

## 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: Mayo de 2018

# 5



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	6
Comportamiento de los contaminantes según la hora del día	9
Comportamiento de los contaminantes según el día del mes	12
Mapa de contaminación de material particulado PM10	16
Ruido ambiental	17
Glosario	20

## 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 2018 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 (12) estaciones automáticas las cuales se listan a continuación:

### CALIDAD DE AIRE:

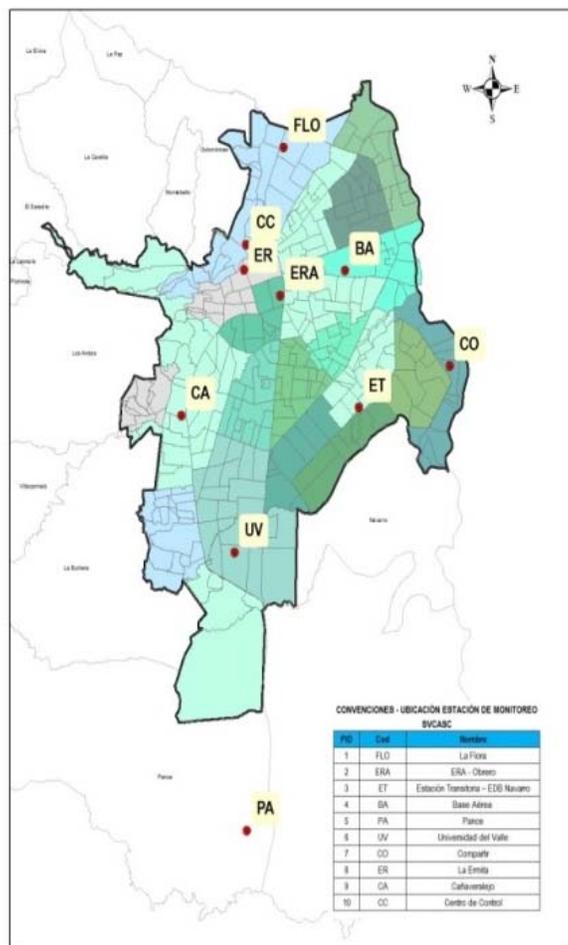
1. FLO: Estación La Flora (Barrio La Flora – Zona Norte)
2. ERA: Estación ERA–Obrero (Barrio Obrero – Zona Centro).
3. ET: Estación Transitoria EDB–Navarro (Barrio Poblado – Zona Oriente)
4. BA: Estación Base Aérea (Acuaparque de la Caña – Zona Nororiental)
5. PA: Estación Pance (Pance – Zona Rural o 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)

### RUIDO AMBIENTAL:

10. C66: Estación Carrera 66 (Barrio Limonar – Zona Sur)
11. PP: Estación Parque del Perro (Barrio San Fernando – Zona Sur)
12. JB: Estación Juanambú (Barrio Juanambú– Zona Norte)

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
10	C66	3°23'52.53"	76°32'54.43"	976	Carrera 66 # 11 - 28
11	PP	3°26'43.40"	76°36'54.43"	985	Carrera 34 # 3 - 65
12	JB	3°27'25.25"	76°32'17.10"	981	Avenida 9N # 10 - 88

Tabla 1. Localización de las Estaciones de Monitoreo



Mapa 1. Localización de las Estaciones de Monitoreo

### 3. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTACIONES

**CALIDAD DE AIRE:**

El Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire de Cali – SVCASC en sus estaciones, mide los siguientes parámetros:

	Foto	Parámetro	Métodos de Referencia US-EPA		Foto	Parámetro	Métodos de Referencia US-EPA
1 FLO		PM <sub>10</sub>	Thermo Scientific 5014i EQPM-1102-150	6 UV		PM <sub>2.5</sub>	Met One Instruments BAM1020 EQPM-0308-170
		O <sub>3</sub>	Thermo Scientific 49i EQOA-0880-047			O <sub>3</sub>	Teledyne T400 EQOA-0992-08
		H <sub>2</sub> S	Thermo Scientific: 450i No está avalado por la US-EPA			NO <sub>2</sub>	Teledyne T200 RFNA-1194-099
2 ERA		PM <sub>10</sub>	Thermo Scientific 5014i EQPM-1102-150	7 CO		PM <sub>10</sub>	Met One Instruments BAM1020 EQPM-0798-122
		O <sub>3</sub>	Thermo Scientific 49i EQOA-0880-047			PM <sub>2.5</sub>	Met One Instruments BAM1020 EQPM-0308-170
		H <sub>2</sub> S	No está avalado por la EPA (Thermo Scientific: 450i)			O <sub>3</sub>	Teledyne T400 EQOA-0992-08
3 ET		PM <sub>10</sub>	Thermo Scientific 5014i EQPM-1102-150	8 ER		PM <sub>10</sub>	Thermo Scientific TEOM 1405 EQPM-1090-079
		PM <sub>2.5</sub>	Thermo Scientific Semiautomático Partisol rP 2025 RFPS-0498-118			SO <sub>2</sub>	Thermo Scientific 43i EQSA-0486-060
4 BA		PM <sub>2.5</sub>	Met One Instruments BAM1020 EQPM-0308-170	9 CA		PM <sub>10</sub>	Thermo Scientific TEOM 1405 EQPM-1090-079
		O <sub>3</sub>	Teledyne T400 EQOA-0992-08			SO <sub>2</sub>	Thermo Scientific 43i EQSA-0486-060
		SO <sub>2</sub>	Teledyne T100 EQSA-0495-100.				
5 PA		PM <sub>10</sub>	Met One Instruments BAM1020 EQPM-0798-122	CC		Centro de Control del SVCASC	
		O <sub>3</sub>	Teledyne T400 EQOA-0992-08				

**RUIDO AMBIENTAL:**

	Foto	Parámetro	Normativa de Referencia		Foto	Parámetro	Normativa de Referencia
10 C66		Nivel de ruido ambiental	ISO 1996: Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental IEC 61672-1: Electroacústica Sonómetros, Especificaciones IEC 61260: Electroacústica – filtros de banda de octava y tercio de octava.	11 PP		Nivel de ruido ambiental	ISO 1996: Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental IEC 61672-1: Electroacústica Sonómetros, Especificaciones IEC 61260: Electroacústica – filtros de banda de octava y tercio de octava.
12 JB		Nivel de ruido ambiental					

Estimación de la Incertidumbre (CALIDAD DE AIRE)

1. Período de estimación: Anual
2. Unidad de medida (ug/m<sup>3</sup>)
3. Equipos tenidos en cuenta: Analizadores de las estaciones Compartir, Univalle, Base aérea – Acuarque 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 <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>
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.

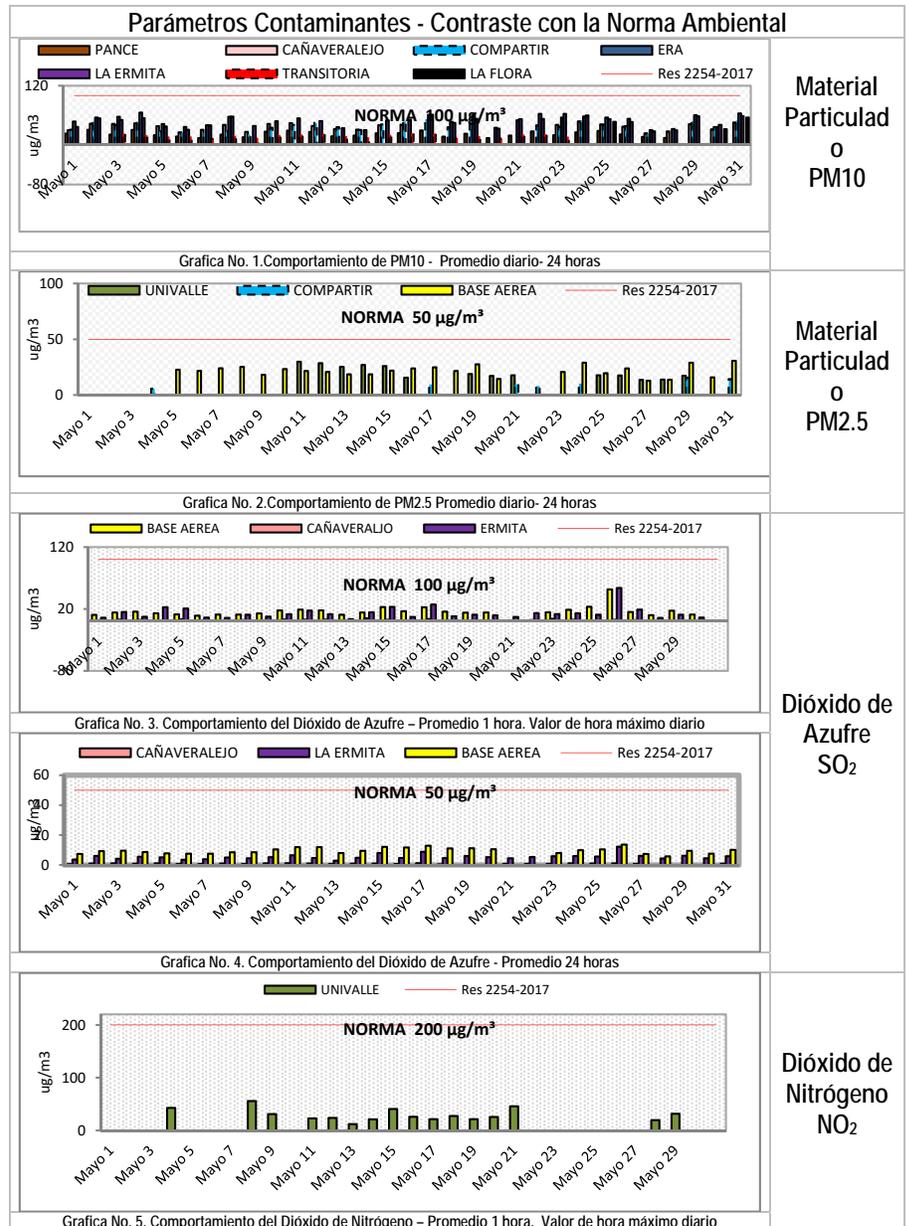
## 4. ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS CONTAMINANTES Vs. LA NORMA

Las Gráficas 1 a la 6, presentan el comportamiento de los contaminantes criterio registrados en las Estaciones de monitoreo, así como el contraste con la normativa ambiental (Según lo establecido en el Artículo Segundo de la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente que deroga la Resolución 610 de 2010). Los datos registrados y analizados corresponden a los contaminantes Material Particulado (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>), Dióxido de Azufre (SO<sub>2</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.

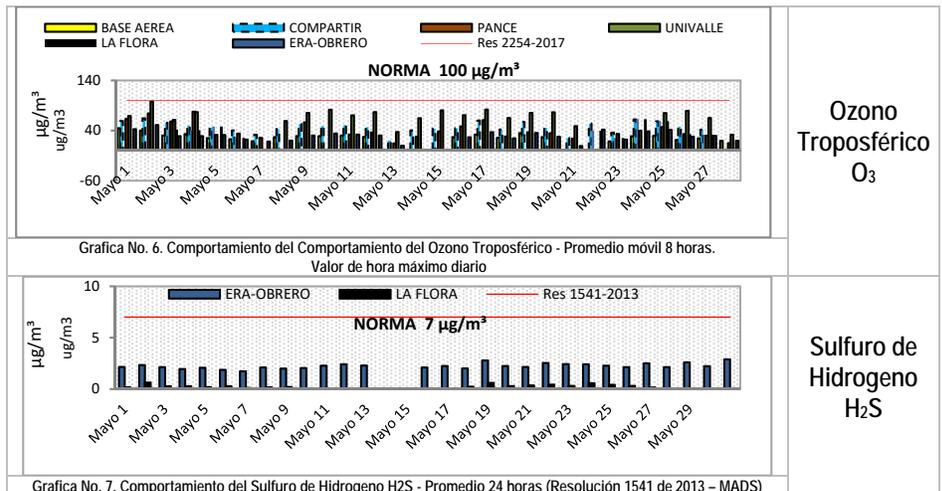
El gráfico 7 presenta el comportamiento del Sulfuro de Hidrogeno H<sub>2</sub>S y el contraste con la normativa ambiental (Según lo establecido en el Artículo Quinto, tabla 2 de la Resolución 1541 de 2013 del Ministerio de Ambiente).

A continuación se muestran los resultados más relevantes:

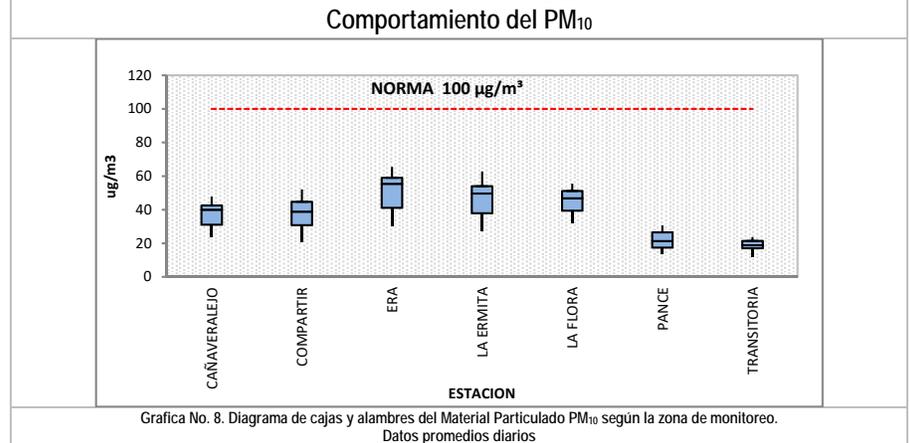
1. Los Gráficos 1 y 8 muestran que los niveles de Material Particulado PM<sub>10</sub> y de PM<sub>2.5</sub> están por debajo del límite máximo permisible en todos los sitios donde se miden partículas.
2. Los niveles más altos de Material Particulado (PM<sub>10</sub>) se registraron en la estación ERA-Obrero (Centro) (Ver Gráficos 1 y 8).
3. Los Niveles de PM<sub>2.5</sub> están por debajo del límite máximo permisible en todos los sitios donde se miden partículas.
4. Los niveles tanto del Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) no sobrepasan los límites máximo permisibles, tal como se muestra en las gráficas 3, 4
5. Los niveles tanto de Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) no sobrepasan los límites máximo permisibles, tal como se muestra en las gráficas 5



- Los niveles de Ozono Troposférico (O<sub>3</sub>) NO sobrepasaron los niveles máximos permisibles.
- El grafico 7 muestra que los niveles de Sulfuro de Hidrogeno H<sub>2</sub>S no superan el nivel máximo permisible de 7 ug/m<sup>3</sup> para un tiempo de exposición de 24 horas.



Según la Gráfica 8 se observó que el comportamiento del promedio diario del Material Particulado PM<sub>10</sub> en la ciudad de Cali, los niveles más altos se presentaron en la estación ERA-Obrero (Centro). En ninguno de los puntos de monitoreo reportados se supera la norma de 100 ug/m<sup>3</sup>.



En la tabla 1 se resumen los promedios y los máximos en ug/m<sup>3</sup> para cada contaminante en las estaciones. Durante el mes de Mayo no se presentaron excedencias para ninguno de los contaminantes.

Estación	PM10		PM2.5		SO2		NO2		O3	
	Promedio	Máximo								
Base Aérea			22	32	9.5	14			15	45
Cañavalejo	37	53			0.8	1.3				
Compartir	38	59	10	17					23	69
ERA	51	71							11	51
Ermita	47	68			5.4	12				
Flora	46	64							17	76
Pance	22	39							16	78
Transitoria	19	26								
Univalle			21	34			13	56	31	98

Tabla 2. Promedios y Máximos por contaminante en cada Estación de Monitoreo

## 5. EXCEDENCIAS DE OZONO

Tabla 3 muestra que en los 6 puntos (estaciones) en donde se mide O<sub>3</sub>, No se encontraron excedencias octohorarias (Norma 8h).

ANÁLISIS DE LAS EXCEDENCIAS DE OZONO TROPOSFÉRICO		ESTACIÓN					
		BASE AEREA	COMPARTIR	ERA- OBRERO	LA FLORA	PANCE	UNIVALLE
8h (Norma 100ug/m <sup>3</sup> )	Excedencias en el Mes	0	0	0	0	0	0
	Total Datos Validos en el Mes	719	360	672	627	657	734
	Porcentaje de datos válidos en el mes para el calculo	96.6%	48.4%	90.3%	84.3%	88.3%	98.7%
	Porcentaje de Excedencias	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

Tabla 3. Excedencias de Ozono según Estaciones de Monitoreo

## 6. ANALISIS METEOROLÓGICO

En el mes de Mayo se reportaron datos meteorológicos en la Estación ERA-Obrero (Zona Centro), Pance (zona sur), Compartir (oriente) y La Flora (zona Norte). Las Gráficas No. 9 al 11 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 occidente de la ciudad. (Ver Gráfico 9).
2. En la estación ERA-Obrero se registraron 12 días de lluvias entre ligeras y fuertes, al igual que en el caso anterior, en la estación Pance se registraron 26 días de lluvias. La Mayor frecuencia de precipitación horaria se registró en la estación ERA-Obrero con un nivel de 106.17 mm. (Ver Gráfico 10).
3. El grafico de la temperatura ambiente en la estación Compartir muestra un comportamiento que oscila entre 22 y 37 °C con un promedio de 28.8°C registrado durante todo el mes de Mayo

4. En las gráficas 12 a 15, se presentan los diagramas ombrotérmicos de Gauss para las 4 estaciones del SVCASC que registran precipitación. En este tipo de gráfico se pueden identificar los días considerados húmedos, los cuales se identifican cuando la precipitación acumulada del día (columnas en azul), supera la línea de temperatura. Se observa que la las estaciones registraron en su mayoría, días secos. Al Norte en Flora no se reportaron días húmedos, sin embargo los días de mayor lluvia fueron el 9, 18 y 25 de Mayo; en el centro en ERA, se registraron 3 días húmedos correspondientes al 4, 6 y 18 de Mayo; por su parte en el oriente, en Compartir, los días 6 y 7 fueron días húmedos. Finalmente, en Pance, los días 1, 5, 6, 9, 18, 23 y 28 de este mes pudieron catalogarse como húmedos.

### Comportamiento de Variables Meteorológicas

#### Comportamiento de los vientos

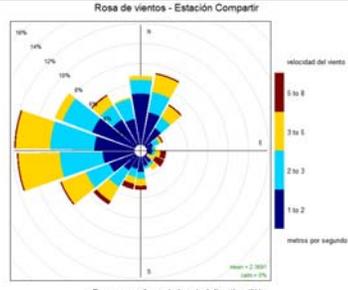


Gráfico No.9 Rosa de los Vientos Estación Compartir - (Zona Oriente)

#### Precipitación

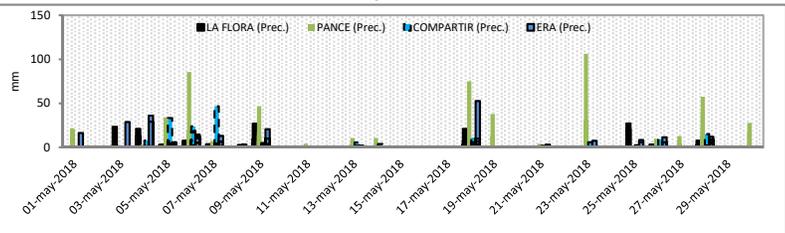


Gráfico No.10. Comportamiento de la Precipitación horaria

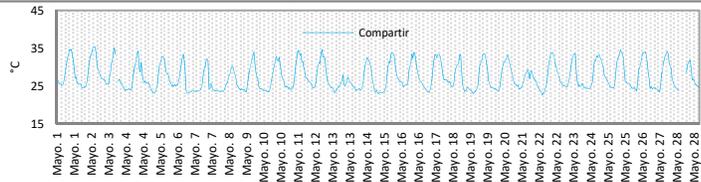


Gráfico No.11. Comportamiento de la Temperatura horaria

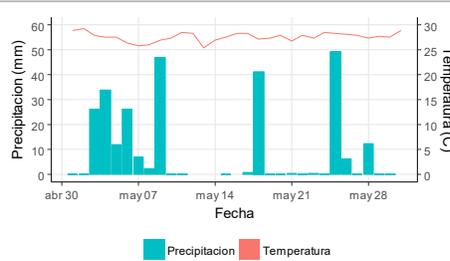


Gráfico No.12 Estación Flora

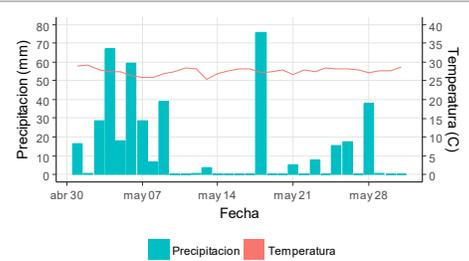


Gráfico No.13 Estación ERA

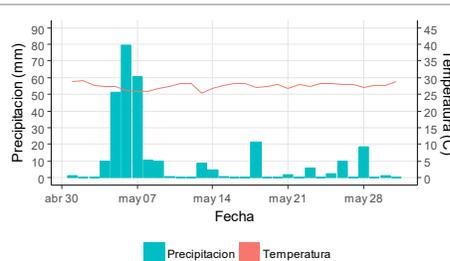


Gráfico No.14 Estación Compartir

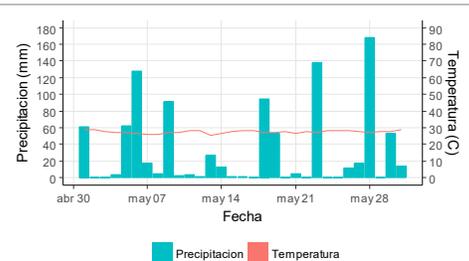
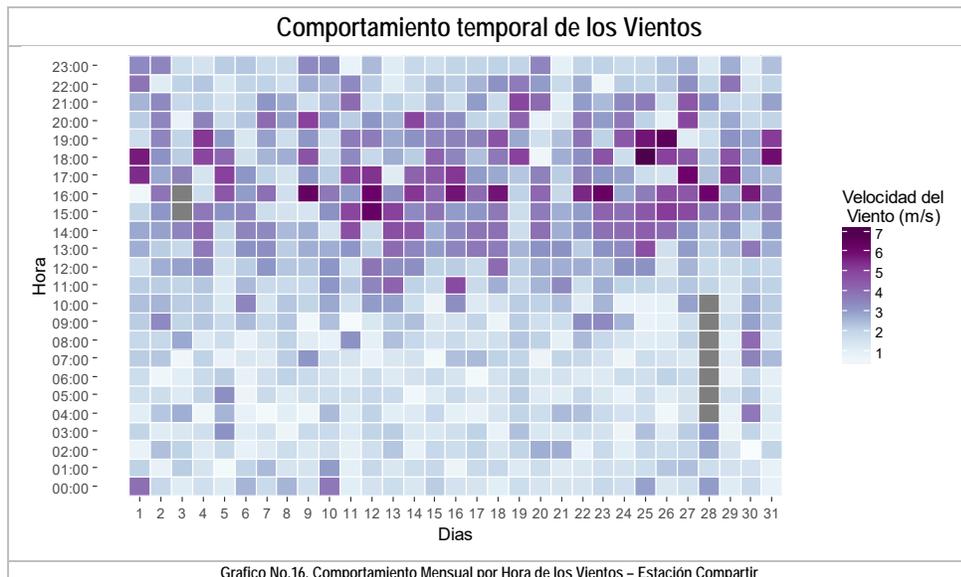
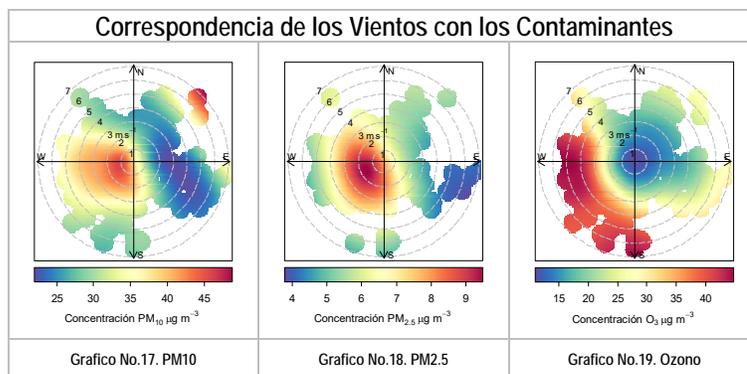


Gráfico No.15 Estación Pance

5. En la gráfica 16, se presenta el comportamiento diario discriminado por horas durante el mes de Mayo en la estación Compartir. Se puede observar como en las mañanas, los vientos están entre los 0 y 2 m/s, tendencia que se mantiene hasta la 1 pm. La velocidad se incrementa progresivamente a lo largo de la tarde y noche, alcanzando velocidades máximas de hasta 7 m/s, entre las 4 y las 7 pm. Después de las 9 pm, la velocidad del viento vuelve a disminuir, hasta 1 m/s.



6. En las gráficas 17 a 19, se presenta la dispersión del PM10, PM2.5 y ozono respectivamente, por el viento en la estación compartir. La escala de color representa la concentración del contaminante (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), y la escala circular representa la velocidad del viento (en m/s). Para el PM10, las concentraciones más altas coinciden con vientos de menor velocidad en dirección oeste, así como algunos vientos de alta velocidad (6-7 m/s) en la dirección noreste.



Las concentraciones más bajas son dispersadas por vientos en la dirección sureste, en todo el rango de velocidades. Para el PM2.5, al igual que el PM10, las concentraciones más altas coinciden con los vientos de baja velocidad de la mañana hacia el occidente, mientras que las concentraciones más bajas, son dispersadas por los vientos fuertes hacia el sureste. Para el ozono, las concentraciones más bajas son poco dispersadas al corresponder con vientos leves (0-2 m/s). Por su parte, las concentraciones altas de ozono son dispersadas hacia el suroeste por vientos de mediana y alta velocidad (4-7 m/s).

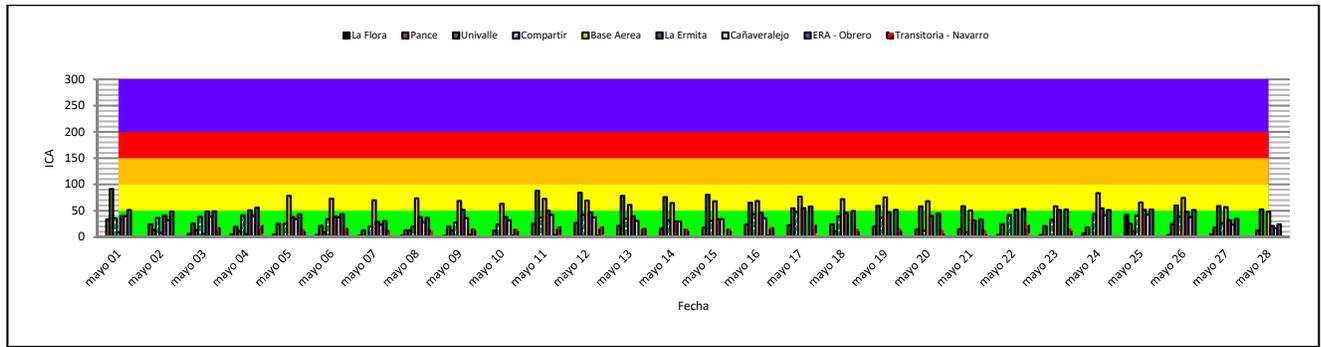
## 7. INDICE DE CALIDAD DEL AIRE

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). La Resolución 2254 de 2017, actualizó los rangos del ICA para cada contaminante.



Tabla 4. Clasificación del Índice de Calidad del Aire

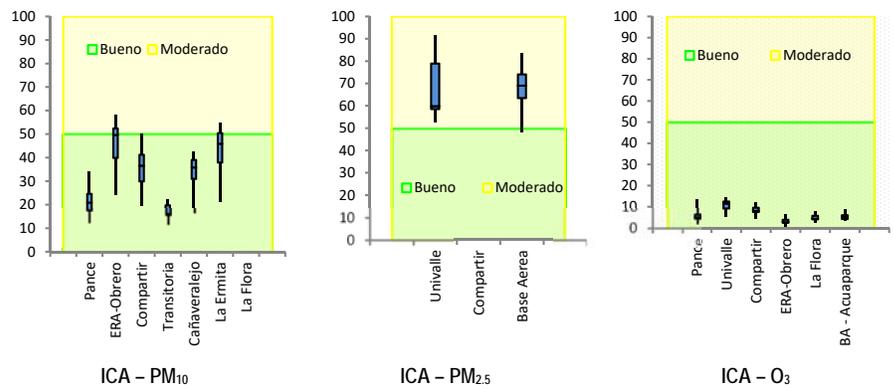
Para la elaboración del Índice de Calidad del Aire se tiene en cuenta los datos de Material Particulado PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> y Ozono Troposférico O<sub>3</sub> medidos en las estaciones La Flora (Norte) ERA-Obrero (Centro), Transitoria (Oriente) Univalle (Sur), La Ermita (Centro), Compartir (Oriente), Base Aérea – Acuaparque, Pance y Cañaveralejo



Gráfica 20. Índice de Calidad del aire clasificado por día del mes

La gráfica 20 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 moderada según lo obtenido por el ICA. La tabla 3 corrobora lo determinado en la gráfica 12.

La Gráfica 21 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> influye con Mayor peso 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-Buena).



Gráfica 21. Diagrama de Cajas del Índice de Calidad del Aire

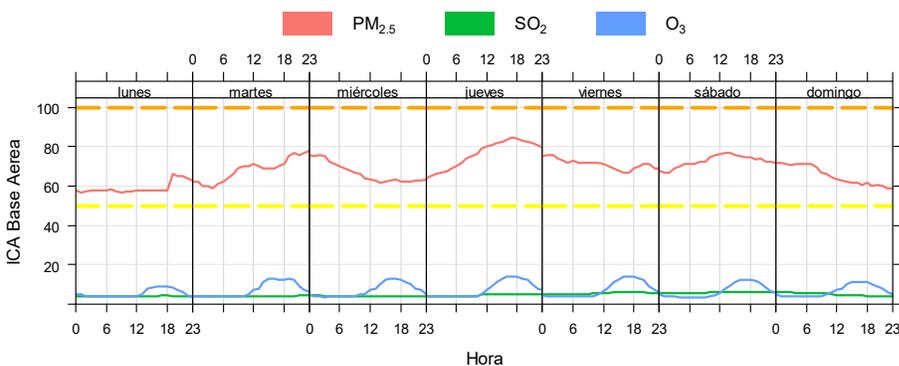
ESTACION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
BA-Acuapar	9	7	6	5.8	78	73	70	74	69	63	72	69	61	65	68	68	77	72	75	68	51		58	83	65	74	57	48	74	63	79				
Cañaveralejo	40	32	39	40	34	38	24	28	36	32	42	37	31	30	34	36								41	43	38	24	17	37	31	42				
Compartir	36	36	38	41	25	34	20	20	27	24	37	42	35	32	31	44	48	39	37	12	9	42	33	44	41	39	26		46	28	56				
ERA - Obrero	51	49	49	56	43	44	31	37	4	3	4	2	2							3	58	50	52	45	33	54	52	51	52	51	34	24	53	35	53
La Ermita	40	41	49	51	38	39	29	38		52	38	50	47	40	29	34	46	55	46	47	40	32	52	51	55	52	48	32	21	48	38	53			
La Flora			6	5.3	5	4	2	2	2														4	4	7	42	4	5				37	52		
Pance	34	24	26	19	25	21	12	13	20			26	27	21	16	18	24	22	24	20	15	15	25	21	18	25	25	18	12	18	20				
Transitoria			20	21	16	19	12	12	17	16	21	21	19	16	16	20	22	16	16	14	13	22	16												
Univalle	91	13	13	11		9		13	13	12	88	84	78	76	80	65	55	10	59	58	59					11	60	59	52	53	60				

Tabla 5. Índice de Calidad del aire clasificado por día del mes

Para obtener los valores de la tabla 5, se utilizaron datos promedios móviles de los diferentes contaminantes según su tiempo de exposición cuando son superiores a 1 hora (Caso del PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> y O<sub>3</sub>), para posteriormente obtener el valor de ICA – mediana de cada contaminante y finalmente obtener el valor diario por estación a través del máximo ICA – Mediana registrado. Se observó que para este mes el ICA se encontró entre 0 y 91 unidades para las 9 zonas objeto de estudio. Según los resultados obtenidos en la tabla 5 se encontró que en la estación Base Aérea - Acuaparque el porcentaje de valores de ICA-Moderada fue de 82.1%. 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 21. 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 5)

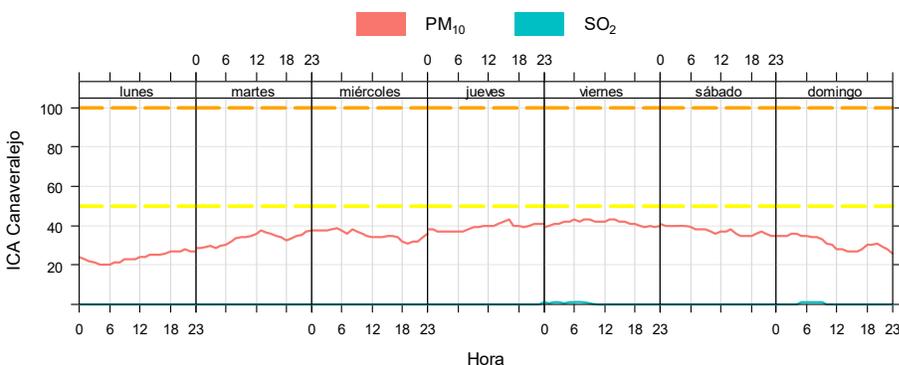
En las gráficas 22 a 30, se presentan las variaciones temporales del ICA por contaminante en las estaciones del SVCASC. Las líneas amarillas (50) y naranjas (100) discontinuas representan los cambios de categoría del índice. En general, se observa que el PM<sub>10</sub> y el PM<sub>2.5</sub> son los mayores contribuyentes al Índice de Calidad del Aire, seguido por el ozono y en menor medida el óxido de azufre.

**Base Aérea - Acuaparque:** La condición general de esta estación refiere a un ICA aceptable, que resulta de los niveles de PM<sub>2.5</sub> a lo largo de toda la semana, en particular los días martes y jueves. Los días sábado domingo y lunes, se presentaron los valores más favorables de ICA. Los niveles de ICA por ozono son buenos, presentando valores menos favorables después de medio día. Finalmente, se observa como el ICA asociado al dióxido de azufre refiere siempre valores buenos del ICA.



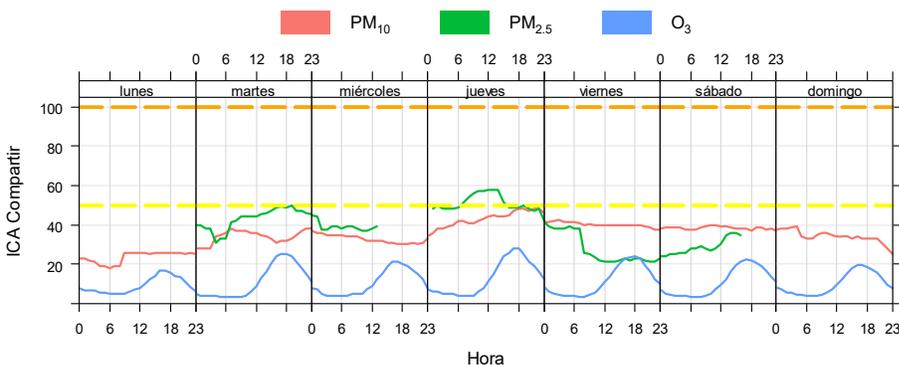
Gráfica 22. Comportamiento Semanal del Índice de Calidad del Aire – Base Aérea

**Cañaveralejo:** El ICA en esta estación estuvo en la categoría de bueno durante todo el mes, que resulta de los niveles de PM<sub>10</sub>. Se observa un claro incremento a lo largo de la semana, que desciende el fin de semana. Los niveles de SO<sub>2</sub> medidos en la estación refieren siempre a valores muy bajos de ICA.



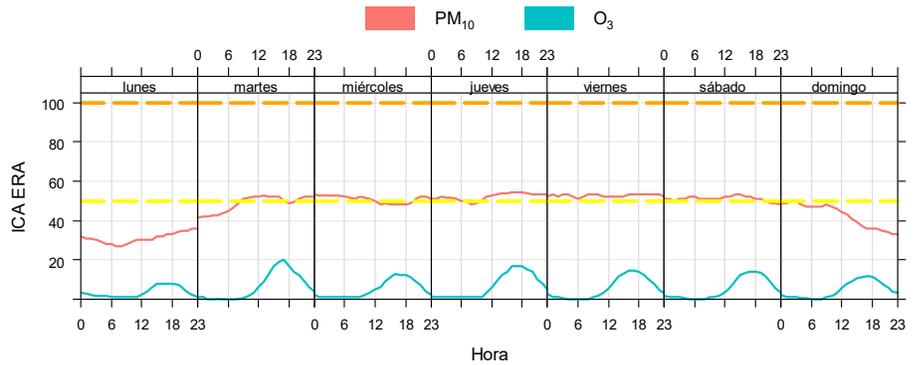
Gráfica 23. Comportamiento Semanal del Índice de Calidad del Aire - Cañaveralejo

**Compartir:** en esta estación, la calidad del aire fue buena la mayor parte del tiempo, y en ocasiones aceptable. El índice se debe a los niveles PM<sub>10</sub> y al PM<sub>2.5</sub>, los cuales alternan constantemente, siendo el PM<sub>2.5</sub> el responsable por los valores de ICA aceptable, los días jueves viernes y sábado. Se destaca en particular una mejora del índice durante el fin de semana. En lo que respecta al ozono, el ICA siempre es bueno, presentando incrementos después del medio día.



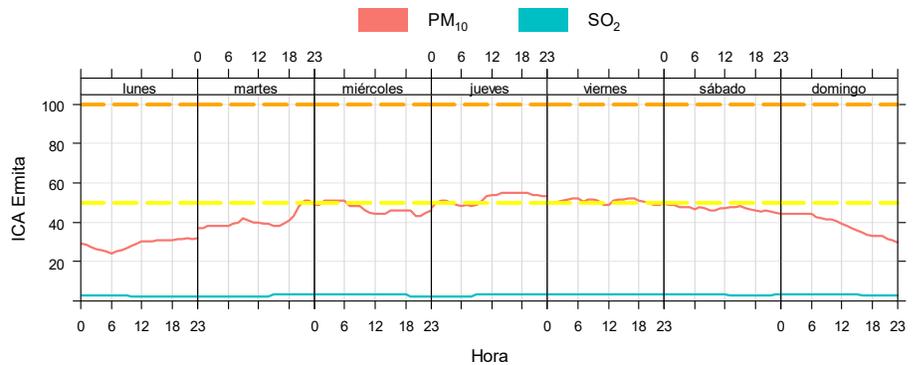
Gráfica 24. Comportamiento Semanal del Índice de Calidad del Aire - Compartir

**ERA-Obrero:** El ICA en la estación ERA se clasificó principalmente aceptable y bueno, a causa de los niveles del PM<sub>10</sub>. Se destaca un incremento a partir del martes, alcanzado niveles de ICA aceptables hasta los días sábado, donde vuelve a bajar hasta valores de ICA bueno. Los niveles de ozono presentan siempre valores buenos de ICA.



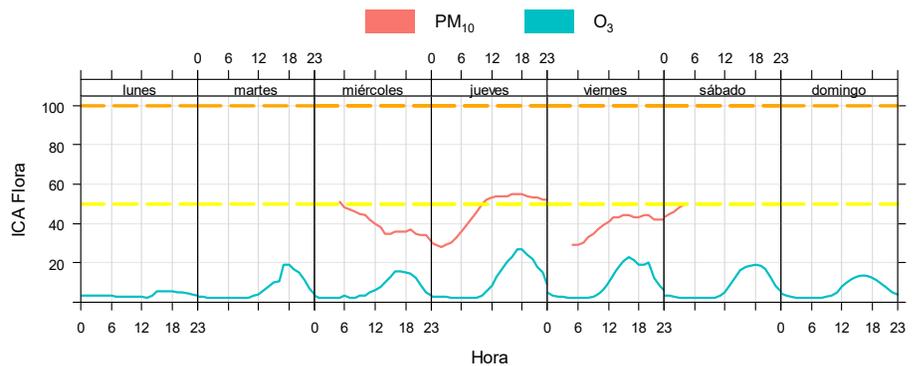
Grafica 25. Comportamiento Semanal del Índice de Calidad del Aire - ERA

**Ermita:** En esta estación, la calidad del aire fue predominantemente buena, y en menor medida aceptable, a causa de los niveles de PM<sub>10</sub>. Los valores de ICA aceptables fueron registrados de miércoles a viernes. Se destaca una mejoría en el ICA de sábado a martes. Por su parte los niveles de SO<sub>2</sub> refieren siempre a bajos valores de ICA.



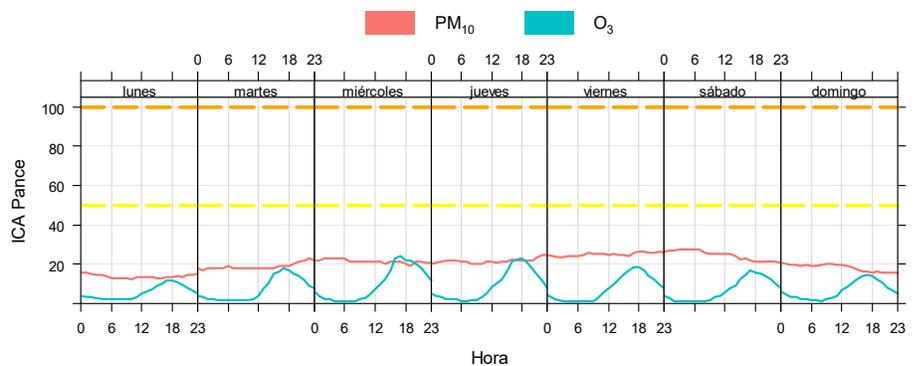
Grafica 26. Comportamiento Semanal del Índice de Calidad del Aire - Ermita

**Flora:** El ICA en la estación fue predominantemente bueno, teniendo un solo día un valor de ICA aceptable. El comportamiento discontinuo se debe a que parte del tiempo, no se cumplía la condición de tener un mínimo de 18 horas continuas de mediciones de PM10. En lo que respecta al ozono, los niveles de ICA fueron siempre buenos, destacándose el incremento después del medio día.



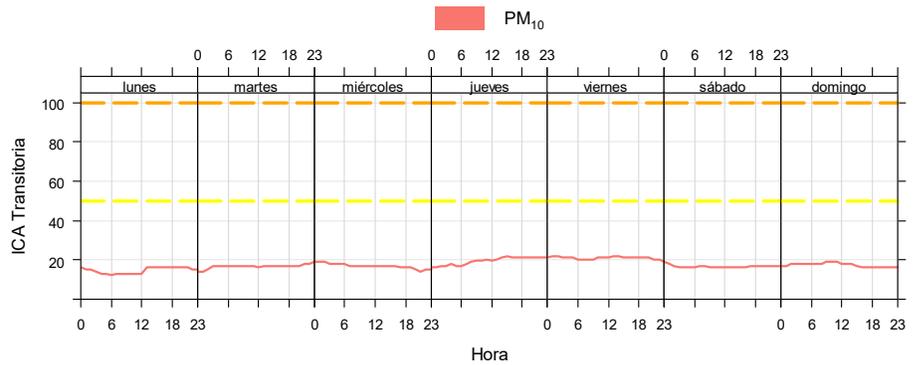
Grafica 27. Comportamiento Semanal del Índice de Calidad del Aire - Flora

**Pance:** En esta estación, la calidad del aire se clasificó durante todo el mes como buena. Se destaca la predominancia del PM10 a lo largo del día, excepto en horas de la tarde momentos durante los cuales, la contribución del ozono es mayor a la del material particulado.



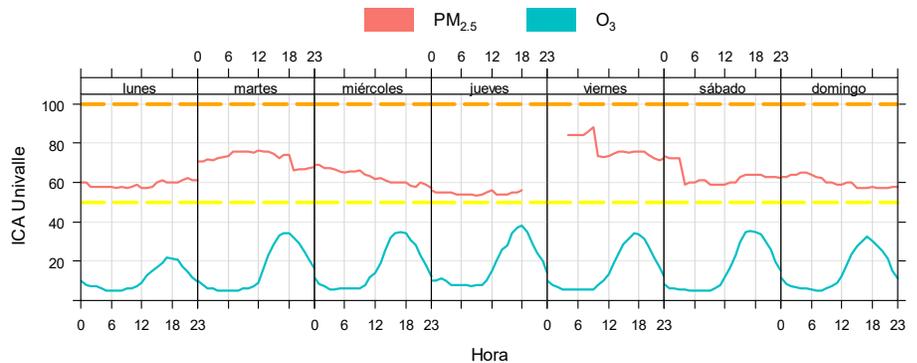
Grafica 28. Comportamiento Semanal del Índice de Calidad del Aire - Pance

**Transitoria:** El ICA en la estación transitoria se clasificó como bueno durante todo el mes, presentando los mejores valores del índice.

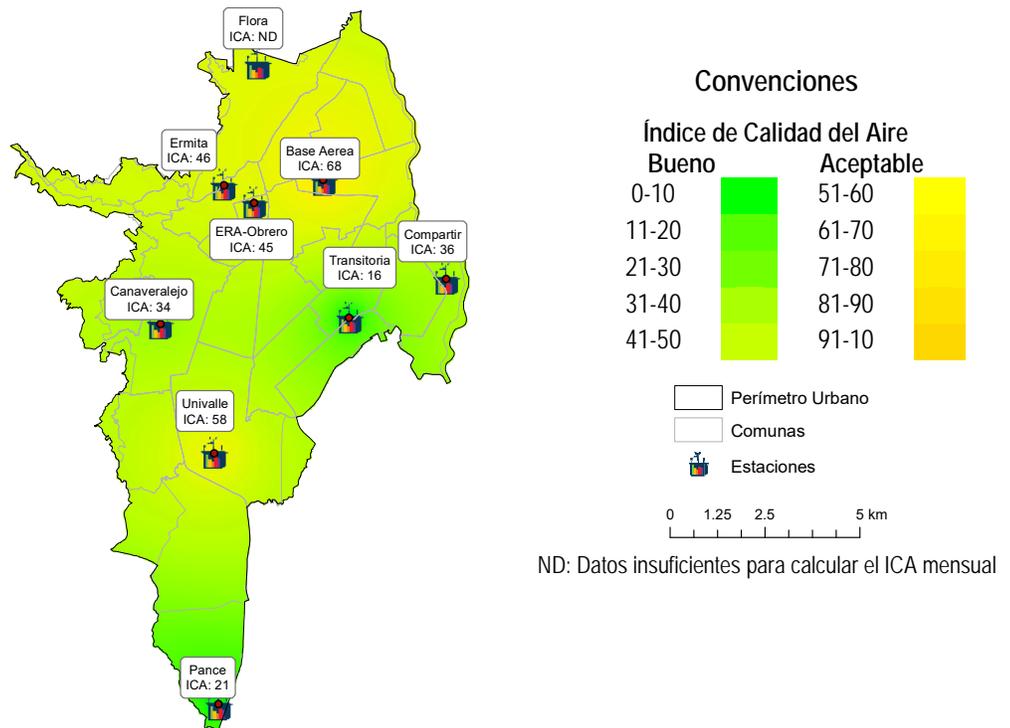


Grafica 29. Comportamiento Semanal del Índice de Calidad del Aire - Transitoria

**Univalle:** La calidad del aire en la estación se clasificó durante todo el mes como aceptable, debido a que el PM<sub>2.5</sub> es el contaminante con mayor peso para la determinación del índice. La mediana del ICA en la estación fue de 62, siendo los días viernes donde se presentaron los valores más altos. En lo que respecta al ozono, los valores del ICA fueron buenos. No obstante, de todas las estaciones del SVCASC, en esta se registró la mediana de ozono más alta (después del medio día): alrededor de 30.



Grafica 30. Comportamiento Semanal del Índice de Calidad del Aire - Univalle

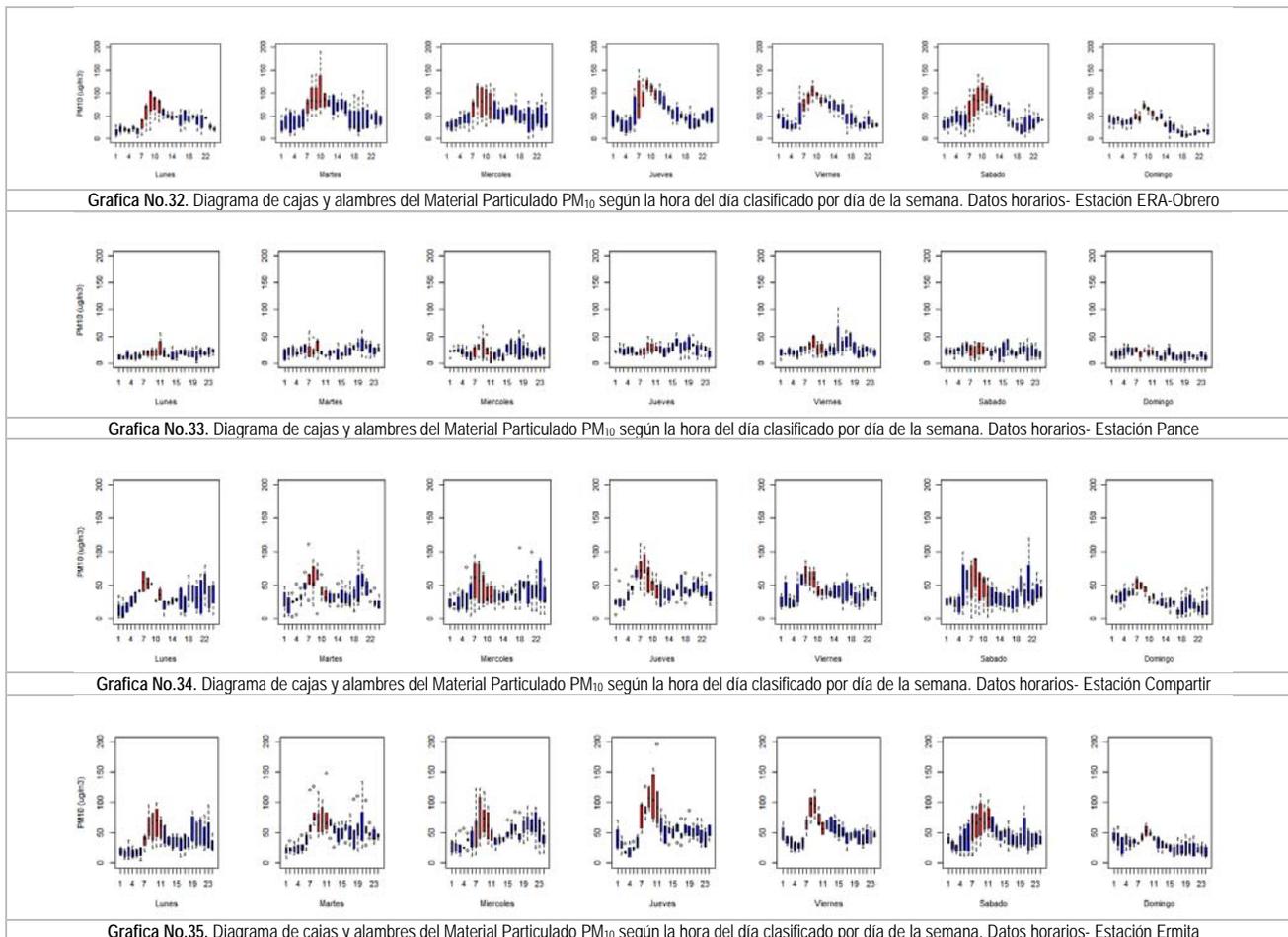


Grafica 31. Mapa del ICA en la ciudad de Cali

Finalmente, en la gráfica 31 se presenta el mapa con los valores interpolados por Kriging del Índice de Calidad del Aire en las estaciones del SVCASC.

## 8. COMPORTAMIENTO DE LOS CONTAMINANTES SEGÚN LA HORA DEL DÍA

### Material Particulado PM<sub>10</sub>



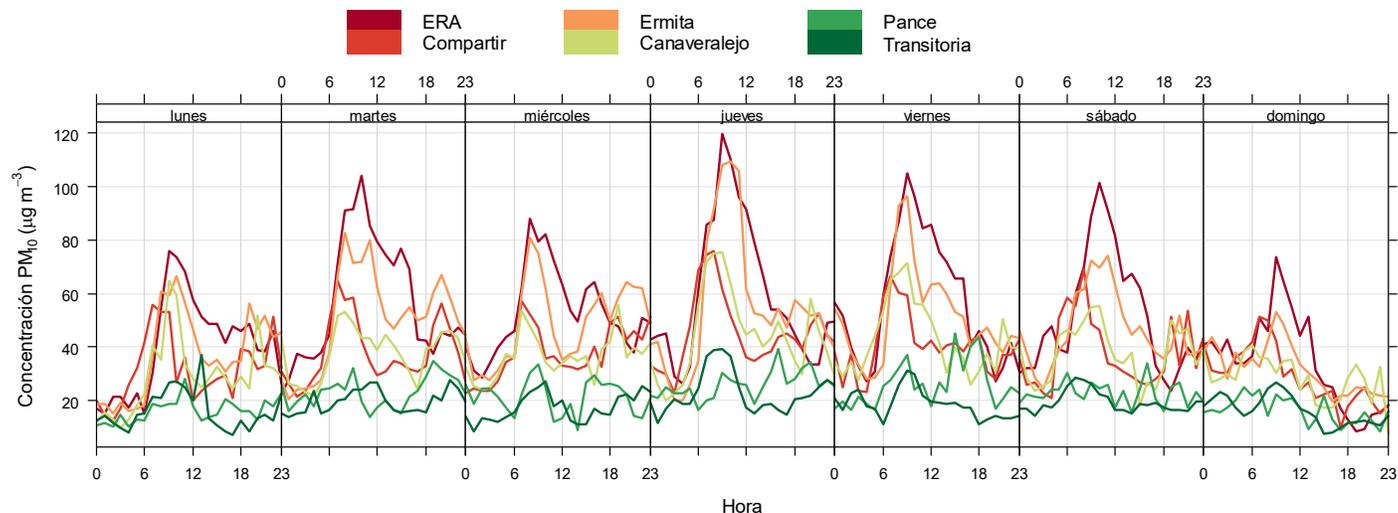
**ERA-Obrero:** Según lo obtenido en la Gráfica 32, el PM<sub>10</sub> en esta estación se incrementa en las denominadas horas pico (7am -10 am). De jueves a sábado se obtuvieron los valores más altos de este contaminante.

**Pance:** Según lo obtenido en la Gráfica 33, el PM<sub>10</sub> muestra una homogeneidad según el día de la semana. se observó un comportamiento homogéneo entre todos los días de la semana.

**Compartir:** Según lo obtenido en la Gráfica 34, el PM<sub>10</sub> en esta estación se incrementa en las denominadas horas pico (7am -10 am). De viernes a sábado se obtuvieron los valores más altos de este contaminante.

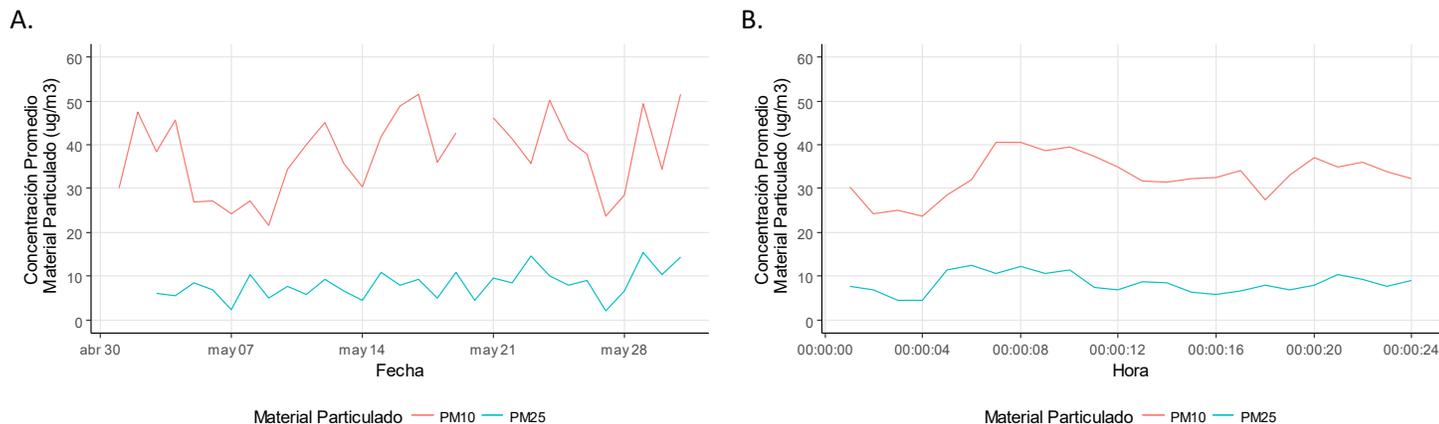
**Ermita:** Según lo obtenido en la Gráfica 35, el PM<sub>10</sub> en esta estación se incrementa en las denominadas horas pico (7am -10 am). De jueves a sábado se obtuvieron los valores más altos de este contaminante.

La Gráfica 36 permite hacer un comparativo entre los niveles de PM<sub>10</sub> en las diferentes estaciones de la ciudad. En promedio los niveles más bajos se dan en la estación Transitoria, seguida de la estación Pance y Cañaveralejo.



Gráfica No.36. Comportamiento temporal del PM<sub>10</sub> en las estaciones

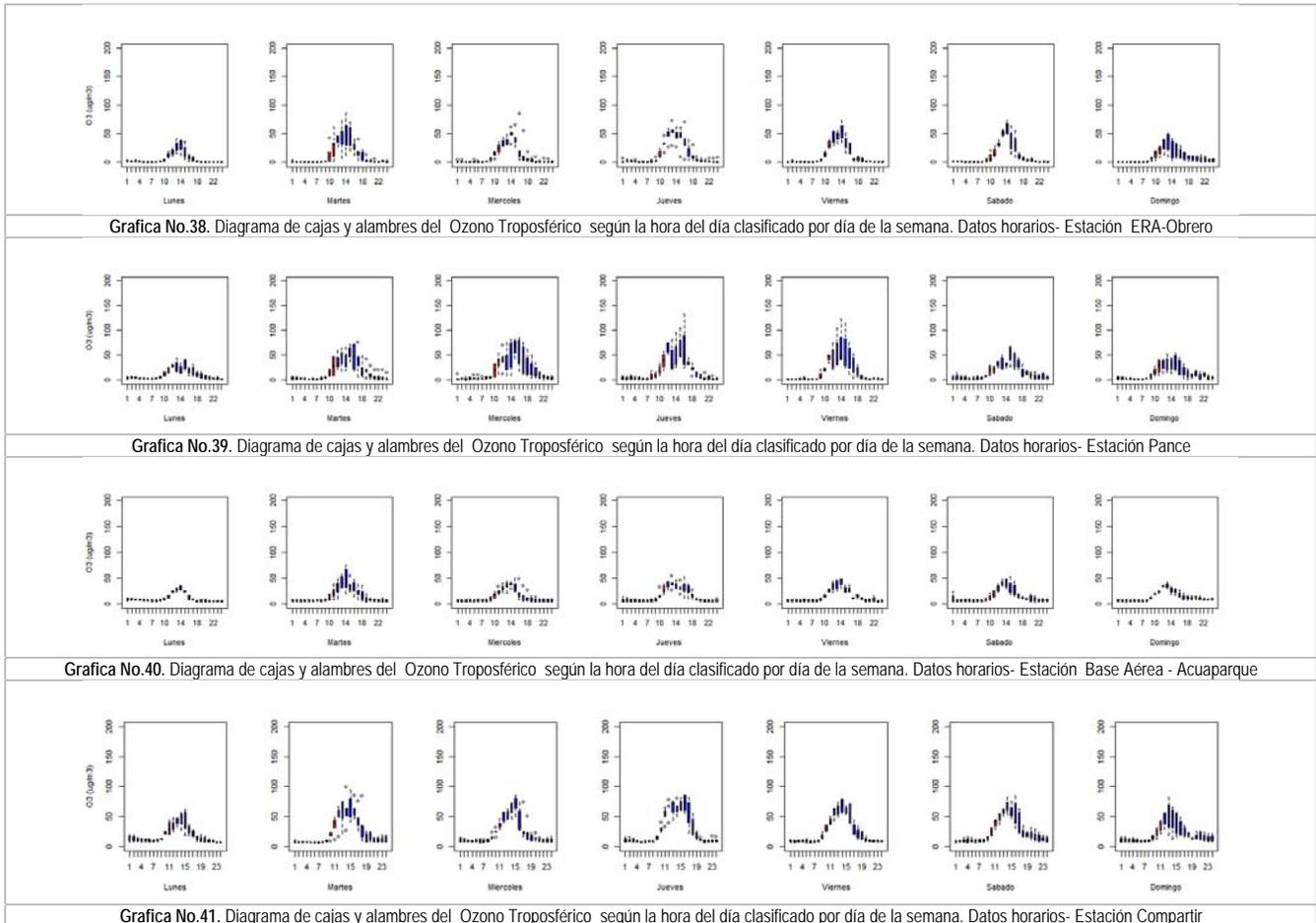
En promedio, las horas de donde se presentan mayores niveles de PM<sub>10</sub> se dan entre 7 y 10 de la mañana en todas las estaciones, correspondiendo a la hora pico del tráfico en la mañana; por otra parte, se da un leve incremento en horas de la noche (6 a 8 pm), donde no se alcanzan niveles tan altos. Se resaltan los días martes, jueves, viernes y sábado, donde se observaron los mayores niveles en las horas mencionadas, registraron concentraciones superiores a 100 µg/m<sup>3</sup>. Los días domingo y lunes son los que reportan los menores niveles de PM<sub>10</sub>.



Gráfica No.37. Comparación del Comportamiento temporal de los niveles normalizados de PM<sub>10</sub> y PM<sub>25</sub> en la estación Compartir. A. Comportamiento Mensual, B. Comportamiento Horario

En la gráfica 37 se compara el comportamiento de la concentración promedio material particulado de 10 y 2.5 micras en la estación compartir. En la grafica A, se presenta el comportamiento a lo largo del mes, donde se observa una correspondencia entre los incrementos y los descensos en los niveles diarios de material particulado. En la grafica B, que corresponde al comportamiento horario de ambos contaminantes, se evidencia como a lo largo del día, los niveles de ambos contaminantes sigue la misma tendencia, con un incremento importante en horas de la mañana.

## Ozono Troposférico O<sub>3</sub>



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 periodos 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 38, 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

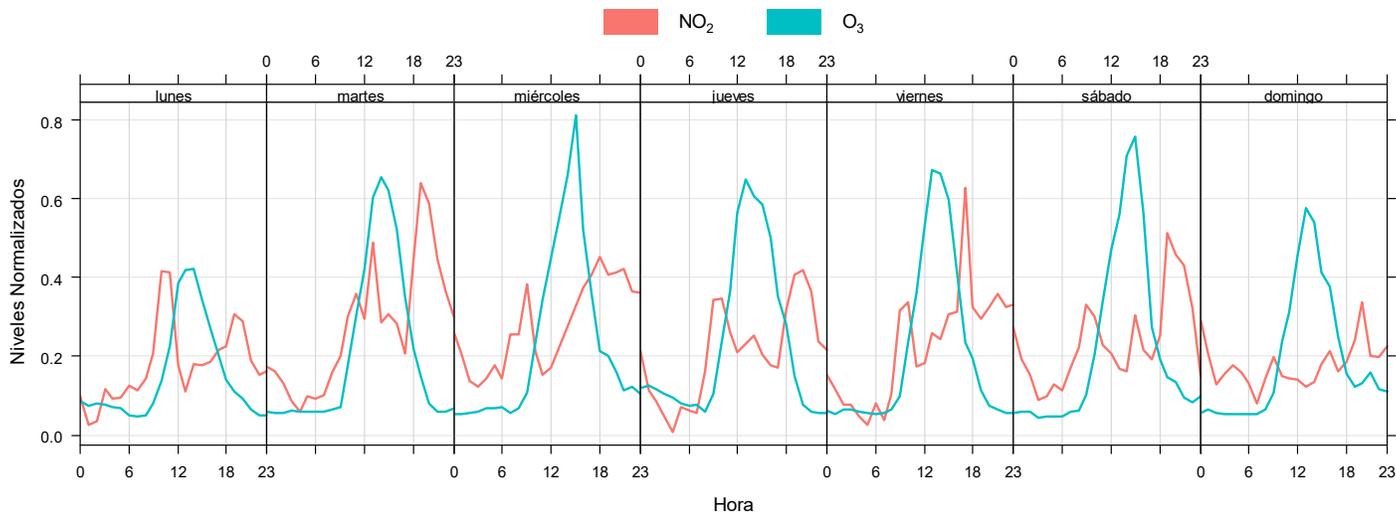
**Pance:** Según lo obtenido en la Gráfica 39, el O<sub>3</sub> en esta estación se incrementa 11 am y las 4pm. Visualmente no se evidenciaron diferencias significativas si se comparan a cada uno de los días de la semana

**Base Aérea - Acuparque:** Según lo obtenido en la Gráfica 40, 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

**Compartir:** En la Gráfica 41 se presenta los diagramas de cajas y alambres, mientras que en la Gráfica 42 se presentan en conjunto los niveles normalizados de ozono y óxido de nitrógeno, monitoreados en la estación.

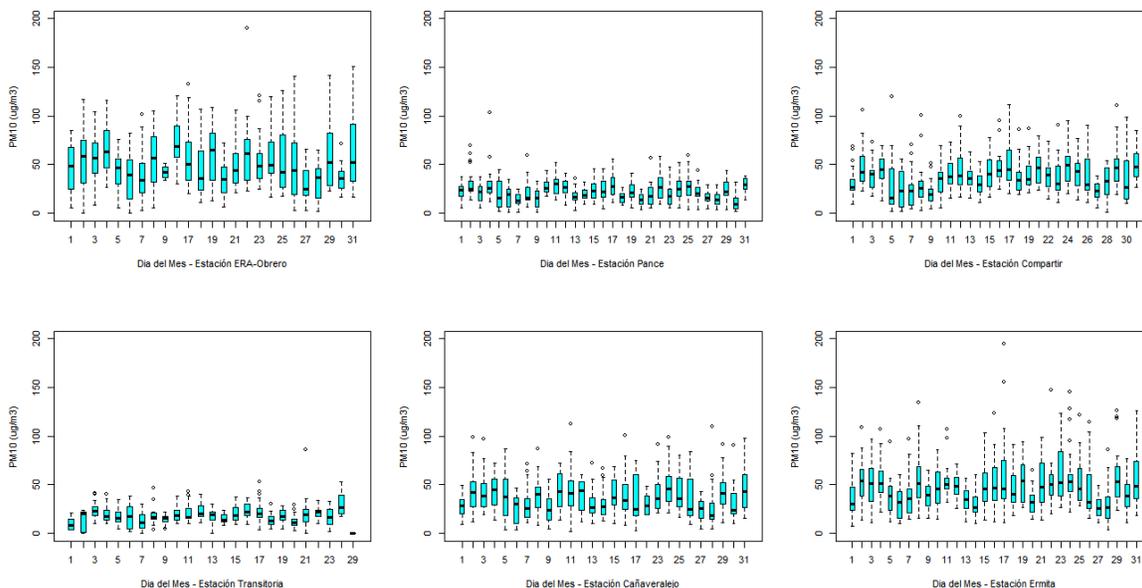
El gráfico horario, permite observar, que el incremento de los niveles de ozono, coinciden con el máximo de NO<sub>2</sub> en horas de la mañana, así como con el incremento de la radiación solar, alcanzando el máximo hacia las 2:00 pm. Los niveles de O<sub>3</sub> descienden tanto por la disminución de la radiación solar, como por el incremento vespertino de los niveles de NO<sub>2</sub>, que consumen el ozono, a través de reacciones secundarias en la atmósfera.

El comportamiento semanal es descendiente para ambos contaminantes a lo largo de toda la semana. Se resaltan los bajos niveles de NO<sub>2</sub> en horas de la mañana, los días domingos.



Grafica No.42. Comportamiento temporal del PM10 en las estaciones

## 9. COMPORTAMIENTO DE LOS CONTAMINANTES SEGÚN EL DIA DEL MES



Grafica No.43. Diagrama de cajas y alambres del Material Particulado menor a 10 micras según el día durante el mes

La gráfica 43 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 La Ermita.

**ERA-Obrero:** El día 31 de Mayo se registraron las más altas concentraciones de PM10.

**Pance:** El día 4 de Mayo se registraron las más altas concentraciones de PM10.

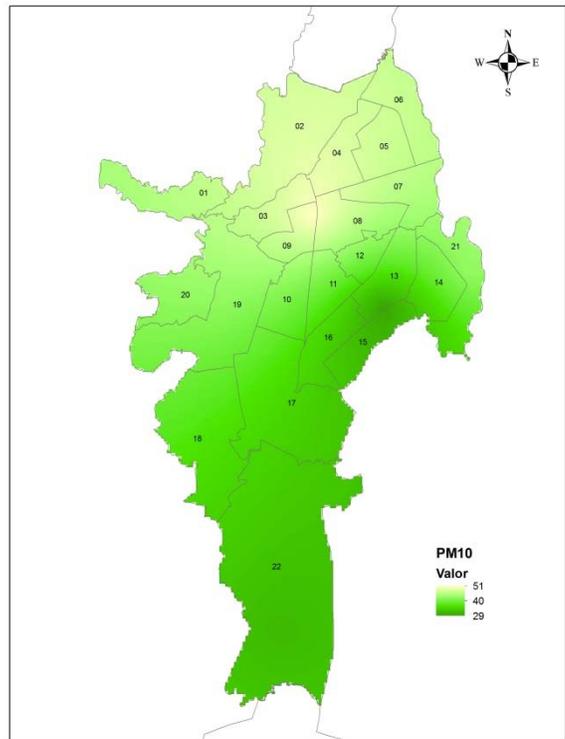
**Compartir:** El día 31 de Mayo se registraron las más altas concentraciones de PM10.

**Ermita:** El día 31 de Mayo se registraron las más altas concentraciones de PM10.

## 10. 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 Mayo. Durante este mes se realizó la estimación en 7 puntos de la ciudad.

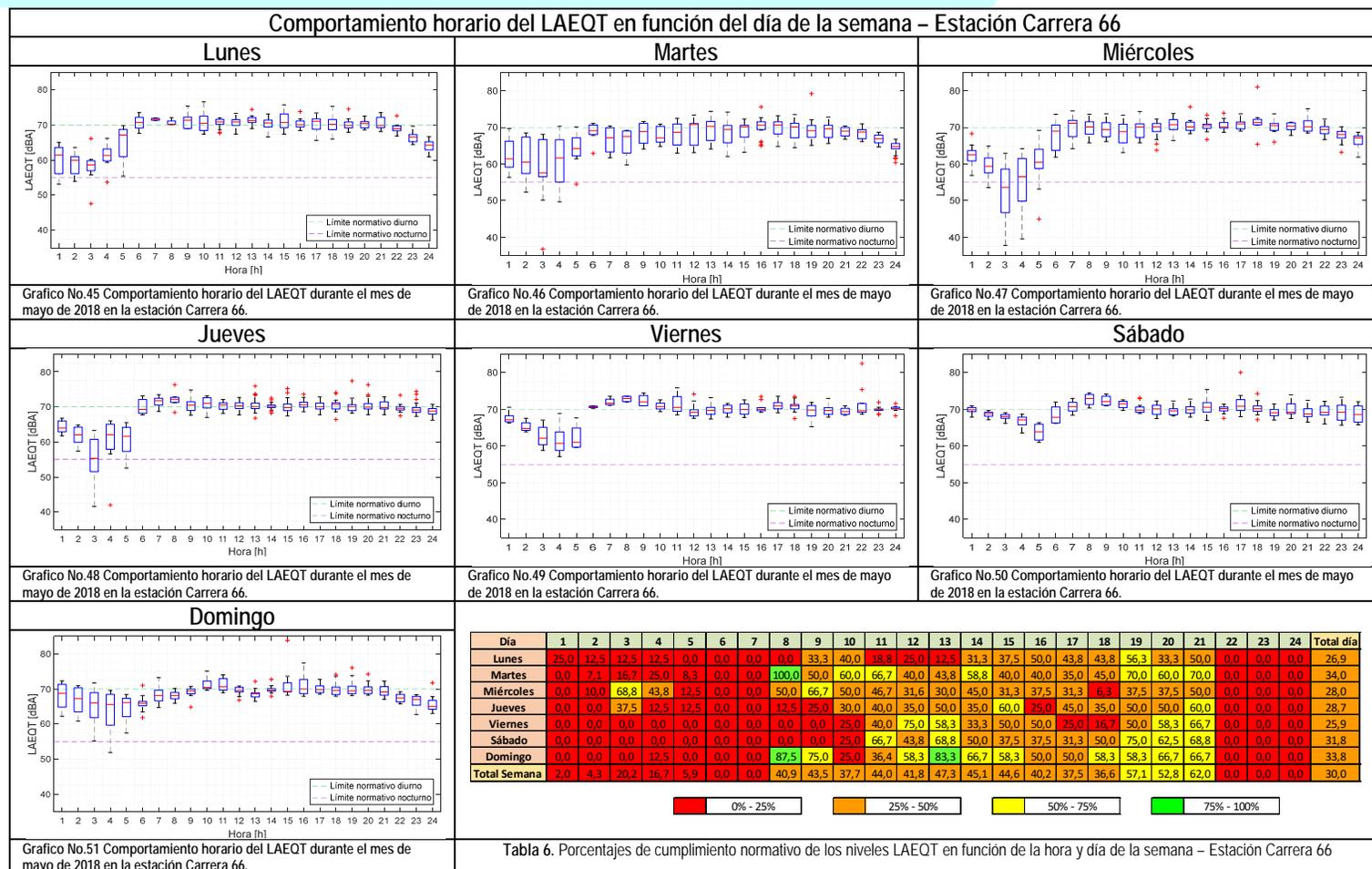
Como se puede evidenciar en el mapa de predicción e interpolación del material particulado PM10, la zona en donde se registró los valores más altos de este contaminante es la zona centro y oriente de la ciudad con un promedio mensual que oscila los 46  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Grafica 44. Mapa de Cali con la estimación del PM10 promedio mensual haciendo uso del Kriging espacial

## 10. RUIDO AMBIENTAL

### 10.1. Comportamiento horario del LAEQT en función del día de la semana – Estación Carrera 66



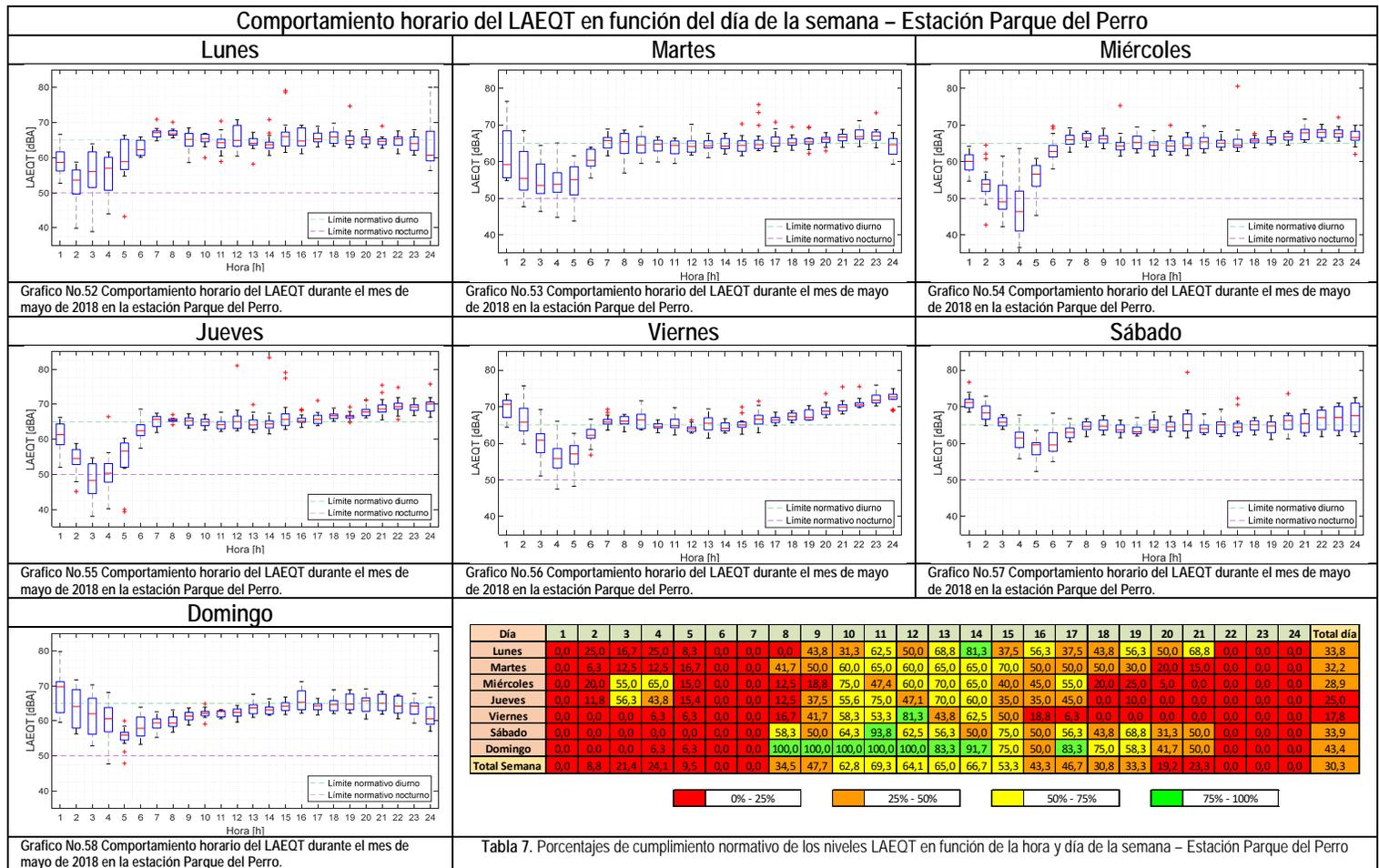
Las Gráficas 45 a la 51, presentan el comportamiento horario del nivel de ruido ambiental en función del día de la semana medido en la estación Carrera 66 durante el mes de mayo de 2018. El conjunto de datos a partir del cual se obtiene tal información corresponde con mediciones continuas del LAEQT, nivel equivalente con ponderación 'A' medido en intervalos quince minútales.

La estación Carrera 66 se encuentra ubicada en un Área de Actividad Mixta acorde con la información reportada en la plataforma IDESC del Departamento Administrativo de Planeación Municipal, que corresponde con un Sector C de Ruido Intermedio Restringido, Subsector con zonas de usos comerciales permitidos acorde a la Resolución 0627 de 2006 del MADS, para el cual se presentan estándares máximos permisibles de ruido ambiental de 70 dBA en horario diurno (7:01 – 21:00 h) y de 55 dBA en horario nocturno (21:01 – 7:00 h). A partir de la comparación entre la información recopilada y los estándares normativos descritos se generó la tabla 6 que reporta los porcentajes de cumplimiento normativo de los niveles LAEQT en función de la hora y día de la semana. El porcentaje de datos validos del parámetro LAEQT a partir del cual se reporta la información presentada para la estación Carrera 66 para el mes de mayo de 2018 es del 73,4%.

A partir de los datos reportados puede observarse que en general los valores medidos sobrepasan los valores especificados en el estándar nacional, presentando un cumplimiento del 30.0% en todo el conjunto de valores reportados para el mes de mayo. Independiente del día de la semana en la cual se haga la evaluación la franja horaria en la cual se presentan los porcentajes más altos de cumplimiento es en la franja diurna.

A partir de la magnitud de los rangos intercuartílicos puede observarse que independiente del día de la semana los valores en la franja horaria diurna presentan mayor estabilidad (rangos intercuartílicos más estrechos) que los valores reportados en la franja nocturna, para los cuales puede observarse una variación incremental en las madrugadas de los días viernes, sábados y domingos.

10.2. Comportamiento horario del LAEQT en función del día de la semana - Estación Parque del Perro



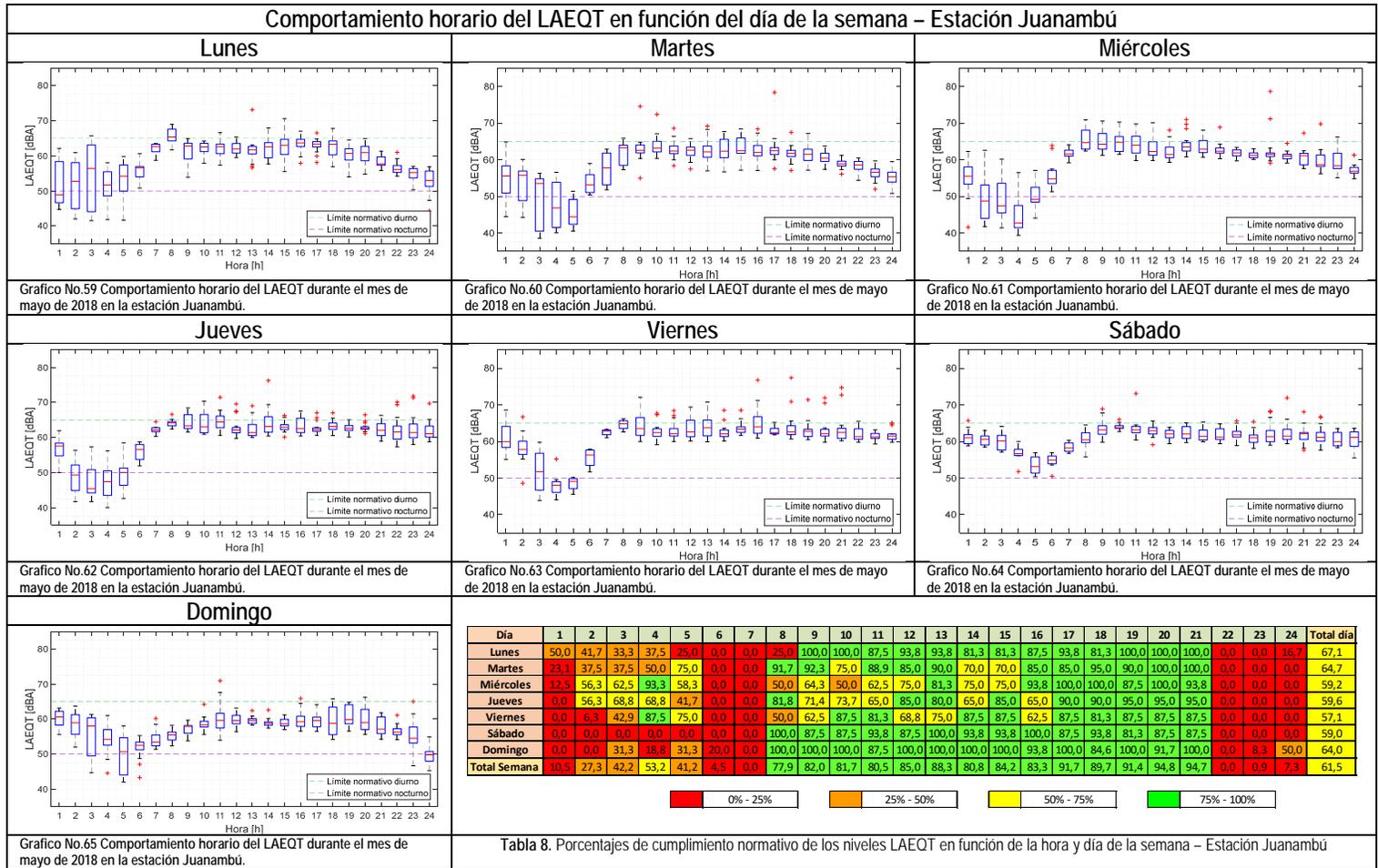
Las Gráficas 52 a la 58, presentan el comportamiento horario del nivel de ruido ambiental en función del día de la semana medido en la estación Parque del Perro durante el mes de mayo de 2018. El conjunto de datos a partir del cual se obtiene tal información corresponde con mediciones continuas del LAEQT, nivel equivalente con ponderación 'A' medido en intervalos quince minútales.

La estación Parque del Perro se encuentra ubicada en un Área de Actividad de tipo Residencial Neta acorde con la información reportada en la plataforma IDESC del Departamento Administrativo de Planeación Municipal, que corresponde con un Sector B de Tranquilidad y Ruido Moderado acorde a la Resolución 0627 de 2006 del MADS, para el cual se presentan estándares máximos permisibles de ruido ambiental de 65 dBA en horario diurno (7:01 – 21:00 h) y de 50 dBA en horario nocturno (21:01 – 7:00 h). A partir de la comparación entre la información recopilada y los estándares normativos descritos se generó la tabla 7 que reporta los porcentajes de cumplimiento normativo de los niveles LAEQT en función de la hora y día de la semana. El porcentaje de datos validos del parámetro LAEQT a partir del cual se reporta la información presentada para la estación Parque del Perro para el mes de mayo de 2018 es del 90,1%.

A partir de los datos reportados puede observarse que en general los valores medidos sobrepasan los valores especificados en el estándar nacional, presentando un cumplimiento del 30.3% en todo el conjunto de valores reportados para el mes de mayo. Independiente del día de la semana en la cual se haga la evaluación la franja horaria en la cual se presentan los porcentajes más altos de cumplimiento es en la franja diurna.

A partir de la magnitud de los rangos intercuartílicos puede observarse que independiente del día de la semana los valores en la franja horaria diurna presentan mayor estabilidad (rangos intercuartílicos más estrechos) que los valores reportados en la franja nocturna, para los cuales puede observarse una variación incremental en las madrugadas de los días viernes, sábados y domingos. Estas madrugadas y sus noches correspondientes están relacionadas con las franjas de actividad de los establecimientos nocturnos representativos del sector en la cual se encuentra ubicada la estación de monitoreo.

10.3. Comportamiento horario del LAEQT en función del día de la semana - Estación Juanambú



Las Gráficas 59 a la 65, presentan el comportamiento horario del nivel de ruido ambiental en función del día de la semana medido en la estación Juanambú durante el mes de mayo de 2018. El conjunto de datos a partir del cual se obtiene tal información corresponde con mediciones continuas del LAEQT, nivel equivalente con ponderación 'A' medido en intervalos quince minútales.

La estación Parque del Perro se encuentra ubicada en un Área de Actividad de tipo Residencial Neta acorde con la información reportada en la plataforma IDESC del Departamento Administrativo de Planeación Municipal, que corresponde con un Sector B de Tranquilidad y Ruido Moderado acorde a la Resolución 0627 de 2006 del MADS, para el cual se presentan estándares máximos permisibles de ruido ambiental de 65 dBA en horario diurno (7:01 – 21:00 h) y de 50 dBA en horario nocturno (21:01 – 7:00 h). A partir de la comparación entre la información recopilada y los estándares normativos descritos se generó la tabla 8 que reporta los porcentajes de cumplimiento normativo de los niveles LAEQT en función de la hora y día de la semana. El porcentaje de datos validos del parámetro LAEQT a partir del cual se reporta la información presentada para la estación Juanambú para el mes de mayo de 2018 es del 83,9%.

A partir de los datos reportados puede observarse que en general los valores medidos presentan un cumplimiento aceptable de los valores especificados en el estándar nacional, presentando un cumplimiento del 61.5% en todo el conjunto de valores reportados para el mes de mayo. Independiente del día de la semana en la cual se haga la evaluación la franja horaria en la cual se presentan los porcentajes más altos de cumplimiento es en la franja diurna.

A partir de la magnitud de los rangos intercuartílicos puede observarse que independiente del día de la semana los valores en la franja horaria diurna presentan mayor estabilidad (rangos intercuartílicos más estrechos) que los valores reportados en la franja nocturna, para los cuales puede observarse una ligera variación incremental en las madrugadas de los días viernes, sábados y domingos. Estas madrugadas y sus noches correspondientes están relacionadas con las franjas de actividad de los establecimientos nocturnos representativos del sector en la cual se encuentra ubicada la estación de monitoreo.

## 11. GLOSARIO

### CALIDAD DEL AIRE:

**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.

### RUIDO AMBIENTAL:

**Acústica:** Rama de la ciencia que trata de las perturbaciones elásticas sonoras. Originalmente aplicada sólo a los sonidos audibles.

**Decibel (dB):** Décima parte del Bel, razón de energía, potencia o intensidad que cumple con la siguiente expresión:  $\text{Log } R = 10 \text{ dB}/10$ , donde R= razón de energía, potencia o intensidad.

**dB(A):** Unidad de medida de nivel sonoro con ponderación frecuencial (A).

**Emisión de Ruido:** Es la presión sonora que generada en cualesquiera condiciones, trasciende al medio ambiente o al espacio público.

**Leq.-** Nivel sonoro continuo equivalente, es el nivel en dBA de un ruido constante hipotético correspondiente a la misma cantidad de energía acústica que el ruido real considerado, en un punto determinado durante un período de tiempo T.

**Nivel sonoro:** Es el nivel de presión sonora obtenido mediante las redes de ponderación A, B o C. La presión de referencia es  $2 \times 10^{-5}$  Pa.

**Norma de ruido ambiental:** Es el valor establecido por la autoridad ambiental competente, para mantener un nivel permisible de presión sonora, según las condiciones y características de uso del sector, de manera tal que proteja la salud y el bienestar de la población expuesta, dentro de un margen de seguridad.

**Presión sonora:** Es la diferencia entre la presión total instantánea en un punto cuando existe una onda sonora y la presión estática en dicho punto.

**Sonómetro:** Es un instrumento de medición de presión sonora, compuesto de micrófono, amplificador, filtros de ponderación e indicador de medida, destinado a la medida de niveles sonoros, siguiendo unas determinadas especificaciones.

**Ruido acústico:** Es todo sonido no deseado por el receptor. En este concepto están incluidas las características físicas del ruido y las psicofisiológicas del receptor, un subproducto indeseable de las actividades normales diarias de la sociedad.

**Ruido específico:** Es el ruido procedente de cualquier fuente sometida a investigación. Dicho ruido es un componente del ruido ambiental y puede ser identificado y asociado con el foco generador de molestias.

**Ruido de fondo:** Ruido total de todas las fuentes de interferencia en un sistema utilizado para producción, medida o registro de una señal, independiente de la presencia de la señal, incluye ruido eléctrico de los equipos de medida. El ruido de fondo se utiliza algunas veces para expresar el nivel medido cuando la fuente específica no es audible y, a veces, es el valor de un determinado parámetro de ruido, tal como el L90 (nivel excedido durante el 90% del tiempo de medición).

**Ruido residual:** Ruido total cuando los ruidos específicos en consideración son suspendidos. El ruido residual es el ruido ambiental sin ruido específico. No debe confundirse con el ruido de fondo.

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

**Boletín N°5-2018**

**Periodo de Análisis: Mayo de 2018**



Directora: Claudia Maria Buitrago Restrepo  
Subdirector de Gestión de Calidad Ambiental: Héctor Alejandro Paz Gómez

**Grupo Gestión Calidad del Aire:**

Dirección Técnica: Gisela Arizabaleta Moreno  
Procesamiento y Análisis de Datos: Jefferson Valdés Basto  
Análisis Químico: Wilson Salas  
Análisis Físico: Alexander Ortega  
Soporte Electrónico: Arístides Benavides Hernandez  
Soporte Electrónico: Edinson Holguin Zúñiga  
Soporte de Campo: Jairo Copete Ramos  
Soporte de Laboratorio: Edgar Feijoo  
Gestión de Calidad: Sindy Nova Perez

Fecha de Expedición: Santiago de Cali, Junio 21 de 2018

**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**