

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: Enero de 2019

1



TABLA DE CONTENIDO

PAG.

Introducción	2
Localización de las Estaciones de Monitoreo del Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire	2
Características de las Estaciones	3
Análisis del comportamiento de los Contaminantes vs la norma	4
Excedencias en contraste con la Norma Nacional	6
Análisis Meteorológico	7
Índice de Calidad del Aire de Cali	12
Comportamiento Temporal de los contaminantes	16
Mapa de contaminación de Material Particulado PM10	23
Ruido Ambiental	24
Glosario	28

1. INTRODUCCIÓN

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

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

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

Pance: PM10, O3
Univalle: NO2, PM2.5, O3

2. LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

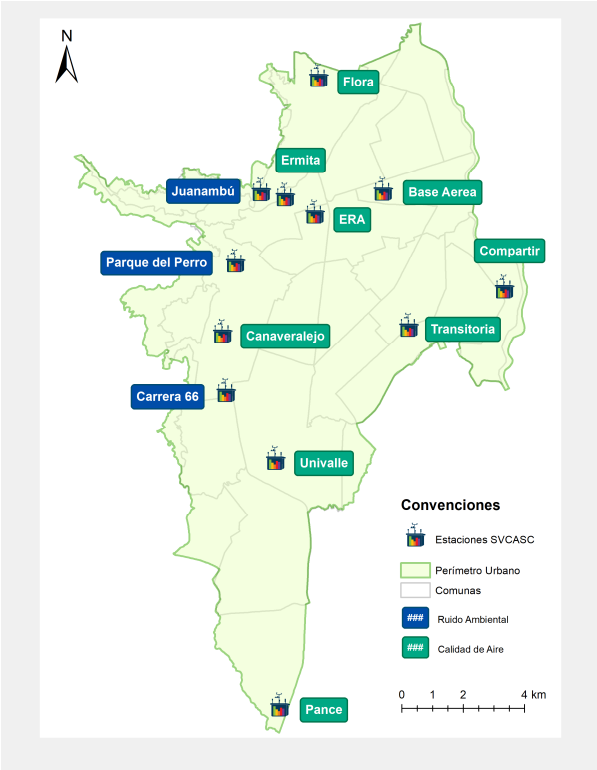
El SVCASC actualmente funciona con doce (12) estaciones automáticas, y una unidad móvil, las cuales se listan a continuación:

- 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 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 Cañavalejo (Estación SITM-MIO Cañavalejo 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 ₁₀	Thermo Scientific 5014i EQPM-1102-150	6 UV		PM _{2.5}	Met One Instruments BAM1020 EQPM-0308-170
		O ₃	Thermo Scientific 49i EQOA-0880-047			O ₃	Teledyne T400 EQOA-0992-087
		H ₂ S	Thermo Scientific 450i No está avalado por la US-EPA			NO ₂	Teledyne T200 RFNA-1194-099
2 ERA		PM ₁₀	Thermo Scientific 5014i EQPM-1102-150	7 CO		PM ₁₀	Met One Instruments BAM1020 EQPM-0798-122
		O ₃	Thermo Scientific 49i EQOA-0880-047			PM _{2.5}	Met One Instruments BAM1020 EQPM-0308-170
		H ₂ S	No está avalado por la EPA (Thermo Scientific 450i)			O ₃	Teledyne T400 EQOA-0992-087
3 ET		PM ₁₀	Thermo Scientific 5014i EQPM-1102-150	8 ER		PM ₁₀	Thermo Scientific TEOM 1405 EQPM-1090-079
		PM _{2.5}	Thermo Scientific Semiautomático Partisol rP 2025 RFPS-0498-118			SO ₂	Thermo Scientific 43i EQSA-0486-060
4 BA		PM _{2.5}	Met One Instruments BAM1020 EQPM-0308-170	9 CA		PM ₁₀	Thermo Scientific TEOM 1405 EQPM-1090-079
		O ₃	Teledyne T400 EQOA-0992-087			SO ₂	Thermo Scientific 43i EQSA-0486-060
		SO ₂	Teledyne T100 EQSA-0495-100.	CC		Centro de Control del SVCASC	
5 PA		PM ₁₀	Met One Instruments BAM1020 EQPM-0798-122				
		O ₃	Teledyne T400 EQOA-0992-087				

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							

Estimación de la Incertidumbre (CALIDAD DE AIRE Y RUIDO AMBIENTAL)

- Periodo de estimación: Anual
- Estaciones acreditadas por IDEAM: Compartir, Univalle, Base aérea – Acuarque y Pance
- 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
 - ✓ ISO 1996.2 – 2017 Descripción, medición y evaluación de ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental.

PM ₁₀ (ug/m3)	PM _{2.5} (ug/m3)	O ₃ (ug/m3)	SO ₂ (ug/m3)	NO ₂ (ug/m3)	LAeqT (dBA)
2,7	1,0	2,5	3,0	2,2	2,0

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.

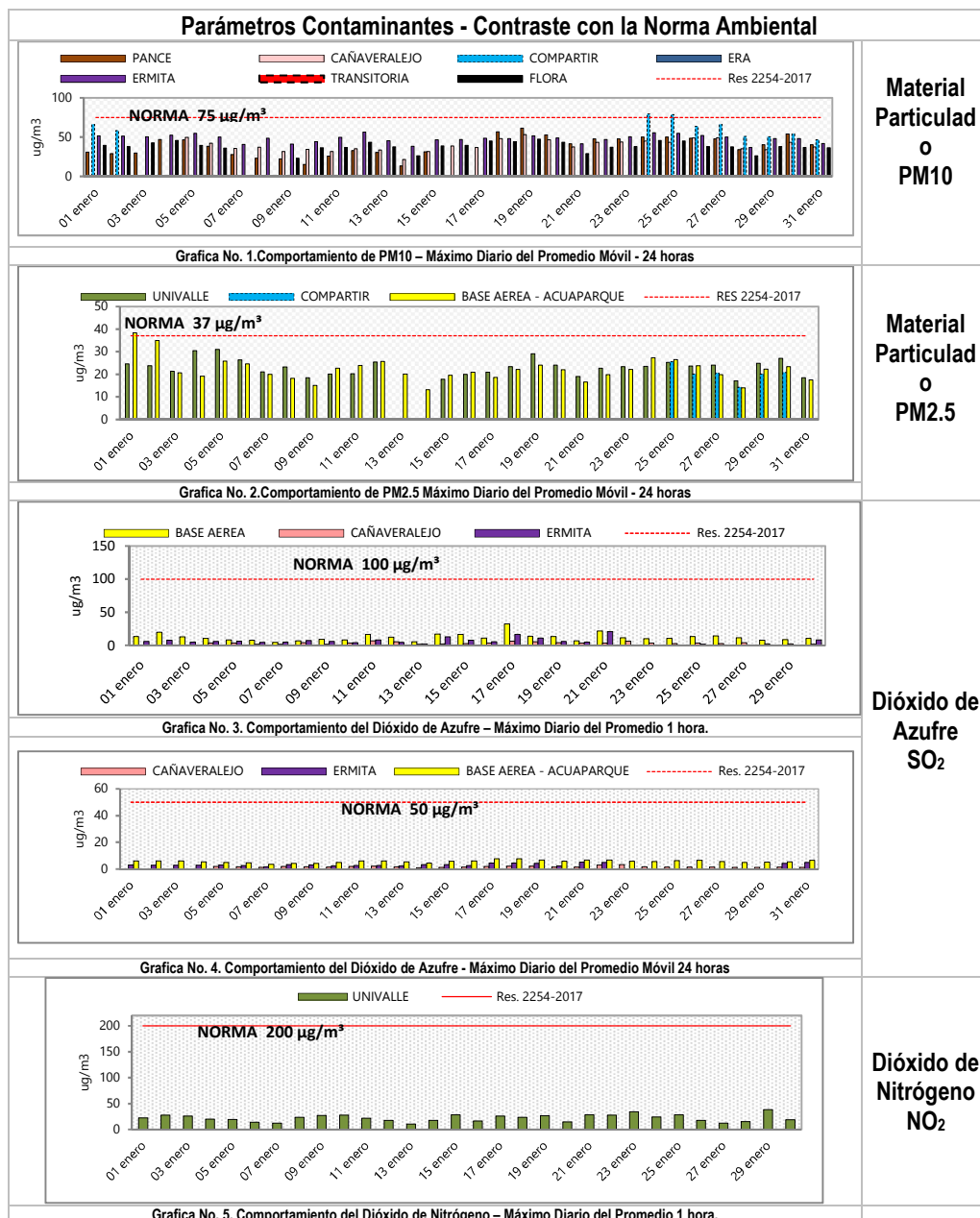
4. ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS CONTAMINANTES Vs. LA NORMA

Las Gráficas 1 a la 7, 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_{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 7 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 8 muestran que, en algunos días, los niveles de Material Particulado PM_{10} y de $PM_{2.5}$ están por encima del límite máximo permisible en las estación Compartir
2. Los niveles más altos de Material Particulado (PM_{10}) se registraron en la estación Compartir (Oriente) (Ver Gráficos 1 y 8).
3. En un día los Niveles de $PM_{2.5}$ están por encima del límite máximo permisible en las estaciones Base Aérea – Acuparque y Univalle. En la estación Compartir los valores están por debajo de los límites máximo permisibles.
4. Los niveles del Dióxido de Azufre (SO_2) no sobrepasan ninguno de los dos los límites máximo permisibles (1 hora y 24 horas), tal como se muestra en las gráficas 3, 4
5. Los niveles del Dióxido de Nitrógeno (NO_2) no sobrepasan ninguno de los dos los límites máximo permisibles (1 hora y 24 horas), tal como se muestra en la gráfica 5

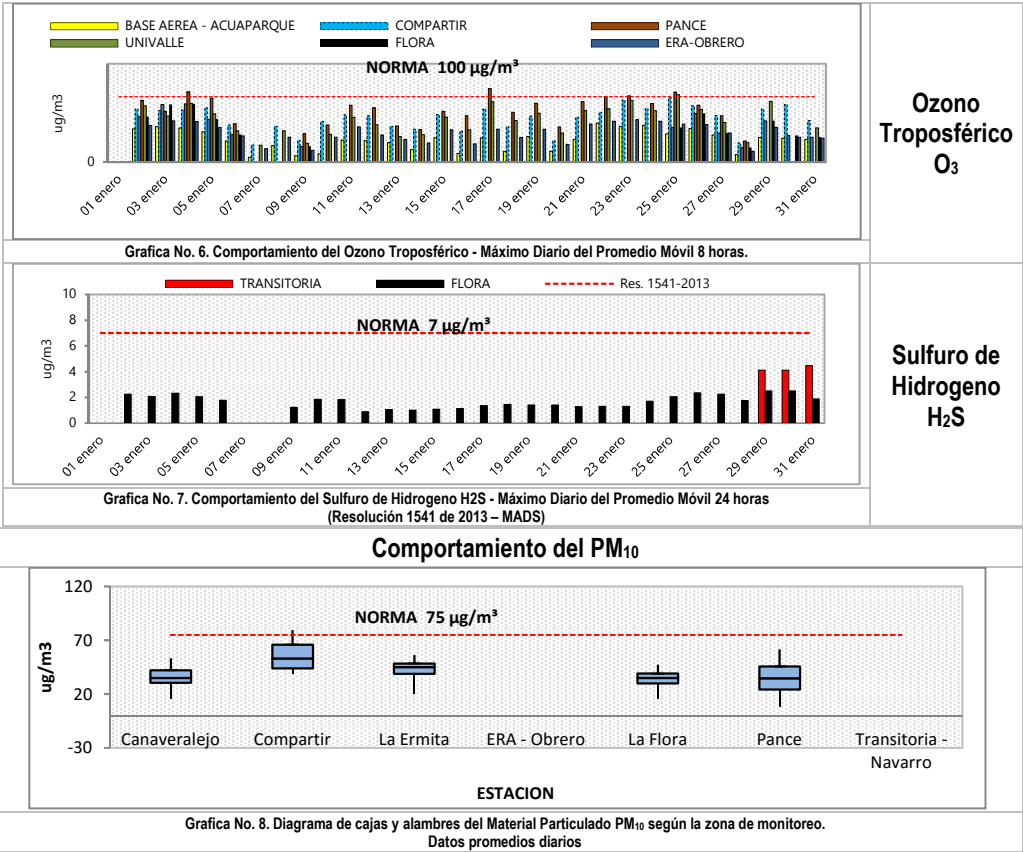


6. El gráfico No. 6 muestra que en seis días en la estación Pance, los niveles de ozono sobrepasaron el límite normativo.

7. El grafico 7 muestra que los niveles de Sulfuro de Hidrogeno H₂S no superan el nivel máximo permisible de 7 ug/m³ para un tiempo de exposición de 24 horas.

Según la Gráfica 8 se observó que el comportamiento del promedio diario del Material Particulado PM₁₀ en la ciudad de Cali, los niveles más altos se presentaron en la estación Compartir (Oriente).

En la tabla 2 se resumen los promedios, coeficiente de variación (CV) y los máximos en ug/m³ para cada contaminante en las estaciones. De acuerdo a este análisis se puede evidenciar que en el caso del PM₁₀ y del PM_{2.5} las concentraciones fueron muy homogéneas con un coeficiente de variación por debajo del 39%. El promedio mensual del PM₁₀ estuvo entre 33.9 ug/m³ (Pance) y 56.1 ug/m³ (Compartir). El promedio mensual del PM_{2.5} estuvo entre 18.3 ug/m³ (Compartir) y 20.6 ug/m³ (Univalle).



Estación	PM10				PM2.5				SO2				NO2			
	Media	Máx	Desv. Est	CV	Media	Máx	Desv. Est	CV	Media	Máx	Desv. Est	CV	Media	Máx	Desv. Est	CV
Base Aérea					18.5	38.4	4.2	23%	5.1	32.6	3.0	58%				
Cañaverealejo	35.6	53.3	8.2	23%					1.4	6.8	1.0	68%				
Compartir	56.1	79.5	12.4	22%	18.3	26.3	4.2	23%								
ERA		0.0														
Ermita	43.0	56.3	7.6	18%					2.7	20.6	2.2	80%				
Flora	34.0	47.4	7.0	21%												
Pance	33.9	61.5	13.4	39%												
Transitoria																
Univalle					20.6	31.0	4.0	19%					10.1	38.2	5.6	55%

Tabla 2. Estadística descriptiva contaminante en cada Estación de Monitoreo

5. EXCEDENCIAS EN CONTRASTE CON LA NORMA NACIONAL

Material Particulado PM10: Se registraron 25 excedencias promedios móviles 24 horas (10.8%) en la estación Compartir.

Material Particulado PM2.5: Se registró el 0.1% de excedencias promedios móviles 24 horas en la estación Base Aérea – Acuaparque

Ozono Troposférico: Se registró 11 excedencias promedios móviles 8 horas (1.7%) en la estación Pance y 2 excedencias en la estación Univalle (0.3%).

Dióxido de Azufre: No se registraron Excedencias

Dióxido de Nitrógeno: No se registraron Excedencias

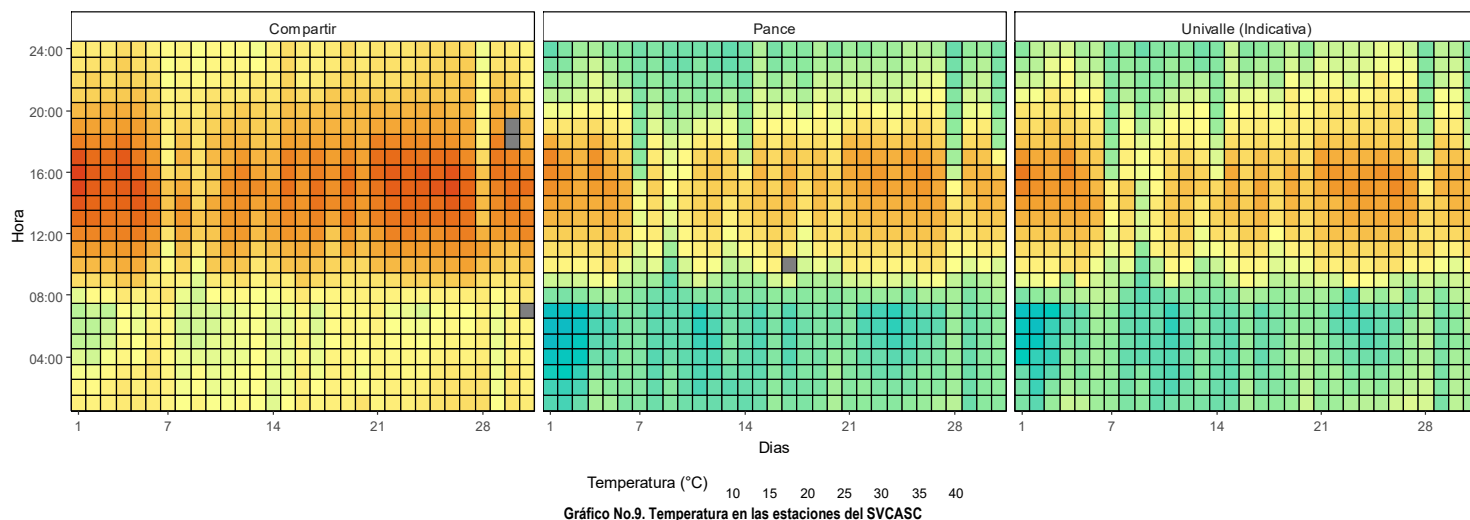
Contaminante	Nivel Máximo Permisible (ug/m3)	Tiempo de Exposición	Estación	N° de Excedencias	% de Excedencias	Datos Validos
PM10	75	24 horas	Cañavalejo	0	0.0%	661
			Compartir	25	10.8%	232
			Ermita	0	0.0%	721
			ERA-Obrero	NA	NA	NA
			Flora	0	0.0%	685
			Pance	0	0.0%	687
			Transitoria	NA	NA	NA
PM2.5	37	24 Horas	Base Aérea - Acuaparque	1	0.1%	721
			Compartir	0	0.0%	165
			Univalle	0	0.0%	677
SO2	50	24 Horas	Base Aérea - Acuaparque	0	0.0%	740
			Cañavalejo	0	0.0%	675
			Ermita	0	0.0%	627
	100	1 Hora	Base Aerea - Acuaparque	0	0.0%	740
			Cañavalejo	0	0.0%	675
			Ermita	0	0.0%	627
NO2	200	1 Hora	Univalle	0	0.0%	741
O3	100	8 Horas	Base Aérea - Acuaparque	0	0.0%	737
			Compartir	0	0.0%	737
			ERA-Obrero	0	0.0%	737
			Flora	0	0.0%	378
			Pance	11	1.7%	666
			Univalle	2	0.3%	730

Tabla 3. Excedencias de Ozono según Estaciones de Monitoreo

6. ANALISIS METEOROLÓGICO

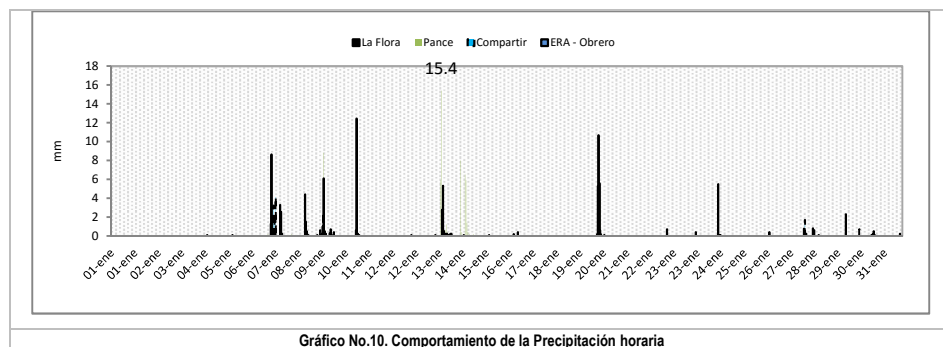
Temperatura

- El gráfico 9 presenta la temperatura ambiente registrada en las estaciones del SVCASC. De igual forma se reporta de manera indicativa la temperatura externa registrada por los sensores en la estación Univalle.
 - En Compartir, las temperaturas oscilaron entre 22.5 y 38.5 °C, la máxima se registró el día 10 a las 4 pm.
 - En la estación Pance, las temperaturas variaron entre 15.7 y 34.2 °C, la máxima registrándose el día 10 a las 5 pm.
 - Las temperaturas registradas en la estación Univalle variaron entre 16.2 y 35.0 °C, con una máxima medida el día 10 a las 4 pm.
 Se observa como las temperaturas más altas se registraron en Compartir a lo largo del mes.



Precipitación

- En la estación Flora se registraron 18 días de lluvias entre ligeras y fuertes, al igual que en el caso anterior, en la estación Compartir se registraron 9 días de lluvias. La Mayor frecuencia de precipitación horaria se registró en la estación ERA-Obrero con un nivel de 15.4 mm. (Ver Gráfico 10).



- En la gráfica 11 se presentan los diagramas Ombrotérmicos de Gaussen, los cuales representan la precipitación acumulada diaria registrada en las estaciones del SVCASC (barras azules, escala izquierda) frente a la temperatura promedio diaria (línea roja, escala derecha). Cuando la precipitación supera la línea de temperatura, el día en cuestión se considera “día húmedo”. Por el contrario, cuando la precipitación no excede la línea de temperatura, el día se cataloga como “día seco”

Diagramas Ombrotérmicos de Gaussen

Se observa claramente que durante el mes de Enero en las 4 estaciones que se registra meteorología, los días se catalogaron como “días secos”.

En Compartir la mayor precipitación acumulada se registró el 7 de Enero con 9.0 mm.

En ERA-Obrero, los días con mayor pluviosidad fueron el 20, 7 y 10 con 16.5, 15.0 y 12.7 mm acumulados.

En Flora, las mayores precipitaciones se registraron los días 20 y 24, con 7.5 y 5.7 mm.

En Pance, los días de mayor precipitación acumulada fueron el 31, 14 y 13 con 30.7, 25.6 y 22.4 mm respectivamente.

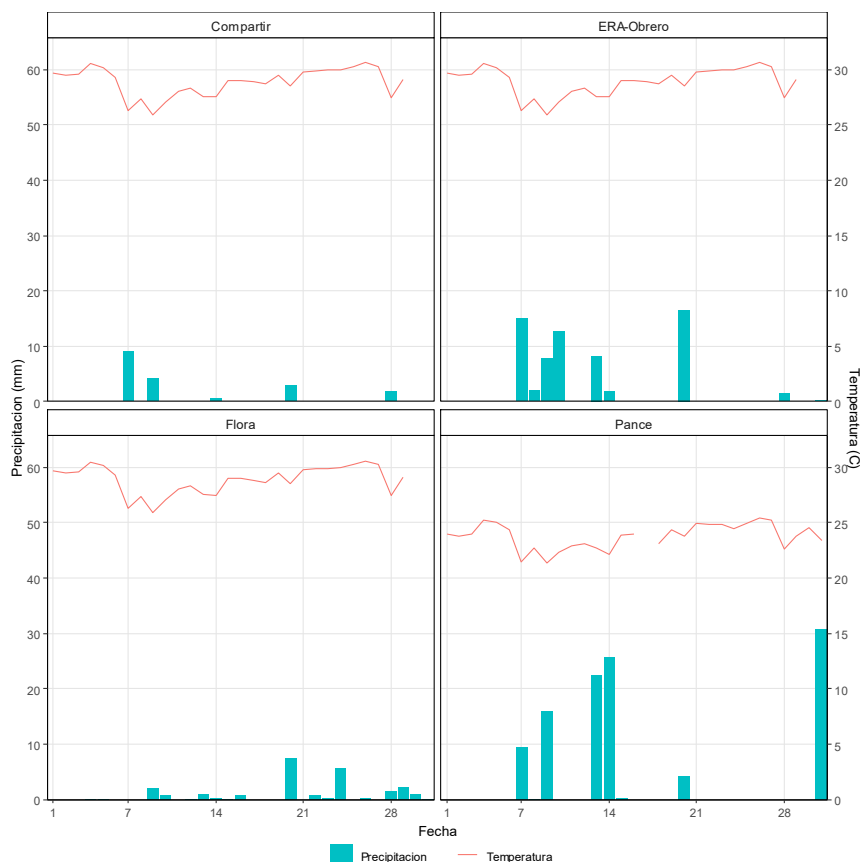


Gráfico No.11. Diagramas Ombrotérmicos de Gausson en las estaciones del SVCASC

Humedad Relativa

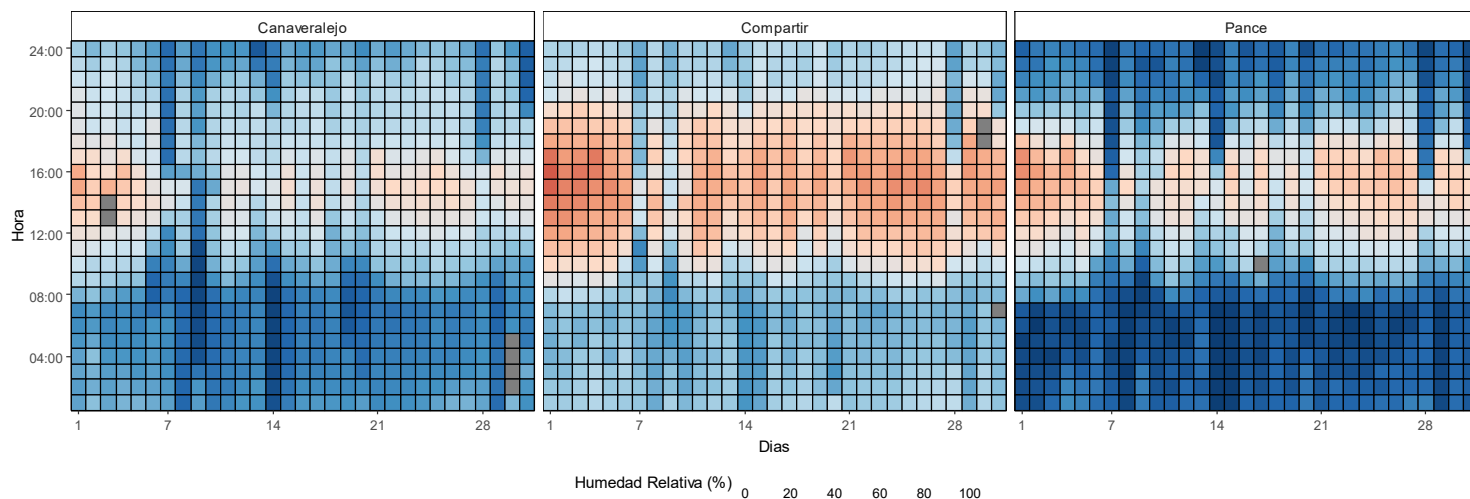


Gráfico No.12 Humedad Relativa en las estaciones del SVCASC

4. La gráfica 12 presenta la humedad relativa registrada en las estaciones del SVCASC. De igual forma se reporta de manera indicativa la temperatura externa registrada por el sensor en la estación Pance.
 - a) En la estación Cañaverelejo registrada en promedio fue de 68.8 %.
 - b) En Compartir, la humedad relativa promedio del mes fue de 54.9 %.
 - c) La humedad relativa promedio en Pance fue 73.5 %..

Comportamiento Vientos

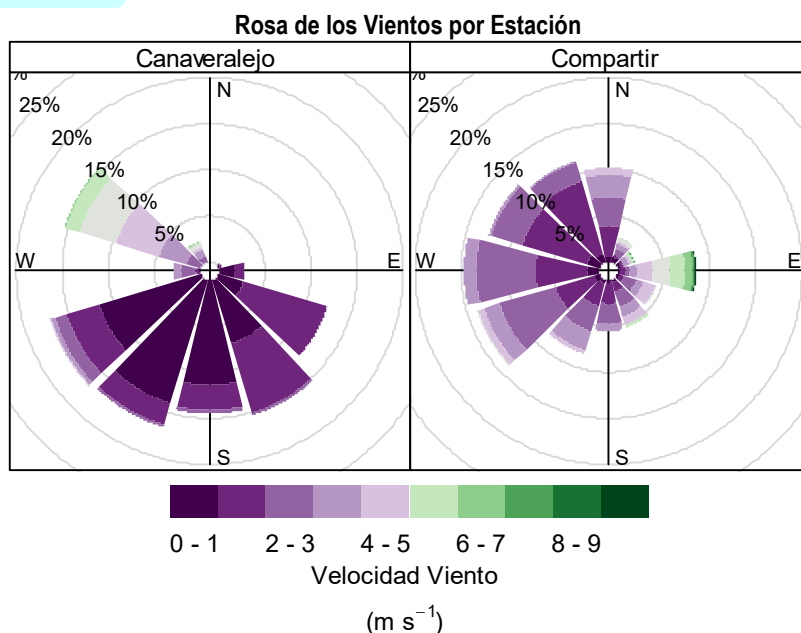


Grafico No.13 Rosa de los Vientos: C66-Carrera 66, CA-Cañaveralejo, CO-Compartir, JU-Juanambú y PP-Parque del Perro

5. En la gráfica 13 se presentan las Rosas de los Vientos en las estaciones del SVCASC que miden este parámetro.
 - a) En Cañaveralejo hay predominancia de vientos provenientes de la dirección Sur (SW-S-SE), con bajas velocidades, mientras que los vientos provenientes de la dirección NW, son de baja frecuencia, pero alcanzan velocidades de hasta 6 m/s.
 - b) En la estación Compartir, los vientos predominantes provienen de la dirección W y N, con velocidades de hasta 5 m/s. Se destacan vientos que provienen del SW, que se caracterizan por alcanzar velocidades de hasta 9 m/s
6. En la gráfica 14 se presentan los gráficos desagregados por día y hora durante el mes de la velocidad del viento para las estaciones Cañaveralejo y Compartir. Se puede observar claramente como existe un comportamiento diferenciado entre las 4 pm y las 9 pm en Cañaveralejo y Compartir, donde los vientos son los de mayores velocidades.

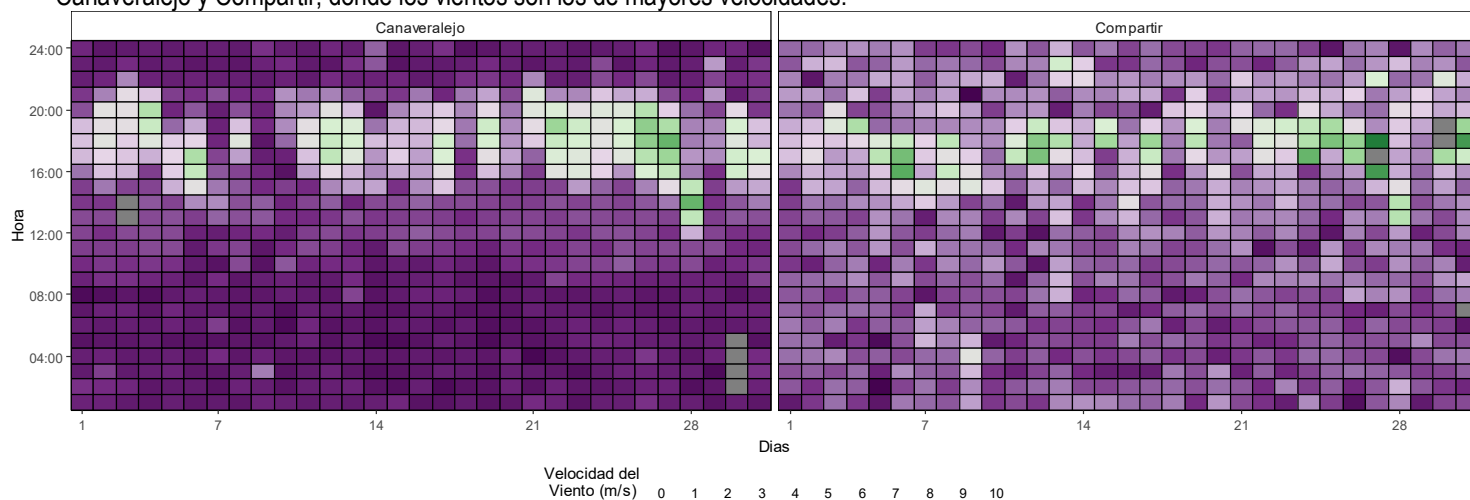
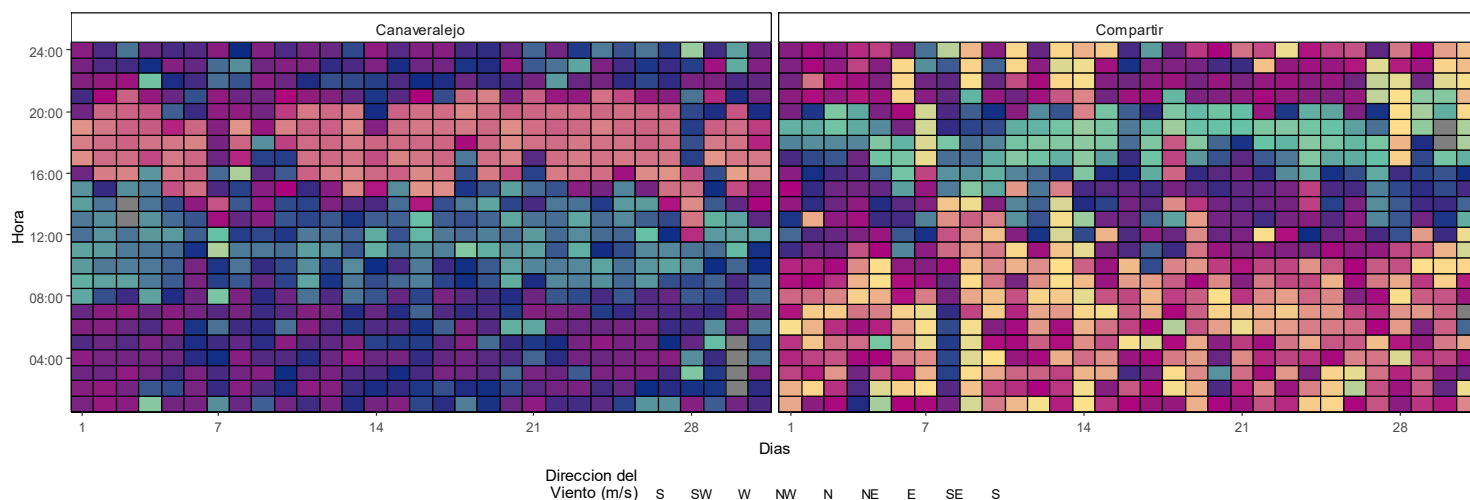


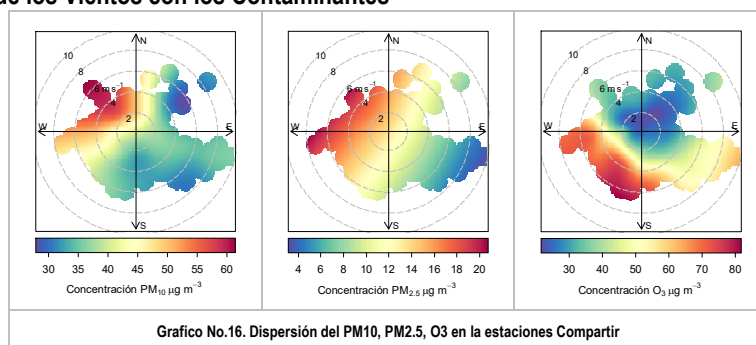
Grafico No.14 Velocidad del viento horaria en las estaciones del SVCASC

7. En la gráfica 15 presenta la dirección del viento (destino) discriminada por días y horas.
 - a) En Cañaveralejo hay 3 comportamientos: Entre la 1 y las 8 am y después de las 9 pm, los vientos van hacia el Norte-Noreste (tonalidad púrpura); entre las 9 y las 3 pm, van hacia el Oeste-NorOeste(tonalidad turquesa); finalmente entre las 4 y las 9 pm, soplan hacia el SurEste(tonalidad naranja).
 - b) En Compartir entre la 1 am y las 3 pm, los vientos soplan principalmente en la dirección Sur-SurEste-Este (tonalidad Amarillo-Naranja-Magenta); entre 4 y 8 pm los vientos cambian su dirección hacia el Norte-NorOeste (tonalidad azul-turquesa); finalmente, después de 9 pm, los vientos soplan hacia el Este-SurEste.



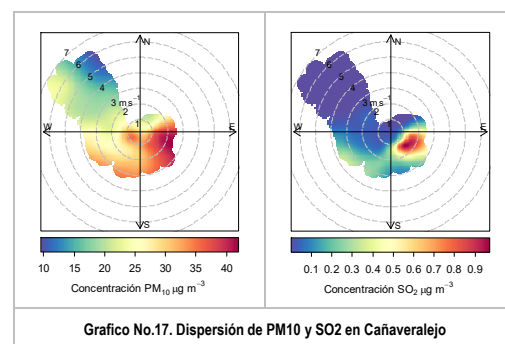
Correspondencia de los Vientos con los Contaminantes

8. **Compartir:** En la gráfica 16, se presenta la dispersión del PM₁₀, PM_{2.5} y ozono respectivamente, por el viento en la estación Compartir. Para el PM₁₀ y PM_{2.5}, las concentraciones más bajas son dispersadas por vientos provenientes del E, en todo el rango de velocidades. Por su parte, las concentraciones más altas tienen una baja dispersión a causa de vientos de baja velocidad provenientes del NW-W-SW.



Por otro lado, el ozono presenta un patrón de dispersión diferente. Los vientos de mediana velocidad provenientes del SW-S-SE dispersan el gas, mientras que las bajas concentraciones son transportadas por vientos de baja y media velocidad provenientes del WSW-NW-N-NE.

9. **Cañaveralaje:** En la gráfica 17 se presenta la dispersión de PM₁₀ y SO₂ respectivamente, por el viento en la estación. Se observa para ambos contaminantes, como la dispersión se da por vientos provenientes del NW. Las bajas concentraciones de PM₁₀ coinciden con vientos provenientes del NW en todo el rango de velocidades; en contraste, las altas concentraciones tienen poca dispersión por los vientos de baja velocidad provenientes del SE. En general, para el SO₂, la dispersión presenta un comportamiento similar.



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 que se reporta diario. 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.

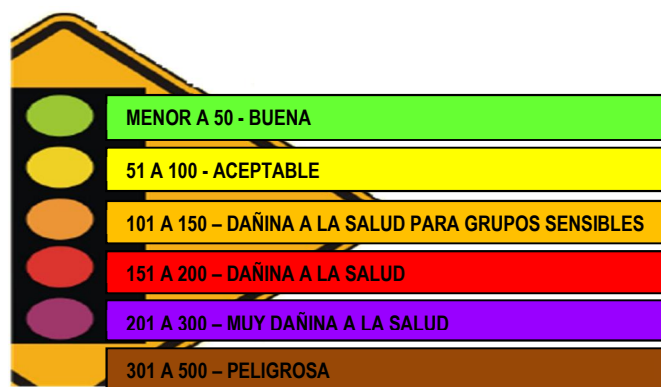
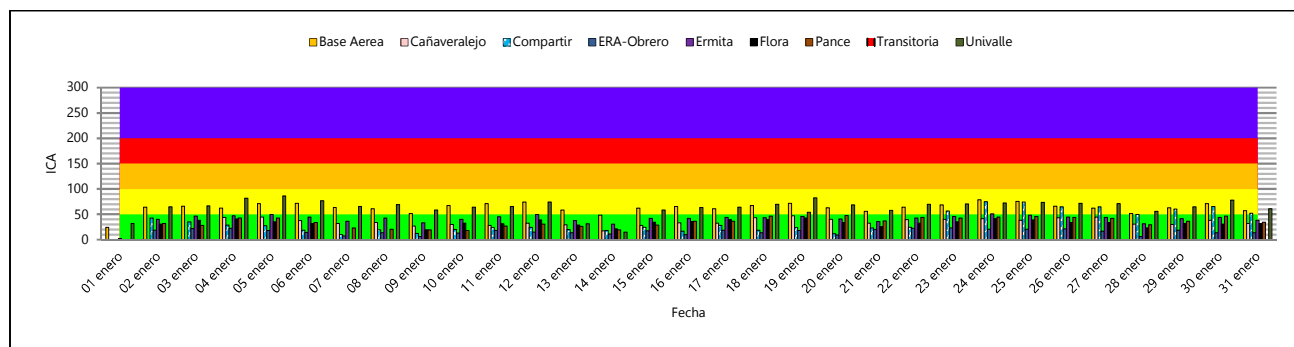


Tabla 4. Clasificación del Índice de Calidad del Aire

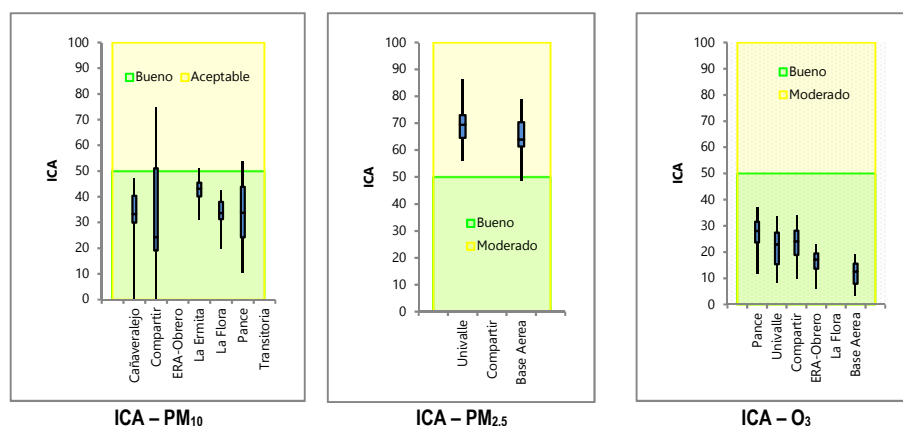
Para la elaboración del Índice de Calidad del Aire se tiene en cuenta los datos de Material Particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$ y Ozono Troposférico O_3 medidos en las estaciones La Flora (Norte) ERA-Obrero (Centro), Transitoria (Oriente) Univalle (Sur), La Ermita (Centro), Compartir (Oriente), Base Aérea – Acuarque, Pance y Cañavalejo



Gráfica 18. Índice de Calidad del aire clasificado por día del mes

La grafica 18 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 aceptable según lo obtenido por el ICA. La tabla 3 corrobora lo determinado en la gráfica 22.

La Gráfica 19 muestra el diagrama de cajas del comportamiento del ICA según el tipo de contaminante que lo genera. En este caso el ICA- $PM_{2.5}$ influye con Mayor peso en el incremento del ICA. En el caso del ICA- O_3 se observaron los valores más bajos de ICA y en su gran mayoría por debajo de 50 unidades (ICA-Buena).



Grafica No. 19. Diagrama de Cajas del Índice de Calidad del Aire

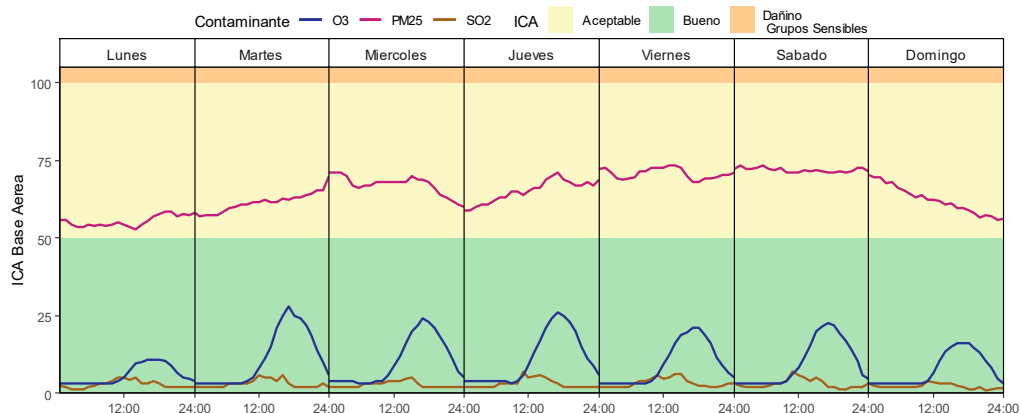
ESTACION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Base Aérea	24	64	66	62	71	72	63	61	51	68	71	74	59	48	62	65	61	67	72	63	56	64	68	79	76	66	62	52	63	71	58
Cañaveralejo	NA	NA	NA	44	44	38	32	34	27	30	28	32	30	18	28	33	33	43	47	40	33	40	40	41	39	44	45	31	30	38	32
Compartir	NA	43	35	29	28	19	10	19	12	20	24	25	20	18	24	17	28	19	24	12	23	24	57	75	74	65	65	50	60	66	52
ERA - Obrero	NA	19	22	23	18	14	7	14	6	13	18	15	14	11	18	10	19	14	18	10	20	23	23	20	21	21	17	6	19	14	14
La Ermita	2	40	46	47	50	45	37	42	33	40	45	50	38	31	42	42	44	44	46	41	36	43	46	51	49	45	44	32	41	44	38
La Flora	NA	31	38	41	35	32	NA	NA	20	33	31	39	29	22	35	36	39	40	43	34	26	32	35	41	39	34	34	23	32	31	32
Pance	NA	32	28	43	43	34	23	21	19	18	27	31	26	19	29	36	36	46	54	48	37	44	43	45	46	44	42	29	36	46	35
Transitoria	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Univalle	32	65	67	82	86	77	66	69	58	64	65	74	31	15	59	64	64	70	82	69	58	70	71	72	74	72	71	56	65	78	61

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 PM10, PM2.5 y O3). Con los datos horarios de ICA calculados anteriormente se determina el valor de ICA máximo horario por cada estación de monitoreo para posteriormente obtener el valor de ICA Diario a partir del Percentil 75 (tercer cuartil (75%)) de cada 24 datos de ICA horario que fueron calculados por estación y finalmente obtener el valor diario por estación. Se observó que para este mes el ICA se encontró entre 2 y 86 unidades ICA para las 9 zonas objeto de estudio. Según los resultados obtenidos en la tabla 5 se encontró que en la estación Base Aérea - Acuparque el porcentaje de valores de ICA-Moderado fue de 93.5%. Hay que tener en cuenta que en las estaciones donde se miden PM2.5 es donde se está registrando los valores más altos de ICA según lo mostrado en los diagramas de cajas de la gráfica 22. 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)

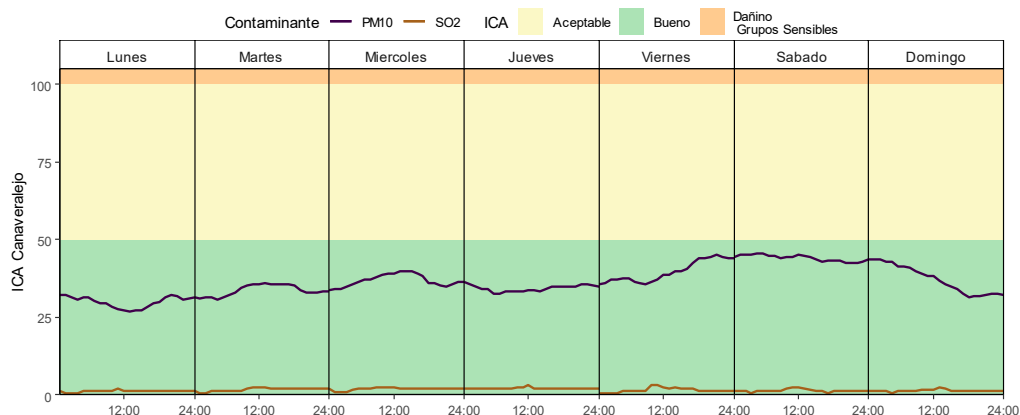
En las gráficas 23 a 30, se presentan las variaciones temporales del ICA por contaminante en las estaciones del SVCASC. Para cada día de la semana, se calculó el percentil 75 de cada hora. En general, se observa que el PM10 y el PM2.5 son los Mayores contribuyentes al Índice de Calidad del Aire, seguido por el ozono y en menor medida el óxido de azufre.

Base Aérea - Acuparque: El ICA en Base-Aérea fue predominantemente aceptable, a causa de los niveles de PM2.5, los cuales fueron menos favorables entre martes y miércoles, y de viernes a domingo. Los niveles de ozono y azufre permanecieron en la categoría de bueno..



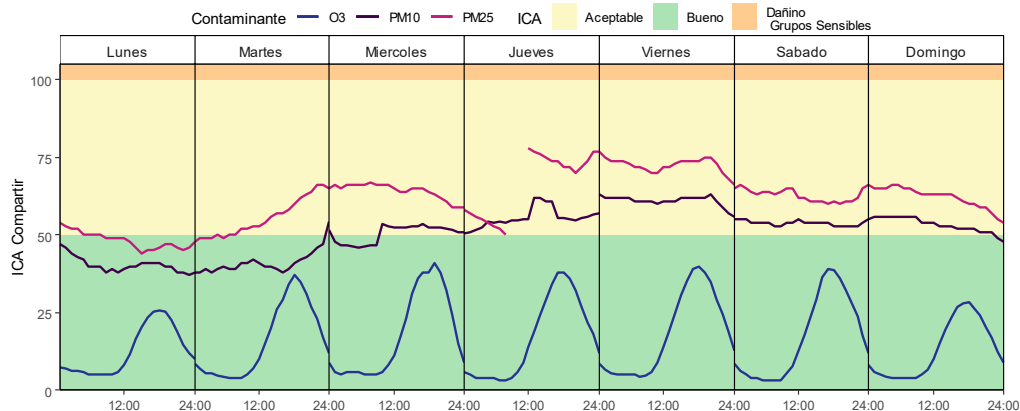
Gráfica No. 20. Comportamiento Semanal del Índice de Calidad del Aire – Base Aérea

Cañaveralejo: El ICA en esta estación estuvo en la categoría de bueno durante todo el mes. Se observa un incremento entre los jueves y entre sábado y domingo. Los niveles de SO2 medidos en la estación refieren siempre a valores muy bajos de ICA.



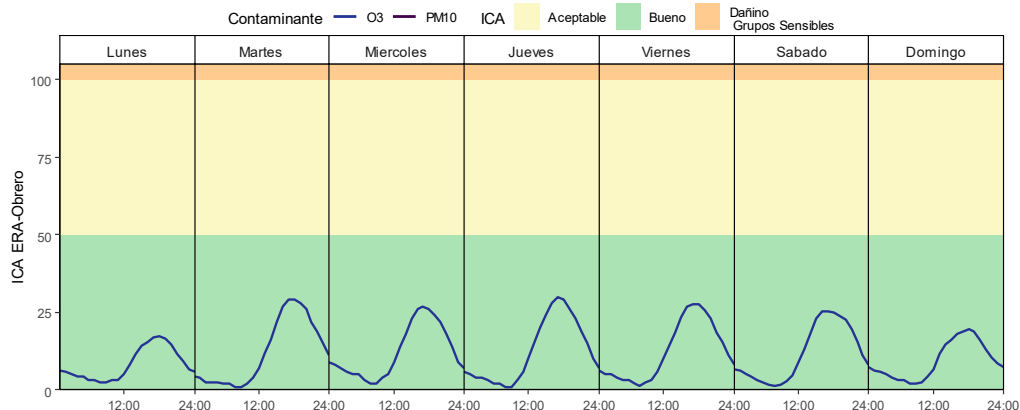
Gráfica No. 21. Comportamiento Semanal del Índice de Calidad del Aire – Cañaveralejo

Compartir: El ICA fue regido por el PM_{2.5} la mayor parte del tiempo, seguido del PM₁₀, los cuales refirieron a un ICA aceptable. Se observa como en ambos casos la tendencia es similar la mayor parte del tiempo. Los niveles de ozono en la estación estuvieron asociados a valores de ICA bueno.



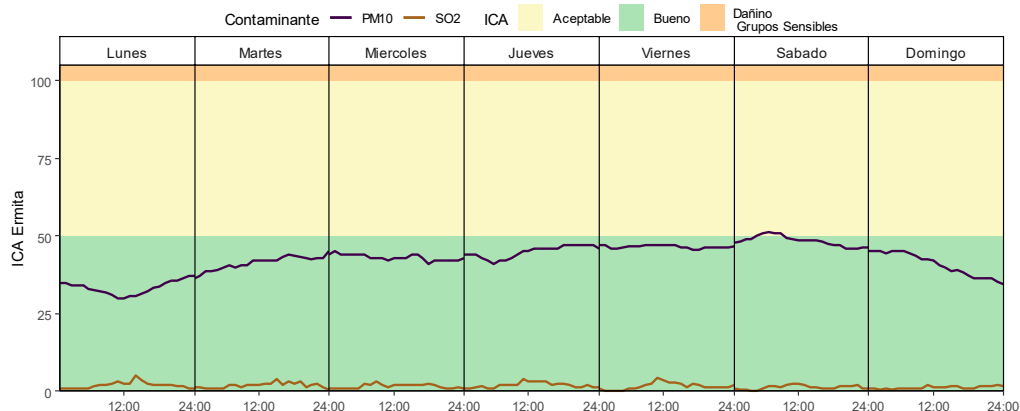
Gráfica No. 22. Comportamiento Semanal del Índice de Calidad del Aire – Compartir

ERA-Obrero: El ICA en esta estación estuvo en la categoría de bueno durante todo el mes.



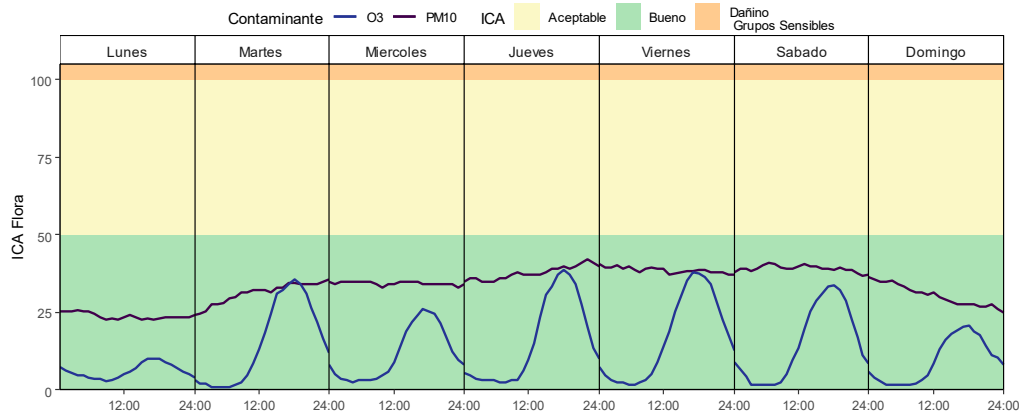
Gráfica No. 23. Comportamiento Semanal del Índice de Calidad del Aire – ERA

Ermita: El ICA en esta estación estuvo en la categoría de bueno durante todo el mes. Se observa un incremento entre jueves y sábado. Los niveles de SO₂ medidos en la estación refieren siempre a valores muy bajos de ICA.



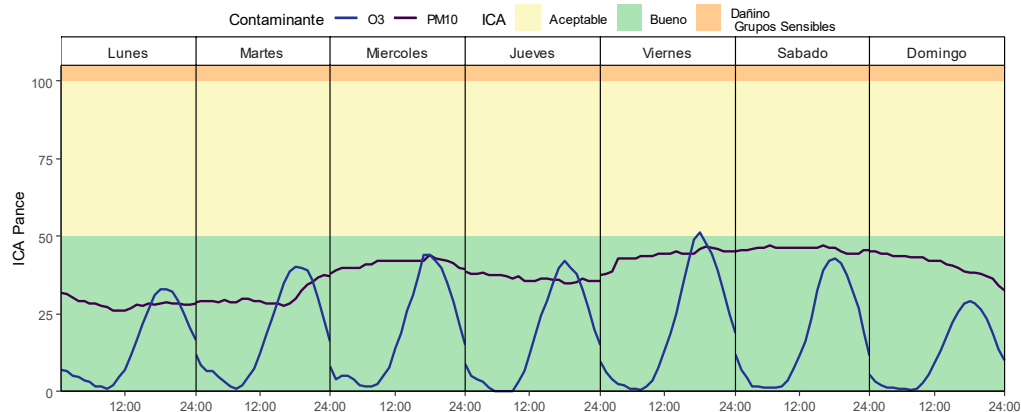
Gráfica No. 24. Comportamiento Semanal del Índice de Calidad del Aire – Ermita

Flora: El ICA en la estación fue bueno, donde el PM₁₀ fue el responsable de dichos valores. Se observó un leve incremento entre martes y jueves, mientras que la mejor calidad de aire, se reportó de sábado a lunes. En lo que respecta al ozono, los niveles de ICA fueron siempre buenos, destacándose el incremento después del mediodía.



Gráfica No. 25. Comportamiento Semanal del Índice de Calidad del Aire – Flora

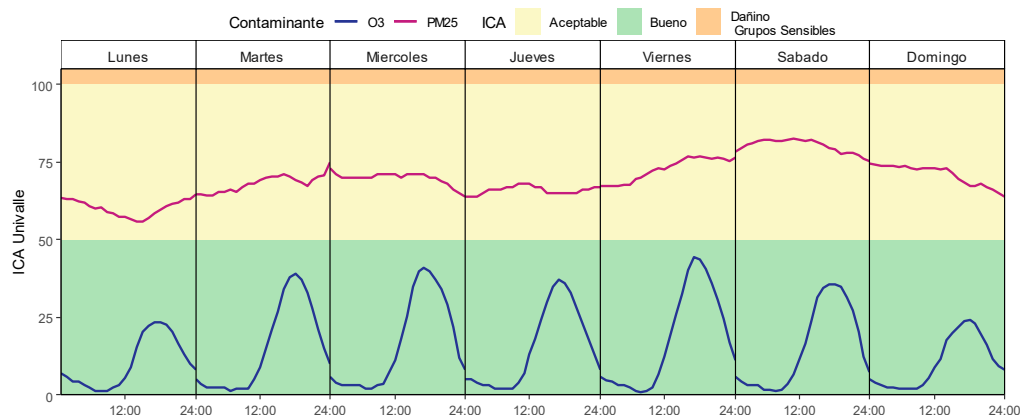
Pance: En esta estación, la calidad del aire se clasificó durante todo el mes como buena, salvo el día 19 donde alcanzó un ICA aceptable de 54. Se observa como el viernes, el ozono generó un ICA aceptable por encima del PM10.



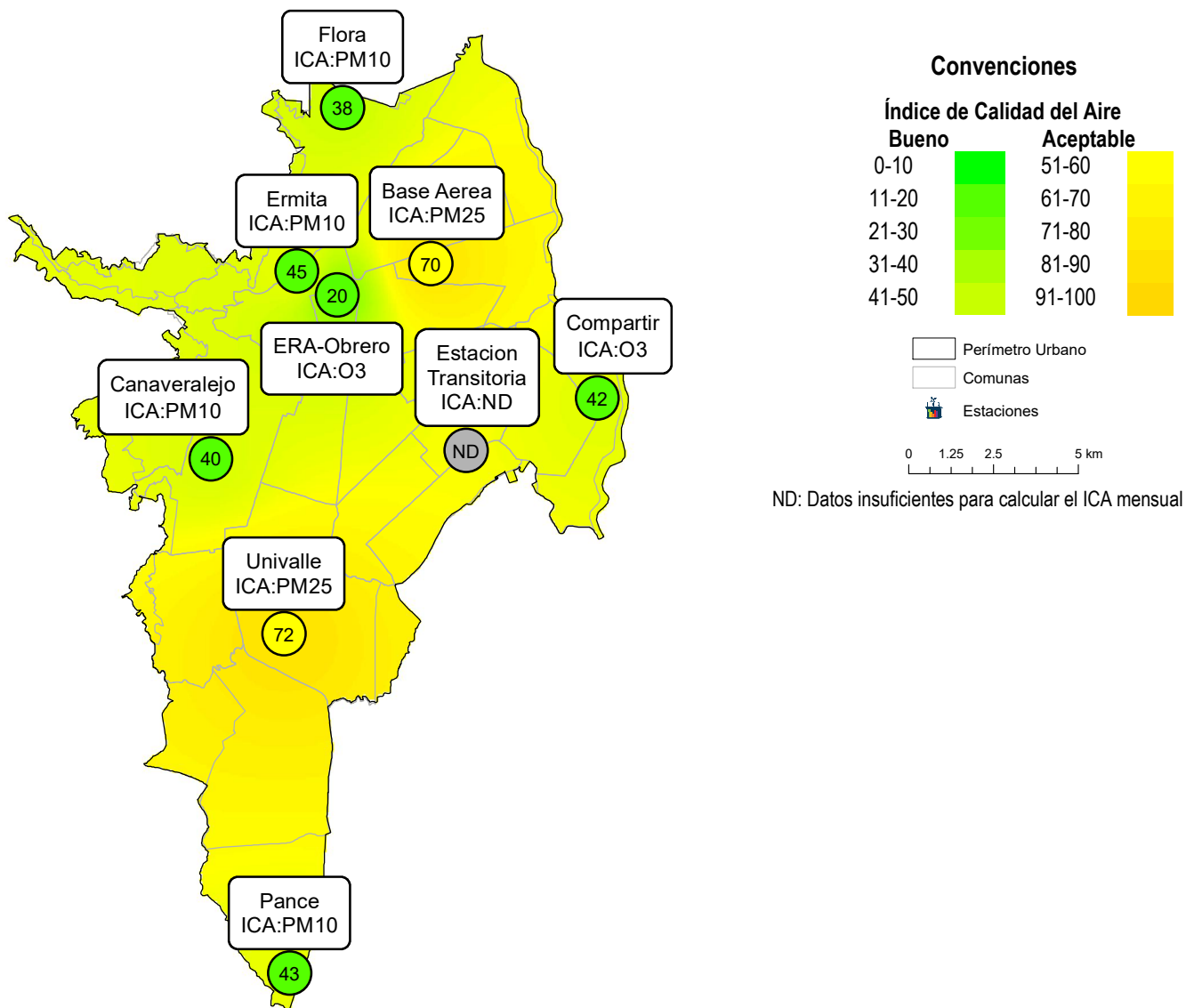
Gráfica No. 26. Comportamiento Semanal del Índice de Calidad del Aire – Pance

Transitoria: El Índice de Calidad del Aire no pudo ser determinado en la estación transitoria ya que el equipo actualmente toma muestras cada 72 horas días, por lo que no se puede calcular una media móvil de 24 horas para la determinación del ICA.

Univalle: La calidad del aire en la estación se clasificó principalmente durante el mes como aceptable, debido a que el PM₂₅ es el contaminante con mayor peso para la determinación del índice. El ICA fue más alto de viernes a sábado, mientras que de domingo a lunes, se dieron los valores más bajos. En lo que respecta al ozono, los valores del ICA fueron buenos.



Gráfica No. 27. Comportamiento Semanal del Índice de Calidad del Aire – Univalle



Grafica No. 28. Mapa del ICA en la ciudad de Cali- Mes Diciembre

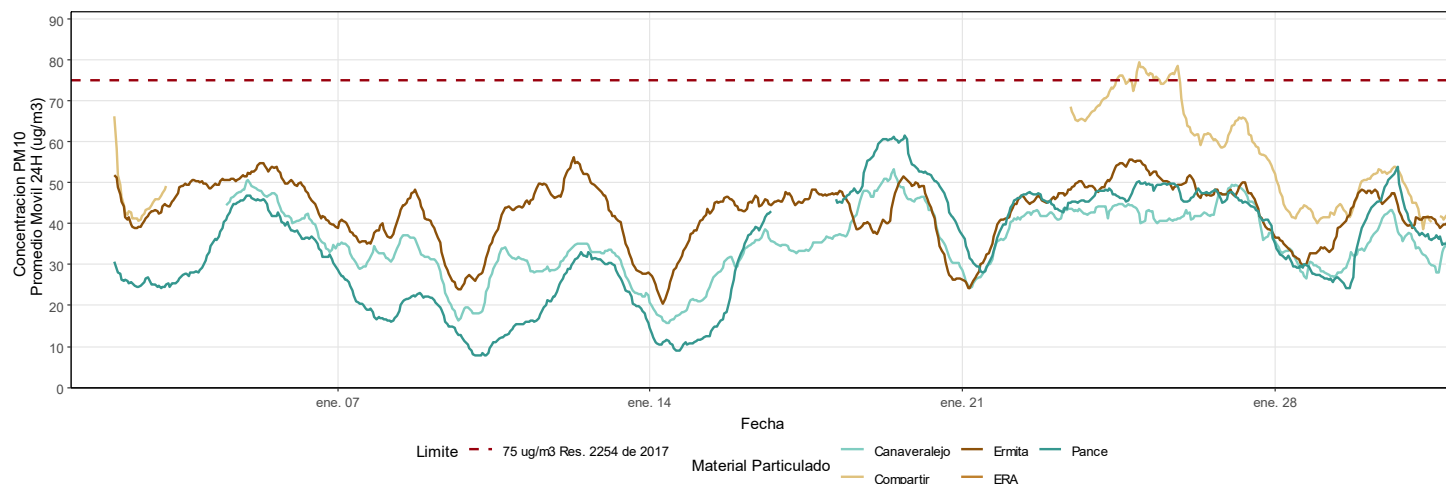
Finalmente, en la gráfica 28 se presenta el mapa con los valores mensuales del percentil 75 del Índice Calidad del Aire en cada estación, así como una interpolación indicativa del ICA a partir de los datos de las estaciones del SVCASC. Las estaciones Base Aérea, Compartir y Univalle presentaron el valor mensual aceptable de 83; en contraste Cañaveralajo, ERA-Obrero, Ermita y Pance registraron ICAs buenos.

8. COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LOS CONTAMINANTES

Material Particulado PM₁₀

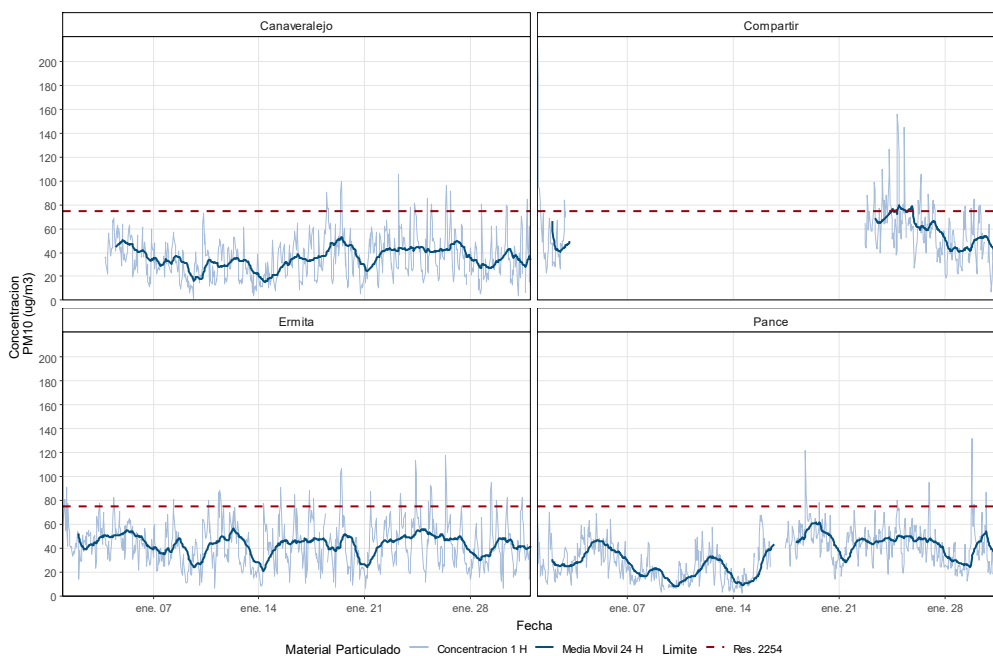
Comportamiento Mensual

En la gráfica 29 se muestra el comportamiento mensual de las medias móviles 24 horas para PM₁₀ en todas las estaciones, en relación al límite normativo. Este último fue actualizado por la Resolución 2254 de 2017, pasando de 100 a 75 µg/m³ a partir del 1° de Julio de 2018.



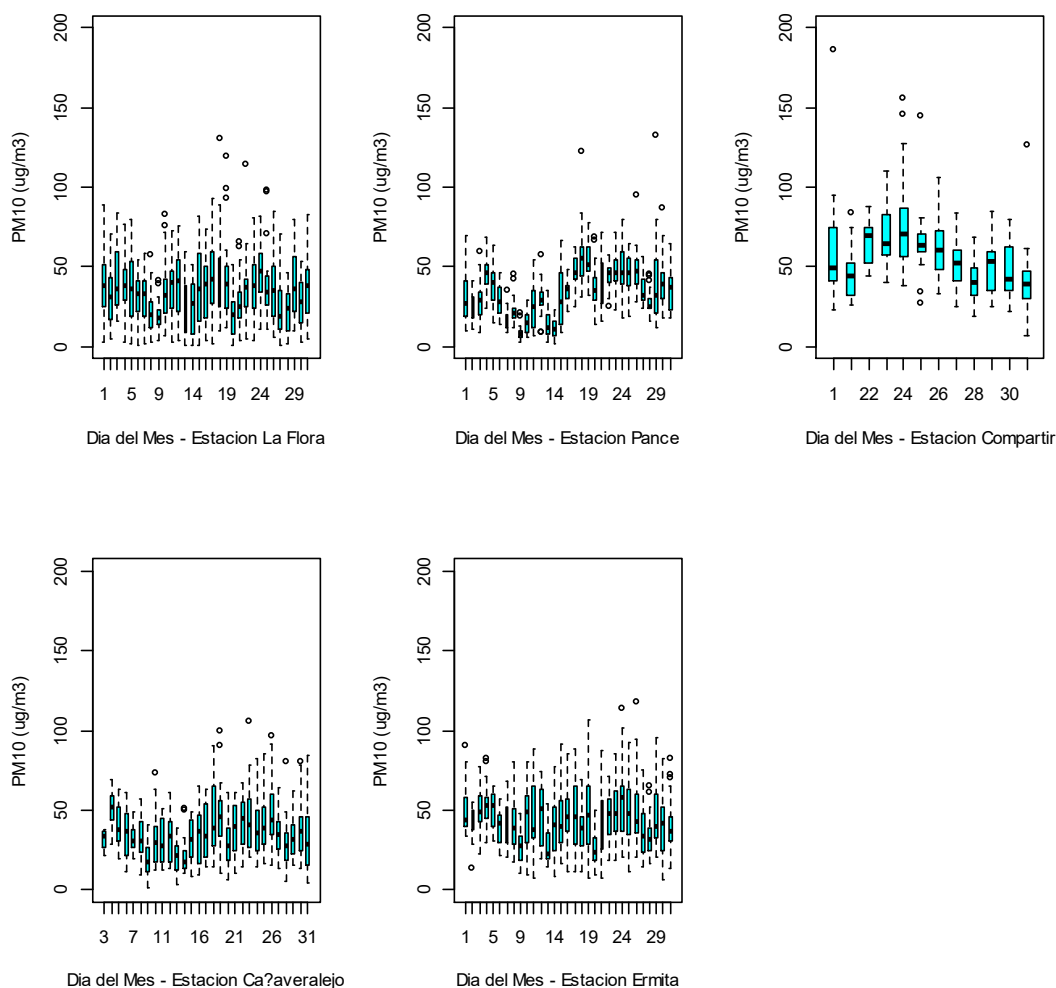
Gráfica No. 29. Comportamiento mensual de la media móvil 24 horas de PM₁₀ en las estaciones

Se puede observar entonces que, de manera general, el comportamiento del material particulado es similar en todas las estaciones de monitoreo. Esto es, que hay una correspondencia tanto en los incrementos como en los descensos en los niveles de PM₁₀. Se destaca las excedencias de la norma en la estación Compartir para un total de 25 horas de excedencias en todo el mes. Es decir, en ERA-Obrero hay un cumplimiento de la Norma del 89.2 % y en las demás estaciones, un cumplimiento del 100%.



Gráfica No. 30. Comportamiento mensual por Estaciones

En la gráfica 33 se presenta el comportamiento de las concentraciones horarias de material particulado, frente a las medias móviles 24 horas por cada estación. Se puede observar como a lo largo del mes, Pance presenta los valores más bajos; y en general la tendencia es similar. Es importante recordar que el límite normativo aplica para el tiempo de exposición de 24 horas (líneas Índigo), y no para los niveles horarios (líneas celestes).



Gráfica No.31. Diagrama de cajas y alambres del Material Particulado menor a 10 micras según el día durante el mes

La gráfica 31 muestra el comportamiento del promedio horario del Material Particulado PM_{10} según el día durante el mes en las estaciones La Flora, ERA-Obrero, Pance y La Ermita.

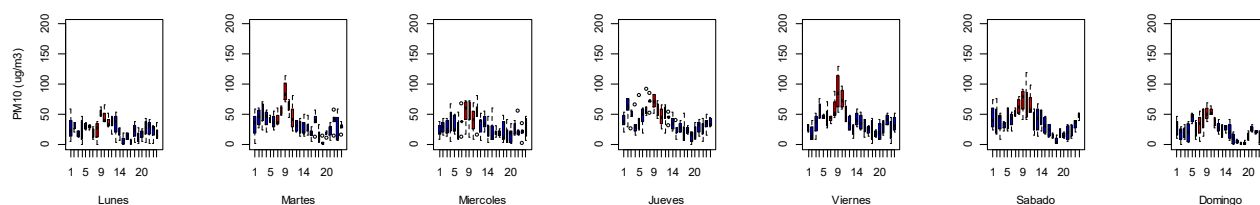
Flora: El día 18 de Enero se registraron las más altas concentraciones de PM_{10} .

Pance: El día 29 de Enero se registraron las más altas concentraciones de PM_{10} .

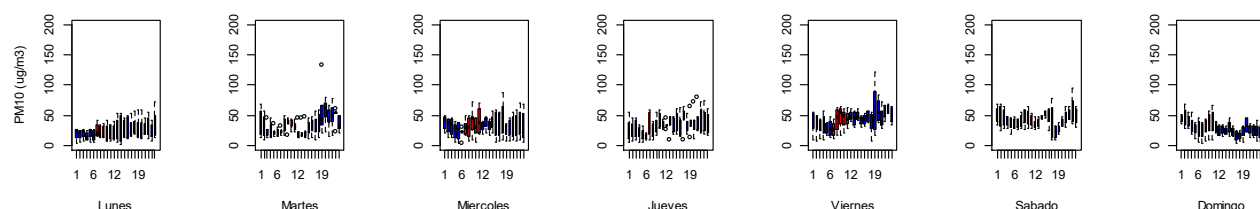
Cañaveralejo: El día 23 de Enero se registraron las más altas concentraciones de PM_{10} .

Ermita: El día 24 de Enero se registraron las más altas concentraciones de PM_{10} .

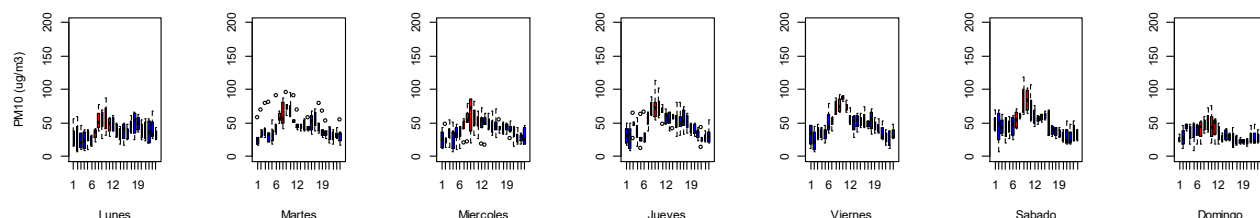
Comportamiento Semanal



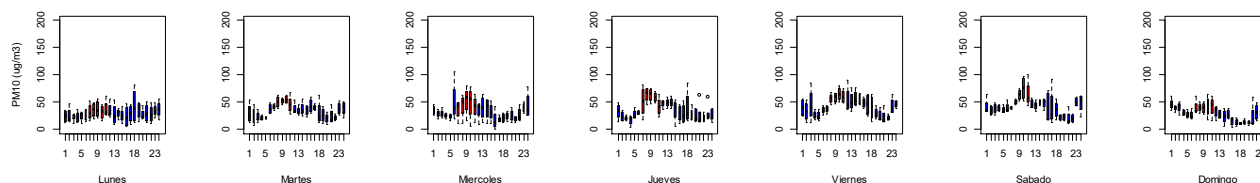
Gráfica No.32. Diagrama de cajas y alambres del Material Particulado PM₁₀ según la hora del día clasificado por día de la semana. Datos horarios- Estación Flora



Gráfica No.33. Diagrama de cajas y alambres del Material Particulado PM₁₀ según la hora del día clasificado por día de la semana. Datos horarios- Estación Pance



Gráfica No.34. Diagrama de cajas y alambres del Material Particulado PM₁₀ según la hora del día clasificado por día de la semana. Datos horarios- Estación Ermita



Gráfica No.35. Diagrama de cajas y alambres del Material Particulado PM₁₀ según la hora del día clasificado por día de la semana. Datos horarios- Estación Cañaveralejo

Flora: Según lo obtenido en la Gráfica 32, el PM₁₀ en esta estación se incrementa en las denominadas horas pico (7am -10 am). Los viernes se obtuvieron los valores más altos de este contaminante.

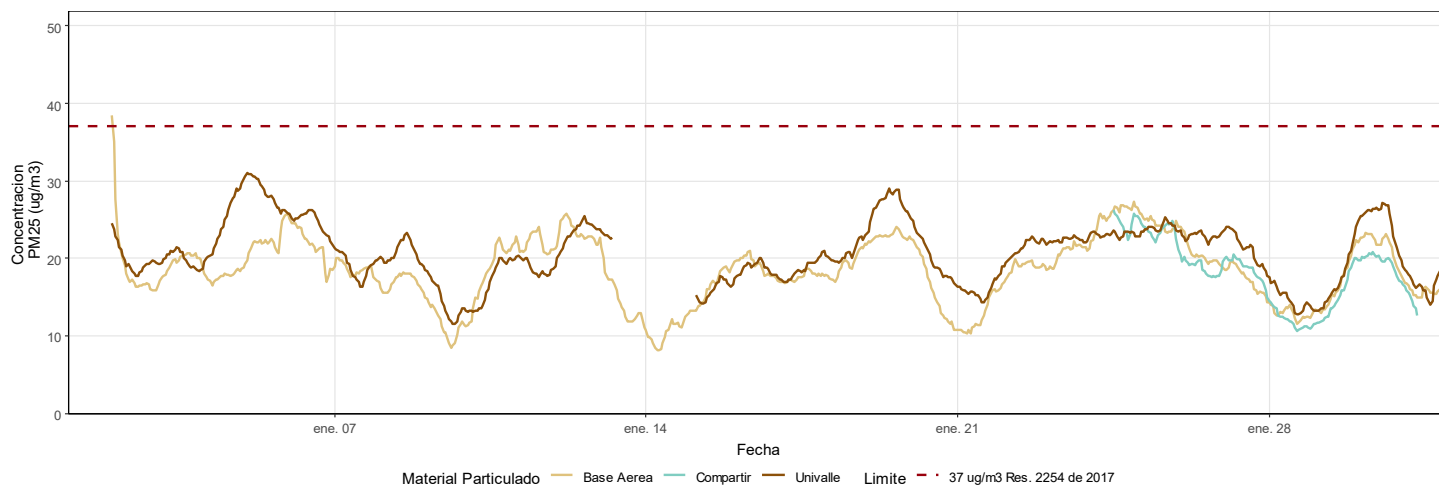
Pance: Según lo obtenido en la Gráfica 33, el PM₁₀ muestra una homogeneidad según el día de la semana. se observó un comportamiento homogéneo entre todos los días de la semana.

Ermita: Según lo obtenido en la Gráfica 34, el PM₁₀ en esta estación se incrementa en las denominadas horas pico (7am -10 am). Los viernes se obtuvieron los valores más altos de este contaminante.

Cañaveralejo: Según lo obtenido en la Gráfica 35, el PM₁₀ en esta estación se incrementa en las denominadas horas pico (7am -10 am). Los sábados se obtuvieron los valores más altos de este contaminante.

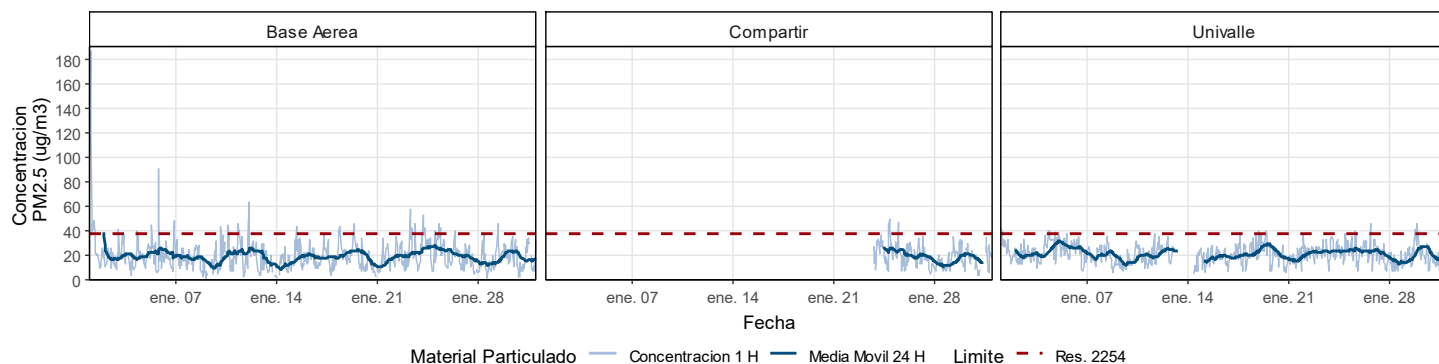
Material Particulado PM₂₅

Comportamiento Mensual



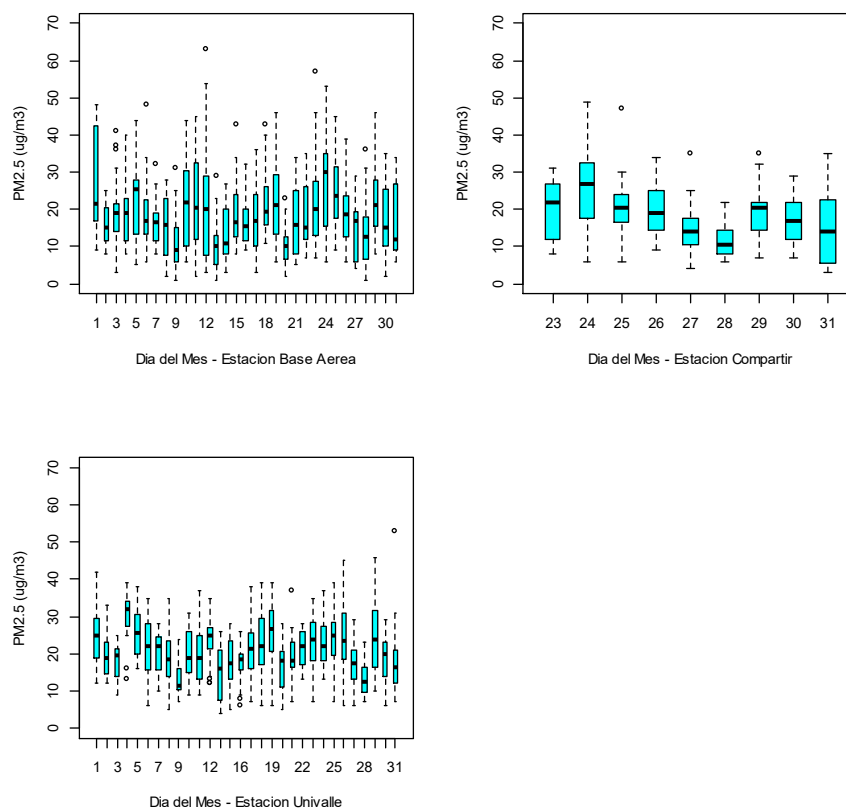
Grafica No. 36. Comportamiento mensual de la media móvil 24 horas de PM10 en las estaciones

En la gráfica 36 se puede observar entonces que, de manera general, el comportamiento del material particulado inferior a 2.5 micras similar en todas las estaciones de monitoreo. Base Aérea presentó un 0.1% de incumplimiento, correspondiente a 1 hora.



Grafica No. 37. Comportamiento mensual Base Aérea

En la gráfica 37 se presenta el comportamiento de las concentraciones horarias de material particulado, frente a las medias móviles 24 horas. Se puede observar como a lo largo del mes, los niveles de PM25 son más altos en Base Aérea; Base Aérea presenta la mayor variabilidad horaria. Es importante recordar que el límite normativo aplica para el tiempo de exposición de 24 horas (líneas azul), y no para los niveles horarios (líneas celestes).



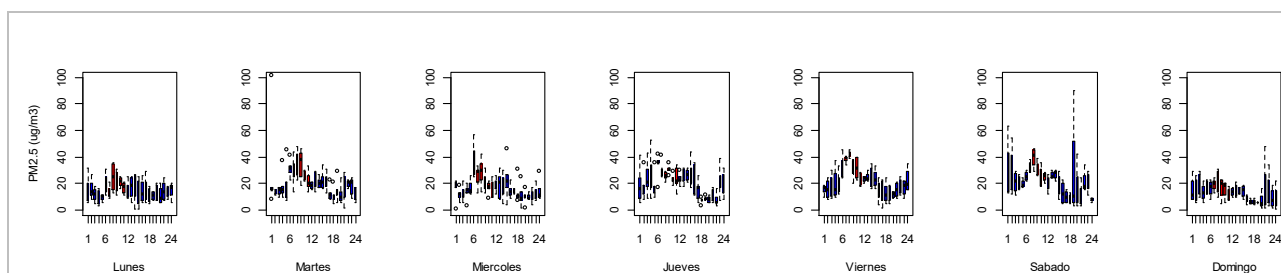
Grafica No.38. Diagrama de cajas y alambres del Material Particulado menor a 10 micras según el día durante el mes

La gráfica 38 muestra el comportamiento del promedio horario del Material Particulado PM_{10} según el día durante el mes en las estaciones La Flora, ERA-Obrero, Pance y La Ermita.

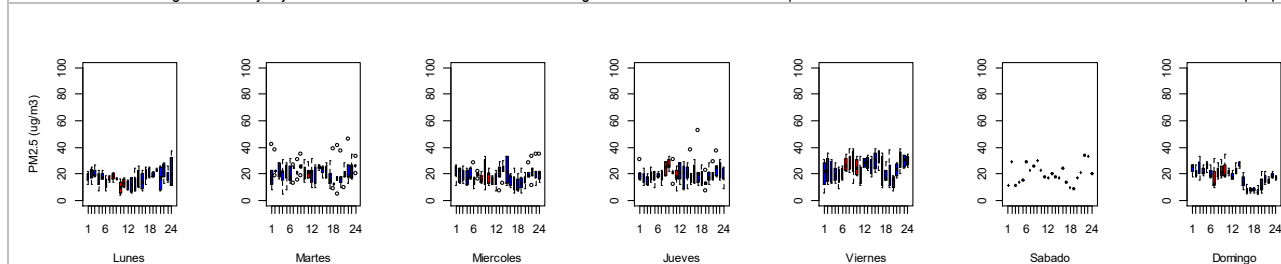
Base Aérea - Acuaparque: El día 12 de Enero se registraron las más altas concentraciones de $PM_{2.5}$.

Univalle: El día 29 de Enero se registraron las más altas concentraciones de $PM_{2.5}$. el pico mas alto se registró el 30 de enero.

Comportamiento Semanal



Grafica No.39. Diagrama de cajas y alambres del Material Particulado $PM_{2.5}$ según la hora del día clasificado por día de la semana. Datos horarios- Estación Base Aérea – Acuaparque



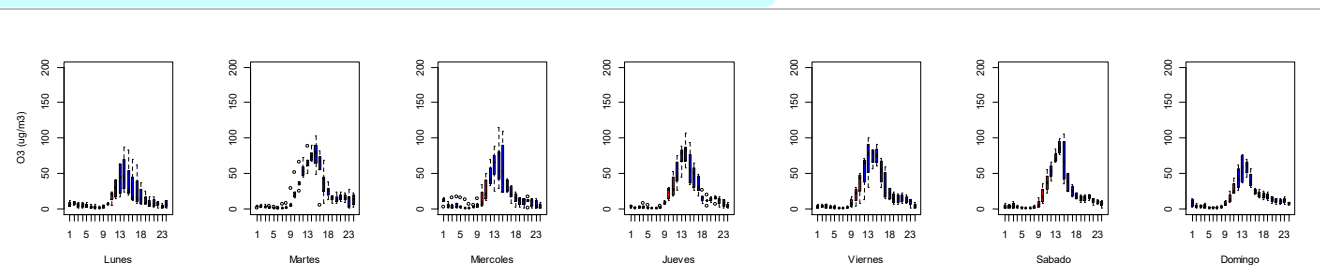
Grafica No.40. Diagrama de cajas y alambres del Material Particulado $PM_{2.5}$ según la hora del día clasificado por día de la semana. Datos horarios- Estación Univalle

Base Aérea - Acuaparque: Según lo obtenido en la Gráfica 39, el PM_{10} en esta estación se incrementa en las denominadas horas pico (7am -10 am). Los sabados se obtuvieron los valores más altos de este contaminante.

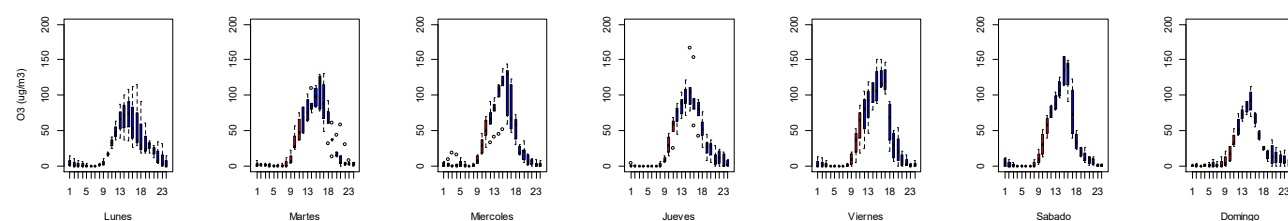
Univalle: Según lo obtenido en la Gráfica 40, el PM_{10} en esta estación muestra un comportamiento muy similar según el día de la semana,

Ozono Troposférico O_3

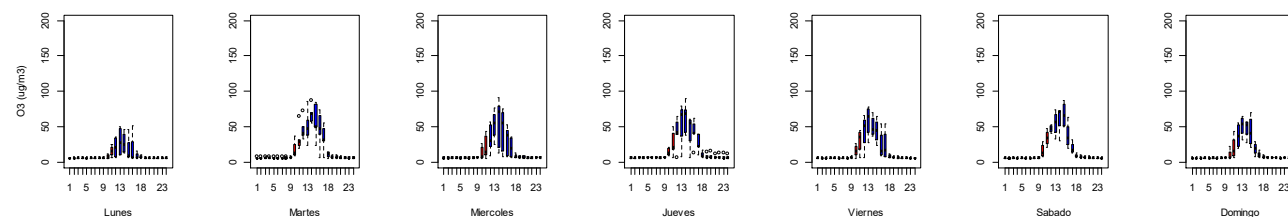
Comportamiento Semanal



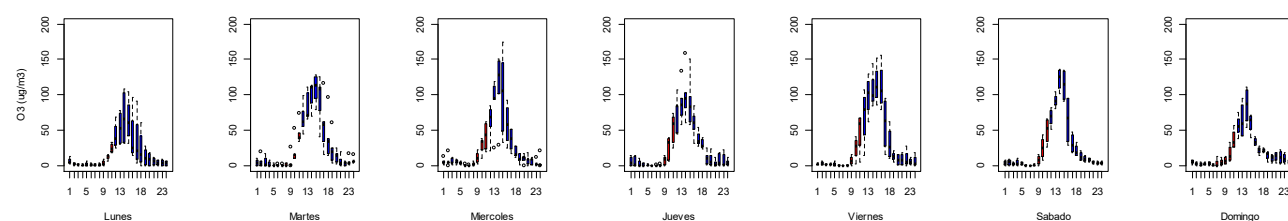
Gráfica No.41. Diagrama de cajas y alambres del Ozono Troposférico según la hora del día clasificado por día de la semana. Datos horarios- Estación ERA-Obrero



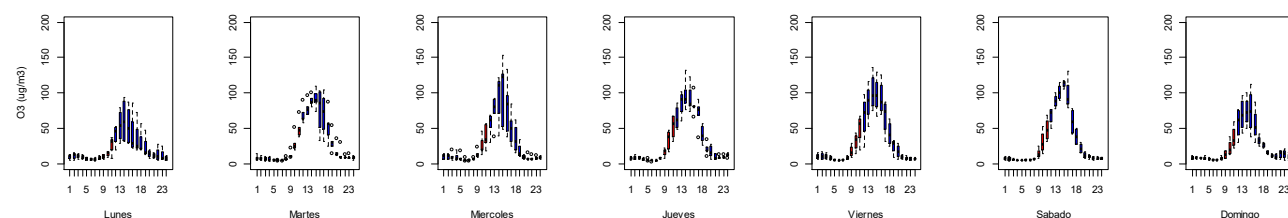
Gráfica No.42. Diagrama de cajas y alambres del Ozono Troposférico según la hora del día clasificado por día de la semana. Datos horarios- Estación Pance



Gráfica No.43. Diagrama de cajas y alambres del Ozono Troposférico según la hora del día clasificado por día de la semana. Datos horarios- Estación Base Aérea - Acuaparque



Gráfica No.44. Diagrama de cajas y alambres del Ozono Troposférico según la hora del día clasificado por día de la semana. Datos horarios- Estación Univalle



Gráfica No.45. Diagrama de cajas y alambres del Ozono Troposférico según la hora del día clasificado por día de la semana. Datos horarios- Estación Compartir

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.

ERA-Obrero: Según lo obtenido en la Gráfica 41, el O₃ en esta estación se incrementa 11 am y las 4pm. Visualmente no se evidenciaron diferencias significativas si se comparan a cada uno de los días de la semana

Pance: Según lo obtenido en la Gráfica 42, el O₃ en esta estación se incrementa 11 am y las 4pm. Visualmente no se evidenciaron diferencias significativas si se comparan a cada uno de los días de la semana

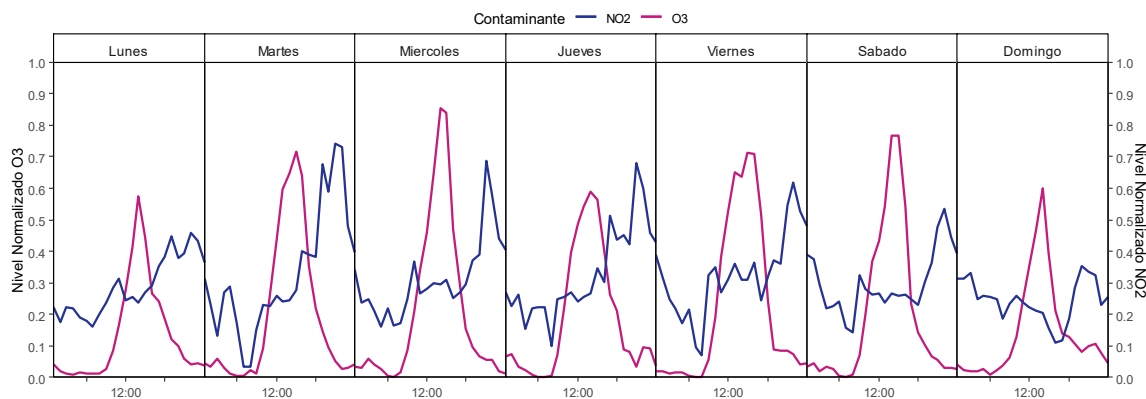
Base Aérea - Acuparque: Según lo obtenido en la Gráfica 43, el O₃ en esta estación se incrementa 11 am y las 4pm. Visualmente no se evidenciaron diferencias significativas si se comparan a cada uno de los días de la semana

Univalle: Según lo obtenido en la Gráfica 44, 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

Compartir: Según lo obtenido en la Gráfica 45, 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

Ozono Troposférico Vs Dióxido de Nitrógeno: En la Gráfica No. 46 se presentan los niveles normalizados de ozono y óxido de nitrógeno, ya que la diferencia de escala entre ambos contaminantes, no permite su correcta visualización y comparación. Se observa entonces que el incremento de los niveles O₃ ozono, coinciden con el máximo de NO₂ 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 O₃ descienden tanto por la disminución de la radiación solar, como por el incremento vespertino de los niveles de NO₂, que consumen el ozono, a través de reacciones secundarias en la atmósfera.

Se observa como los días jueves y domingo, los niveles de NO₂ en las mañanas fueron inferiores al resto de los días; mientras que el día domingo se registraron los menores niveles de ozono.

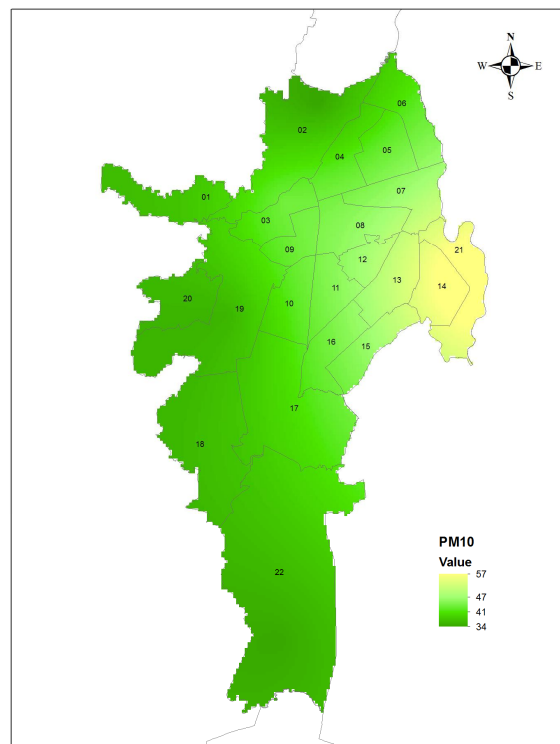


Gráfica No.46. Comportamiento temporal del PM10 en las estaciones

9. MAPA DE CONTAMINACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO PM10

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

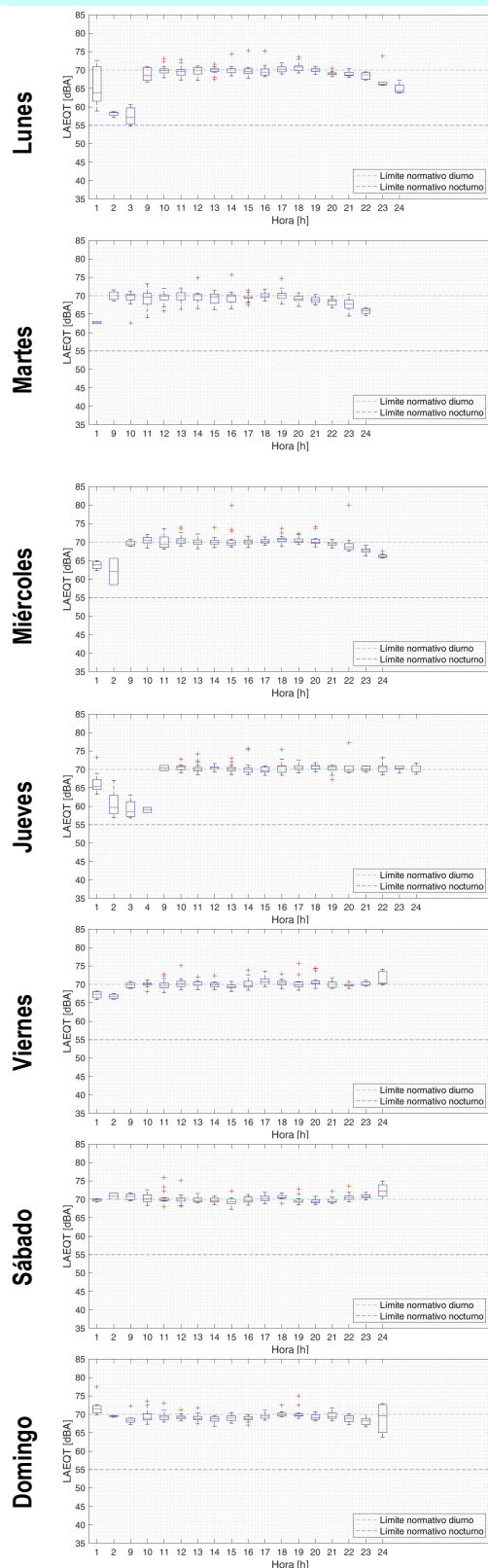
Como se puede evidenciar en el mapa de predicción e interpolación del material particulado PM10, la zona en donde se registró los valores más altos de este contaminante es la zona centro y oriente de la ciudad con un promedio mensual que oscila los 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Grafica No. 47. Mapa de Cali con la estimación del PM10 promedio mensual haciendo uso del Kriging espacial

11. RUIDO AMBIENTAL

11.1. Comportamiento horario del LAEQT en función del día de la semana – Estación Carrera 66 – Enero 2019



Gráfica No. 48. Comportamiento horario del LAEQT en función del día de la semana durante el mes de Enero de 2019 en la estación Carrera 66.

Porcentajes de cumplimiento normativo (%)

Día	Hora																								Total día															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24																
Lunes	0,0	0,0	33,3							66,7	50,0	62,5	50,0	37,5	50,0	68,8	68,8	97,5	33,3	50,0	51,7	83,3	0,0	0,0	0,0	47,9														
Martes										42,9	40,0	60,0	60,0	45,0	45,0	60,0	65,0	75,0	45,0	45,0	77,8	81,3	0,0	0,0	0,0	50,2														
Miércoles	0,0	0,0								75,0	25,0	60,0	35,0	50,0	50,0	55,0	45,0	45,0	10,0	30,0	60,0	72,7	0,0	0,0	0,0	38,6														
Jueves	0,0	0,0	0,0	0,0						50,0	23,1	50,0	15,0	40,0	50,0	60,0	40,0	25,0	15,0	27,8	56,3	43,8	0,0	0,0	0,0	29,7														
Viernes	0,0	0,0								60,0	36,4	56,3	37,5	37,5	50,0	81,3	62,5	25,0	25,0	50,0	23,1	50,0	0,0	0,0	0,0	39,2														
Sábado	0,0	0,0								23,8	25,0	42,9	20,0	68,8	62,5	68,8	56,3	27,5	5,8	68,8	75,0	75,0	0,0	0,0	0,0	45,0														
Domingo	0,0	0,0								85,7	75,0	81,3	67,5	81,3	100,0	83,3	100,0	75,0	52,5	88,9	83,3	52,5	0,0	0,0	0,0	67,1														
Total Semana	0,0	0,0	14,3	0,0						61,8	43,6	62,1	46,8	50,8	57,3	66,9	61,3	46,0	27,4	47,5	66,7	67,3	0,0	0,0	0,0	45,1														
									0% - 25%								25% - 50%								50% - 75%								75% - 100%							

Tabla 6. Porcentajes de cumplimiento normativo en función del día de la semana durante el mes de Enero de 2019 en la estación Carrera 66.

Promedio energético de los Niveles de Presión Sonora (dBA)

Día	Hora																								Total día
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Lunes	68,3	58,2	58,2						69,1	70,3	69,8	69,9	70,0	70,3	70,3	70,2	70,4	70,0	70,0	69,1	69,0	68,6	68,7	65,2	69,7
Martes	62,7								70,1	69,8	69,6	69,6	69,9	70,0	69,5	70,1	69,7	70,1	70,4	69,3	69,0	68,4	67,9	65,9	69,6
Miércoles	63,9	63,1							69,2	70,4	70,1	70,8	70,1	70,2	70,2	70,1	69,2	70,9	70,5	70,8	69,6	71,9	67,7	66,3	70,3
Jueves	67,3	62,4	60,0	59,1					70,5	70,6	70,5	70,4	70,4	70,5	69,9	70,8	70,5	70,7	70,3	71,1	70,2	70,7	70,4	70,3	70,3
Viernes	67,3	66,8							69,9	70,1	70,2	70,7	70,2	70,0	69,5	70,4	71,2	70,5	70,8	71,1	69,8	70,2	71,8	70,4	70,4
Sábado	69,8	70,9							70,8	70,5	70,9	70,5	70,9	69,9	69,8	69,6	69,9	70,3	70,7	69,9	69,5	69,8	70,8	70,9	72,7
Domingo	72,8	69,5							69,1	69,8	69,6	69,3	69,2	68,7	69,0	68,9	69,6	70,1	70,5	69,3	69,7	68,9	68,3	70,3	69,6
Total Semana	69,0	66,3	59,3	59,1					69,8	70,2	70,2	70,2	70,0	70,1	70,1	70,1	70,3	70,6	70,4	70,1	69,7	70,1	69,4	70,0	70,3

Tabla 7. Promedio energético de los niveles de presión sonora en función del día de la semana durante Enero de 2019 en la estación Carrera 66.

Niveles de excedencia respecto a la normativa nacional (dBA)

Día	Hora																								Total día
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Lunes	19,1	3,2	3,2						-0,9	0,5	-0,2	-0,1	0,0	0,2	0,3	0,2	0,1	0,9	0,0	-0,9	-1,0	14,6	11,7	10,4	1,9
Martes	7,7								0,1	0,2	0,4	0,4	0,1	0,0	0,5	0,1	0,3	0,1	0,4	0,7	1,0	13,4	12,9	10,9	1,8
Miércoles	8,9	8,4							0,3	0,6	0,4	0,8	0,1	0,3	1,7	0,1	0,2	0,9	0,5	0,6	0,4	16,6	12,7	11,3	2,5
Jueves	12,3	7,4	5,0	4,1					0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	0,9	0,1	0,8	0,5	0,7	0,3	1,1	0,2	15,7	15,4	15,5	2,5
Viernes	12,3	11,8							-0,1	0,1	0,2	0,7	0,2	0,0	-0,5	0,4	1,2	0,5	0,8	1,1	0,1	14,8	15,2	16,8	2,6
Sábado	14,8	15,9							0,8	0,5	0,9	0,5	-0,1	-0,2	-0,4	-0,1	0,3	0,7	-0,1	-0,5	-0,2	15,8	15,9	17,7	2,6
Domingo	17,9	14,2							-0,5	-0,2	-0,4	-0,7	-0,8	-1,3	-1,0	-1,1	-0,4	0,1	0,5	-0,7	-0,3	13,9	13,3	15,3	1,8
Total Semana	14,0	11,4	4,3	4,1					-0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1	0,3	0,6	0,4	0,1	-0,3	14,1	14,4	15,0	2,5

Tabla 8. Niveles de excedencia respecto a la normativa nacional en función del día de la semana durante Enero de 2019 en la estación Carrera 66.

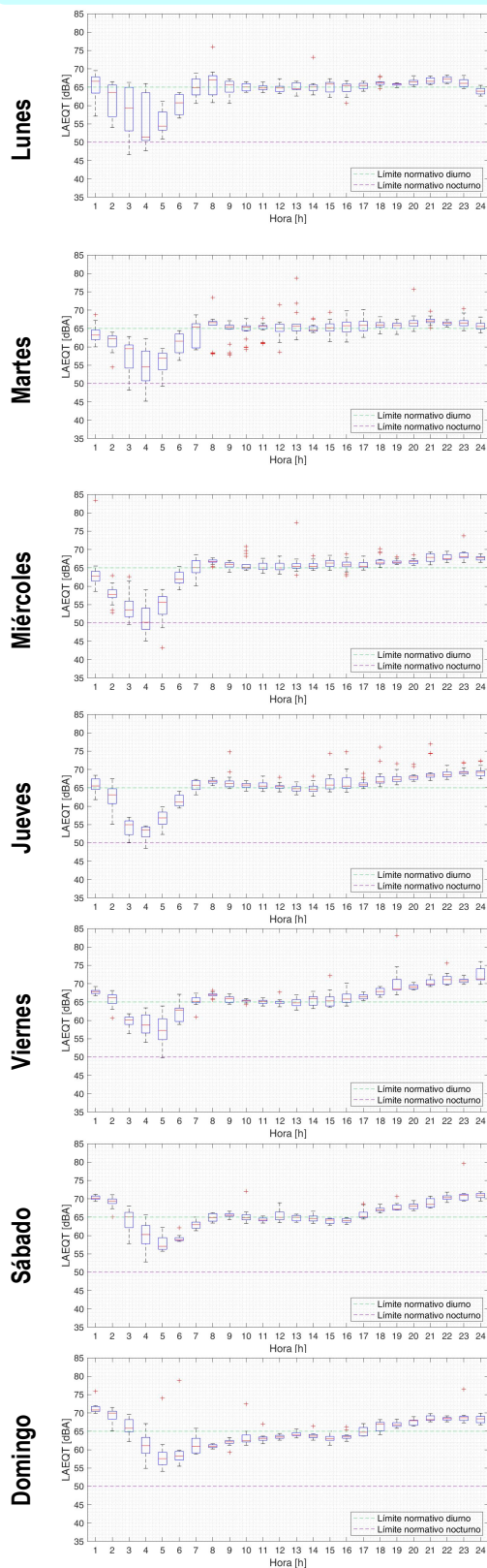
La Gráfica 48 presenta el comportamiento horario del nivel de ruido ambiental en función del día de la semana en la estación Carrera 66 durante el mes de Enero de 2019. El conjunto de datos a partir del cual se obtiene tal información corresponde con mediciones continuas del LAEQT, nivel equivalente con ponderación 'A' medido en intervalos quince minutales.

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 información recopilada y los estándares normativos descritos se reportan los porcentajes de cumplimiento normativo, el promedio energético de los niveles de presión sonora y los niveles de excedencia respecto a la normativa nacional de los niveles LAEQT, todos ellos en función de la hora y día de la semana. El porcentaje de datos válidos del parámetro LAEQT a partir del cual se reporta la información presentada para la estación Carrera 66 en el mes de Enero de 2019 es del 58.3%.

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 45.1% en todo el conjunto de valores reportados para el mes de Enero. 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.

11.2. Comportamiento horario del LAEQT en función del día de la semana – Estación Parque del Perro – Enero 2019



Gráfica No. 49. Comportamiento horario del LAEQT en función del día de la semana durante el mes de Enero de 2019 en la estación Parque del Perro

Porcentajes de cumplimiento normativo (%)

Día	Hora																								Total día	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
Lunes	0,0	0,0	0,0	8,3	18,2	0,0	0,0	0,0	44,4	44,3	33,0	50,0	58,3	66,7	58,3	41,7	33,3	33,3	33,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,6
Martes	0,0	0,0	16,7	25,0	8,3	0,0	0,0	23,2	30,0	35,0	25,0	45,0	47,1	56,3	42,1	45,0	40,0	20,0	25,0	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,6
Miércoles	0,0	0,0	5,0	60,0	12,5	0,0	0,0	0,0	18,8	40,0	45,0	50,0	21,5	11,1	18,8	15,0	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,6
Jueves	0,0	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	15,0	20,0	20,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	13,6
Viernes	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0	25,0	16,7	41,7	41,7	50,0	41,7	41,7	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,2
Sábado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0	16,7	50,0	83,3	50,0	50,0	66,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	25,6
Domingo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	83,3	91,7	100,0	83,3	91,7	91,7	83,3	50,0	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,2
Total Semana	0,0	0,0	4,3	15,4	4,8	0,0	0,0	0,0	27,4	30,8	38,9	50,0	51,9	52,0	55,0	48,5	44,4	24,1	6,5	5,6	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0
								0% - 25%					25% - 50%					50% - 75%					75% - 100%			

0% - 25% 25% - 50% 50% - 75% 75% - 100%

Tabla 9. Porcentajes de cumplimiento normativo en función del día de la semana durante el mes de Enero de 2019 en la estación Parque del Perro.

Promedio energético de los Niveles de Presión Sonora (dBA)

Día	Hora																								Total día	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
Lunes	66,1	63,4	62,2	60,7	56,8	61,1	65,7	69,0	65,5	65,2	64,9	64,9	65,1	66,5	65,5	65,1	65,1	66,3	65,8	66,5	66,9	67,2	66,3	64,0	65,4	65,4
Martes	64,3	61,7	59,1	57,1	56,7	61,7	65,3	66,7	64,9	65,1	65,2	65,7	69,2	65,2	65,5	66,0	66,5	65,9	65,8	67,8	67,2	66,4	67,0	65,8	65,8	65,8
Miércoles	71,1	58,4	56,2	53,1	55,6	62,6	65,6	66,8	65,8	66,4	65,3	65,6	68,1	65,7	66,4	66,0	65,9	67,0	66,7	66,7	67,9	68,0	68,8	67,8	66,3	66,3
Jueves	66,9	63,5	54,6	53,2	57,1	61,0	65,6	66,7	67,5	65,7	65,8	65,4	65,0	65,0	67,2	67,6	66,2	68,6	67,8	68,2	69,2	68,8	69,5	69,5	65,0	65,0
Viernes	67,8	66,9	66,0	59,2	53,9	52,6	65,5	67,0	69,8	65,3	65,3	65,2	65,0	65,6	66,6	66,6	66,6	67,9	66,9	66,9	69,2	69,2	69,2	69,2	69,2	69,2
Sábado	70,3	69,3	65,1	61,3	58,4	59,8	63,1	65,0	65,6	66,7	64,8	65,7	64,8	64,8	64,0	64,1	66,0	67,1	67,8	68,0	69,0	70,4	72,6	70,9	67,3	67,3
Domingo	71,6	69,6	66,7	62,4	64,2	68,4	61,9	61,0	62,1	63,2	63,3	63,3	64,3	63,9	63,1	63,8	63,2	66,6	66,6	67,6	68,5	68,4	70,4	68,4	66,7	66,7
Total Semana	69,1	65,7	62,1	59,1	59,3	63,7	65,0	66,5	65,7	65,7	65,1	65,3	66,5	65,3	65,8	66,0	66,0	67,2	68,6	67,8	68,7	68,9	69,2	66,6	66,6	66,6
	<div><div></div><div><35</div><div>35-40</div><div>40-45</div><div>45-50</div><div>50-55</div><div>55-60</div><div>60-65</div><div>65-70</div><div>70-75</div><div>75-80</div><div>>80</div></div>																									

<35 35-40 40-45 45-50 50-55 55-60 60-65 65-70 70-75 75-80 >80

Tabla 10. Promedio energético de los niveles de presión sonora en función del día de la semana durante Enero de 2019 en la estación P. del Perro.

Niveles de excedencia respecto a la normativa nacional (dBA)

Día	Hora																								Total día
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Lunes	16,4	13,4	12,2	10,7	6,8	11,1	15,7	4,0	0,5	0,2	0,1	0,1	0,1	1,5	0,5	0,1	0,4	1,3	0,8	1,5	1,9	1,2	16,3	14,0	2,6
Martes	14,3	11,7	9,1	7,1	6,7	11,7	15,3	1,7	-0,1	0,1	0,2	0,7	4,2	0,2	0,5	1,0	1,5	0,9	0,9	2,8	2,2	16,4	17,0	15,8	3,0
Miércoles	21,1	18,4	6,7	3,1	3,6	12,6	15,6	1,8	0,8	1,4	0,5	0,6	3,1	0,7	1,4	1,0	0,9	2,0	1,7	1,7	2,9	18,0	18,8	17,8	3,5
Jueves	16,0	13,9	4,6	3,2	7,1	11,9	15,8	1,7	2,5	0,7	0,9	0,4	0,0	0,0	2,2	2,6	1,2	3,0	2,8	3,2	4,9	18,6	19,5	19,5	4,1
Viernes	17,8	16,0	10,0	8,9	8,9	13,8	15,5	2,0	0,8	0,3	0,1	0,2	0,0	0,6	1,6	1,6	1,5	2,0	2,2	4,2	5,4	21,7	20,9	22,7	3,3
Sábado	20,9	19,3	13,1	11,3	8,4	9,0	13,1	0,0	0,6	1,2	-0,6	0,7	-0,2	-0,2	-1,0	-0,9	1,0	2,1	2,8	3,0	4,0	20,4	22,8	20,9	3,5
Domingo	21,6	19,8	16,7	12,8	14,2	18,8	11,9	-4,0	-2,9	0,2	-1,3	-1,5	-0,1	-1,1	-1,9	-3,2	0,2	1,8	1,4	2,6	3,5	18,8	20,1	18,8	3,8
Total Semana	19,1	15,7	12,1	9,1	6,3	13,7	15,0	1,5	0,7	0,7	0,1	0,3	1,5	0,3	0,8	1,0	1,0	2,2	3,6	2,8	3,7	18,9	19,6	19,7	3,8
								-5,0		0-5		15-10	10-15	15-20	20										

<0 0-5 5-10 10-15 15-20 >20

Tabla 11. Niveles de excedencia respecto a la normativa nacional en función del día de la semana durante Enero de 2019 en la estación P. Perro.

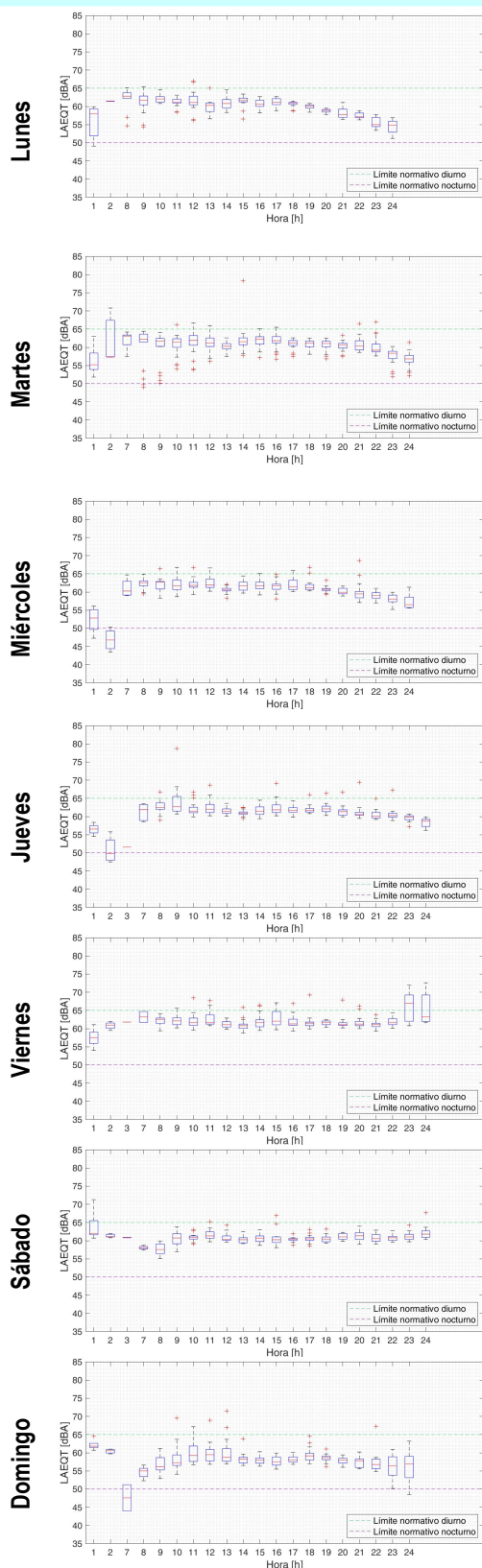
La Gráfica 49 presenta el comportamiento horario del nivel de ruido ambiental en función del día de la semana en la estación Parque del Perro durante el mes de Enero de 2019. El conjunto de datos a partir del cual se obtiene tal información corresponde con mediciones continuas del LAEQT, nivel equivalente con ponderación 'A' medido en intervalos quince minutales.

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 información recopilada y los estándares normativos descritos se reportan los porcentajes de cumplimiento normativo, el promedio energético de los niveles de presión sonora y los niveles de excedencia respecto a la normativa nacional de los niveles LAEQT, todos ellos en función de la hora y día de la semana. El porcentaje de datos válidos del parámetro LAEQT a partir del cual se reporta la información presentada para la estación Parque del Perro en el mes de Enero de 2019 es del 80.4%.

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 20.0% en todo el conjunto de valores reportados para el mes de Enero. 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.

11.3. Comportamiento horario del LAEQT en función del día de la semana – Estación Juanambú – Enero 2019



Gráfica No. 50. Comportamiento horario del LAEQT en función del día de la semana durante el mes de Enero de 2019 en la estación Juanambú.

Porcentajes de cumplimiento normativo (%)

Día	Hora																								Total día	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
Lunes	12,5	0,0						91,7	93,8	100,0	100,0	81,3	93,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	84,8	
Martes	0,0	0,0						0,0	100,0	100,0	95,0	95,0	90,0	100,0	95,0	95,0	100,0	100,0	100,0	100,0	95,0	0,0	0,0	0,0	77,4	
Miércoles	25,0	75,0						0,0	100,0	95,0	90,0	95,0	100,0	100,0	90,0	100,0	100,0	100,0	100,0	95,0	0,0	0,0	0,0	0,0	79,1	
Jueves	0,0	50,0	0,0					0,0	90,0	66,7	85,0	90,0	100,0	100,0	100,0	85,0	95,0	75,0	25,0	25,0	100,0	0,0	0,0	0,0	75,1	
Viernes	0,0	0,0	0,0					0,0	100,0	93,8	93,8	81,3	100,0	93,8	87,5	81,3	93,8	93,8	100,0	93,8	87,5	100,0	0,0	0,0	74,4	
Sábado	0,0	0,0	0,0					0,0	100,0	100,0	93,8	100,0	100,0	100,0	93,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	76,4	
Domingo	0,0	0,0						50,0	100,0	100,0	93,8	81,3	93,8	87,5	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0	0,0	18,2	77,5	
Total Semana	5,3	18,5	0,0					4,5	97,1	92,6	93,3	91,1	93,5	96,8	97,6	91,9	96,4	97,6	97,5	96,3	97,5	98,3	0,0	0,0	2,4	77,6
<div><div></div><div>0% - 35%</div><div></div><div>35% - 60%</div><div></div><div>60% - 75%</div><div></div><div>75% - 100%</div><div></div></div>																										

0% - 25% 25% - 50% 50% - 75% 75% - 100%

Tabla 12. Porcentajes de cumplimiento normativo en función del día de la semana durante el mes de Enero de 2019 en la estación Juanambú.

Promedio energético de los Niveles de Presión Sonora (dBA)

Día	Hora																								Total día	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
Lunes	57,4	61,5						62,7	61,7	62,4	61,2	62,7	60,5	63,2	61,8	60,9	61,3	60,7	60,0	58,8	58,5	57,4	55,8	54,9	50,9	60,9
Martes	58,1	66,4						62,5	62,0	61,1	61,5	62,3	61,8	60,3	66,8	62,2	62,1	61,1	61,0	60,8	60,6	61,2	60,9	57,9	57,2	61,8
Miércoles	53,3	47,6						61,7	62,6	62,5	62,6	62,4	62,9	60,7	62,0	62,3	61,8	62,4	62,1	60,8	60,2	61,1	58,1	58,2	57,2	61,4
Jueves	56,7	52,0	51,6					61,7	63,1	68,0	62,6	63,1	61,7	61,0	61,9	63,1	62,0	62,1	62,5	61,7	62,0	60,8	61,1	59,7	58,9	62,4
Viernes	57,9	60,9	61,8					63,5	62,4	62,5	62,8	63,3	61,3	61,4	62,6	63,4	62,3	62,5	61,6	62,1	62,2	61,3	62,1	67,7	67,4	62,9
Sábado	65,5	61,3	60,9					59,1	57,9	61,0	61,0	61,0	61,0	60,4	60,7	61,4	60,4	60,7	60,7	61,2	61,5	61,0	60,8	61,4	62,7	61,2
Domingo	62,2	60,2						48,9	54,0	57,6	61,0	62,0	61,4	63,0	58,7	60,0	59,0	58,3	60,0	58,1	57,0	57,1	59,0	57,2	59,6	
Total Semana	60,5	61,0	60,1					61,2	61,8	63,7	62,1	62,4	61,6	61,1	62,8	62,0	61,3	61,4	61,4	60,9	60,8	60,5	60,4	61,6	61,3	62,3
	<35	35-40	40-45	45-50	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	75-80	80														

<35 35 - 40 40 - 45 45 - 50 50 - 55 55 - 60 60 - 65 65 - 70 70 - 75 75 - 80 >80

Tabla 13. Promedio energético de los niveles de presión sonora en función del día de la semana durante Enero de 2019 en la estación Juanambú.

Niveles de excedencia respecto a la normativa nacional (dBA)

Día	Horas																								Total día
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Lunes	7,8	11,5						-2,3	-3,3	-2,6	-3,7	-2,3	-2,3	-3,4	-3,4	-3,7	-3,4	-3,0	-4,2	-4,3	7,4	5,8	0,9	-1,9	
Martes	8,1	16,4					12,5	3,0	3,9	3,5	2,7	3,2	4,7	1,8	2,8	2,9	3,9	4,0	4,2	4,4	3,8	10,9	7,9	7,2	1,0
Miércoles	3,3	2,4					11,7	2,4	2,5	2,4	2,6	2,1	4,3	3,0	2,7	3,2	2,6	2,9	4,2	4,8	3,9	9,1	8,2	7,7	1,4
Jueves	6,7	2,0	1,6				11,7	1,9	3,0	2,4	1,9	3,3	4,0	3,1	1,9	3,0	2,9	2,5	3,3	3,0	4,2	11,1	0,7	8,5	0,4
Viernes	7,0	10,9	16,8				12,5	2,6	2,5	2,2	1,7	3,7	3,6	2,4	1,6	2,7	2,5	3,4	2,9	2,8	3,7	12,1	10,7	10,4	0,1
Sábado	15,5	11,3	10,9				8,1	-7,1	-4,0	-4,0	-3,2	-4,0	-4,6	-4,3	-3,6	-4,6	-4,3	-4,1	-3,8	-3,5	-4,0	10,8	11,4	12,7	-1,6
Domingo	12,2	10,5					-1,1	-10,1	-7,4	-4,0	-3,0	-3,6	-2,0	-6,3	-7,0	-7,1	-6,7	-5,0	-6,3	-7,1	-7,4	9,0	7,2	7,9	-3,2
Total Semana	10,5	11,0	10,1				11,2	-3,2	-1,8	-2,9	-2,6	-3,1	-3,9	-2,2	-3,0	-3,7	-3,6	-3,6	-4,1	-4,2	-4,5	10,4	11,6	11,3	-0,5
							<0	0-5	5-10	10-15	15-20	>20													

<0 0 - 5 5 - 10 10 - 15 15 - 20 >20

Tabla 14. Niveles de excedencia respecto a la normativa nacional en función del día de la semana durante Enero de 2019 en la estación Juanambú.

La Gráfica 50 presenta el comportamiento horario del nivel de ruido ambiental en función del día de la semana en la estación Juanambú durante el mes de Enero de 2019. 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 minutos.

La estación Juanambú 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 información recopilada y los estándares normativos descritos se reportan los porcentajes de cumplimiento normativo, el promedio energético de los niveles de presión sonora y los niveles de excedencia respecto a la normativa nacional de los niveles LAEQT, todos ellos en función de la hora y día de la semana. El porcentaje de datos válidos del parámetro LAEQT a partir del cual se reporta la información presentada para la estación Juanambú en el mes de Enero de 2019 es del 70.7%.

A partir de los datos reportados puede observarse que en general los valores medidos cumplen de manera aceptable con los valores especificados en el estándar nacional, presentando un cumplimiento del 77.6% en todo el conjunto de valores reportados para el mes de Enero. 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. 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: $\text{Log } R = 10 \text{ dB}$, 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 2×10^{-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° 1-2019

Periodo de Análisis: Enero de 2019

DAGMA

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE
GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

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

Gestión de Calidad: Simón Grueso

Fecha de Expedición: Santiago de Cali, Febrero 15 de 2019

**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