en la estación ERA-Obrero (Centro) (Ver Gráficos 1 y 10).
3. Los niveles tanto del Dióxido de Azufre (SO_2) como del Dióxido de Nitrógeno (NO_2) no sobrepasan los límites máximo permisibles, tal como se muestra en las gráficas 3, 4, 5 y 6.
4. Los niveles de Ozono Troposférico (O_3) 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 H_2S no superan el nivel máximo permisible de $7 \mu g/m^3$ 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, muestra un incremento en la estación que está ubicada en el centro de la ciudad (Estación ERA-Obrero). 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 5 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.

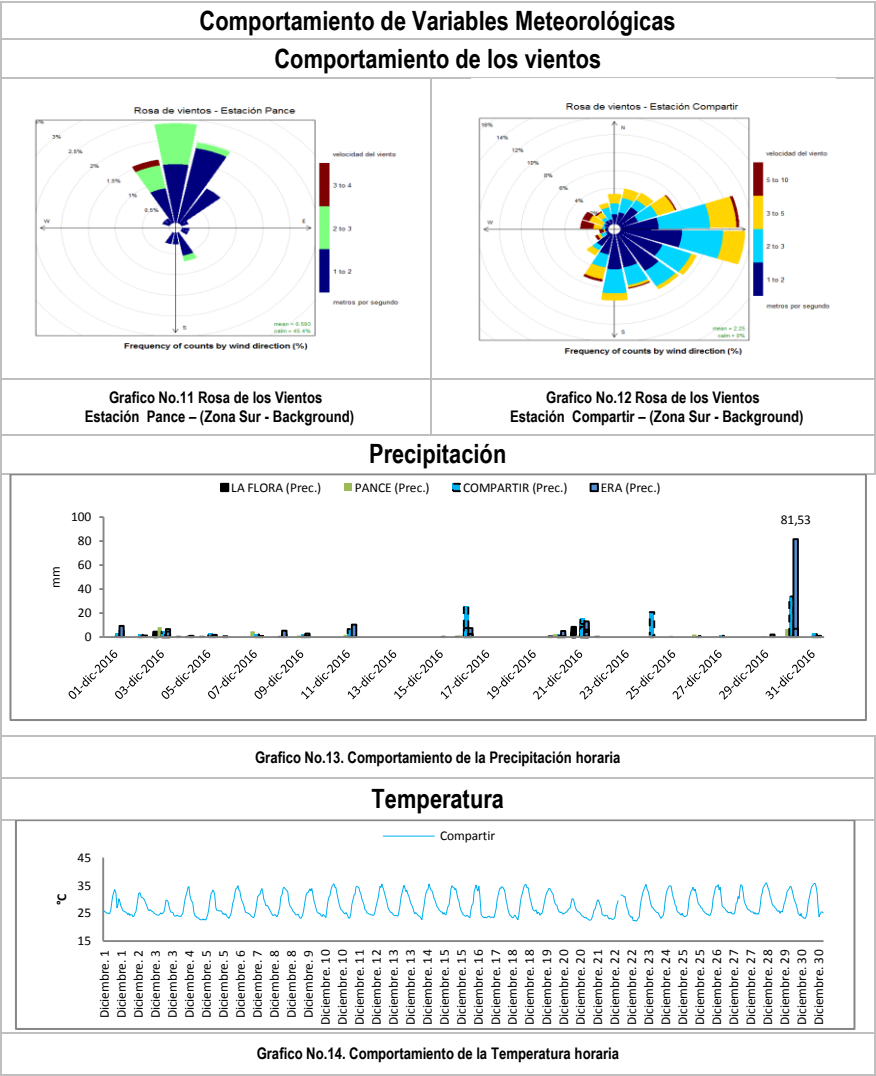
ANÁLISIS DE LAS EXCEDENCIAS DE OZONO TROPOSFÉRICO		ESTACIÓN				
		COMPARTIR	ERA-OBREIRO	LA FLORA	PANCE	UNIVALLE
1h (Norma 120ug/m3)	Excedencias en el Mes	5	1	0	21	25
	Total Datos Válidos en el Mes	740	738	743	709	572
	Porcentaje de datos válidos en el mes para el calculo	99,5%	99,2%	99,9%	95,3%	76,9%
	Porcentaje de Excedencias	0,7%	0,1%	0,0%	3,0%	4,4%
8h (Norma 80ug/m3)	Excedencias en el Mes	11	0	0	42	40
	Total Datos Válidos en el Mes	744	736	744	708	560
	Porcentaje de datos válidos en el mes para el calculo	100,0%	98,9%	100,0%	95,2%	75,3%
	Porcentaje de Excedencias	1,5%	0,0%	0,0%	5,9%	7,1%

Tabla 2. Excedencias de Ozono según Estaciones de Monitoreo

5. ANALISIS METEOROLÓGICO

En el mes de Diciembre 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. Sur (Estación Pance): Según la Rosa de Vientos se encontró que las corrientes predominantes provienen en gran Mayoría del norte. Los vientos de Mayor intensidad provienen del norte (Entre 3 y 4 m/s) (Ver Gráfico 8).
- 2. Oriente (Estación Compartir): Según la Rosa de Vientos se encontró que las corrientes predominantes provienen en su gran Mayoría del oriente. Los vientos de Mayor intensidad (Entre 5 y 8 m/s) provienen del noroccidente y algunas se registraron en el nororient (franjas de color rojo en el grafico 9)
- 3. En la estación Pance se registraron 18 días de lluvias entre ligeras y fuertes, mientras que en la estación Compartir se registraron 18 días de lluvias y según la Gráfica 13, la Mayor frecuencia de precipitación horaria se registró en la estación ERA-Obrero con un nivel de 81.53 mm.
- 4. Según la gráfica 14, la temperatura promedio oscila alrededor de los 27°C según lo registrado en la estación Compartir (Oriente de la ciudad)



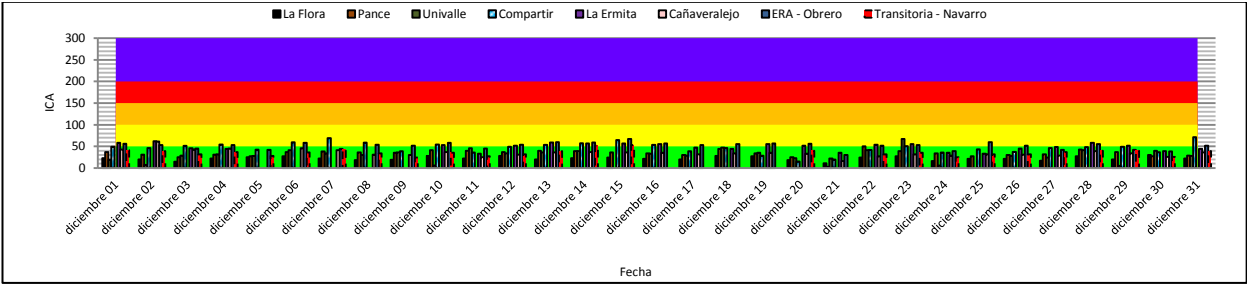
6. INDICE DE CALIDAD DEL AIRE

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

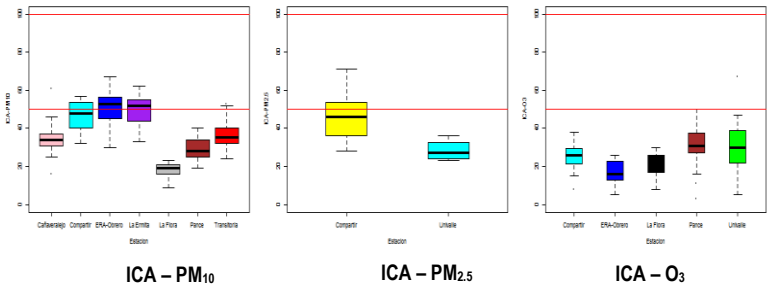
Para la elaboración del Índice de Calidad del Aire se tiene en cuenta los datos de Material Particulado PM₁₀ y PM_{2.5}, Ozono Troposférico O₃ y Dióxido de Azufre SO₂ medidos en las estaciones La Flora (Norte) ERA-Obrero (Centro), Univalle (Sur), Pance (Background Rural), La Ermita (Centro), Compartir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



Gráfica 15. Índice de Calidad del aire clasificado por día del mes

La grafica 15 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 16 muestra el diagrama de cajas del comportamiento del ICA según el tipo de contaminante que lo genera. En este caso el ICA-PM₁₀ 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 16. Diagrama de Cajas del Índice de Calidad del Aire

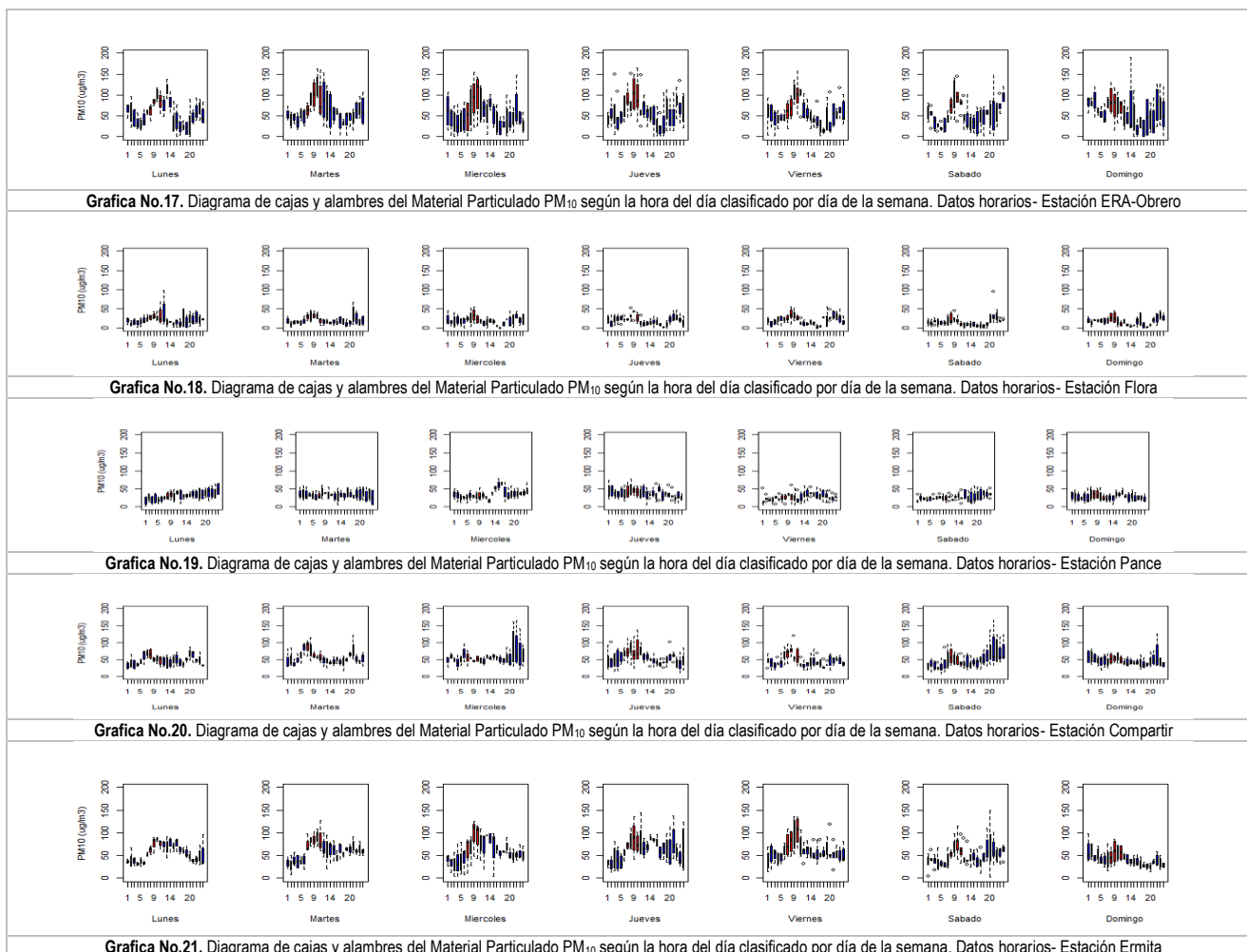
ESTACION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ERA - Obrero	56	53	45	53	42	58	44	54	52	58	45	54	60	59	67	57	53	55	57	56	30	52	53	39	60	52	42	55	42	38	52
La Flora	23	20	15	22	25	27	22	18	19	28	22	28	20	23	24	21	20	28	27	18	11	24	27	16	21	21	17	27	20	30	22
Pance	37	31	25	31	27	37	38	36	35	41	40	37	40	39	36	34	30	44	34	25	3	50	39	34	27	30	32	43	37	27	29
Univalle	19	7	29	32	28	41	34	30	36	6	46	34	36	39		33	29	47	35	23	22	41	67	6		28	24	41	5	40	28
Compartir	49	46	51	54	42	59	69	58	38	54	35	49	53	57	64	53	38	46	28	15	19	41	50	35	43	37	46	48	49	36	71
La Ermita	58	62	46	44						53	33	52	59	57	57	55	47	44	55	52	35	54	55	35	33	45	49	58	52	39	44
Cañaveralajo	43	61	43	45		46	41	31	30	37	25	31	36	37	36	35	32	34	35	33	16	27	32	29	32	31	29	39	34	26	36
Transitoria	41	39	32	37	28	36	43	34	24	35	27	32	39	52	53					40		32	35	25	32	32	37	40	40	26	39

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

Se observó que para este mes el ICA se encontró entre 3 y 71 unidades para las 8 zonas objeto de estudio. Según los resultados obtenidos en la tabla 3 se encontró que en la estación ERA-Obrero se registró el porcentaje más alto de días con valores de ICA-Moderado (Mayores a 50) con un valor del 71%. En la estación La Flora el porcentaje de valores de ICA-Moderado fue de 0.0%. Hay que tener en cuenta que en las estaciones donde se miden PM₁₀ es donde se está registrando los valores más altos de ICA según lo mostrado en los diagramas de cajas de la gráfica 16. En términos generales se puede afirmar que la calidad del aire es entre buena y moderada según lo encontrado en al 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



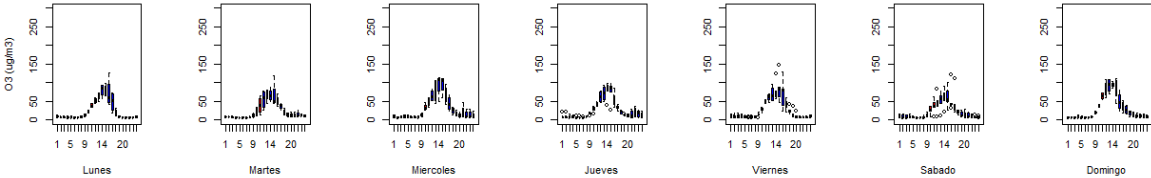
ERA-Obrero: Según lo obtenido en la Gráfica 17, el PM₁₀ en esta estación se incrementa en las denominadas horas pico (7am -10 am) y los días jueves registraron en términos generales los valores más altos de este contaminante.

La Flora: 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 viernes registraron en términos generales los valores más altos de este contaminante.

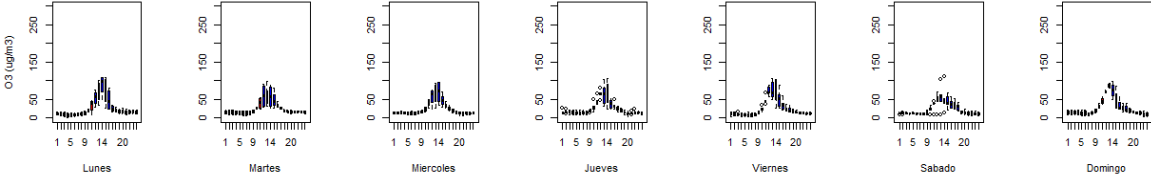
Compartir: Según lo obtenido en la Gráfica 20, el PM₁₀ en esta estación se incrementa en las denominadas horas pico (7am -10 am) y los días miércoles registraron en términos generales los valores más altos de este contaminante.

La Ermita: Según la Gráfica 21 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 jueves con mayores valores de este contaminante en este punto de monitoreo.

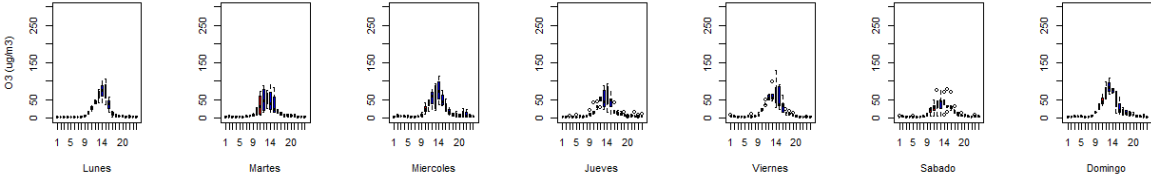
Ozono Troposférico O₃



Gráfica No.22. Diagrama de cajas y alambres del Ozono Troposférico según la hora del día clasificado por día de la semana. Datos horarios- Estación Compartir



Gráfica No.23. Diagrama de cajas y alambres del Ozono Troposférico según la hora del día clasificado por día de la semana. Datos horarios- Estación Flora



Gráfica No.24. Diagrama de cajas y alambres del Ozono Troposférico según la hora del día clasificado por día de la semana. Datos horarios- Estación ERA-Obrero

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 (NOx) 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.

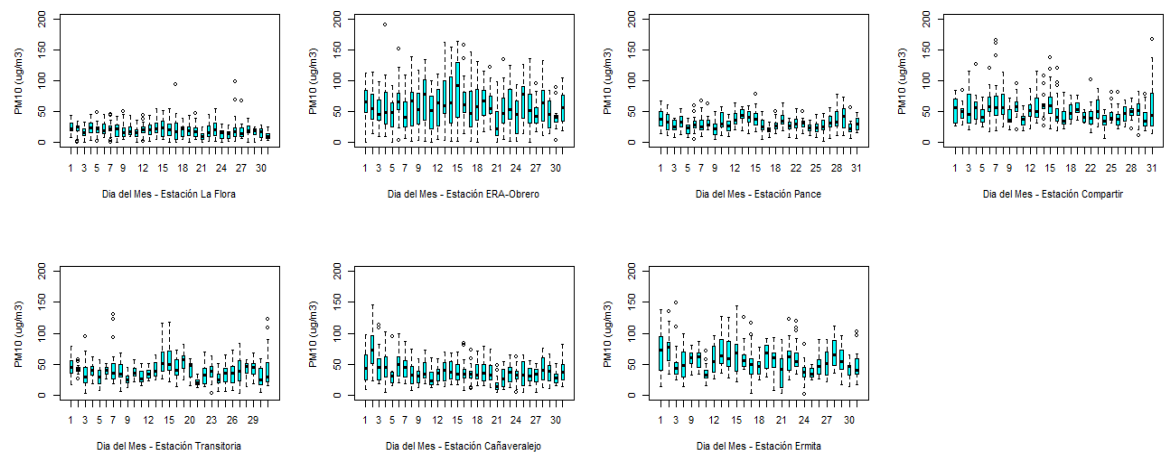
Compartir: Según la Gráfica 22 se observó que el comportamiento del promedio horario del Ozono Troposférico en la zona de influencia de la Estación Pance (Zona Sur de Cali –Background Rural), se incrementa entre las 11 am y las 4pm. Gráficamente no es claro un día de la semana que tenga los Mayores valores de este contaminante en este punto de monitoreo.

La Flora: 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

ERA-Obrero: Según lo obtenido en la Gráfica 24, 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



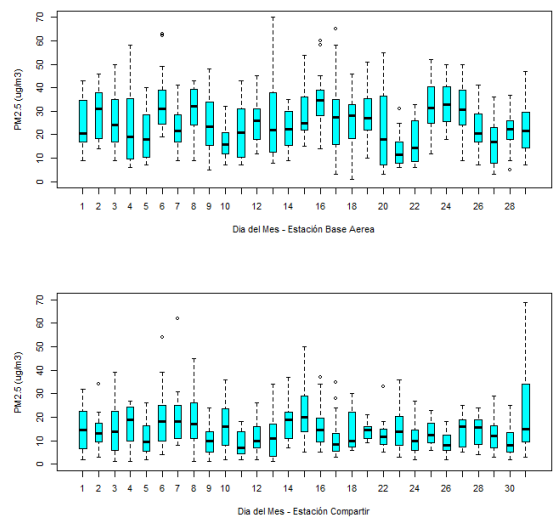
Grafica No.25. Diagrama de cajas y alambres del Material Particulado menor a 10 micras según el día durante el mes

La gráfica 25 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, Cañavalejo y La Ermita.

La Flora: El comportamiento del PM₁₀ durante del mes muestra una ligera similaridad en el comportamiento del PM₁₀.

ERA-Obrero: El día 15 de Diciembre se registró las más altas concentraciones de PM₁₀

Cañavalejo: El día 2 de Diciembre se registró las más altas concentraciones de PM₁₀



Grafica No.26. 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: Se encontró al día 13 de Diciembre con las más altas concentraciones del PM_{2.5} y al 21 de Diciembre con las más bajas concentraciones de este contaminante

Compartir: Se encontró al día 9 de Diciembre con las más bajas concentraciones del PM_{2.5} y al 31 de Diciembre con las más altas concentraciones de este contaminante

9. 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° 12-2016

Periodo de Análisis: Diciembre de 2016

DAGMA
DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE
GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Director: Luis Alfonso Rodríguez Devia.

Grupo Calidad del Aire:
Ing. Gisela Arizabaleta Moreno
Estad. Jefferson Valdés Basto

Fecha de Expedición: Santiago de Cali, Enero 25 de 2017
**Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire de Santiago
de Cali - SVCASC**

**Dirección: Av. 5ª No. 20N-08 Edif. Fuente Versalles
Piso 7**

**Teléfono: +57 2 667-5859
Santiago de Cali – Colombia**

Fin del Informe