

Título del estudio : Evaluación ambiental de seguimiento de la calidad del aire en los distritos Ilo y Pacocha, provincia Ilo, departamento Moquegua, en agosto de 2023.

Fecha de ejecución : Del 1 al 31 de agosto de 2023

Expediente : 2020-02-0015 Código de acción : 0013-8-2023-417

Tipo de evaluación : Programada

Fecha de aprobación : 29 de setiembre de 2023 Reporte N° : REAS-173-2023-STECS

## 1 INFORMACIÓN GENERAL

**Tabla 1.1.** Información general respecto de la actividad realizada

a.	Zona evaluada	Distritos Ilo y Pacocha, provincia Ilo, departamento Moquegua
b.	Unidades fiscalizables en la zona de estudio o actividades económicas	(1) Fundición y refinera de cobre Ilo-SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION, SUCURSAL DEL PERÚ. (2) Central Termoeléctrica Ilo1- ENGIE Energía Perú S.A. (3) Central Termoeléctrica Ilo21- ENGIE Energía Perú S.A. (4) Central Termoeléctrica Nodo energético Del Sur – Planta Ilo- ENGIE Energía Perú S.A. (5) Central Termoeléctrica Reserva Fría de Generación – Planta Ilo- ENGIE Energía Perú S.A.
c.	Problemática identificada	Presunta afectación de la calidad del aire debido a las actividades económicas, de la provincia Ilo.
d.	Periodo de ejecución	Del 1 al 31 de agosto de 2023

**Tabla 1.2.** Listado de profesionales

N.º	Nombres y Apellidos	Profesión	Actividad desarrollada
1	Shianny Vásquez Cardeña	Ingeniera geóloga	Gabinete
2	Andrés Daniel Brios Abanto	Ingeniero ambiental y de recursos naturales	Gabinete
3	Mariella Rossana Atala Alvarez	Ingeniera ambiental	Gabinete
4	Jorge Luis Hualpa Amable	Ingeniero químico	Gabinete y campo

## 2 METODOLOGÍA

### 2.1 Protocolo de monitoreo

**Tabla 2.1.** Protocolo de monitoreo

Matriz	Protocolo	Sección	País	Institución	Dispositivo legal	Año
Aire	Protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire	Todo el documento	Perú	Minam	Decreto Supremo N.º 010-2019-MINAM	2019

## 2.2 Ubicación de estaciones de monitoreo

**Tabla 2.2.** Estaciones de monitoreo

N.º	Código	Coordenadas UTM WGS-84			Altitud m s. n. m.	Descripción
		Este (m)	Norte (m)	Zona		
1	CA-ILO-01	252226	8048774	19K	40	Ubicada en la Av. Pacifico, Mz. L, lote 1, UPIS Miramar, distrito de Ilo.
2	CA-ILO-02	251618	8051342	19K	30	Ubicado en la Av. Ingeniera, Mz. C, lote SC2, Agrupación Familiar Pueblo Nuevo (Plaza El Minero), distrito de Pacocha.
3	CA-ILO-03	253350	8047344	19K	174	Ubicado en Av. Mirador Boca de Sapo, Mz. 50, lote 9, Pampa Inalámbrica, distrito de Ilo.

## 2.3 Equipos y metodologías de análisis

**Tabla 2.3.** Equipos utilizados en las estaciones de monitoreo

Parámetro	Equipo	Marca	Modelo	Serie	Certificado calibración
<b>Estación de monitoreo CA-ILO-01</b>					
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	Monitor automático de partículas	GRIMM	EDM 180	18A22047	Certificado de Fabrica S/N
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM <sub>2.5</sub> )					
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	Equipo Manual Activo HiVol	TISCH	TE-6070VFC+BLX	Venturi: P10791BLX	LF-1662022
Dióxido de azufre	Monitor automático de SO <sub>2</sub>	Thermo Scientific	43i	1200416204	LG-130-2022 LF-1542022
Sulfuro de hidrógeno	Monitor automático de H <sub>2</sub> S	Thermo Scientific	450i	CM19490141	LG-128-2022 LF-1522022
Monóxido de carbono	Monitor automático de CO	Thermo Scientific	48i	1193085163	LG-127-2022 LF-1512022
- Velocidad de viento - Dirección de viento	Estación meteorológica	Campbell Scientific	CR310	WM174404	LM - 3612022
- Temperatura ambiente - Humedad relativa				1669292130	LM-3602022 LM-3592022
- Presión atmosférica				BPA11352	LM - 3622022
- Precipitación				TB00015748	LM - 3632022
- Radiación solar				193237	LM - 3642022
<b>Estación de monitoreo CA-ILO-02</b>					
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	Monitor automático de partículas	GRIMM	EDM 180	18A19091	LF-2932022
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM <sub>2.5</sub> )					
Dióxido de azufre	Monitor automático de SO <sub>2</sub>	Thermo Scientific	43i	1192914947	LG-138-2022 LF-1622022
Dióxido de Nitrógeno	Monitor automático de NO <sub>2</sub>	Thermo Scientific	42i	1192914960	LG-048-2021 LG-0172021
Sulfuro de hidrógeno	Monitor automático de H <sub>2</sub> S	Thermo Scientific	450i	CM19490139	LG-136-2022 LF-1602022
Monóxido de carbono	Monitor automático de CO	Thermo Scientific	48i	1193085161	LG-135-2022 LF-1592022
- Velocidad de viento - Dirección de viento	Estación meteorológica	Campbell Scientific	CR800	WM174402	LM - 3732022

Parámetro	Equipo	Marca	Modelo	Serie	Certificado calibración
- Temperatura ambiente - Humedad relativa				1663393889	LM - 3722022 LM - 3712022
- Presión atmosférica				BPA11350	LM - 3742022
- Precipitación				TB00015746	LM - 3752022
- Radiación solar				193287	LM - 3762022
<b>Estación de monitoreo CA-ILO-03</b>					
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	Monitor automático de partículas	GRIMM	EDM 180	18A19093	LF-1692022
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> )					
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	Equipo Manual Activo HiVol	TISCH	TE-6070VFC+BLX	Venturi: P10790BLX	LF-1672022
Dióxido de azufre	Monitor automático de SO <sub>2</sub>	Thermo Scientific	43i	1192914948	LG-134-2022 LF-1582022
Dióxido de nitrógeno	Monitor automático de NO <sub>2</sub>	Thermo Scientific	42i	1192914961	LG-133-2022 LF-1572022
Sulfuro de hidrógeno	Monitor automático de H <sub>2</sub> S	Thermo Scientific	450i	CM19490140	LG-132-2022 LF-1562022
Monóxido de carbono	Monitor automático de CO	Thermo Scientific	48i	1193085162	LG-131-2022 LF-1552022
- Velocidad de viento - Dirección de viento	Estación meteorológica	Campbell Scientific	CR800	181893	LM - 3672022
- Temperatura ambiente - Humedad relativa				1665884185	LM - 3662022 LM - 3652022
- Presión atmosférica				BPA11351	LM - 3682022
- Precipitación				TB00015747	LM - 3692022
- Radiación solar				193240	LM - 3702022

**Tabla 2.4. Métodos de análisis de aire**

Parámetro	Método	Técnica Empleada
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> )	Método automático	Dispersión de luz
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )		
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )		Fluorescencia ultravioleta
Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )		Quimioluminiscencia
Sulfuro de hidrógeno (H <sub>2</sub> S)		Fluorescencia ultravioleta
Monóxido de carbono (CO)		Infrarrojo no dispersivo
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	Método manual activo	Separación inercial/filtración (gravimetría)
Velocidad de viento	Método automático	-
Dirección de viento		
Temperatura ambiente		
Humedad relativa		
Precipitación		
Presión atmosférica		
Radiación solar		

Nota: las tres estaciones de monitoreo de la provincia de Ilo cuentan con las mismas técnicas de medición.  
Fuente: Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire (Decreto Supremo N.º 010-2019-MINAM)  
(-): no aplica

## 2.4 Criterios de evaluación

**Tabla 2.5.** Estándares de calidad ambiental (ECA) para aire

Parámetro	Periodo	Formato del estándar		Norma
		Valor ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Criterio de evaluación	
Material particulado con diámetro menor a 10 micras ( $\text{PM}_{10}$ )	24 horas	100	No exceder más de 7 veces al año	D.S. N.º 003-2017-MINAM «Estándares de calidad ambiental (ECA) para aire y disposiciones complementarias»
Material particulado con diámetro menor a 2.5 micras ( $\text{PM}_{2.5}$ )	24 horas	50	No exceder más de 7 veces al año	
Sulfuro de hidrogeno ( $\text{H}_2\text{S}$ )	24 horas	150	Media aritmética	
Dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ )	24 horas	250	No exceder más de 7 veces al año	
Dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ )	1 hora	200	No exceder más de 24 veces al año	
Monóxido de carbono ( $\text{CO}$ )	1 hora	30000	No exceder más de 1 vez al año	
	8 horas	10000	Media aritmética móvil	

**Tabla 2.6.** Niveles de estado de alerta nacionales para contaminantes de aire

Típos de Alerta	Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ )	Norma
Cuidado	>500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio móvil 3 horas	D. S. N.º 009-2003-SA «Reglamento de los niveles de estados de alerta nacionales para Contaminantes del aire»
Peligro	>1500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio móvil 3 horas	
Emergencia	>2500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio móvil 3 horas	

## 3 RESULTADOS

Las condiciones meteorológicas y los parámetros atmosféricos registrados en las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, en agosto de 2023, son presentadas en el Anexo 3.

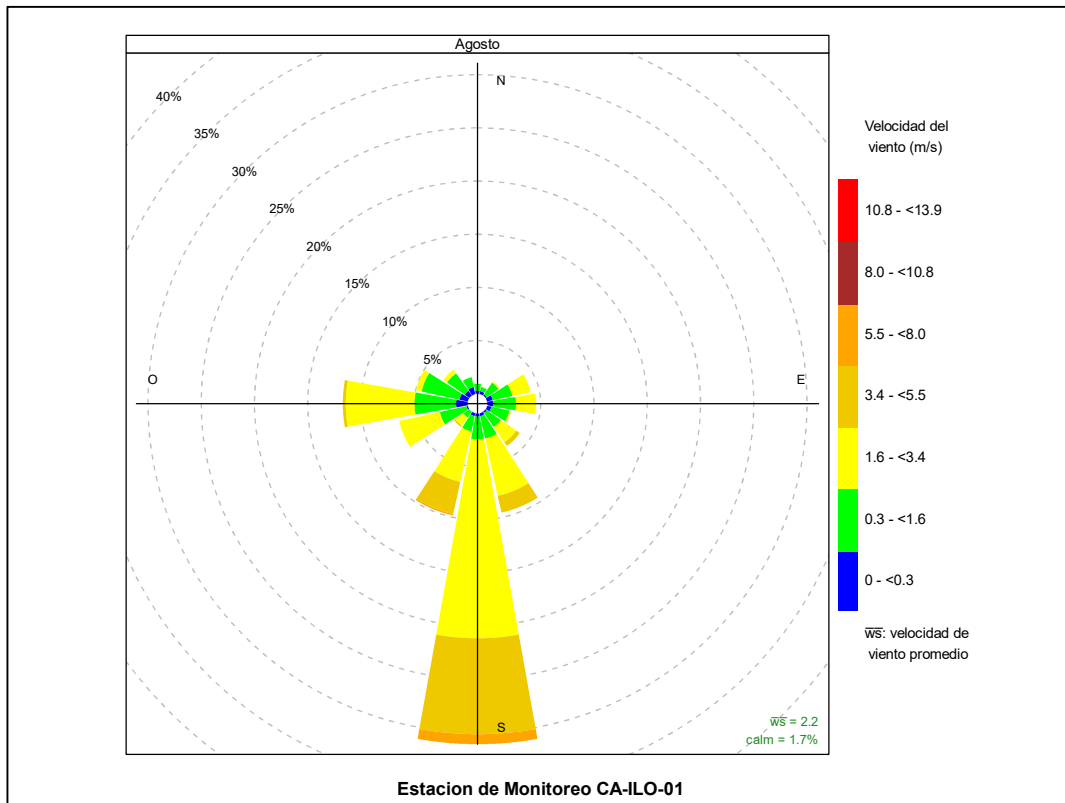
### 3.1 Parámetros meteorológicos

En la Tabla 3.1 se presentan los parámetros meteorológicos registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-01, durante el mes de agosto de 2023. Se observa que la presión atmosférica varió entre una mínima de 1002,4 hPa y una máxima de 1010,5 hPa, no se registraron precipitaciones durante el mes. La temperatura promedio fue 19,0 °C, alcanzando una mínima de 15,3 °C y una máxima de 22,8 °C, la humedad relativa varió entre 62,4 y 93,2 % y la velocidad del viento osciló entre 0,0 y 6,2 m/s. El parámetro de radiación solar reporta una irradiancia máxima de 936,9  $\text{W}/\text{m}^2$  durante el mes de agosto. Los valores se presentan en la Tabla 3.1, y el detalle del registro en el Anexo 3.

**Tabla 3.1.** Resultados de los parámetros meteorológicos registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-01, agosto de 2023.

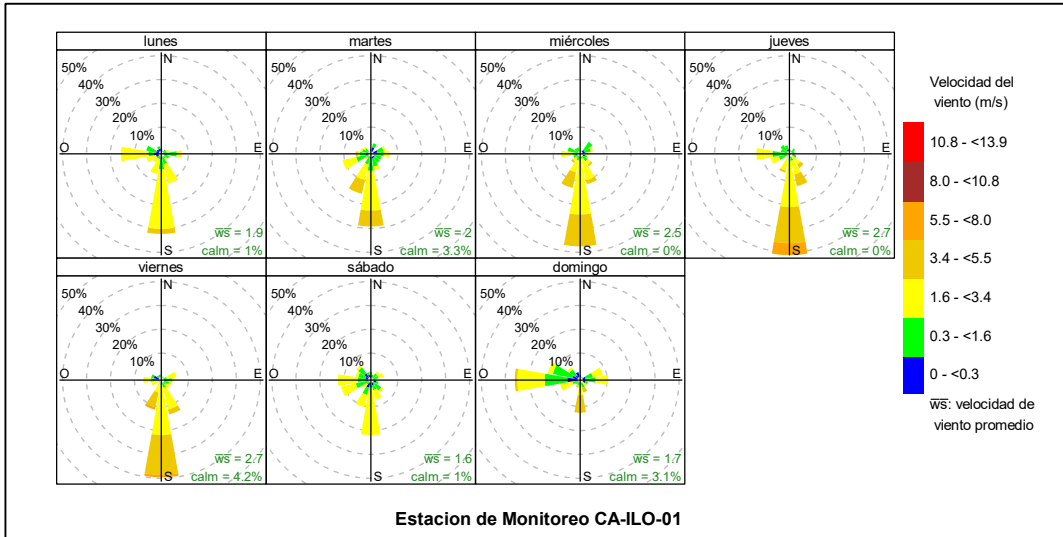
Valores	Presión atmosférica (hPa)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación solar ( $\text{W}/\text{m}^2$ )
Mínimo	1002,4	0	15,3	62,4	0,0	0,0
Máximo	1010,5	0	22,8	93,2	6,2	936,9
Promedio	1007,0	0	19,0	77,0	2,2	---

En la Figura 3.1.1 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-01, correspondiente al mes agosto de 2023. Se observa que la rosa de viento tuvo una predominancia sur (S). Observándose además, que el 0,9% de los vientos provienen del sur y coinciden con el rango de 5,5 a 8 m/s, así mismo el 9% de los vientos provienen del sur y caen en el rango de 3,4 a 5,5 m/s, el 18,7% de los vientos provenientes del sur caen en el rango de 1,6 a 3,4 m/s, el 2,1% de los vientos provienen del sur y caen en el rango de 0,3 a 1,6 m/s y el 0,3% de los vientos provenientes del sur caen en el rango de 0 a 0,3 m/s. Es preciso mencionar que, en la referida dirección (sur) se encuentran los almacenes de Ceticos Ilo (tomándose como referencia la ubicación de la estación de monitoreo CA-ILO-01).



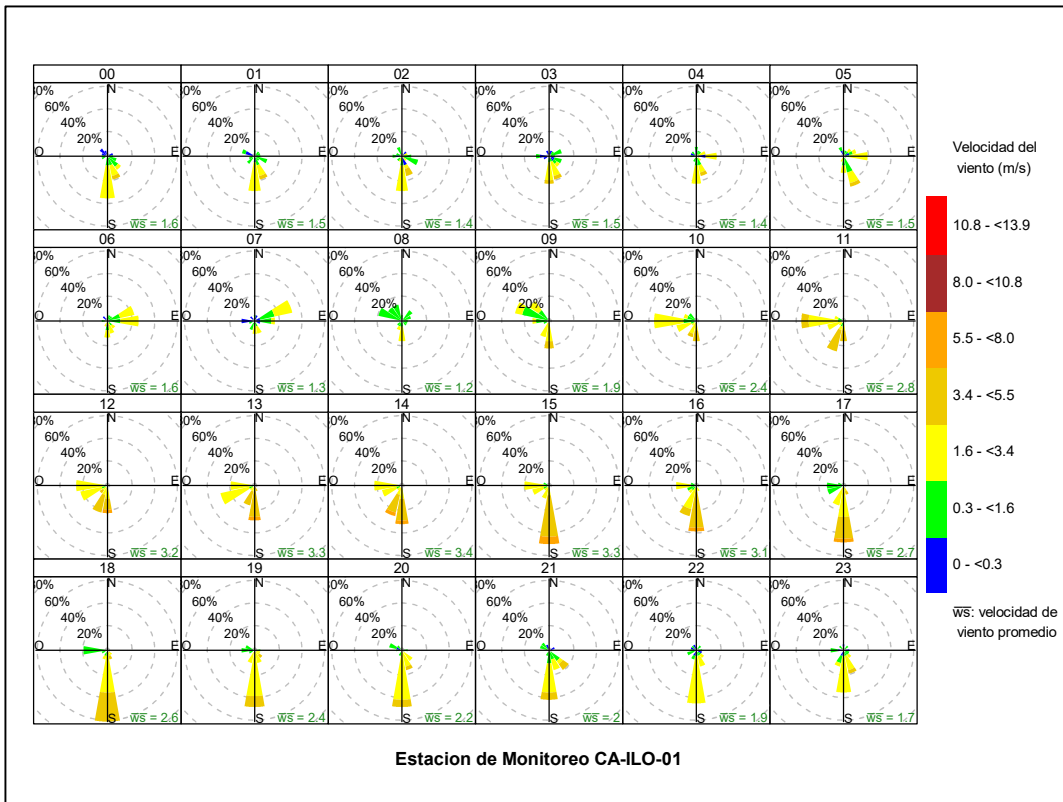
**Figura 3.1.1.** Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-01, agosto de 2023

En la Figura 3.1.2 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-01, por días de la semana, correspondiente al mes agosto de 2023. Se observa que la predominancia sur (S) se mantiene los días desde el lunes al sábado, y los días domingos la predominancia se manifiesta con vientos provenientes del oeste (O).



**Figura 3.1.2.** Rosa de viento por días de la semana de la estación de monitoreo CA-ILO-01, agosto de 2023

En la Figura 3.1.3 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-01, por horas del día, correspondiente al mes agosto de 2023. Donde se observa, un incremento en la presencia de vientos durante el día, desde las 11:00 hasta las 21:00 horas aproximadamente, sobre todo de los vientos que vienen del sur (S) y sursuroeste (SSO).



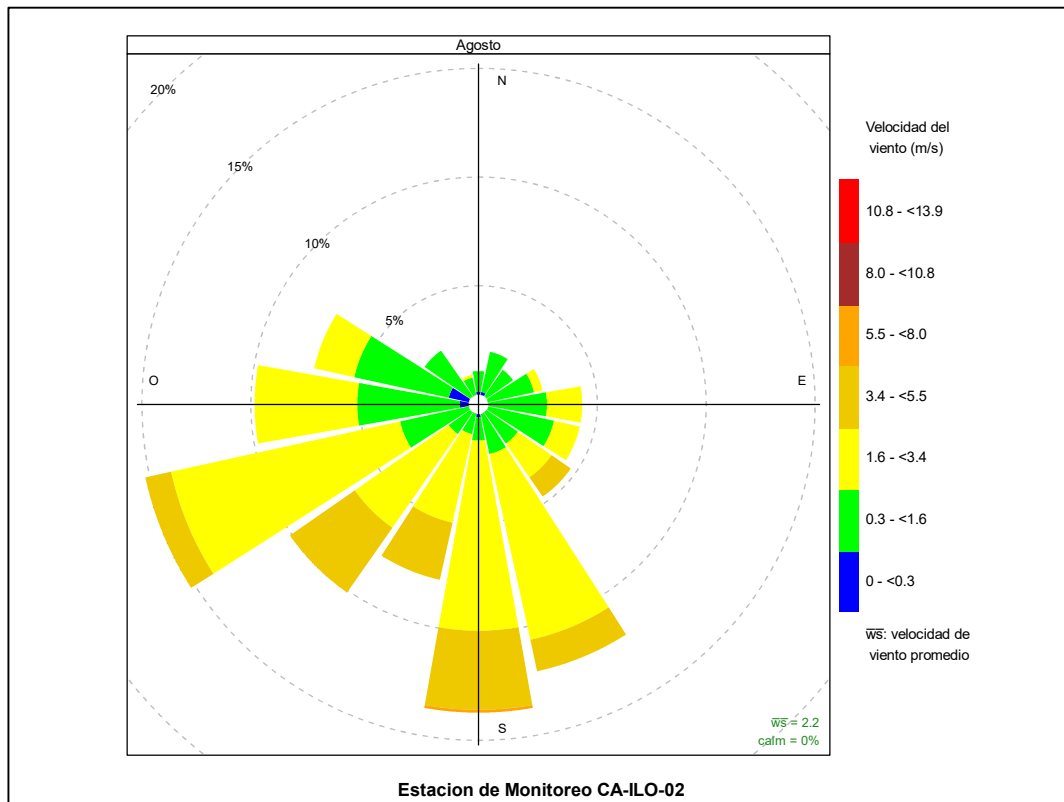
**Figura 3.1.3.** Rosa de viento horaria de la estación de monitoreo CA-ILO-01, agosto de 2023

En la Tabla 3.2 se presentan los parámetros meteorológicos registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-02, durante el mes de agosto de 2023. Se observa que la presión atmosférica varió entre una mínima de 1004,3 hPa y una máxima de 1012,6 hPa, no se registraron precipitaciones durante el mes. La temperatura promedio fue de 18,8 °C, alcanzando una mínima de 15,5°C y una máxima de 22,0 °C, la humedad relativa varió entre 67,2 y 89,8% y la velocidad del viento osciló entre 0,1 y 5,7 m/s. El parámetro de radiación solar reporta una irradiancia máxima de 915,2 W/m<sup>2</sup> durante el mes de agosto. Los valores se presentan en la Tabla 3.2, y el detalle del registro en el Anexo 3.

**Tabla 3.2.** Parámetros meteorológicos registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-02, agosto de 2023.

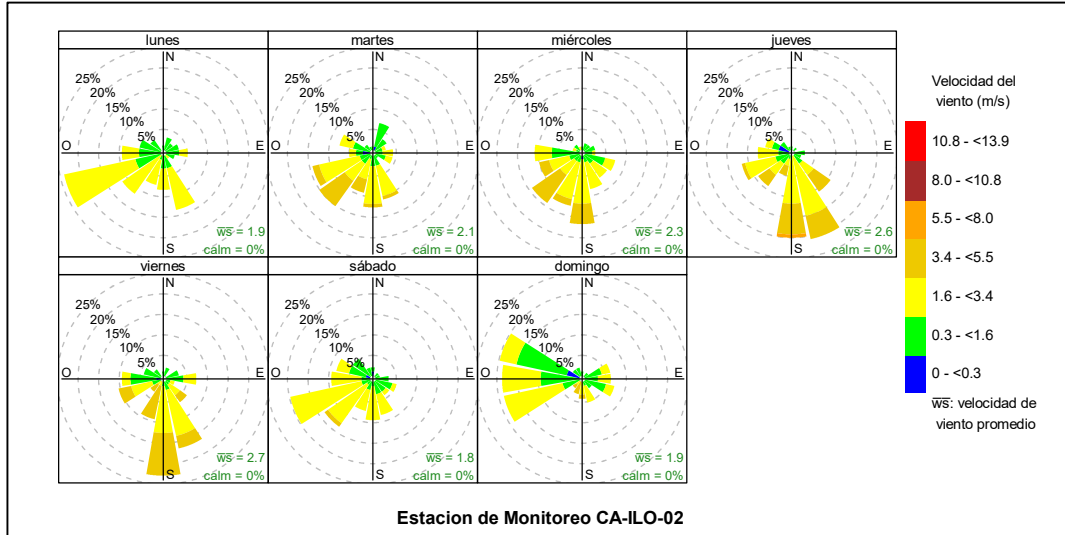
Valores	Presión atmosférica (hPa)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación solar (W/m <sup>2</sup> )
Mínimo	1004,3	0	15,5	67,2	0,1	0,0
Máximo	1012,6	0	22,0	89,8	5,7	915,2
Promedio	1009,0	0	18,8	79,4	2,2	---

En la Figura 3.1.4 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-02 correspondiente al mes de agosto de 2023. Se observa que la rosa de viento tuvo una predominancia oeste suroeste (OSO). Observándose, además, que el 1,2% de los vientos provienen del oeste suroeste y coinciden con el rango de 3,4 a 5,5 m/s, así mismo el 10,8% de los vientos provienen del oeste suroeste y caen en el rango de 1,6 a 3,4 m/s y el 3,2% de los vientos provienen del oeste suroeste y caen en el rango de 0,3 a 1,6 m/s.



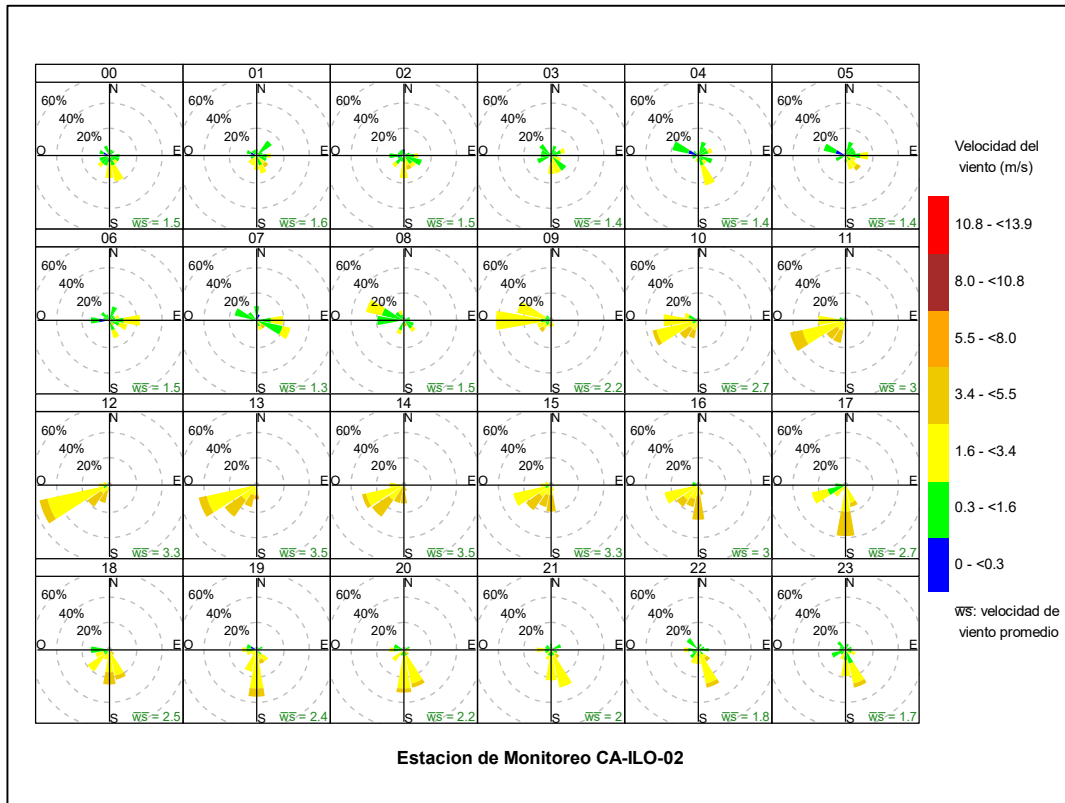
**Figura 3.1.4.** Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-02, agosto de 2023

En la Figura 3.1.5 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-02, por días de la semana, correspondiente al mes agosto de 2023. Donde se observa una predominancia oestesuroeste (OSO) los lunes y sábado, una predominancia sur (S) los miércoles y viernes y una predominancia sursureste (SSE) los días jueves. Cabe mencionar que el mayor rango de velocidades de viento, 5,5 a 8 m/s, aparece en los vientos del sur los jueves.



**Figura 3.1.5.** Rosa de viento por días de la semana de la estación de monitoreo CA-ILO-02, agosto de 2023

En la Figura 3.1.6 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-02, por horas del día, correspondiente al mes agosto de 2023. Donde se observa un incremento en la presencia de vientos bien marcada durante el día, iniciando el incremento desde las 10:00 hasta las 18:00 horas aproximadamente, con vientos provenientes desde el oeste suroeste (OSO) y sur (S). Durante la noche se aprecia una especie de calma y ventolinás, relativos al comportamiento durante el día.



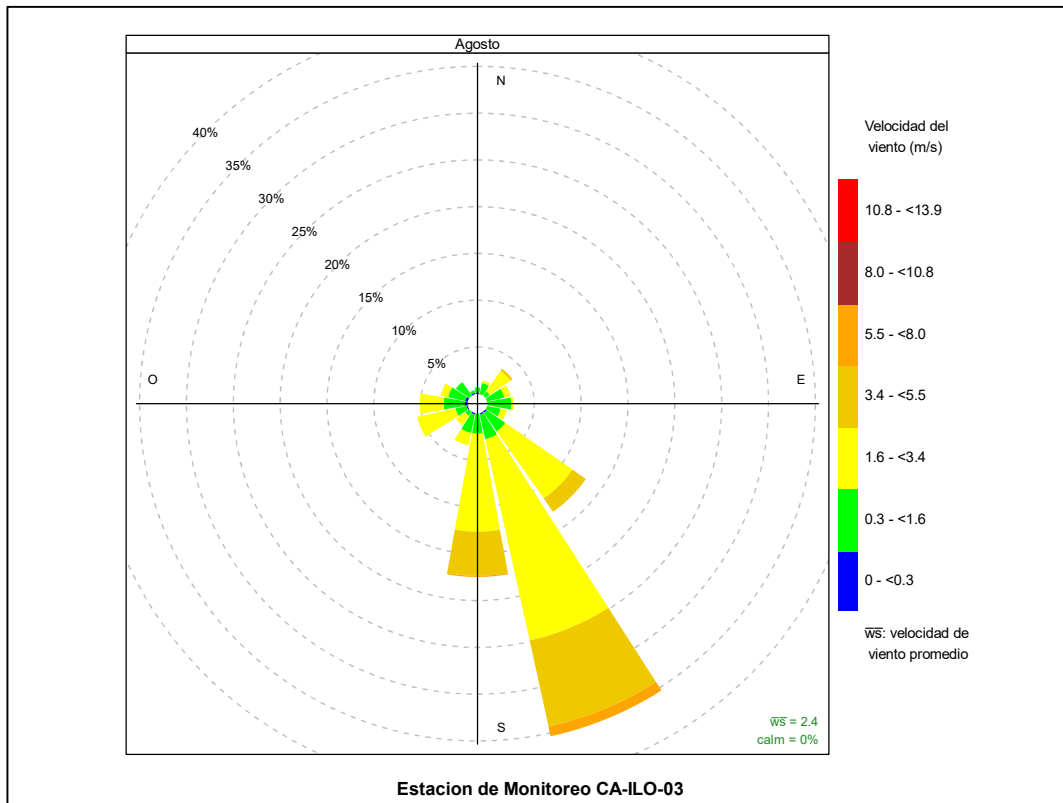
**Figura 3.1.6.** Rosa de viento horaria de la estación de monitoreo CA-ILO-02, agosto de 2023

En la Tabla 3.3 se presentan los parámetros meteorológicos registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-03, durante el mes de agosto de 2023. Se observa que la presión atmosférica varió entre una mínima de 984,5 hPa y una máxima de 992,8 hPa, no se registraron precipitaciones durante el mes. La temperatura promedio fue 17,8°C, alcanzando una mínima de 14,0 °C y una máxima de 21,1 °C, la humedad relativa varió entre 62,0 y 96,6 % y la velocidad del viento osciló entre 0,2 y 6,3 m/s. El parámetro de radiación solar reporta un máximo de 923,6 W/m<sup>2</sup> durante el mes de agosto. Los valores se presentan en la Tabla 3.3, y el detalle del registro en el Anexo 3.

**Tabla 3.3.** Parámetros meteorológicos registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-03, agosto de 2023

Valores	Presión atmosférica (hPa)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación solar (W/m <sup>2</sup> )
Mínimo	984,5	0,0	14,0	62,0	0,2	0,0
Máximo	992,8	0,1	21,1	96,6	6,3	923,6
Promedio	989,4	0,0	17,8	80,0	2,4	---

En la Figura 3.1.7 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-03, correspondiente al mes de agosto de 2023. Se observa que la rosa de viento tuvo una predominancia sursureste (SSE). Observándose, además, que el 1,1% de los vientos provienen del sursureste y coinciden con el rango de 5,5 a 8 m/s, así mismo el 9,4% de los vientos provienen del sursureste y caen en el rango de 3,4 a 5,5 m/s, el 22,0% de los vientos provienen del sursureste y caen en el rango de 1,6 a 3,4 m/s, el 2,7% de los vientos provienen del sursureste y caen en el rango de 0,3 a 1,6 m/s y el 0,1% de los vientos provienen del sursureste y caen en el rango de 0,0 a 0,3 m/s. Es preciso mencionar que, en la referida dirección se encuentra el terminal terrestre de Ilo (tomándose como referencia la ubicación de la estación de monitoreo CA-ILO-03).



**Figura 3.1.7.** Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-03, agosto de 2023

En la Figura 3.1.8 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-03, por días de la semana, correspondiente al mes de agosto de 2023. Donde se observa una predominancia sursureste (SSE) de lunes a domingo, a excepción de los miércoles cuya predominancia de vientos son los que provienen del sur (S). Cabe mencionar que el mayor rango de velocidades de viento, 5,5 a 8 m/s, aparece en los vientos del sursureste los jueves y viernes.

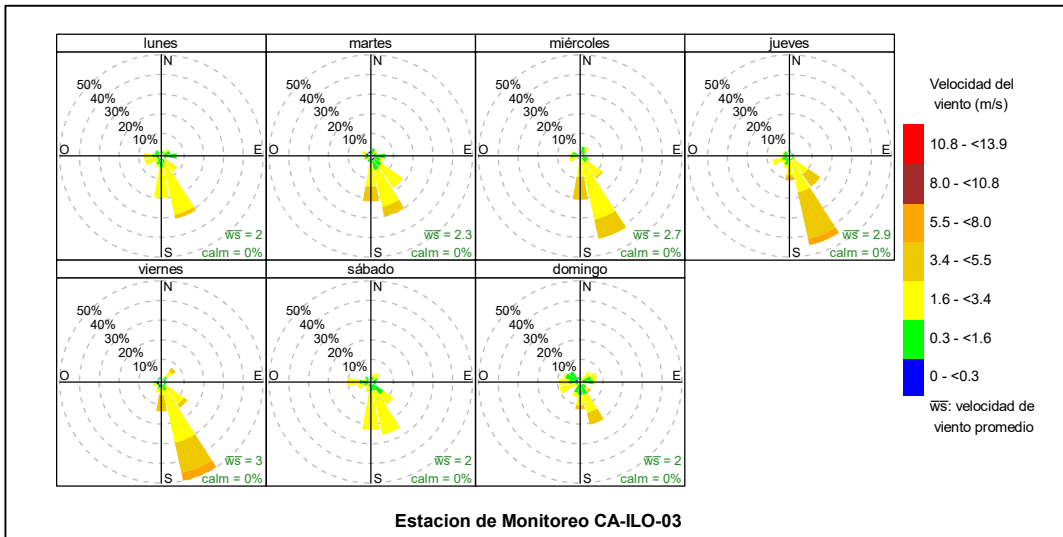


Figura 3.1.8. Rosa de viento por días de la semana de la estación de monitoreo CA-ILO-03, agosto de 2023

En la Figura 3.1.9 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-03, por horas del día, correspondiente al mes agosto de 2023. Donde se observa un incremento en la presencia de vientos bien marcada durante el día, iniciando el incremento a las 9:00 hasta las 18:00 horas aproximadamente, con vientos provenientes del sur (S) y sursureste (SSE). Durante la noche se aprecia una baja presencia de vientos respecto al comportamiento durante el día.

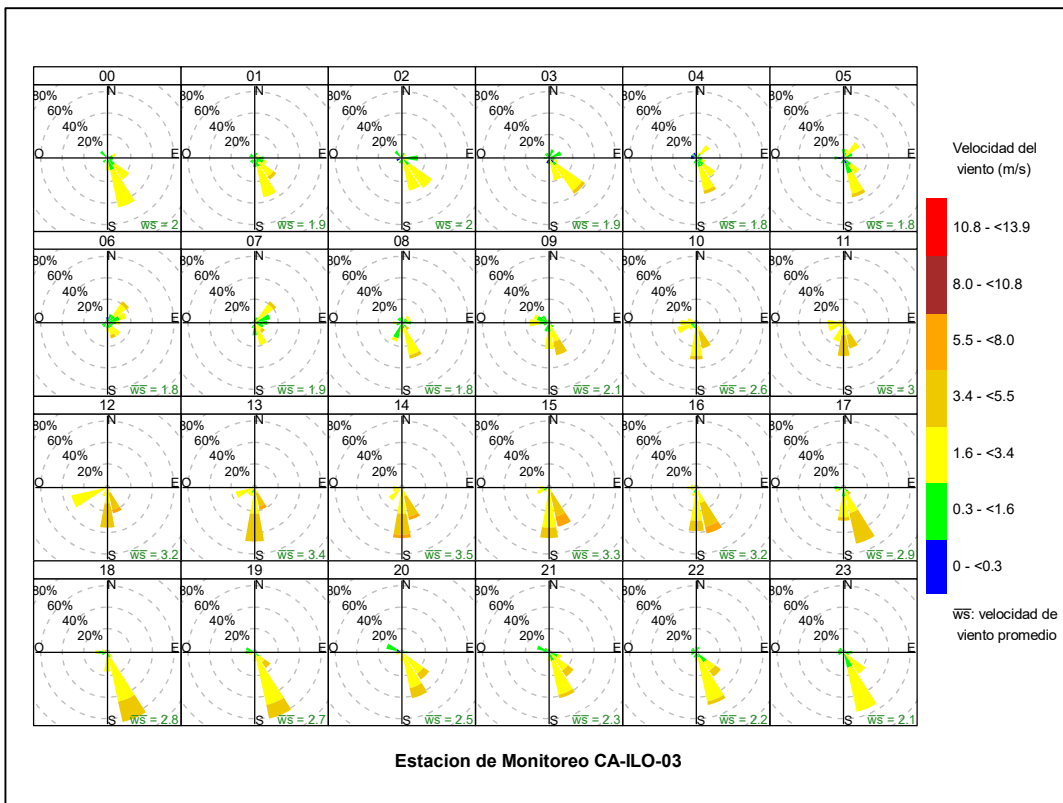
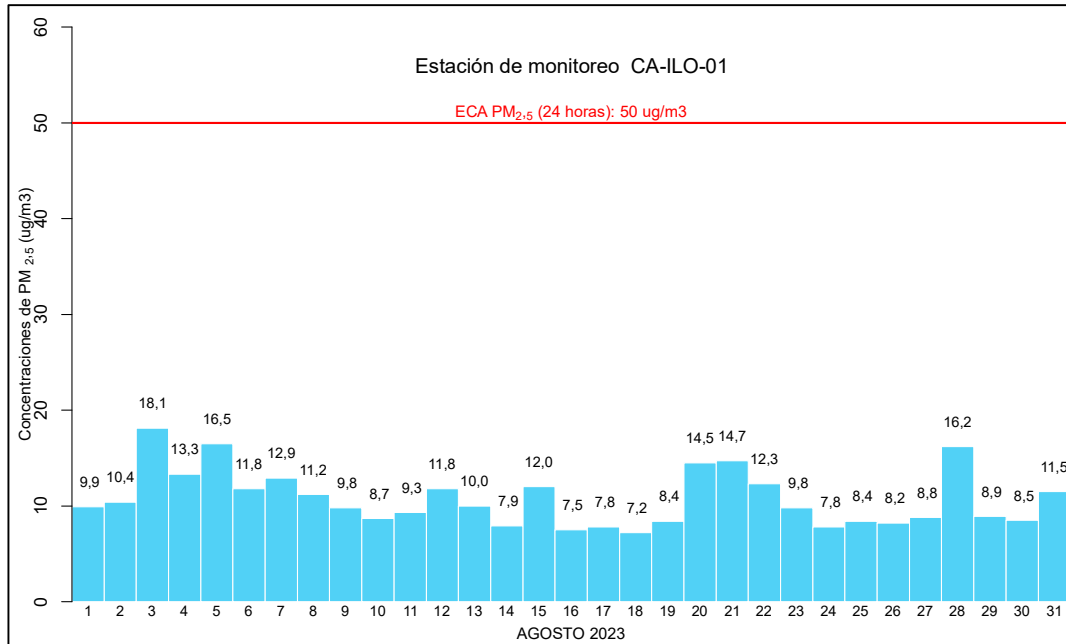


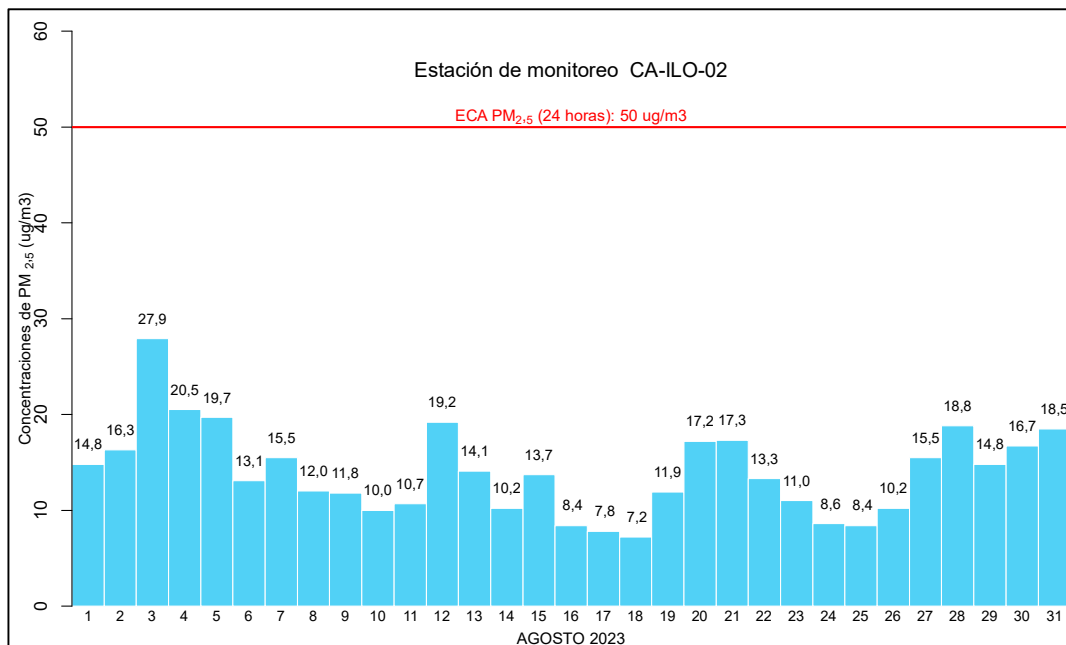
Figura 3.1.9. Rosa de viento horaria de la estación de monitoreo CA-ILO-03, agosto de 2023

### 3.2 Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM<sub>2,5</sub>)

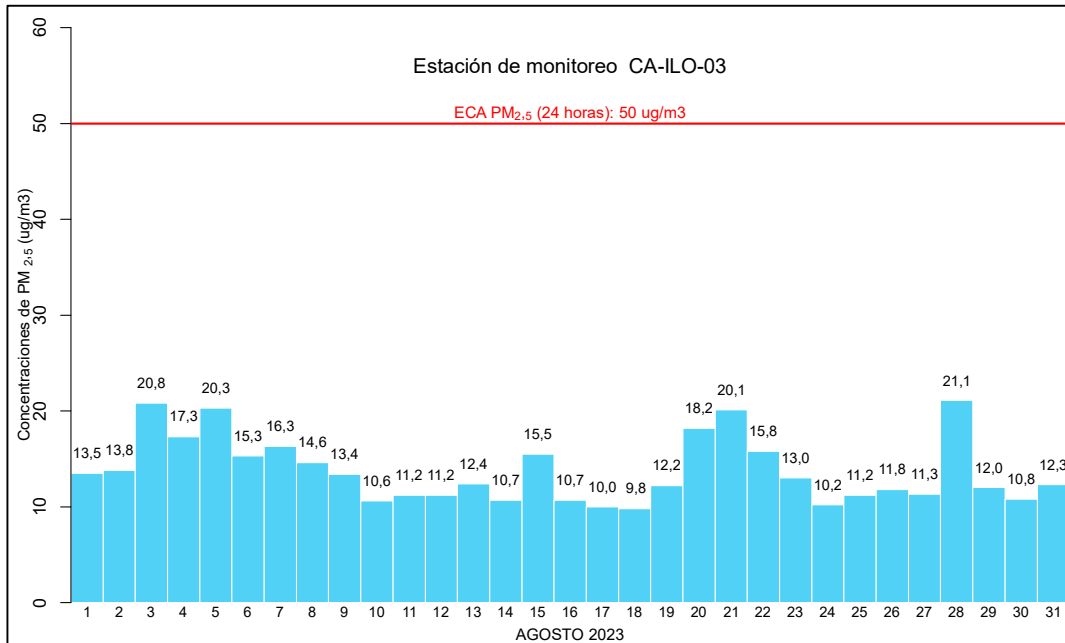
En las Figuras 3.2.1, 3.2.2 y 3.2.3 se presentan las concentraciones de 24 horas de PM<sub>2,5</sub> de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de agosto de 2023. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para aire de PM<sub>2,5</sub> (50 µg/m<sup>3</sup> en 24 horas).



**Figura 3.2.1.** Concentraciones de 24 horas de PM<sub>2,5</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, agosto de 2023



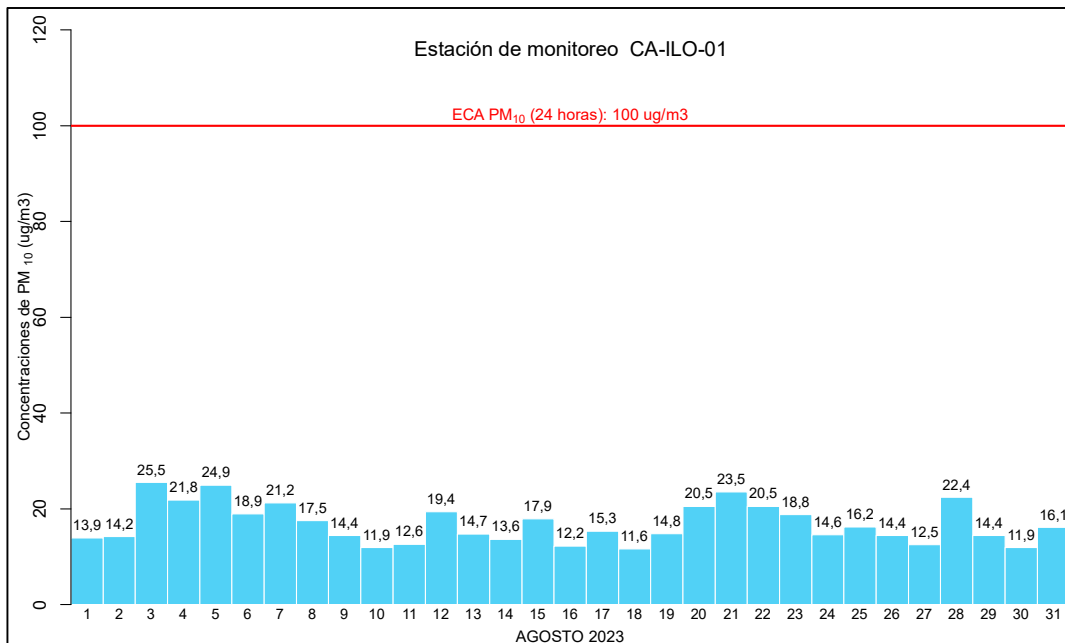
**Figura 3.2.2.** Concentraciones de 24 horas de PM<sub>2,5</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, agosto de 2023



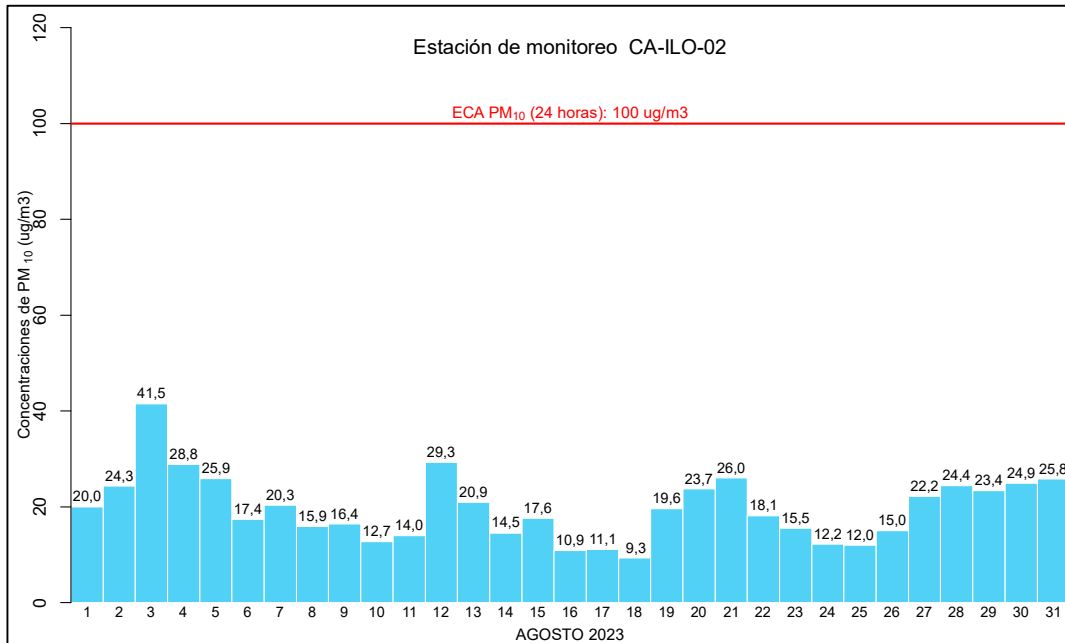
**Figura 3.2.3.** Concentraciones de 24 horas de PM<sub>2,5</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en agosto de 2023

### 3.3 Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM<sub>10</sub>)

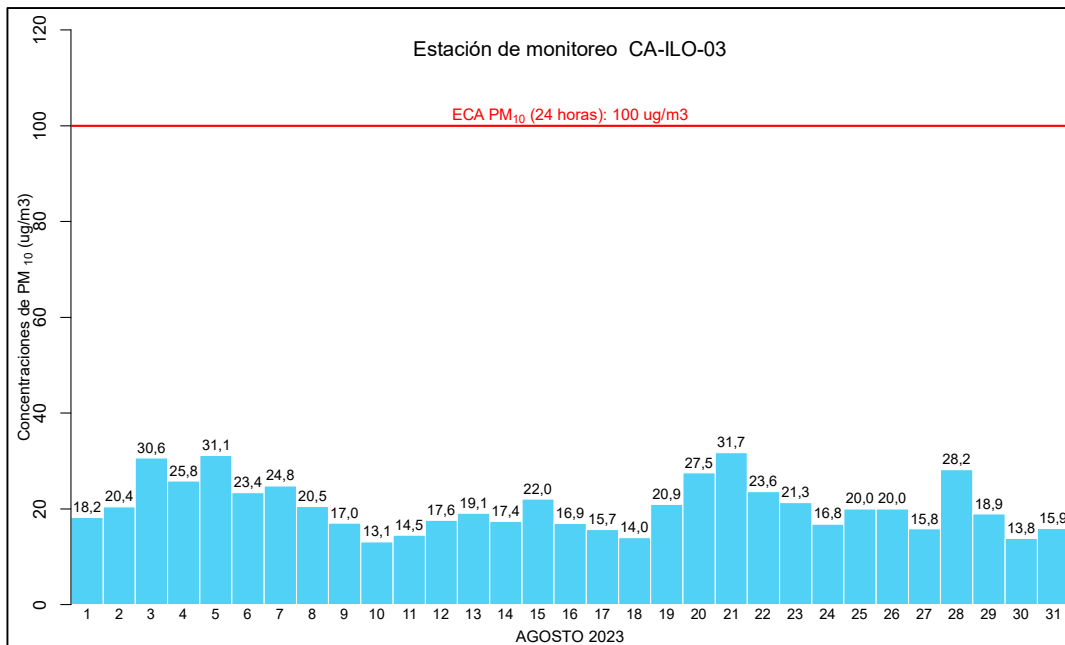
En las Figuras 3.3.1, 3.3.2 y 3.3.3 se presentan las concentraciones de 24 horas de PM<sub>10</sub> de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de agosto de 2023. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para aire de PM<sub>10</sub> (100 µg/m<sup>3</sup> en 24 horas).



**Figura 3.3.1.** Concentraciones de 24 horas de PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, agosto de 2023



**Figura 3.3.2.** Concentraciones de 24 horas de PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, agosto de 2023



**Figura 3.3.3.** Concentraciones de 24 horas de PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, agosto de 2023

### 3.4 Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

En las Figuras 3.4.1, 3.4.2 y 3.4.3 se presentan las concentraciones de 24 horas de SO<sub>2</sub> de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de agosto de 2023. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para SO<sub>2</sub> (250 µg/m<sup>3</sup> en 24 horas).

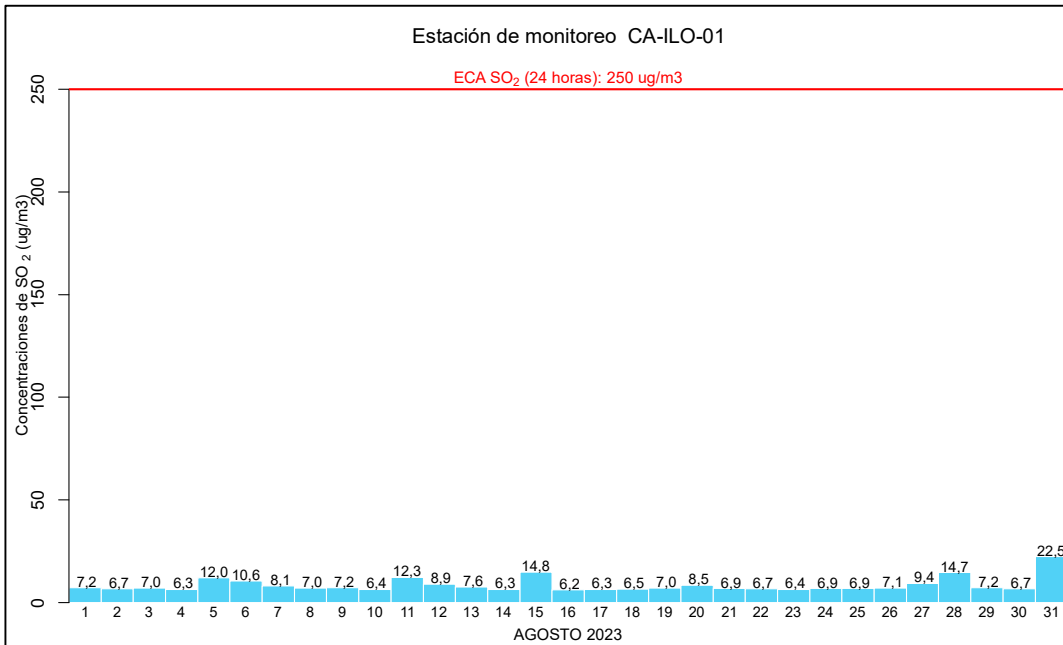


Figura 3.4.1. Concentraciones de 24 horas de SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, agosto de 2023

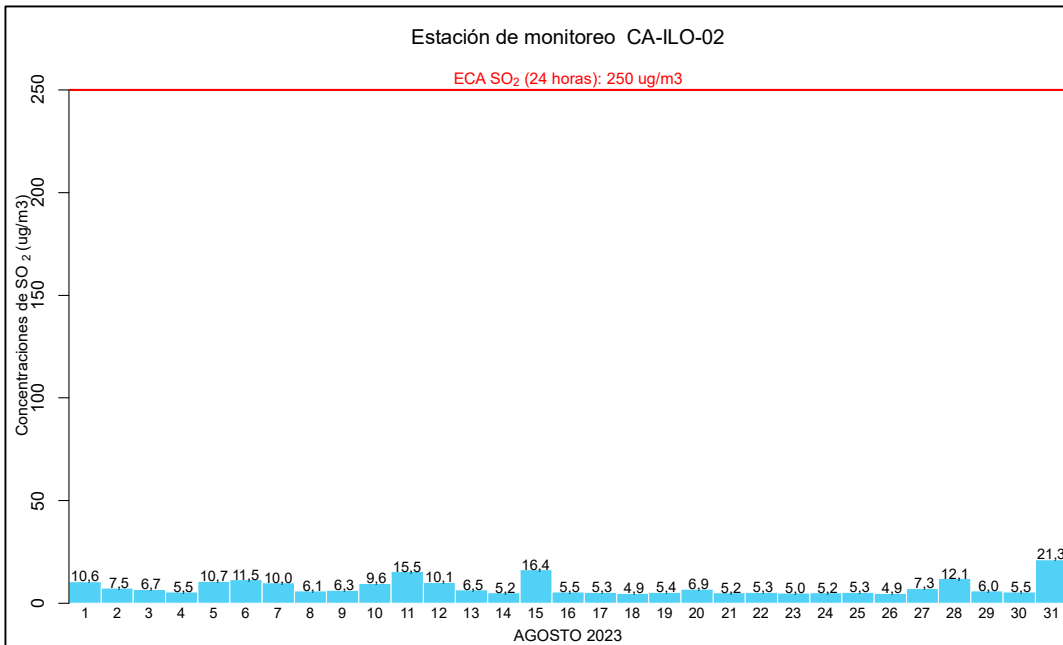
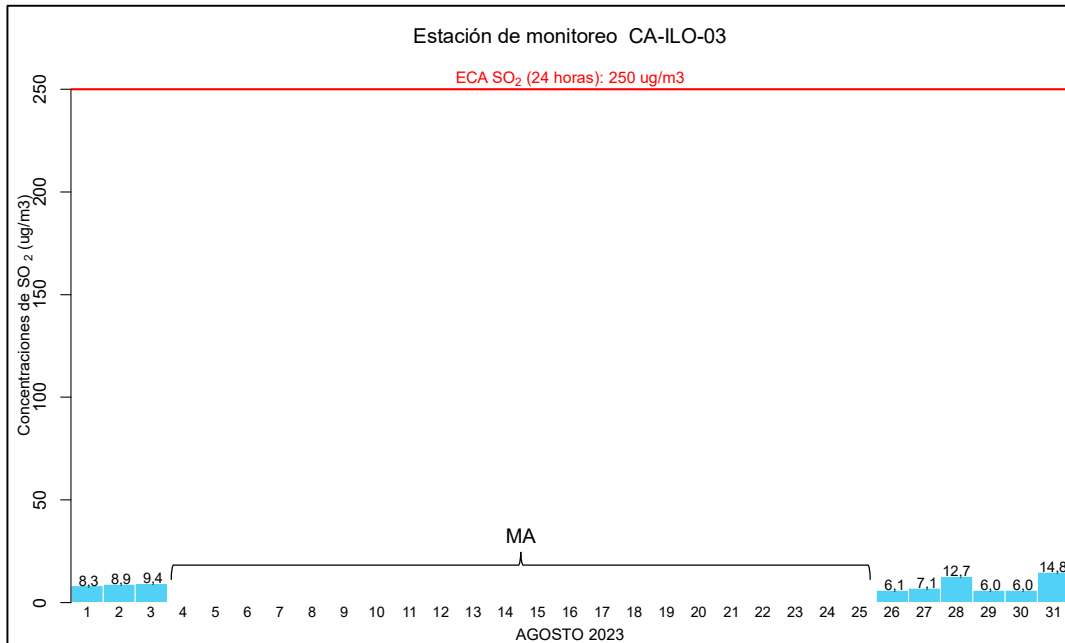


Figura 3.4.2. Concentraciones de 24 horas de SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, agosto de 2023

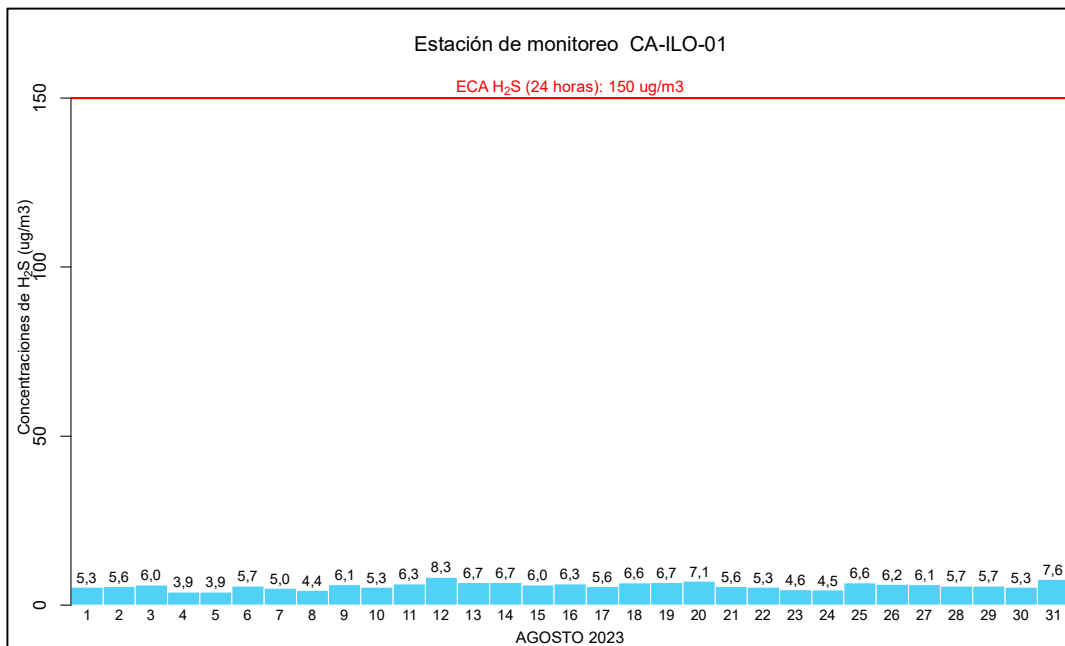


**Figura 3.4.3.** Concentraciones de 24 horas de SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, agosto de 2023.

MA: Mantenimiento de equipo

### 3.5 Sulfuro de hidrogeno (H<sub>2</sub>S)

En las Figuras 3.5.1, 3.5.2 y 3.5.3 se presentan las concentraciones de 24 horas de H<sub>2</sub>S de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de agosto de 2023. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para aire de H<sub>2</sub>S (150 µg/m<sup>3</sup> en 24 horas).



**Figura 3.5.1.** Concentraciones de 24 horas de H<sub>2</sub>S en la estación de monitoreo CA-ILO-01, agosto de 2023

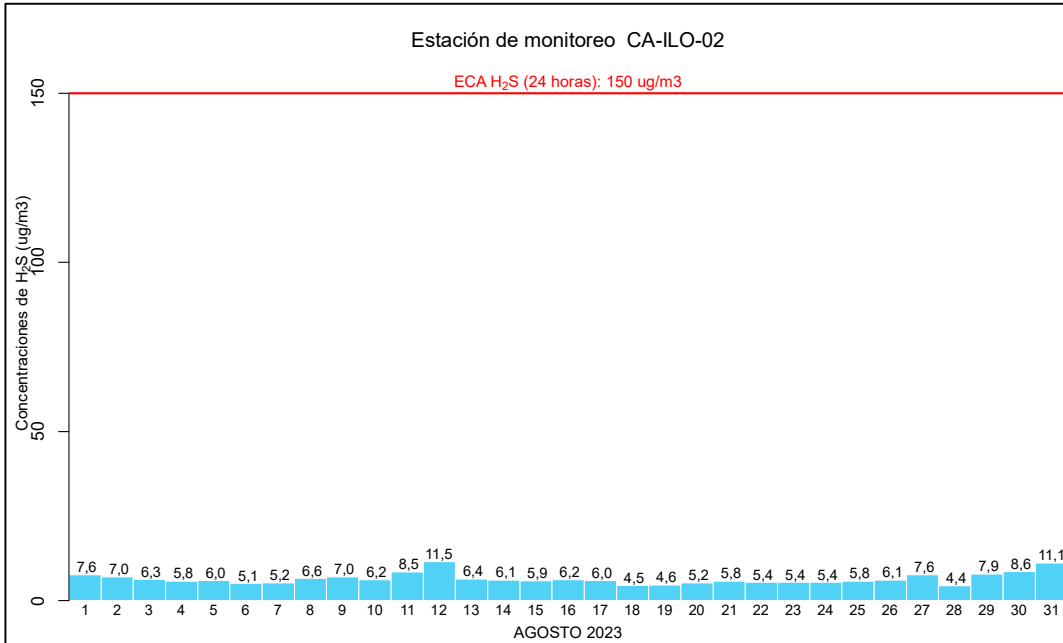


Figura 3.5.2. Concentraciones de 24 horas de H<sub>2</sub>S en la estación de monitoreo CA-ILO-02, agosto de 2023

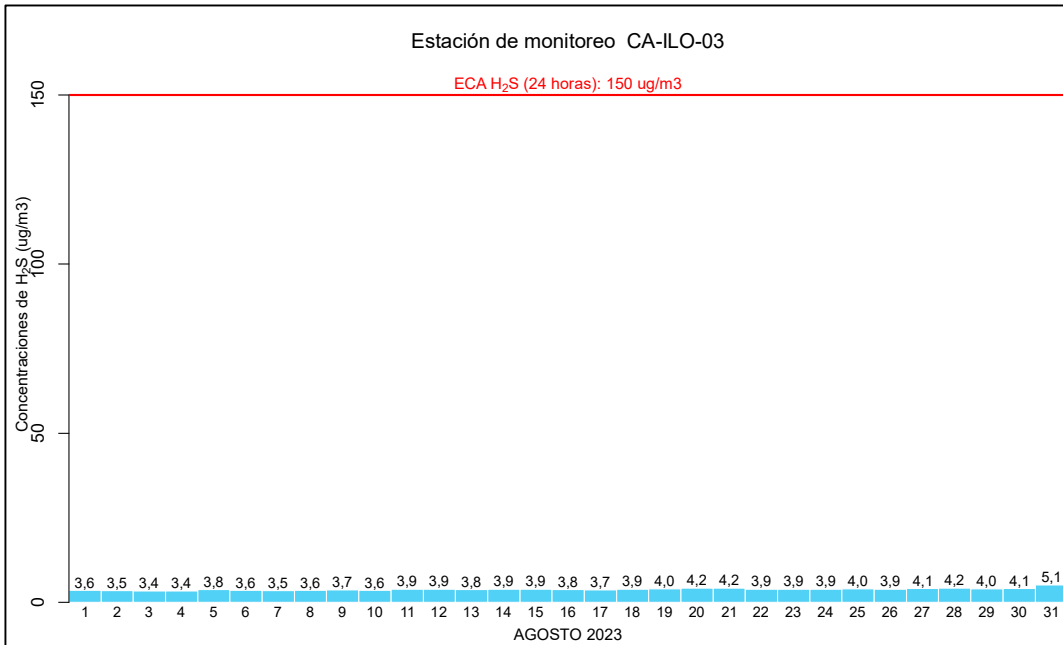
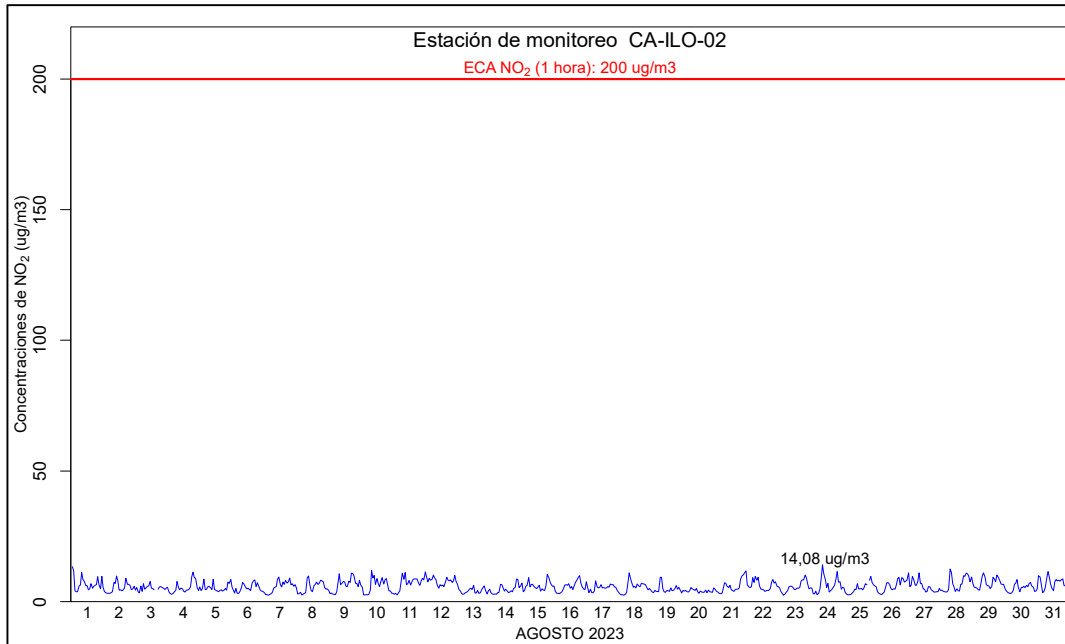


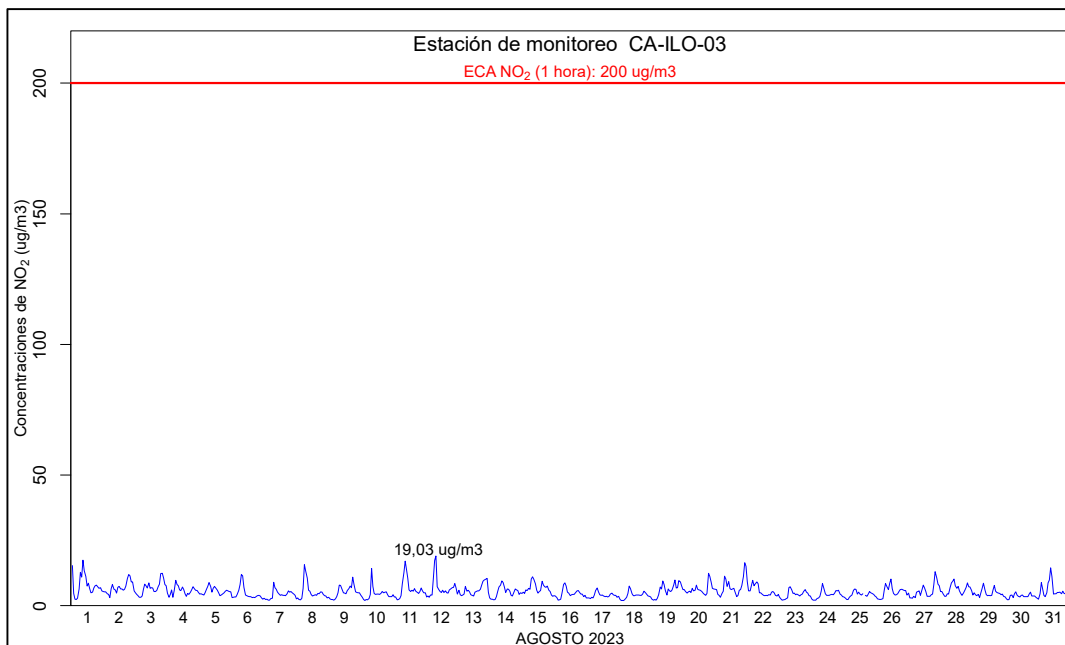
Figura 3.5.3. Concentraciones de 24 horas de H<sub>2</sub>S en la estación de monitoreo CA-ILO-03, agosto de 2023.

### 3.6 Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

En las Figuras 3.6.1 y 3.6.2 se presentan las concentraciones horarias de NO<sub>2</sub> de las estaciones de monitoreo CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de agosto de 2023. Además, se observa que todas las concentraciones horarias no excedieron el ECA para NO<sub>2</sub> (200 µg/m<sup>3</sup> en 1 hora).



**Figura 3.6.1.** Concentraciones de horarias de NO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, agosto de 2023.



**Figura 3.6.2.** Concentraciones de horarias de NO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, agosto de 2023.

### 3.7 Monóxido de carbono (CO)

En las Figuras 3.7.1, 3.7.2 y 3.7.3 se presenta el diagrama de cajas por hora de las concentraciones horarias de CO correspondiente a las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de agosto de 2023. Además, se observa que todas las concentraciones horarias no excedieron el ECA para CO (30000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 1 hora).

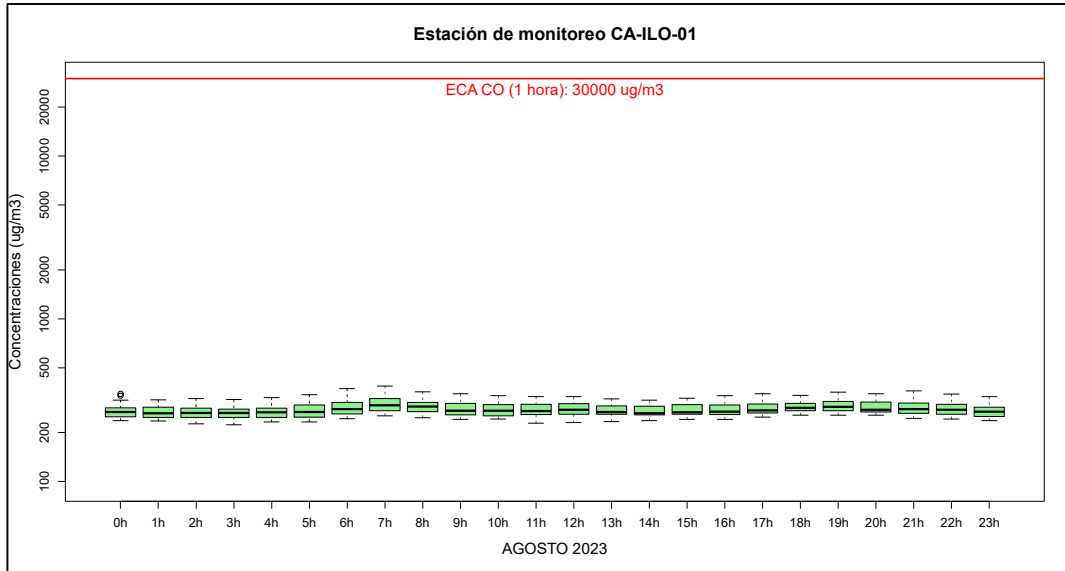


Figura 3.7.1. Concentraciones horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, agosto de 2023

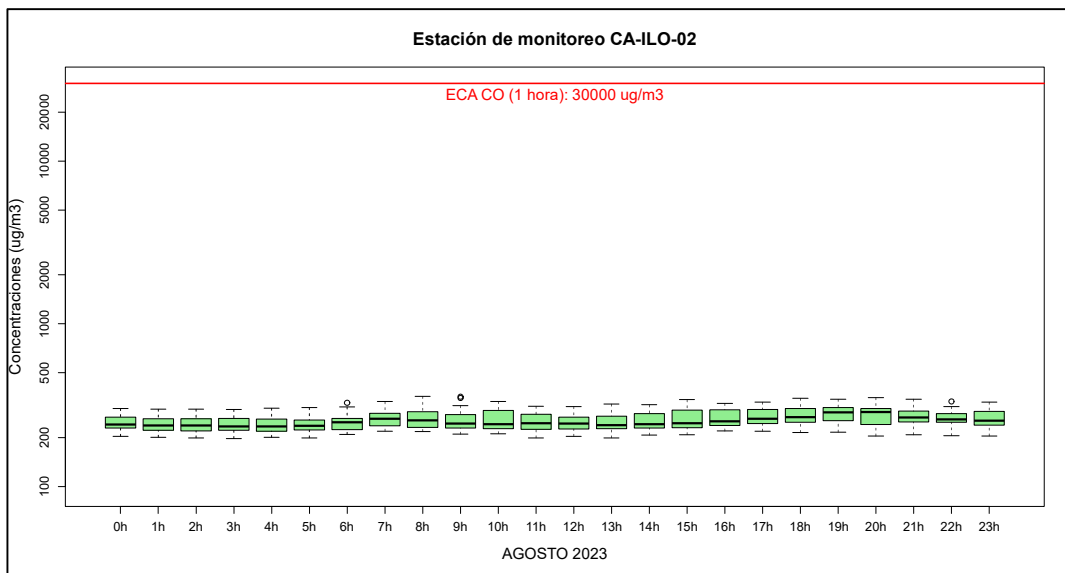
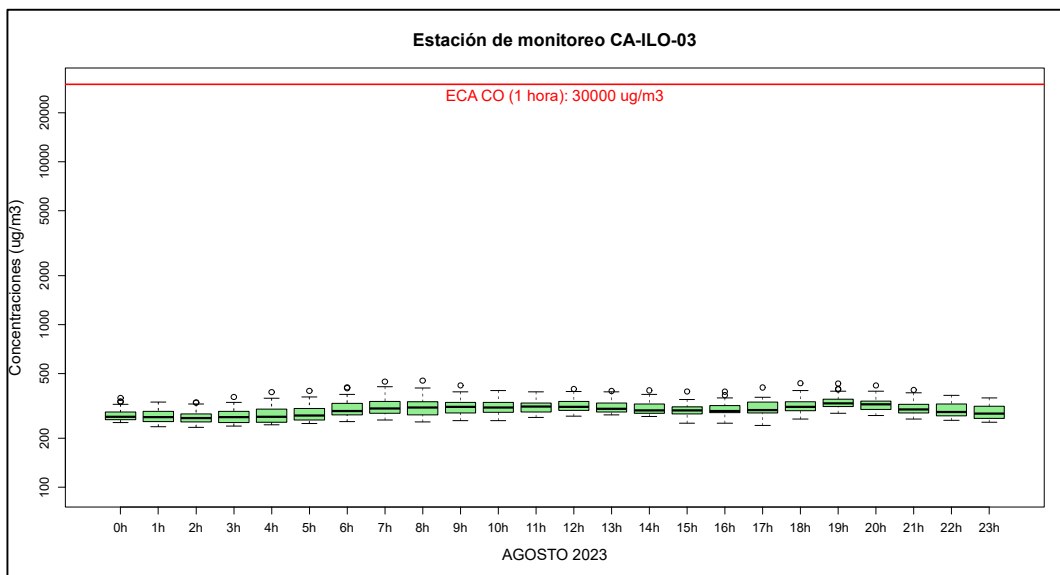
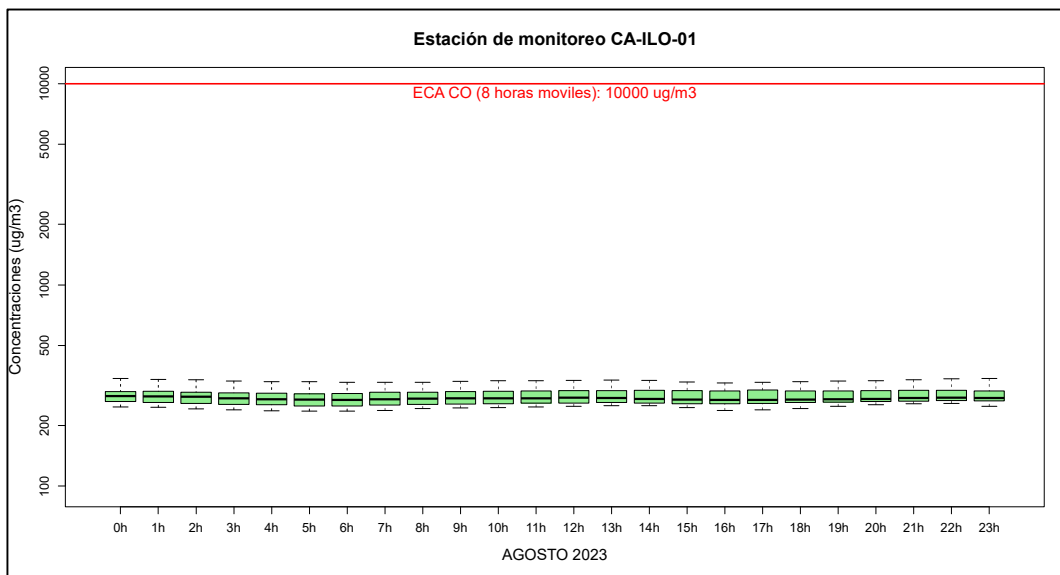


Figura 3.7.2. Concentraciones horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, agosto de 2023

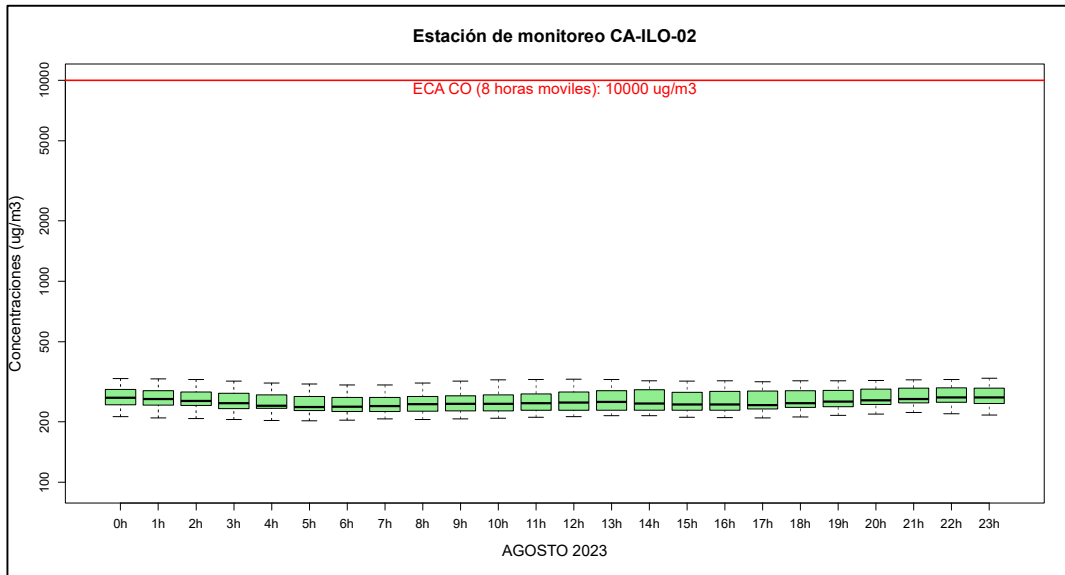


**Figura 3.7.3.** Concentraciones horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, agosto de 2023

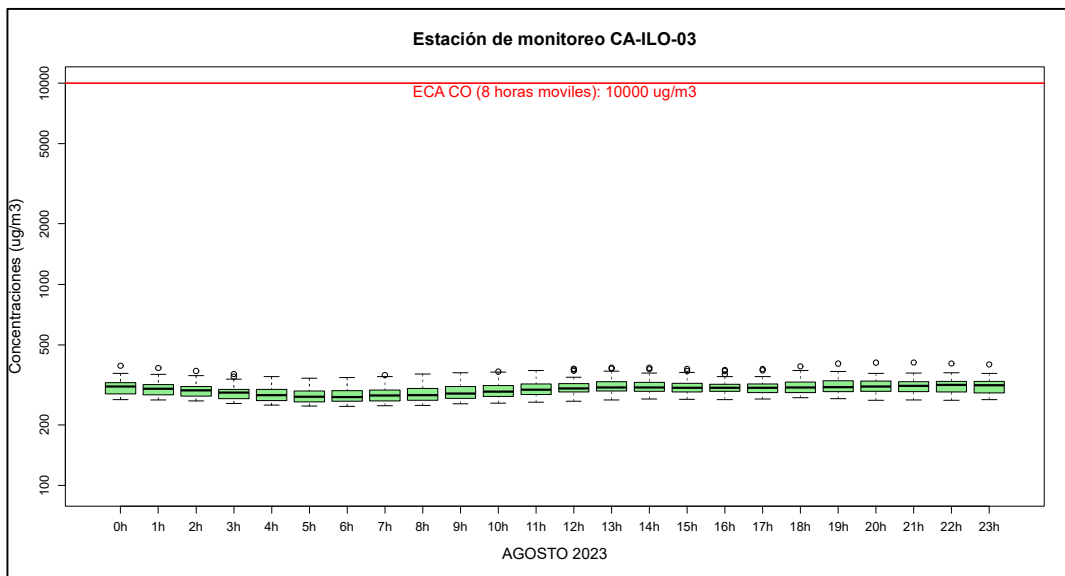
En las Figuras 3.7.4, 3.7.5 y 3.7.6 se presenta el diagrama de cajas por hora de las concentraciones móviles de 8 horas de CO, correspondiente a las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de agosto de 2023. Además, se observa que todas las concentraciones de promedio móvil de 8 horas no excedieron el ECA para CO (10000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 8 horas móviles).



**Figura 3.7.4.** Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, agosto de 2023



**Figura 3.7.5.** Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, agosto de 2023



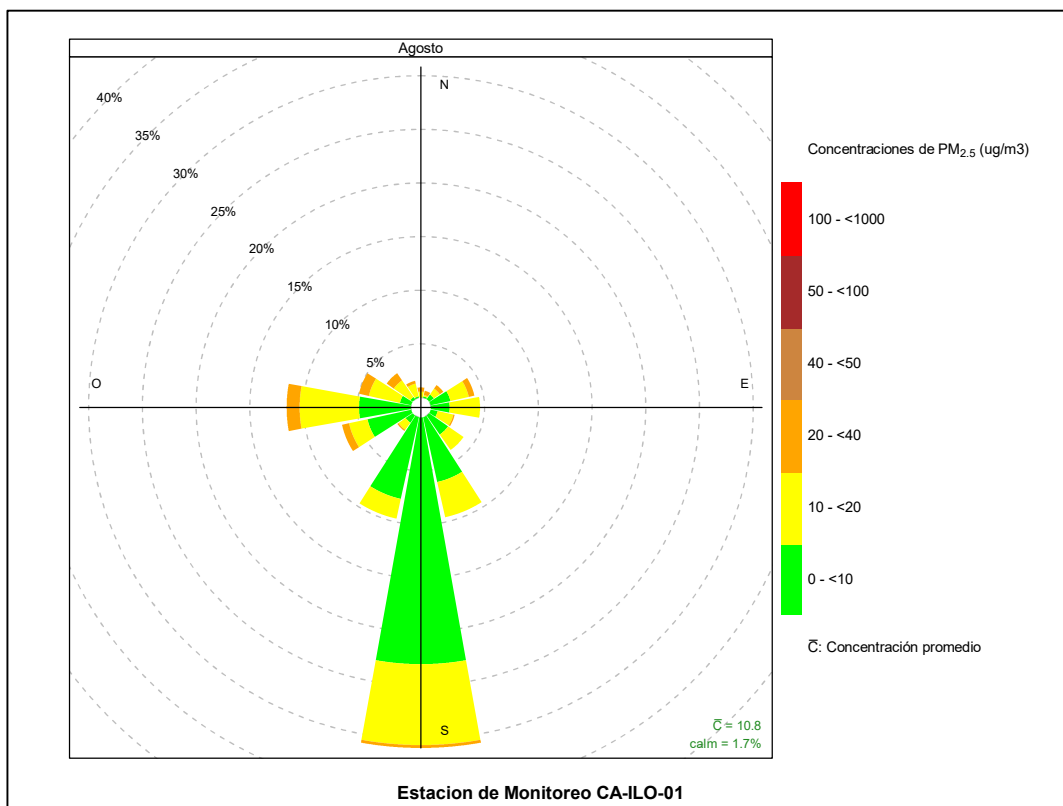
**Figura 3.7.6.** Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, agosto de 2023

### 3.8 Rosas de concentraciones

#### 3.8.1 Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM<sub>2,5</sub>)

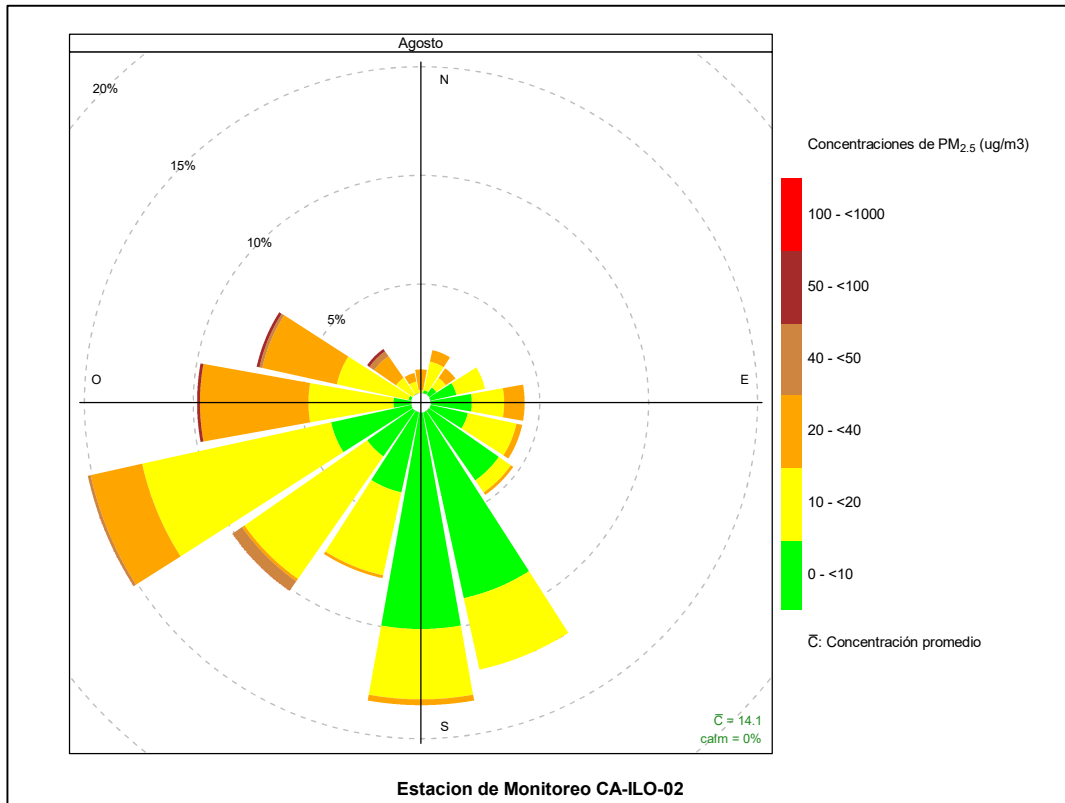
En las Figuras 3.8.1, 3.8.2 y 3.8.3 se presentan las rosas de concentraciones de PM<sub>2,5</sub> de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de agosto de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observa que el 0,3 % de los vientos vienen de la dirección predominante sur (S) y corresponden a un rango de 20 a 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de concentración de PM<sub>2,5</sub>. Así mismo, se observa que el 7,5 % de los vientos vienen de la dirección sur (S) y corresponden a un rango de 10 a 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y el 23,0 % de los vientos vienen de la dirección sur (S) y corresponden a un rango de 0 a 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de concentración de PM<sub>2,5</sub>.



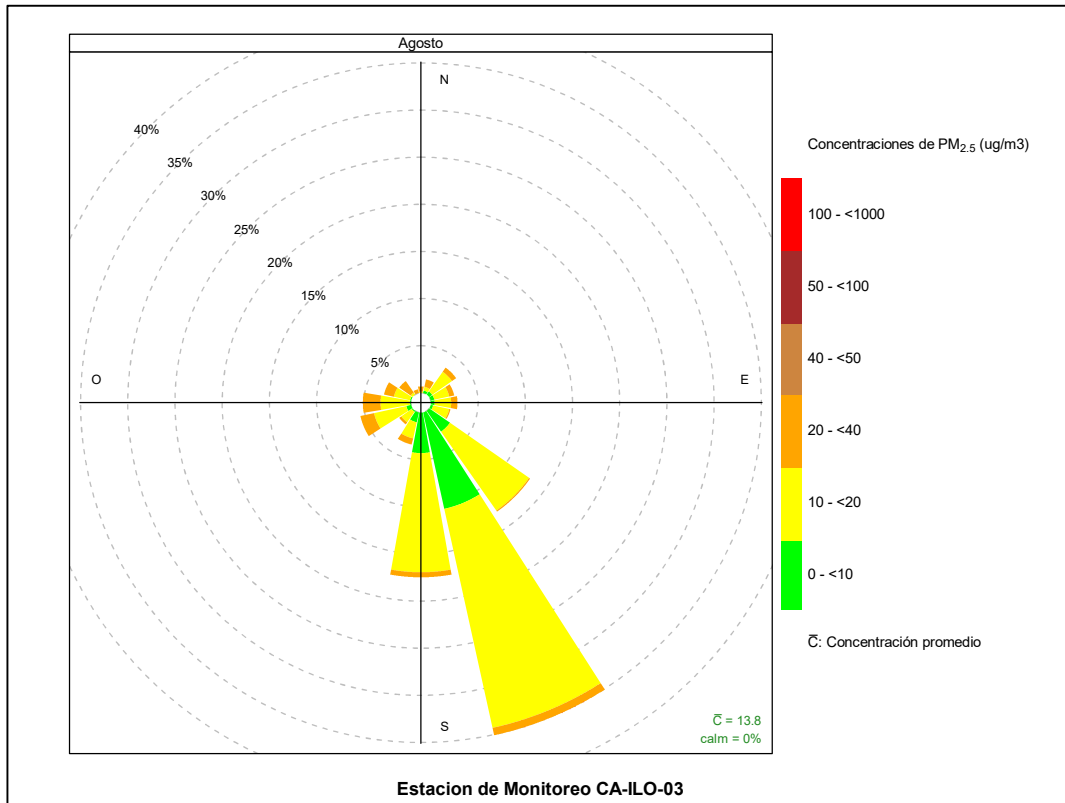
**Figura 3.8.1.** Rosa de concentración del PM<sub>2,5</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, agosto del 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que el 0,1 % de los vientos vienen de la dirección predominante oeste suroeste (OSO) y corresponden a un rango de 40 a 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , el 2,4 % de los vientos vienen de la dirección oeste suroeste (OSO) y corresponden a un rango de 20 a 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , el 8,9 % de los vientos vienen de la dirección oeste suroeste (OSO) y corresponden a un rango de 10 a 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y el 3,8 % de los vientos vienen de la dirección oeste suroeste (OSO) y corresponden a un rango de 0 a 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de concentración de PM<sub>2,5</sub>.



**Figura 3.8.2.** Rosa de concentración del PM<sub>2,5</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, agosto del 2023

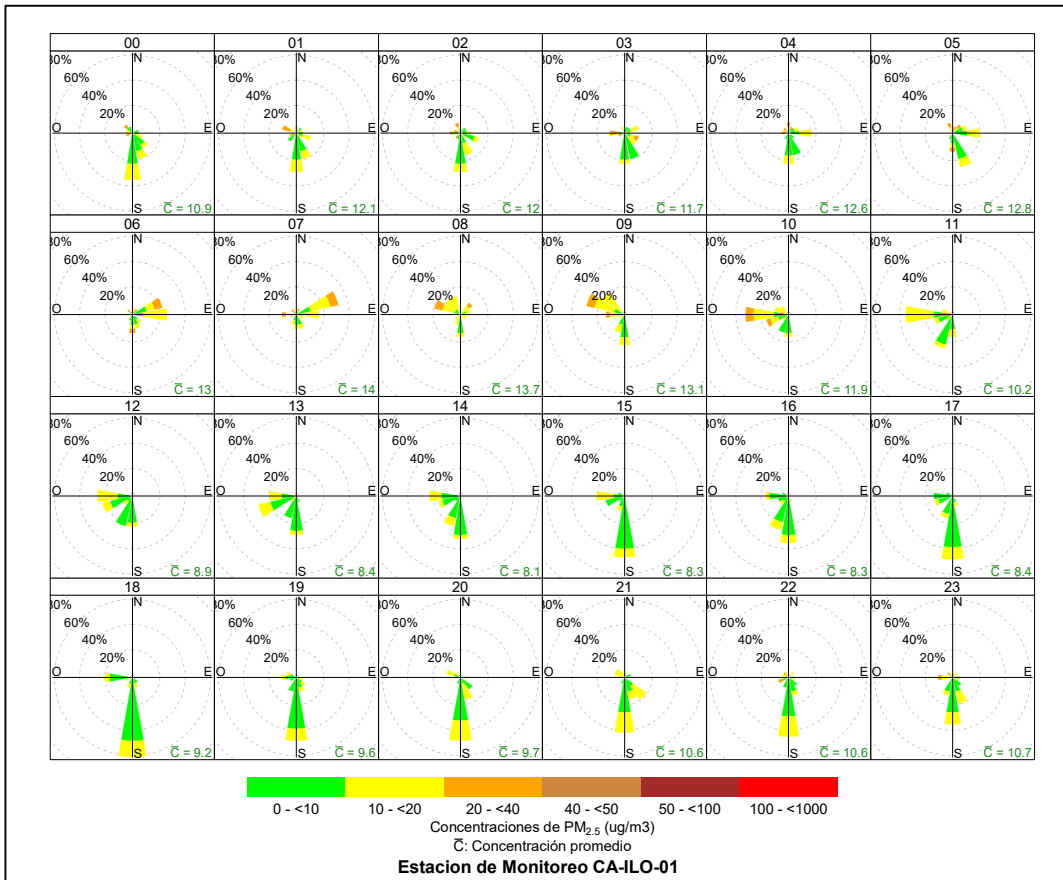
Y en la estación CA-ILO-03, se observa que el 0,8 % de los vientos vienen de la dirección predominante sursureste (SSE) y corresponden a un rango de 20 a 40 µg/m<sup>3</sup>, el 23,8 % de los vientos vienen de la dirección sursureste (SSE) y corresponden a un rango de 10 a 20 µg/m<sup>3</sup> y el 10,5 % de los vientos vienen de la dirección sursureste (SSE) y corresponden a un rango de 0 a 10 µg/m<sup>3</sup> de concentración de PM<sub>2,5</sub>.



**Figura 3.8.3.** Rosa de concentración del PM<sub>2,5</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, agosto de 2023

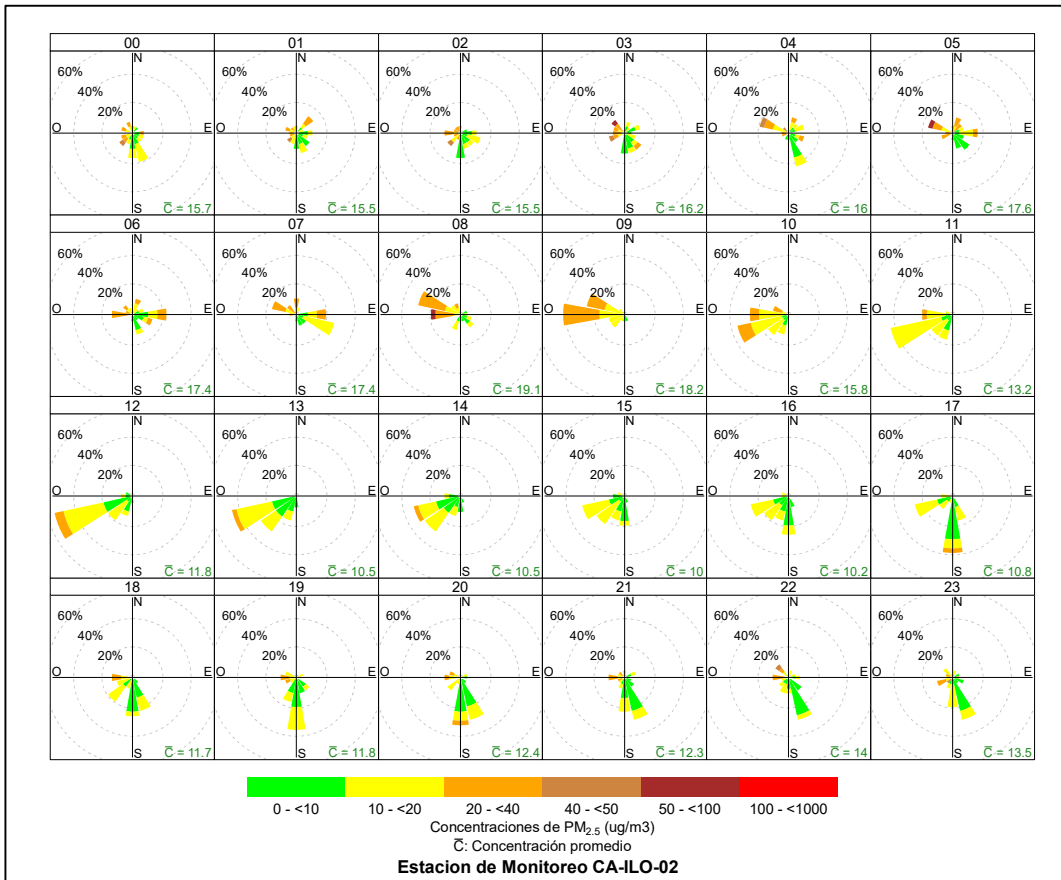
En las Figuras 3.8.4, 3.8.5 y 3.8.6 se presentan las rosas de concentraciones horarias de PM<sub>2,5</sub> de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de agosto de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observa que durante el día hay una predominancia de vientos que provienen normalmente del sur (S) y del oeste suroeste (OSO) y el intervalo horario donde se observa con más claridad, se encuentra entre las 1:00 p.m. hasta las 2:00 a.m., el mencionado rango horario coincide con concentraciones de 0 a 20 µg/m<sup>3</sup>. Cabe mencionar que niveles de concentración de 20 a 40 µg/m<sup>3</sup> pueden observarse entre las 6:00 y 10:00 horas que coinciden con la predominancia de vientos desde el oeste noroeste (ONO), este noreste (ENE) y oeste (O).



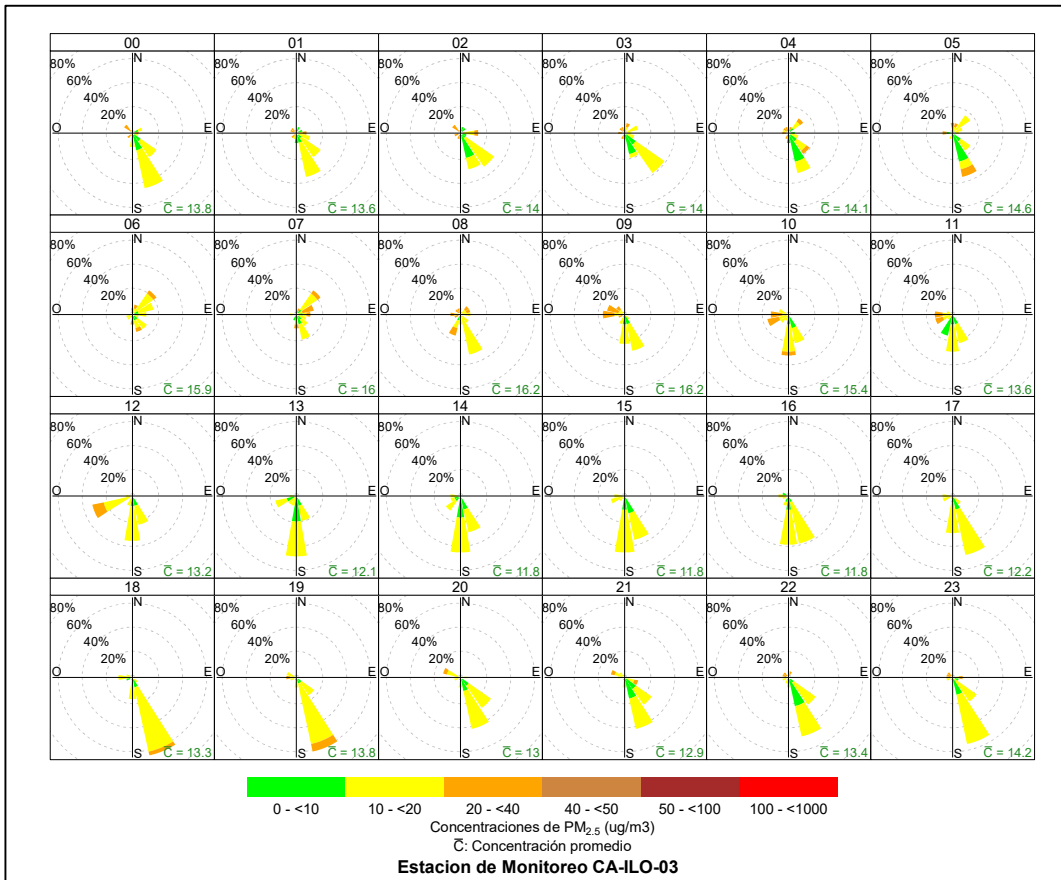
**Figura 3.8.4.** Rosa de concentración horaria del PM<sub>2.5</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, agosto de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que en el intervalo de las 11:00 y 16:00 horas hay una predominancia de vientos que provienen del suroeste (SO) y estos a su vez coinciden con rangos de concentración de hasta 20 a 40 µg/m<sup>3</sup>. Fuera de ese intervalo las direcciones de viento son variadas, sobre todo en el horario nocturno y en ese horario se muestran frecuencias de rangos de concentración altas que a su vez también coinciden con vientos de baja intensidad. Se hace mención además de una coincidencia de los vientos que provienen del oeste (O) y coinciden con valores de concentración en el rango de 50 a 100 µg/m<sup>3</sup> durante las 8:00 horas.



**Figura 3.8.5.** Rosa de concentración horaria del PM<sub>2.5</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, agosto de 2023

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que en la dirección donde hay mayor predominancia de vientos desde el sur (S) y el sursureste (SSE), las concentraciones se encuentran mayormente en un rango de 0 a 20 µg/m<sup>3</sup> y en algunas horas, como las 5:00, 10:00, 18:00 y 19:00 horas, se observan rangos de concentración de hasta 20 a 40 µg/m<sup>3</sup>.

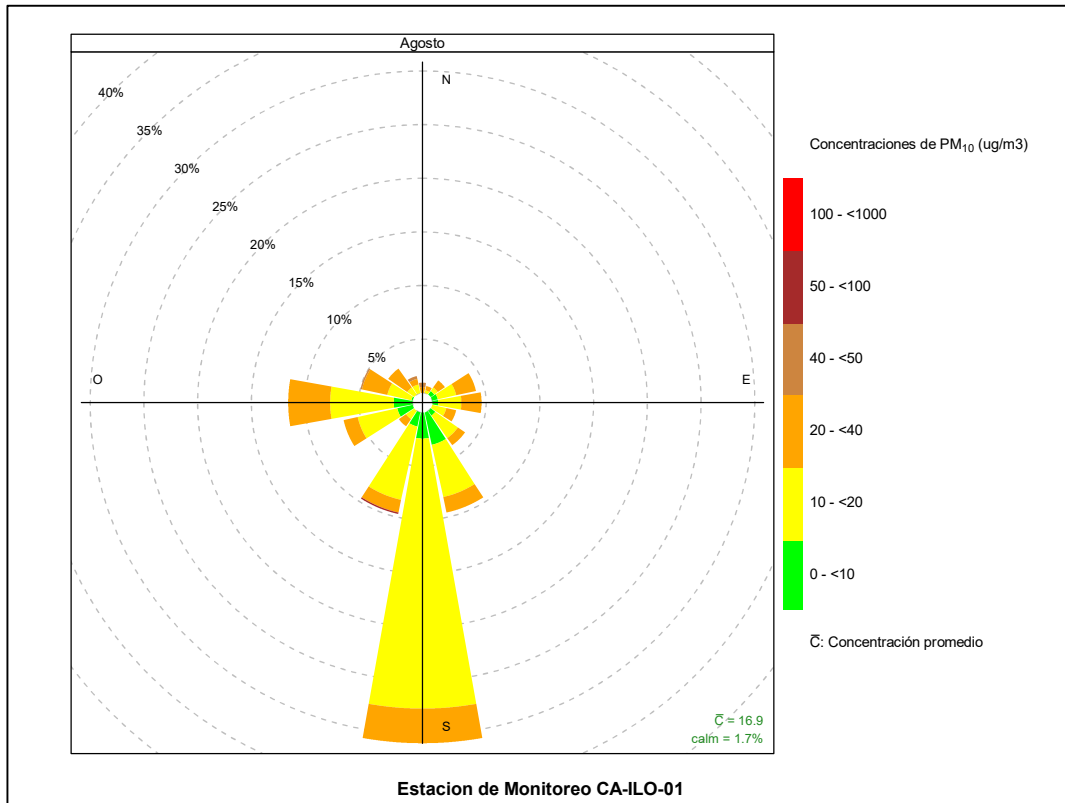


**Figura 3.8.6.** Rosa de concentración horaria del  $PM_{2.5}$  en la estación de monitoreo CA-ILO-03, agosto de 2023

### 3.8.2 Material particulado con diámetro menor a 10 micras ( $PM_{10}$ )

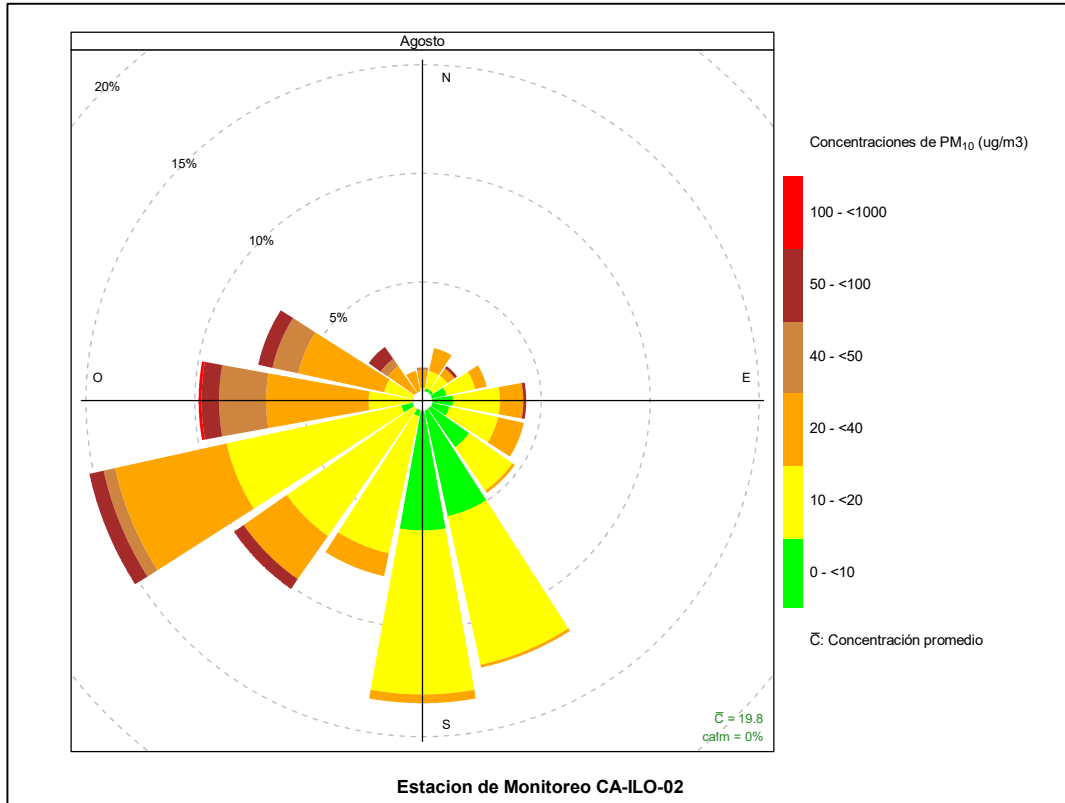
En las Figuras 3.8.7, 3.8.8 y 3.8.9 se presentan las rosas de concentraciones de  $PM_{10}$  de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de agosto de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observa que, el 3,2% de los vientos que provienen de la dirección predominante sur (S) coinciden con el rango de 20 a 40  $\mu g/m^3$ , el 25,2% de los vientos que provienen de la dirección sur (S) coinciden con el rango de 10 a 20  $\mu g/m^3$  y el 2,4% de los vientos que provienen de la dirección sur (S) coinciden con el rango de 0 a 10  $\mu g/m^3$  de concentraciones de  $PM_{10}$ .



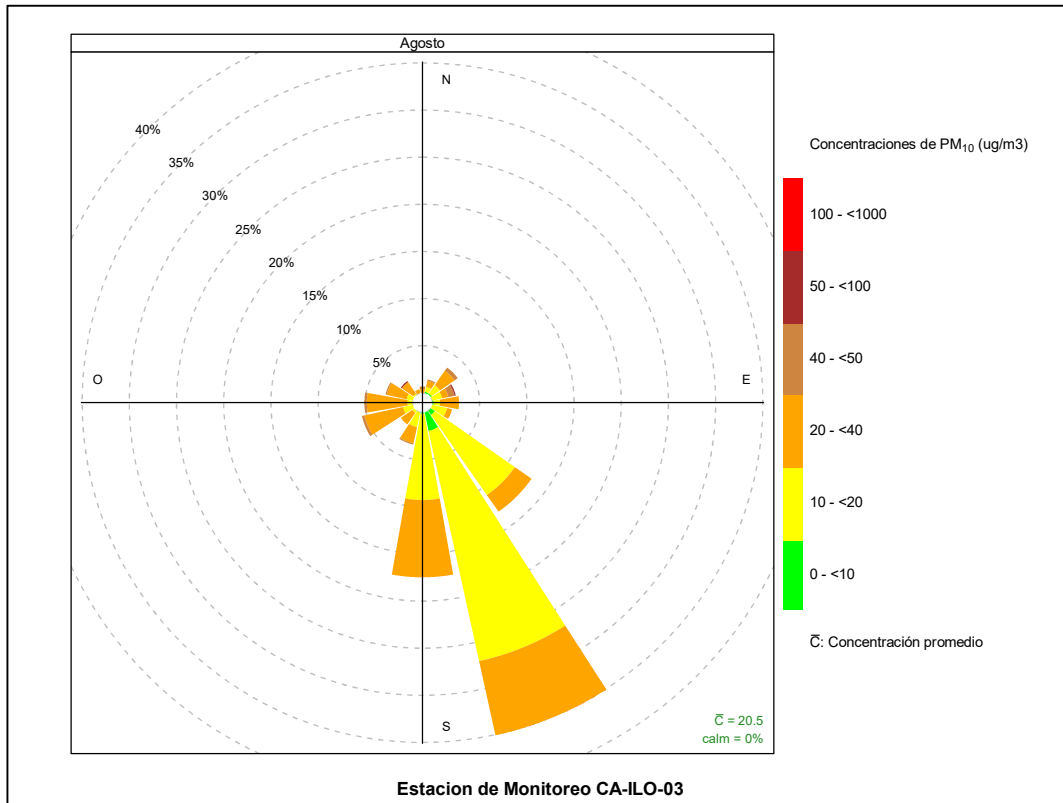
**Figura 3.8.7.** Rosa de concentración del PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, agosto de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que, el 0,7% de los vientos provienen de la dirección predominante oeste suroeste (OSO) y coinciden con el rango de 50 hasta 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , el 0,5% de los vientos provienen de la dirección oeste suroeste (OSO) y coinciden con el rango de 40 hasta 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , el 5,2% de los vientos provienen de la dirección oeste suroeste (OSO) y coinciden con el rango de 20 hasta 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , el 8,2% de los vientos provienen de la dirección oeste suroeste (OSO) y coinciden con el rango de 10 hasta 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , el 0,5% de los vientos provienen de la dirección oeste suroeste (OSO) y coinciden con el rango de 0 hasta 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de las concentraciones de PM<sub>10</sub>. Cabe mencionar que las concentraciones en niveles mayores a 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  coinciden con los vientos que provienen de la dirección oeste (O).



**Figura 3.8.8.** Rosa de concentración del PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, agosto de 2023

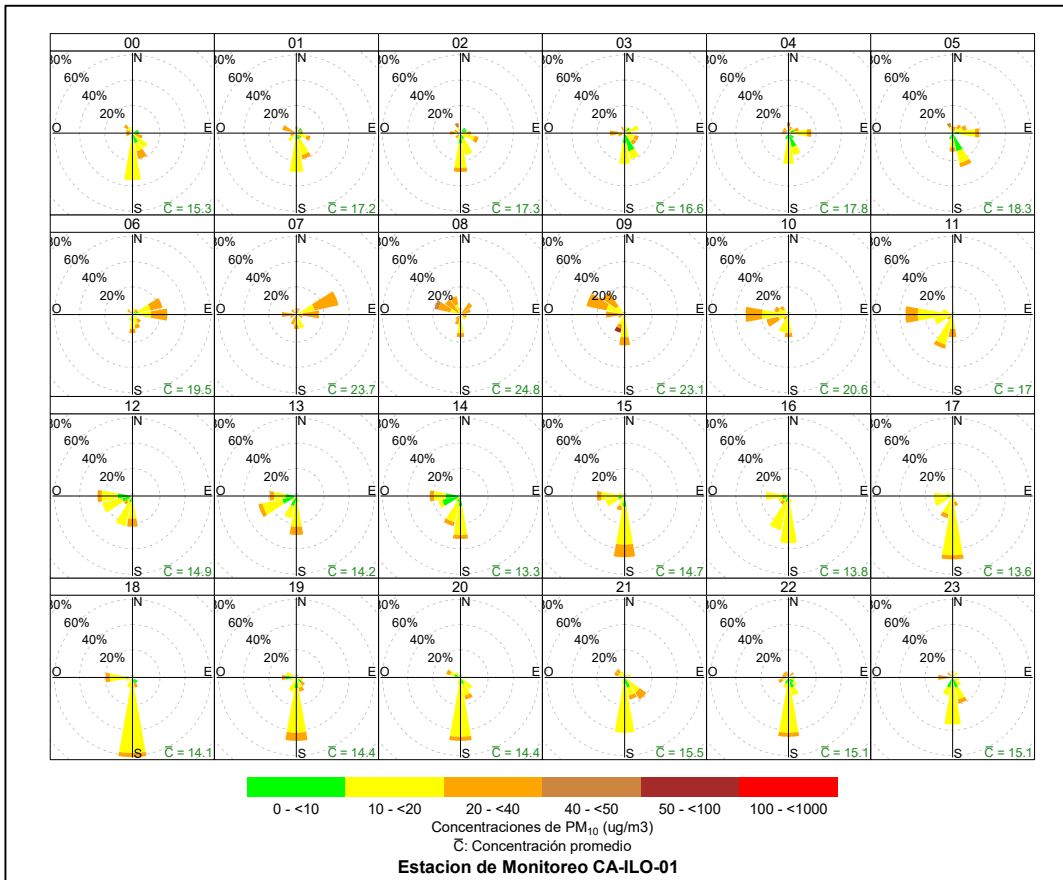
Y en la estación CA-ILO-03, se observa que, el 8,1% de los vientos provienen de la dirección predominante sursureste (SSE) y coinciden con el rango de 20 hasta 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , el 25,0% de los vientos provienen de la dirección sursureste (SSE) y coinciden con el rango de 10 hasta 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y el 2,0% de los vientos provienen de la dirección sursureste (SSE) y coinciden con el rango de 0 hasta 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .



**Figura 3.8.9.** Rosa de concentración del PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, agosto de 2023

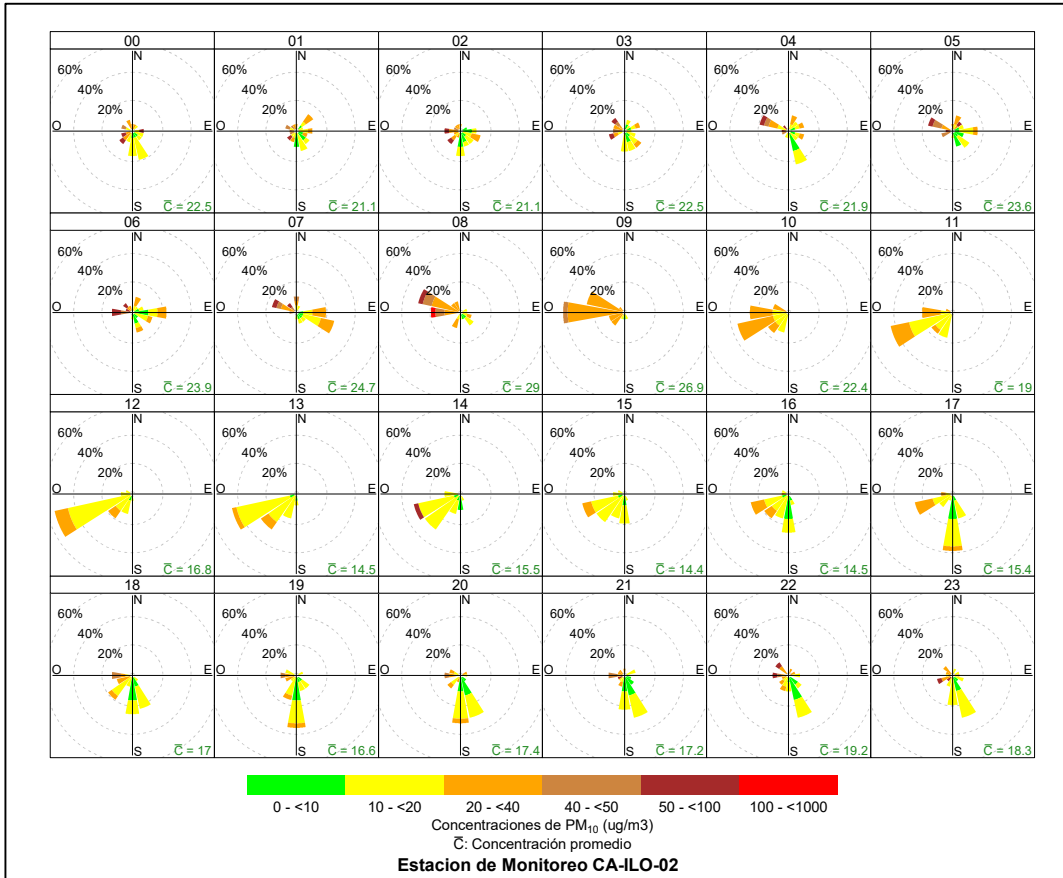
En las Figuras 3.8.10, 3.8.11 y 3.8.12 se presentan las rosas de concentraciones horarias de PM<sub>10</sub> de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes agosto de 2023.

En la estación CA-ILO-01, se observa que las concentraciones normalmente en el rango de 0 hasta 40,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  coinciden con los vientos provenientes del sur(S) y sursuroeste (SSO) entre las 11:00 de la mañana hasta las 2:00 horas de la madrugada. Cabe mencionar que a las 8:00 horas los vientos predominantes que provienen del oeste noroeste (ONO) coinciden con rangos de hasta 40,0 a 50,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Así mismo, a las 9:00 horas los vientos con una baja frecuencia que provienen del sursuroeste (SSO) coinciden con rangos de hasta 50,0 a 100,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .



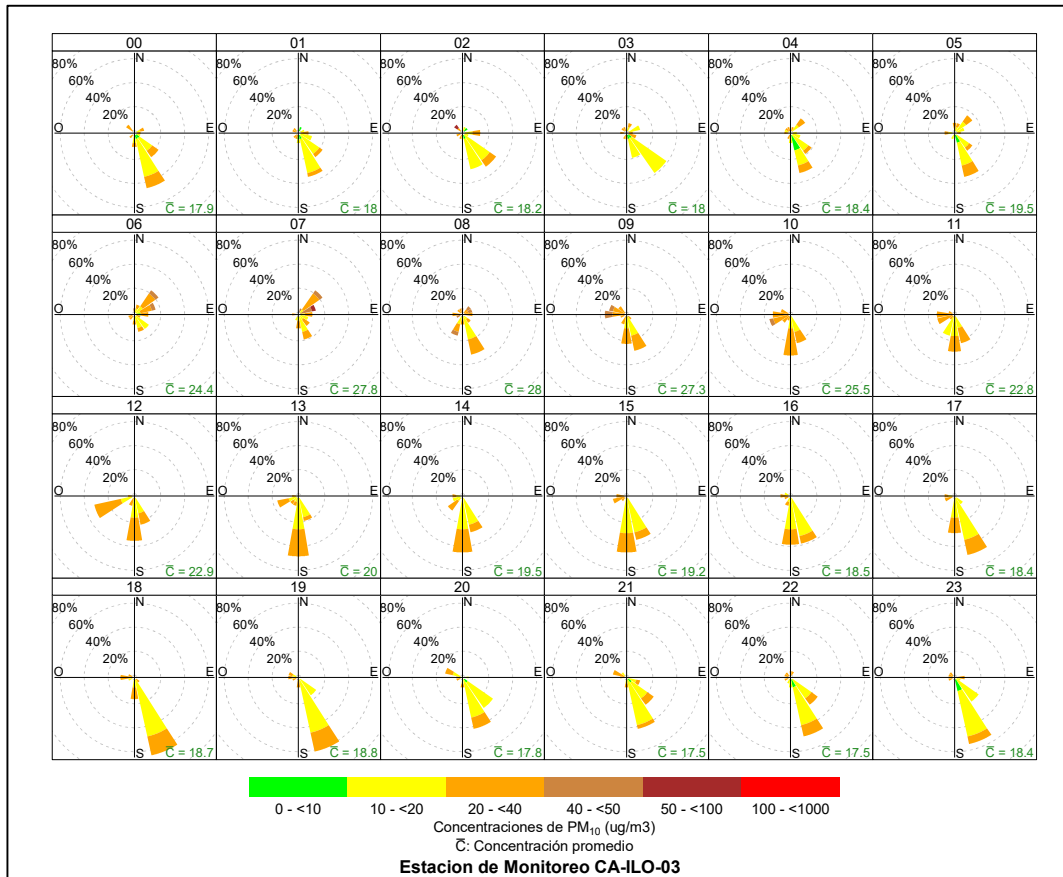
**Figura 3.8.10.** Rosa de concentración horaria del PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, agosto de 2023

En la estación CA-ILO-02, se observa que en el intervalo horario de las 10:00 y 16:00 horas los vientos predominantes del oeste suroeste (OSO) coinciden normalmente con las concentraciones en el rango de 0 a 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , solo a las 14:00 horas se observa que se alcanza el rango de 50 a 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Cabe mencionar que a las 8:00 horas los vientos predominantes que provienen del oeste noroeste (ONO) coinciden con niveles entre 50,0 y 100,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y un componente de menor frecuencia de vientos que provienen del oeste (O) coincide con niveles mayores a 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .



**Figura 3.8.11.** Rosa de concentración horaria del PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, agosto de 2023

Y en la estación CA-ILO-03, se observa que normalmente los vientos predominantes de sur (S) y sursureste (SSE) coinciden con rangos de concentración desde 0 a 40 µg/m<sup>3</sup>.

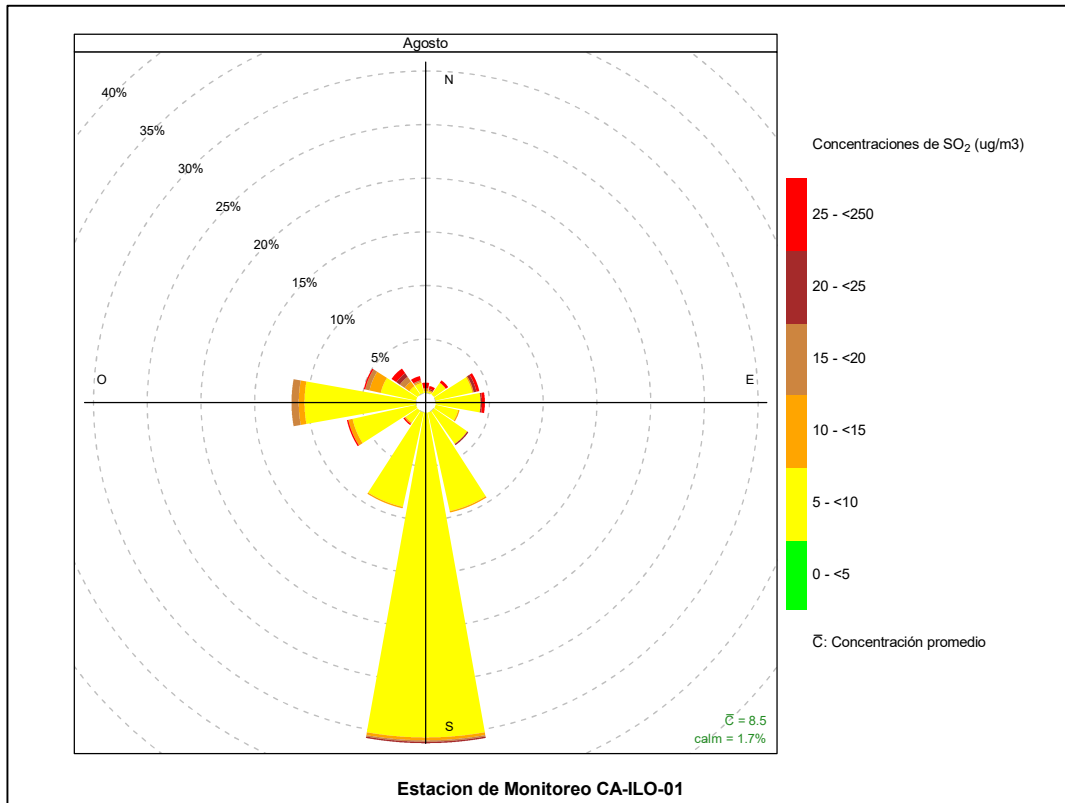


**Figura 3.8.12.** Rosa de concentración horaria del PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, agosto de 2023

### 3.8.3 Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

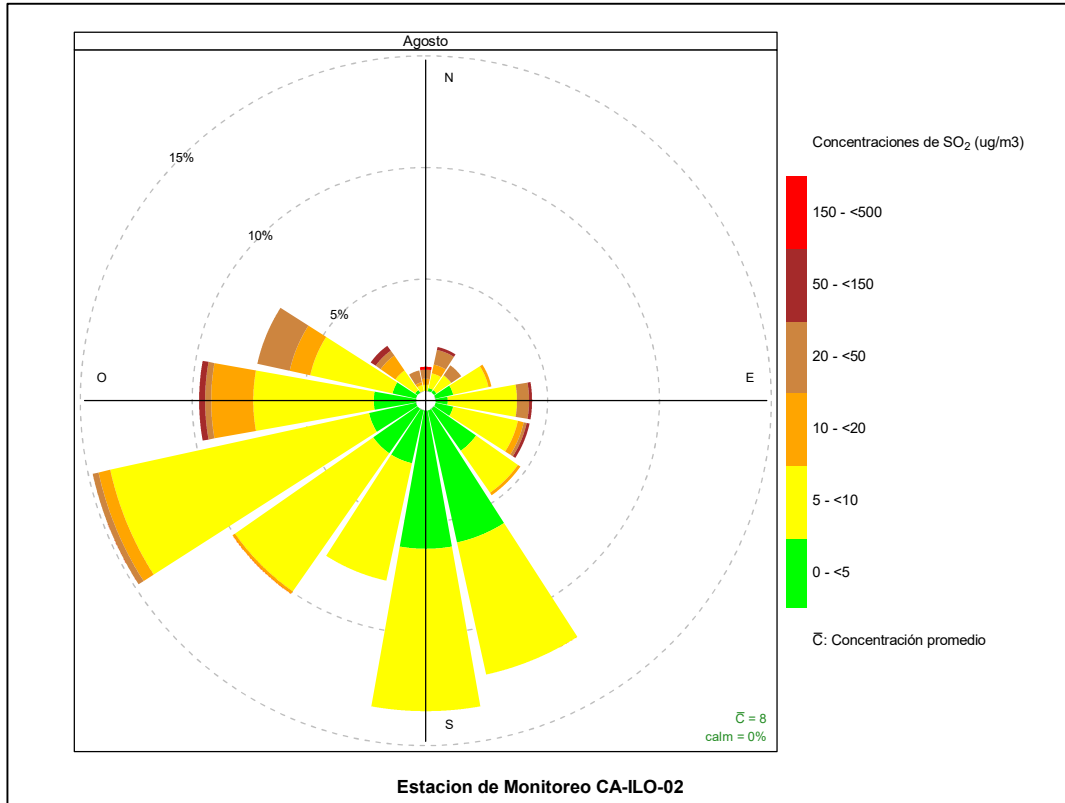
En las Figuras 3.8.13, 3.8.14 y 3.8.15 se presentan las rosas de concentraciones de SO<sub>2</sub> de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de agosto de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observa que en la dirección de viento predominante sur (S), el 0,1% de los vientos coinciden con valores de concentración entre 20 y 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , el 0,1 % de los vientos coinciden con el rango del 15 al 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , el 0,3 % de los vientos coinciden con el rango del 10 al 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y el 30,3 % de los vientos coinciden con el rango del 5 al 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Cabe mencionar que los rangos de alta concentración, mayores a 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  coinciden con los vientos que provienen de direcciones de menor predominancia, principalmente noroeste (NNO), noroeste (NO) y norte (N), tal y como se muestra en la rosa de concentración.



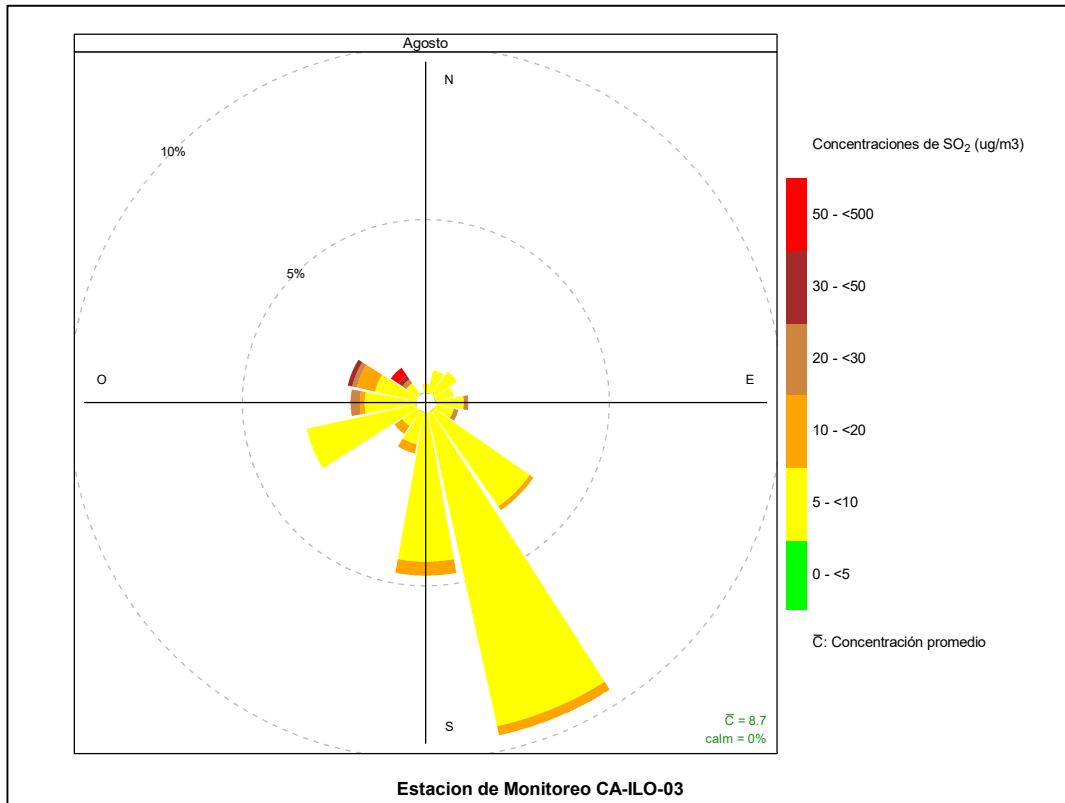
**Figura 3.8.13.** Rosa de concentración del SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, agosto de 2023

En la estación CA-ILO-02, se observa, que en la dirección predominante del oeste suroeste (SO), el 0,3% de los vientos caen en el rango del 20 a 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , el 0,5% de los vientos caen en el rango del 10 a 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , el 11,8% de los vientos caen en el rango del 5 a 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y así también, el 2,1% de los vientos caen en el rango de 0 a 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Cabe mencionar que los rangos de alta concentración, mayores a 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , se observa en los vientos con menor predominancia, que vienen desde el norte (N).



**Figura 3.8.14.** Rosa de concentración del SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, agosto de 2023

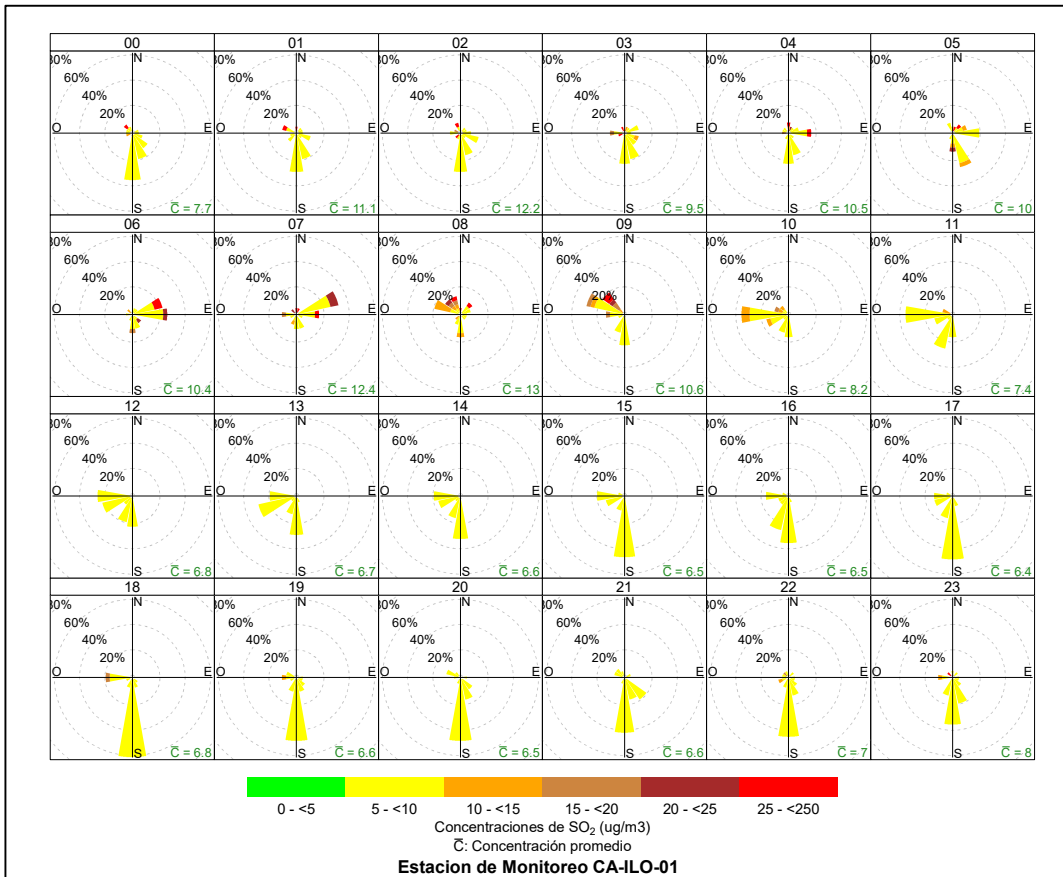
Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que, en la dirección de mayor predominancia el sursureste (SSE), el 0,3% de los vientos coinciden con las concentraciones en el rango de 10 a 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y el 9,3% de los vientos coinciden con las concentraciones en el rango de 5 a 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Cabe mencionar que el rango de concentraciones, mayores a 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , corresponde a los vientos que provienen principalmente del noroeste (NO), dirección con baja presencia de vientos.



**Figura 3.8.15.** Rosa de concentración del SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, agosto de 2023

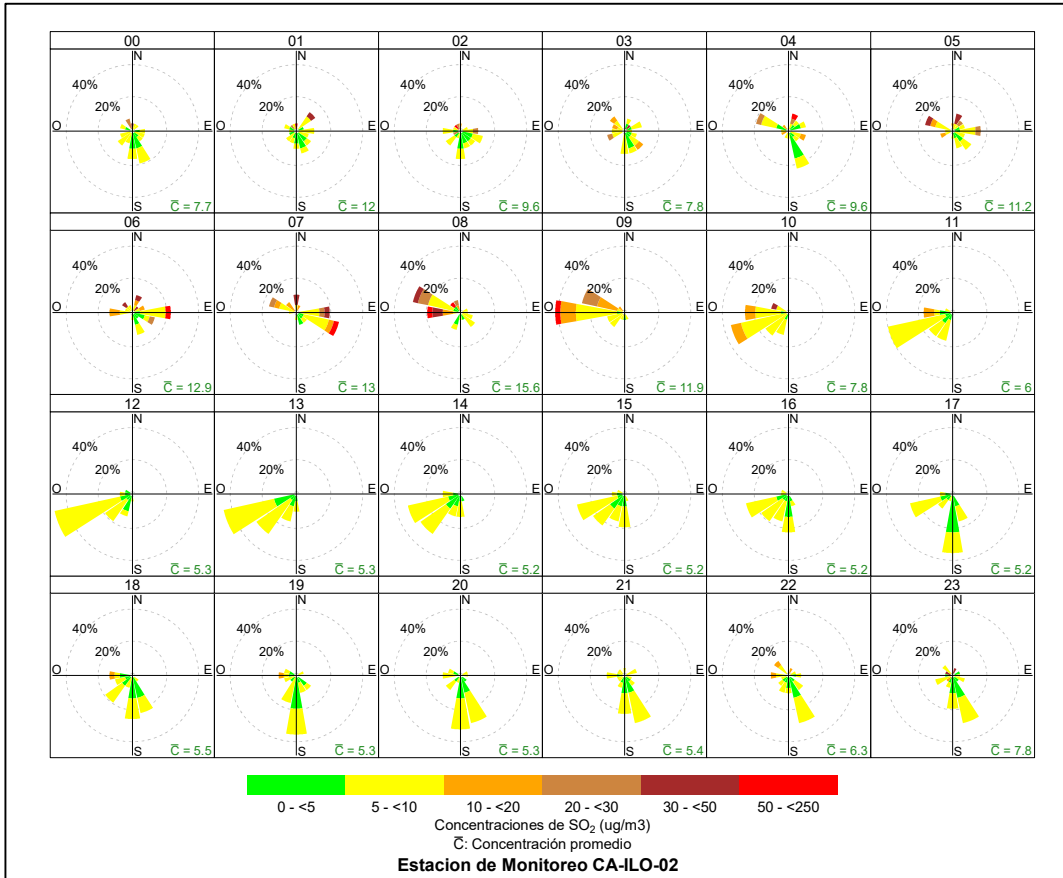
En las Figuras 3.8.16, 3.8.17 y 3.8.18 se presentan las rosas de concentraciones horarias de SO<sub>2</sub> de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de agosto de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observa que, durante el día, hay presencia de altas concentraciones desde las 6:00 hasta las 09:00 horas que coinciden con los vientos que provienen de diversas direcciones, mayormente oeste noroeste (ONO), noroeste (NO) y este noreste (ENE).



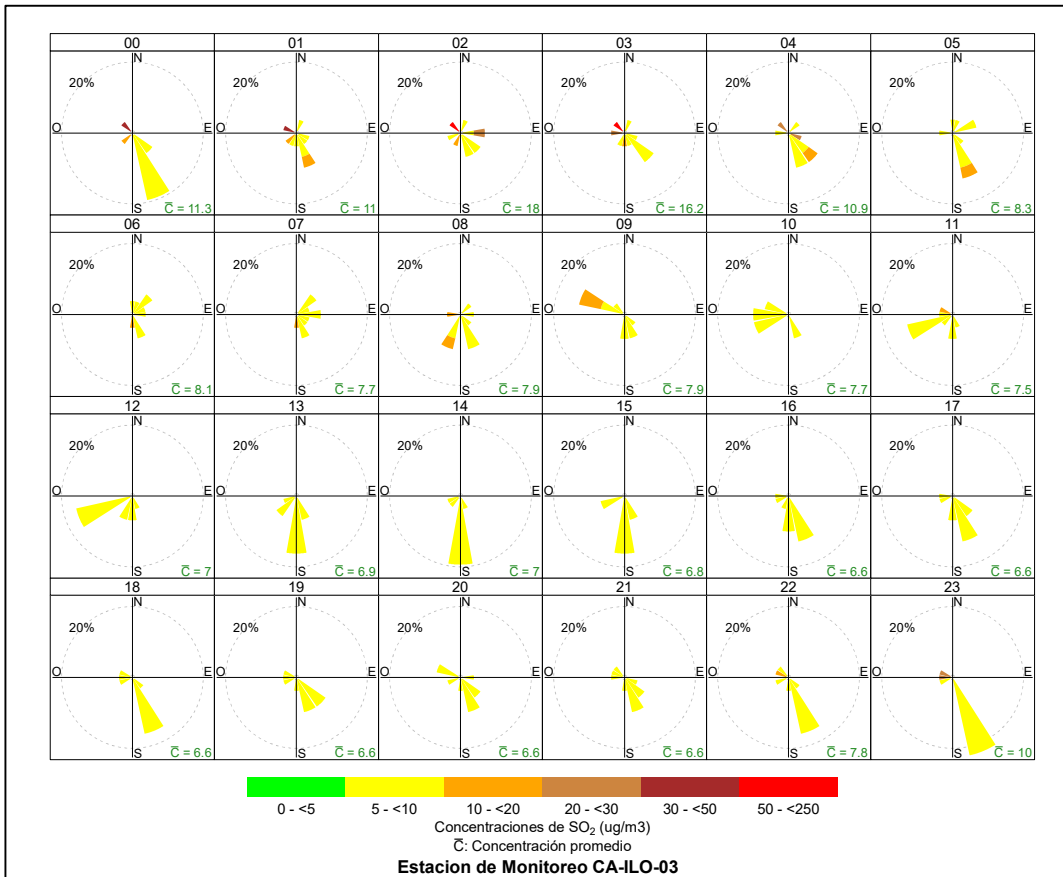
**Figura 3.8.16.** Rosa de concentración horaria del SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, agosto de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que las altas concentraciones durante la mañana, desde las 6:00 hasta las 9:00 horas, coinciden con las direcciones de viento predominantes, entre ellas, este (E), oeste(O), oeste noroeste (ONO) y este sureste (ESE).



**Figura 3.8.17.** Rosa de concentración horaria del SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, agosto de 2023

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que normalmente las concentraciones en el rango de 0 a 10 µg/m<sup>3</sup> coinciden con los vientos provenientes de sur (S), sursureste (SSE) y oeste suroeste (OSO).

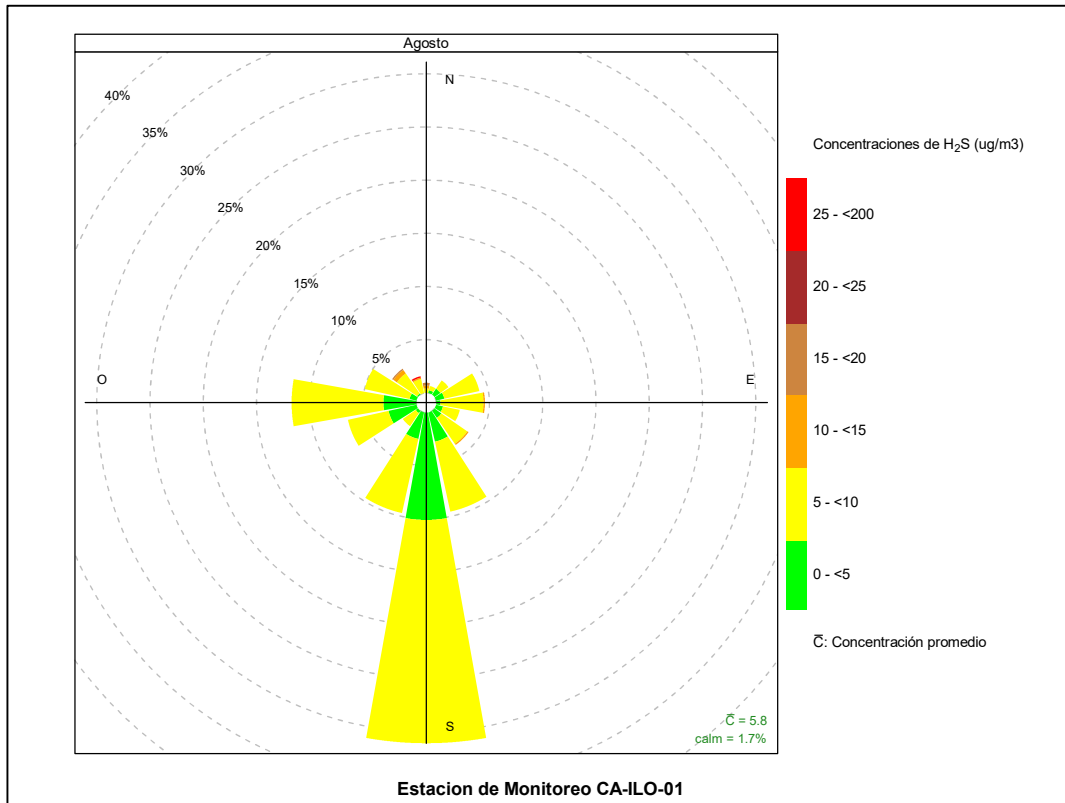


**Figura 3.8.18.** Rosa de concentración horaria del SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, agosto de 2023

### 3.8.4 Sulfuro de hidrogeno (H<sub>2</sub>S)

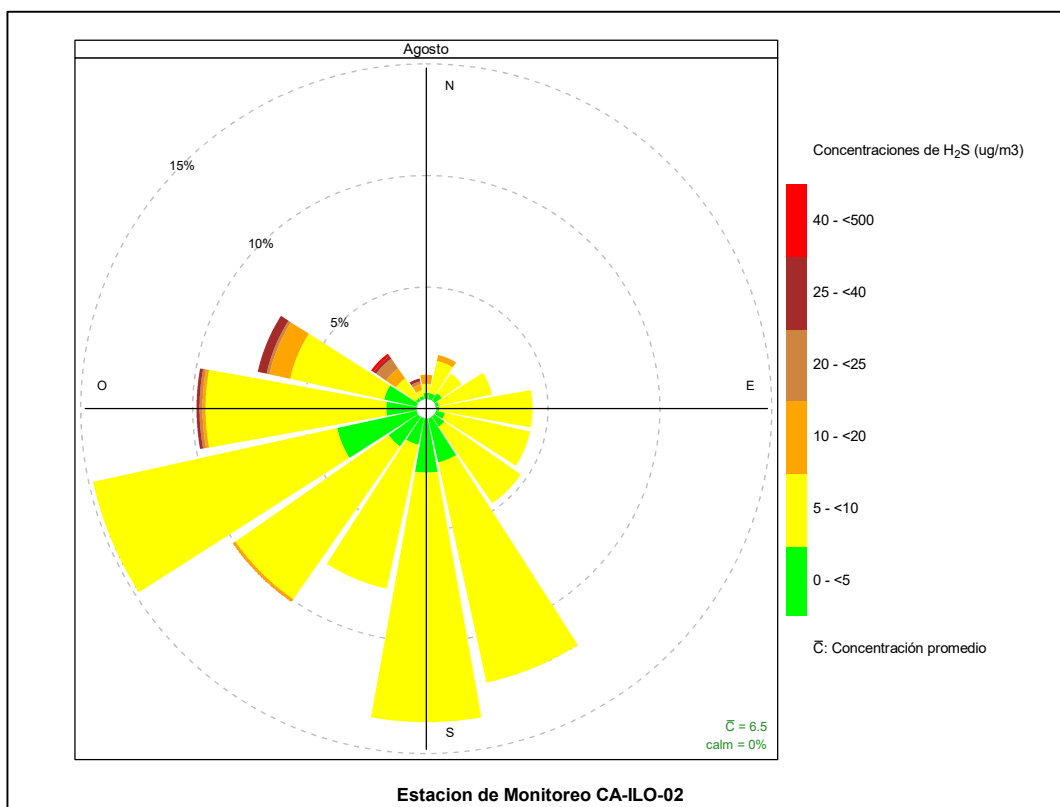
En las Figuras 3.8.19, 3.8.20 y 3.8.21 se presentan las rosas de concentraciones de H<sub>2</sub>S de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de agosto de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observa que el 21,0% de los vientos que vienen desde la dirección predominante del sur (S) coinciden en el rango de 5 a 10 µg/m<sup>3</sup> y el 10,1 % de los vientos que provienen del sur coinciden con el rango de 0 a 5 µg/m<sup>3</sup>. Cabe mencionar que las concentraciones mayores a 25 µg/m<sup>3</sup> aparece en la dirección con menos presencia de vientos, nornoroeste (NNO).



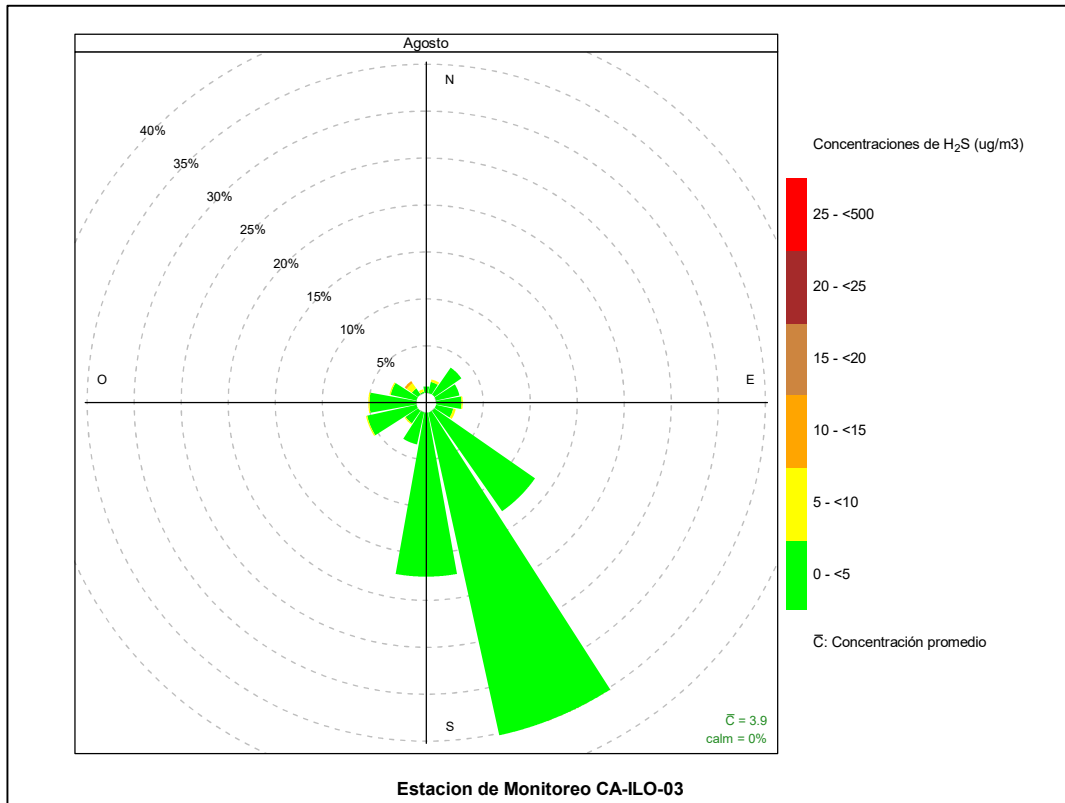
**Figura 3.8.19.** Rosa de concentración del H<sub>2</sub>S en la estación de monitoreo CA-ILO-01, agosto de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que el 11,2% de los vientos que vienen de la dirección predominante oeste suroeste (OSO) coinciden con el rango de 5 a 10 µg/m<sup>3</sup> y el 3,6% de los vientos que vienen de la dirección oeste suroeste (OSO) coinciden con el rango de 0 a 5 µg/m<sup>3</sup>. Cabe mencionar que las concentraciones mayores a 40 µg/m<sup>3</sup> coinciden con los vientos de menor predominancia que provienen del noroeste (NO).



**Figura 3.8.20.** Rosa de concentración del H<sub>2</sub>S en la estación de monitoreo CA-ILO-02, agosto de 2023

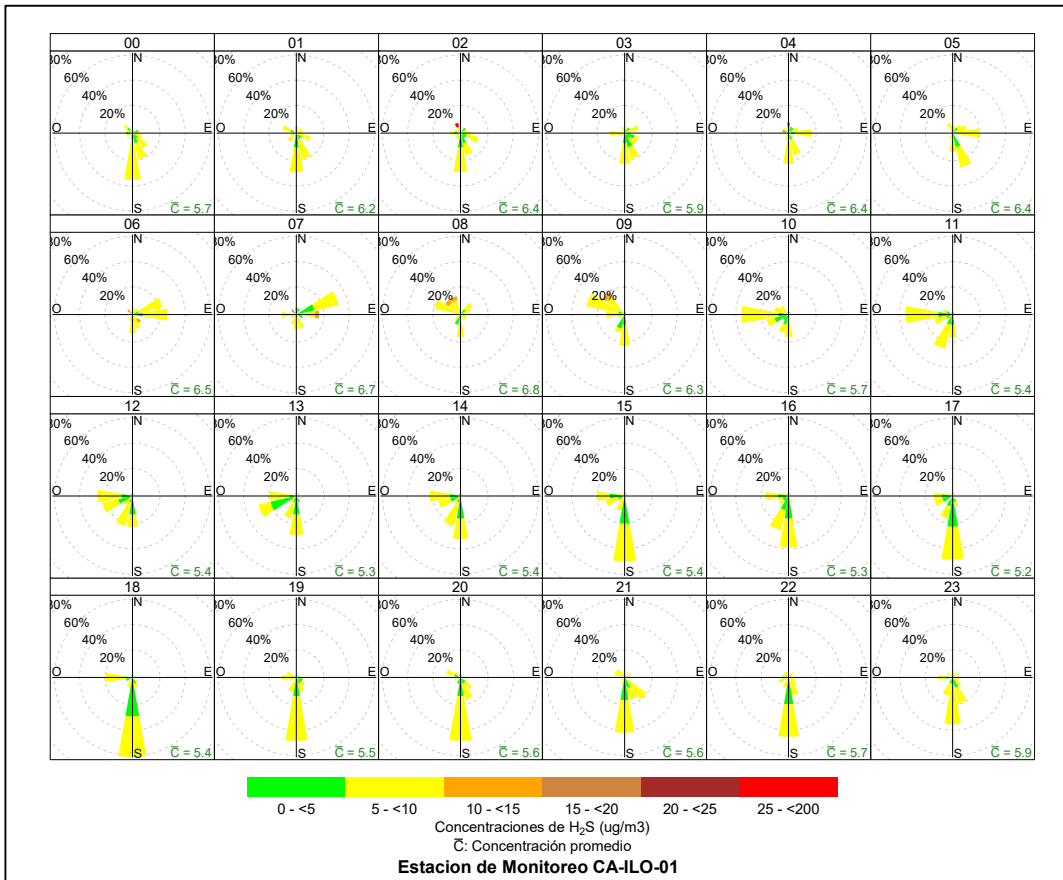
Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que el 35,2% de los vientos provienen de la dirección del sursureste (SSE) y coinciden con el rango de concentraciones de H<sub>2</sub>S de 0 a 5 µg/m<sup>3</sup>. Cabe mencionar, que las concentraciones en el rango de 10 a 20 µg/m<sup>3</sup> coinciden con los vientos de menor frecuencia que provienen del noroeste (NO).



**Figura 3.8.21.** Rosa de concentración del H<sub>2</sub>S en la estación de monitoreo CA-ILO-03, agosto de 2023

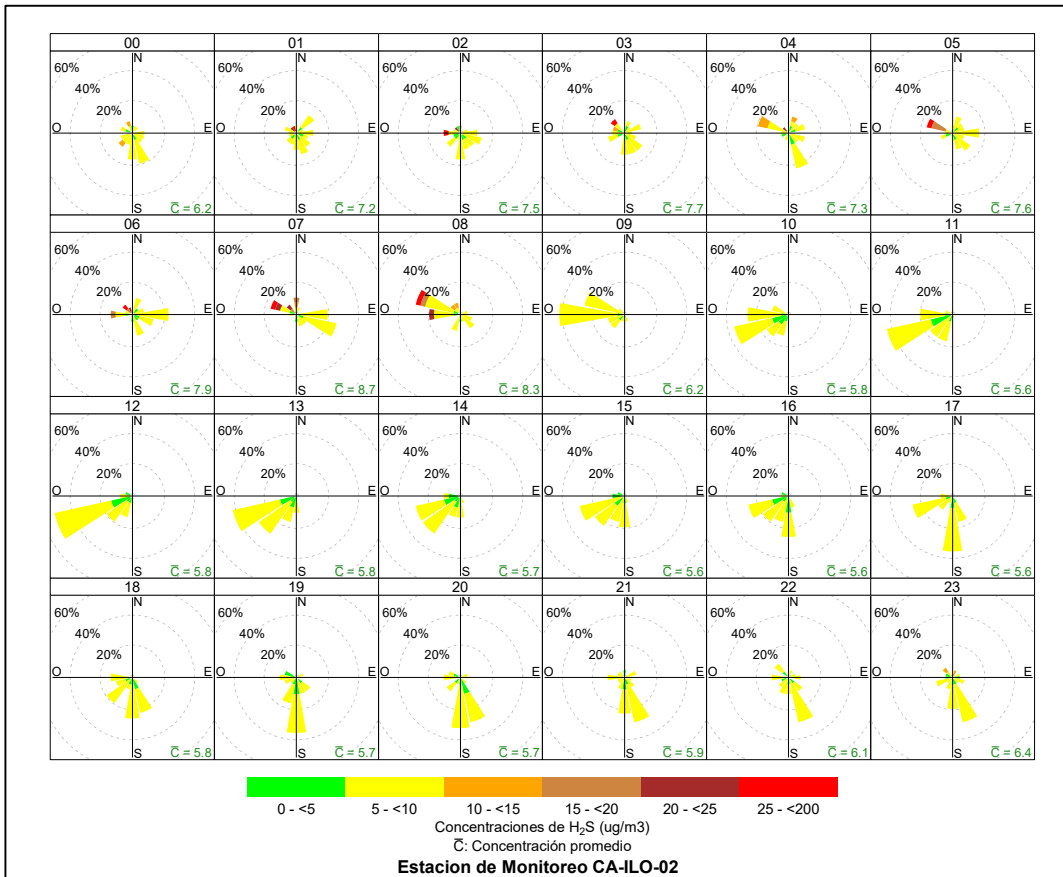
En las Figuras 3.8.22, 3.8.23 y 3.8.24 se presentan las rosas de concentraciones horarias de H<sub>2</sub>S de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de agosto de 2023.

En la estación CA-ILO-01, se observa que, las direcciones predominantes sur (S), oeste suroeste (OSO), este noreste (ENE), oeste (O), este noreste (ENE), coinciden en su mayoría, con rangos bajos de 0 a 10 µg/m<sup>3</sup>.



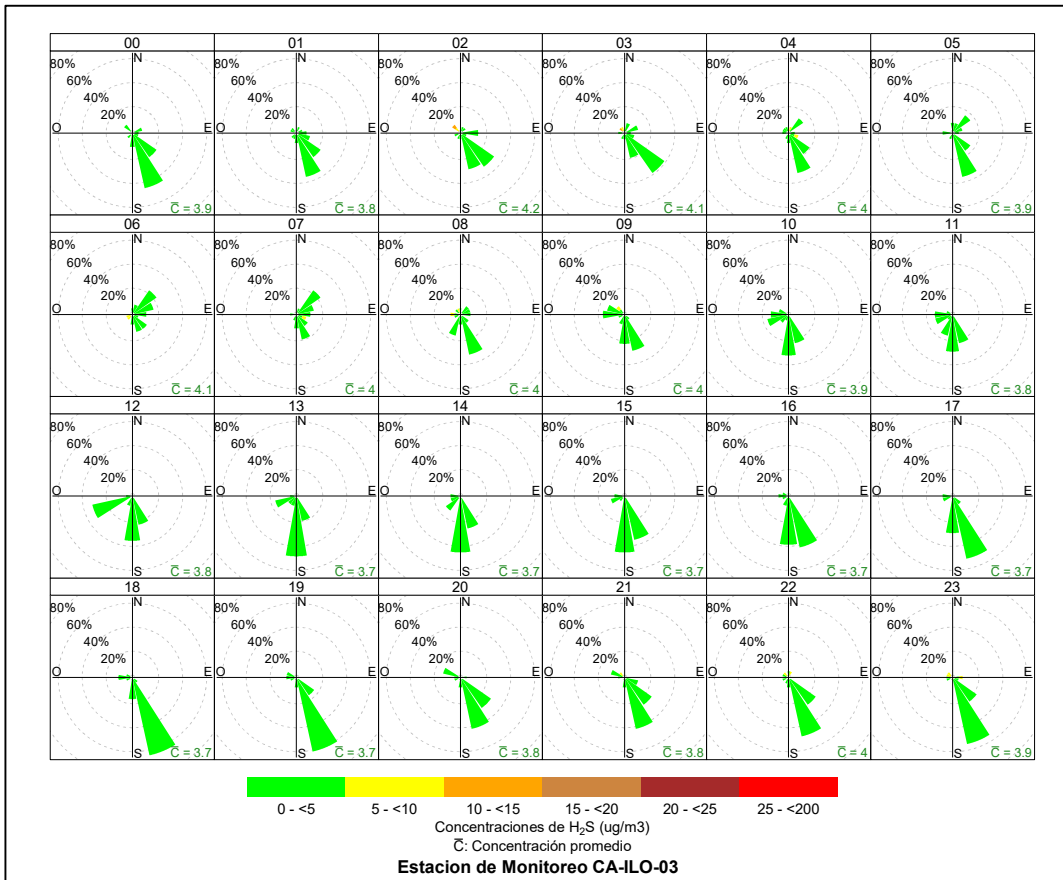
**Figura 3.8.22.** Rosa de concentración horaria del H<sub>2</sub>S en la estación de monitoreo CA-ILO-01, agosto de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que las concentraciones mayores a 25 µg/m<sup>3</sup> de H<sub>2</sub>S se presentan entre las 5:00 y 8:00 horas, y coinciden normalmente con los vientos provenientes del oeste noroeste (ONO).



**Figura 3.8.23.** Rosa de concentración horaria del H<sub>2</sub>S en la estación de monitoreo CA-ILO-02, agosto de 2023

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que las concentraciones de H<sub>2</sub>S en el rango de 0 a 5 µg/m<sup>3</sup> están presentes en la mayoría de las horas del día y la noche, en los vientos que provienen normal y predominantemente del sur (S), sursureste (SSE) y sureste (SE).

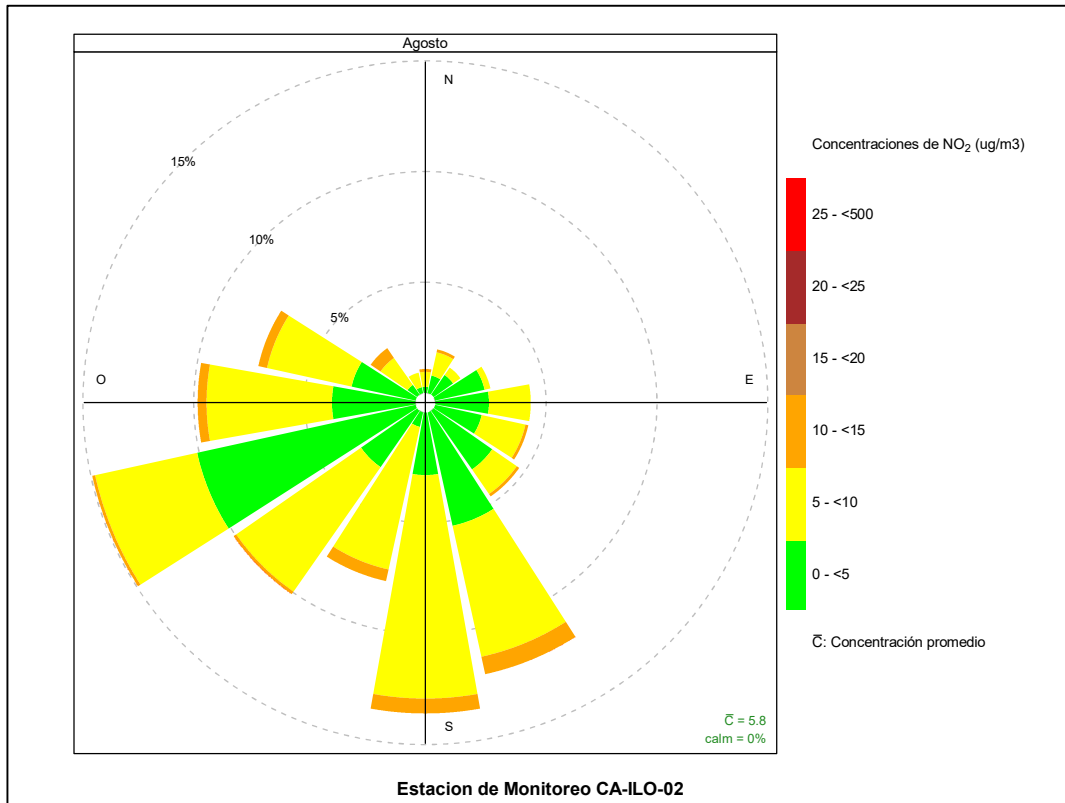


**Figura 3.8.24.** Rosa de concentración horaria del H<sub>2</sub>S en la estación de monitoreo CA-ILO-03, agosto de 2023

### 3.8.5 Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

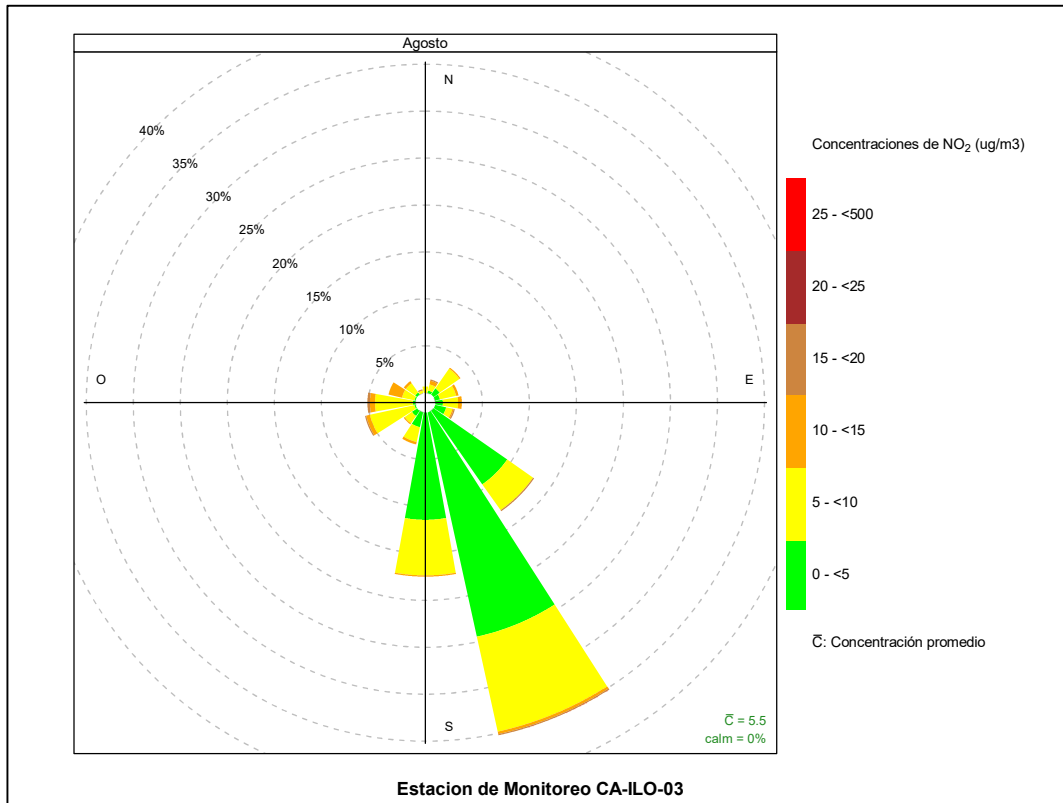
En las Figuras 3.8.25 y 3.8.26 se presentan las rosas de concentraciones de NO<sub>2</sub> de las estaciones de monitoreo CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de agosto de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que el 0,1% de los vientos, provienen de la dirección predominante oeste suroeste (OSO) y coinciden con el rango de concentraciones de NO<sub>2</sub> de 10 a 15 µg/m<sup>3</sup>, el 4,7% de los vientos provienen del oeste suroeste (OSO) y coinciden con el rango de concentraciones de NO<sub>2</sub> de 5 a 10 µg/m<sup>3</sup> y el 10,1% de los vientos provienen del oeste suroeste (OSO) y coinciden con el rango de concentraciones de NO<sub>2</sub> de 0 a 5 µg/m<sup>3</sup>.



**Figura 3.8.25.** Rosa de concentración del NO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, agosto de 2023

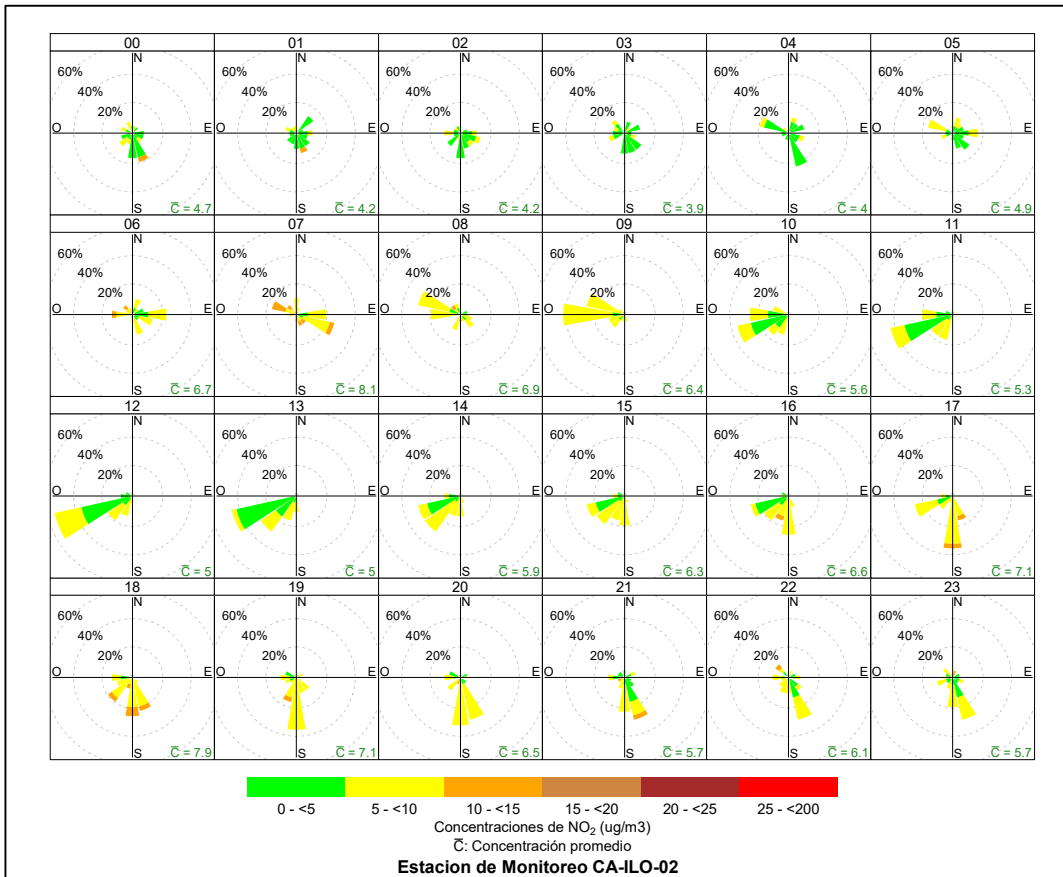
Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que, el 0,1% de los vientos, provienen de la dirección predominante sursureste (SSE) y coinciden con el rango de concentraciones de NO<sub>2</sub> de 15 a 20 µg/m<sup>3</sup>, el 0,3% de los vientos provienen del sursureste (SSE) y coinciden con el rango de concentraciones de NO<sub>2</sub> de 10 a 15 µg/m<sup>3</sup>, el 10,3% de los vientos provienen del sursureste (SSE) y coinciden con el rango de concentraciones de NO<sub>2</sub> de 5 a 10 µg/m<sup>3</sup> y el 24,5% de los vientos provienen del sursureste (SSE) y coinciden con el rango de concentraciones de NO<sub>2</sub> de 0 a 5 µg/m<sup>3</sup>.



**Figura 3.8.26.** Rosa de concentración del NO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, agosto de 2023

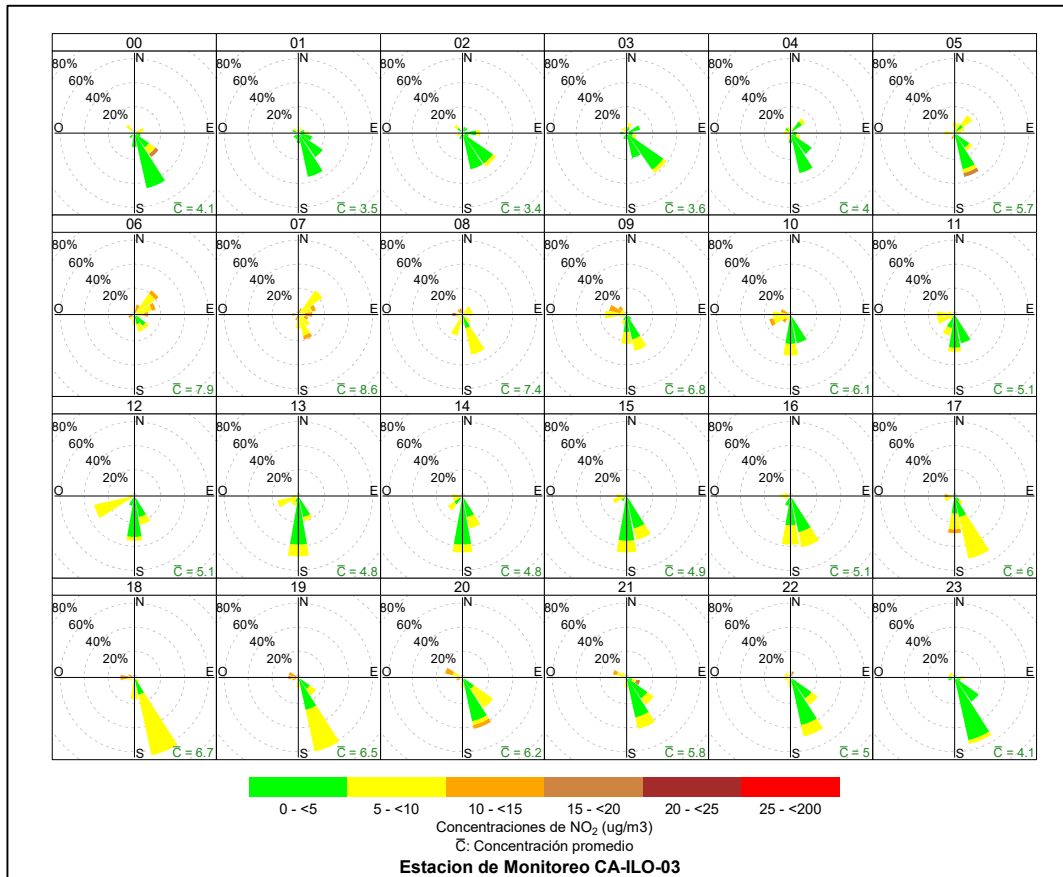
En las Figuras 3.8.27 y 3.8.28 se presentan las rosas de concentraciones horarias de NO<sub>2</sub> de las estaciones de monitoreo CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de agosto de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que las concentraciones de NO<sub>2</sub> alcanzan el rango de 10 a 15 µg/m<sup>3</sup>, en las mañanas en el intervalo de 6:00 a 8:00 horas y por la tarde entre las 16:00 y 19:00 horas, que se debe entre otros, al tráfico vehicular. Cabe mencionar que las direcciones de los vientos, en esos intervalos horarios, son variadas sobre todo en la mañana, por la tarde los vientos provienen principalmente del sur (S), sursureste (SSE), suroeste (SO) y sursuroeste (SSO).



**Figura 3.8.27.** Rosa de concentración horaria del NO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, agosto de 2023

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que, las concentraciones de NO<sub>2</sub> en el rango de 10 a 15 µg/m<sup>3</sup>, durante las mañanas, suceden entre las 6:00 y 10:00 horas, que se debe entre otros, al tráfico vehicular. Cabe mencionar que las direcciones de los vientos en ese horario son variadas, principalmente noreste (NE) y sursureste (SSE).

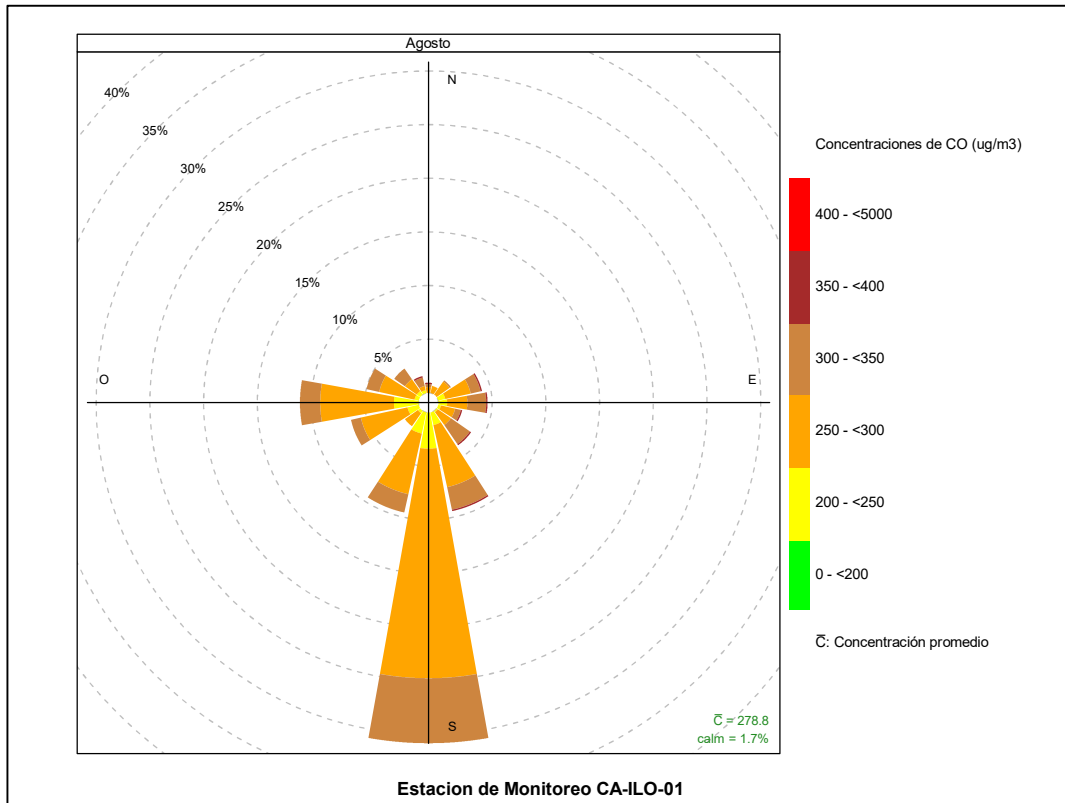


**Figura 3.8.28.** Rosa de concentración horaria del NO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, agosto de 2023

### 3.8.6 Monóxido de carbono (CO)

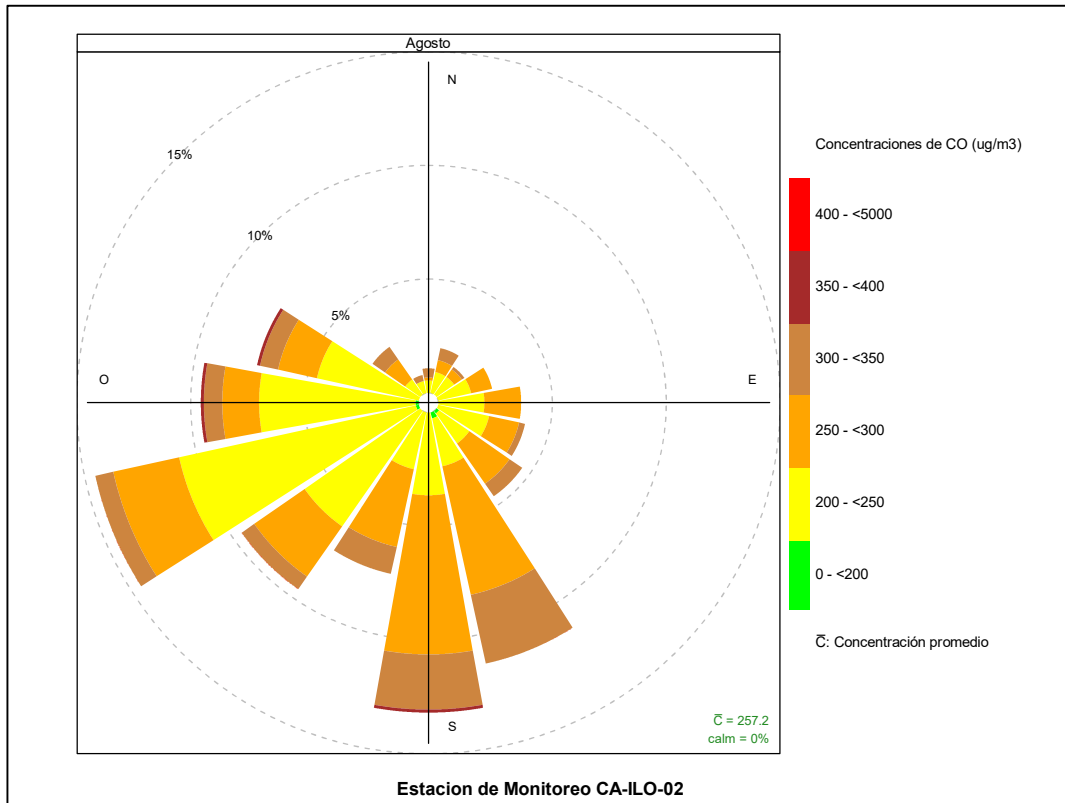
En las Figuras 3.8.29, 3.8.30 y 3.8.31 se presentan las rosas de concentraciones de CO de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de agosto de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observa que el 6,1% de los vientos provienen de la dirección predominante sur (S) y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 300 hasta 350  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , el 21,4% de los vientos provienen de la dirección sur (S) y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 250 hasta 300  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y el 3,4% de los vientos provienen de la dirección sur (S) y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 200 hasta 250  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .



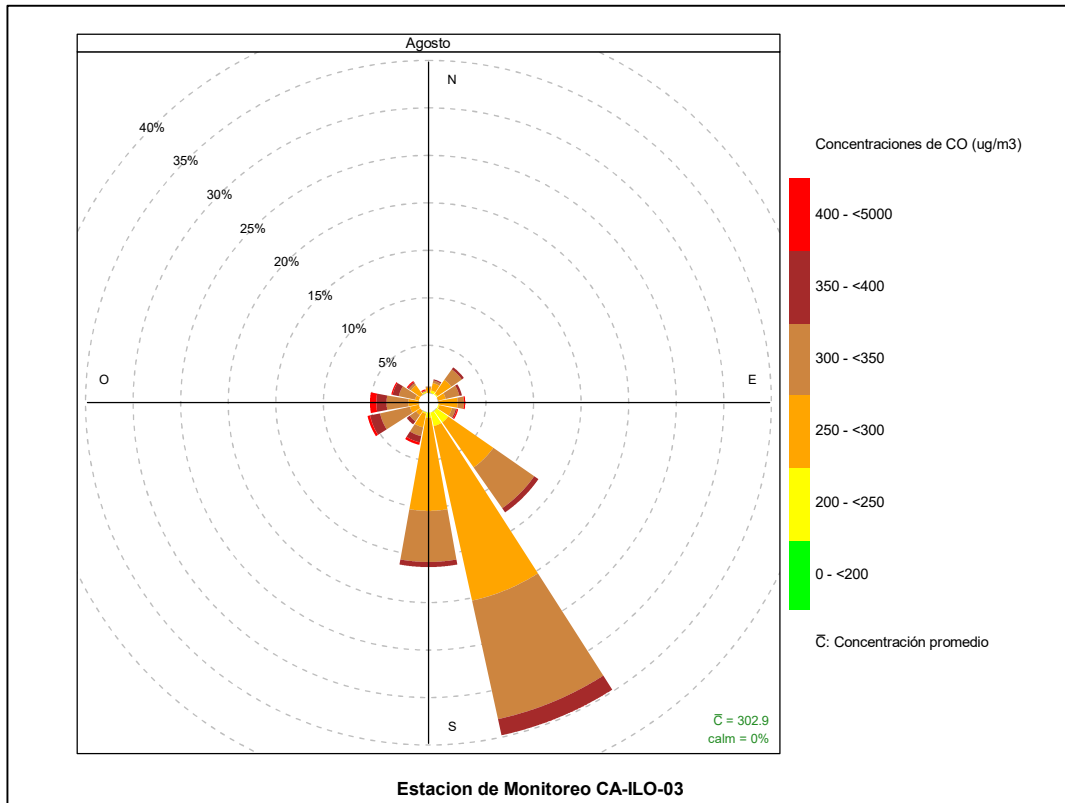
**Figura 3.8.29.** Rosa de concentración del CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, agosto de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que el 0,8% de los vientos provienen de la dirección predominante oeste suroeste (OSO) y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 300 hasta 350  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , el 3,0% de los vientos provienen de la dirección oeste suroeste (OSO) y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 250 hasta 300  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , el 10,6% de los vientos provienen de la dirección oeste suroeste (OSO) y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 200 hasta 250  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y el 0,1% de los vientos provienen de la dirección oeste suroeste (OSO) y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 0 hasta 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .



**Figura 3.8.30.** Rosa de concentración del CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, agosto de 2023

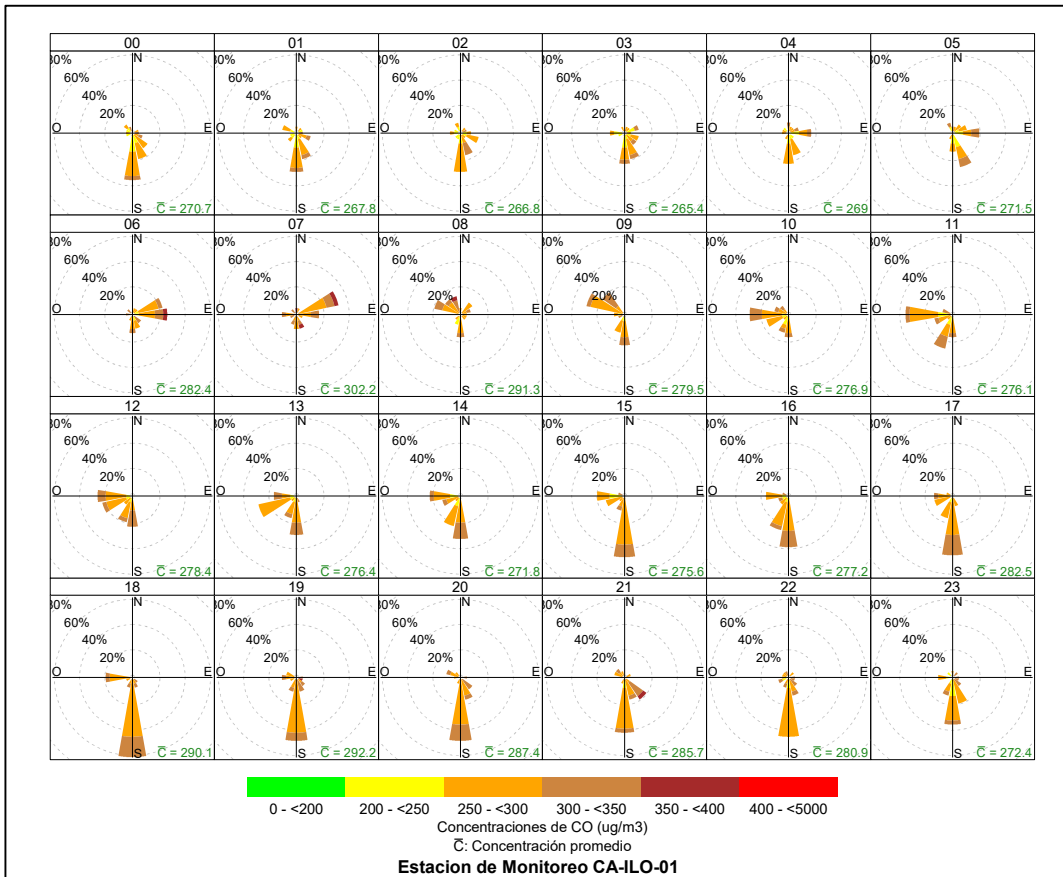
Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que el 1,7% de los vientos provienen de la dirección predominancia sursureste (SSE) y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 350 hasta 400  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , el 12,8% de los vientos provienen de la dirección sursureste (SSE) y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 300 hasta 350  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , el 18,8% de los vientos provienen de la dirección sursureste (SSE) y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 250 hasta 300  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y el 1,5% de los vientos provienen de la dirección sursureste (SSE) y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 200 hasta 250  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .



**Figura 3.8.31.** Rosa de concentración del CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, agosto de 2023

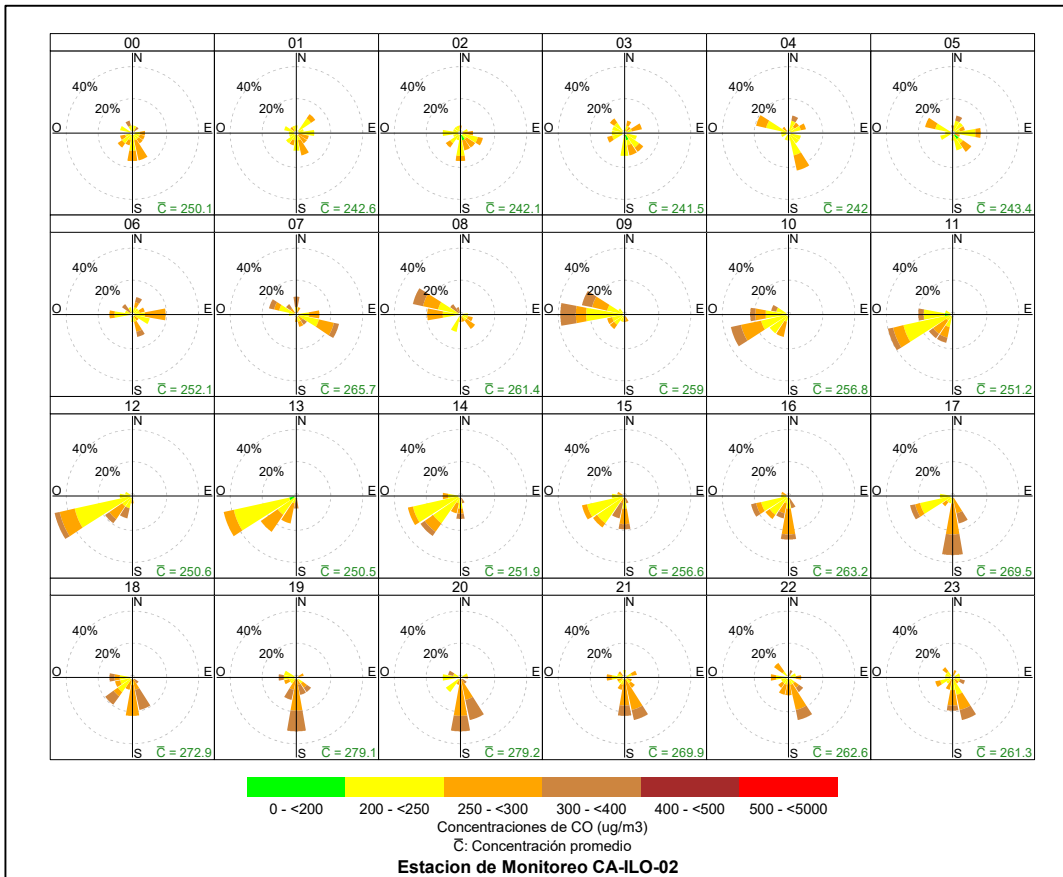
En las Figuras 3.8.32, 3.8.33 y 3.8.34 se presentan las rosas de concentraciones horarias de CO de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de agosto de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observan concentraciones altas en varios momentos del día y noche, destacando los intervalos desde las 6:00 a 7:00 horas con vientos predominantes del este (E) y noreste (NE), siendo las fuentes entre otras, el tráfico vehicular de la zona.



**Figura 3.8.32.** Rosa de concentración horaria del CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, agosto de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observan concentraciones altas en varios momentos del día y noche, destacando los intervalos horarios con una mayor frecuencia en el rango de 300 a 400 µg/m<sup>3</sup>, de alrededor de las 8:00 y 10:00 horas (con vientos desde el oeste noroeste, oeste y oeste suroeste) y de las 17:00 a 20:00 horas (con vientos provenientes del sur, sursureste y suroeste), siendo las fuentes entre otras, el tráfico vehicular de la zona.



**Figura 3.8.33.** Rosa de concentración horaria del CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, agosto de 2023

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observan concentraciones de CO en el rango de 400 a 500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  durante la mañana alrededor de las 8:00 horas aproximadamente, en la dirección del sursuroeste (SSO), siendo las fuentes, entre otras, el tráfico vehicular de la zona.

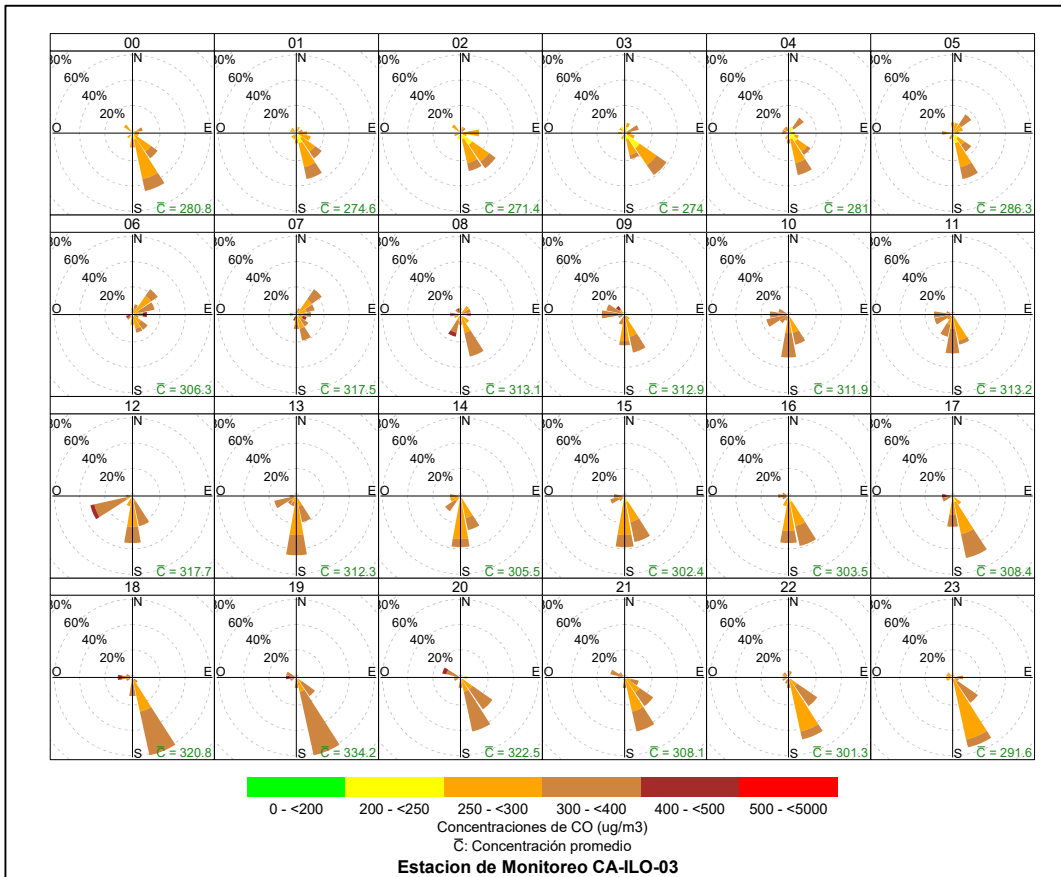


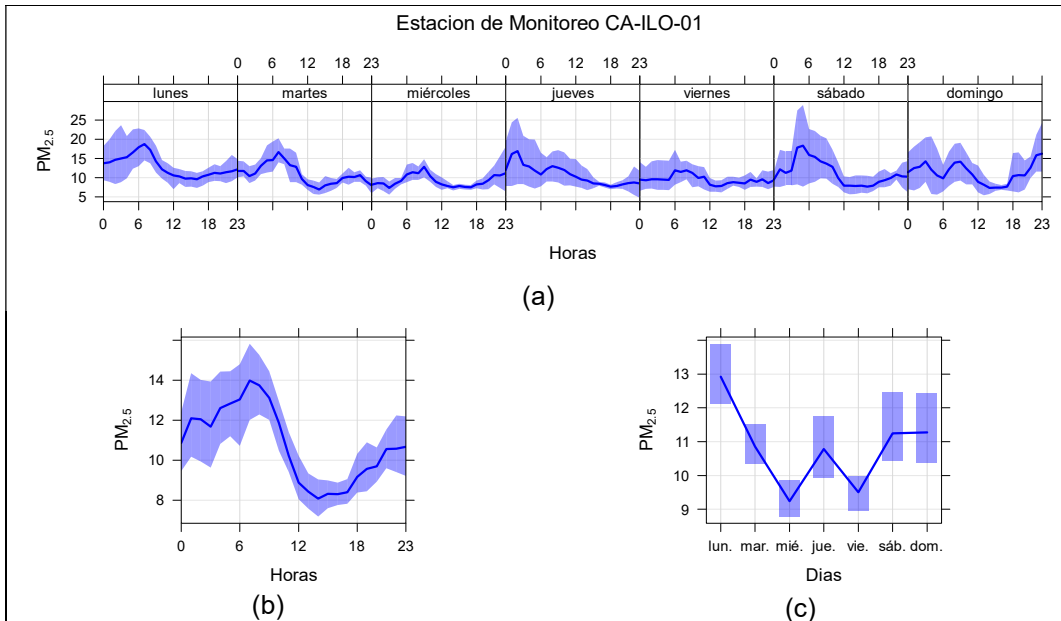
Figura 3.8.34. Rosa de concentración horaria del CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, agosto de 2023

### 3.9 Comportamiento temporal

#### 3.9.1 Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM<sub>2,5</sub>)

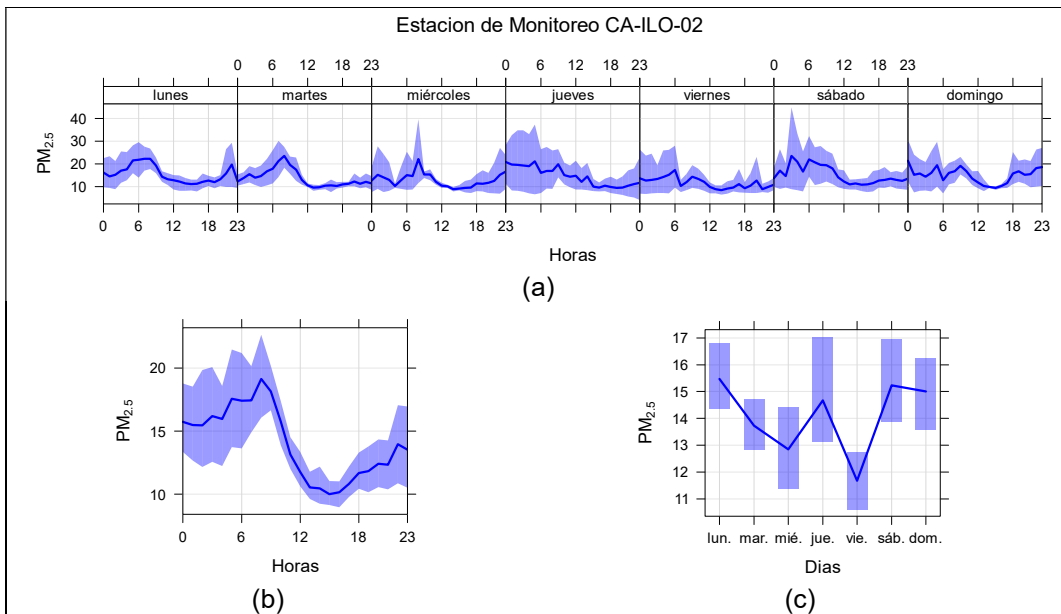
En la Figura 3.9.1, 3.9.2 y 3.9.3 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día en relación con las concentraciones de PM<sub>2,5</sub>, para las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de agosto.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los días lunes se registraron las mayores concentraciones de PM<sub>2,5</sub>, según la validación de los datos se comprueba que los días lunes 07, 21 y 28 de agosto se registraron picos de valores. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de PM<sub>2,5</sub> tienen valores elevados alrededor de las 7:00 horas.



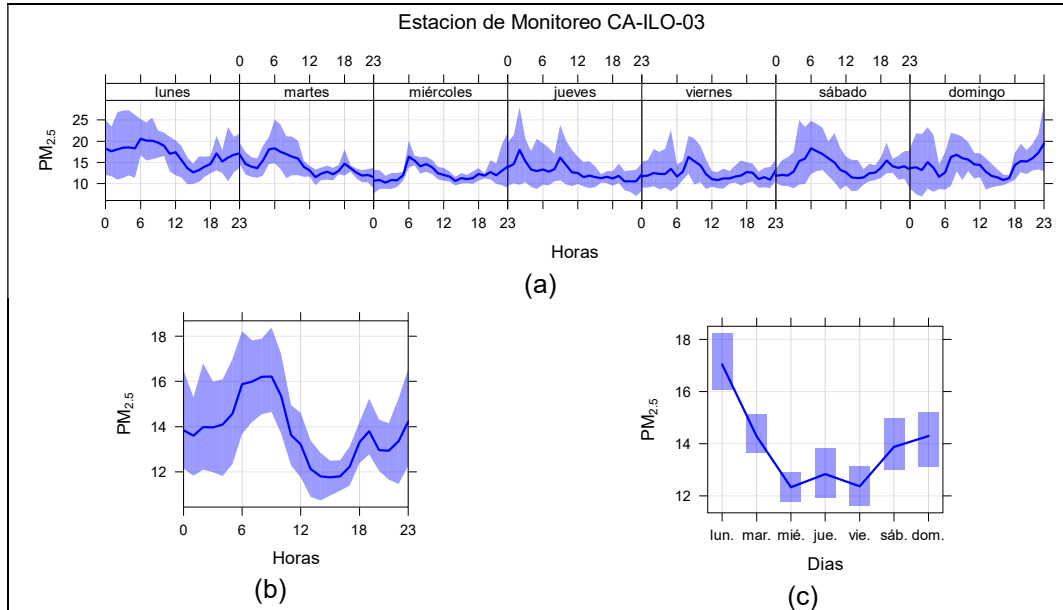
**Figura 3.9.1.** Concentraciones promedio horarias de  $PM_{2.5}$  en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de agosto de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los lunes y sábados se registraron las mayores concentraciones de  $PM_{2.5}$ , según la validación de los datos se comprueba que los días lunes 21 y sábado 12 de agosto se registraron picos de concentración. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de  $PM_{2.5}$  tienen valores elevados alrededor de las 5:00 horas, 8:00 horas y de las 22:00 horas.



**Figura 3.9.2.** Concentraciones promedio horarias de  $PM_{2.5}$  en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de agosto de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-03, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los lunes se registraron las mayores concentraciones de  $PM_{2.5}$ , según la validación de los datos se comprueba que los días lunes 21 y 28 de agosto se registraron picos de concentración importantes. En el caso de las medias horarias (b) se aprecia que las concentraciones de  $PM_{2.5}$  tiene valores elevados entre las 7:00 horas y 9:00 horas y a las 19:00 horas.

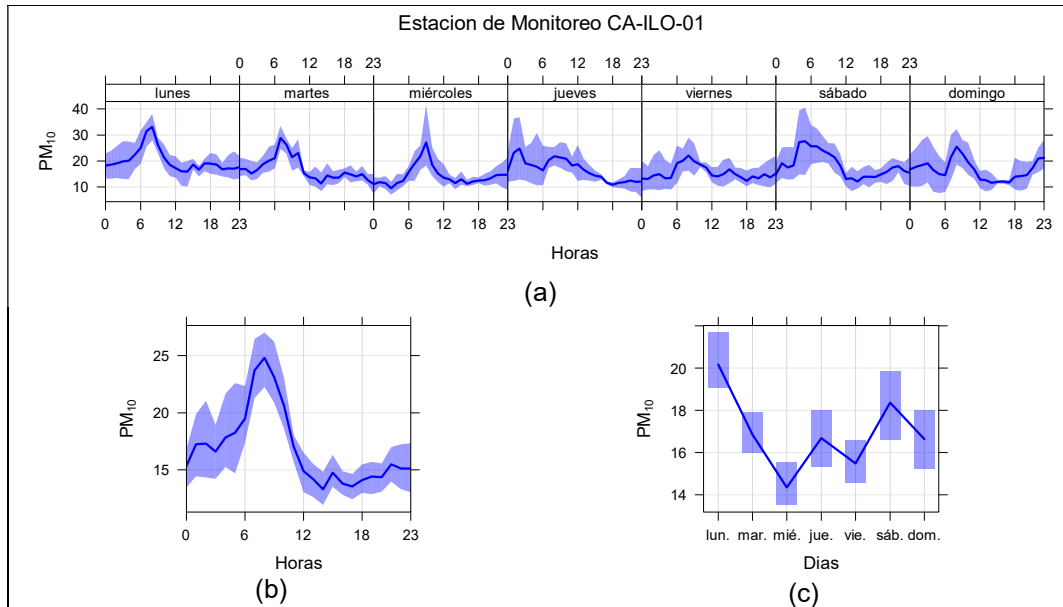


**Figura 3.9.3.** Concentraciones promedio horarias de  $PM_{2.5}$  en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de agosto de 2023

### 3.9.2 Material particulado con diámetro menor a 10 micras ( $PM_{10}$ )

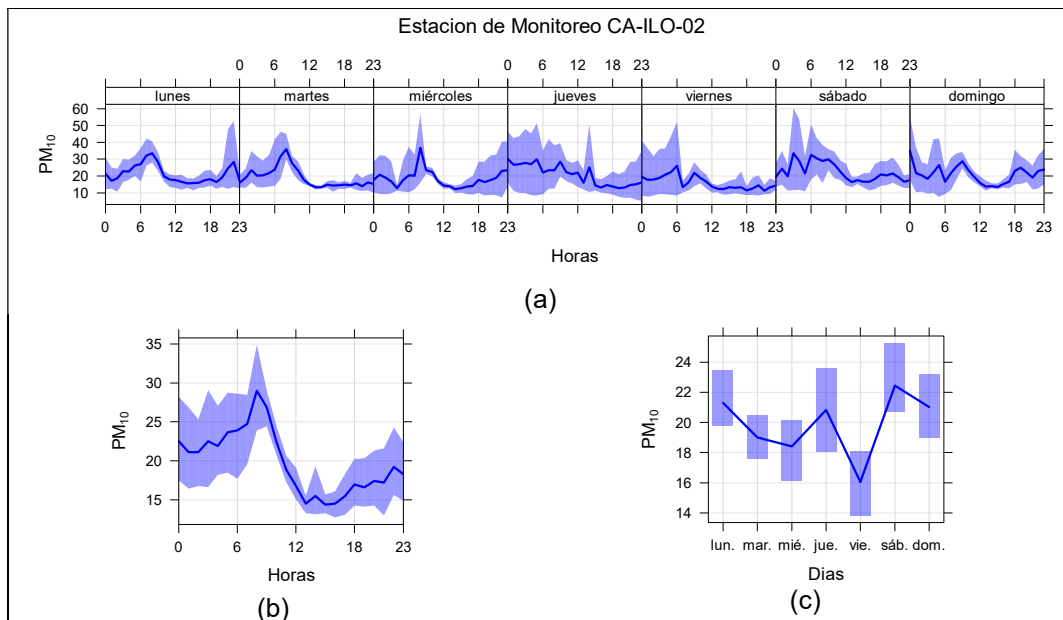
En la Figura 3.9.4, 3.9.5 y 3.9.6 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día en relación con las concentraciones de  $PM_{10}$ , para las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de agosto.

En la estación CA-ILO-01, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los lunes se registraron las mayores concentraciones de  $PM_{10}$ . Según la validación de los datos se comprueba que los lunes 7, 21 y 28 de agosto se registraron picos de concentración importantes. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de  $PM_{10}$  tienen valores elevados en horas cercanas a las 8:00 horas.



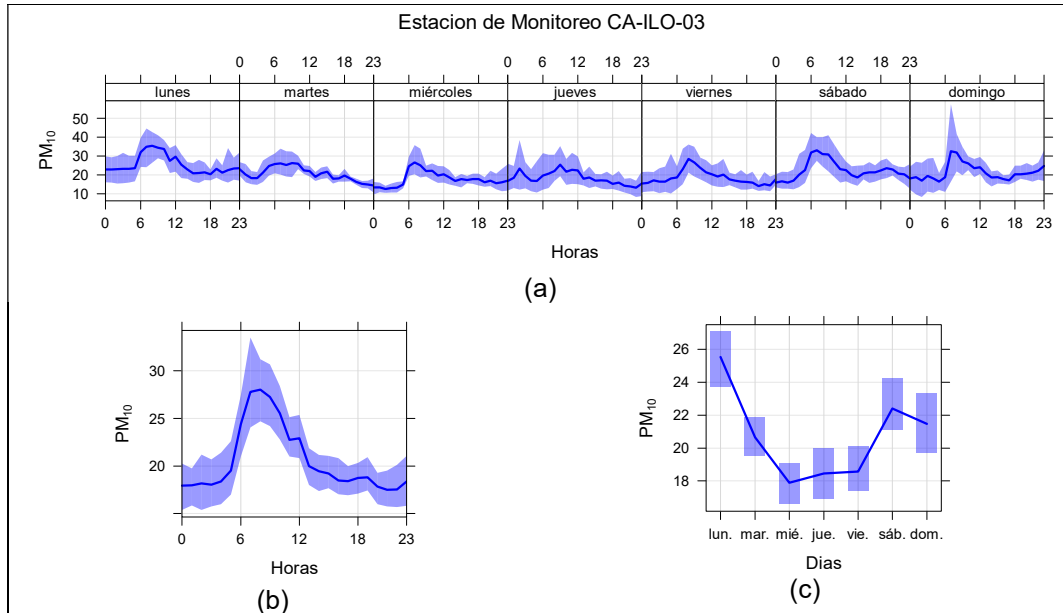
**Figura 3.9.4.** Concentraciones promedio horarios de  $PM_{10}$  en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de agosto de 2023

En la estación CA-ILO-02, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los sábados se registraron las mayores concentraciones de  $PM_{10}$ , según la validación de los datos se comprueba que el sábado 12 de agosto se registraron picos importantes de concentración durante el día. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de  $PM_{10}$  tienen valores elevados en horas cercanas a las 8:00 horas.



**Figura 3.9.5.** Concentraciones promedio horarios de  $PM_{10}$  en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de agosto de 2023

En la estación CA-ILO-03, la representación por días de monitoreo (c) muestra que en los lunes se registraron las mayores concentraciones de  $PM_{10}$ , según la validación de los datos se comprueba que los sábados 7, 14, 21 y 28 de agosto el parámetro mostró picos de concentración. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de  $PM_{10}$  tienen valores elevados en el intervalo de las 7:00 y 9:00 horas.

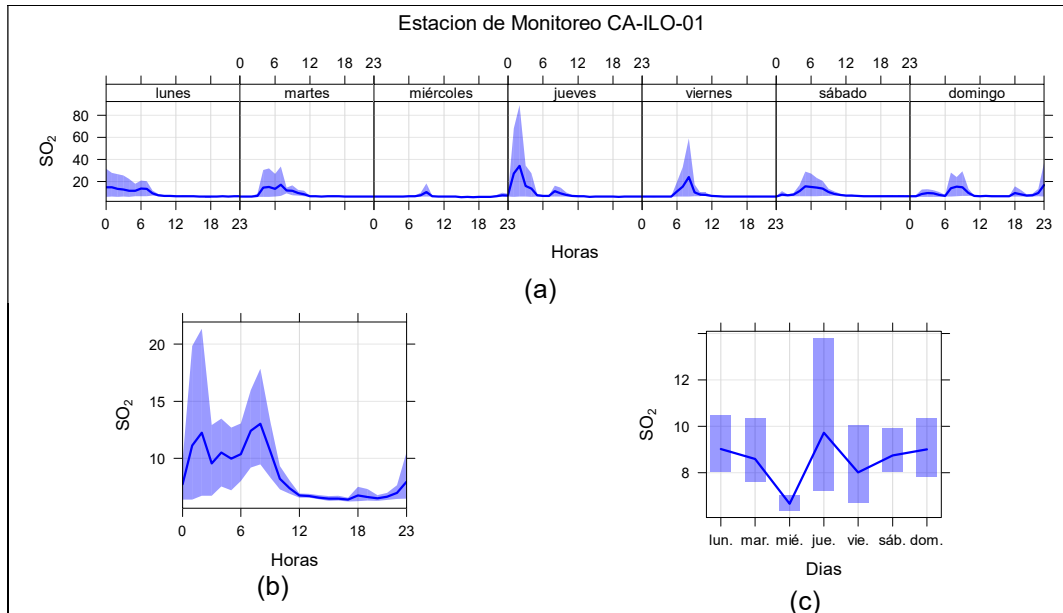


**Figura 3.9.6.** Concentraciones promedio horarias de  $PM_{10}$  en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de agosto de 2023

### 3.9.3 Dióxido de azufre ( $SO_2$ )

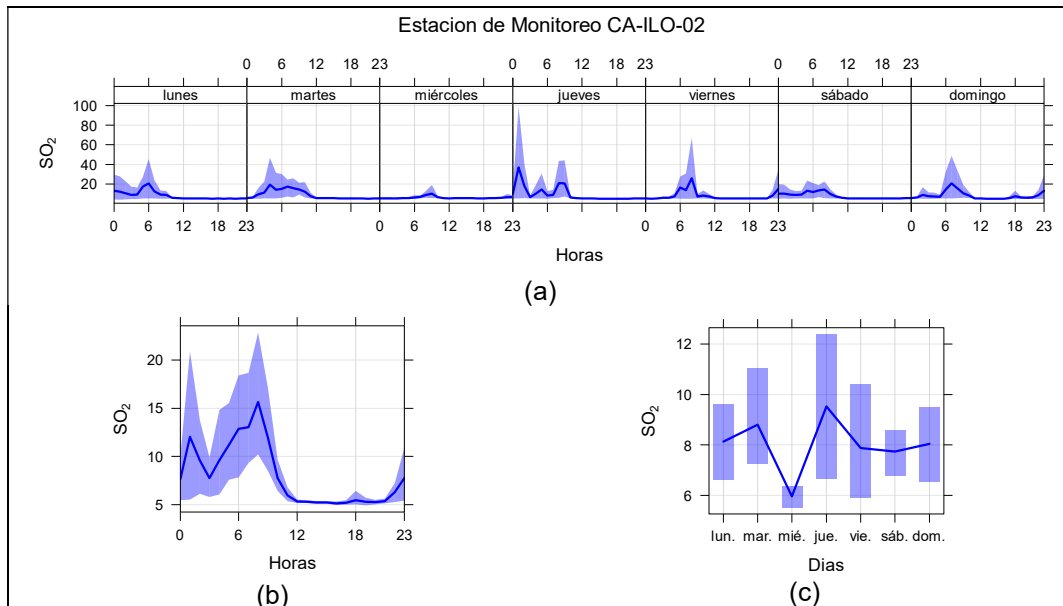
En la Figura 3.9.7, 3.9.8 y 3.9.9 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día en relación con las concentraciones de  $SO_2$  para las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de agosto.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los jueves se registraron las mayores concentraciones de  $SO_2$ , según la validación de los datos se comprueba que el jueves 10 de agosto se registró un pico de concentración alrededor de las 8:00 horas. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones tienen valores elevados alrededor de las 2:00 y de las 8:00 horas aproximadamente.



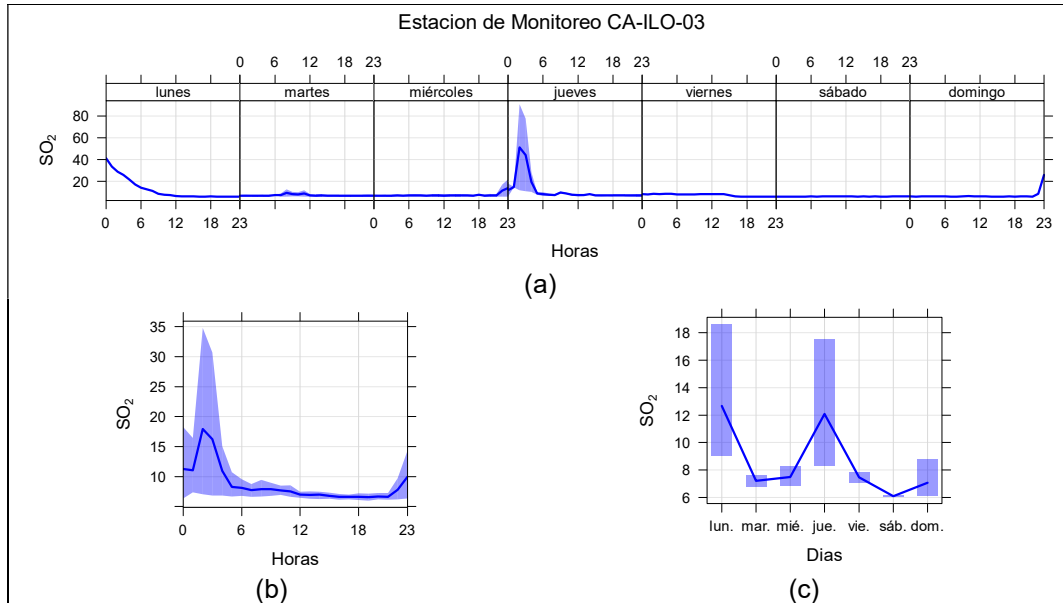
**Figura 3.9.7.** Concentraciones promedio horarios de  $\text{SO}_2$  en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de agosto de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los jueves se registraron las mayores concentraciones de  $\text{SO}_2$ , según la validación de los datos se comprueba que el día jueves 10 de agosto se registraron picos de concentraciones. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de  $\text{SO}_2$  tienen valores elevados a la 1:00 y a las 8:00 horas.



**Figura 3.9.8.** Concentraciones promedio horarios de  $\text{SO}_2$  en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de agosto de 2023

En la estación CA-ILO-03, la representación gráfica por días de monitoreo muestra que en los lunes y jueves se registraron las mayores concentraciones de SO<sub>2</sub>, según la validación de los datos se comprueba que el lunes 28 y jueves 31 de agosto se registraron picos de valores. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de SO<sub>2</sub> tienen valores elevados a las 2:00 horas.

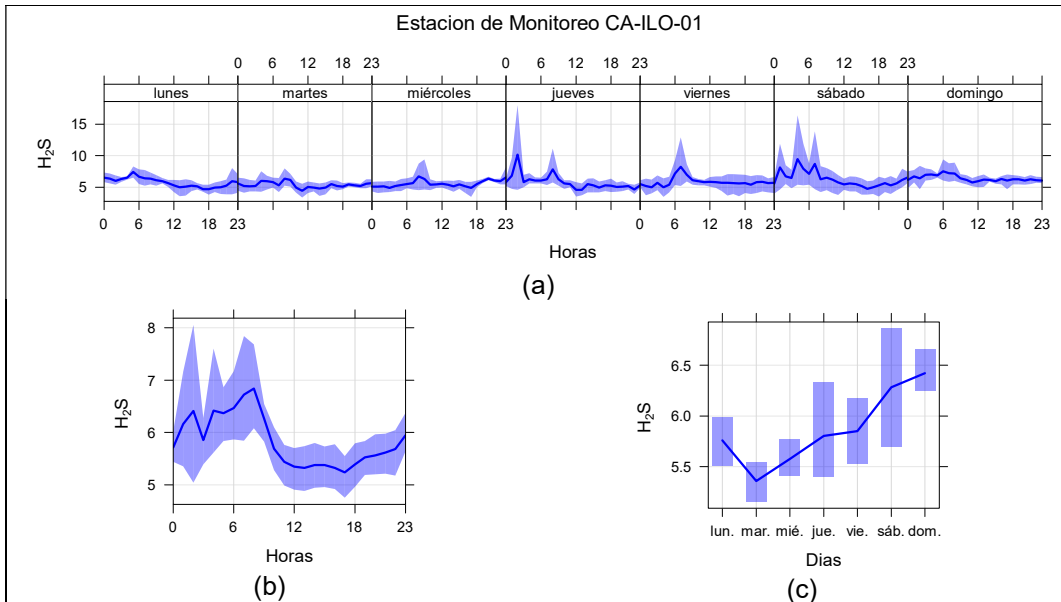


**Figura 3.9.9.** Concentraciones promedio horarios de SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de agosto de 2023

### 3.9.4 Sulfuro de hidrogeno (H<sub>2</sub>S)

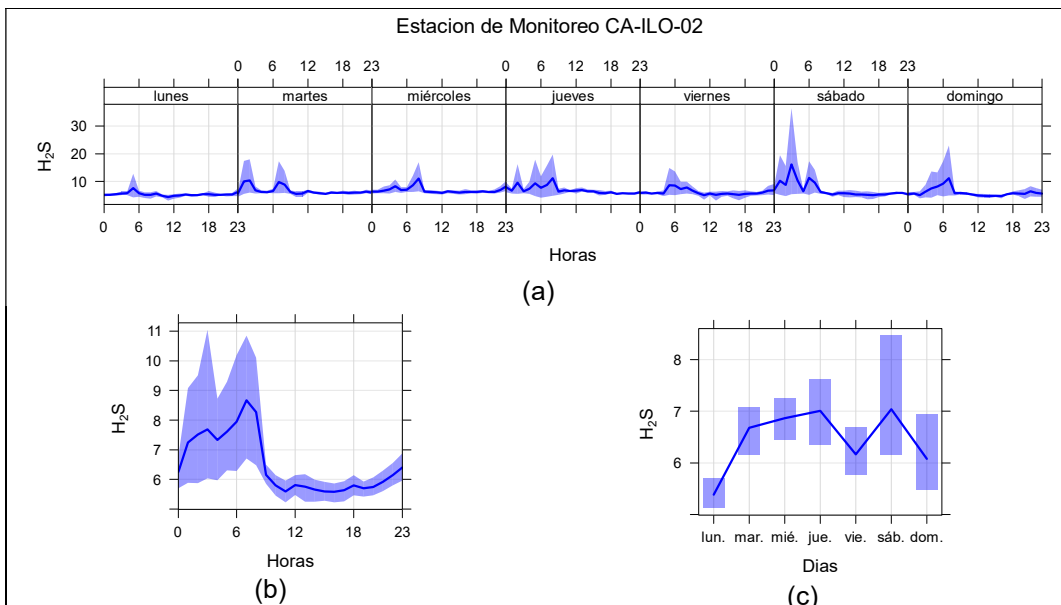
En la Figura 3.9.10, 3.9.11 y 3.9.12 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día en relación con las concentraciones de H<sub>2</sub>S, para las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de agosto.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los sábados y domingos se registraron las mayores concentraciones de H<sub>2</sub>S, según la validación de los datos se comprueba que los días sábado 12 y domingo 27 de agosto se registraron picos de valores. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de H<sub>2</sub>S tienen valores elevados en el intervalo de las 4:00 y las 8:00 horas aproximadamente.



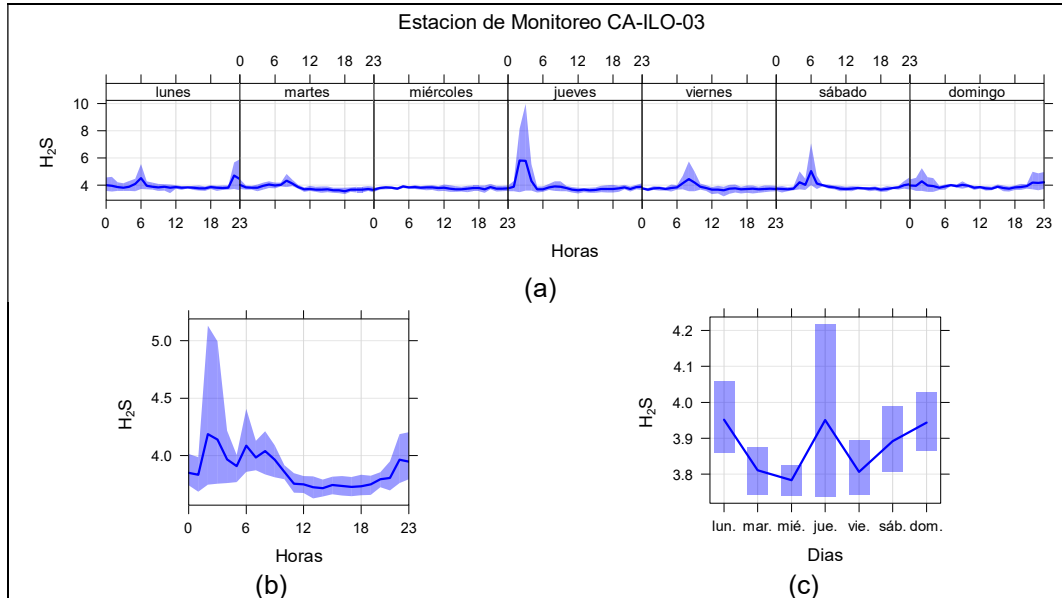
**Figura 3.9.10.** Concentraciones promedio horarios de H<sub>2</sub>S en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de agosto de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los jueves y sábado, se registraron las mayores concentraciones de H<sub>2</sub>S, según la validación de los datos se comprueba que los días sábado 12 y jueves 31 de agosto se registraron picos importantes de concentraciones. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de H<sub>2</sub>S tienen valores elevados alrededor de las 7:00 y 8:00 horas.



**Figura 3.9.11.** Concentraciones promedio horarios de H<sub>2</sub>S en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de agosto de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-03, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los lunes, jueves y domingos se registraron concentraciones relativamente altas de  $H_2S$ , según la validación de los datos se comprueba que los días lunes 14, 21, domingo 20 y jueves 31 de agosto se registraron picos importantes de concentraciones. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de  $H_2S$  tienen valores elevados alrededor de las 02:00, 3:00 y 6:00 horas.

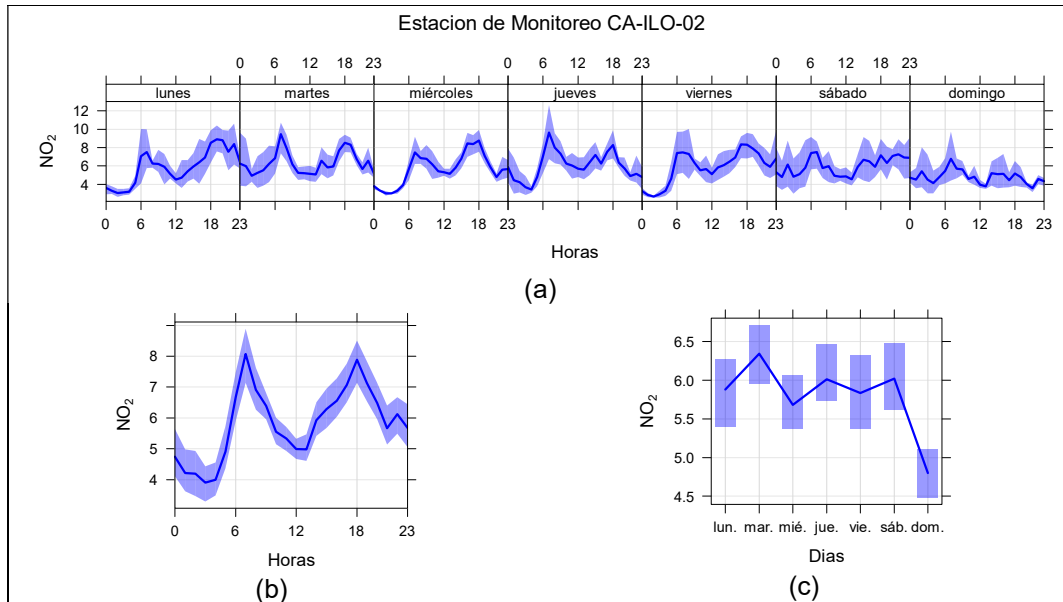


**Figura 3.9.12.** Concentraciones promedio horarias de  $H_2S$  en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de agosto de 2023

### 3.9.5 Dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ )

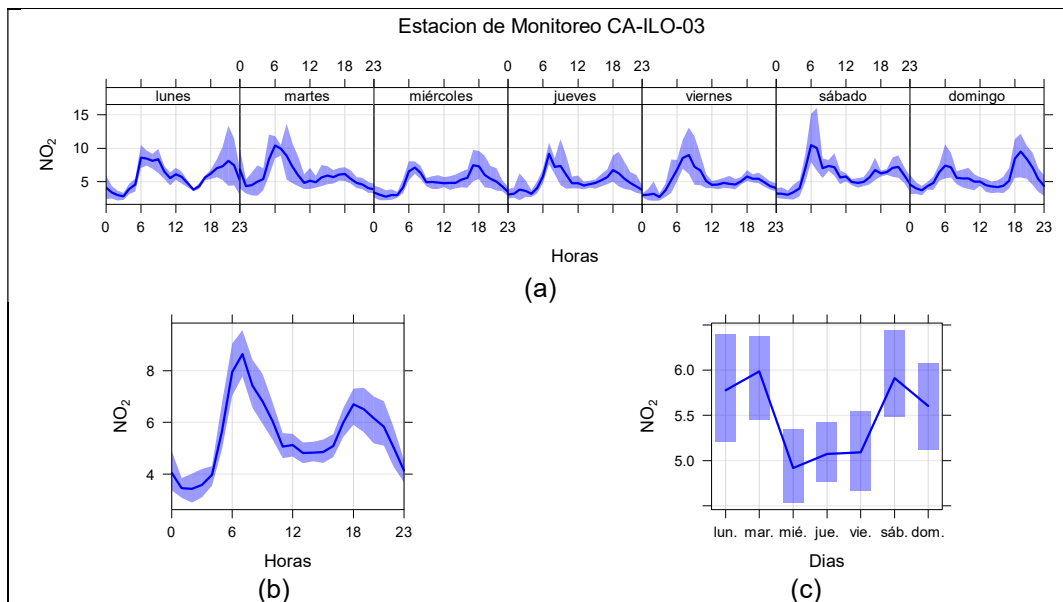
En la Figura 3.9.13 y 3.9.14 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día en relación con las concentraciones de  $NO_2$ , para las estaciones de monitoreo CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de agosto.

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los martes se registraron concentraciones altas de  $NO_2$ , según la validación de los datos se comprueba que el día martes 01 de agosto se registraron picos de concentraciones. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de  $NO_2$  tienen valores elevados alrededor de las 7:00 horas y a las 18:00 horas. Y observando la gráfica de medias horarias por días de la semana (a) hay un pico mostrado normalmente alrededor de las 6:00 y a las 18:00 horas de lunes a sábado, donde es más pronunciado, debido entre otros, al tráfico vehicular.



**Figura 3.9.13.** Concentraciones promedio horarias de  $\text{NO}_2$  en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de agosto de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-03, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los martes y sábado se registraron concentraciones altas de  $\text{NO}_2$ , según la validación de los datos se comprueba que los días martes 1, 8 y sábado 12 de agosto se registraron picos de concentraciones. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de  $\text{NO}_2$  tienen valores elevados en horas cercanas a las 7:00 horas y a las 18:00 horas. Y observando la gráfica de medias horarias por días de la semana (a) hay un pico mostrado normalmente alrededor de las 7:00 y luego a las 18:00 horas de lunes a domingo, debido, entre otros, al tráfico vehicular.

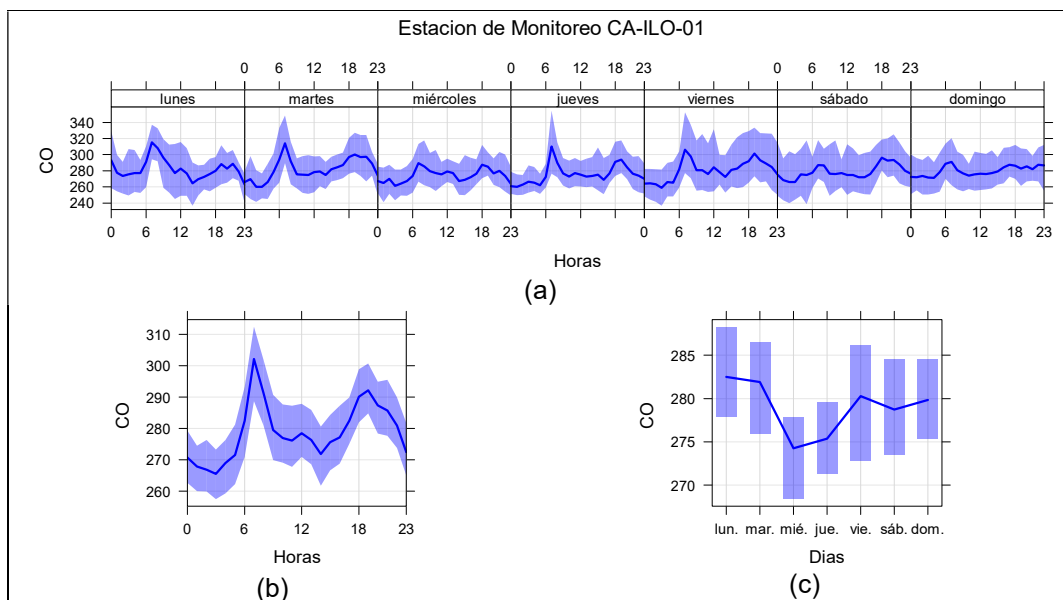


**Figura 3.9.14.** Concentraciones promedio horarias de  $\text{NO}_2$  en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de agosto de 2023

### 3.9.6 Monóxido de carbono (CO)

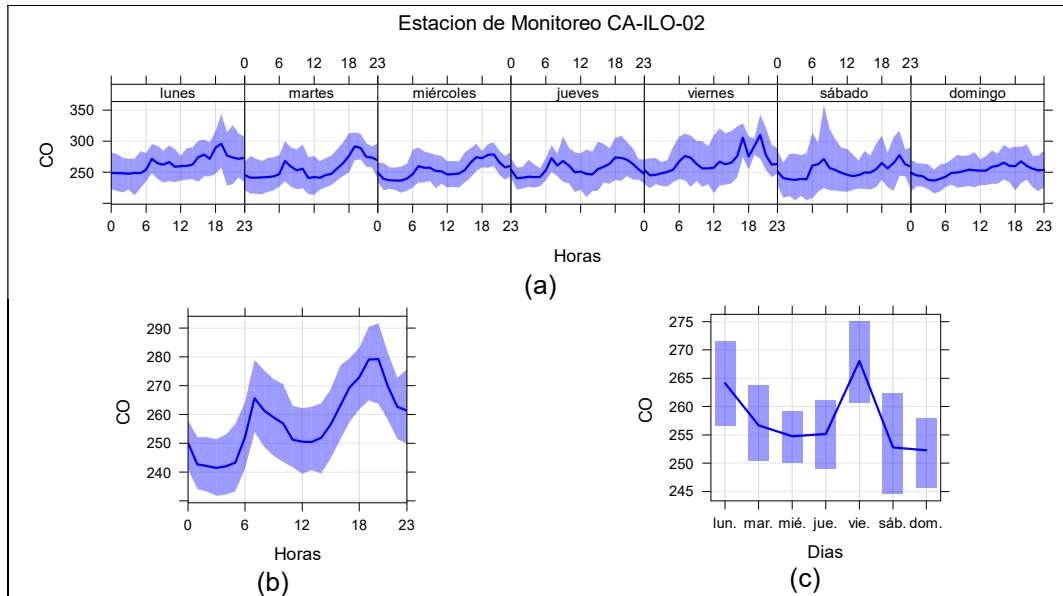
En la Figura 3.9.15, 3.9.16 y 3.9.17 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día en relación con las concentraciones de CO, para las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de agosto.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los lunes y martes se registraron las mayores concentraciones de CO, según la validación de los datos se comprueba que los martes 01 y lunes 21 de agosto se registraron picos de concentraciones. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de CO tienen valores elevados alrededor de las 7:00 horas y de las 18:00 horas. También se confirma en la gráfica de medias horarias por día de la semana (a) los picos mencionados de las 7:00 horas de lunes a sábado, debido, entre otros, al tráfico vehicular.



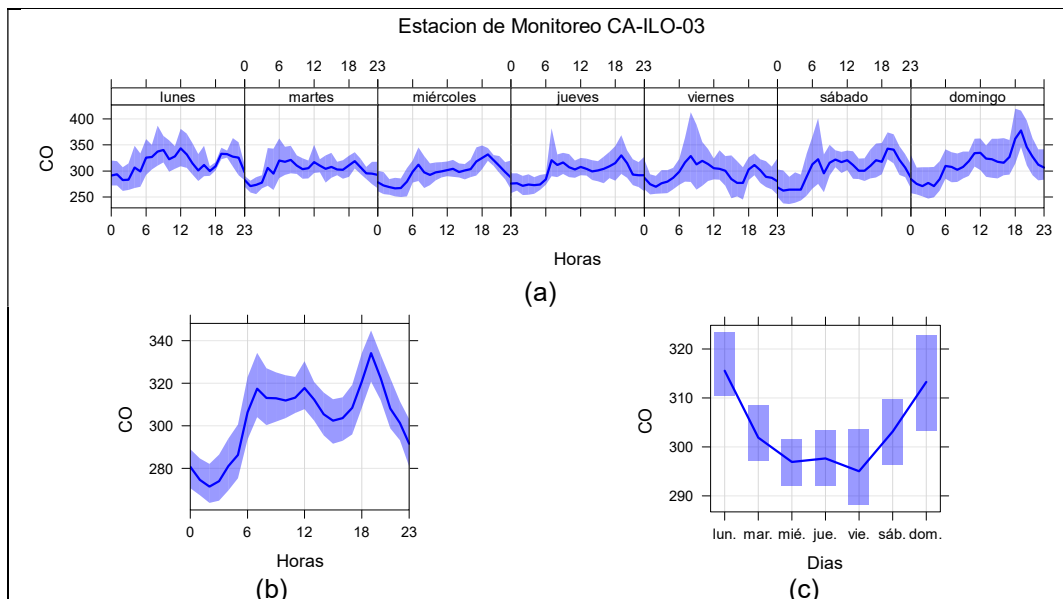
**Figura 3.9.15.** Concentraciones promedio horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de agosto de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los viernes se registraron las mayores concentraciones de CO, según la validación de los datos se comprueba que el día viernes 04 de agosto se registraron picos de concentraciones. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de CO tienen valores elevados en horas cercanas a las 7:00 horas y luego a las 19:00 horas. También se confirma en la gráfica de medias horarias por día de la semana (a) los picos mencionados de las 7:00 horas y 19:00 horas de lunes a sábado, debido, entre otros, al tráfico vehicular.



**Figura 3.9.16.** Concentraciones promedio horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de agosto de 2023

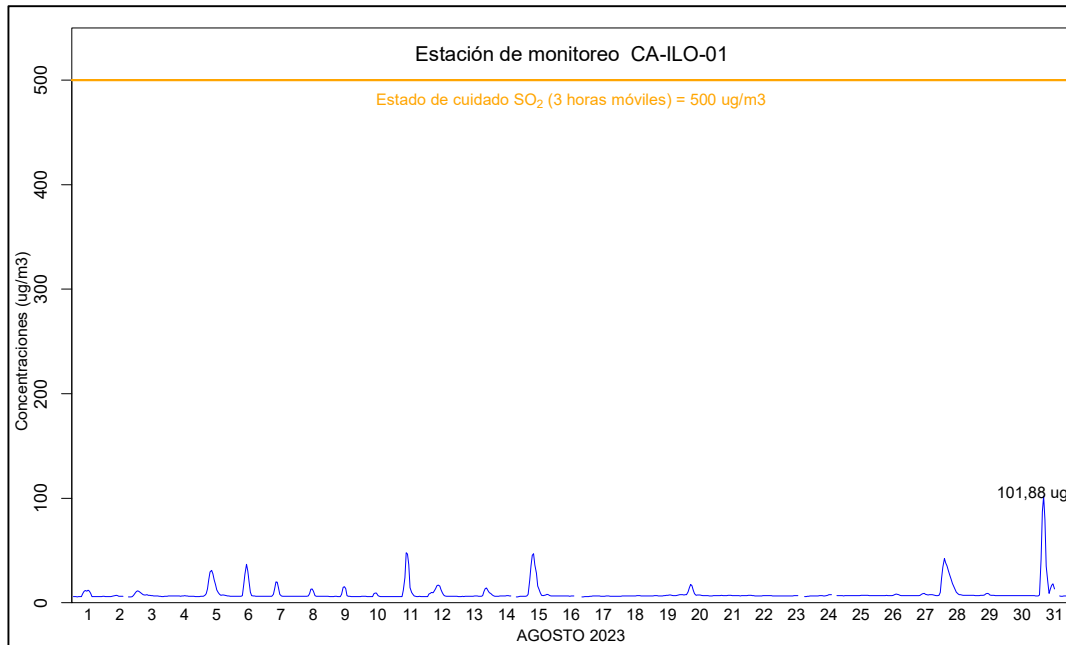
En la estación de monitoreo CA-ILO-03, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los lunes y domingos se registraron las mayores concentraciones de CO, según la validación de los datos se comprueba que los días lunes 21 y domingos 20 y 27 de agosto se registraron picos de concentraciones. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de CO tienen valores elevados alrededor de las 7:00 horas, después hay un pico a las 12:00 y luego a las 19:00 horas. También se confirma en la gráfica de medias horarias por día de la semana (a) los picos mencionados de las 7:00 horas y 19:00 horas los miércoles, jueves y viernes, debido, entre otros, al tráfico vehicular.



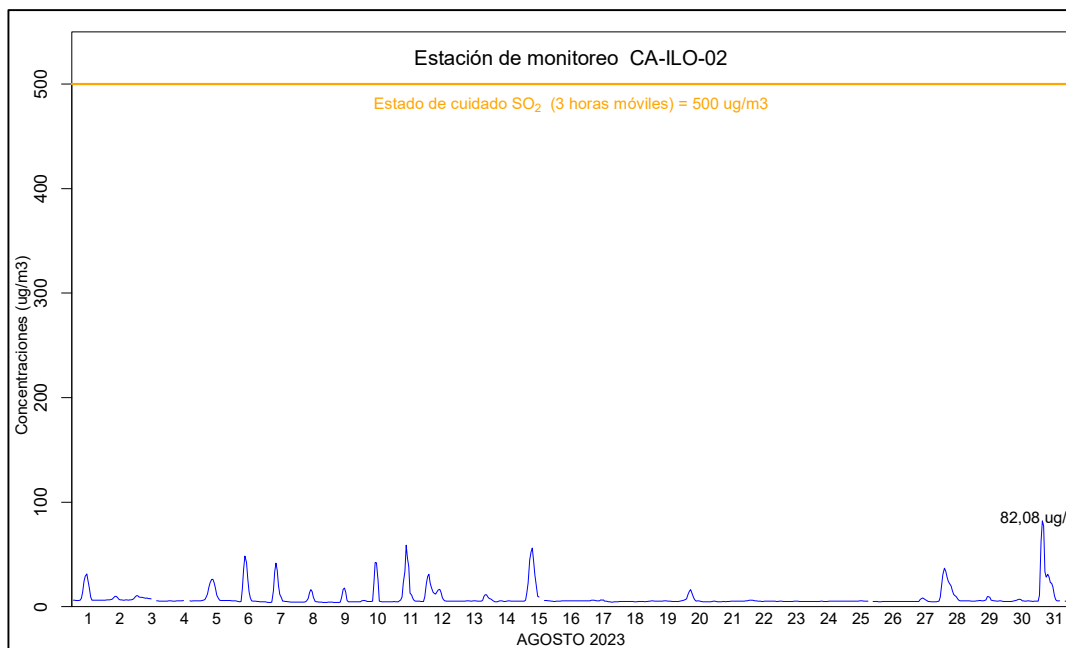
**Figura 3.9.17.** Concentraciones promedio horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de agosto de 2023

### 3.10 Estados de alerta

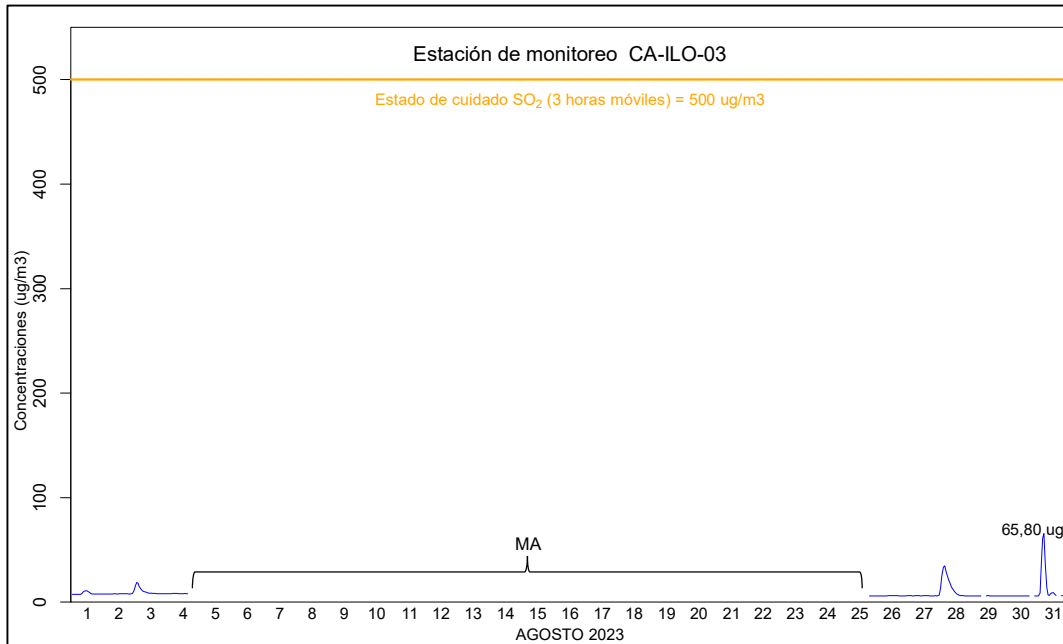
En las Figuras 3.11.1, 3.11.2 y 3.11.3 se presentan las concentraciones móviles de 3 horas de SO<sub>2</sub>, correspondiente a las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de agosto de 2023. Además, se observa que todas las concentraciones de promedio móvil de 3 horas no excedieron el estado de cuidado para SO<sub>2</sub> (500 µg/m<sup>3</sup>) según el Decreto Supremo N.°009-2003-SA.



**Figura 3.11.1.** Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en agosto de 2023



**Figura 3.11.2.** Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en agosto de 2023



**Figura 3.11.3.** Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en agosto de 2023

MA: Mantenimiento de equipo

#### 4 CONCLUSIONES

- En la estación de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, ubicada en la provincia de Ilo, las concentraciones de 24 horas de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM<sub>10</sub>) no excedieron su respectivo ECA, durante el mes de agosto de 2023.
- En la estación de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, ubicada en la provincia de Ilo, las concentraciones de 24 horas de material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM<sub>2,5</sub>) no excedieron su respectivo ECA, durante el mes de agosto de 2023.
- En las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, las concentraciones de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) no excedieron su respectivo ECA, durante el mes de agosto de 2023.
- En las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, las concentraciones de sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) no excedieron su respectivo ECA, durante el mes de agosto de 2023.
- En las tres estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, las concentraciones horarias de monóxido de carbono (CO) no excedieron su respectivo ECA, así como lo promedios móviles de 8 horas de CO, durante el periodo evaluado de agosto de 2023.
- En las estaciones de monitoreo CA-ILO-02 y CA-ILO-03, las concentraciones horarias de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) no excedieron su respectivo ECA, durante el periodo evaluado de agosto de 2023.

- No se presentaron estados de alerta sobre los niveles de cuidado de SO<sub>2</sub> (500 µg/m<sup>3</sup>, 3 horas promedio móvil), durante la evaluación ambiental de seguimiento de la calidad del aire en las tres estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, ubicadas en la provincia de Ilo (agosto de 2023).

## **5 ANEXOS**

Anexo 1: Mapa de ubicación.

Anexo 2: Datos crudos.

Anexo 3: Sistematización de datos válidos.

Anexo 4: Certificados de Calibración y fichas de verificación.

Atentamente