

# Boletín Mensual de Calidad del Aire de Santiago de Cali

Mes de Noviembre de 2015

# 11



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

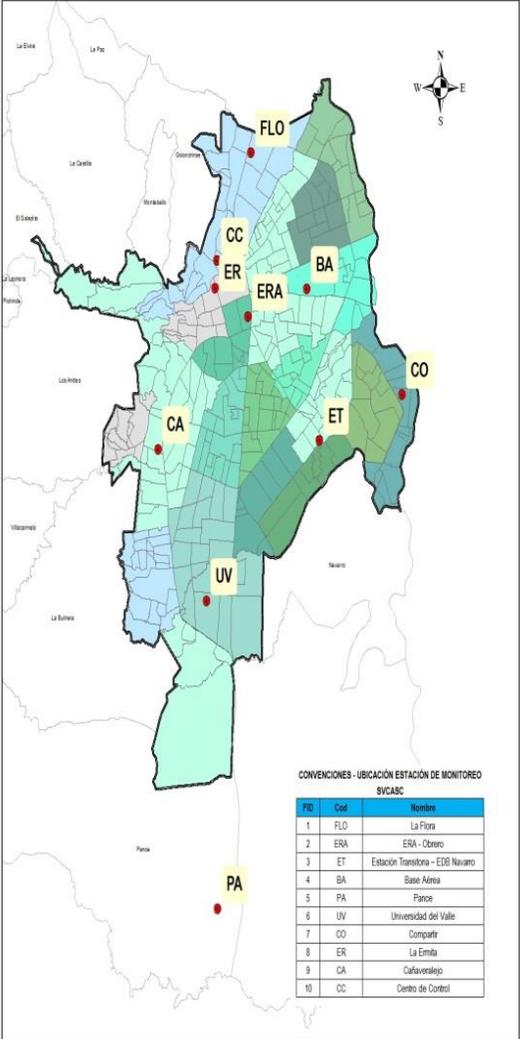
El Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire de Cali – SVCASC opera bajo la coordinación y administración del Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente –DAGMA, Grupo de Calidad del Aire.

## 2. LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

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

1. Estación La Flora (Barrio La Flora – Zona Norte)
2. Estación ERA–Obrero (Barrio Obrero – Zona Centro).
3. Estación Transitoria EDB–Navarro (Barrio Poblado –Zona Oriente)
4. Estación Base Aérea (Barrio La Base – Zona Nororiente)
5. Estación Pance (Pance – Zona Rural o Punto Blanco)
6. Estación Univalle (Barrio Meléndez – Zona Sur)
7. Estación Compartir (Barrio Compartir – Zona Oriente)
8. Estación La Ermita (Zona Centro – Calle 15 con carrera 1)
9. Estación Cañaveralejo (Estación SITM-MIO Cañaveralejo Zona Suroccidente)

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

	Fotos Estaciones	Que Mide	Ubicación en el Mapa de Santiago de Cali																																	
1 FLO		PM <sub>10</sub> H <sub>2</sub> S	 <p>CONVENIONES - UBICACIÓN ESTACIÓN DE MONITOREO SVCASC</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ID</th> <th>Cod</th> <th>Nombre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>FLO</td> <td>La Flora</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>ERA</td> <td>ERA - Obrero</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>ET</td> <td>Estación Transitoria - EDB Navarro</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>BA</td> <td>Base Aérea</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>PA</td> <td>Pance</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>UV</td> <td>Universidad del Valle</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>CO</td> <td>Compartir</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>ER</td> <td>La Ermita</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>CA</td> <td>Cañaveralejo</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>CC</td> <td>Centro de Control</td> </tr> </tbody> </table>	ID	Cod	Nombre	1	FLO	La Flora	2	ERA	ERA - Obrero	3	ET	Estación Transitoria - EDB Navarro	4	BA	Base Aérea	5	PA	Pance	6	UV	Universidad del Valle	7	CO	Compartir	8	ER	La Ermita	9	CA	Cañaveralejo	10	CC	Centro de Control
ID	Cod	Nombre																																		
1	FLO	La Flora																																		
2	ERA	ERA - Obrero																																		
3	ET	Estación Transitoria - EDB Navarro																																		
4	BA	Base Aérea																																		
5	PA	Pance																																		
6	UV	Universidad del Valle																																		
7	CO	Compartir																																		
8	ER	La Ermita																																		
9	CA	Cañaveralejo																																		
10	CC	Centro de Control																																		
2 ERA		PM <sub>10</sub>																																		
3 ET		PM <sub>10</sub> PM <sub>2.5</sub> H <sub>2</sub> S																																		
4 BA		PM <sub>2.5</sub> O <sub>3</sub> SO <sub>2</sub>																																		
5 PAN		PM <sub>10</sub> O <sub>3</sub>																																		
6 UV		PM <sub>2.5</sub> O <sub>3</sub> NO <sub>2</sub>																																		
7 COM		PM <sub>2.5</sub> O <sub>3</sub>																																		
8 ERM		PM <sub>10</sub> SO <sub>2</sub>																																		
9 CAÑ		PM <sub>10</sub> SO <sub>2</sub>																																		

Mapa 1. Localización de las Estaciones de Monitoreo

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

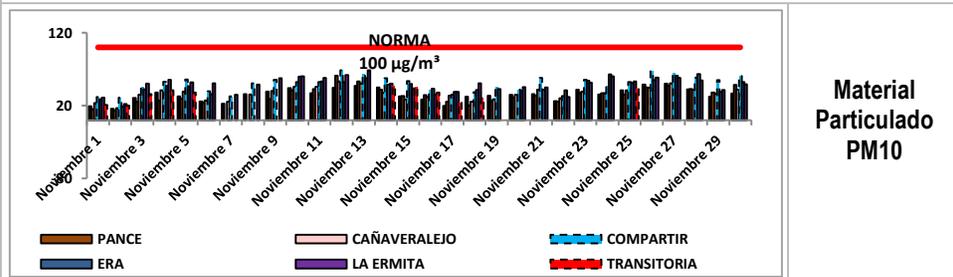
Las Gráficas No. 1 a la 6, presentan el comportamiento de contaminantes registrados en las Estaciones La Flora, ERA-Obrero, Transitoria, Univalle, Pance, Compartir, La Ermita y Cañaveralejo así como el contraste con la normativa ambiental (Según lo establecido en el Artículo Segundo de la Resolución 610 de 2010 del Ministerio de Ambiente que modificó la Resolución 601 de 2006).

Los datos registrados y analizados corresponden al mes de Noviembre de 2015 para los contaminantes Material Particulado (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>), Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y Ozono Troposférico (O<sub>3</sub>), en todas las estaciones de monitoreo de calidad del aire.

A continuación se muestran los resultados más relevantes:

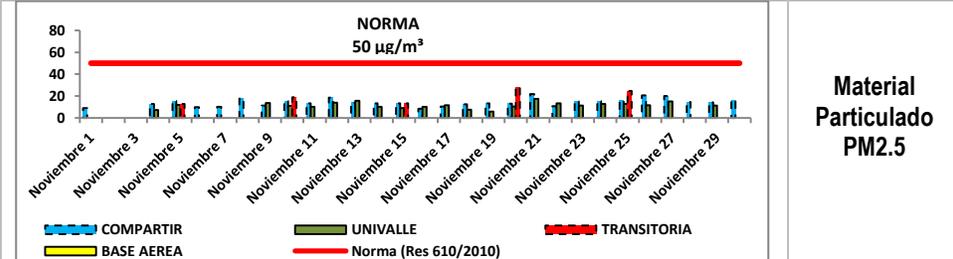
1. Los Gráficos 1 y 2 muestran que los niveles de Material Particulado PM<sub>10</sub> y de PM<sub>2.5</sub> están por debajo del límite máximo permisible en todos los sitios donde se miden partículas.
2. Los niveles más altos de Material Particulado (PM<sub>10</sub>) se registraron en las estaciones Compartir (Oriente), ERA-Obrero (Centro) y Ermita (Ver Gráficos 1 y 7).
3. En la estación Transitoria se registraron los valores más altos de Material Particulado (PM<sub>2.5</sub>) (Ver Gráfico 2),
4. Los niveles de Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) no sobrepasan los límites máximo permisibles tanto horaria como diaria tal y como se muestra en las gráficas 3 y 4.
5. Los niveles de Ozono Troposférico (O<sub>3</sub>) sobrepasan los niveles máximos permisibles. Las excedencias se registraron en horas cercanas al medio día, por lo que la alta radiación solar presenta una influencia en el incremento de este contaminante. Hay que tener en cuenta que las Gráficas 5 y 6 tienen en cuenta el valor máximo registrado en un día de monitoreo. Para un Mayor detalle de las excedencias se hace un análisis adicional, el cual se muestra en la tabla 1

#### Parámetros Contaminantes - Contraste con la Norma Ambiental



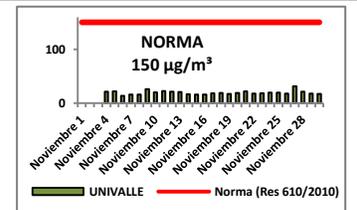
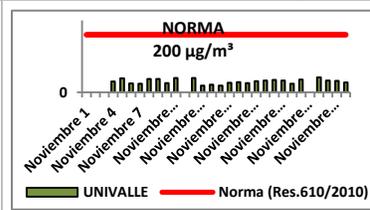
Material Particulado PM<sub>10</sub>

Gráfica No. 1. Comportamiento de PM<sub>10</sub> - Promedio diario- 24 horas



Material Particulado PM<sub>2.5</sub>

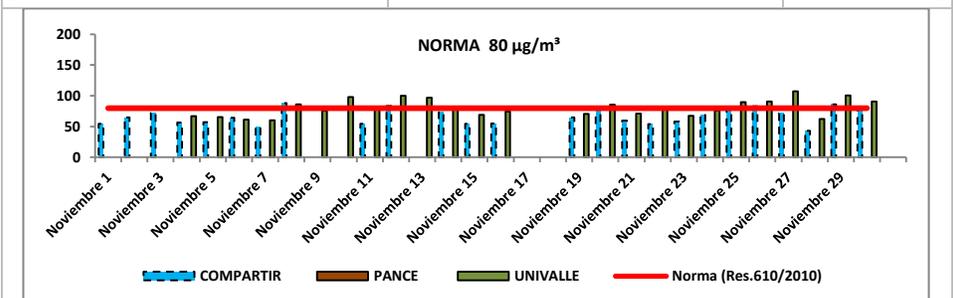
Gráfica No. 2. Comportamiento de PM<sub>2.5</sub> Promedio diario- 24 horas



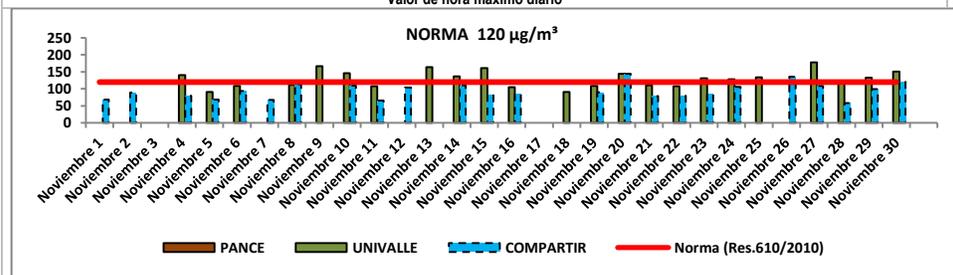
Dióxido de Nitrógeno NO<sub>2</sub>

Gráfica No. 3. Comportamiento del Dióxido de Nitrógeno - Promedio 1 hora. Valor de hora máximo diario

Gráfica No. 4. Comportamiento del Dióxido de Nitrógeno - Promedio 24 horas

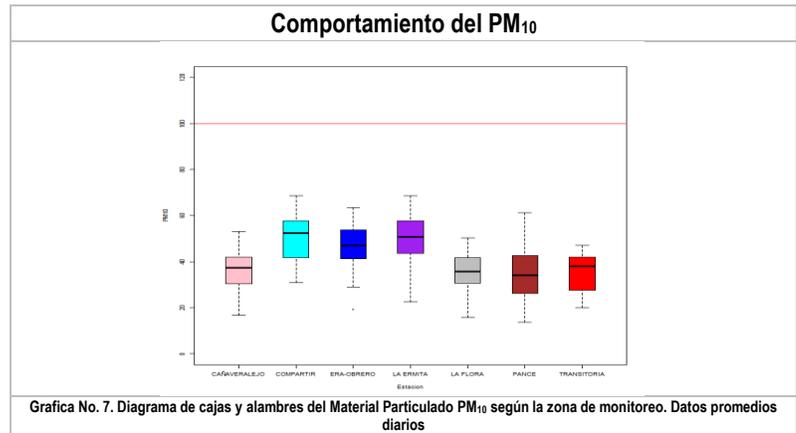


Gráfica No. 5. Comportamiento del Comportamiento del Ozono Troposférico - Promedio móvil 8 horas. Valor de hora máximo diario



Gráfica No. 6. Comportamiento del Ozono Troposférico - Promedio 1 hora. Valor de hora máximo diario

Según la Gráfica 7 se observó que el comportamiento del promedio diario del Material Particulado PM<sub>10</sub> en la ciudad de Cali, muestra un incremento en la estación que está ubicada en el oriente de la ciudad (Estación Compartir). En ninguno de los puntos de monitoreo reportados se supera la norma de 100 µg/m<sup>3</sup>.



Gráfica No. 7. Diagrama de cajas y alambres del Material Particulado PM<sub>10</sub> según la zona de monitoreo. Datos promedios diarios

#### 4. EXCEDENCIAS DE OZONO

La Tabla 1 muestra que en los 2 puntos en donde se mide O<sub>3</sub>, 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 TROPOSFERICO		ESTACIÓN	
		COMPARTIR	UNIVALLE
1h (Norma 120ug/m3)	Excedencias en el Mes	4	31
	Total Datos Validos en el Mes	685	649
	Porcentaje de datos válidos en el mes para el calculo	95,1%	90,1%
	<b>Porcentaje de Excedencias</b>	<b>0,6%</b>	<b>4,8%</b>
8h (Norma 80ug/m3)	Excedencias en el Mes	13	44
	Total Datos Validos en el Mes	678	647
	Porcentaje de datos válidos en el mes para el calculo	94,2%	89,9%
	<b>Porcentaje de Excedencias</b>	<b>1,9%</b>	<b>6,8%</b>

Tabla 1. Excedencias de Ozono según Estaciones de Monitoreo

#### 5. ANÁLISIS METEOROLÓGICO

En el mes de Noviembre se reportaron datos meteorológicos en la Estación Pance (zona sur) y en la estación La Flora (zona Norte). Las Gráficas No. 10 a la 12 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 yo gran mayoría del nororiente. Los vientos de mayor intensidad (Entre 3 y 4 m/s) provienen del norte (Ver Gráfico 8).
- 2. Oriente (Estación Compartir):** Según la Rosa de Vientos se encontró que las corrientes predominantes provienen en yo gran mayoría del oriente y sur. Los vientos de mayor intensidad (Entre 5 y 8 m/s) no son claros (franjas de color rojo en el grafico 9).
- 3.** En la estación Pance se registraron 17 días de lluvias ligeras, mientras que en la estación La Flora se registraron 13 días de lluvias ligeras y según la Gráfica 10, la mayor frecuencia de precipitación horaria se registró en la estación Pance con un nivel de 60.4 mm tal como se observó en la gráfica 10

#### Comportamiento de Variables Meteorológicas

##### Comportamiento de los vientos

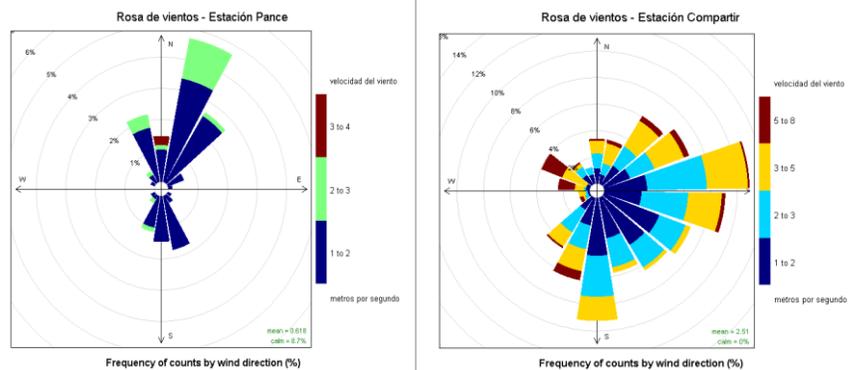


Gráfico No.8 Rosa de los Vientos Estación Pance – (Zona Sur - Background)

Gráfico No.9 Rosa de los Vientos Estación Compartir – (Zona Sur - Background)

##### Precipitación

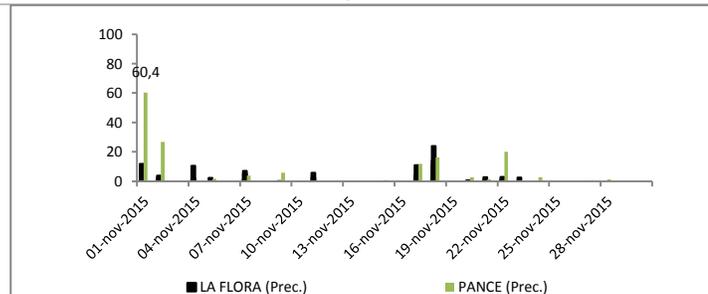


Gráfico No.10. Comportamiento de la Precipitación horaria

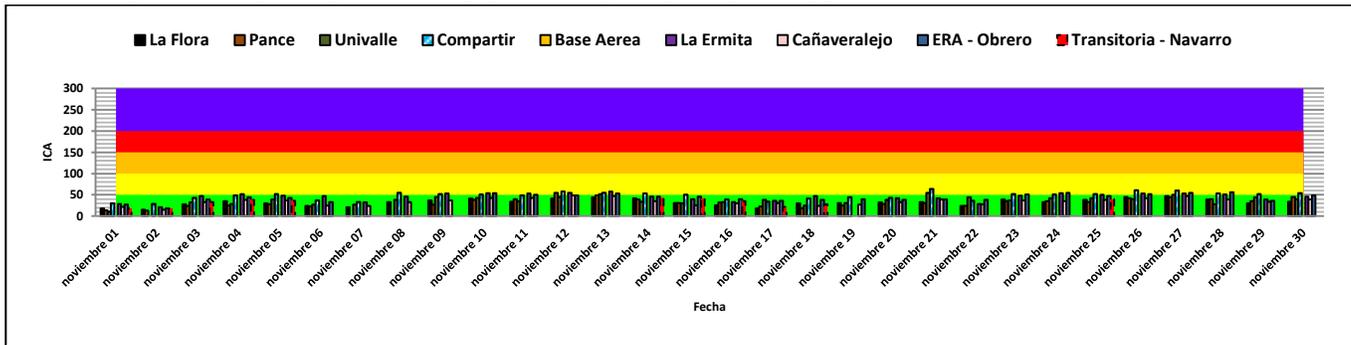
## 6. INDICE DE CALIDAD DEL AIRE

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

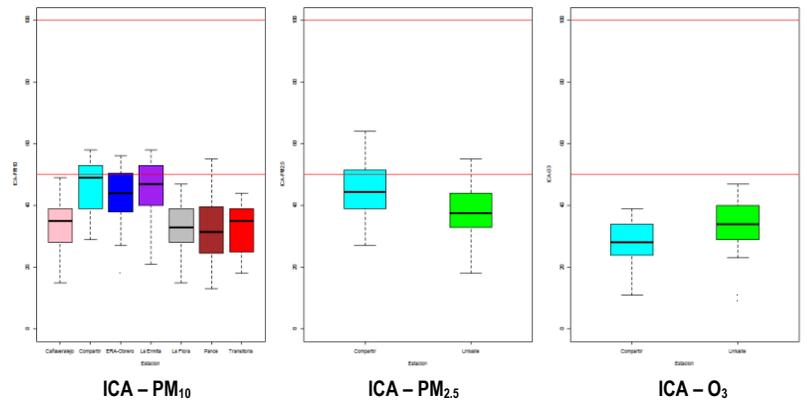
Para la elaboración del Índice de Calidad del Aire se tiene en cuenta los datos de Material Particulado PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>, Ozono Troposférico O<sub>3</sub>, Dióxido de Azufre SO<sub>2</sub> y Dióxido de Nitrógeno NO<sub>2</sub> medido en las estaciones La Flora (Norte) ERA-Obrero (Centro), Univalle (Sur), Pance (Background Rural), La Ermita (Centro), Cañaveralejo (Occidente), Compartir (Oriente) y Transitoria



Grafica 11. Índice de Calidad del aire clasificado por día del mes

La grafica 11 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 12

La Gráfica 12 muestra el diagrama de cajas del comportamiento del ICA según el tipo de contaminante que lo genera. En este caso el ICA-PM<sub>2.5</sub> e ICA-PM<sub>10</sub> fueron muy similares y no se puede decir que un contaminante influye más que otro en el incremento del ICA. En el caso del ICA-O<sub>3</sub> se observaron los valores más bajos de ICA y en su gran mayoría por debajo de 50 unidades (ICA-Bueno).



Grafica 12. Diagrama de Cajas del Índice de Calidad del Aire

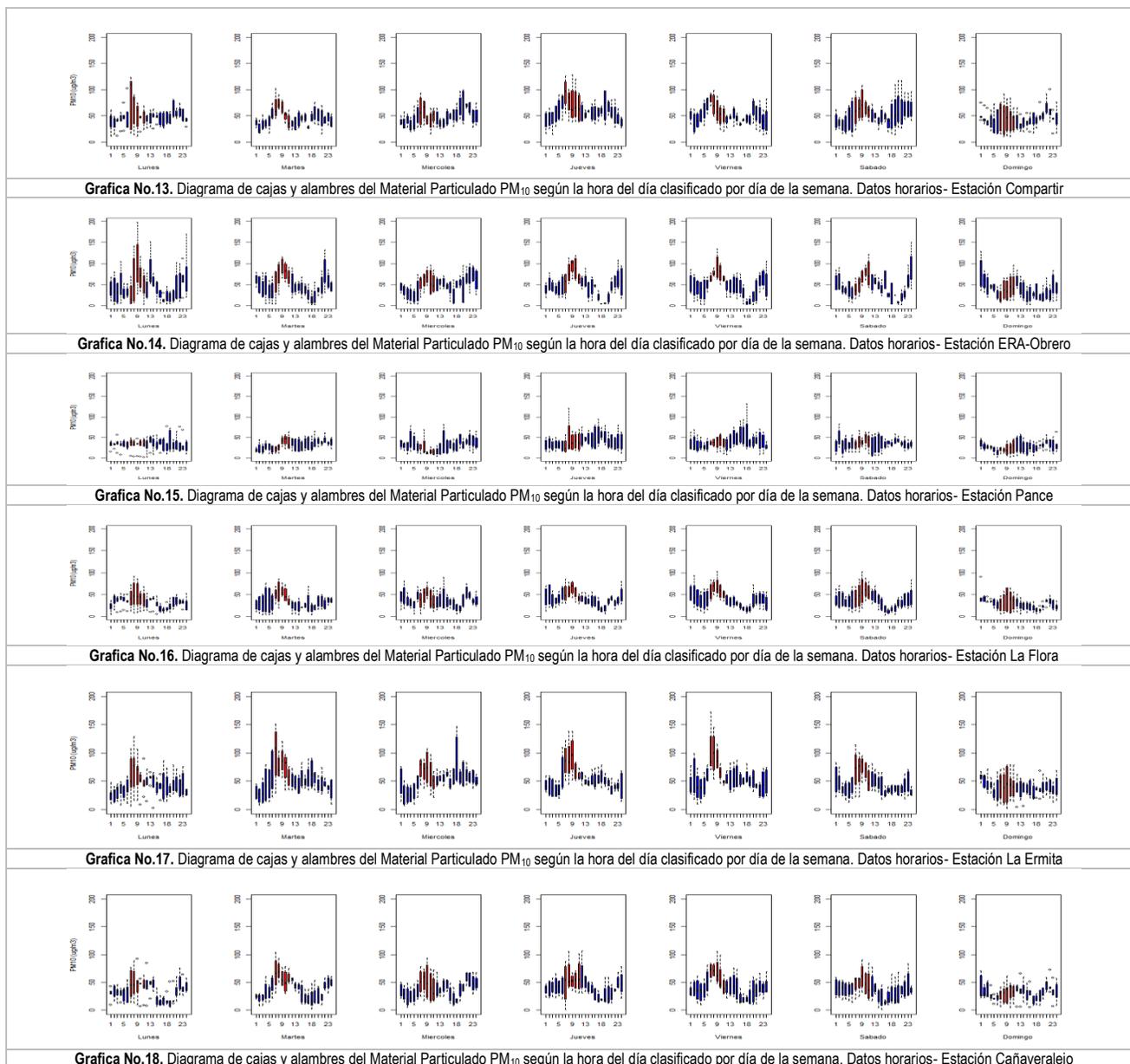
ESTACION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ERA - Obrero	27	18	39	44	43	33				54	50	49	53	46	46	40	36	38	40	38	39	38	51	55	47	52	55	56	36	49
La Flora	18	15	28	35	30	24	21	33	37	41	34	41	44	42	31	26	18	30	31	32	33	24	39	33	38	45	47	39	30	34
Pance	14	13	24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

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

Se observó que para este mes el ICA se encontró entre 11 y 64 unidades para las 8 zonas objeto de estudio. Según los resultados obtenidos en la tabla 3 se encontró que en la estación Compartir se registró el porcentaje más alto de días con valores de ICA-Moderado (Mayores a 50) con un valor del 53.3%. En la estación Cañaveralejo el porcentaje de valores de ICA-Moderado fue de 0.0%. Hay que tener en cuenta que en las estaciones donde se miden PM<sub>2.5</sub> es donde se está registrando los valores más altos de ICA según lo mostrado en los diagramas de cajas de la gráfica 14. En términos generales se puede afirmar que la calidad del aire es buena 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 PM<sub>10</sub>

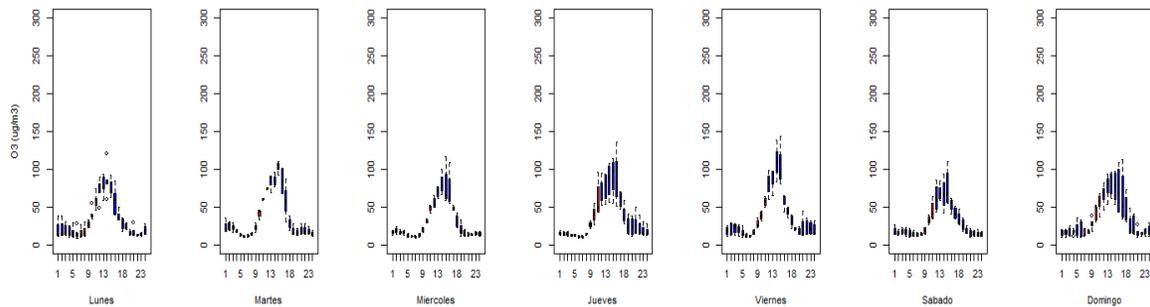


**Pance:** La grafica 15 muestra en comportamiento del promedio horario en la estación Pance en donde se puede observar una cierta homogeneidad en el comportamiento de la contaminación del PM<sub>10</sub> según el día de la semana.

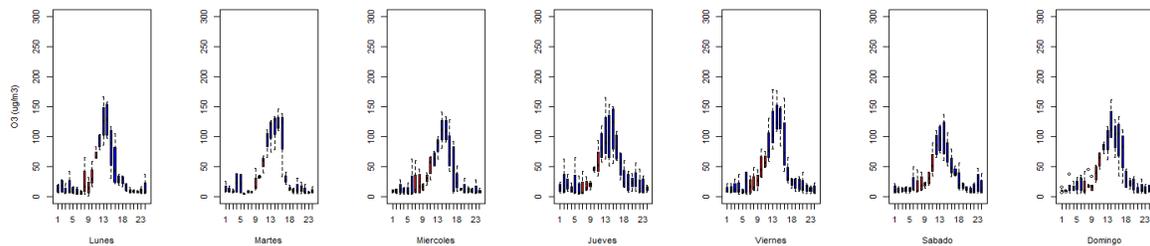
**La Flora:** Según lo obtenido en la Gráfica 16, el PM<sub>10</sub> en esta estación se incrementa en las denominadas horas pico (7am -10 am) y los días viernes registraron en términos generales los valores más altos de este contaminante.

**La Ermita:** Según la Gráfica 17 se observó que el comportamiento del promedio horario del Material Particulado PM<sub>10</sub> 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 domingos en términos generales con los valores más bajos de este contaminante y los días viernes fueron los días con mayores valores de este contaminante en este punto de monitoreo.

## Ozono Troposférico O<sub>3</sub>



**Gráfica No.19.** 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.20.** Diagrama de cajas y alambres del Ozono Troposférico según la hora del día clasificado por día de la semana. Datos horarios- Estación Univalle

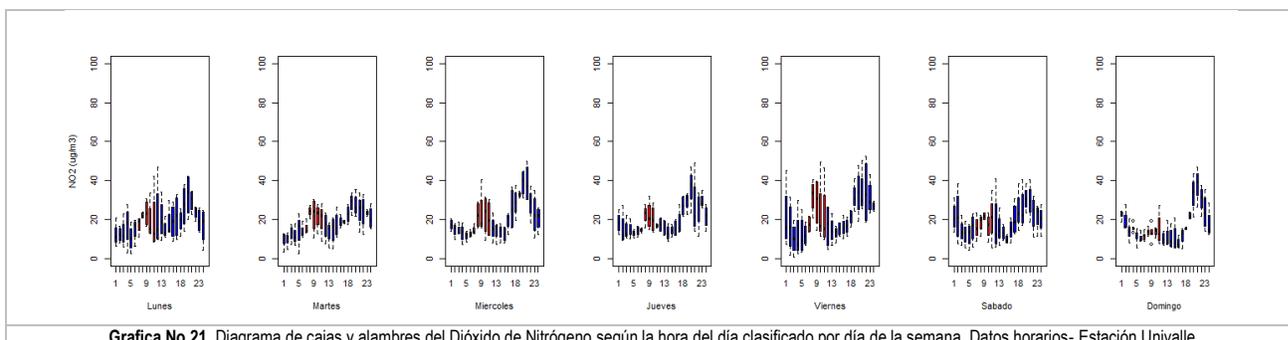
El ozono a nivel del suelo, que no debe confundirse con la capa de ozono en la atmósfera superior es uno de los principales componentes de la niebla tóxica. Éste se forma por la reacción con la luz solar (fotoquímica) de contaminantes como los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) procedentes de las emisiones 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 19 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.

**Univalle:** Según lo obtenido en la Gráfica 20, el O<sub>3</sub> 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.

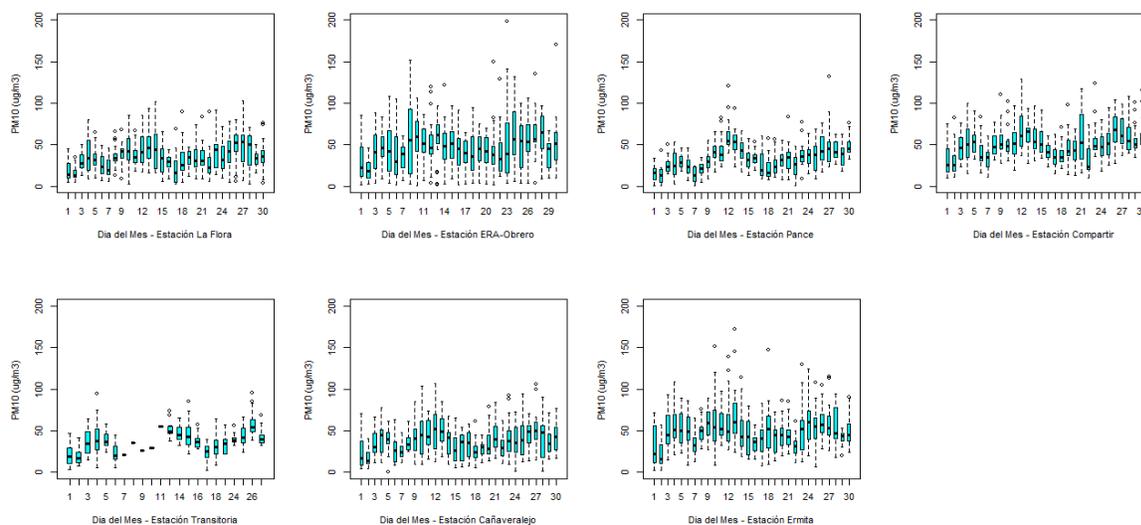
## Dióxido de Nitrógeno NO<sub>2</sub>



Las principales fuentes de emisiones antropogénicas de NO<sub>2</sub> son los procesos de combustión (calefacción, generación de electricidad y motores de vehículos y barcos). (OMS, 2014).

**Univalle:** se puede evidenciar en la gráfica 21, que el comportamiento de Dióxido de Nitrógeno tiene aumento en las horas denominadas como pico (7am-10am) y luego disminuyen un poco en horas de la tarde hasta las 4pm. A partir de la 5 de la tarde ocurre un incremento significativo de este contaminante, siendo estas horas las de mayores niveles de contaminación.

## 8. COMPORTAMIENTO DE LOS CONTAMINANTES SEGÚN EL DÍA DEL MES



Gráfica No.22. Diagrama de cajas y alambres del Material Particulado menor a 10 micras según el día durante el mes

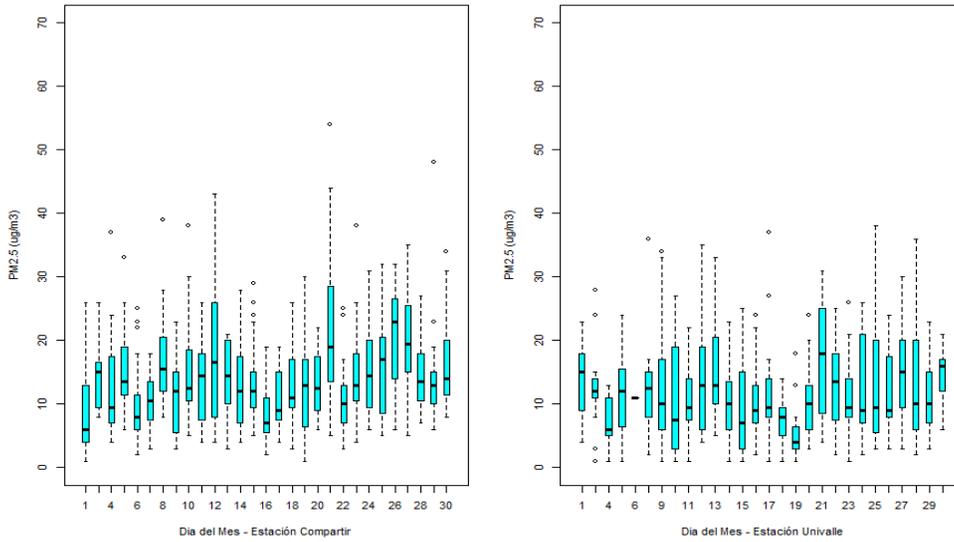
La gráfica 22 muestra el comportamiento del promedio horario del Material Particulado PM<sub>10</sub> según el día durante el mes en las estaciones La Flora, ERA-Obrero, Pance y Compartir.

**ERA-Obrero:** El día 23 y 24 de Noviembre se registraron los mayores niveles de contaminación, mientras que el 2 de Noviembre fueron registrados los menores niveles de este contaminante.

**Pance:** Se nota un incremento del 10 al 13 de noviembre y posteriormente disminuyen las concentraciones teniendo un ligero repunte en los últimos días del mes.

**La Flora:** El día 14 de Noviembre se registraron los mayores niveles de contaminación, mientras que el 2 y el 17 de Noviembre fueron registrados los menores niveles de este contaminante.

**La Ermita:** El día 13 de Noviembre se registraron los valores más altos de este contaminante, mientras que el 2 de Noviembre fueron registrados los menores niveles de este contaminante.



**Grafica No.23.** Diagrama de cajas y alambres del Material Particulado menor a 2.5 micras según el día durante el mes en la estación Univalle

**Compartir:** Se encontró al día 21 de Noviembre con la mayor concentración de este contaminante, mientras que el 16 de Noviembre se registró el menor valor de concentración del  $PM_{2.5}$

**Univalle:** Se encontró al día 21 de Noviembre con la mayor concentración de este contaminante, mientras que el 19 de Noviembre se registraron los menores valores de concentración del  $PM_{2.5}$ .

## 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**

**Mes de Noviembre de 2015**

Directora: María del Mar Mozo Muriel.

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

Santiago de Cali, Noviembre de 2015