

Calidad de aire agosto - 2024

Distrito de Ciudad Nueva

Gobierno Regional de Tacna

2024-08-27

El presente reporte muestra los resultados del monitoreo de la calidad de aire, el cual fue realizado con la estación de monitoreo de calidad de aire del Gobierno Regional de Tacna en un espacio proporcionado por la Institución Educativa Manuel A. Odría¹ en el distrito de Ciudad Nueva durante el 08 de agosto del 2024 al 18 de agosto del 2024. Los parámetros de calidad de aire evaluados fueron material particulado con diámetro menor a 2.5 micras, material particulado con diámetro menor a 10 micras, dióxido de nitrógeno, ozono troposférico, monóxido de carbono, dióxido de azufre, sulfuro de hidrógeno y datos meteorológicos generados por la estación de monitoreo. Las concentraciones de cada uno de estos parámetros no deben superar el Estándar de Calidad Ambiental para Aire (ECA-aire), establecidos mediante el D.S. N° 003-2017-MINAM (MINAM, 2017), a fin de evitar problemas en la salud de las personas y el ambiente. También se ha considerado en el análisis los niveles recomendados por las Directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021) sobre la calidad del aire. Como principales paquetes computacionales de R para llevar a cabo el procesamiento de la información se tiene a openair (Carslaw & Ropkins, 2012), zoo (Zeileis & Grothendieck, 2005) y tidyverse (Wickham et al., 2019).

Tabla 1: Estándares de Calidad Ambiental para Aire - D.S. N° 003-2017-MINAM

Parámetros	Período	Valor (ug/m3)	Criterios de evaluación	Método de análisis ¹
SO_2	24 horas	250	NE ² más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (método automático)
NO_2	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (método automático)
$PM_{2.5}$	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (gravimetría)
PM_{10}	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (gravimetría)
CO	1 hora	10000	NE más de 1 vez al año	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (método automático)
	8 horas	30000	Media aritmética móvil	
O_3	8 horas	100	Máxima media diaria	Fotometría de absorción ultravioleta (método automático)
			NE más de 24 veces al año	
H_2S	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (método automático)

Una manera muy útil de medir la calidad de aire de diferentes zonas del país era utilizando el Índice de Calidad de Aire del Perú, sin embargo, este instrumento técnico se encuentra desactualizado respecto a la normativa vigente. Por lo cual en este estudio se utilizó el Índice de Calidad de Aire (AQI por sus siglas en inglés) de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US-EPA, 2024), cuya simbología se aprecia en la tabla 2.

Tabla 2: Rangos del AQI y su simbología de colores

Categoría	Rango AQI	Color
Buena	0 - 50	Verde
Moderada	51 - 100	Amarillo
No saludable para grupos sensibles	101 - 150	Naranja
No saludable	151 - 200	Rojo
Muy no saludable	201 - 300	Púrpura
Peligrosa	301 - 500	Marrón

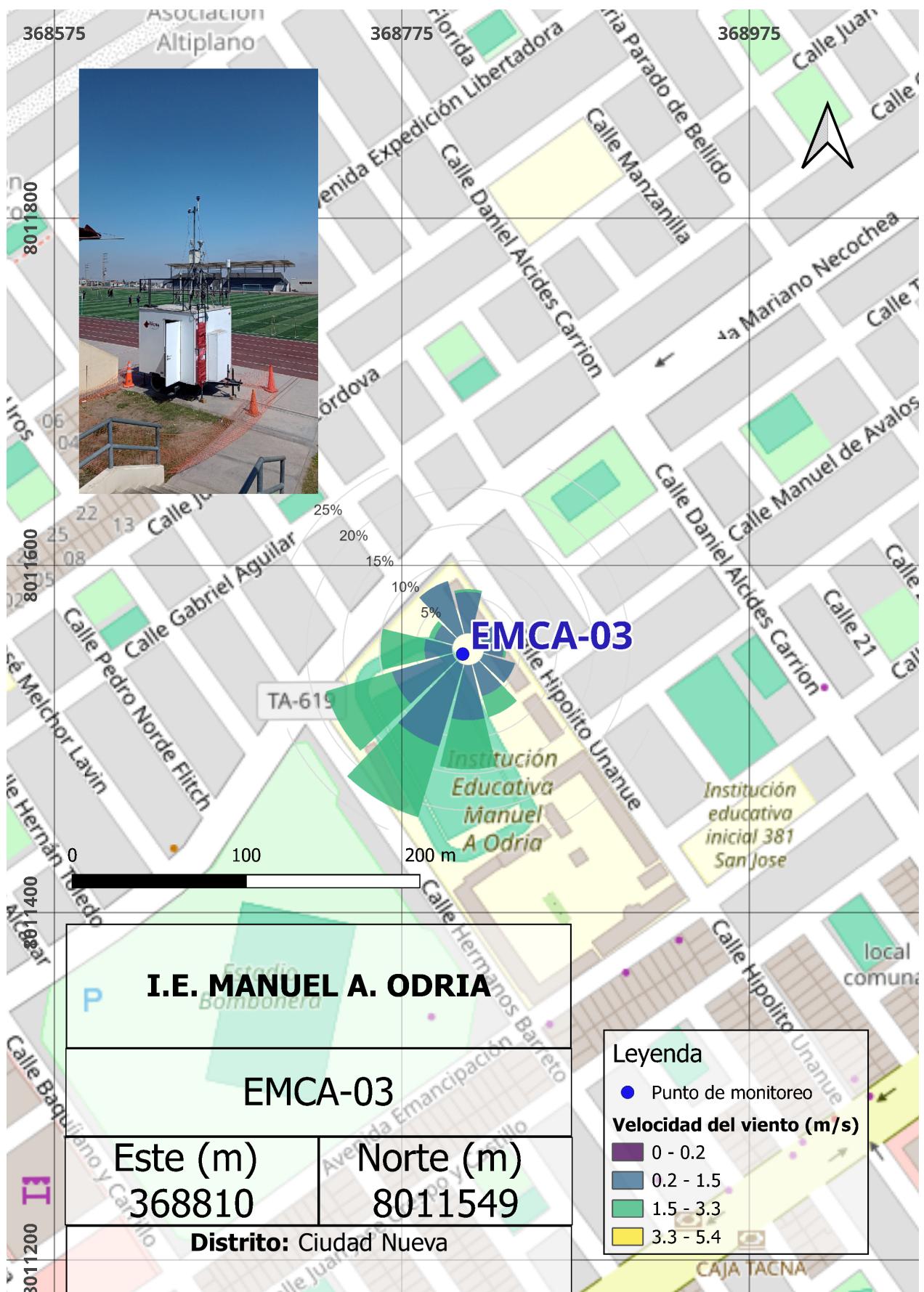
²NE: No exceder más de una cantidad

¹O método equivalente aprobado

1 Estación de monitoreo de calidad de aire EMCA - 03

Durante el 08 de agosto del 2024 al 18 de agosto del 2024, se realizó el monitoreo de calidad de aire utilizando la Estación Móvil de Monitoreo de Calidad de aire, logrando registrar datos horarios de calidad de aire presentados en el lugar.

Figura 1: Mapa de Ubicación de la estación EMCA - 03

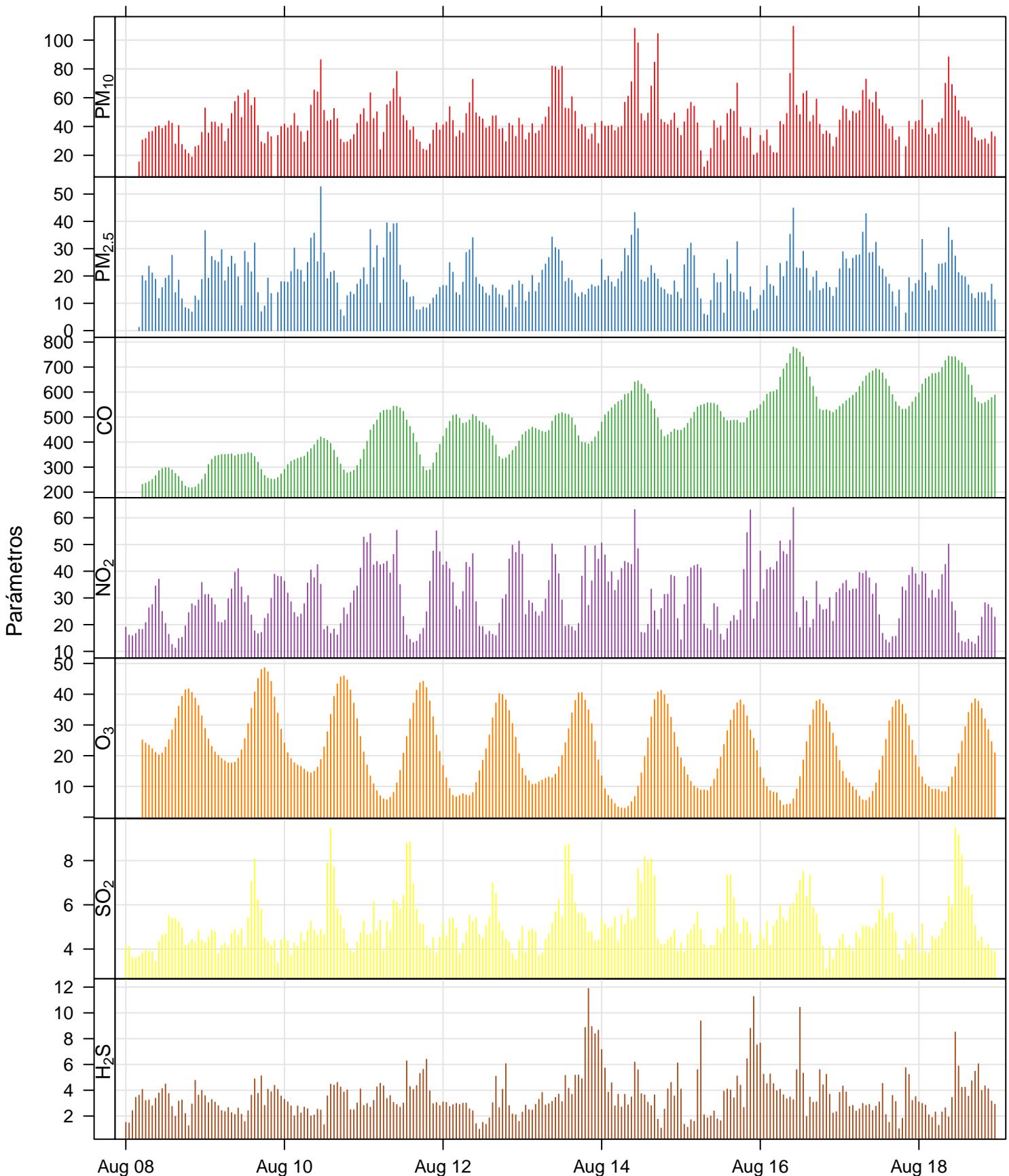


2 Parámetros de calidad de aire

En la figura 2 se presenta el comportamiento horario de la concentración medida en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de los parámetros de calidad de aire (PM_{10} , $PM_{2.5}$, CO , NO_2 , O_3 , SO_2 y H_2S) medidos en la estación de monitoreo de calidad de aire del Gobierno Regional de Tacna durante el 08 de agosto del 2024 al 18 de agosto del 2024.

Figura 2: Parámetros de calidad de aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Parámetros de calidad de aire ($\mu\text{g m}^{-3}$)

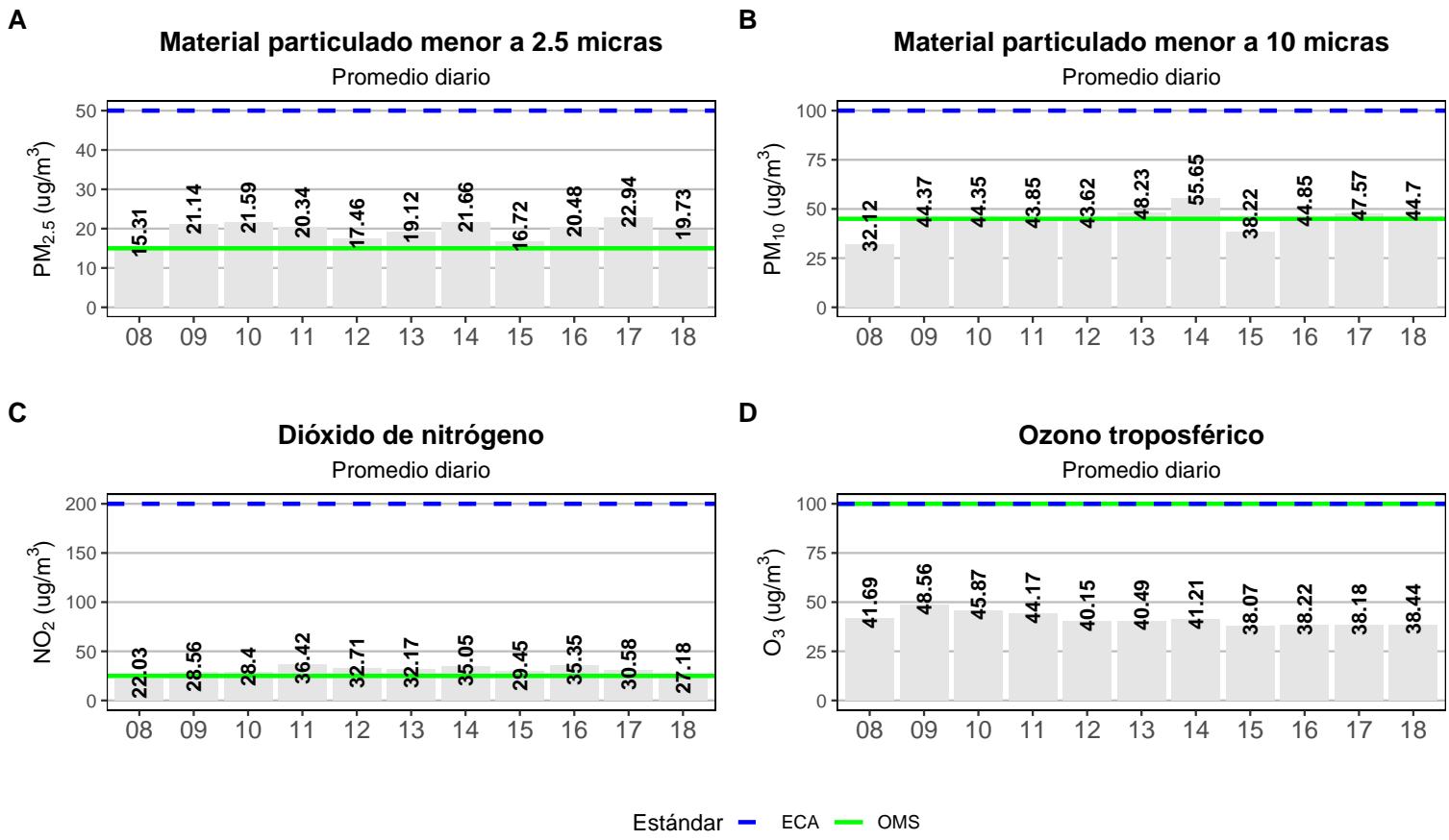


2.1 Comparación con el Estándar de Calidad de aire

2.1.1 Datos diarios de calidad de aire

A continuación, se presenta la comparación de los valores obtenidos durante el monitoreo de calidad de aire, con los valores de referencia que proporciona el Estándar de Calidad Ambiental de Aire.

Figura 3: Comparación de datos diarios con el Estándar de Calidad Ambiental de Aire - 08 de agosto al 18 de agosto



Por otro lado los valores diarios registrados de los parámetros SO_2 , H_2S y CO se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3: Comparación con el ECA de los datos diarios

Parámetros	08-08	09-08	10-08	11-08	12-08	13-08	14-08	15-08	16-08	17-08	18-08	ECA	OMS
SO ₂	4.4	4.8	5.1	5.5	4.9	5.3	5.6	4.9	5.3	4.8	5.4	250	40
H ₂ S	3.1	3.2	3.0	3.8	2.7	4.7	3.9	4.1	4.4	3.1	3.7	150	NA
CO (8h)	255.1	321.4	352.3	450.8	435.1	459.0	533.0	523.0	626.8	614.6	651.1	30000	4000
CO (1h)	253.7	317.4	342.2	437.0	438.4	453.7	535.7	509.8	629.1	603.0	651.2	10000	NA

Lo visto en la figura 3 y la tabla 3 muestra que los valores diarios medidos no superan el Estándar de Calidad Ambiental de Aire en ningún día de medición. Sin embargo, al realizar la comparación con el Estándar de Calidad de Aire de la Organización Mundial de la Salud (OMS), los parámetros $PM_{2.5}$, PM_{10} y NO_2 superan su estándar de calidad en varios días de medición.

2.1.2 Datos horarios de calidad de aire

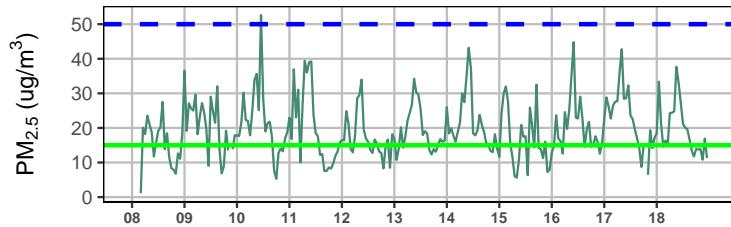
A continuación se muestran los datos por hora de los parámetros comparables con los Estándares de Calidad de Aire del Perú (ECA) y los Umbrales de Calidad de Aire Global de la Organización Mundial de la Salud (OMS). El gráfico muestra que los parámetros $PM_{2.5}$ y PM_{10} superan los umbrales de ambos estándares en algunos momentos de medición, en el caso de los parámetros NO_2 , O_3 , SO_2 , H_2S y CO no se llega a superar ninguno de los estándares en ningún momento del periodo de monitoreo. Así también, para una comprensión semanal de los datos horarios ver la figura 5.

Figura 4: Comparación de datos horarios con el Estándar de Calidad Ambiental de Aire - 08 de agosto al 18 de agosto

A

Material particulado menor a 2.5 micras

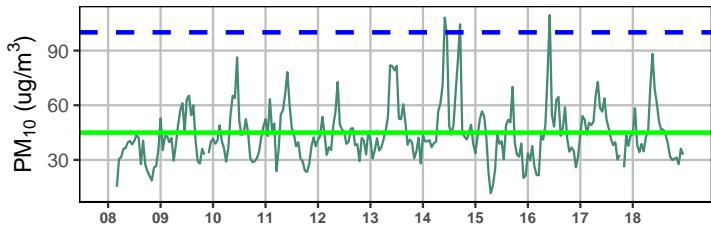
Promedio horario



B

Material particulado menor a 10 micras

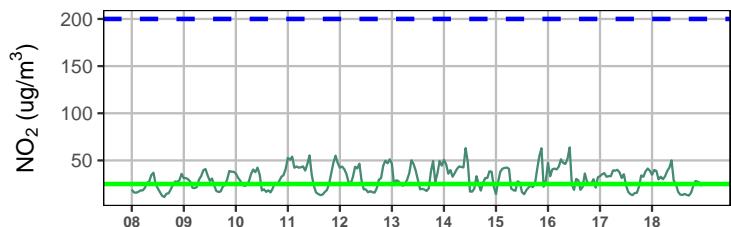
Promedio horario



C

Dióxido de nitrógeno

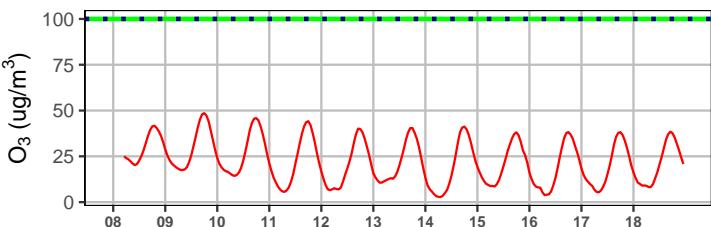
Promedio horario



D

Ozono troposférico

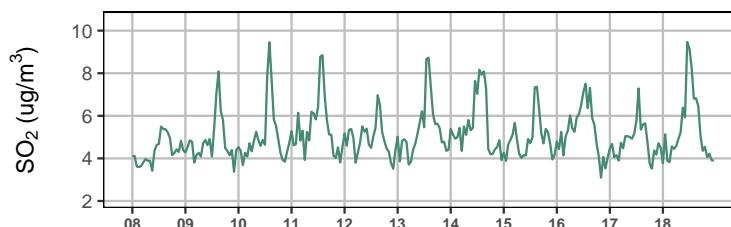
Promedio horario



E

Dióxido de azufre

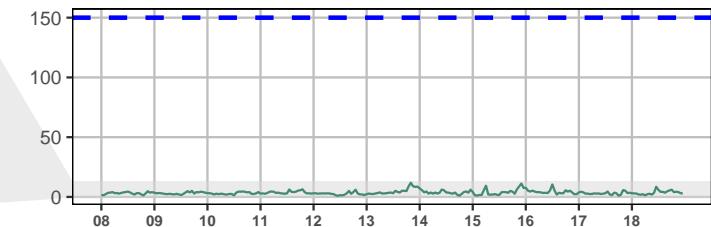
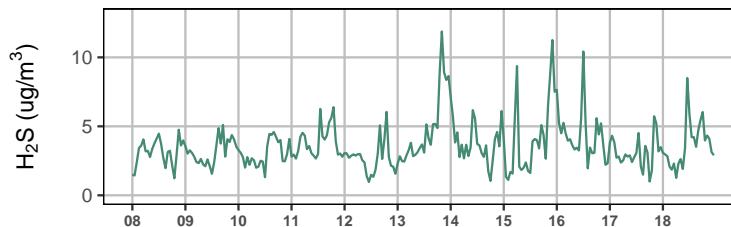
Promedio horario



F

Sulfuro de hidrógeno

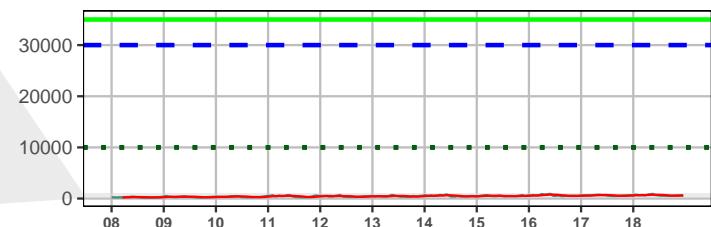
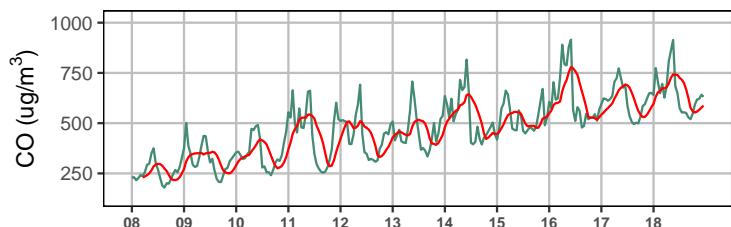
Promedio horario



G

Monóxido de carbono

Promedio horario

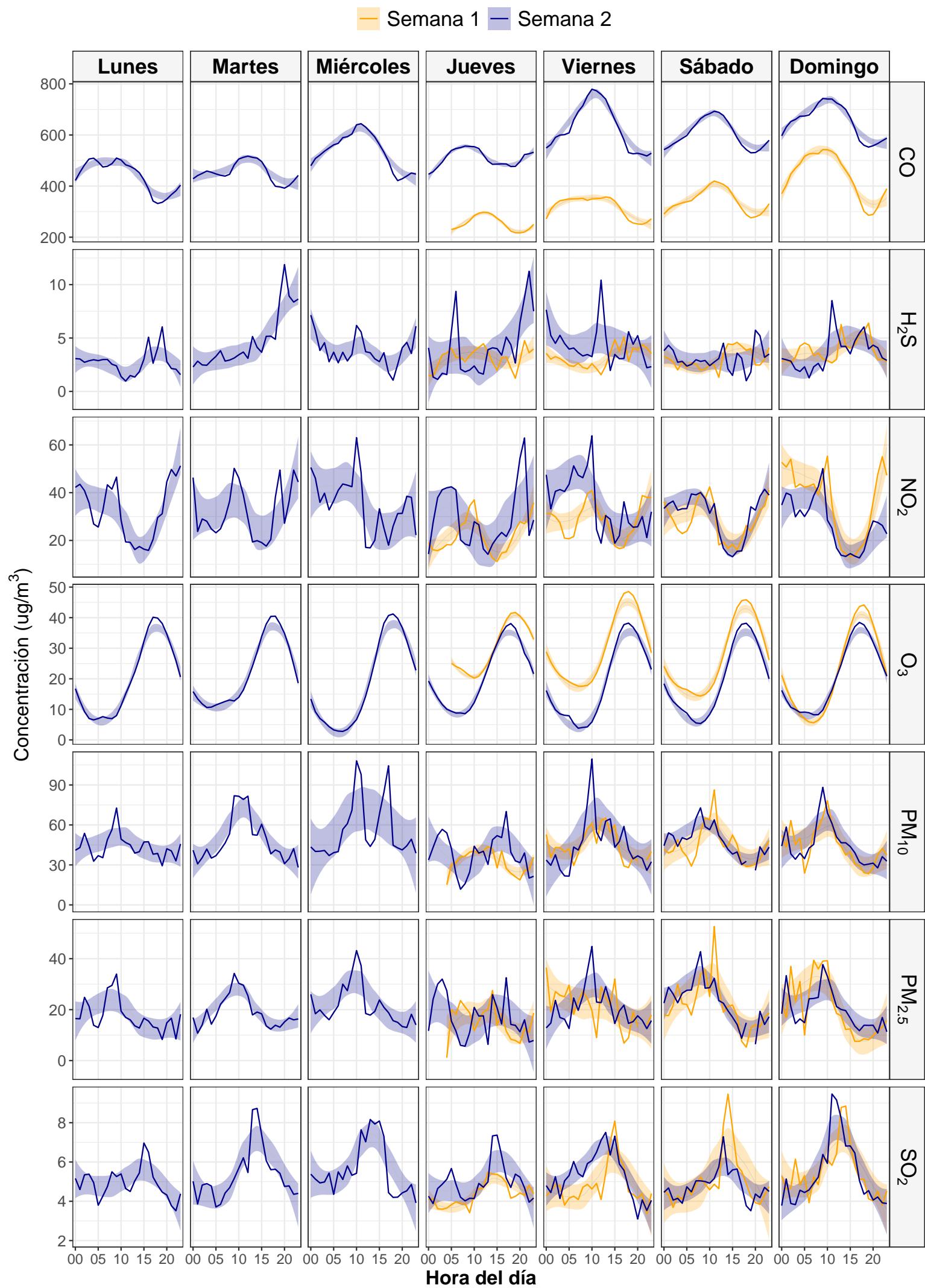


Leyenda

Media aritmética ECA OMS

Media móvil ECA(8h) OMS(8h)

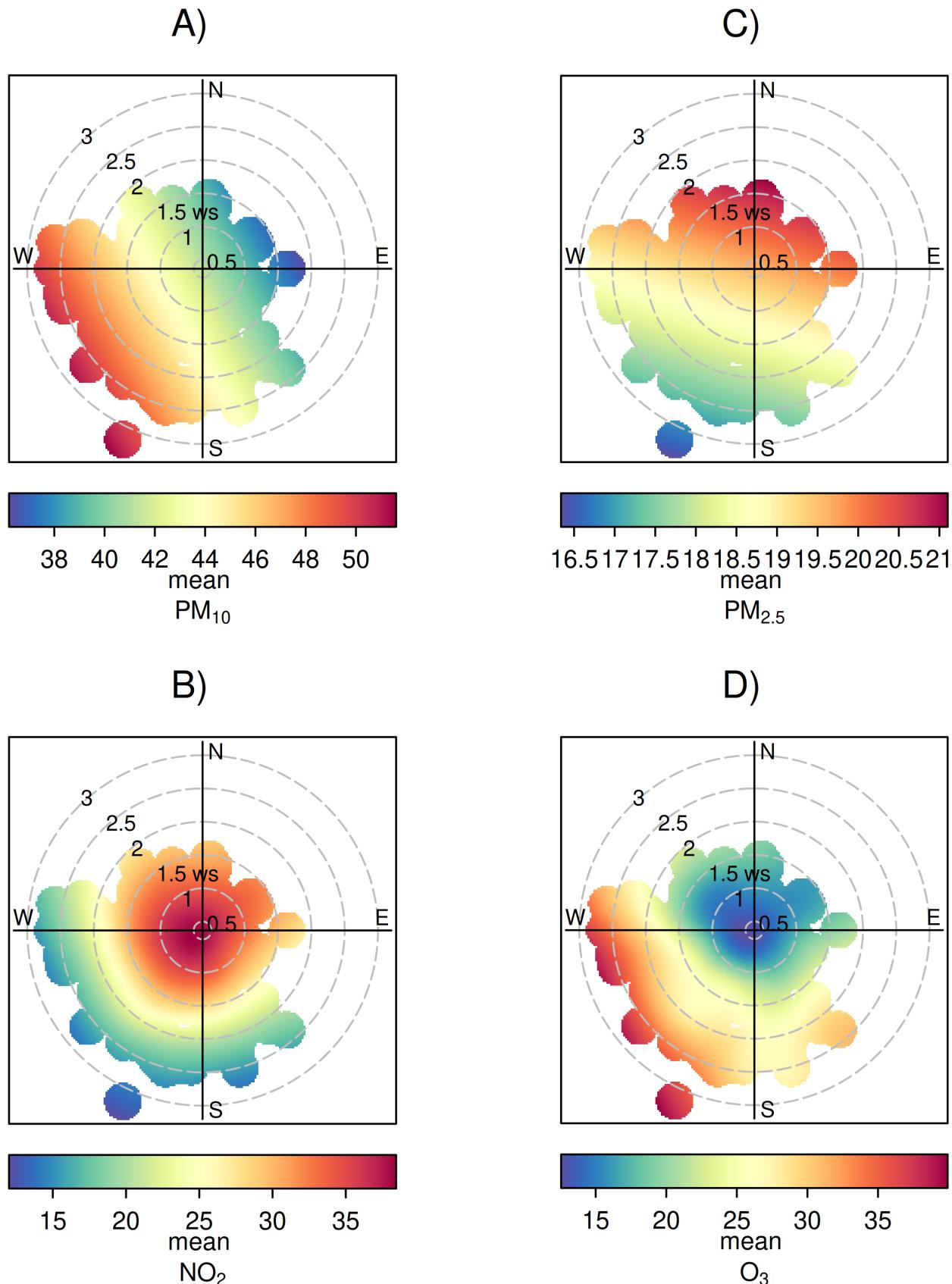
Figura 5: Comportamiento semanal de datos horarios - 08 de agosto al 18 de agosto



2.1.3 Gráficos polares

En la figura 6 se aprecia que la representación polar de 4 parámetros de calidad de aire de interés PM_{10} , $PM_{2.5}$, NO_2 y O_3 . En el caso del parámetro PM_{10} esta muestra mayores concentraciones con mayores niveles de velocidad de viento los cuales provienen principalmente de dirección oeste y suroeste, en el caso del $PM_{2.5}$ las mayores concentraciones se dan a bajos niveles de velocidad del viento, y en mayor medida de dirección norte. Así mismo según el gráfico, las mayores concentraciones de NO_2 se presentan a valores reducidos de velocidad de viento, en todas las direcciones de viento. Los valores de O_3 se presentan con valores altos de velocidad de viento y provenientes con mayor predominancia de dirección oeste y suroeste.

Figura 6: Gráficos polares de los principales parámetros evaluados



2.2 Índice de Calidad de Aire

El índice de Calidad de Aire (AQI por sus siglas en inglés) muestra que, en general la zona monitoreada durante el 08 de agosto del 2024 al 18 de agosto del 2024 presenta valores categorizados como “buenos” en los parámetros NO_2 , O_3 , SO_2 , y CO durante todos los días de medición. En el caso del $PM_{2.5}$ se observa que todos los valores que presenta se encuentran en la categoría “Moderado” que puede no ser favorable para personas sensibles a una exposición prolongada de este parámetro en la zona de evaluación. Finalmente los valores de PM_{10} se encuentran dentro de la categoría “bueno” en casi todos los días de medición debido que el día 14 se encontraba en un nivel “moderado”.

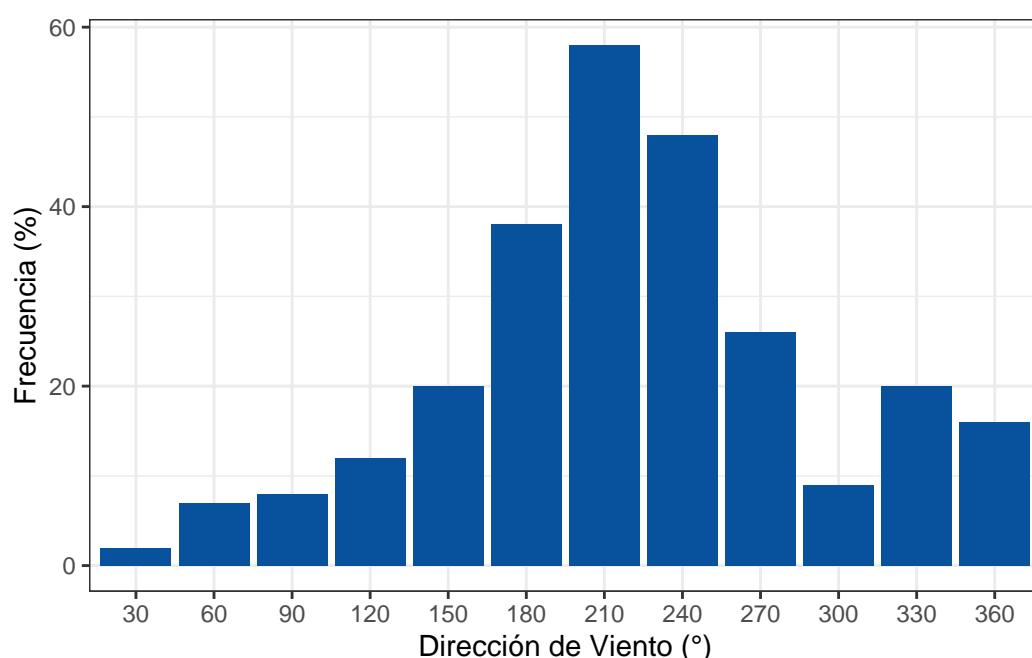
Figura 7: Índice de Calidad de Aire - 08 de agosto al 18 de agosto



3 Parámetros meteorológicos

El siguiente gráfico muestra la distibución de los vientos en intervalos de 30 grados sexagesimales, de manera que, la dirección predominante del viento se da a los 210 grados en sentido horario.

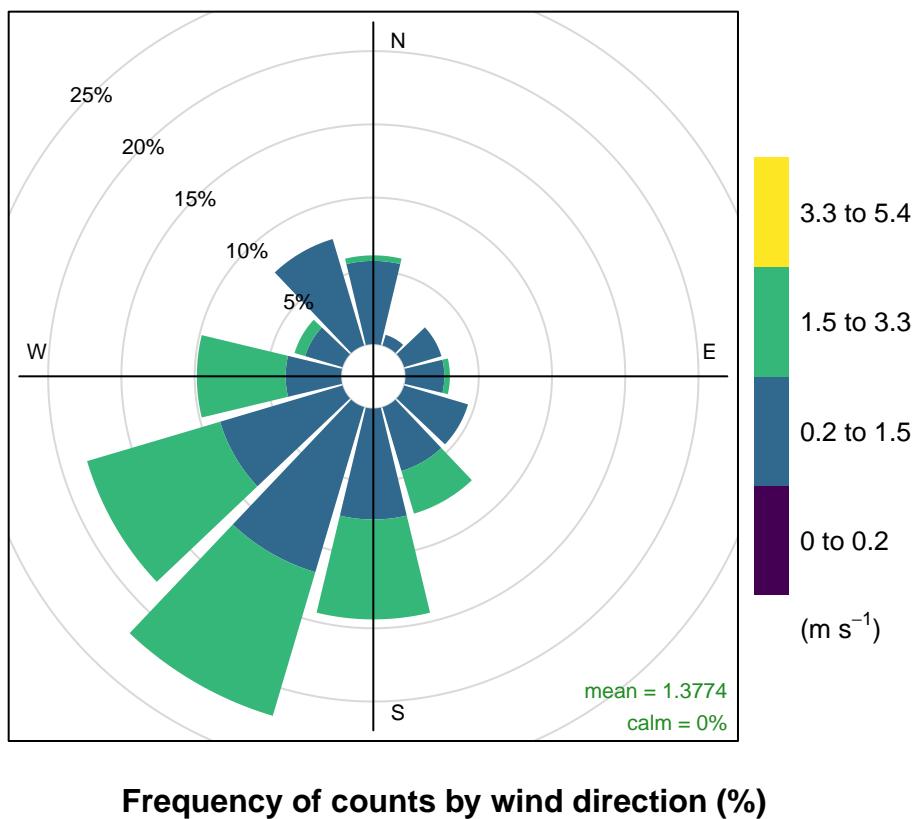
Figura 8: Distibución de la dirección de los vientos



Así también se presenta el gráfico de rosa de viento donde se evidencia que el promedio de velocidades es de 1.38 m/s. De acuerdo a los rangos propuestos por la OMM (2023), los rangos de velocidades encontrados en este periodo de monitoreo

se encuentran en las categorías de “brisa muy débil” y “brisa débil”.

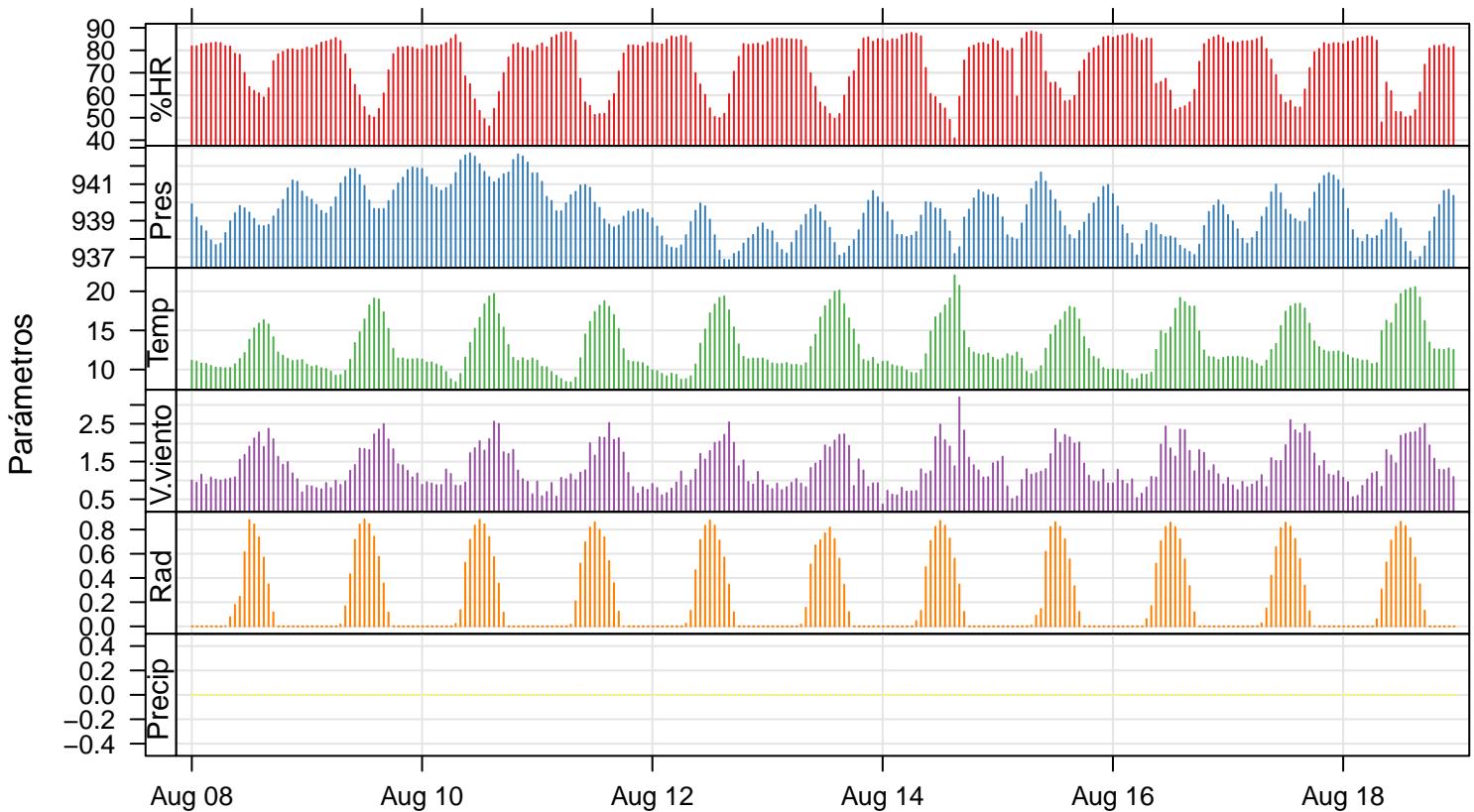
Figura 9: Rosa de vientos



Frequency of counts by wind direction (%)

A continuación se presenta la información obtenida durante el periodo de medición respecto a los parámetros temperatura, precipitación, humedad relativa, presión, velocidad del viento y radiación solar.

Figura 10: Datos horarios de los parámetros meteorológicos de la estación evaluada



4 Conclusiones

- Los datos diarios de los parámetros de calidad de aire muestran que la zona evaluada cumple con los Estándares de Calidad Ambiental de la normativa peruana, sin embargo, al ser contrastados por lo sugerido en los valores umbrales de la Organización Mundial de la Salud los parámetros $PM_{2.5}$, PM_{10} y NO_2 no cumplen con sus valores de referencia respectivos.
- El Índice de Calidad de Aire utilizado para determinar la calidad de aire en la zona de estudio muestra que durante los días evaluados presentan las categorías de buenos en la mayoría de casos (a excepción del parámetro $PM_{2.5}$ y PM_{10}). Asimismo, para el parámetro $PM_{2.5}$ presenta la categoría de moderado en todos los días de monitoreo y respecto al parámetro PM_{10} este presenta la mayoría de sus casos la categoría de bueno a excepción del día 14 de agosto.
- En cuanto a los parámetros meteorológicos se destaca la predominancia del viento suroeste (210°) y el valor medio de la velocidad del viento en 1.38 m/s.

5 Referencias

- Carslaw, D. C., & Ropkins, K. (2012). openair — An R package for air quality data analysis. *Environmental Modelling & Software*, 27–28(0), 52-61. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2011.09.008>
- MINAM. (2017). Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire. *El Peruano*, 34(4), 6-9. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-aire establecen-disposiciones>
- OMM. (2023). *Guía de instrumentos y métodos de observación* (8; Vol. 1, p. 226). https://library.wmo.int/viewer/68714/download?file=8_I_es_2023.pdf&type=pdf&navigator=1
- OMS. (2021). WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva: World Health Organization. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf>
- US-EPA. (2024). *Technical Assistance Document for the Reporting of Daily Air Quality – the Air Quality Index (AQI)*. United States Environmental Protection Agency. <https://document.airnow.gov/technical-assistance-document-for-the-reporting-of-daily-air-quailty.pdf>
- Wickham, H., Averick, M., Bryan, J., Chang, W., McGowan, L. D., François, R., Golem, G., Hayes, A., Henry, L., Hester, J., Kuhn, M., Pedersen, T. L., Miller, E., Bache, S. M., Müller, K., Ooms, J., Robinson, D., Seidel, D. P., Spinu, V., ... Yutani, H. (2019). Welcome to the tidyverse. *Journal of Open Source Software*, 4(43), 1686. <https://doi.org/10.21105/joss.01686>
- Zeileis, A., & Grothendieck, G. (2005). zoo: S3 Infrastructure for Regular and Irregular Time Series. *Journal of Statistical Software*, 14(6), 1-27. <https://doi.org/10.18637/jss.v014.i06>