



INFORME ANUAL 2024

SISTEMA DE VIGILANCIA DE CALIDAD DEL AIRE

UNIVERSIDAD DISTRITAL F.J.C.

TABLA DE CONTENIDO

GENERALIDADES _____	3
SVCAUD _____	3
Tecnología de Medicion _____	7
Normatividad _____	9
PRESENTACION Y ANALISIS DE DATOS _____	11
Estación Porvenir _____	11
Estación Macarena _____	23

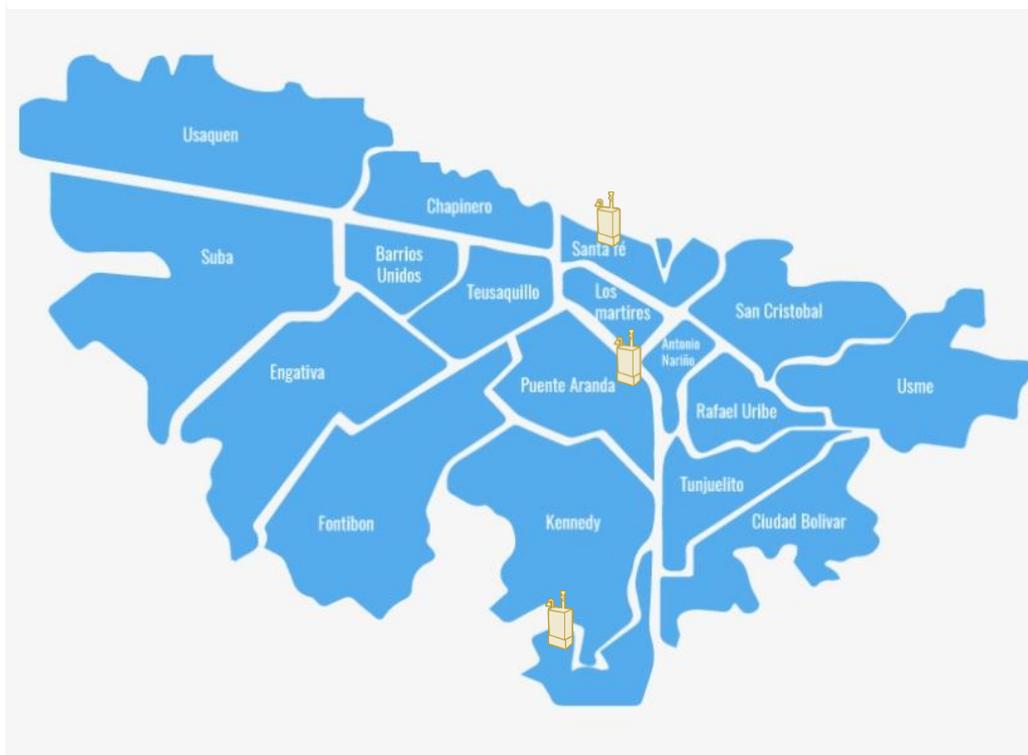
GENERALIDADES

SVCAUD

El Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire de la Universidad Distrital F.J.C. (SVCAUD) se encuentra conformada por tres estaciones de calidad del aire, las cuales se ubican en las diferentes sedes de la Universidad Distrital F.J.C. con el objetivo principal de monitorear la calidad del aire en estas sedes basado en la operación continua de monitores automáticos de material particulado junto con la medición de variables meteorológicas.

Las estaciones de calidad del aire que conforman el SVCAUD se ubican en el centro y sur occidente de la ciudad de Bogotá como se presentan en la Figura No. 1, las cuales son; en primer lugar, la Estación Porvenir ubicada en la Ciudadela Universitaria Bosa Porvenir, Estación Paiba situada en la Aduanilla de Paiba y la Estación Macarena la cual opera en la Facultad de Ciencias y Educación.

Figura 1. Ubicación de Estaciones de Calidad del Aire SVCAUD.



Fuente: PNGKIT 2024

La infraestructura que posee el sistema de vigilancia de calidad del aire está compuesta por equipos automáticos que reportan concentraciones en tiempo real o de manera horaria. La ubicación y sus características se pueden ver en la tabla 3. Todas las estaciones cuentan con la presencia de la información meteorológica de precisión, donde se toman datos respecto a la dirección del viento, velocidad del viento, precipitación, humedad relativa, presión atmosférica y temperatura ambiente.

Tabla 1. Especificaciones técnicas de las estaciones que conforman el SVCAUD.

Estación	Porvenir	Macarena	Aduanilla de Paiba
Característica			
Latitud	4°38'12.78"N	4°36'50.11"N	4°34'51.61"N
Longitud	74°4'11.08"64W	74° 3'53.32"W	74° 5'36.79"W
Altitud	2542	2662	2565
Altura del suelo	12m	12m	3m
Localidad	Bosa	Santa Fe	Teusaquillo
Dirección	Cl. 52 sur No 93D - 97	K. 3 No 26A - 40	K. 32 No 12- 70
Tipo de zona	Urbana	Fondo urbano	Urbana
Tipo de área	Institucional, residencial y comercial	Institucional, residencial y comercial	Institucional, residencial y comercial
Localización toma de muestra	Azotea	Azotea	nivel del suelo
PM₁₀ - PM_{2.5} Dispersión de luz blanca a 90° Designación EPA EQPM-0516-240			
PM₁₀ - Atenuación de rayos Beta Designación EPA EQPM-0798-122.	✓	✓	
Radiación	✓	✓	✓
Temperatura	✓	✓	✓
Humedad R.	✓	✓	✓
V. Viento	✓	✓	✓
D. viento	✓	✓	✓
Presión	✓	✓	✓
Precipitación	✓	✓	✓
Automático	✓	✓	✓

Estación Porvenir

La estación Porvenir, se ubica en la sede Porvenir de la Universidad Distrital F.J.C. donde se encuentra la Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Facultad de Ciencias y Educación, se clasifica como una estación urbana para la medición de pm_{10} y $pm_{2.5}$ a través de un monitor de partículas *T640X* y una estación meteorológica de precisión *Automet* de la marca *Met One*. Allí se monitorea continuamente la calidad del aire en el sur occidente de la ciudad de Bogotá con una distancia aproximada de 4.2 kilómetros con el límite al municipio de Soacha y 2.0 km del Río Bogotá.

En el sector donde se ubica la estación se presenta un uso de suelo residencial con varias zonas comerciales con tránsito de fuentes móviles en su mayoría de transporte público; SITP y alimentador de Transmilenio junto con vehículos de tipo particular, en cuanto otras fuentes de emisión de material particulado se tiene la construcción del patio taller del metro de Bogotá con una distancia de 1.5 km aproximadamente, por otro lado, se tiene las vías no pavimentadas en barrios aledaños al sector que se ubica la estación, además como fuente de emisión de tipo natural se presentaron durante el 2024 varios episodios de incendios de biomasa en el terreno del relleno de Gibraltar ubicado a pocas cuadras de la estación porvenir.

Figura 2. Ubicación Estación Porvenir.

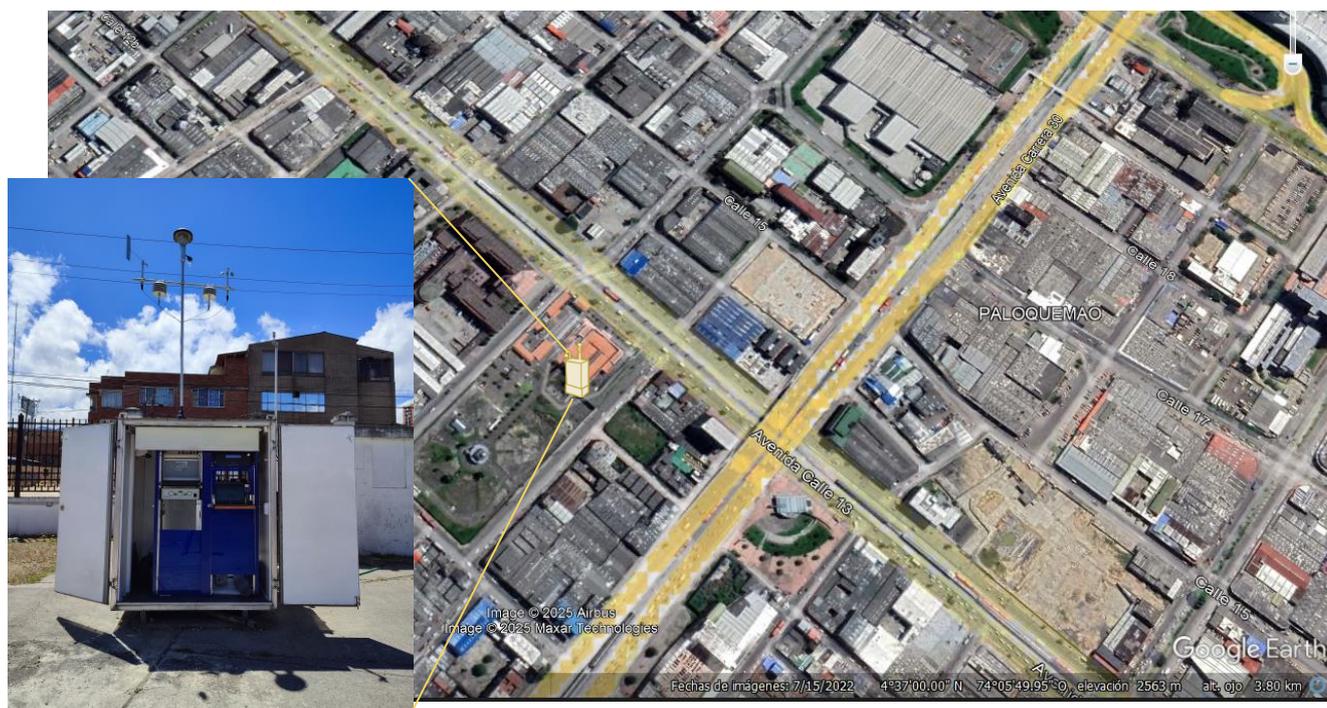


Fuente: Google Earth 2024

Estación Paiba

La estación Paiba se ubica en la sede emblemática de la Aduanilla de Paiba, donde se ubica la biblioteca central de la Universidad Distrital F.J.C. En esta sede se encuentra instalado un monitor automático BAM1020 y en tiempo real donde se miden material particulado menor a 10 micras pm_{10} , de igual manera se cuenta con estación meteorológica para la medición de parámetros meteorológicos. La estación de Paiba se clasifica como urbana e industrial, debido a que se encuentra en el costado nororiente de la zona industrial de Puente Aranda, así como se ubica en medio de dos fuentes de emisión de tipo lineal, como la carrera 30 y la calle 13, vías en las cuales el tránsito vehicular es alto y cuenta con la presencia de las troncales de Transmilenio.

Figura 3. Ubicación geográfica de la Estación Paiba.



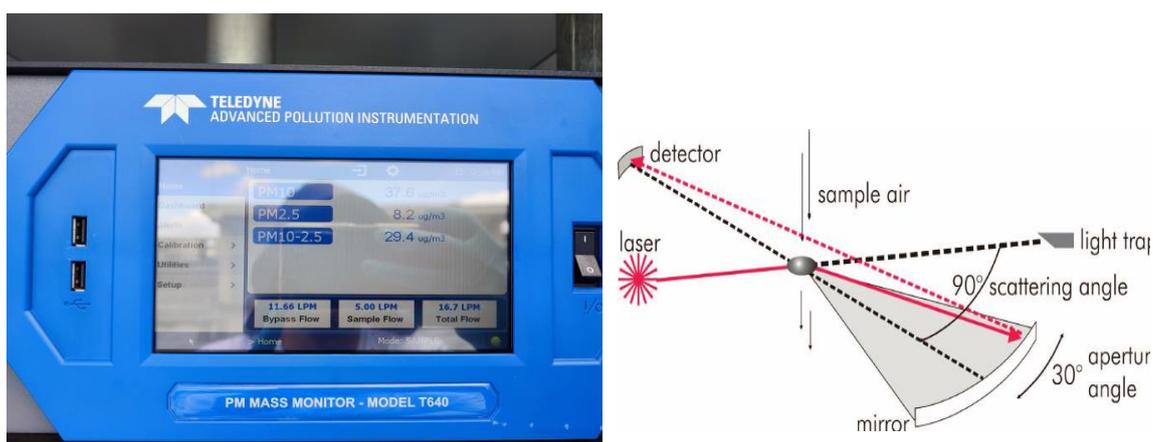
Fuente: Google Earth 2024.

Tecnología de Medicion

Monitor de Partículas T640X

El monitor T640X proveniente de la casa matriz de Teledyne API es un monitor de material particulado con medición continua y reporte en tiempo real de la concentración de pm_{10} y $pm_{2.5}$. El monitor T640X basa su medición en un principio de espectrometría óptica de aerosoles que convierte las mediciones ópticas en mediciones de masas al determinar el tamaño de las partículas muestreadas mediante luz dispersa a nivel de partículas individuales. En resumen, el cabezal de muestreo extrae una muestra representativa de aerosol ambiental a un caudal de 16,7 lpm. El flujo se divide con 5,0 lpm directos al monitor y 11,7 lpm, las partículas aspiradas en el flujo de 5,0 lpm se secan luego (es decir, se llevan por debajo del 35 % de humedad relativa) con el acondicionador de muestras de aerosol (ASC) y se trasladan al sensor óptico de partículas donde se mide la intensidad de la luz dispersa para determinar el diámetro del tamaño de las partículas. Las partículas se mueven por separado hacia la abertura T a través de un volumen de medición ópticamente diferenciado que se ilumina de forma homogénea con luz policromática. La fuente de luz policromática, un LED, combinada con una detección de luz dispersa de 90° , logra una curva de calibración precisa e inequívoca en el rango de Mie, lo que da como resultado una resolución de gran tamaño.

Figura 4. Monitor de partículas T640X.



Monitor De Partículas BAM1020

El método empleado por el monitor de partículas Bam1020 se basa en el principio de atenuación Beta, el cual consiste; en la medida de la dispersión de los rayos beta proveniente de una fuente de C14, que es aplicado sobre una cinta filtro de fibra de vidrio en la cual es recolectada la muestra de partículas menor a $10\ \mu\text{m}$ para lo cual se dispone de un inlet o cabezal que cumple la función de separar las partículas de acuerdo con su tamaño. Este proceso tiene una duración de una hora aproximadamente con un caudal de flujo $0.8\ \text{m}^3/\text{h}$ ($16.67\ \text{LPM}$). De acuerdo con lo anterior el equipo calcula la masa y el volumen para dar como resultado la concentración de PM_{10} .

Figura 5. Monitor de Partículas Bam1020.



Fuente: (Met One Instruments, 2025)

Normatividad

Resolución 2254 de 2017

La resolución 2254 de 2017 expedida por el ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial se presenta como la norma de calidad del aire que regula el territorio colombiano con el objetivo principal de establecer las disposiciones para gestión de calidad del aire de acuerdo con la determinación de los Niveles Máximos Permisibles (NPM) para contaminantes criterio y tóxicos. Por otro lado establece la metodología para la determinación del índice de calidad del aire (ICA).

Tabla 2. Niveles máximos permisibles para pm_{10} y $pm_{2.5}$

Contaminante	Nivel Máximo Permissible	Tiempo de Exposición
PM_{10} . $\mu g.m^{-3}$	50	Anual
	75	24 horas
$PM_{2.5}$. $\mu g.m^{-3}$	25	Anual
	37	24 horas

Fuente: (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

OMS

Las Directrices Mundiales de la OMS sobre la Calidad del Aire ofrecen orientaciones a escala mundial sobre los umbrales y límites de los principales contaminantes atmosféricos que entrañan riesgos para la salud.

Tabla 3. Niveles recomendados de las directrices sobre la calidad del aire.

Contaminante	Tiempo Promedio	Directriz
$PM_{2.5}$. $\mu g.m^{-3}$	Anual	5
	24 horas	15
PM_{10} . $\mu g.m^{-3}$	Anual	15
	24 horas	45

Fuente. (OMS, 2021)

IBOCA

El Índice Bogotano de Calidad del Aire y Riesgo en Salud –IBOCA– es un instrumento que sirve para comunicar de forma articulada, sencilla y oportuna el estado de la calidad del aire, el riesgo para la salud humana por contaminación del aire y el correspondiente nivel de actuación o respuesta intersectorial. Por esta razón, el IBOCA orienta la toma de

decisiones individuales, poblacionales e institucionales para disminuir la exposición a la contaminación atmosférica y prevenir afectaciones en la salud de las personas y el ambiente (Secretaría Distrital de Ambiente, 2024).

Para efecto del presente informe y el cálculo del ICA se determinó mediante la metodología expuesta en la resolución conjunta 2840 de 2023 para el cálculo del IBOCA, en la siguiente tabla se presentan los atributos para establecer el índice de calidad del aire.

Tabla 4. Atributos cualitativos y cuantitativos del Índice Bogotano de Calidad del Aire y Riesgo en Salud – IBOCA

Atributos IBOCA				Intervalo de Concentración	
Color	Nivel de riesgo por exposición a la calidad del aire	Nivel de actuación o respuesta	Intervalos de valores adimensionales	PM _{2.5}	PM ₁₀
	Bajo	Prevención	0 - 50	0 - 12	0 - 27.2
	Moderado		51 - 100	12.1 - 35.4	27.3 - 63.8
	Regular	Alerta Fase 1	101 - 150	35.5 - 55.4	63.9 - 95.5
	Alto	Alerta Fase 2	151 - 200	55.5 - 200	95.6 - 246.7
	Peligroso	Emergencia	201 - 300	201 - 300	246.8 - 405.2
			301 - 500	301 - 500	405.3 - 800.4

Fuente: (Secretaría Distrital de Ambiente, 2023).

Se asume la metodología de la media móvil ponderada o *Nowcast* para determinar los intervalos de concentración a partir de la información de pm₁₀ y pm_{2.5} monitoreada por el SVCAUD durante el 2024. Valor de concentración media ponderada para un contaminante determinado, que sirve como valor de entrada para índices de calidad del aire, y que se calcula a partir de datos de concentración horaria mediante las metodologías creadas por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US-EPA). Al darle mayor relevancia a los datos anteriores más cercanos al momento actual, se aproxima a la calidad del aire instantánea o en tiempo real, y en consecuencia sirve para realizar advertencias y tomar decisiones sobre desplazamientos que reduzcan la exposición a la contaminación atmosférica y la consolidación de los riesgos conocidos para medias móviles calculadas a tiempos mayores. También permite hacer declaratorias de alertas ambientales más precisas y oportunas que las realizadas con medias móviles convencionales.

$$NowCast = \frac{\sum_{i=0}^{N-1} w^i c_i}{\sum_{i=0}^{N-1} w^i}$$

- Ci= Concentración en la hora actual
- W = Factor ponderación

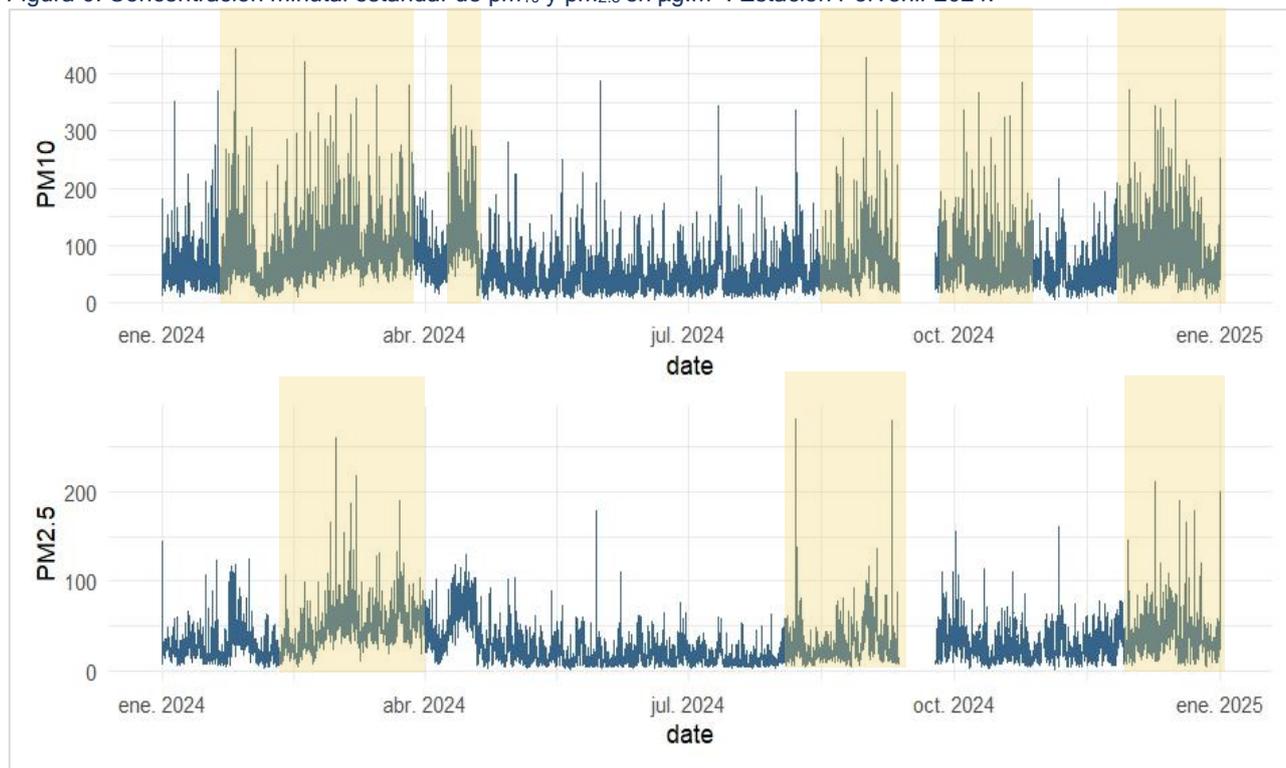
$$w = \frac{C_{min}}{C_{max}}$$

PRESENTACION Y ANALISIS DE DATOS

Estación Porvenir

Para el año 2024 se presentaron varios episodios de calidad del aire que alertaron a la población de la ciudad de Bogotá siendo más evidente en zonas críticas en términos de calidad del aire como es el caso de la zona sur-occidente de la ciudad donde se encuentra ubicada la estación porvenir, esto atribuible a condiciones meteorológicas, uso y estado del suelo incluyendo su malla vial, construcción de proyectos como el metro de Bogotá en relación a su patio-taller, de igual manera construcción de zonas deporte, entretenimiento y vivienda lo que hace que las condiciones para tener una buena calidad del aire se alteren y se contribuya al aumento de las emisiones de material particulado.

Figura 6. Concentración minutal estándar de pm₁₀ y pm_{2.5} en $\mu\text{g.m}^{-3}$. Estación Porvenir 2024.



En la Figura 6 se presenta la concentración minutal a condiciones estándar de temperatura y presión para pm₁₀ y pm_{2.5} respectivamente, en donde se evidencia el comportamiento del material particulado durante el 2024. Se hace referencia a varios episodios con datos de concentración elevados; para pm₁₀ se observan datos de concentración superando los 200 y 300 $\mu\text{g.m}^{-3}$ y para pm_{2.5} concentraciones que se superan los 100 $\mu\text{g.m}^{-3}$ y en ocasiones sobrepasando los 200 $\mu\text{g.m}^{-3}$. Los periodos con mayor relevancia en cuanto

concentraciones altas en material particulado se denotan los periodos de febrero, marzo, octubre, noviembre y diciembre, esto debido a periodo secos lo cual hace aumentar la emisión de material particulado y que fenómenos como el de inversión térmica por subsidencia presenten una mayor influencia sobre la dispersión del contaminante en la atmosfera sobre las horas de la mañana.

De acuerdo a la variación temporal se puede observar en las Figuras 7 y 8 el comportamiento de material particulado, en donde se puede confirmar lo anteriormente mencionado sobre el aumento de las concentraciones sobre las horas de la mañana, de igual manera de acuerdo a la media mensual se evidencia las mayores concentraciones sobre los primeros meses del año. En relación al comportamiento de material particulado durante los días de la semana, se tiene que para los días martes, miércoles, jueves, viernes y sábado se presentan las concentraciones mayores, y los días domingo y lunes se disminuyen estos niveles de acuerdo a las actividades de la ciudad durante estos días.

Figura 7. Variación temporal pm₁₀ 2024.

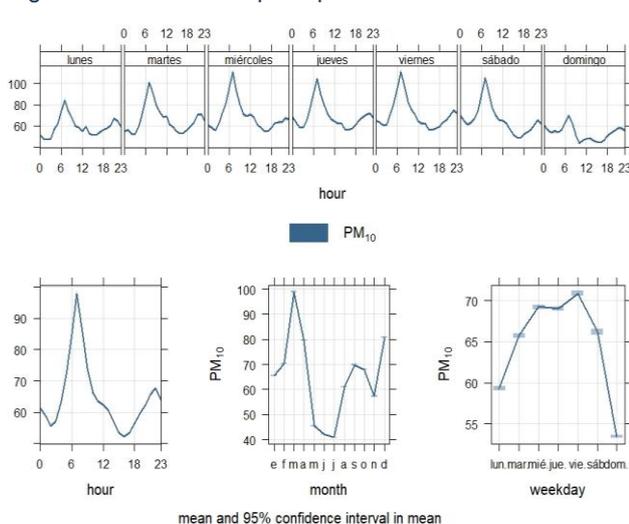
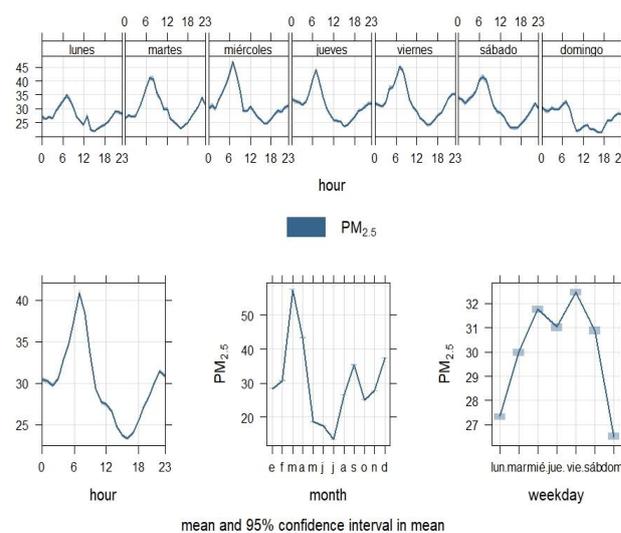


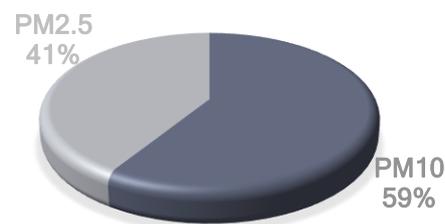
Figura 8. Variación temporal pm_{2.5} 2024.



En la Tabla 5 se presenta el resumen estadístico para las variables de pm₁₀ y pm_{2.5} respectivamente, en donde se destaca la concentración media anua de pm₁₀ de 64.79 $\mu\text{g}.\text{m}^{-3}$ con una concentración máxima de 442.74 $\mu\text{g}.\text{m}^{-3}$ registrada durante el 26 de febrero producto del registro de incendio forestales sobre la Orinoquia y nor-oriente del país. En relación a la concentración pm_{2.5} se tiene un promedio anual de 29.97 $\mu\text{g}.\text{m}^{-3}$ con concentración máxima de 281.13 $\mu\text{g}.\text{m}^{-3}$ registrada durante el 07 de agosto. En relación a la captura de datos par año 2024 se obtuvo un 95% de datos validados para pm₁₀ y pm_{2.5}.

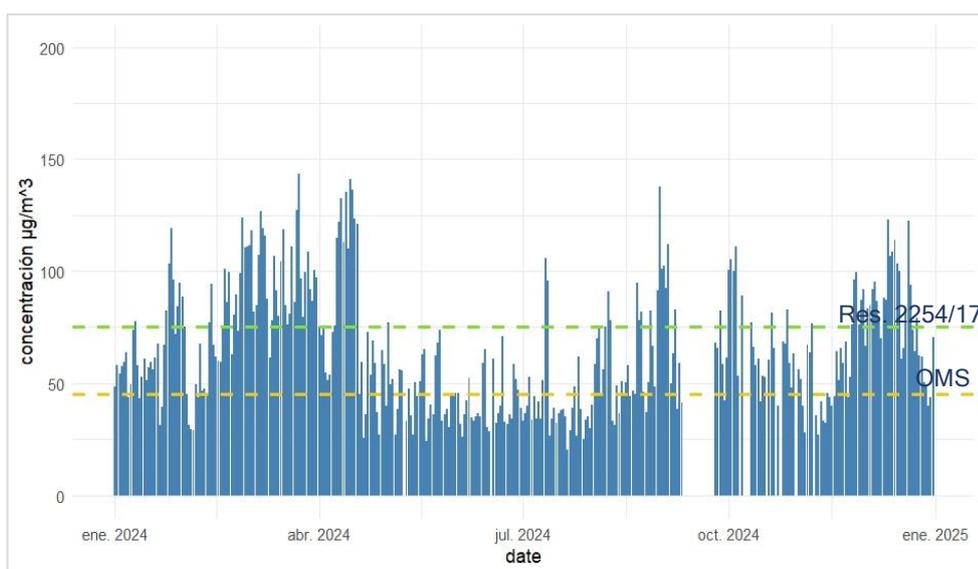
Tabla 5. Análisis Estadístico estación porvenir 2024.

	PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PM2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Min.	4.40	2.02
1st Qu	36.33	14.12
Median	54.32	24.65
Mean	64.79	29.97
3rd Qu	83.54	40.52
Max.	442.74	281.13
% Captura Datos	95.20%	95.19%



Evaluación de la Concentración 24 horas de pm₁₀ y pm_{2.5} en Relación a los Niveles Máximos Permisibles

Como referencia normativa se toma la norma de calidad del aire expresada en la resolución 2254 de 2017 y la directriz de calidad del aire publicada por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Considerando lo anterior en la Figura 9 se presenta la comparación de la concentración media móvil 24 horas de pm₁₀ con respecto a los niveles máximos permisibles establecidos por la resolución 2254 de 2017 el cual se encuentra sobre los 75 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ en 24 horas y la directriz de OMS para pm₁₀ la cual se ubica sobre los 45 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Figura 9. NMP para concentración media 24 horas de pm₁₀ en 2024.

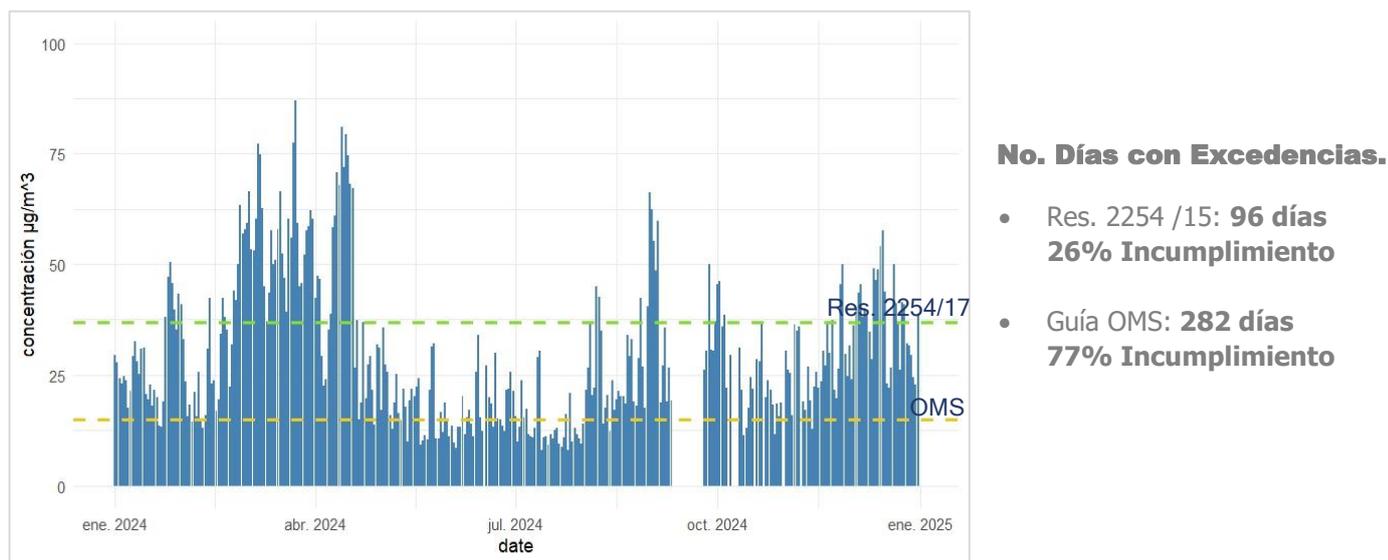
No. Días con Excedencias.

- Res. 2254 /15: **113 días**
31% Incumplimiento
- Guía OMS: **241 días**
66% Incumplimiento

En la Figura 10 se presenta la evaluación de la concentración de pm_{2.5} durante el año 2024 con respecto al nivel máximo permisible establecido por la norma nacional el cual se ubica

en $37 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ y en relación a la directriz expuesta por la OMS se tiene en $15 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ para un periodo de 24 horas. En consideración a los resultados se tiene un 26% de incumplimiento sobre la el NMP determinado por la resolución 2254 de 2017 durante todo el año 2024, en relación con las directrices de calidad del aire de la OMS se presenta un 77% de incumplimiento.

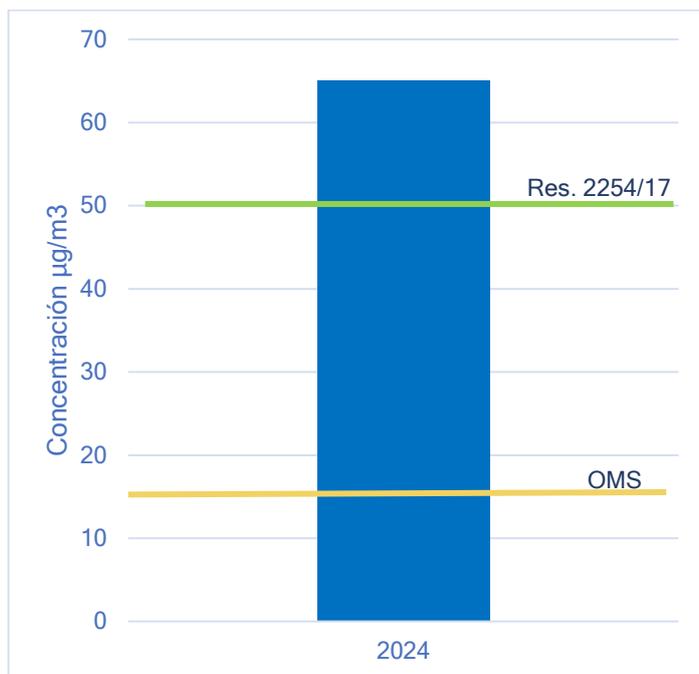
Figura 10. NMP para concentración media 24 horas de $\text{pm}_{2.5}$ en 2024.



Evaluación de la Concentración Anual de pm_{10} y $\text{pm}_{2.5}$ en Relación a los Niveles Máximos Permisibles

En la Figura 11 se presenta la concentración anual de pm_{10} para el año 2024 y los NMP de la resolución 2254 de 2017 ($50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) y la directriz de la OMS ($15 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), por consiguiente, se tiene un incumplimiento del 30% sobre la norma local, y un 330% sobre la directriz de la OMS.

Figura 11. NMP para concentración media anual de pm_{10} en 2024.

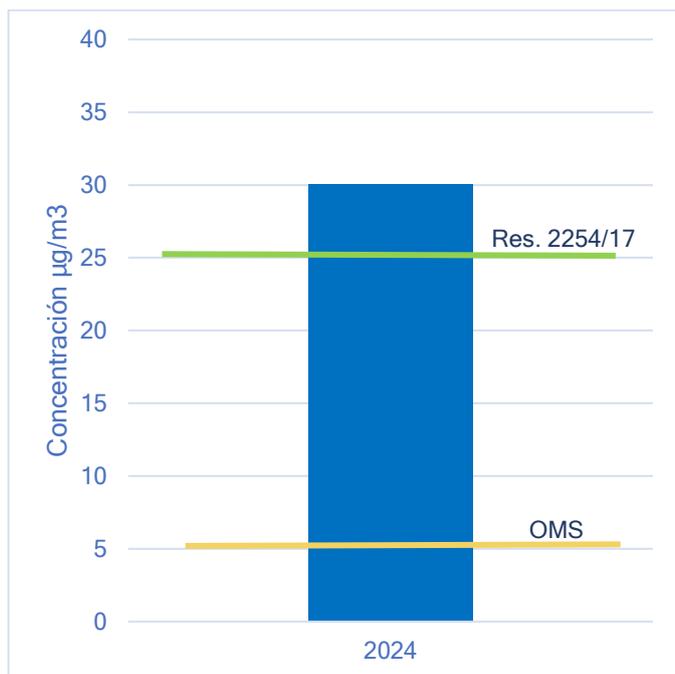


No. Días con Excedencias.

- Res. 2254 /15:
30% Incumplimiento
- Guía OMS:
330% Incumplimiento

En la figura 12 se presenta la comparación de la concentración media anual de $pm_{2.5}$ con respecto a la resolución 2257 de 2017 ($35 \mu g.m^{-3}$) y la directriz establecida por la OMS ($5 \mu g.m^{-3}$). De acuerdo a lo anterior se tiene un incumplimiento de la concentración anual reportada en la estación porvenir del 20% por arriba del NMP de la resolución 2254 de 2027 y un 500% sobre la directriz de calidad del aire establecida por la OMS.

Figura 12. NMP para concentración media anual de $pm_{2.5}$ en 2024.



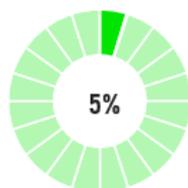
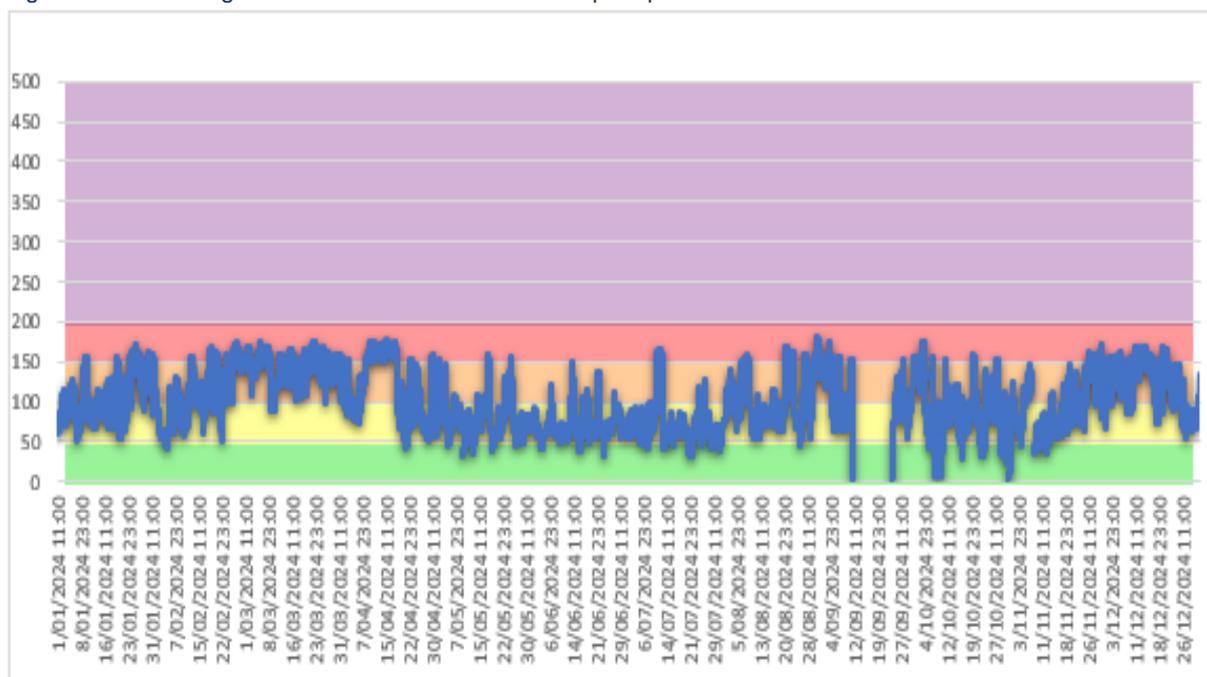
No. Días con Excedencias.

- Res. 2254 /15:
20% Incumplimiento
- Guía OMS:
500% Incumplimiento

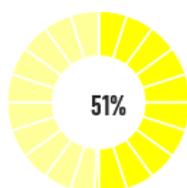
Índice de Calidad del aire IBOCA para PM₁₀

El índice de calidad del aire calculado mediante la metodología del IBOCA para pm₁₀ en relación al año 2024 se presenta en la Figura 13, en la cual se evidencia el estado o niveles de riesgo en que se ubicó la concentración de pm₁₀. En consideración a lo anterior el IBOCA se mantuvo en su mayoría en un 51% en estado “*Moderado*”, lo cual indica que un riesgo para la población de presentar síntomas como irritación de ojos, nariz y garganta, dolor de cabeza, malestar general y tos. Otros niveles de riesgo presentados durante el periodo de 2024 se tienen en nivel “*Regular*” con un 27% y un nivel “*Alto*” con un 18%, en consideración a esto se tiene un 45% con niveles de exposición altos que generaron un impacto sobre la salud pública.

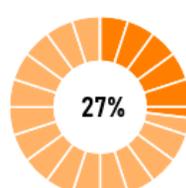
Figura 13. Índice Bogotano de Calidad del Aire IBOCA para pm₁₀. Estación Porvenir 2024.



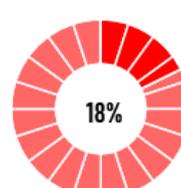
Bajo



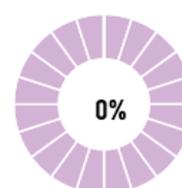
Moderado



Regular



Alto

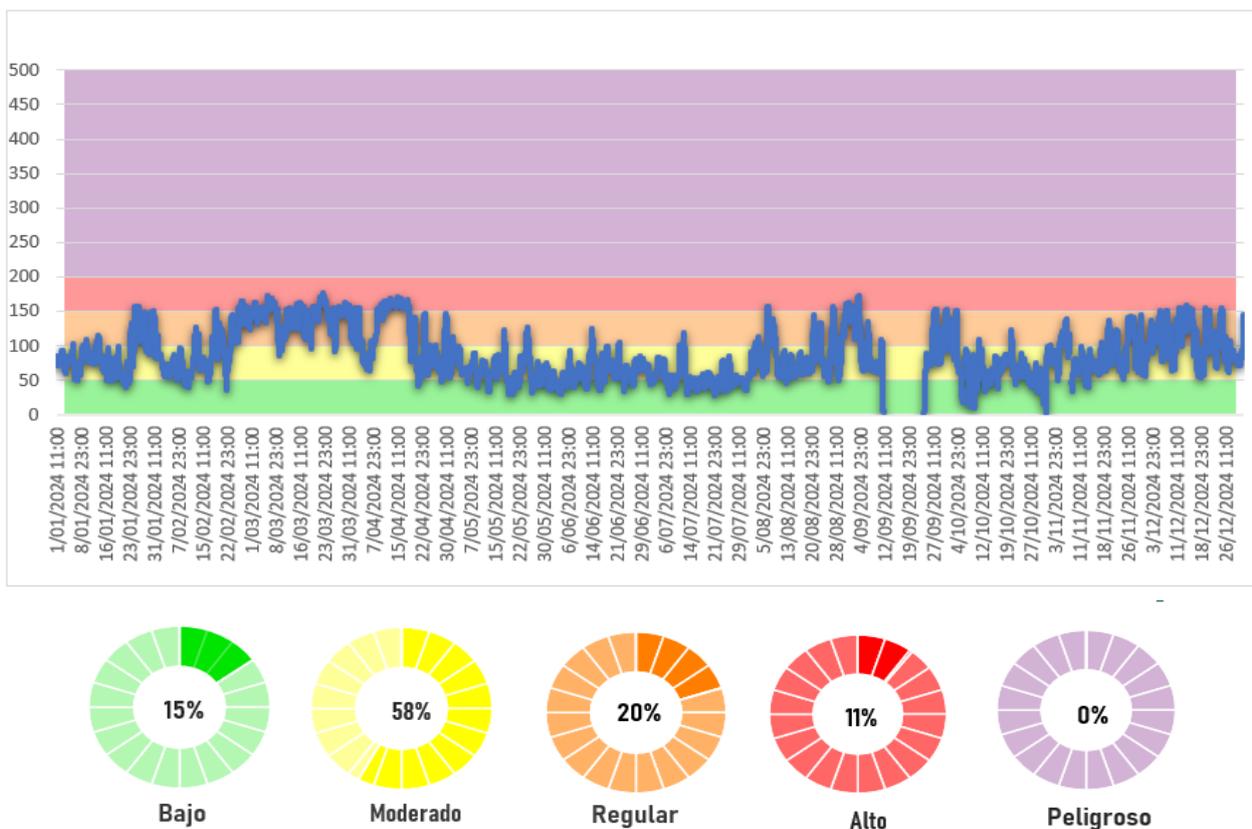


Peligoso

Índice de Calidad del aire IBOCA para PM_{2.5}

En la Figura 14 se presenta IBOCA determinado para la concentración de pm_{2.5} para el año 2024 en la Estación Porvenir, en consideración a este parámetro se presenta un 58% ubicado en nivel de riesgo “Moderado” y un 15% en nivel “Bajo”, lo cual indica un riesgo mínimo sobre la exposición al material particulado para la comunidad, sin embargo se registra un 20% en nivel “Regular” y 11% en nivel “Alto” lo cual si indica un riesgo importante sobre la salud pública y de mayor consideración de acuerdo al tamaño de la particulado e impacto sobre la salud de la personas expuestas.

Figura 14. Índice Bogotano de Calidad del Aire IBOCA para pm_{2.5}. Estación Porvenir 2024.

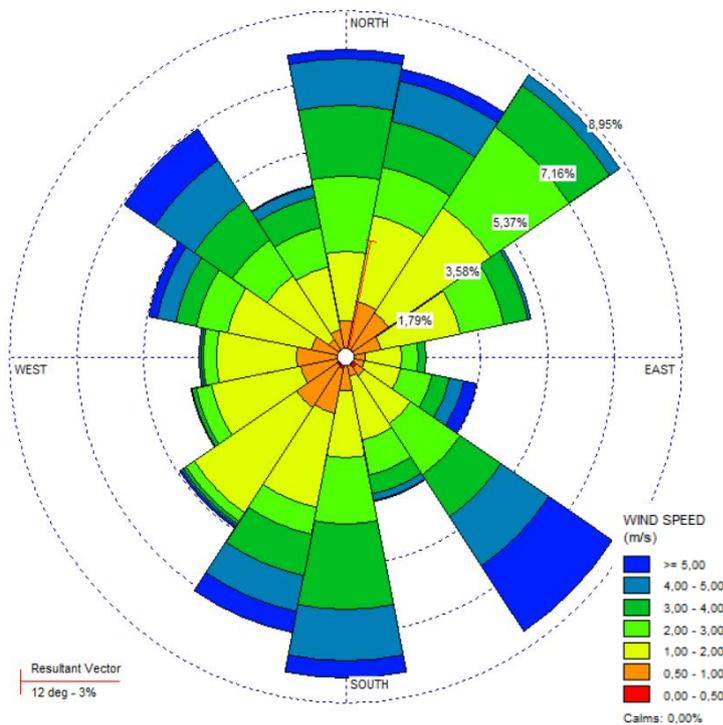


Meteorología

Dirección y Velocidad del Viento

La rosa de los vientos correspondiente a la Estación Porvenir se presenta en la Figura 15, en la cual se puede observar la variación del viento durante el año 2024 en cuanto a la dirección y velocidad. Como direcciones del viento con mayor predominancia se tiene dirección sur (S) a norte (N) con el 10% de la información como se observa en la Tabla 6, de igual manera se tiene predominancia del origen del viento desde las dirección norte (N) y norte-noreste (NNE). Con respecto a las velocidades de viento registradas para el año 2024 se tiene una velocidad media de 2.3 m.s^{-1} , una velocidad de viento máxima de 7.8 m.s^{-1} registrada para el mes de agosto, mes el cual obtuvo una velocidad de viento promedio de 2.8 m.s^{-1} .

Figura 15. Rosa de los Vientos, Estación Porvenir 2024.



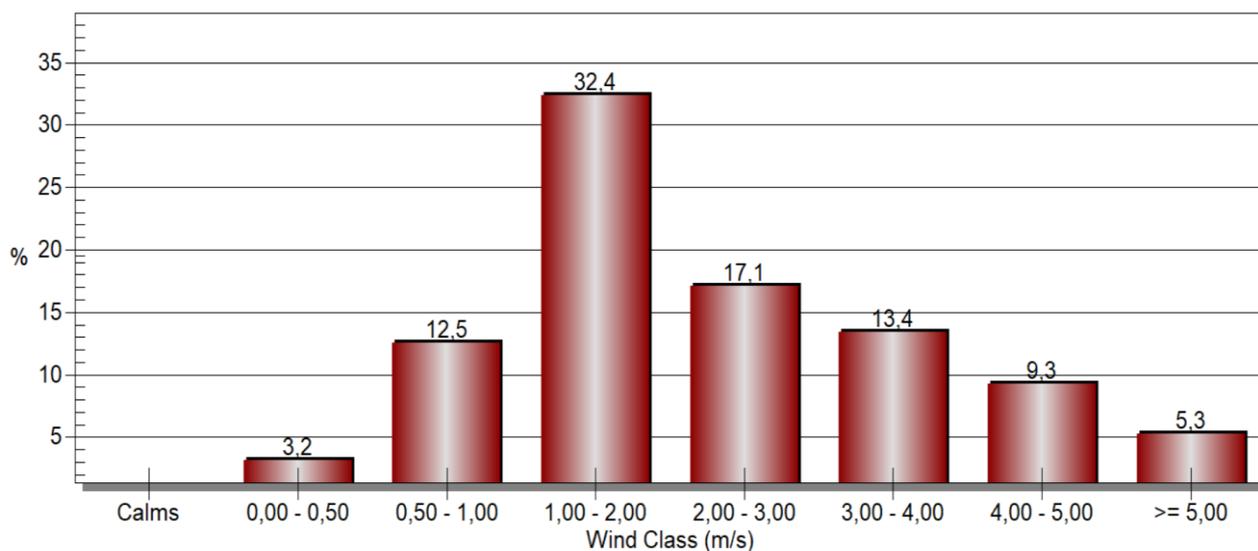
Fuente: WRPLOT View - Lakes Environmental Software

Tabla 6. Porcentaje de Direcciones de viento 2024.

Dirección Viento	No. Datos	%	
N	0	718	9%
NNE	22.5	745	9%
Ne	45	615	8%
ENE	67.5	297	4%
E	90	180	2%
ESE	112.5	679	8%
SE	135	435	5%
SSE	157.5	469	6%
S	180	799	10%
SSW	202.5	526	6%
SW	225	401	5%
WSW	247.5	363	4%
W	270	355	4%
WNW	292.5	639	8%
NW	315	451	6%
NNW	337.5	508	6%
Total	8182	100%	

En la figura 16 se presenta la distribución frecuencial de la velocidad del viento, con respecto esta información, se tiene que el rango de velocidad del viento de 1.00 m.s^{-1} a 2.00 m.s^{-1} tiene el 32% siendo la velocidad de mayor frecuencia presentada sobre la estación de calidad del aire Porvenir. pre

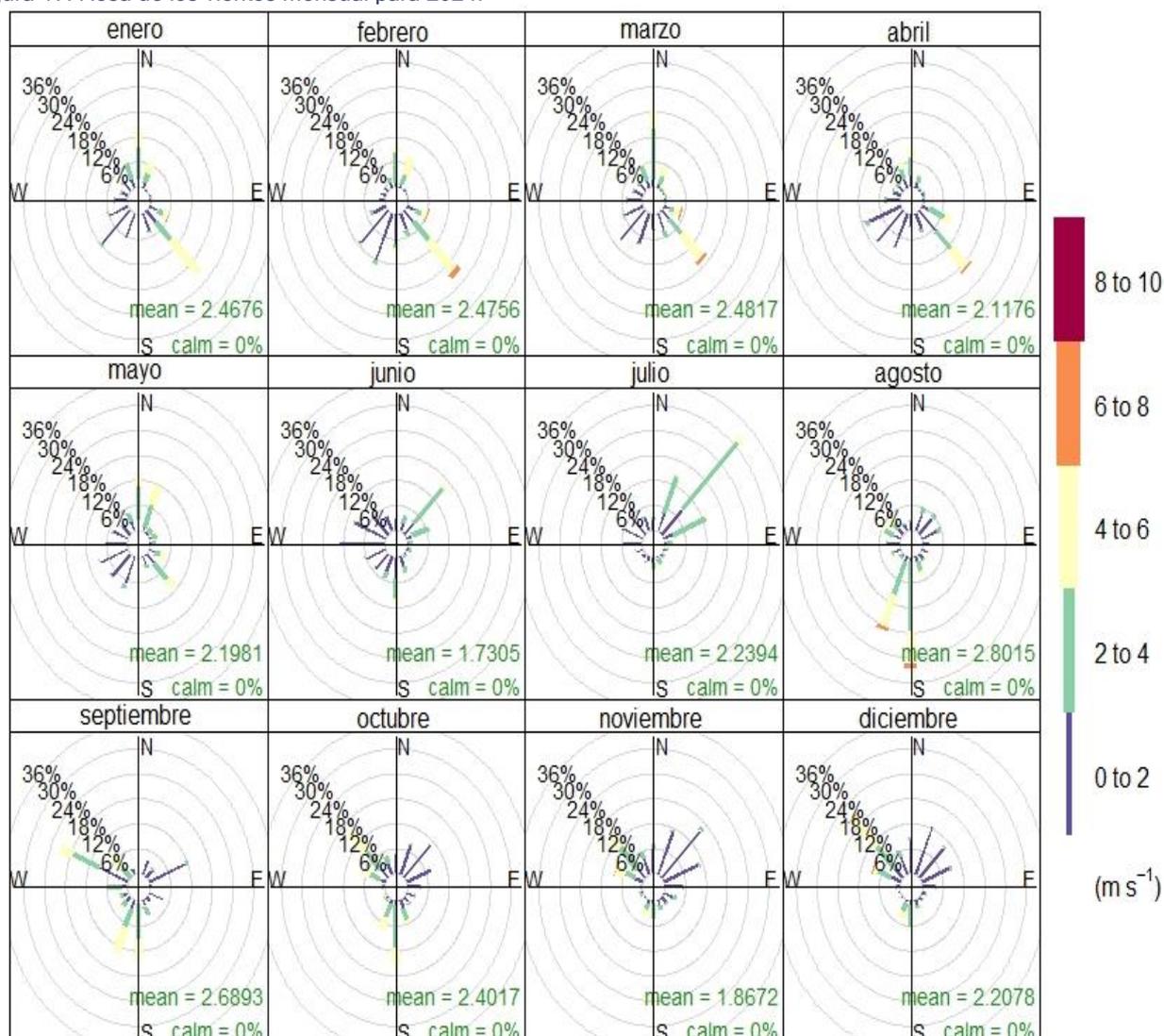
Figura 16. Distribución frecuencia de velocidad del viento en la Estación Porvenir 2024.



Fuente: WRPLOT View - Lakes Environmental Software

En la Figura 17 se presentan las rosa de los vientos presentadas para el año 2024, en donde es posible observar que las mayores velocidades de viento se presentan para los meses de agosto y noviembre con $2.8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ y $2.6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ respectivamente, con relación a la dirección se evidencia una variación por periodos, en donde en los cuatro primeros meses del año se tienen direcciones de viento con origen del sur-este, para los meses de mayo, junio y julio cambia la dirección predominante con vientos originados desde el nor-este, para lo siguientes tres meses en donde se incluye septiembre y agosto se tiene predominancia de viento originados desde el sur-oeste.

Figura 17. Rosa de los vientos mensual para 2024.

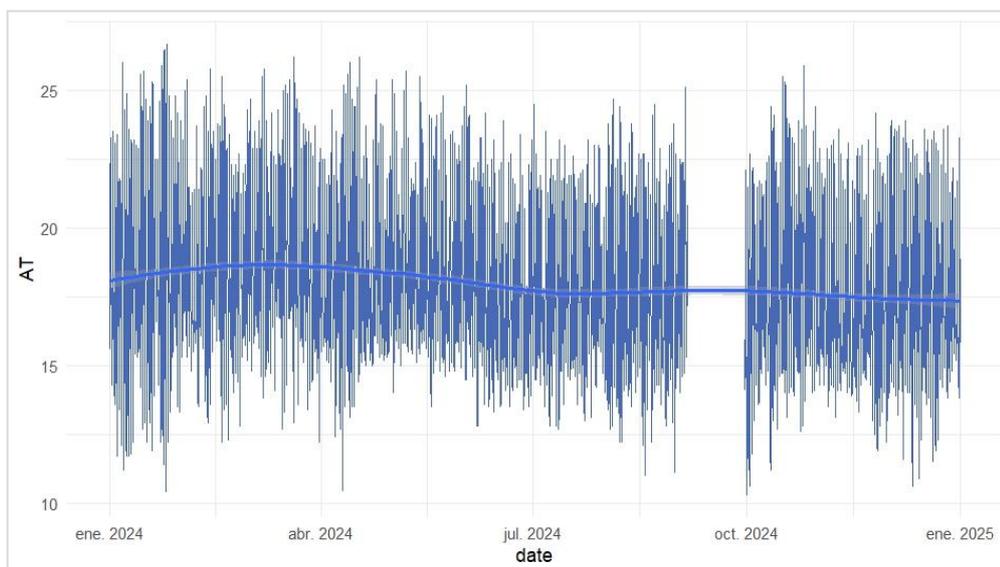


Frequency of counts by wind direction (%)

Temperatura Ambiente

El registro de la temperatura ambiente en grados Celsius se presenta en la figura 18 con respecto al año 2024, en donde se observa un comportamiento estacionario con un a temperatura promedio anual de 17.98 °C y una temperatura máxima de 26.7 °C presentada el día 25 de enero de 2024, siendo febrero el mes con temperatura promedio más alta con 18.42°C.

Figura 18. Temperatura Ambiente en °C. Estación Porvenir 2024.



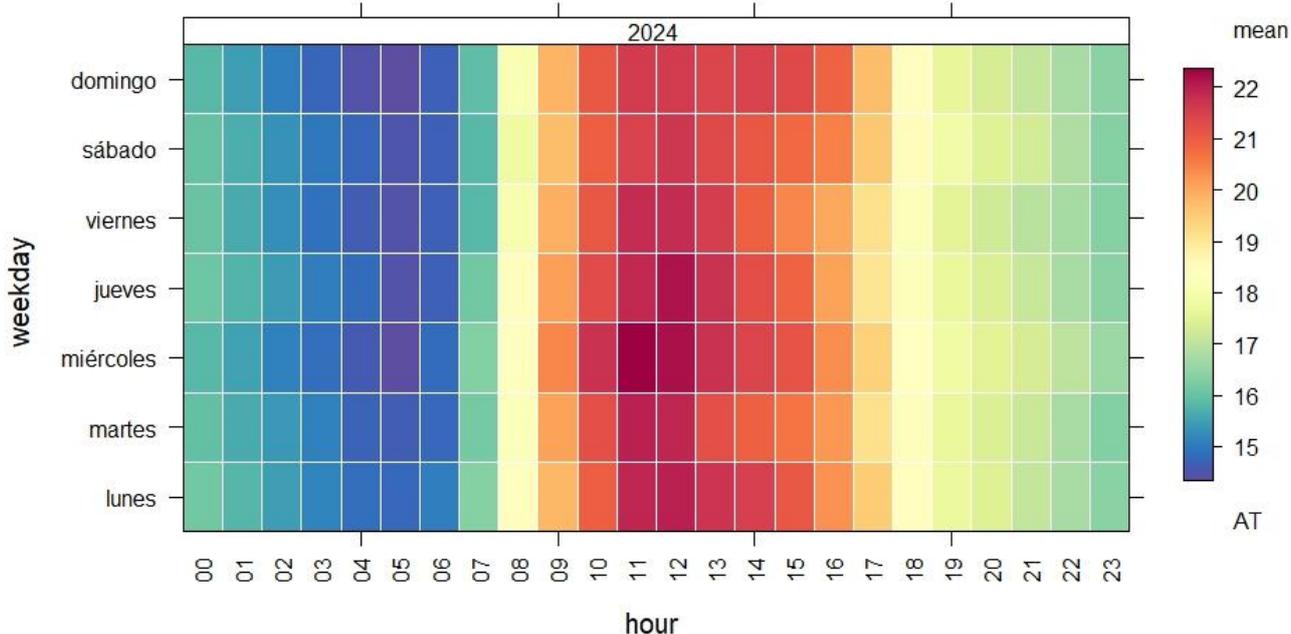
Max: 26.7 °C

Media: 17.98 °C

Min: 10.31°C

En la Figura No. 19 se presenta el comportamiento de la temperatura ambiente en grados Celsius de acuerdo al promedio diario y horario por semana para el año 2024, en donde se observa para los días miércoles se registraron las temperatura promedio más altas con 22°C aproximadamente y sobre las 11:00 y 12:00 horas se obtuvo el promedio más alto de temperatura ambiente con un rango entre 20°C y 22°C. así mismo las temperatura más baja se registraron para los días domingo y miércoles en el horario de las 5:00 de la mañana con una temperatura de 14°C.

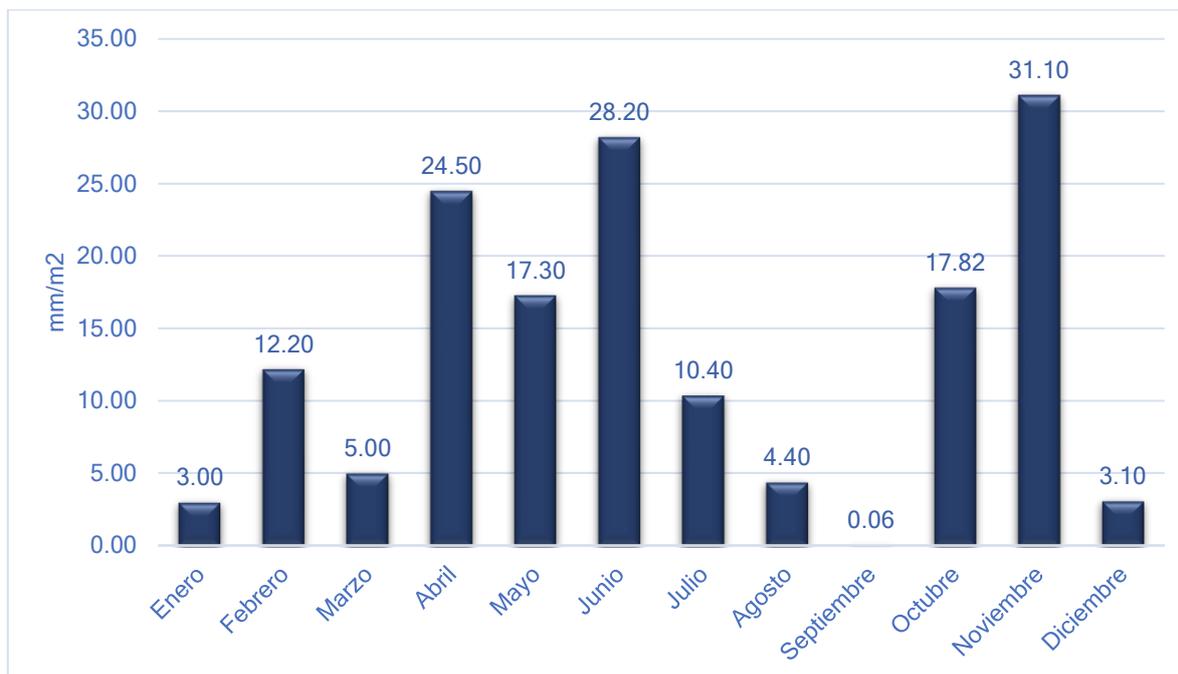
Figura 19. Comportamiento de Temperatura Ambiente.



Precipitación

En la Figura 20 se presenta la precipitación mensual acumulada para el año 2024 monitoreada en la Estación Porvenir, de esta manera se consideró los meses de junio y noviembre con niveles de precipitación más altos, siendo el mes de septiembre el mes con el nivel más bajo de precipitación sobre la zona de ubicación de la Estación Porvenir.

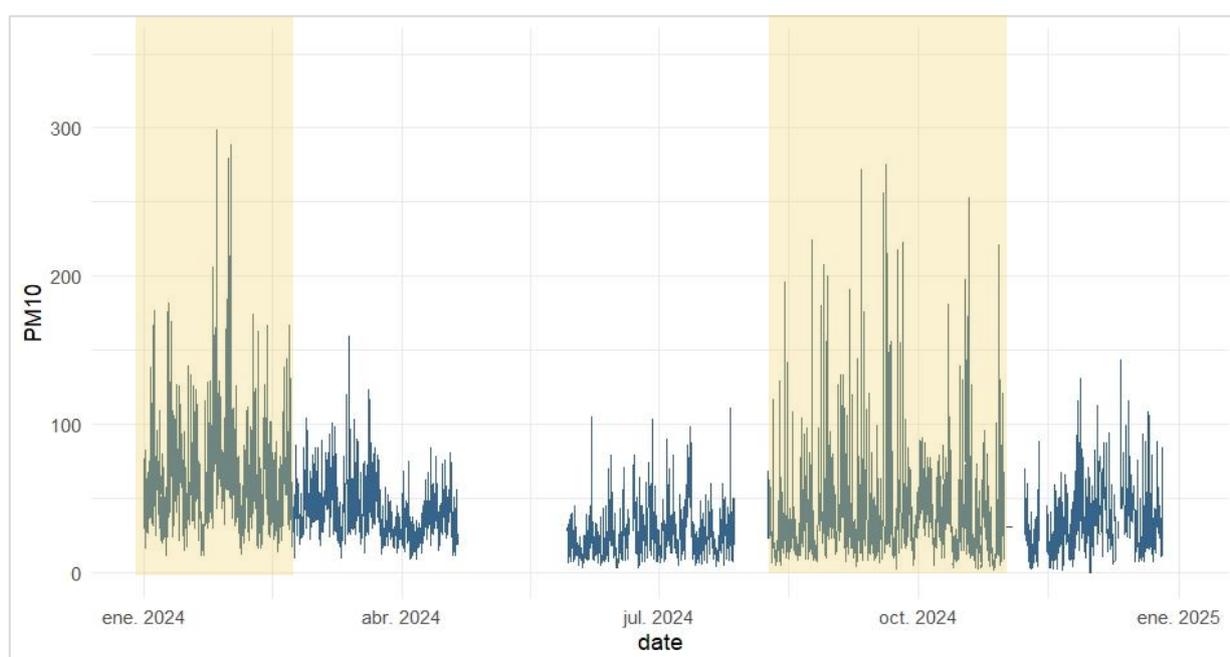
Figura 20. Precipitación Acumulada Mensual. Estación Porvenir 2024.



Estación Paiba

La concentración de material particulado monitoreado en la Estación Paiba se presenta en la Figura 21, en donde se refleja la incidencia de las temporadas seca en dos periodos del año 2024, el primer periodo se evidencia sobre los meses de enero, febrero y marzo y la segunda sobre los meses de agosto y septiembre, en consideración a anterior la ausencia de lluvias incide sobre un aumento de la concentración de material partículas provenientes de distintas fuentes de emisión incluyendo la re-suspensión de polvo en las vías, generación de eventos de incendios forestales entre otros. Como concentración máxima se presentó alrededor de los $298 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ registrada el día 26 de enero sobre las 16:00 horas.

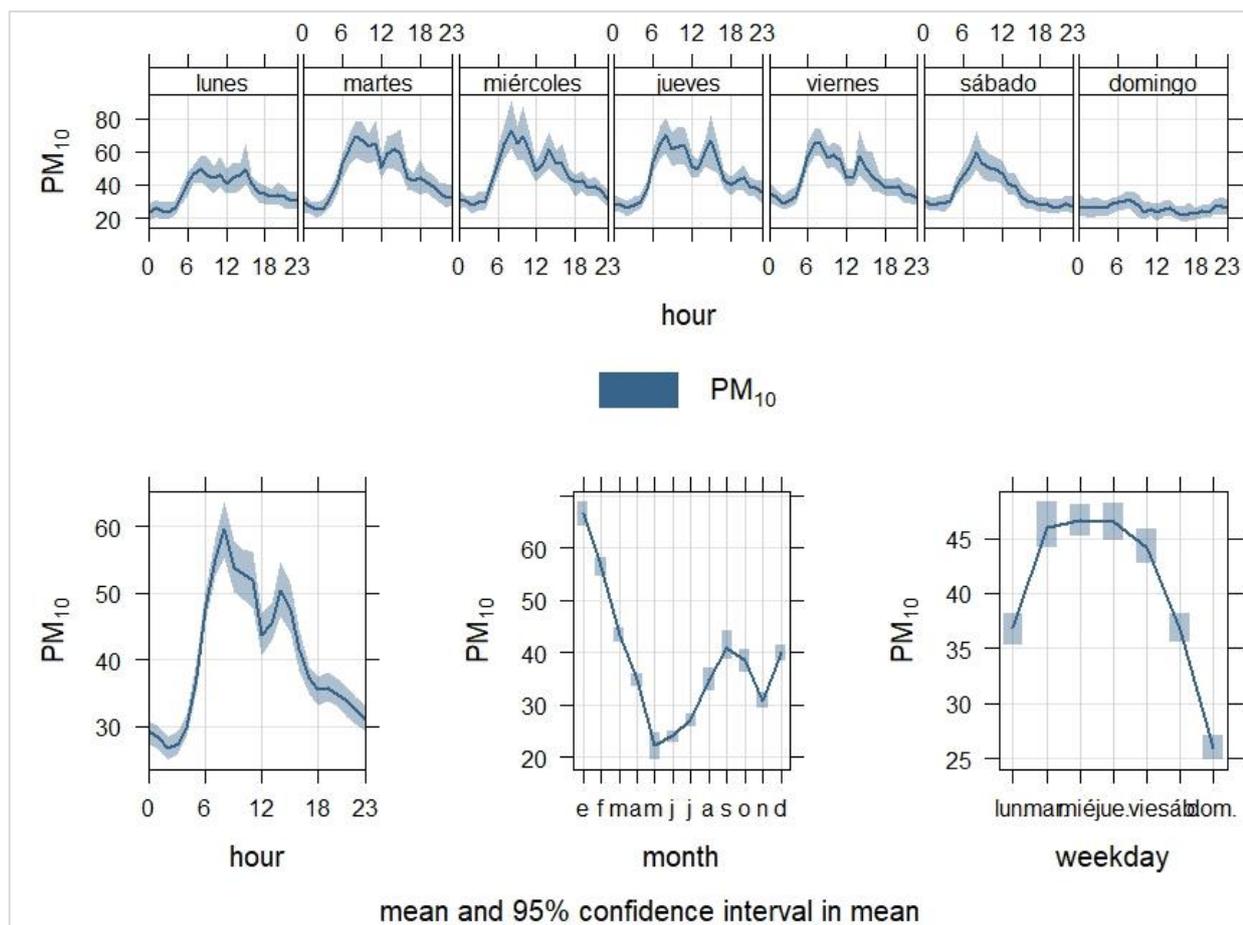
Figura 21. Concentración horaria estándar de pm_{10} en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Estación Paiba 2024.



	PM ₁₀ µg/m ³
Min.	1.0
1st Qu	21
Median	34
Mean	40.37
3rd Qu	52
Max.	298.39
% Captura Datos	81%

En la Figura 22 se registra el comportamiento de concentración de pm_{10} con relación a la variación temporal, en donde es posible evidenciar que para los días de martes, miércoles, jueves y viernes se registran los promedios de material particulado más altos, siendo los domingos los niveles más bajos. En cuanto al promedio horario es notable la incidencia del fenómeno de inversión térmica por subsidencias sobre la concentración de pm_{10} en el rango horario de 6:00 a las 9:00 de la mañana.

Figura 22. Variación temporal de pm_{10} . Estación Paiba 2024

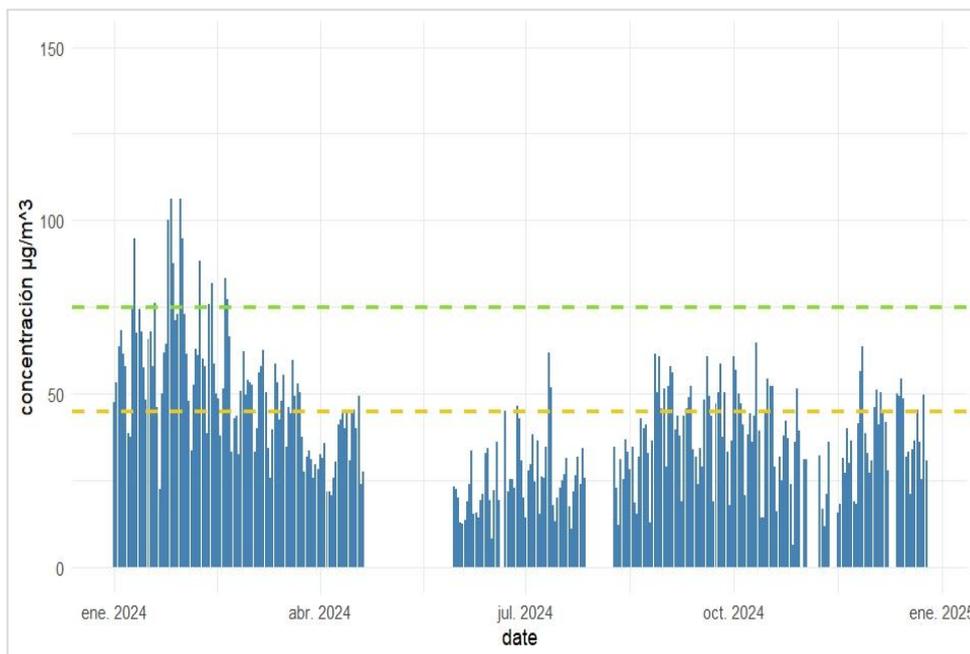


Evaluación de la Concentración Anual de pm_{10} en Relación con los Niveles Máximos Permisibles

En la Figura 23 se presentan los la concentración media 24H de pm_{10} para el año 2024, en donde se evalúa con respecto a los NMP establecidos por el Ministerio de Ambiente ($75 \mu g/m^3$) y el NMP determinado en la Guía de calidad del aire de la OMS ($45 \mu g/m^3$). En consideración a lo anterior se tiene 14 días de incumplimiento sobre NMP de la Resolución 2254 de 2017 lo cual indica un 96% de cumplimiento sobre esta norma, en relación a la

guía de calidad del aire de la OMS se tienen 114 días que el nivel de pm_{10} sobrepasa el NMP lo que significa un 31% de incumplimiento durante el 2024.

Figura 23. NMP para concentración media 24 horas de pm_{10} en 2024.

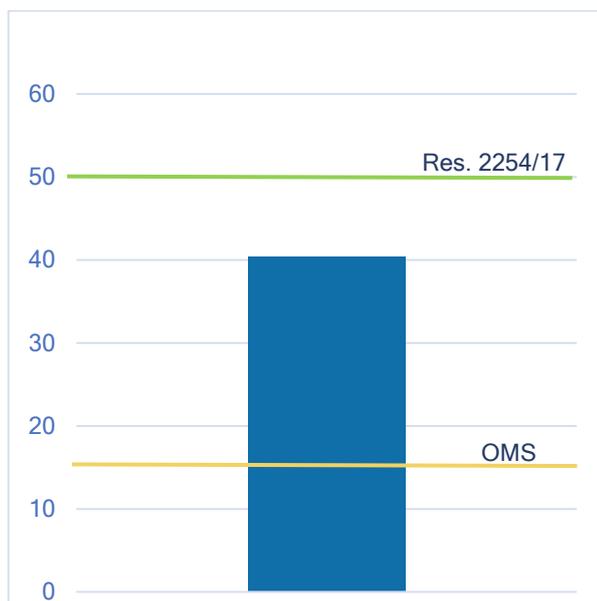


No. Días con Excedencias.

- Res. 2254 /15: **14 días**
4% Incumplimiento
- Guía OMS: **114 días**
31% Incumplimiento

En la Figura 24 se presenta la evaluación del promedio anual de pm_{10} durante el 2024 con respecto al NMP establecido por la resolución 2254 de 2017 y el NMP determinado por la OMS. En la figura se observa que el promedio anual de pm_{10} registrado en la estación de Paiba se cumple con el NMP, sin embargo, para el NMP determinado por la OMS se tiene una excedencia del 269% sobre la directriz internacional.

Figura 24. NMP para concentración media anual de pm_{10} en 2024.



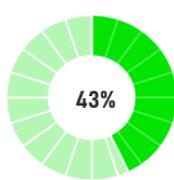
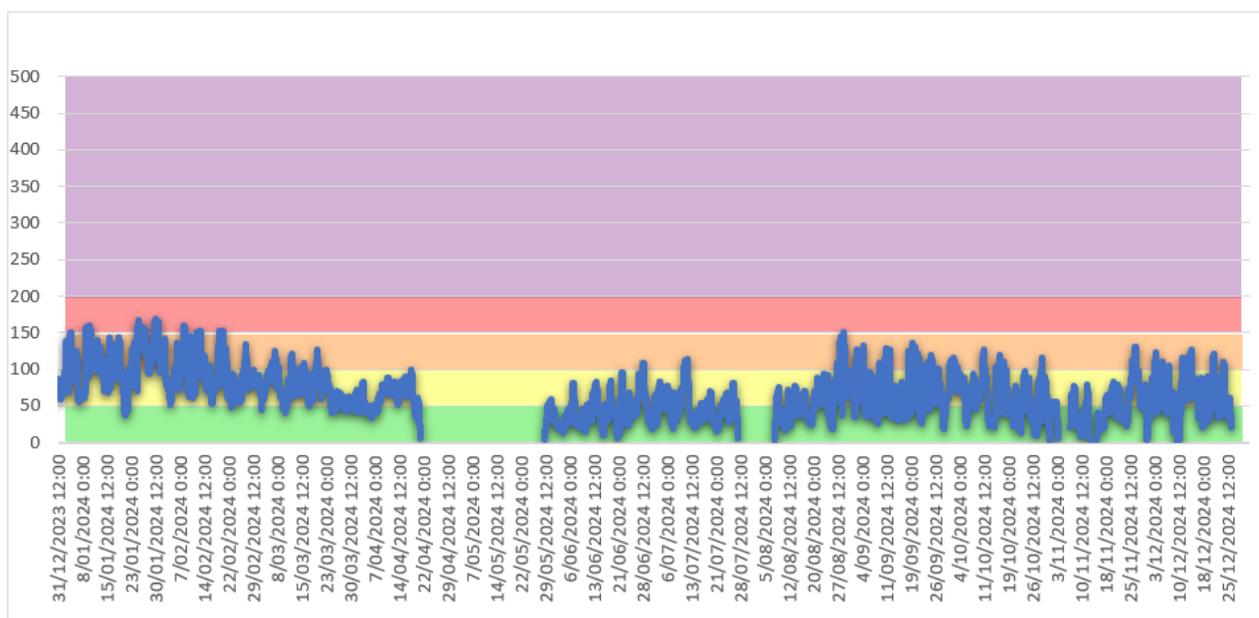
No. Días con Excedencias.

- Res. 2254 /15
0% Incumplimiento
- Guía OMS:
269% Incumplimiento

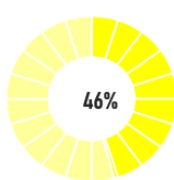
Índice de Calidad del aire IBOCA para PM₁₀

En la figura 25 se presenta el IBOCA calculado para el año 2025 de acuerdo con el monitoreo de pm₁₀ en la estación Paiba, en donde principalmente se tiene el 46% de datos en un nivel “Moderado”, 43% en nivel “Bajo” y el 10% en nivel “Regular”. A nivel general se presentó una buena calidad del aire, sin embargo, los niveles de riesgo “Regular” y “Alto” respectivamente se mantuvieron en el mes de enero y febrero producto a la condición de incendios forestales presentados sobre los cerros orientales de la ciudad.

Figura 25. Índice Bogotano de Calidad del Aire IBOCA para pm₁₀. Estación Paiba 2024.



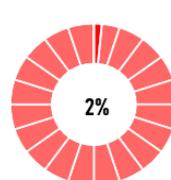
Bajo



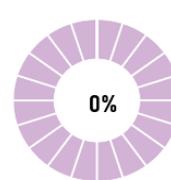
Moderado



Regular



Alto



Peligroso

Meteorología

Dirección y Velocidad del Viento

La rosa del viento para la Estación de Paiba en el año 2024 se presenta en la Figura 26, en donde se observa la dirección predominante tiene origen en el sentido Sur-Este (SE) con el 13% de la información relacionada con la dirección de viento, seguid del origen Este-Sur-Este (ESE) con el 10%, para lo cual se puede considerar que el comportamiento del viento tiene una tendencia dominante desde sur-este hacia nor-oeste lo que indica para este punto los vientos proveniente de los cerros orientales de la ciudad y se dirigen hacia las localidades de Kennedy, Bosa, Ciudad Bolívar.

Figura 26. Rosa de los vientos Estación Paiba 2024.

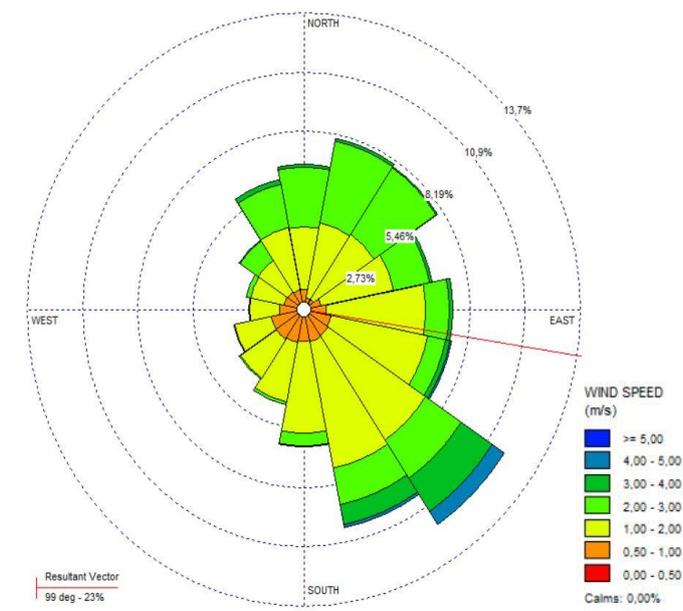
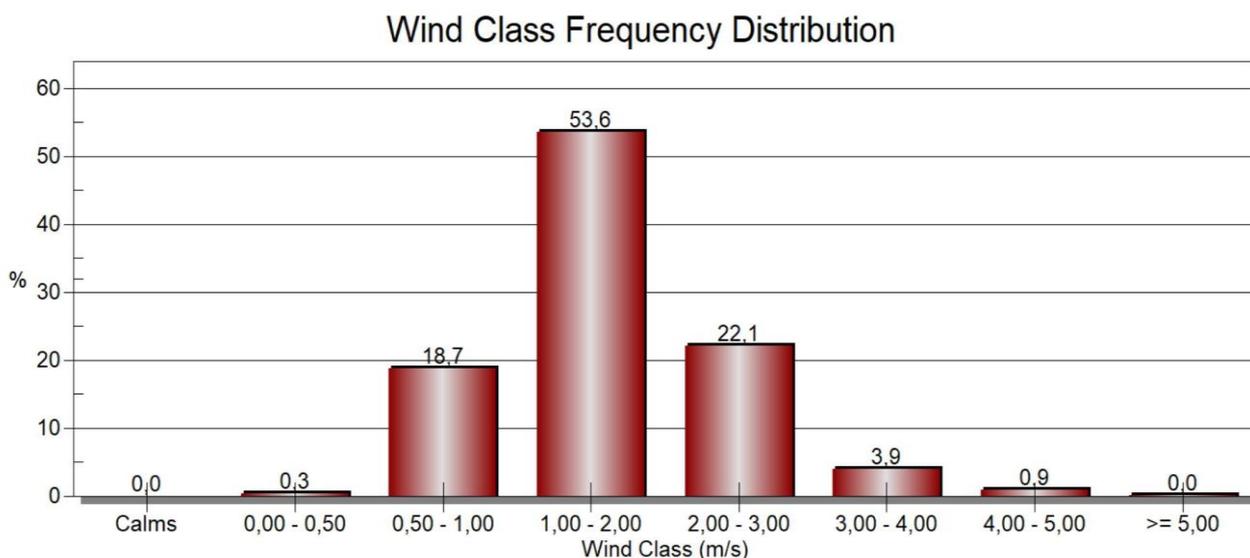


Tabla 7. Porcentaje de Direcciones de viento 2024.

Dirección Viento	No.	%	
Datos			
N	0	635	8%
NNE	22.5	713	9%
Ne	45	641	8%
ENE	67.5	598	7%
E	90	637	8%
ESE	112.5	808	10%
SE	135	1091	13%
SSE	157.5	689	8%
S	180	479	6%
SSW	202.5	345	4%
SW	225	333	4%
WSW	247.5	262	3%
W	270	241	3%
WNW	292.5	1275	16%
NW	315	424	5%
NNW	337.5	567	7%

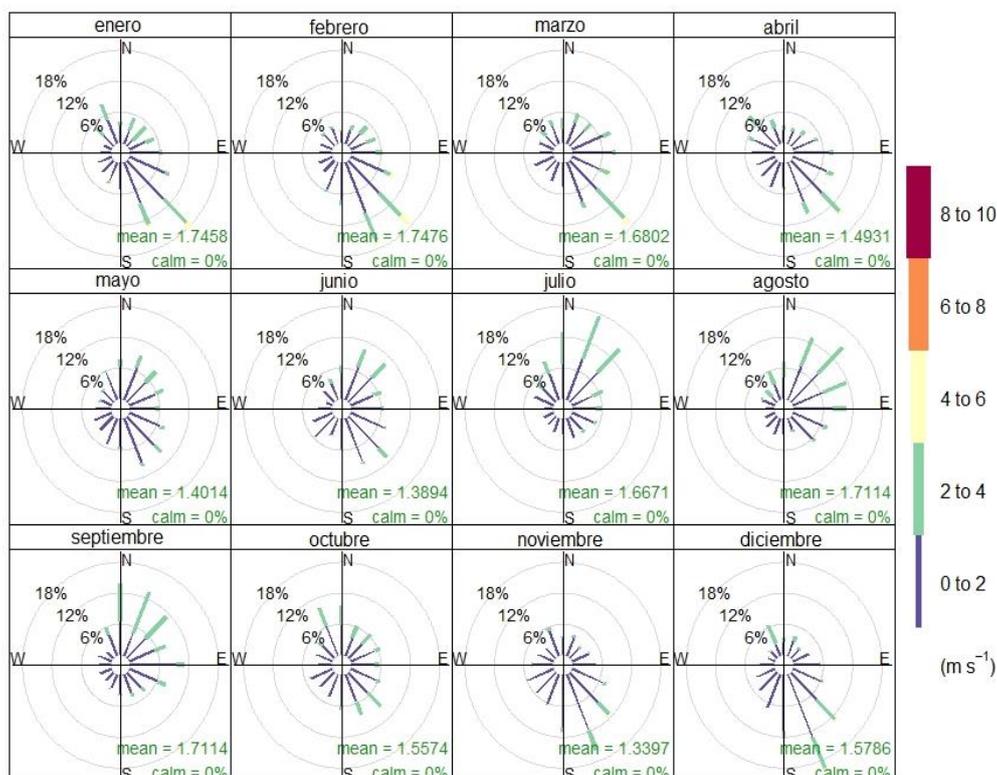
En consideración a la velocidad del viento en la Figura 27 se presenta la distribución frecuencias de las velocidades de viento registradas en la estación Paiba, en donde se tiene que el rango de velocidades de 1.00 a 2.00 m.s⁻¹ con un 53% de la información registrada. Como velocidad anual promedio se obtuvo sobre los 1.59 m.s⁻¹.

Figura 27. Distribución frecuencia de velocidad del viento en la Estación Paiba 2024.



En la Figura 28 se presenta la rosa de los vientos mensual para el año 2024, en donde se puede observar la tendencia de los vientos para casa mes en relación a la velocidad de dirección, siendo el trimestre de enero, febrero y marzo con el promedio de velocidad más alto, estando sobre los $1.7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. En relación a la dirección viento predominante se mantiene el origen de Sur-este a nor-oeste, sin embargo, para el trimestre de julio-agosto-septiembre se cambia la tendencia con origen de los vientos del nor-este al sur-oeste.

Figura 28. Rosa de los vientos mensual para 2024.

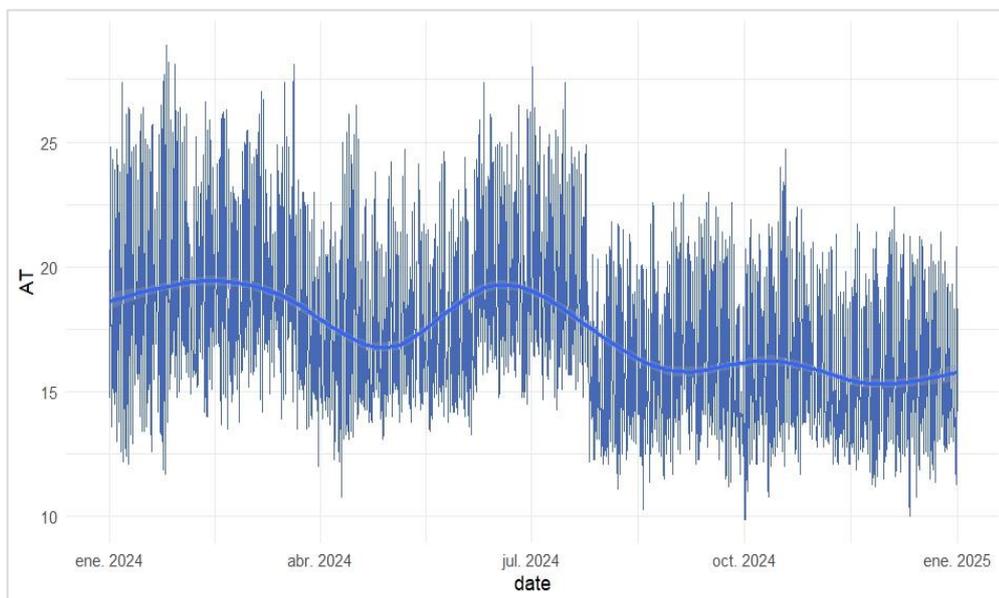


Frequency of counts by wind direction (%)

Temperatura

La temperatura ambiente registrada en la estación de Paiba en año 2024, se presenta en la figura No. 29, en donde se tiene una temperatura media anual de 17.38°C y una máxima de 29.9 °C presentada el día 25 de enero sobre las 14:00 horas.

Figura 29. Temperatura Ambiente en °C. estación Paiba 2024.



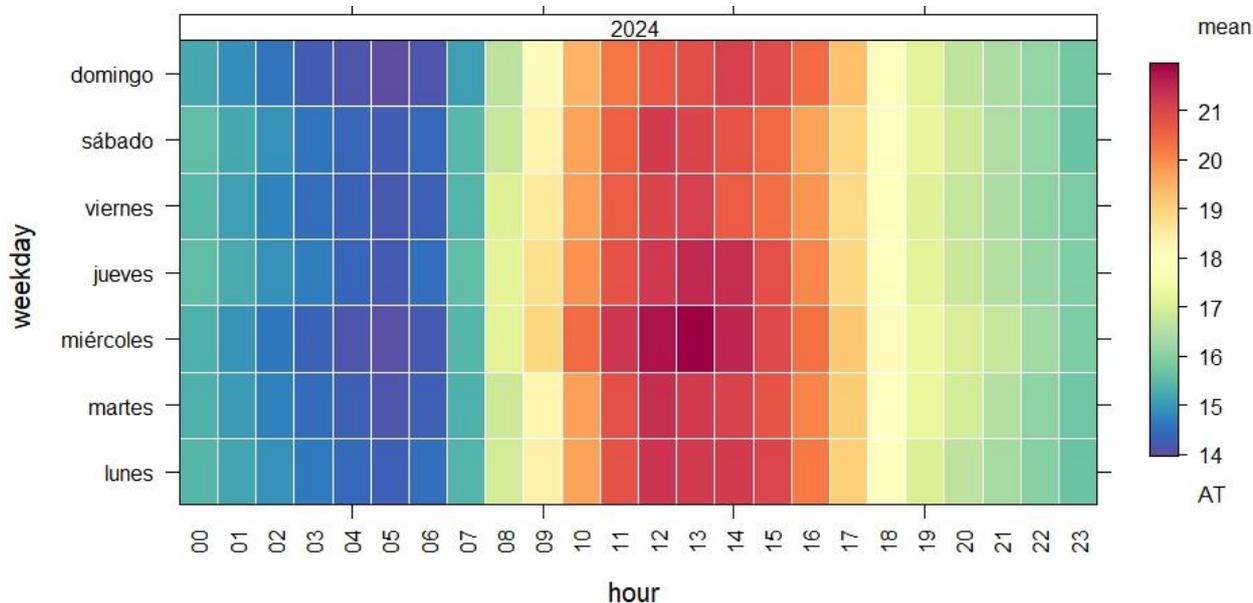
Max: 28.9 °C

Media: 17.38 °C

Min: 9.90°C

En la Figura 30 se tiene el comportamiento de la temperatura en relación con el promedio diario y horario, de esta manera se tiene que el día con la temperatura media más alta es el miércoles y el horario se da entre las 12:00 y 13:00 horas. En relación con las temperaturas más bajas se presentan en el horario de las 5:00 horas.

Figura 30. Comportamiento de Temperatura Ambiente.



Laboratorio de Calidad del Aire
Sede Porvenir - Bloque 1 - Laboratorio 401
labcalidaddelaire@udistrital.edu.co

Jose Alejandro Murad Pedraza
Docente Responsable del Lab. Calidad del Aire
jamuradp@udistrital.edu.co

J. Camilo Ramirez Franco
Auxiliar de Laboratorio
jcamirezf@udisstrital.edu.co