

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

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

Expediente : 2020-02-0015 Código de acción : 0010-7-2023-417

Tipo de evaluación : Programada

Fecha de aprobación : 31 de agosto de 2023 Reporte N° : REAS-156-2023-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 refinación 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 julio 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
Estación de monitoreo CA-ILO-01					
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	Monitor automático de partículas	GRIMM	EDM 180	18A22047	Certificado de Fabrica S/N
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5})					
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	Equipo Manual Activo HiVol	TISCH	TE-6070VFC+BLX	Venturi: P10791BLX	LF-1662022
Dióxido de azufre	Monitor automático de SO ₂	Thermo Scientific	43i	1200416204	LG-130-2022 LF-1542022
Sulfuro de hidrógeno	Monitor automático de H ₂ 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
Estación de monitoreo CA-ILO-02					
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	Monitor automático de partículas	GRIMM	EDM 180	18A19091	LF-2932022
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5})					
Dióxido de azufre	Monitor automático de SO ₂	Thermo Scientific	43i	1192914947	LG-138-2022 LF-1622022
Dióxido de Nitrógeno	Monitor automático de NO ₂	Thermo Scientific	42i	1192914960	LG-048-2021 LG-0172021
Sulfuro de hidrógeno	Monitor automático de H ₂ 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
Estación de monitoreo CA-ILO-03					
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	Monitor automático de partículas	GRIMM	EDM 180	18A19093	LF-1692022
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5})					
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	Equipo Manual Activo HiVol	TISCH	TE-6070VFC+BLX	Venturi: P10790BLX	LF-1672022
Dióxido de azufre	Monitor automático de SO ₂	Thermo Scientific	43i	1192914948	LG-134-2022 LF-1582022
Dióxido de nitrógeno	Monitor automático de NO ₂	Thermo Scientific	42i	1192914961	LG-133-2022 LF-1572022
Sulfuro de hidrógeno	Monitor automático de H ₂ 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 _{2,5})	Método automático	Dispersión de luz
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)		
Dióxido de azufre (SO ₂)		Fluorescencia ultravioleta
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)		Quimioluminiscencia
Sulfuro de hidrógeno (H ₂ S)		Fluorescencia ultravioleta
Monóxido de carbono (CO)		Infrarrojo no dispersivo
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	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.° 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 (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 (H_2S)	24 horas	150	Media aritmética	
Dióxido de azufre (SO_2)	24 horas	250	No exceder más de 7 veces al año	
Dióxido de nitrógeno (NO_2)	1 hora	200	No exceder más de 24 veces al año	
Monóxido de carbono (CO)	1 hora	30000	No exceder más de 1 vez al año	
	8 horas	10000	Media aritmética móvil	

Los ECA para aire no consideran concentraciones de metales en PM_{10} , para un período de 24 horas; por lo que, se tomó la guía de calidad del aire de Canadá (Ontario's Ambient Air Quality Criteria - 2012) como estándares de referencia para los parámetros de metales evaluados como se detalla en la tabla 2.6. Las notas de esta norma indican que las concentraciones expresadas en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ se encuentran a condiciones de 10°C y 760 mmHg .

Tabla 2.6. Estándares de calidad de aire de Canadá

CASRN	Contaminante	AAQC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tiempo promedio (h)
7440-36-0	Antimonio y compuestos de antimonio	25	24
7784-42-1	Arsénico y compuestos de arsénico	0,3	24
7440-41-7	Berilio y compuestos de berilio	0,01	24
7440-42-8	Boro	120	24
7440-43-9	Cadmio y compuestos de cadmio	0,025	24
7440-48-4	Cobalto	0,1	24
7440-50-8	Cobre	50	24
7440-47-3	Cromo y compuestos	0,5	24
15438-31-0	Hierro (metálico)	4	24
7439-92-1	Plomo y compuestos de plomo	0,5	24
7439-96-5	Manganeso y compuestos de manganeso	0,2	24
7439-97-6	Mercurio (Hg)	2	24
7439-98-7	Molibdeno	120	24
7440-02-0	Níquel y compuestos de níquel	0,1	24
7782-49-2	Selenio	10	24
7440-22-4	Plata	1	24
7440-24-6	Estroncio	120	24
7440-31-5	Estaño	10	24
7440-32-6	Titanio	120	24
7440-61-1	Uranio y compuestos de uranio	0,15	24
7440-62-2	Vanadio	2	24
7440-66-6	Zinc	120	24

CASRN: Chemical Abstracts Services Registry Number o Número de Registro CAS.
Fuente: Ontario's Ambient Air Quality Criteria Standards (AAQC) – noviembre 2020
<https://files.ontario.ca/mecp-ambient-air-quality-criteria-list-en-2020-05-01.pdf>

Tabla 2.7. Niveles de estado de alerta nacionales para contaminantes de aire

Tipos de Alerta	Dióxido de Azufre (SO ₂)	Norma
Cuidado	>500 ug/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 ug/m ³ promedio móvil 3 horas	
Emergencia	>2500 ug/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 julio 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 julio de 2023. Se observa que la presión atmosférica varió entre una mínima de 1002,3 hPa y una máxima de 1010,9 hPa, se registraron precipitaciones máximas de 0,3 mm. La temperatura promedio fue 18,8 °C, alcanzando una mínima de 15,5 °C y una máxima de 22,7 °C, la humedad relativa varió entre 60,2 y 96,5 % y la velocidad del viento osciló entre 0,0 y 6,3 m/s. El parámetro de radiación solar reporta una irradiancia máxima de 803,0 W/m² durante el mes de julio. 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, julio de 2023.

Valores	Presión atmosférica (hPa)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación solar (W/m ²)
Mínimo	1002,3	0,0	15,5	60,2	0,0	0,0
Máximo	1010,9	0,3	22,7	96,5	6,3	803,0
Promedio	1007,3	0,0	18,8	77,5	1,9	---

En la Figura 3.1.1 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-01, correspondiente al mes julio de 2023. Se observa que la rosa de viento tuvo una predominancia sur (S). Observándose además, que el 0,8% de los vientos provienen del sur y coinciden con el rango de 5,5 a 8 m/s, así mismo el 7,7% de los vientos provienen del sur y caen en el rango de 3,4 a 5,5 m/s y el 14,1% de los vientos provenientes del sur caen en el rango de 1,6 a 3,4 m/s. Es preciso mencionar que, en la referida dirección (sur) se encuentran los almacenes de Céticos Ilo (tomándose como referencia la ubicación de la estación de monitoreo CA-ILO-01).

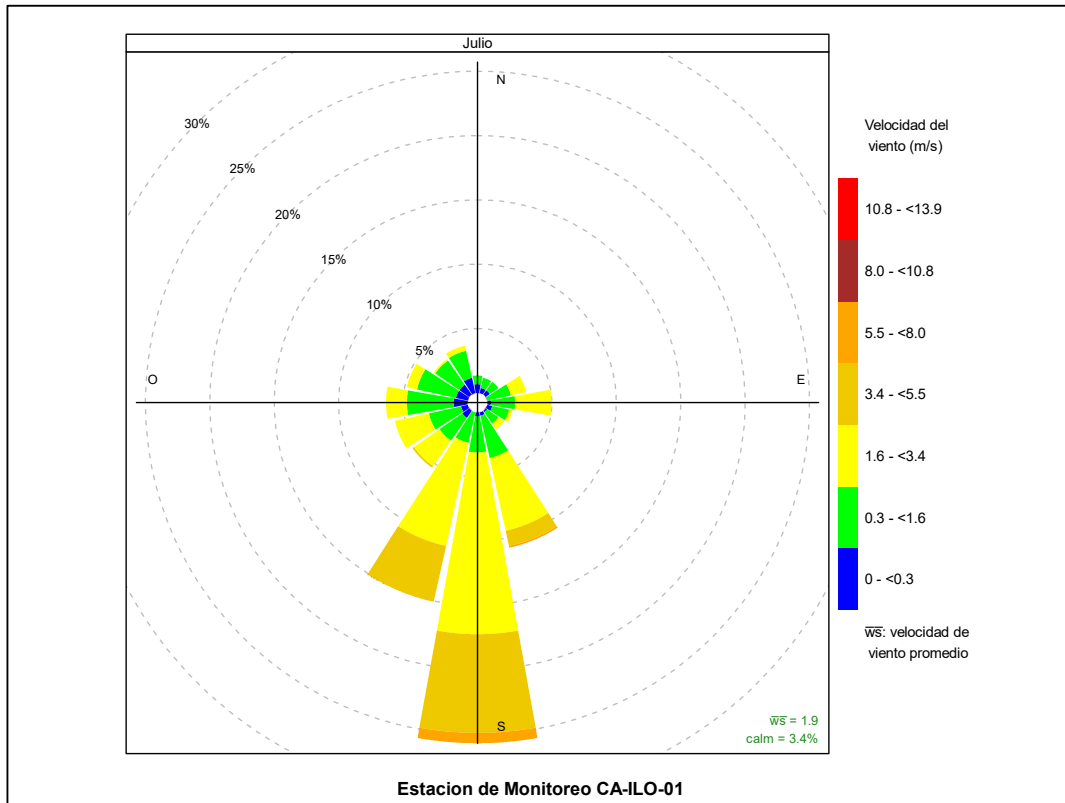


Figura 3.1.1. Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-01, julio de 2023

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 julio de 2023. Se observa que la predominancia sur(S) se mantiene los días desde el lunes al domingo, a excepción del viernes cuya predominancia se manifiesta con vientos provenientes del sursuroeste (SSO).

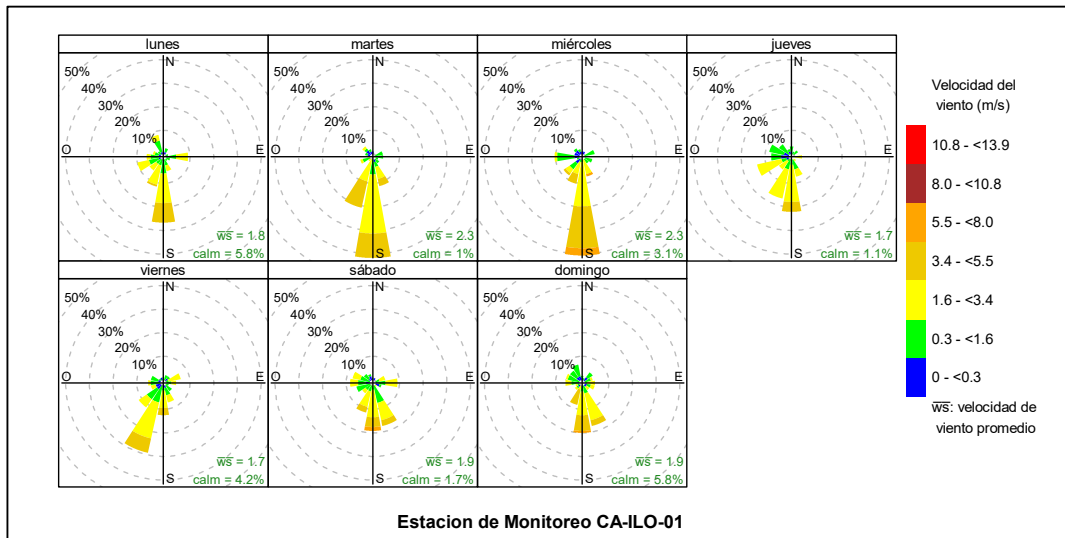


Figura 3.1.2. Rosa de viento por días de la semana de la estación de monitoreo CA-ILO-01, julio de 2023

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 julio de 2023. Donde se observa, un incremento en la

presencia de vientos durante el día, desde las 10:00 hasta las 19:00 horas aproximadamente, sobre todo de los vientos que vienen del sur (S) y sursuroeste (SSO).

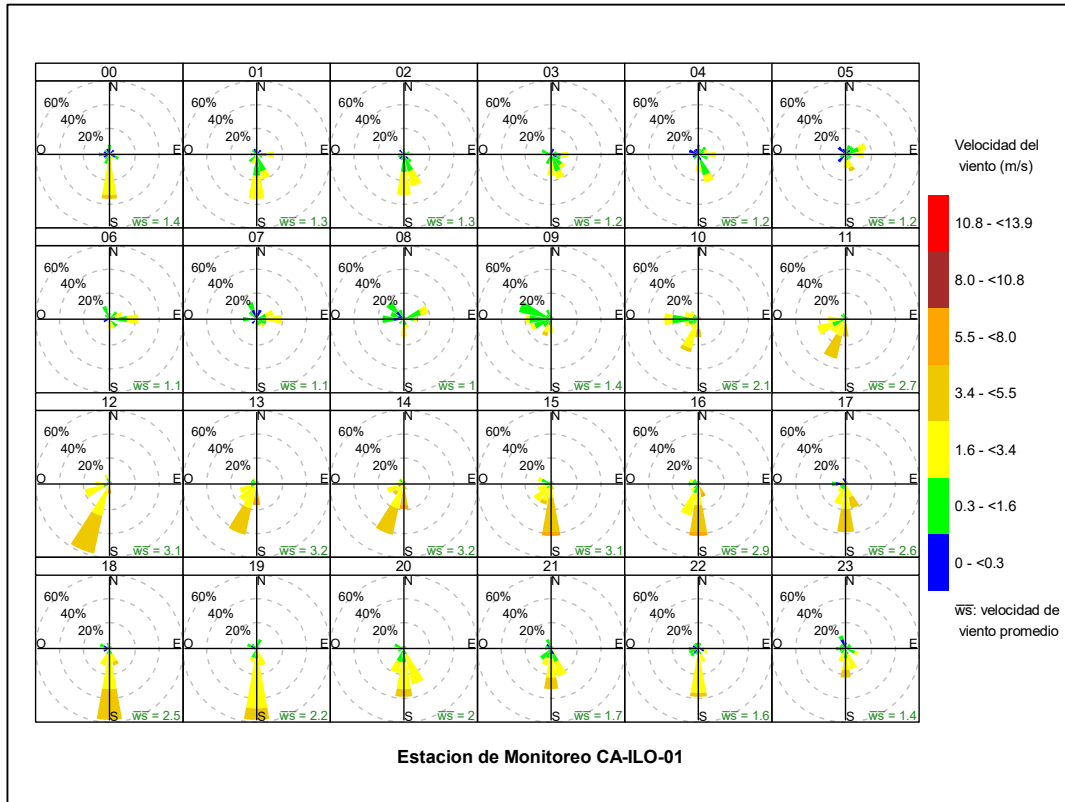


Figura 3.1.3. Rosa de viento horaria de la estación de monitoreo CA-ILO-01, julio de 2023

En la Tabla 3.2 se presentan los parámetros meteorológicos registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-02, durante el mes de julio de 2023. Se observa que la presión atmosférica varió entre una mínima de 1004,5 hPa y una máxima de 1013,0 hPa, se registraron precipitaciones máximas de 0,1 mm. La temperatura promedio fue de 18,5 °C, alcanzando una mínima de 15,2°C y una máxima de 22,1 °C, la humedad relativa varió entre 66,6 y 91,4% y la velocidad del viento osciló entre 0,1 y 6,2 m/s. El parámetro de radiación solar reporta una irradiancia máxima de 779,8 W/m² durante el mes de julio. 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, julio de 2023.

Valores	Presión atmosférica (hPa)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación solar (W/m ²)
Mínimo	1004,5	0,0	15,2	66,6	0,1	0,0
Máximo	1013,0	0,1	22,1	91,4	6,2	779,8
Promedio	1009,3	0,0	18,5	79,4	2,0	---

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

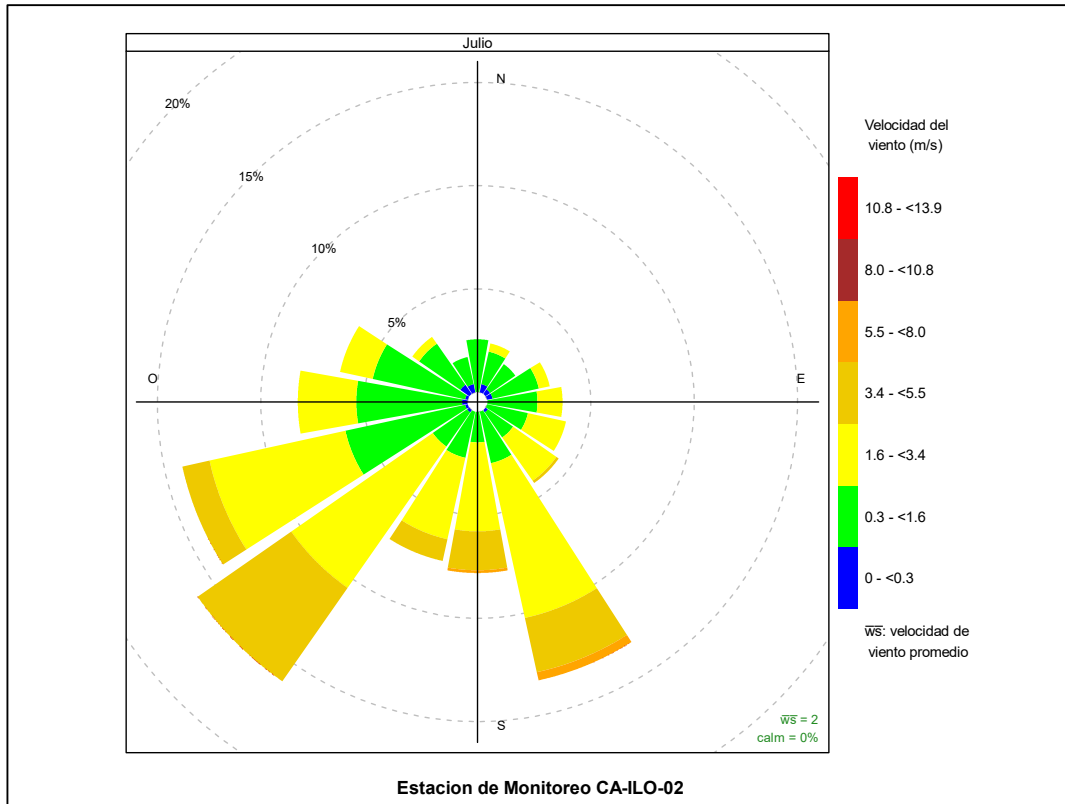


Figura 3.1.4. Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-02, julio de 2023

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 julio de 2023. Donde se observa una predominancia oestesuroeste (OSO) los lunes y sábado, una predominancia suroeste (SO) los jueves, viernes y domingo y una predominancia sursureste (SSE) los días martes y miércoles. Cabe mencionar que el mayor rango de velocidades de viento, 5,5 a 8 m/s, aparece en los vientos del sursureste los miércoles.

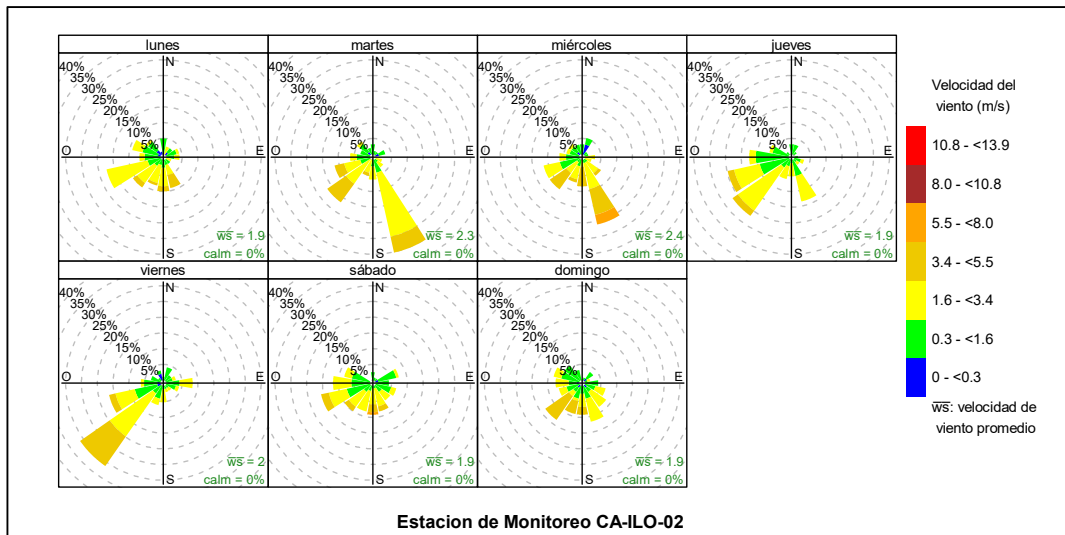


Figura 3.1.5. Rosa de viento por días de la semana de la estación de monitoreo CA-ILO-02, julio de 2023

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 julio 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 oestesuroeste (OSO), suroeste (SO), sur (S) y sursureste (SSE). Durante la noche se aprecia una especie de calma y ventolinás, relativos al comportamiento durante el día.

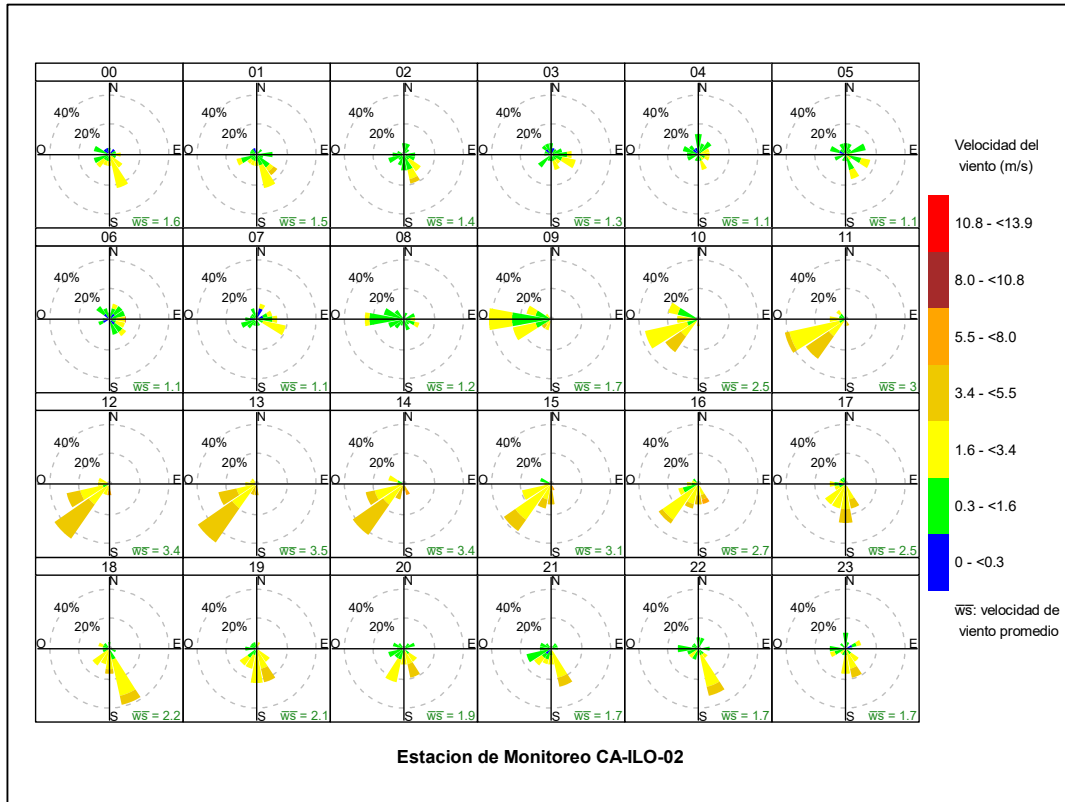


Figura 3.1.6. Rosa de viento horaria de la estación de monitoreo CA-ILO-02, julio de 2023

En la Tabla 3.3 se presentan los parámetros meteorológicos registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-03, durante el mes de julio de 2023. Se observa que la presión atmosférica varió entre una mínima de 984,7 hPa y una máxima de 993,6 hPa, se registraron precipitaciones máximas de 0,3 mm. La temperatura promedio fue 17,5°C, alcanzando una mínima de 13,9 °C y una máxima de 21,3 °C, la humedad relativa varió entre 63,4 y 98,2 % y la velocidad del viento osciló entre 0,1 y 6,7 m/s. El parámetro de radiación solar reporta un máximo de 814,4 W/m² durante el mes de julio. 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, julio de 2023

Valores	Presión atmosférica (hPa)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación solar (W/m ²)
Mínimo	984,7	0,0	13,9	63,4	0,1	0,0
Máximo	993,6	0,3	21,3	98,2	6,7	814,4
Promedio	989,7	0,0	17,5	80,5	2,3	---

En la Figura 3.1.7 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-03, correspondiente al mes de julio de 2023. Se observa que la rosa de viento tuvo una

predominancia sursureste (SSE). Observándose además, que el 1,2% de los vientos provienen del sursureste y coinciden con el rango de 5,5 a 8 m/s, así mismo el 10,0% de los vientos provienen del sursureste y caen en el rango de 3,4 a 5,5 m/s y el 18,4% de los vientos provienen del sursureste y caen en el rango de 1,6 a 3,4 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).

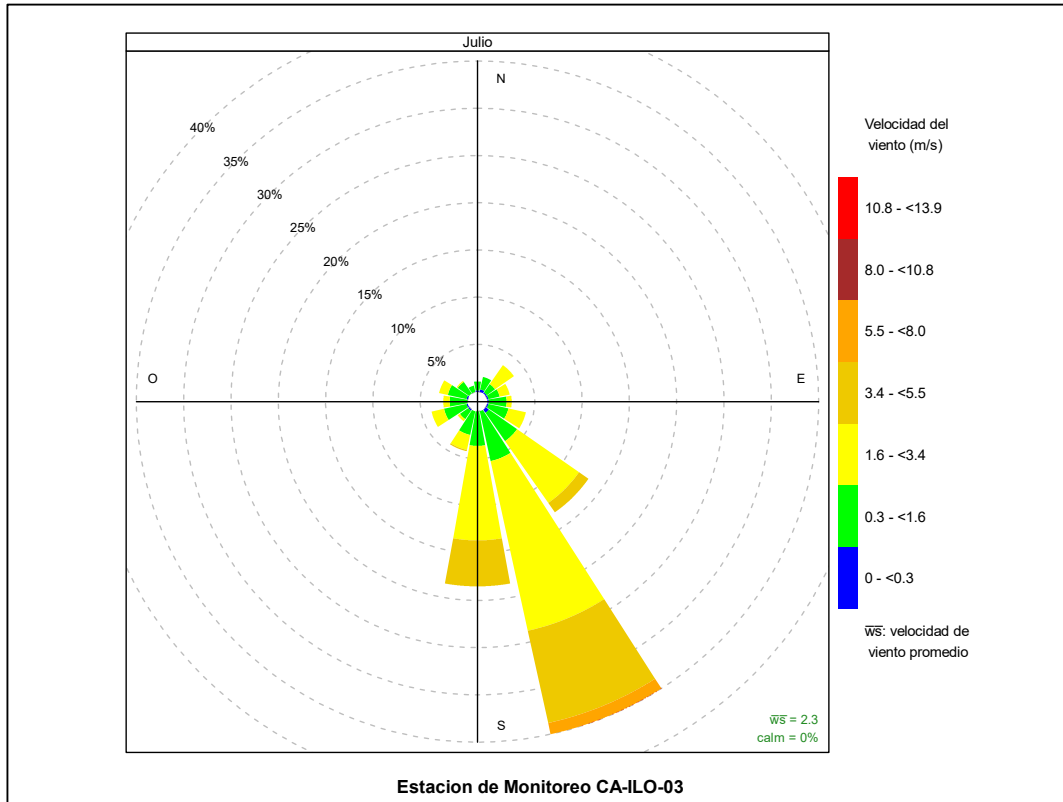


Figura 3.1.7. Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-03, julio de 2023

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 julio 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 miércoles y sábado.

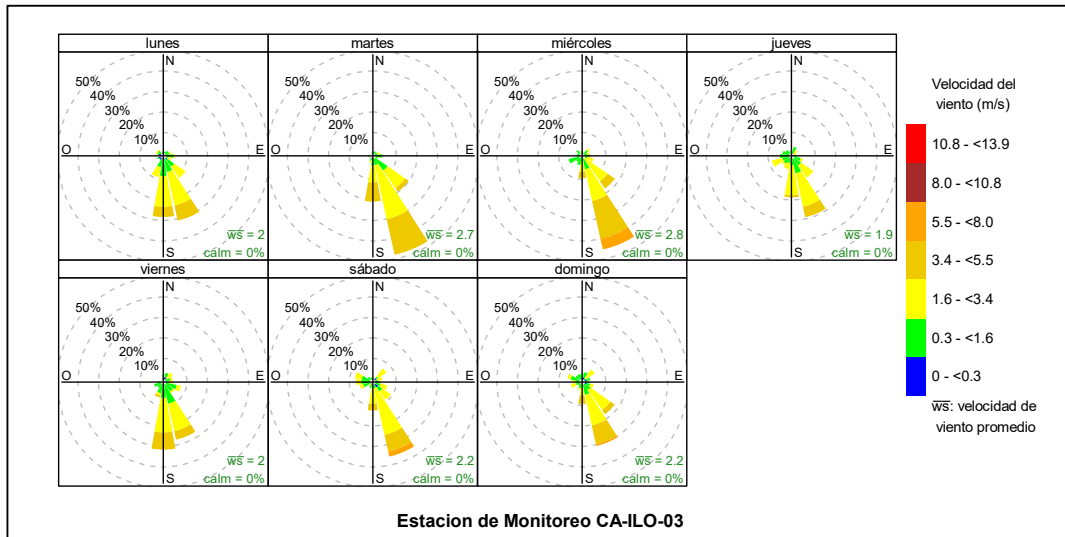


Figura 3.1.8. Rosa de viento por días de la semana de la estación de monitoreo CA-ILO-03, julio de 2023

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 julio 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.

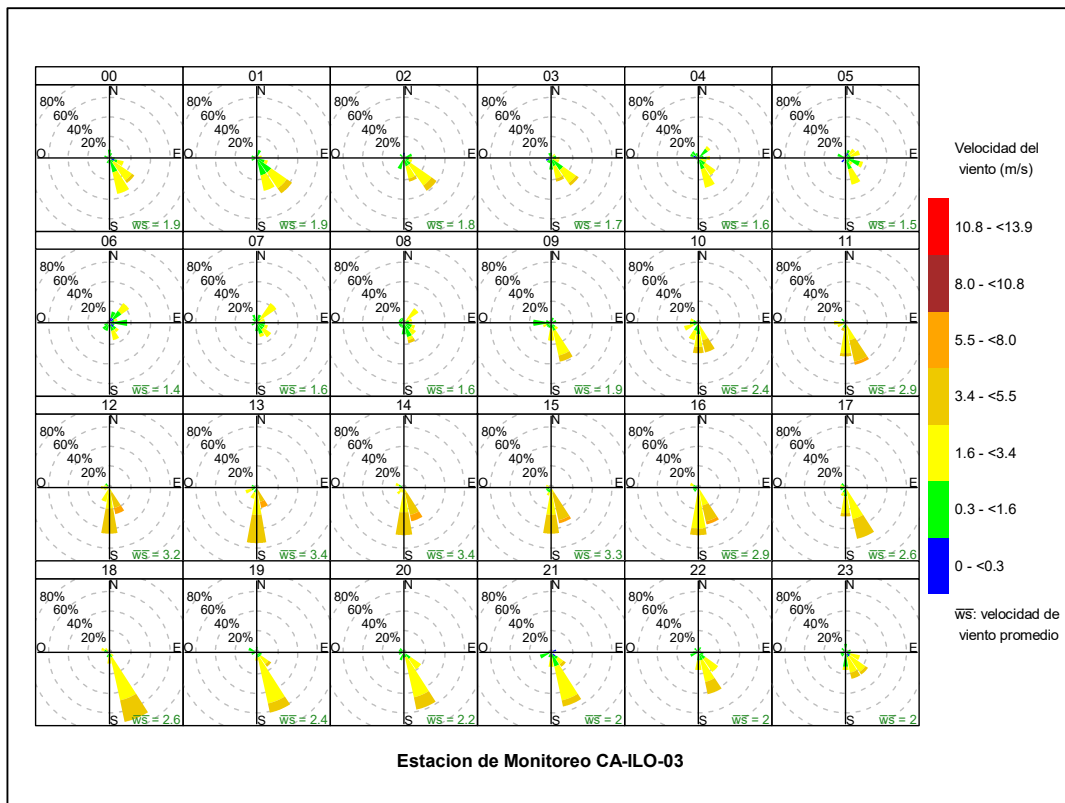


Figura 3.1.9. Rosa de viento horaria de la estación de monitoreo CA-ILO-03, julio de 2023

3.2 Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM_{2,5})

En las Figuras 3.2.1, 3.2.2 y 3.2.3 se presentan las concentraciones de 24 horas de PM_{2,5} de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de julio de 2023. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para aire de PM_{2,5} (50 µg/m³ en 24 horas).

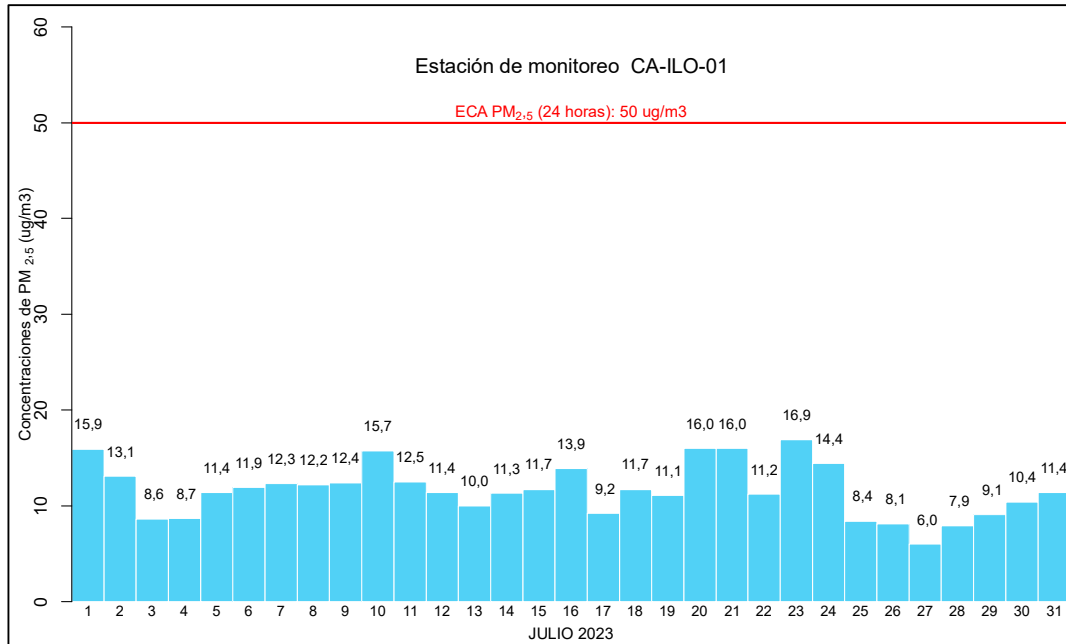


Figura 3.2.1. Concentraciones de 24 horas de PM_{2,5} en la estación de monitoreo CA-ILO-01, julio de 2023

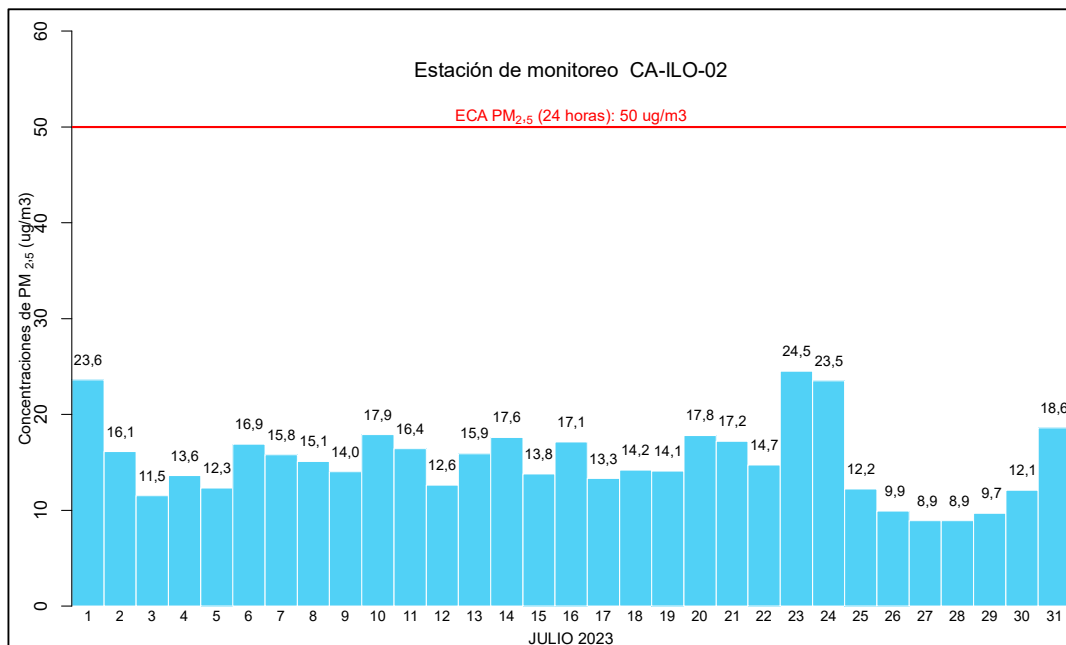


Figura 3.2.2. Concentraciones de 24 horas de PM_{2,5} en la estación de monitoreo CA-ILO-02, julio de 2023

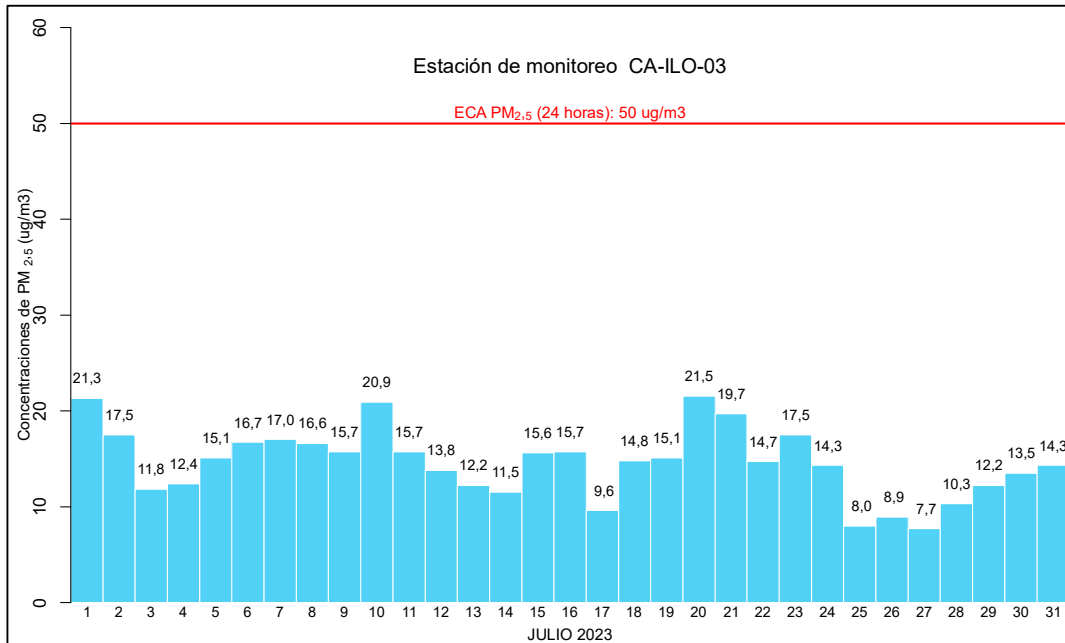


Figura 3.2.3. Concentraciones de 24 horas de PM_{2,5} en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en julio de 2023

3.3 Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀)

En las Figuras 3.3.1, 3.3.2 y 3.3.3 se presentan las concentraciones de 24 horas de PM₁₀ de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de julio de 2023. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para aire de PM₁₀ (100 µg/m³ en 24 horas).

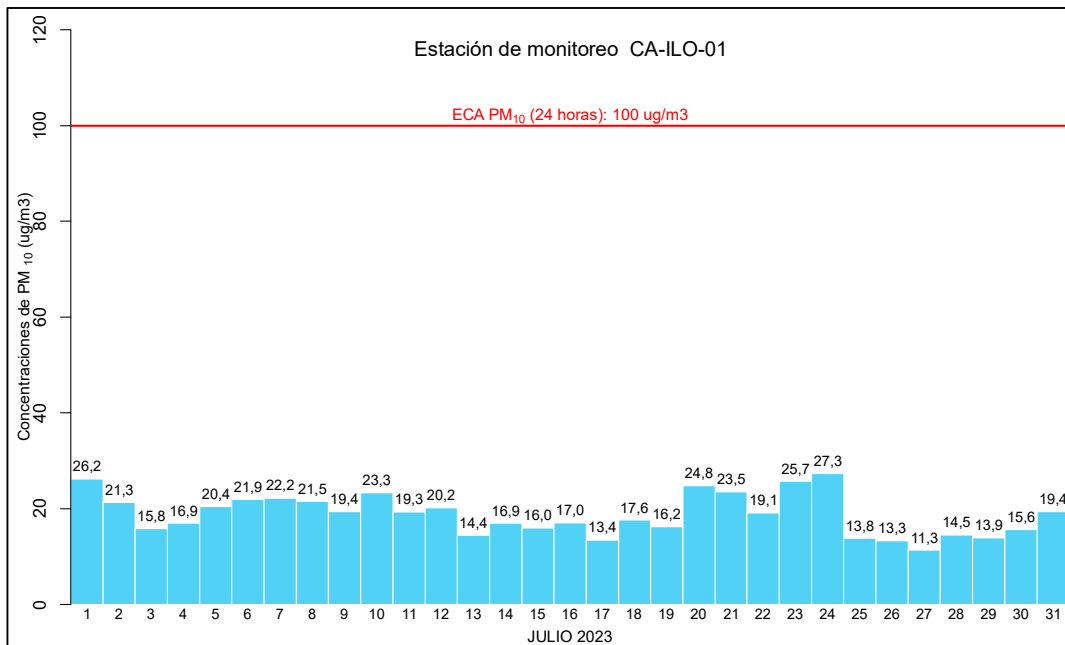


Figura 3.3.1. Concentraciones de 24 horas de PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, julio de 2023

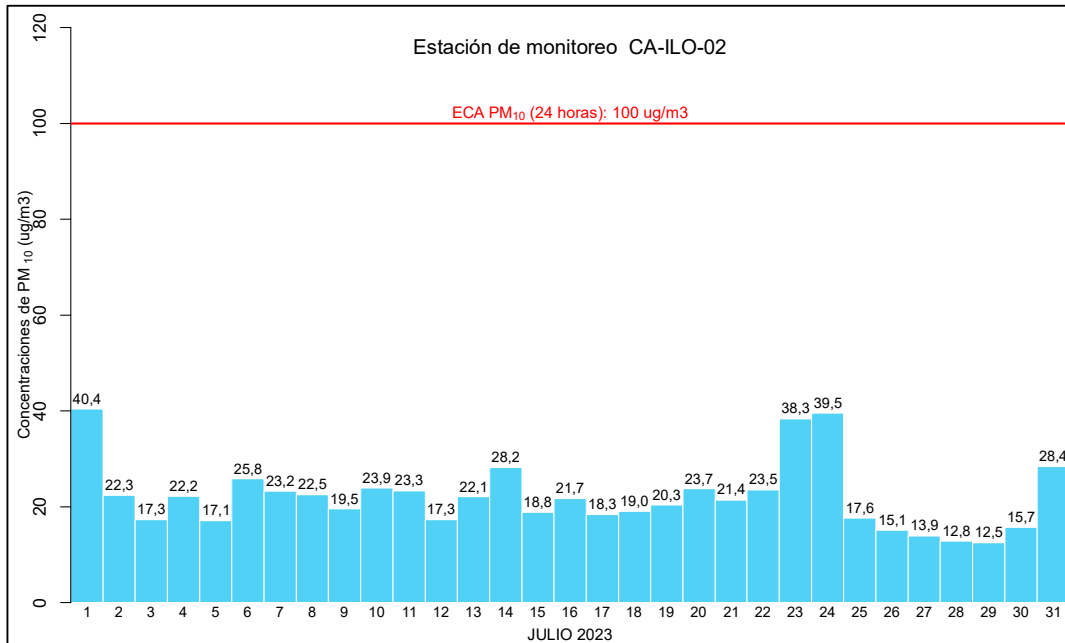


Figura 3.3.2. Concentraciones de 24 horas de PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, julio de 2023

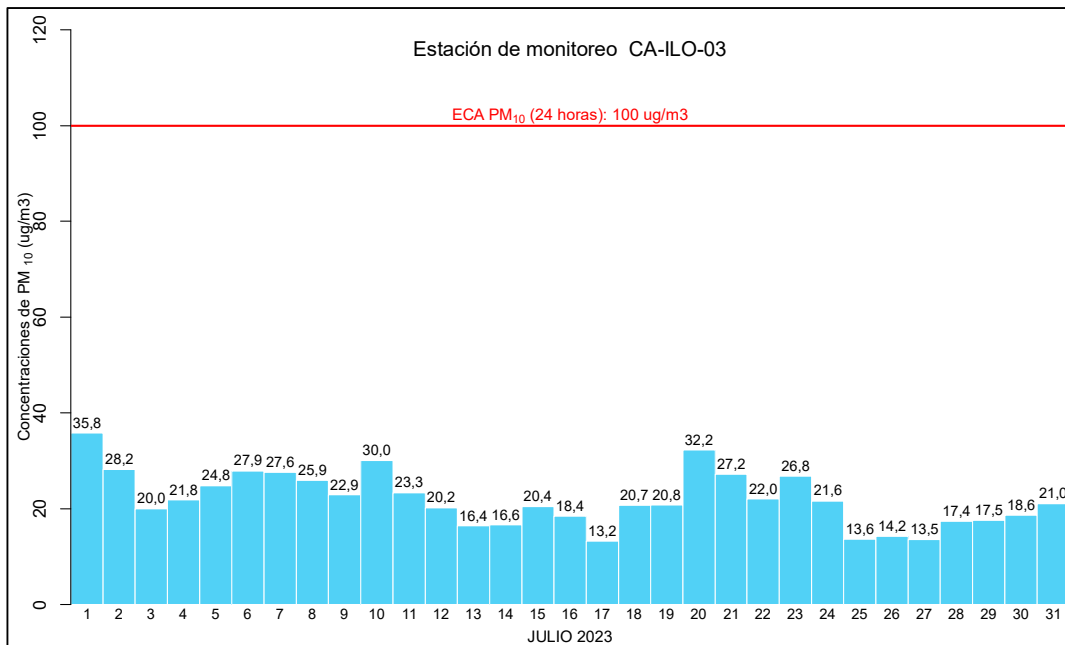


Figura 3.3.3. Concentraciones de 24 horas de PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, julio de 2023

3.4 Dióxido de azufre (SO₂)

En las Figuras 3.4.1, 3.4.2 y 3.4.3 se presentan las concentraciones de 24 horas de SO₂ de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de julio de 2023. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para SO₂ (250 µg/m³ en 24 horas).

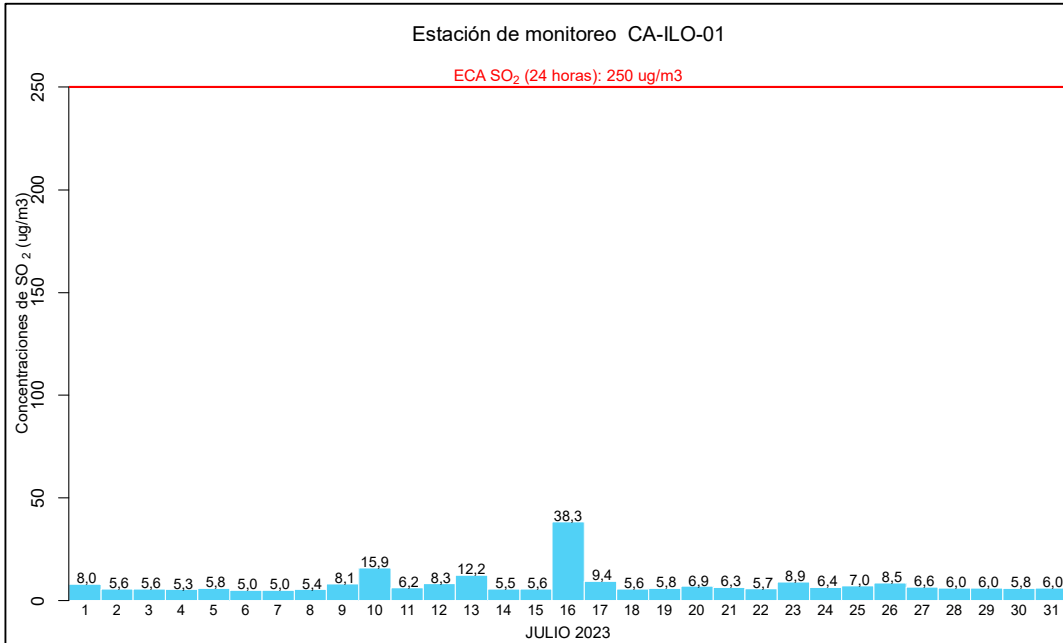


Figura 3.4.1. Concentraciones de 24 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, julio de 2023

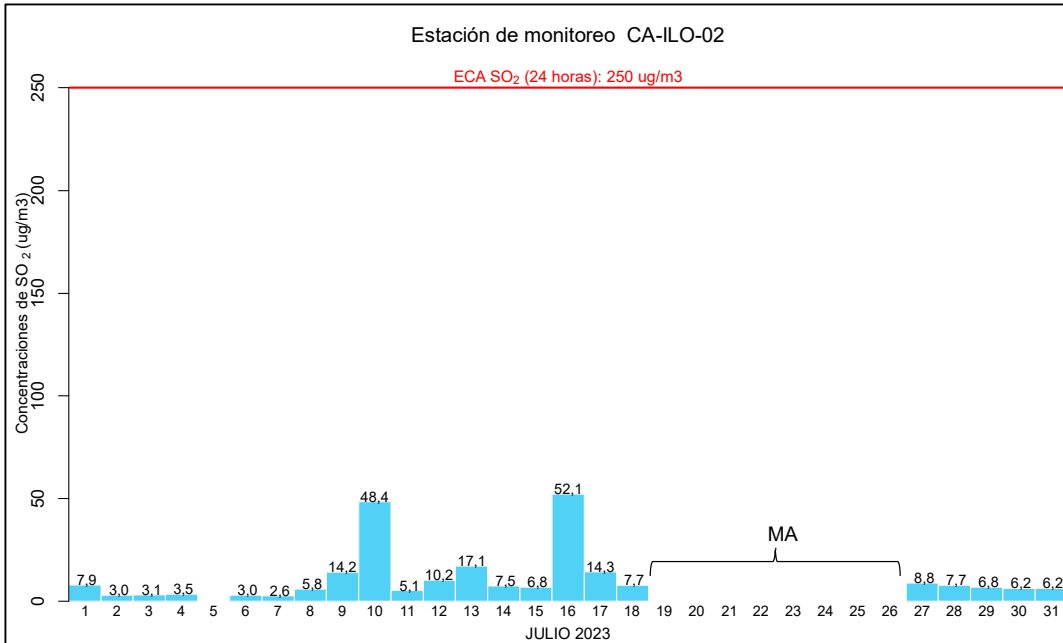


Figura 3.4.2. Concentraciones de 24 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, julio de 2023

MA: Mantenimiento de equipos

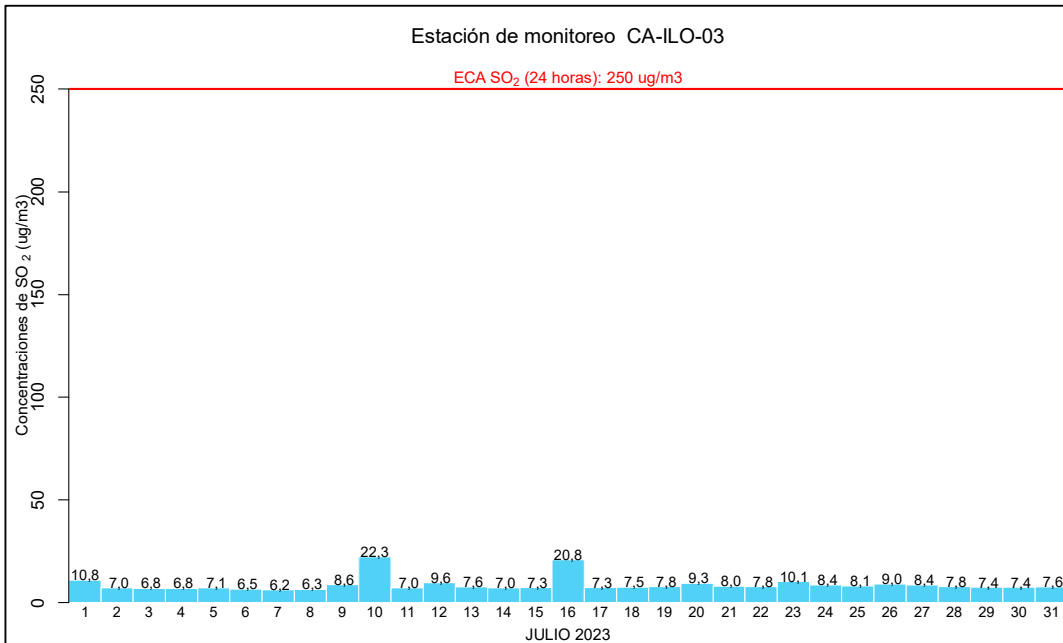


Figura 3.4.3. Concentraciones de 24 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, julio de 2023.

3.5 Sulfuro de hidrogeno (H₂S)

En las Figuras 3.5.1, 3.5.2 y 3.5.3 se presentan las concentraciones de 24 horas de H₂S de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de julio de 2023. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para aire de H₂S (150 µg/m³ en 24 horas).

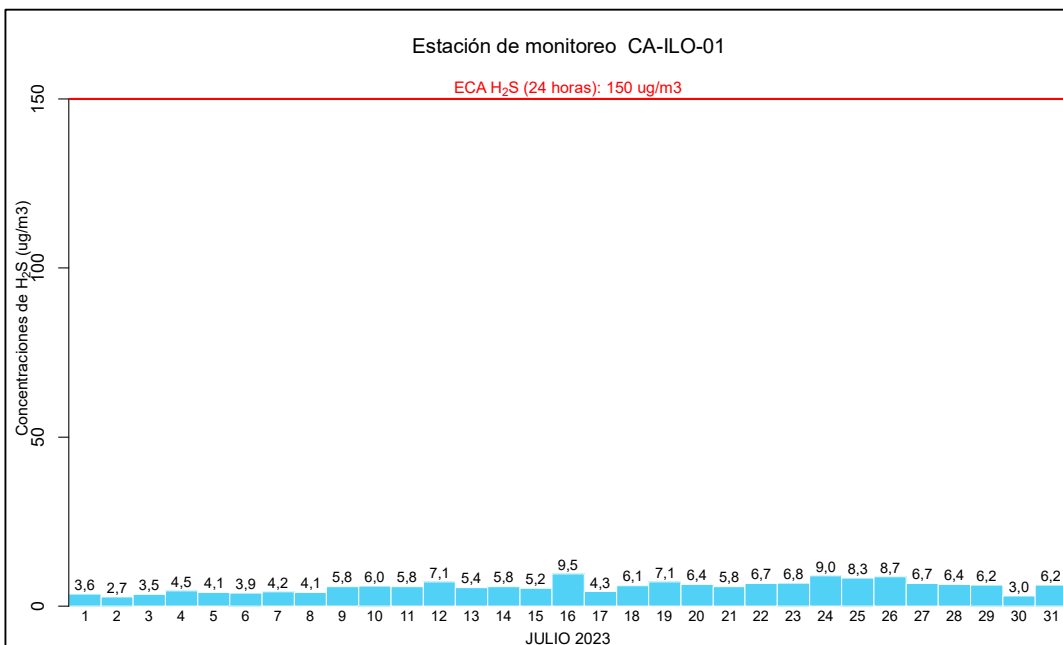


Figura 3.5.1. Concentraciones de 24 horas de H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-01, julio de 2023

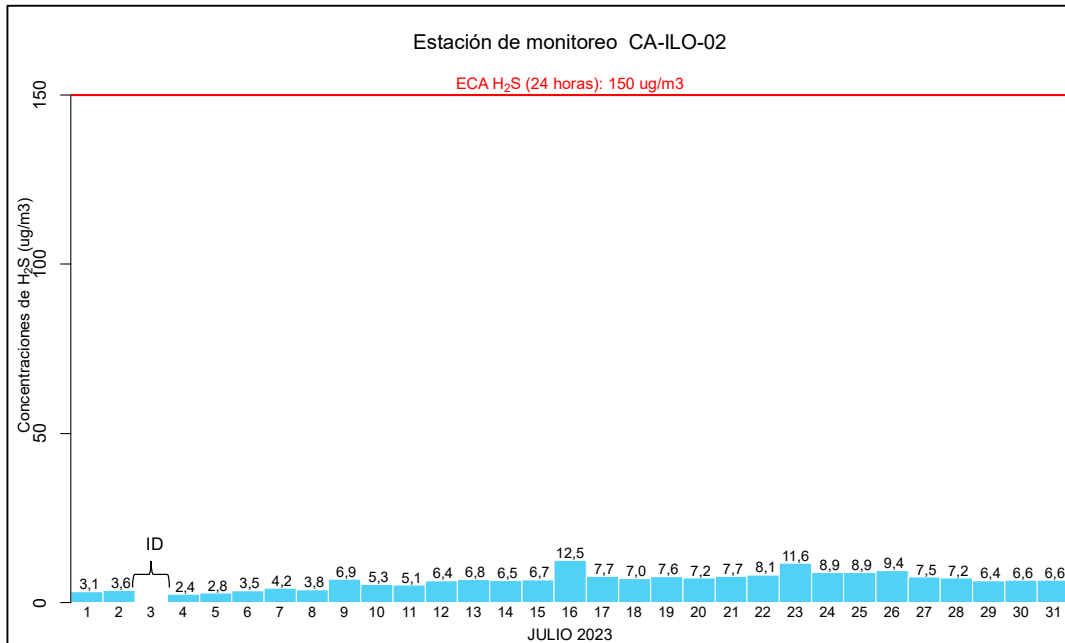


Figura 3.5.2. Concentraciones de 24 horas de H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-02, julio de 2023

ID: Insuficiencia de datos

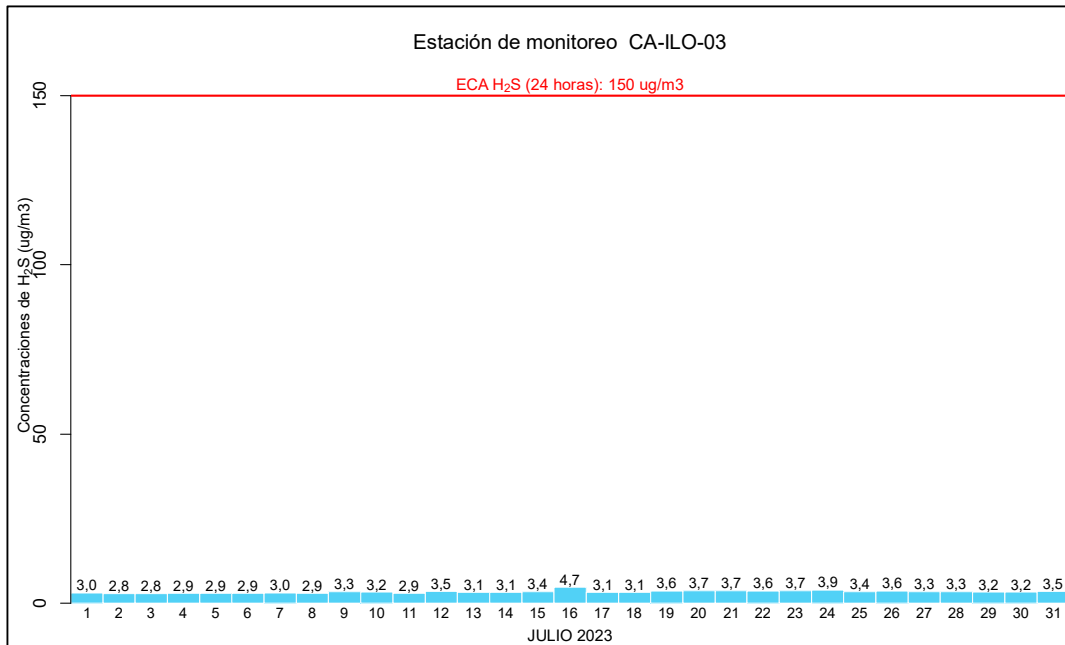


Figura 3.5.3. Concentraciones de 24 horas de H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-03, julio de 2023.

3.6 Dióxido de nitrógeno (NO₂)

En las Figuras 3.6.1 y 3.6.2 se presentan las concentraciones horarias de NO₂ de las estaciones de monitoreo CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de julio de 2023. Además, se observa que todas las concentraciones horarias no excedieron el ECA para NO₂ (200 µg/m³ en 1 hora).

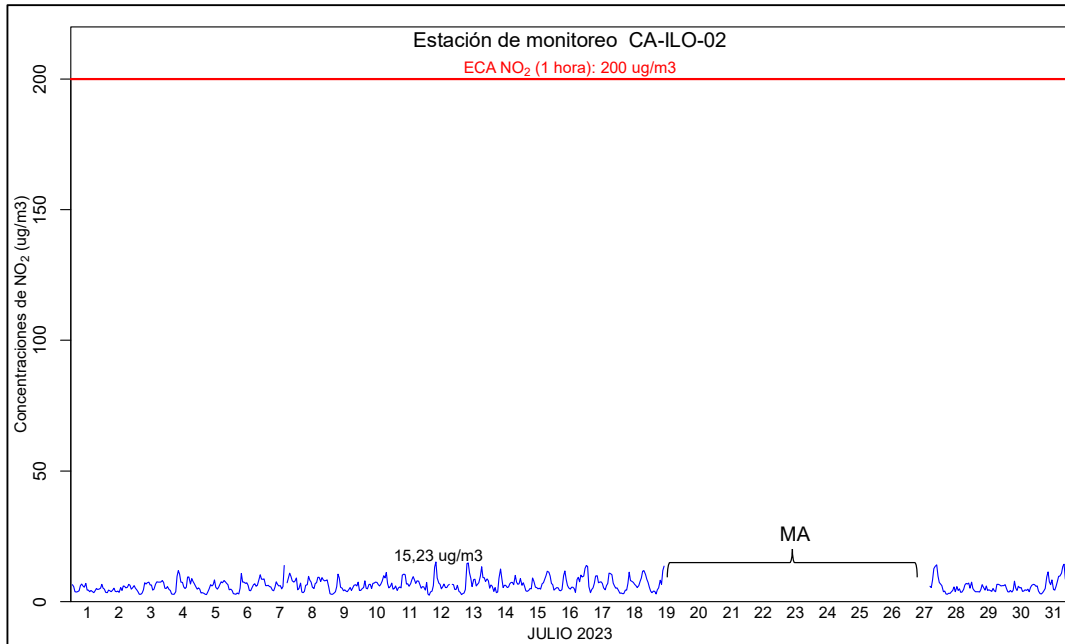


Figura 3.6.1. Concentraciones de horarias de NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, julio de 2023.

MA: Mantenimiento de equipos

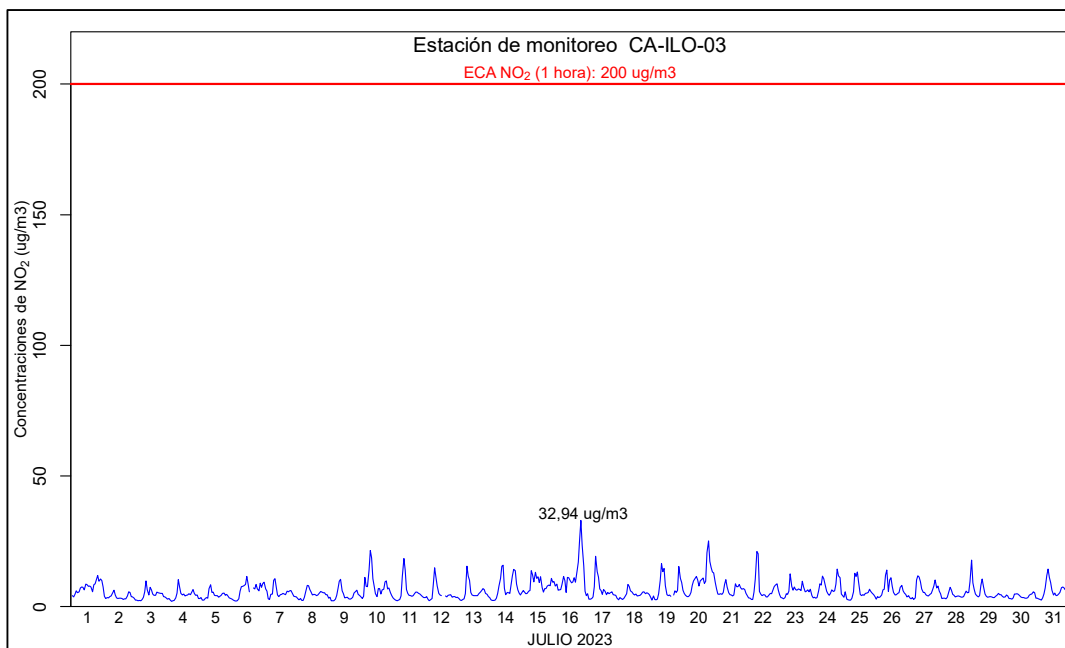


Figura 3.6.2. Concentraciones de horarias de NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, julio de 2023.

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 julio 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).

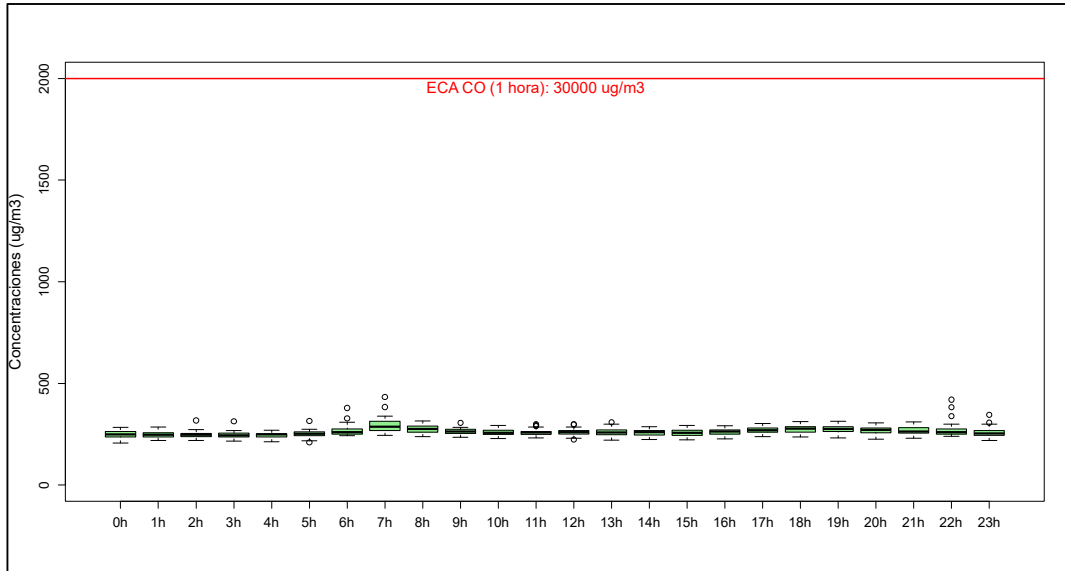


Figura 3.7.1. Concentraciones horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, julio de 2023

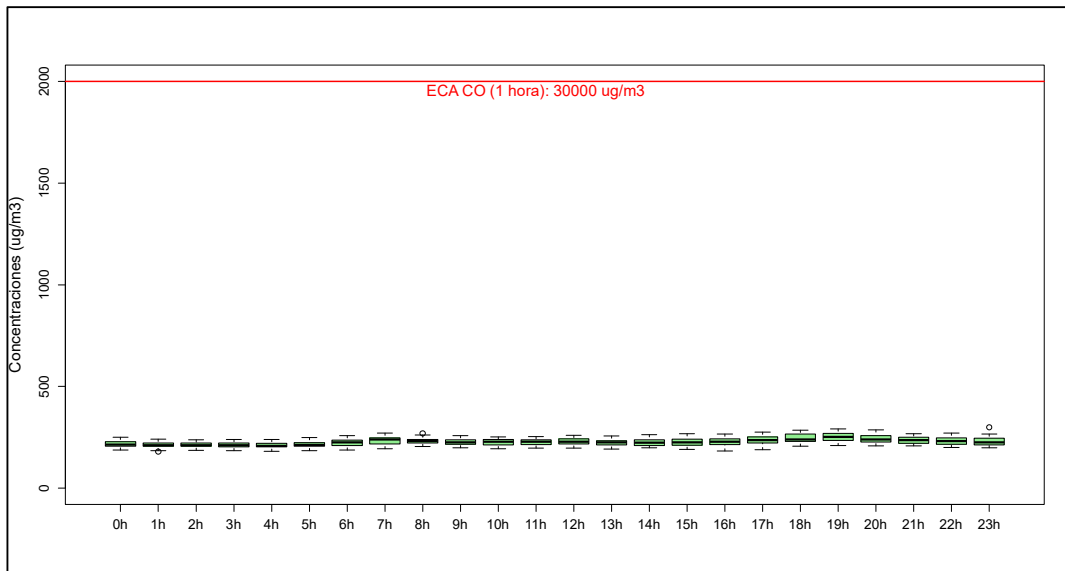


Figura 3.7.2. Concentraciones horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, julio de 2023

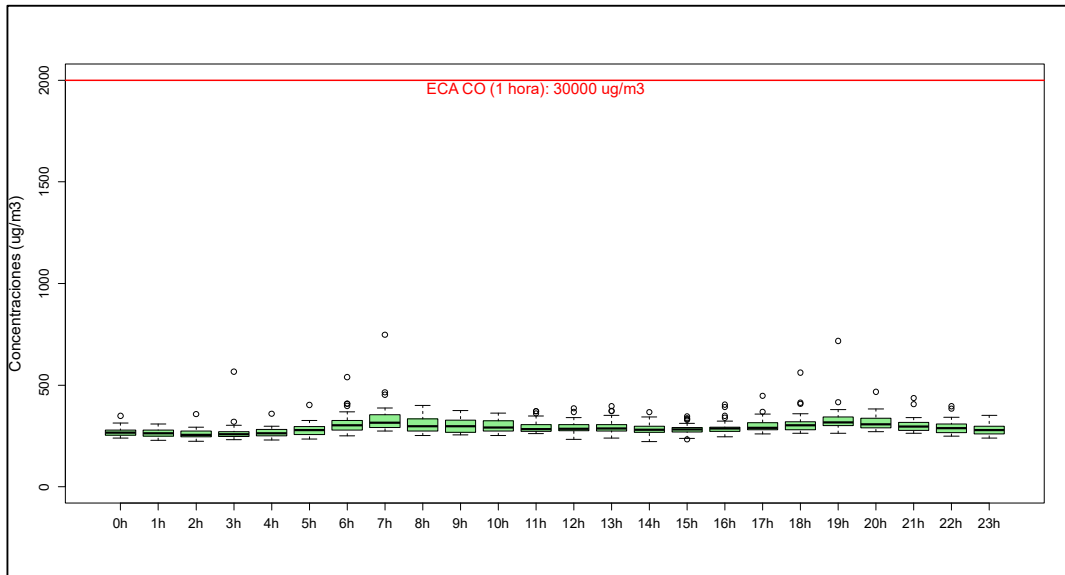


Figura 3.7.3. Concentraciones horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, julio de 2023

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 julio 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).

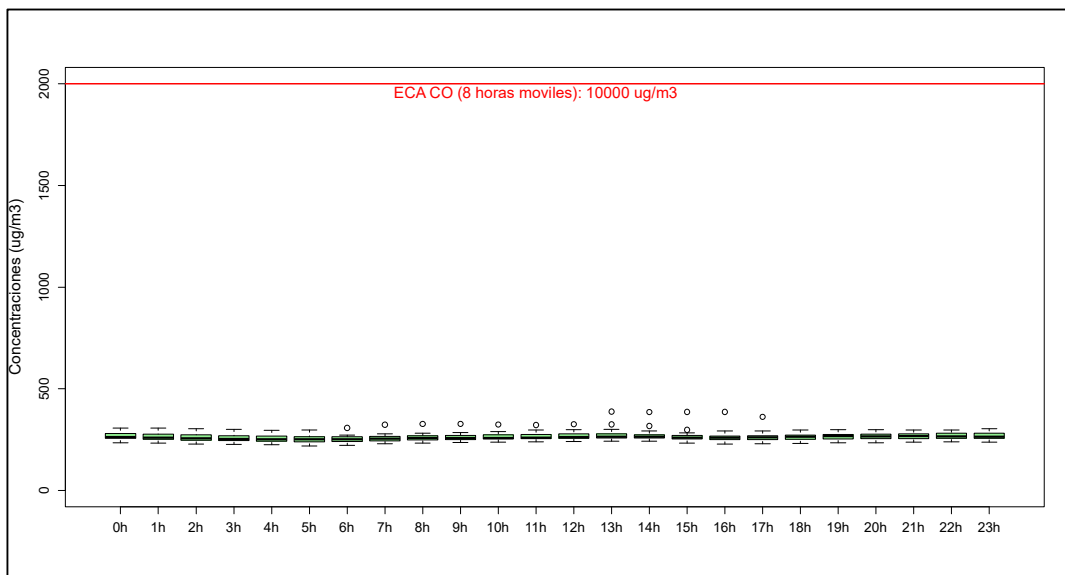


Figura 3.7.4. Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, julio de 2023

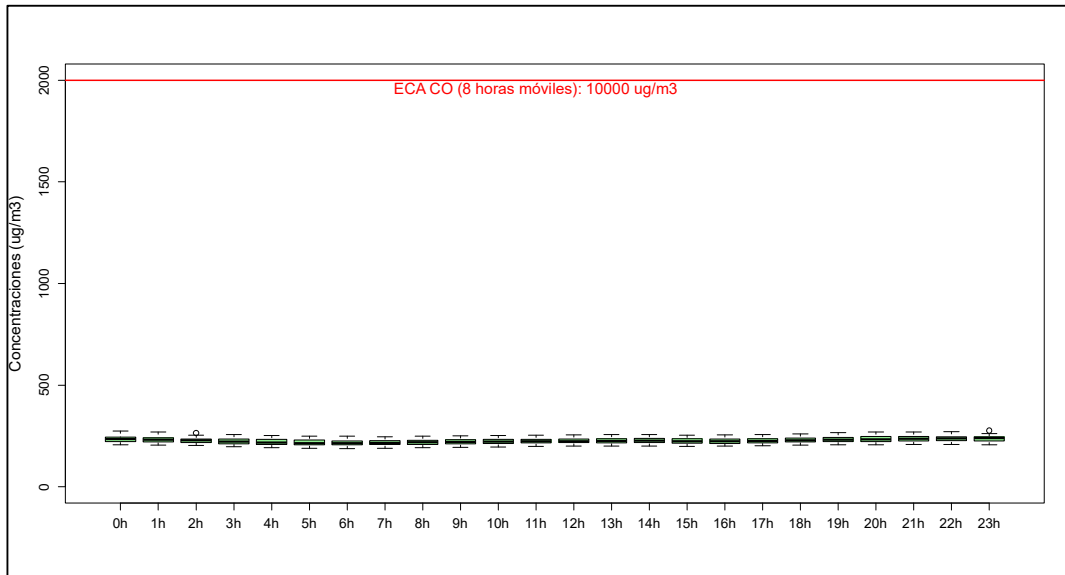


Figura 3.7.5. Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, julio de 2023

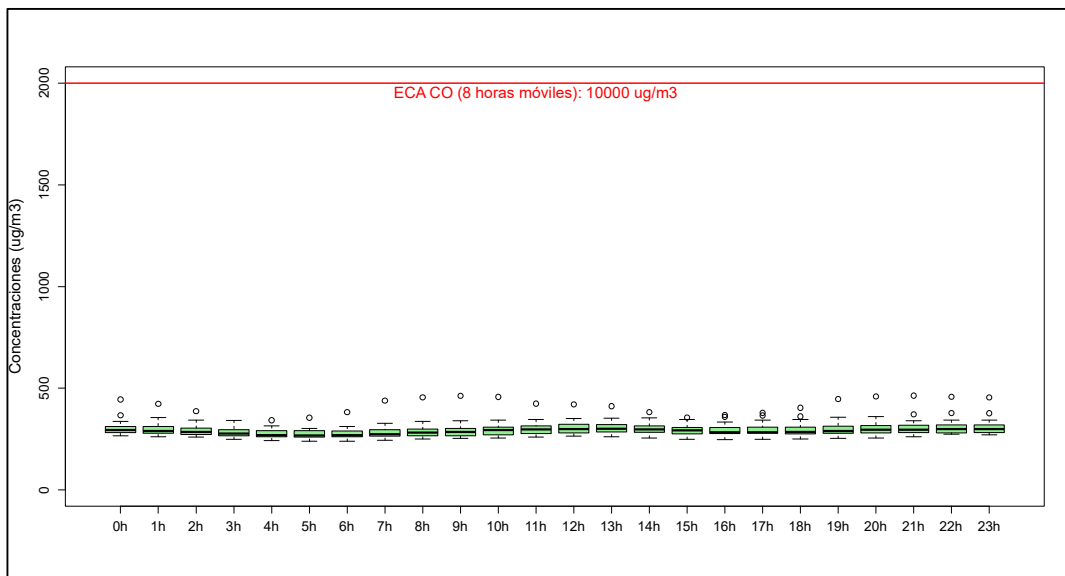


Figura 3.7.6. Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, julio de 2023

3.8 Rosas de concentraciones

3.8.1 Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM_{2,5})

En las Figuras 3.8.1, 3.8.2 y 3.8.3 se presentan las rosas de concentraciones de PM_{2,5} de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de julio de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observa que el 0,1 % 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_{2,5}. Así mismo, se observa que el 11,3 % 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 14,3 % 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_{2,5}.

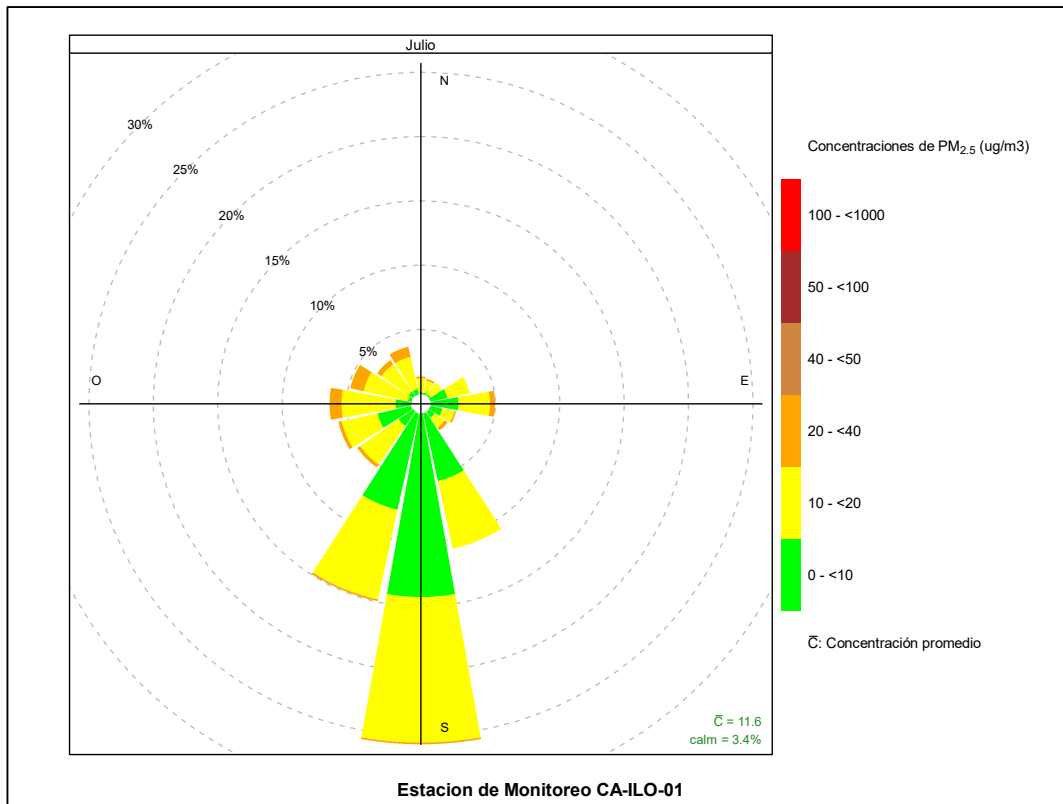


Figura 3.8.1. Rosa de concentración del PM_{2,5} en la estación de monitoreo CA-ILO-01, julio del 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que el 0,1 % de los vientos vienen de la dirección predominante suroeste (SO) y corresponden a un rango de 50 a 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el 0,1 % de los vientos vienen de la dirección suroeste (SO) y corresponden a un rango de 40 a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el 1,7 % de los vientos vienen de la dirección suroeste (SO) y corresponden a un rango de 20 a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el 11,3 % de los vientos vienen de la dirección suroeste (SO) y corresponden a un rango de 10 a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de concentración de PM_{2,5}.

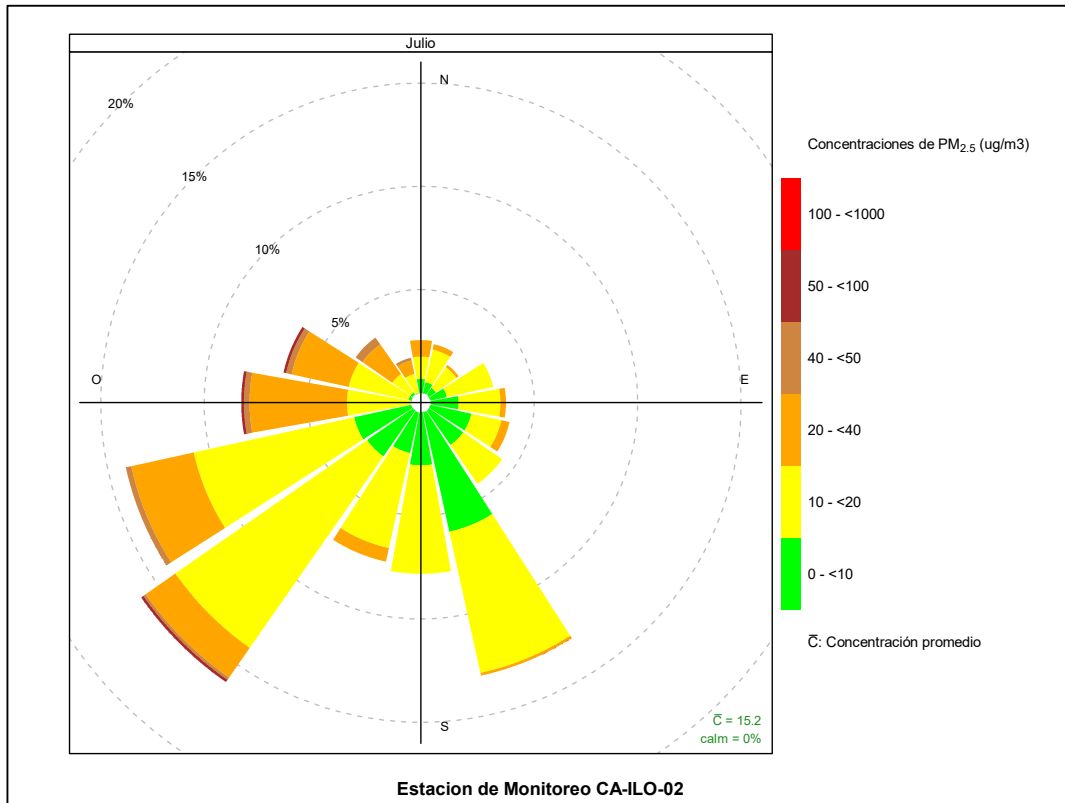


Figura 3.8.2. Rosa de concentración del PM_{2,5} en la estación de monitoreo CA-ILO-02, julio del 2023

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el 28,2 % de los vientos vienen de la dirección sursureste (SSE) y corresponden a un rango de 10 a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el 5,7 % de los vientos vienen de la dirección sursureste (SSE) y corresponden a un rango de 0 a 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de concentración de PM_{2,5}.

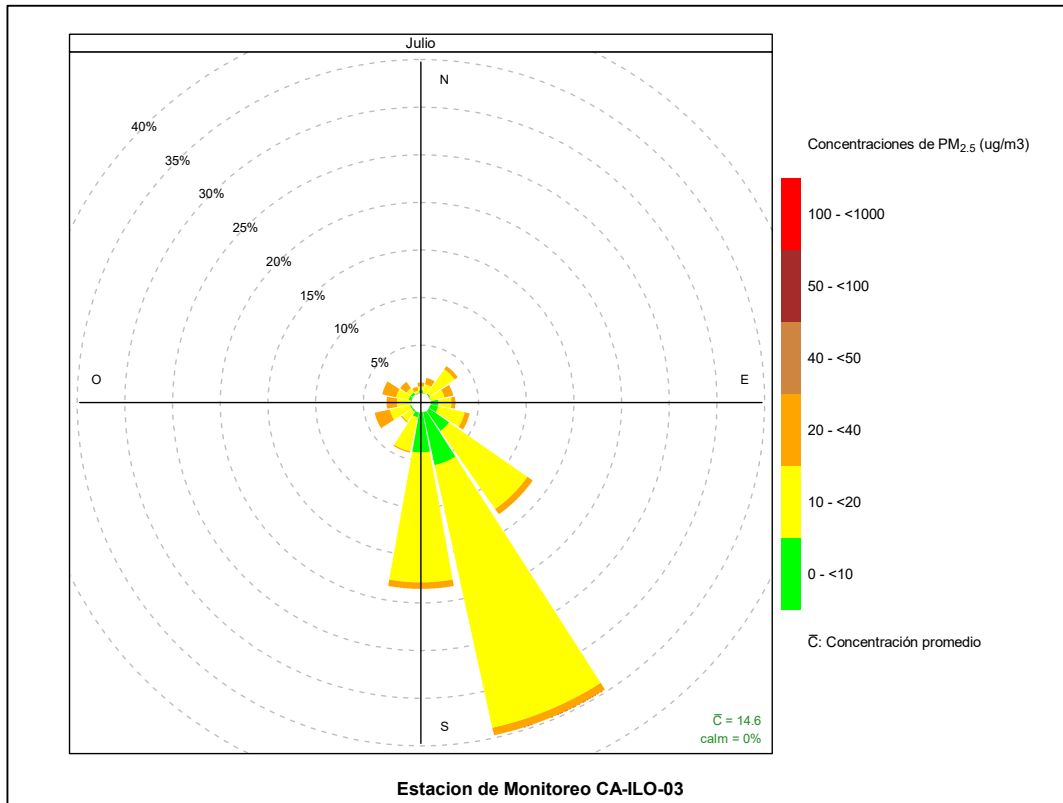


Figura 3.8.3. Rosa de concentración del PM_{2.5} en la estación de monitoreo CA-ILO-03, julio de 2023

En las Figuras 3.8.4, 3.8.5 y 3.8.6 se presentan las rosas de concentraciones horarias de PM_{2.5} de las estaciones de monitoreo CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de julio 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 sursuroeste (SSO) y el intervalo horario donde se observa con más claridad, se encuentra entre las 11:00 a.m. hasta las 2:00 a.m., el mencionado rango horario coincide con concentraciones de 0 a 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Cabe mencionar que niveles de concentración de 20 a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pueden observarse entre las 6:00 y 9:00 horas que coinciden con la predominancia de vientos desde el noroeste (NO), nornoroeste (NNO) y oestenoeste (ONO).

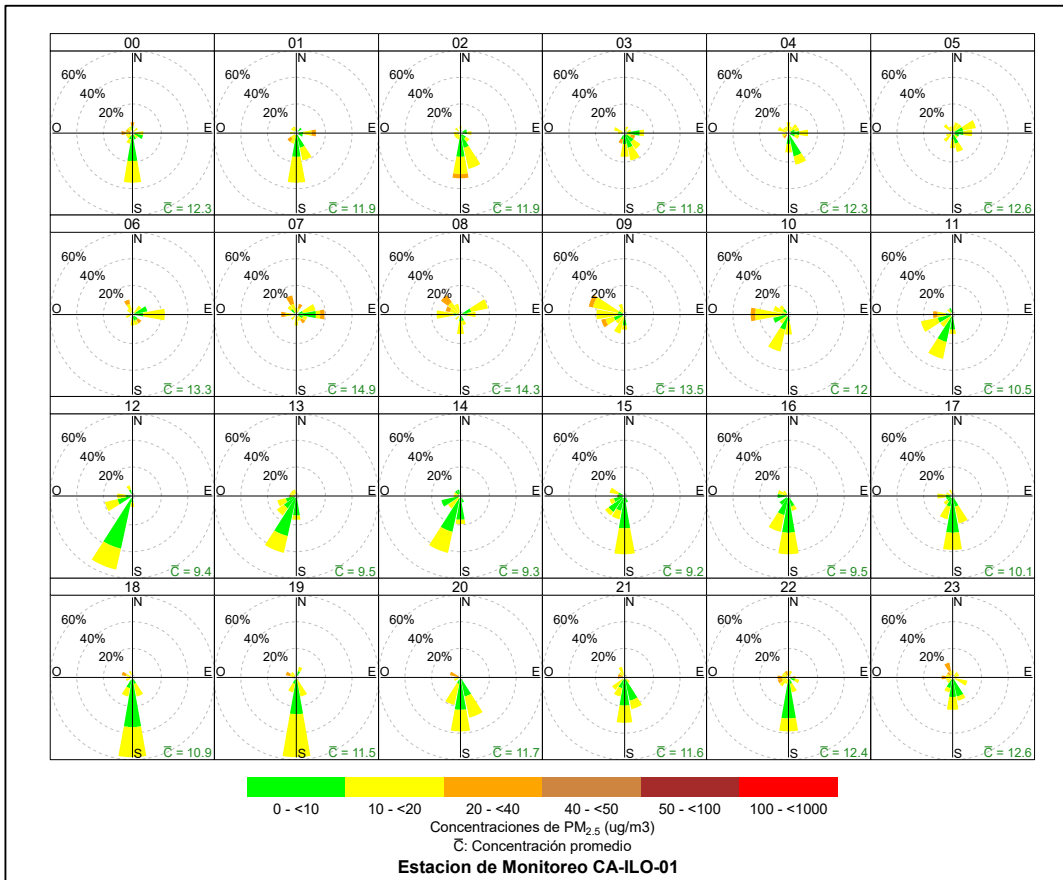


Figura 3.8.4. Rosa de concentración horaria del PM_{2.5} en la estación de monitoreo CA-ILO-01, julio de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que en el intervalo de las 12:00 y 16:00 horas hay una predominancia de vientos que provienen del suroeste (SO). Fuera de ese intervalo las direcciones de viento son variadas, sobretodo en el horario nocturno. Se hace mención además de una coincidencia de los vientos que provienen predominantemente del oeste (O) y coinciden con valores de concentración en el rango de 40 a 50 µg/m³ durante las 8:00 y 9:00 horas.

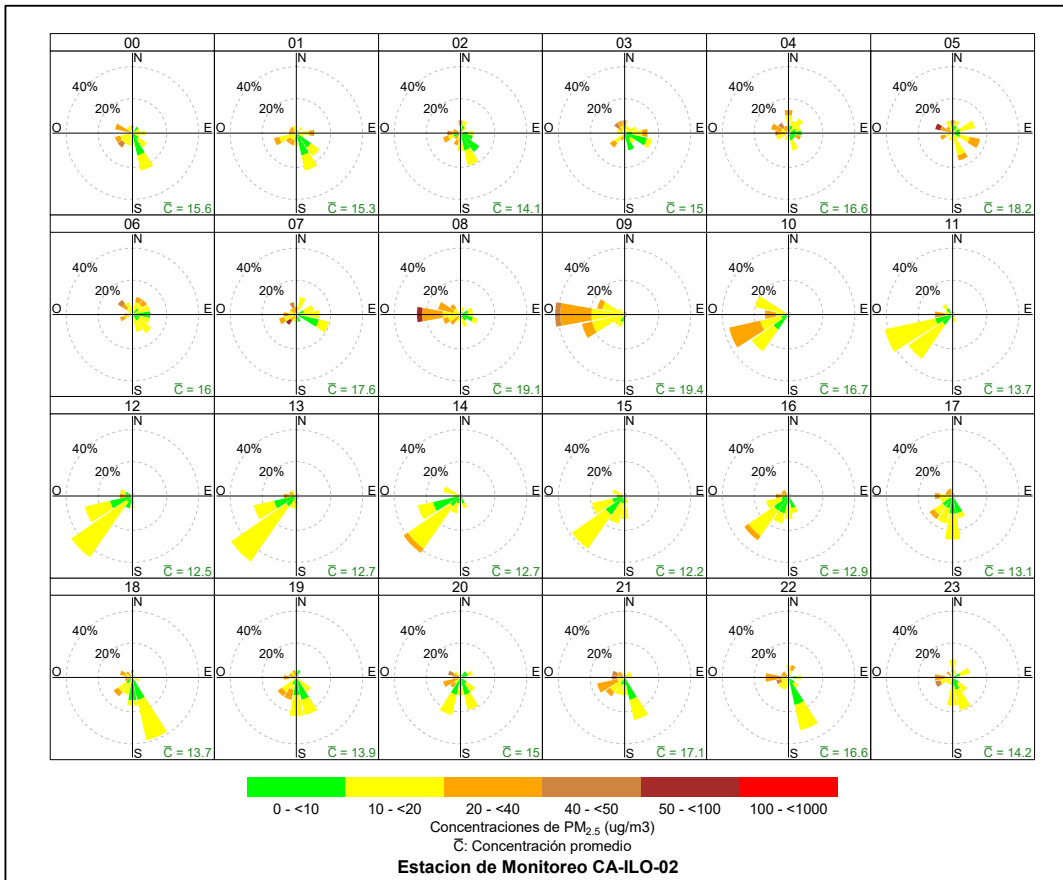


Figura 3.8.5. Rosa de concentración horaria del PM_{2.5} en la estación de monitoreo CA-ILO-02, julio de 2023

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/m³. En el horario nocturno se observan rangos de concentración de hasta 20 a 40 µg/m³ en el intervalo desde las 00:00 hasta las 4:00 horas esos vientos provienen del sureste (SE) y sursureste (SSE).

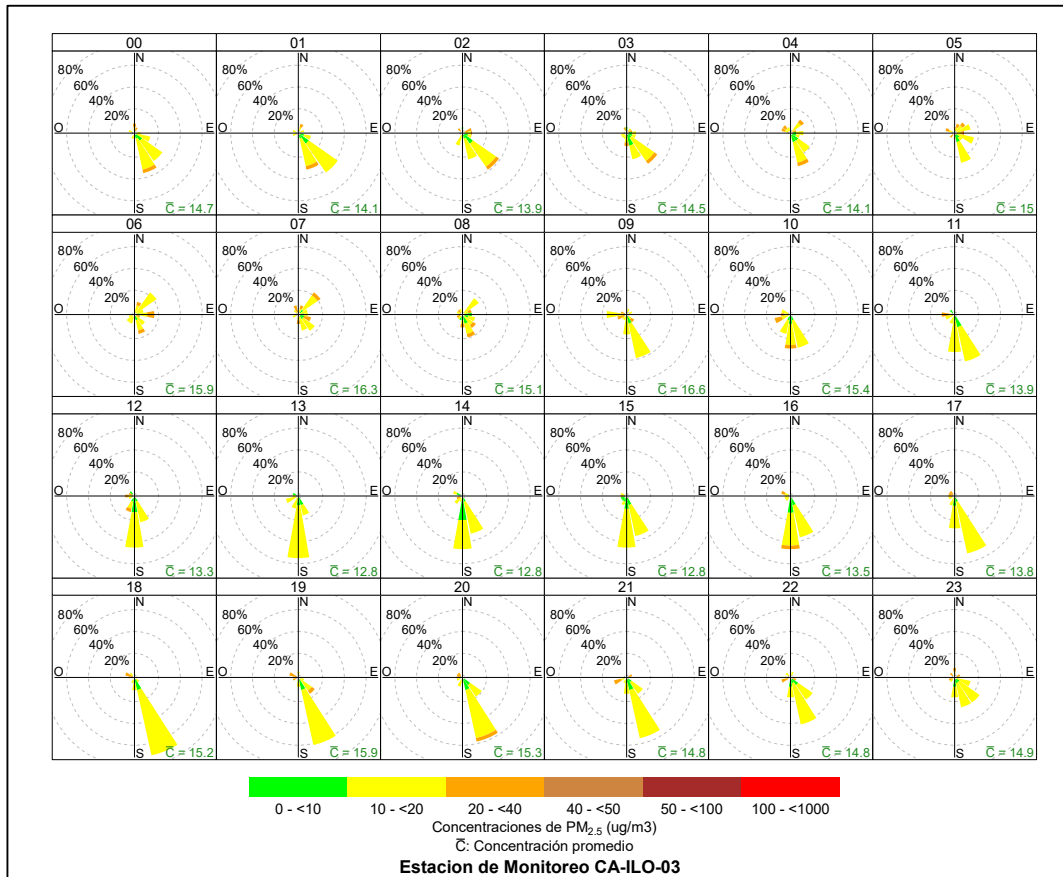


Figura 3.8.6. Rosa de concentración horaria del $PM_{2.5}$ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, julio de 2023

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 julio de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observa que, el 0,3% de los vientos que provienen de la dirección predominante sur (S) coinciden con el rango de 40 a 50 $\mu g/m^3$, el 3,9% de los vientos que provienen de la dirección sur (S) coinciden con el rango de 20 a 40 $\mu g/m^3$, el 19,8% de los vientos que provienen de la dirección sur (S) coinciden con el rango de 10 a 20 $\mu g/m^3$ y el 1,7% 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} . Cabe mencionar que en la dirección nornoroeste (NNO) se observan rangos de concentraciones en el rango de 50 a 100 $\mu g/m^3$.

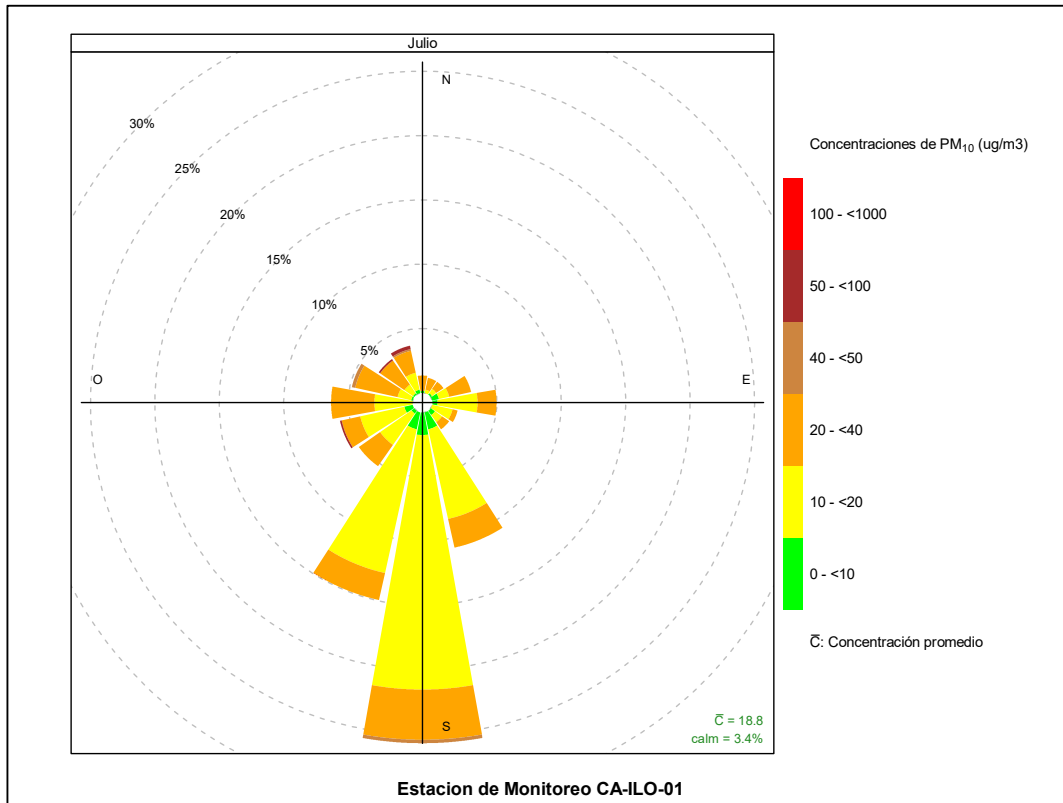


Figura 3.8.7. Rosa de concentración del PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, julio de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que, el 0,4% de los vientos provienen de la dirección predominante suroeste (SO) y coinciden con el rango de 50 hasta 100 µg/m³, el 0,3% de los vientos provienen de la dirección suroeste (SO) y coinciden con el rango de 40 hasta 50 µg/m³, el 6,2% de los vientos provienen de la dirección suroeste (SO) y coinciden con el rango de 20 hasta 40 µg/m³, el 8,7% de los vientos provienen de la dirección suroeste (SO) y coinciden con el rango de 10 hasta 20 µg/m³, el 0,4% de los vientos provienen de la dirección suroeste (SO) y coinciden con el rango de 0 hasta 10 µg/m³ de las concentraciones de PM₁₀. Cabe mencionar que las concentraciones en niveles mayores a 100 µg/m³ coinciden con los vientos que provienen de la dirección oestenoeste (ONO).

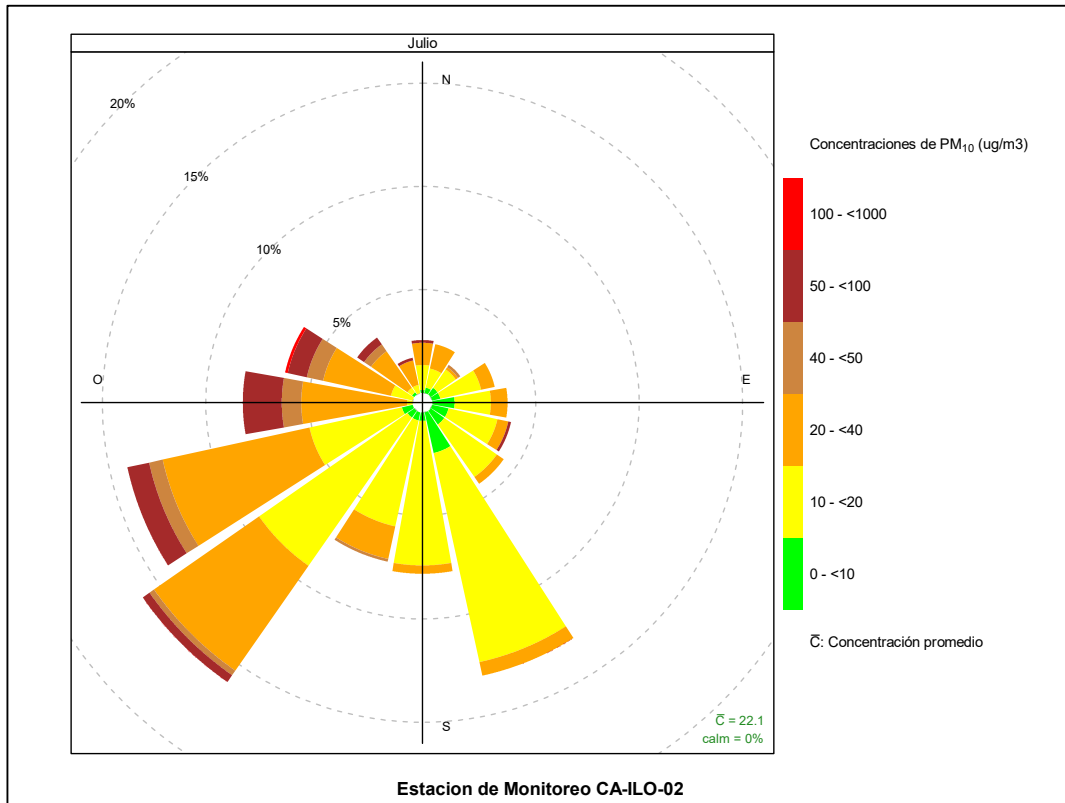


Figura 3.8.8. Rosa de concentración del PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, julio de 2023

Y en la estación CA-ILO-03, se observa que, el 0,3% de los vientos provienen de la dirección predominante sursureste (SSE) y coinciden con el rango de 40 hasta 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el 14,3% de los vientos provienen de la dirección sursureste (SSE) y coinciden con el rango de 20 hasta 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el 18,6% 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 1,5% de los vientos provienen de la dirección sursureste (SSE) y coinciden con el rango de 0 hasta 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

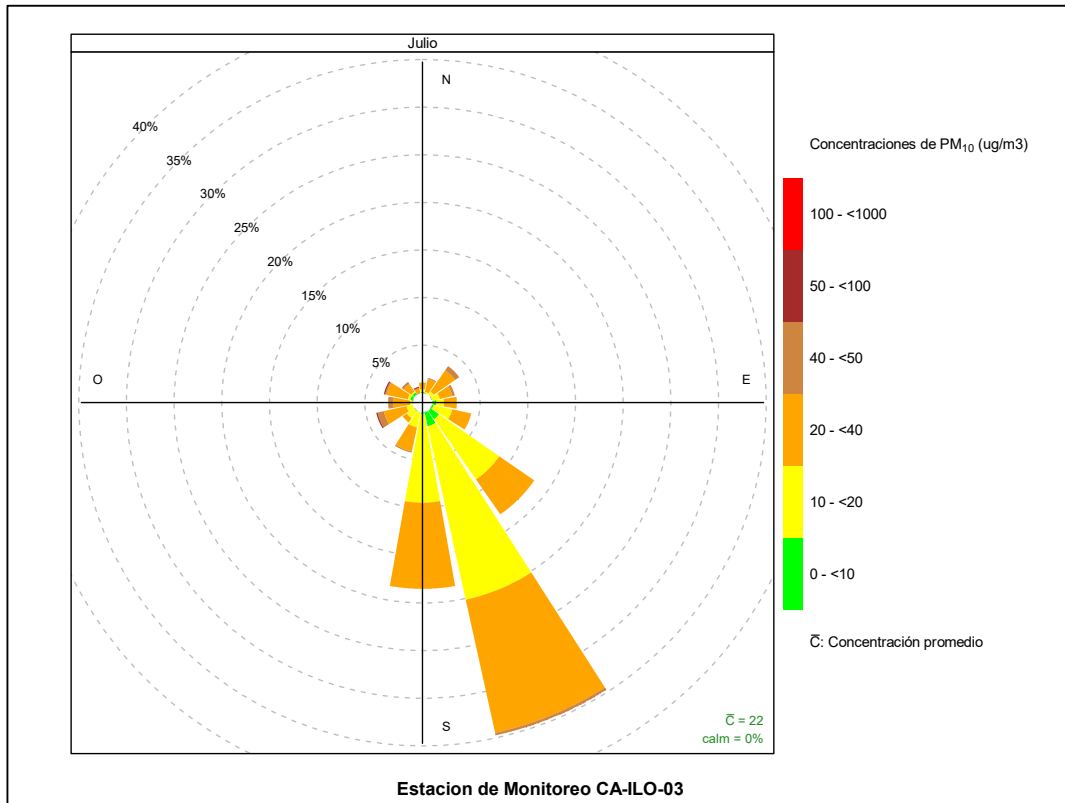


Figura 3.8.9. Rosa de concentración del PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, julio de 2023

En las Figuras 3.8.10, 3.8.11 y 3.8.12 se presentan las rosas de concentraciones horarias de PM₁₀ de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes julio de 2023.

En la estación CA-ILO-01, se observa que las concentraciones normalmente en el rango de 0 hasta 40,0 µg/m³ coinciden con los vientos provenientes del sur(S) y sursuroeste (SSO) entre las 11:00 hasta las 2:00 horas. Cabe mencionar que entre las 8:00 y 9:00 horas los vientos que provienen del noroeste (NO) y del oestenoeste (ONO) coinciden con rangos de 40,0 a 50,0 µg/m³.

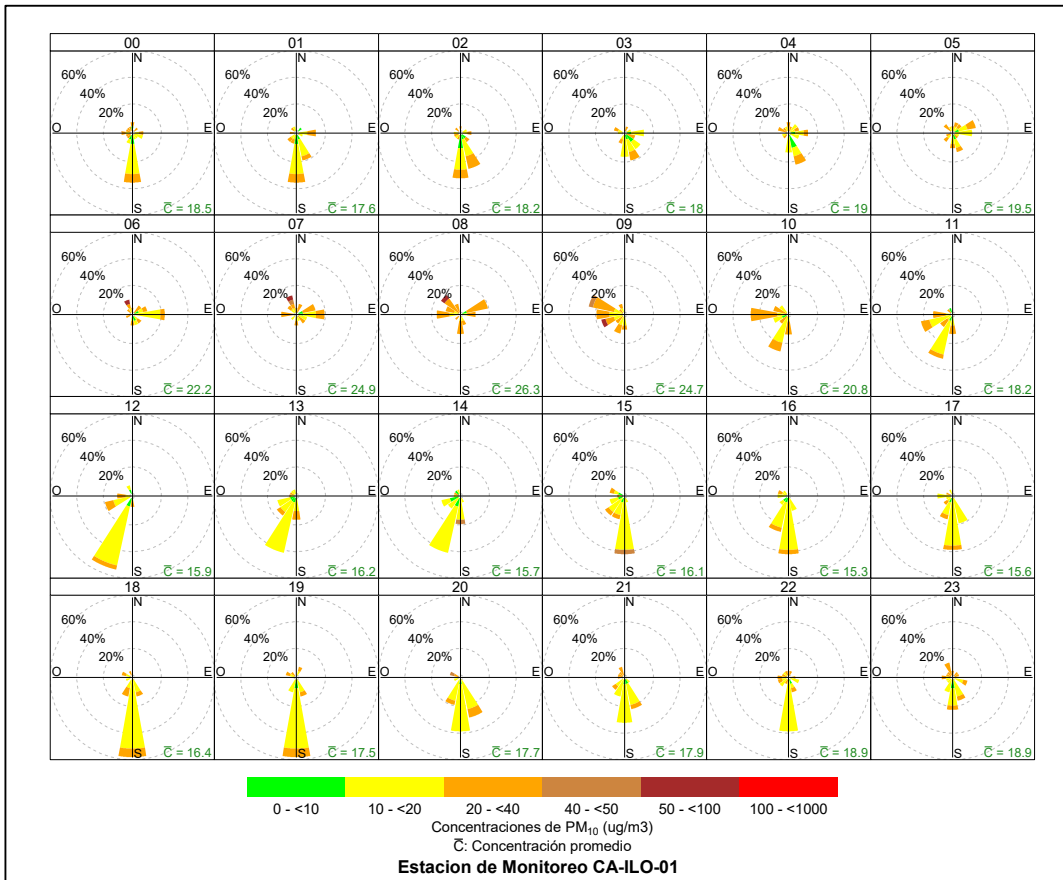


Figura 3.8.10. Rosa de concentración horaria del PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, julio de 2023

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 suroeste (SO) y del oestesuroeste (OSO) coinciden normalmente con las concentraciones en el rango de 0 a 40 µg/m³. Cabe mencionar que entre las 8:00 y 9:00 horas los vientos que provienen del oeste (O) coinciden con niveles entre 50,0 y 100,0 µg/m³

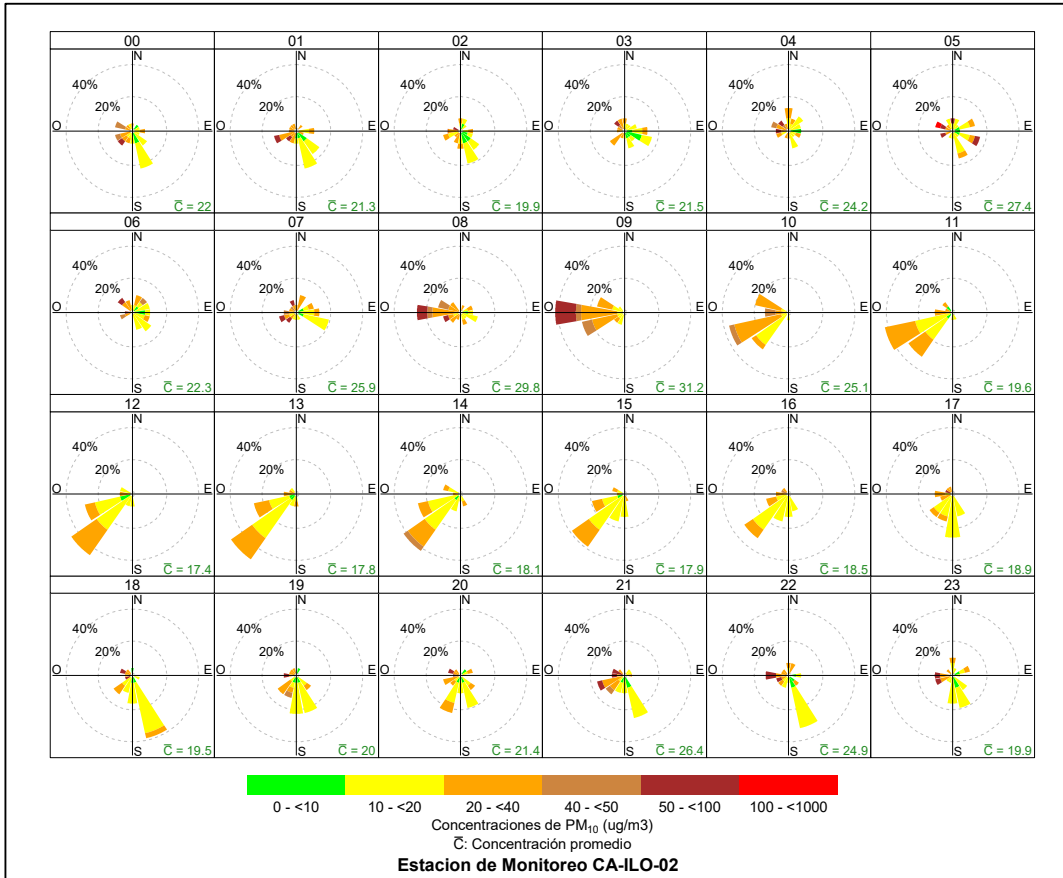


Figura 3.8.11. Rosa de concentración horaria del PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, julio de 2023

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

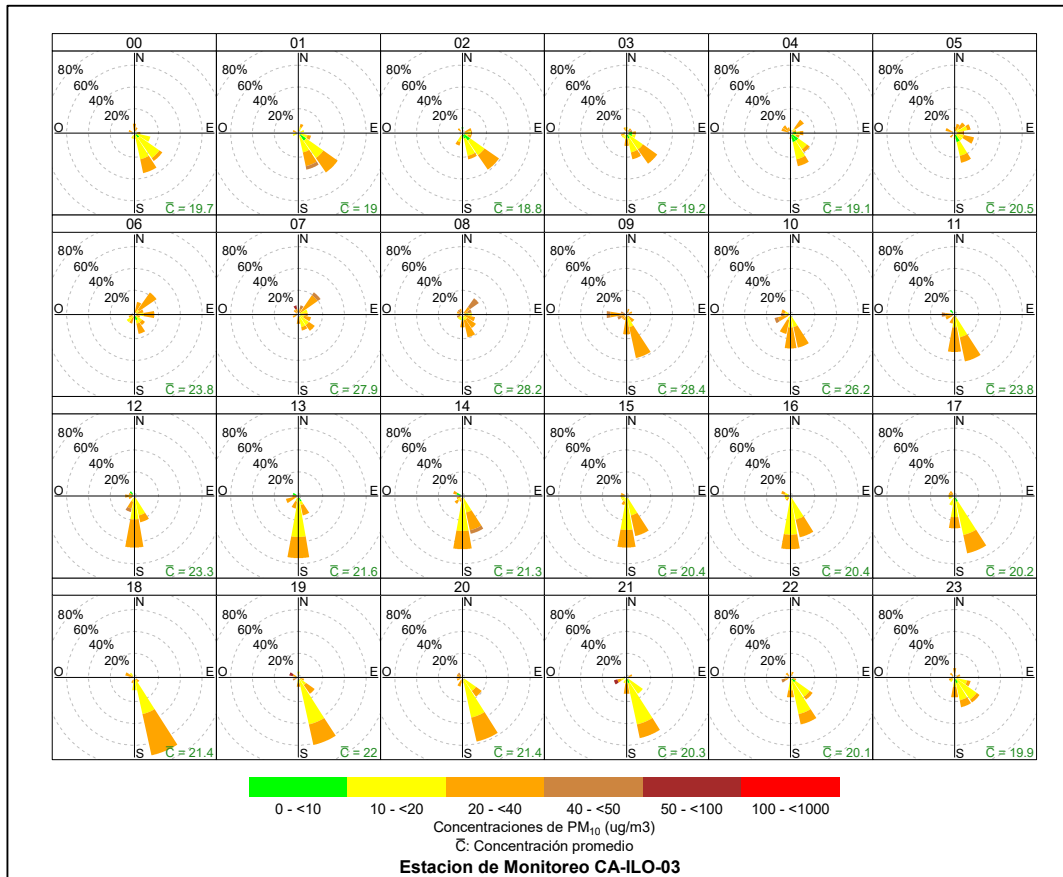


Figura 3.8.12. Rosa de concentración horaria del PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, julio de 2023

3.8.3 Dióxido de azufre (SO₂)

En las Figuras 3.8.13, 3.8.14 y 3.8.15 se presentan las rosas de concentraciones de SO₂ de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de julio 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 mayores a 250 µg/m³, el 20,9 % de los vientos coinciden con el rango del 5 al 10 µg/m³, el 4,4 % de los vientos coinciden con el rango de 0 a 5 µg/m³. Cabe mencionar que los rangos de alta concentración, mayores a 25 µg/m³ coinciden con los vientos que provienen de direcciones de menor predominancia, principalmente oeste (O), noroeste (NO), nornoroeste (NNO) y noreste (NE), tal y como se muestra en la rosa de concentración.

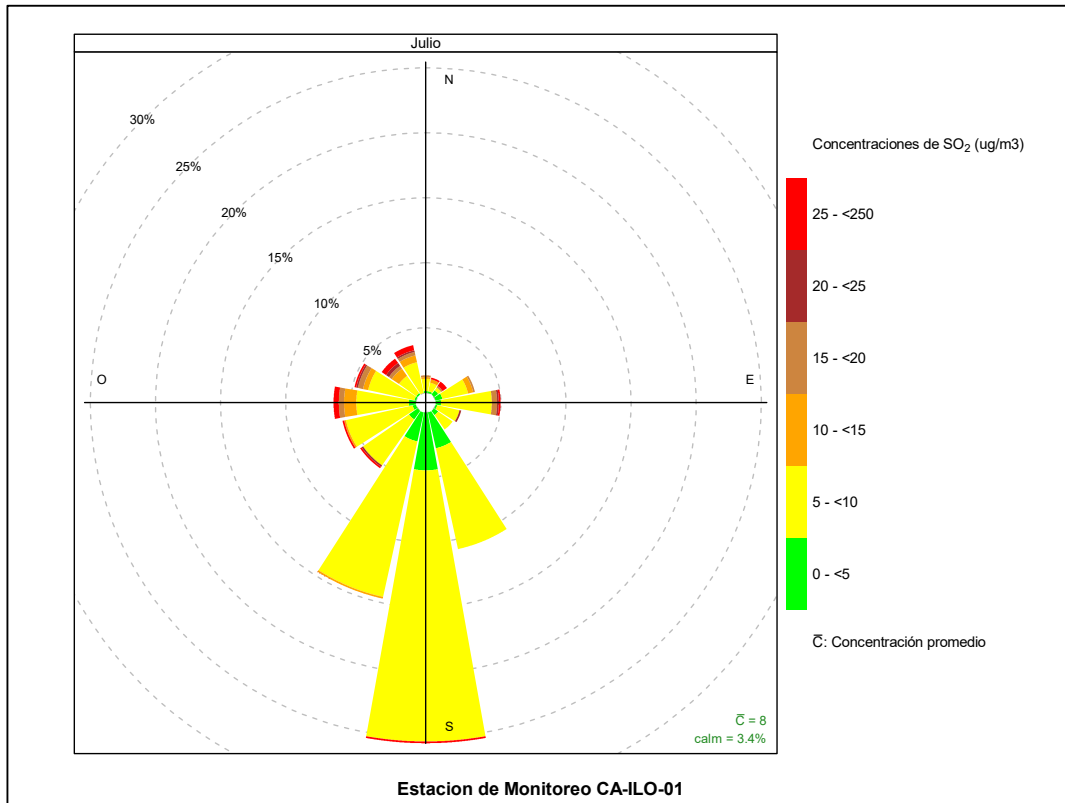


Figura 3.8.13. Rosa de concentración del SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, julio de 2023

En la estación CA-ILO-02, se observa, que en la dirección predominante del suroeste (SO), el 0,3% de los vientos caen en el rango del 50 a 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el 7,3% de los vientos caen en el rango del 5 a 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y así también, el 4,0% 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 de menor predominancia como el oestenoroeste (ONO) y el este (E).

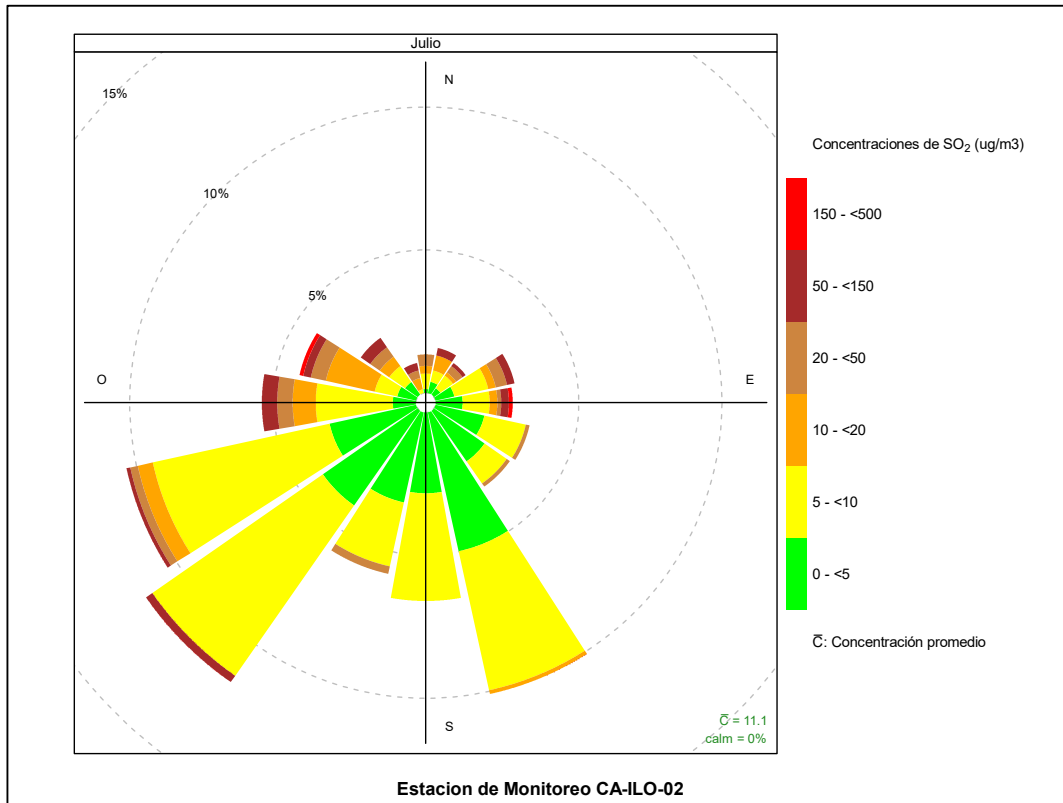


Figura 3.8.14. Rosa de concentración del SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, julio de 2023

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que, en la dirección de mayor predominancia el sursureste (SSE), el 0,1% de los vientos coinciden con las concentraciones en el rango de 30 a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, así mismo el 0,1% de los vientos coinciden con las concentraciones en el rango de 20 a 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el 0,1% de los vientos coinciden con las concentraciones en el rango de 10 a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el 34,3% 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 oeste (O), noroeste (NNO), este (E) y noreste (NE), direcciones con baja presencia de vientos.

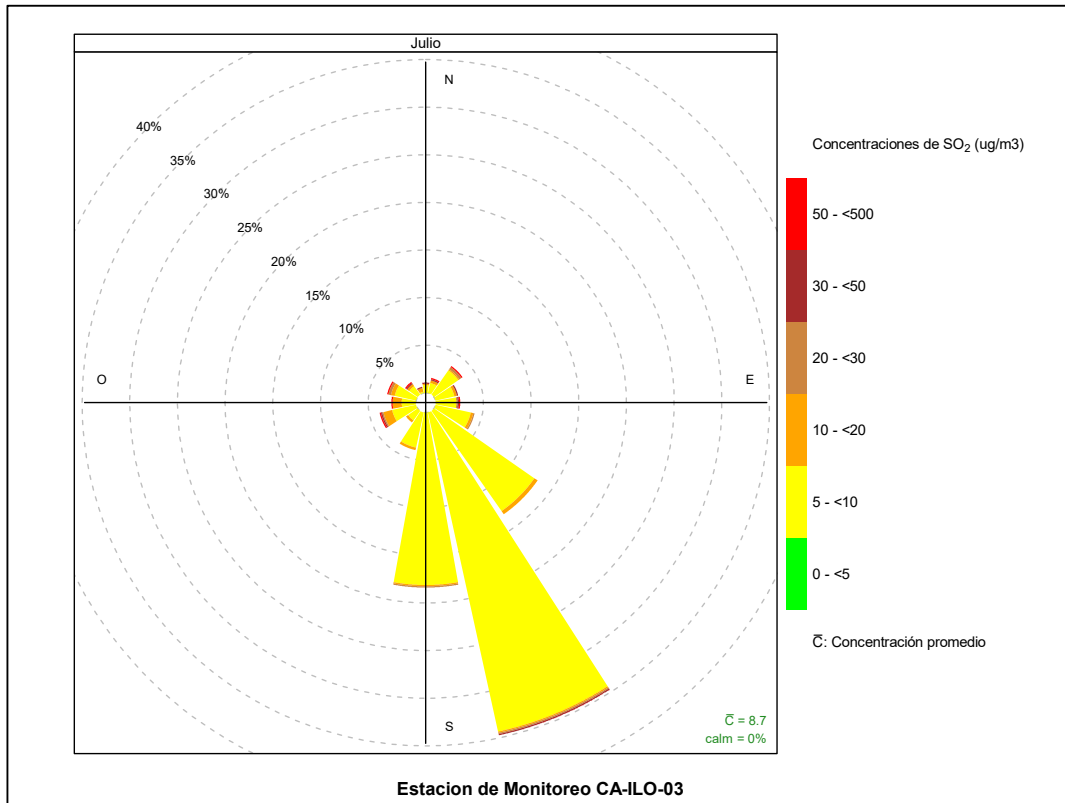


Figura 3.8.15. Rosa de concentración del SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, julio de 2023

En las Figuras 3.8.16, 3.8.17 y 3.8.18 se presentan las rosas de concentraciones horarias de SO₂ de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de julio 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 11:00 horas. Cabe mencionar que los vientos en ese intervalo de horario provienen de diversas direcciones, mayormente oeste (O), oestenoeste (ONO), nornoroeste (NNO) y noroeste (NO).

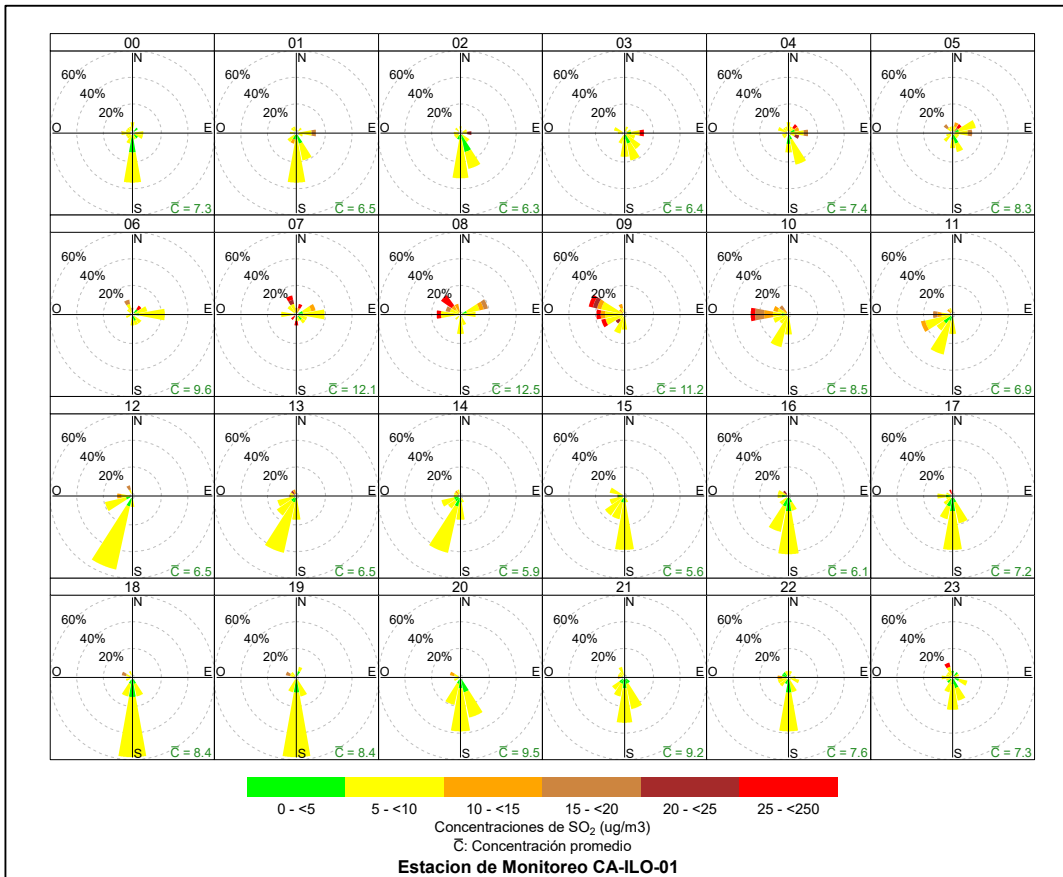


Figura 3.8.16. Rosa de concentración horaria del SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, julio de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que hay una mayor presencia de altas concentraciones durante el horario nocturno y durante la mañana desde las 6:00 hasta las 10:00 horas. Cabe mencionar que los vientos, en ese horario, vienen desde el oeste (O), oestenoroeste (ONO), oestesuroeste (OSO) y nornoreste (NNE).

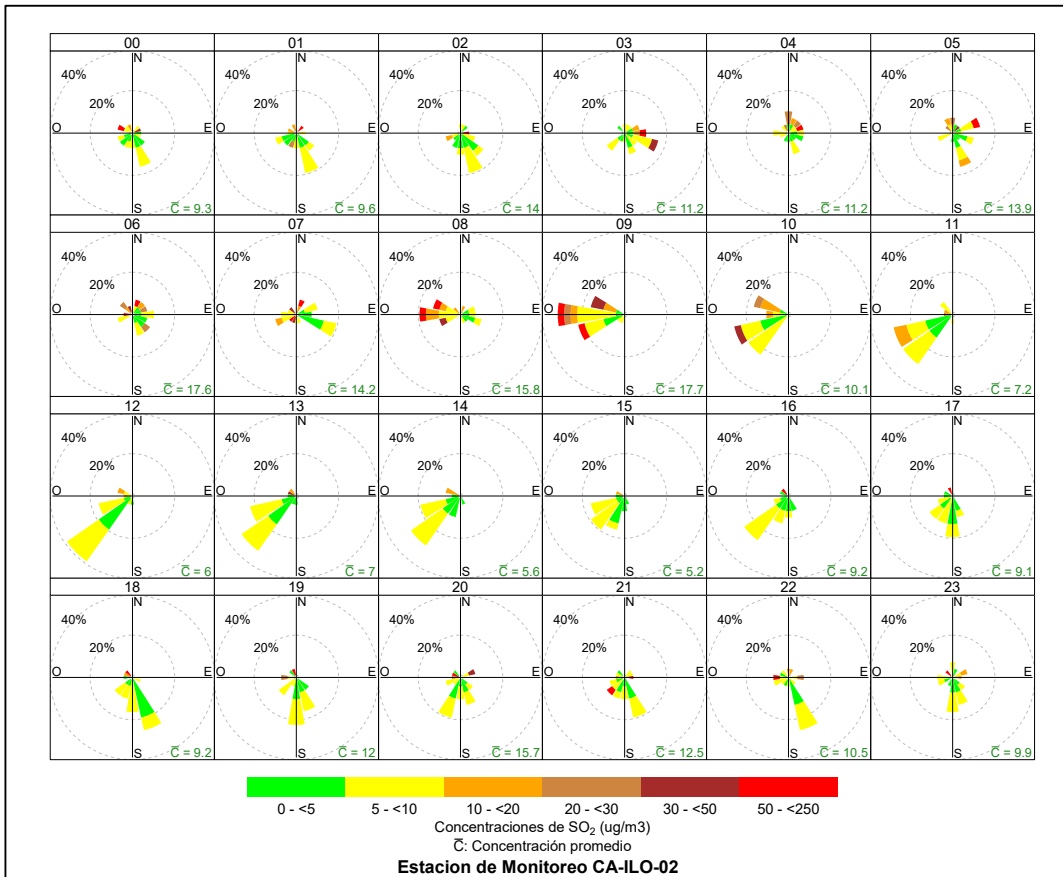


Figura 3.8.17. Rosa de concentración horaria del SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, julio de 2023

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que normalmente las concentraciones en el rango de 0 a 10 µg/m³ coinciden con los vientos provenientes de sur (S), sursureste (SSE) y sureste (SE).

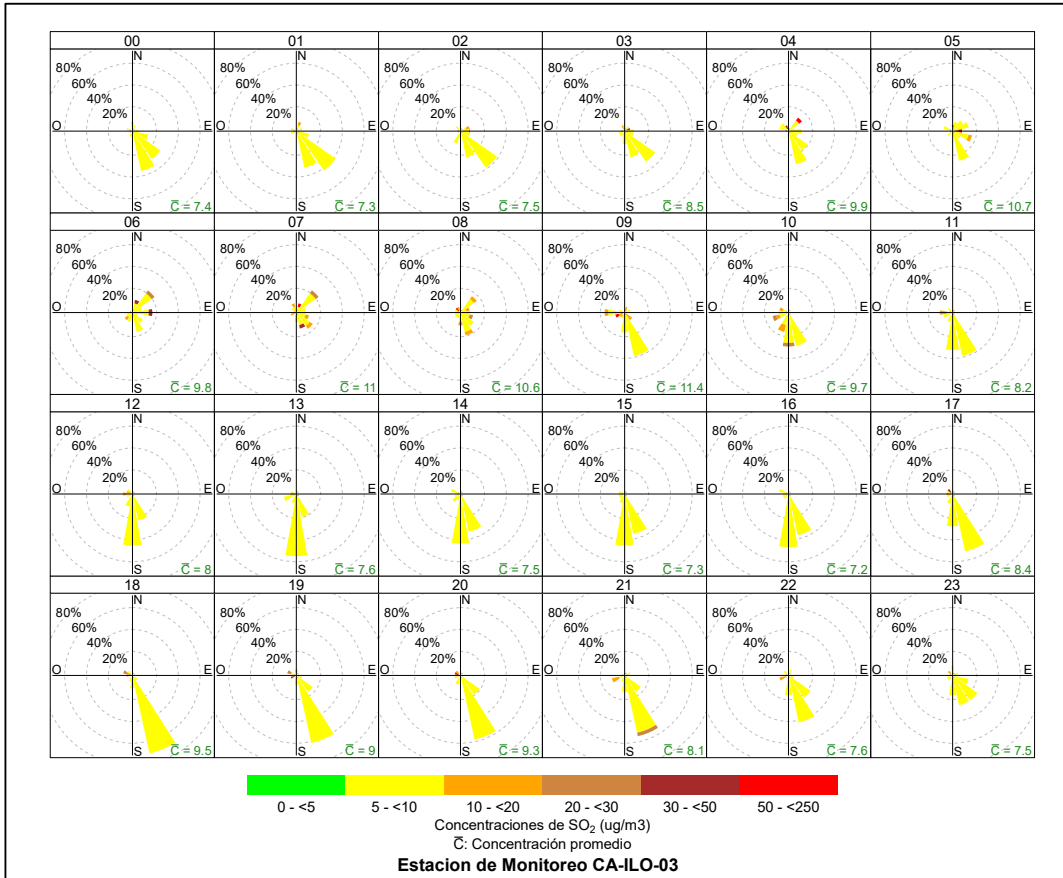


Figura 3.8.18. Rosa de concentración horaria del SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, julio de 2023

3.8.4 Sulfuro de hidrogeno (H₂S)

En las Figuras 3.8.19, 3.8.20 y 3.8.21 se presentan las rosas de concentraciones de H₂S de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de julio de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observa que el 0,1% de los vientos que vienen desde la dirección predominante del sur (S) coinciden en el rango de 10 a 15 µg/m³, el 12,5 % de los vientos que provienen del sur coinciden con el rango de 5 a 10 µg/m³ y el 13,1 % de los vientos que provienen del sur coinciden con el rango de 0 a 5 µg/m³. Cabe mencionar que las concentraciones mayores a 25 µg/m³ aparece en la dirección con menos presencia de vientos, noroeste (NO).

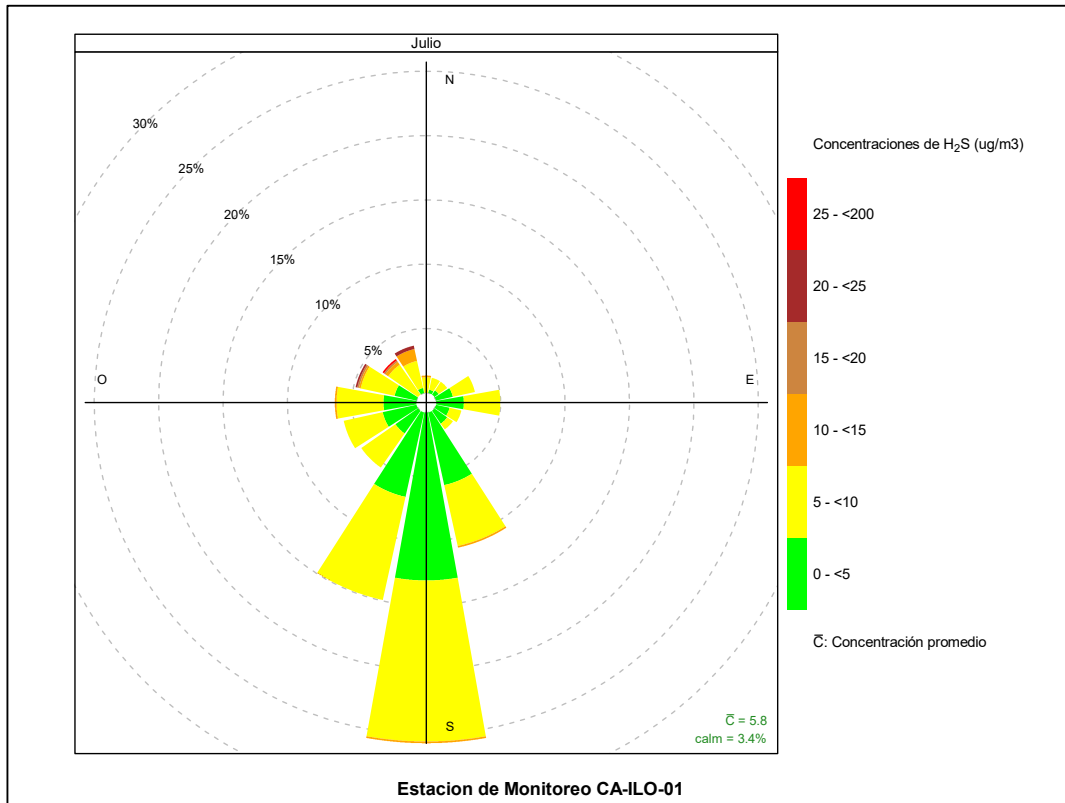


Figura 3.8.19. Rosa de concentración del H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-01, julio de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que el 0,1% de los vientos que vienen desde la dirección predominante suroeste (SO) coinciden con el rango de concentraciones de 20 a 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el 0,3% de los vientos que vienen de la dirección suroeste (SO) coinciden con el rango de 10 a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el 10,4% de los vientos que vienen de la dirección suroeste (SO) coinciden con el rango de 5 a 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el 5,1% de los vientos que vienen de la dirección suroeste (SO) coinciden con el rango de 0 a 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Cabe mencionar que las concentraciones mayores a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ coinciden con los vientos de menor predominancia que provienen del noroeste (NO), oestenoroste (ONO) y nornoroeste (NNO).

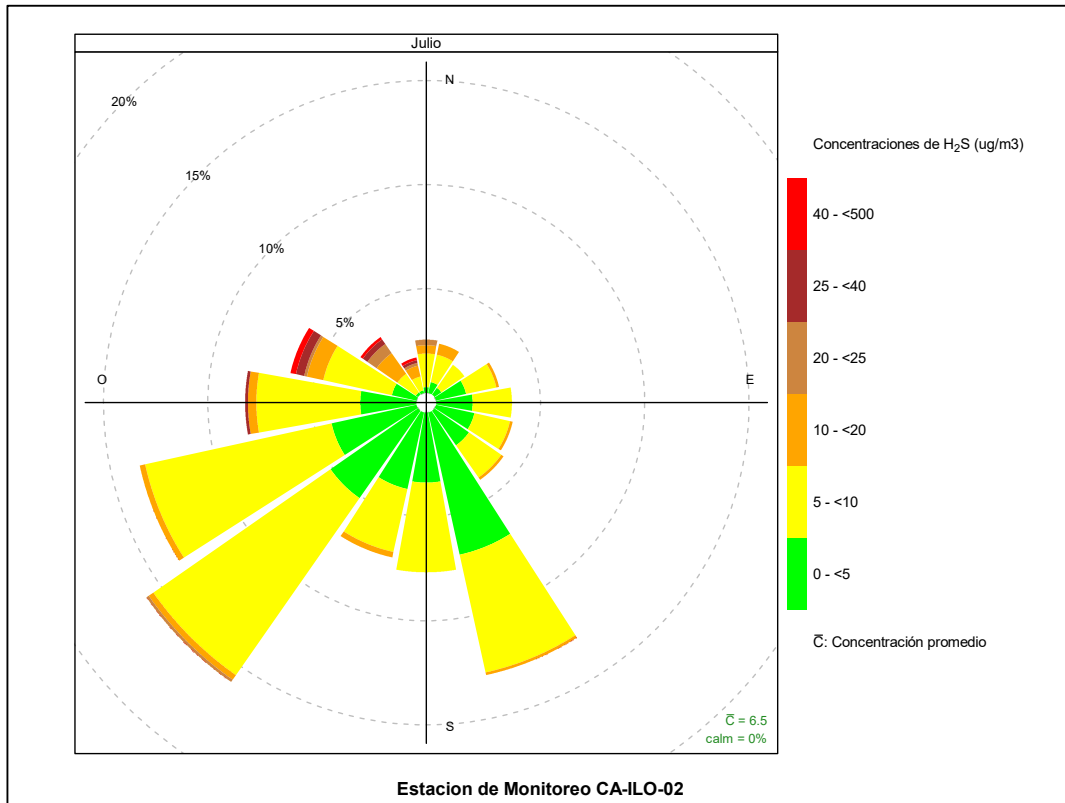


Figura 3.8.20. Rosa de concentración del H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-02, julio de 2023

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que el 0,1% de los vientos provienen de la dirección predominante del sursureste (SSE) y coinciden con el rango de concentraciones de H₂S de 5 a 10 µg/m³ y el 34,9% de los vientos provienen de la dirección del sursureste (SSE) y coinciden con el rango de concentraciones de H₂S de 0 a 5 µg/m³.

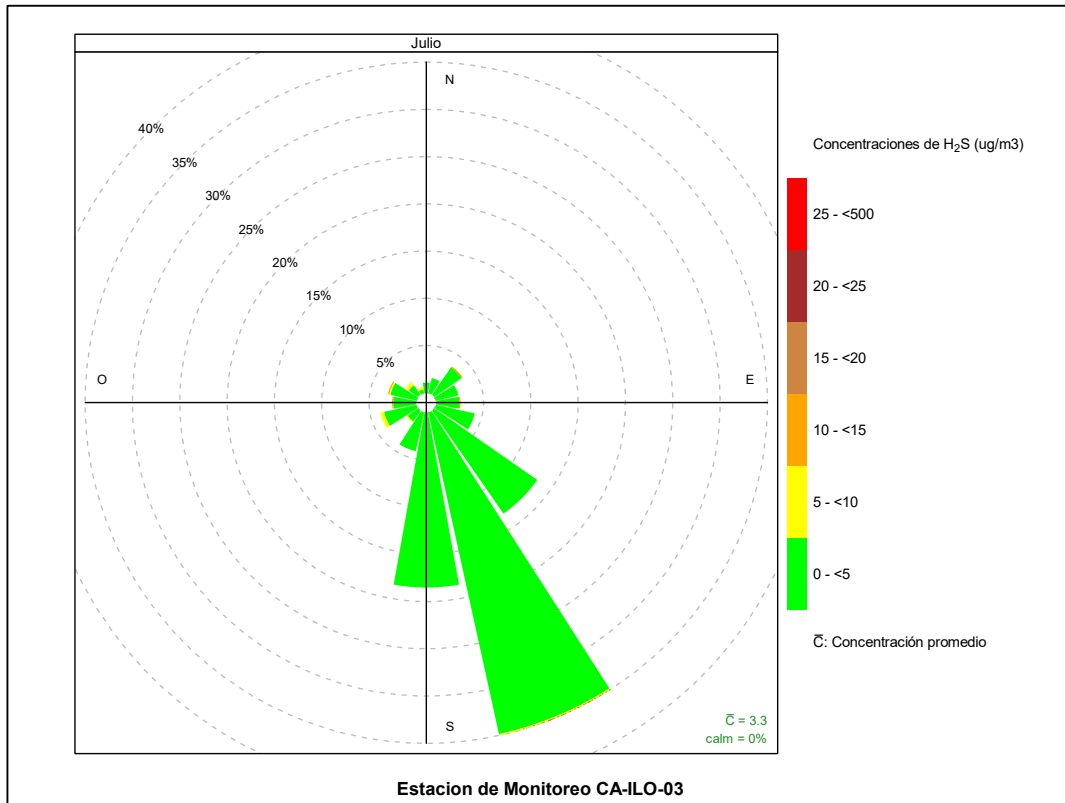


Figura 3.8.21. Rosa de concentración del H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-03, julio de 2023

En las Figuras 3.8.22, 3.8.23 y 3.8.24 se presentan las rosas de concentraciones horarias de H₂S de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de julio de 2023.

En la estación CA-ILO-01, se observa que, las direcciones predominantes sur (S), sursuroeste (SSO) y sursureste (SSE) coinciden en su mayoría, con rangos bajos de 0 a 10 µg/m³.

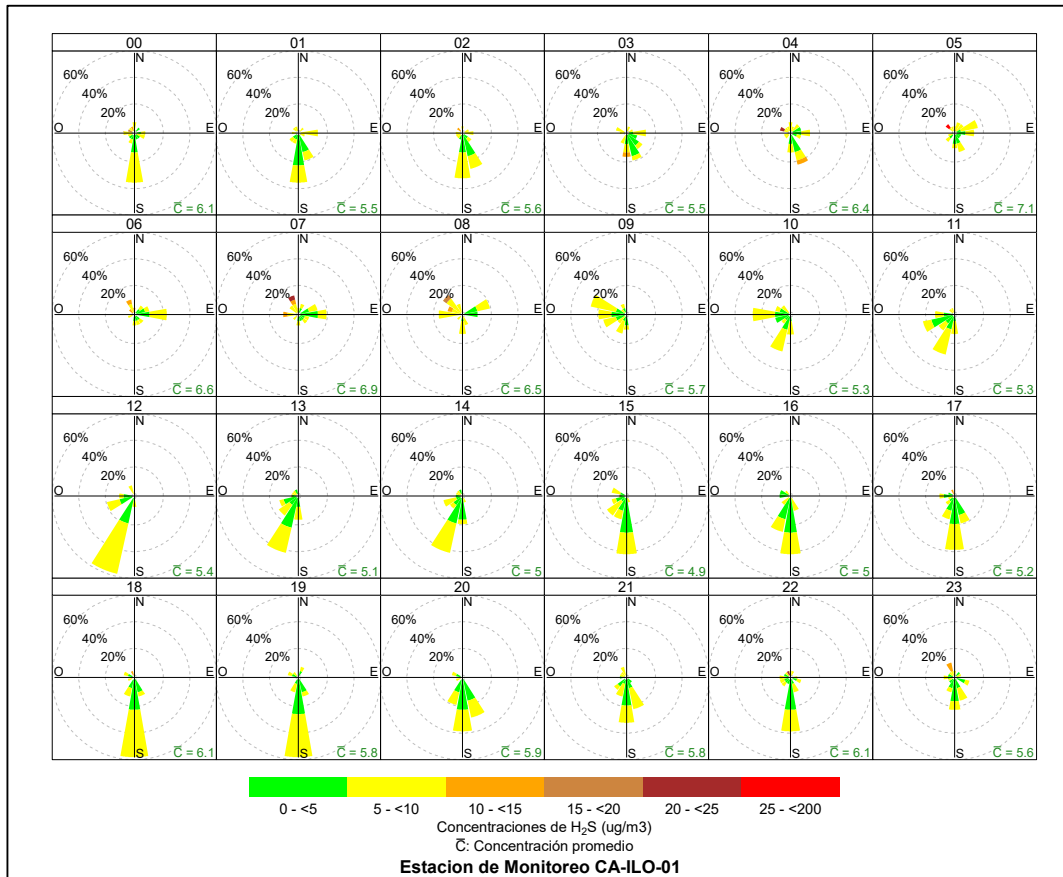


Figura 3.8.22. Rosa de concentración horaria del H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-01, julio de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que las concentraciones mayores a 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de H₂S se presentan entre las 5:00 y 8:00 horas, y coinciden normalmente con los vientos provenientes del noroeste (NO), oestenoeste (ONO) y oeste (O).

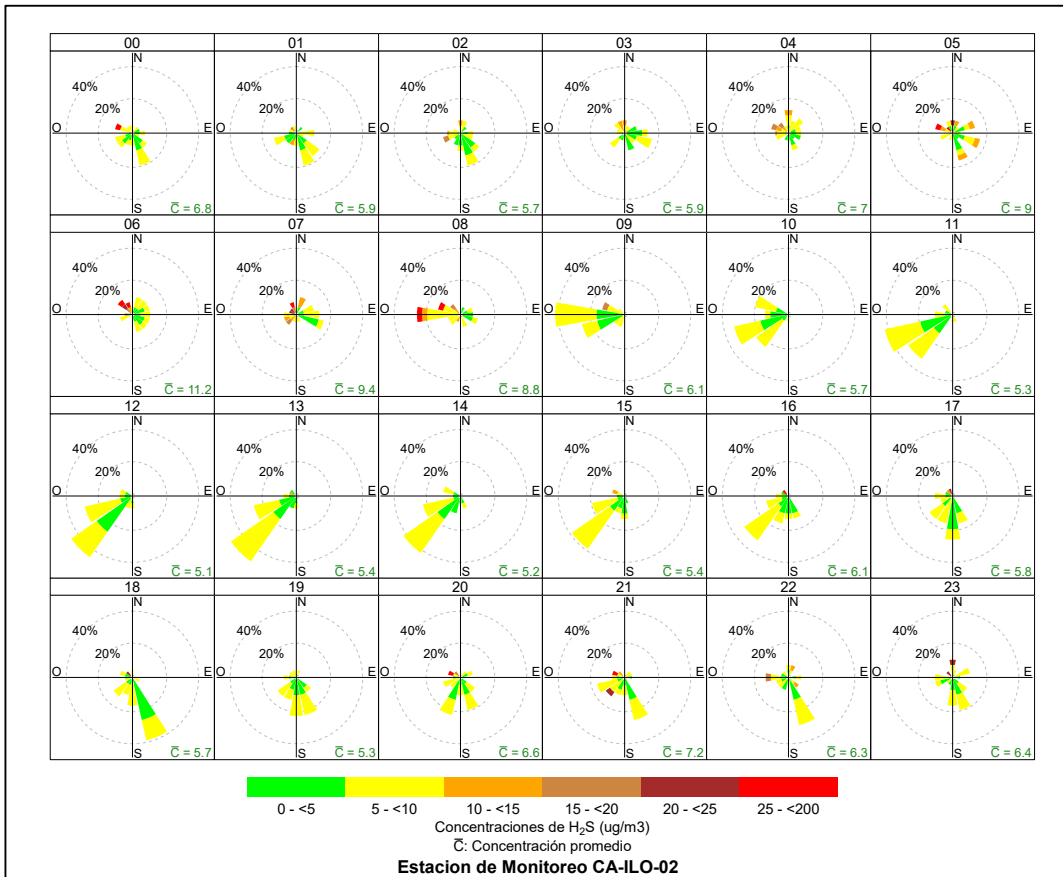


Figura 3.8.23. Rosa de concentración horaria del H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-02, julio de 2023

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que las concentraciones de H₂S en el rango de 0 a 5 µg/m³ 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). Cabe mencionar que a las 7:00 horas se observan concentraciones en el rango de 10 a 15 µg/m³, coincidentes con los vientos que provienen del noreste (NE).

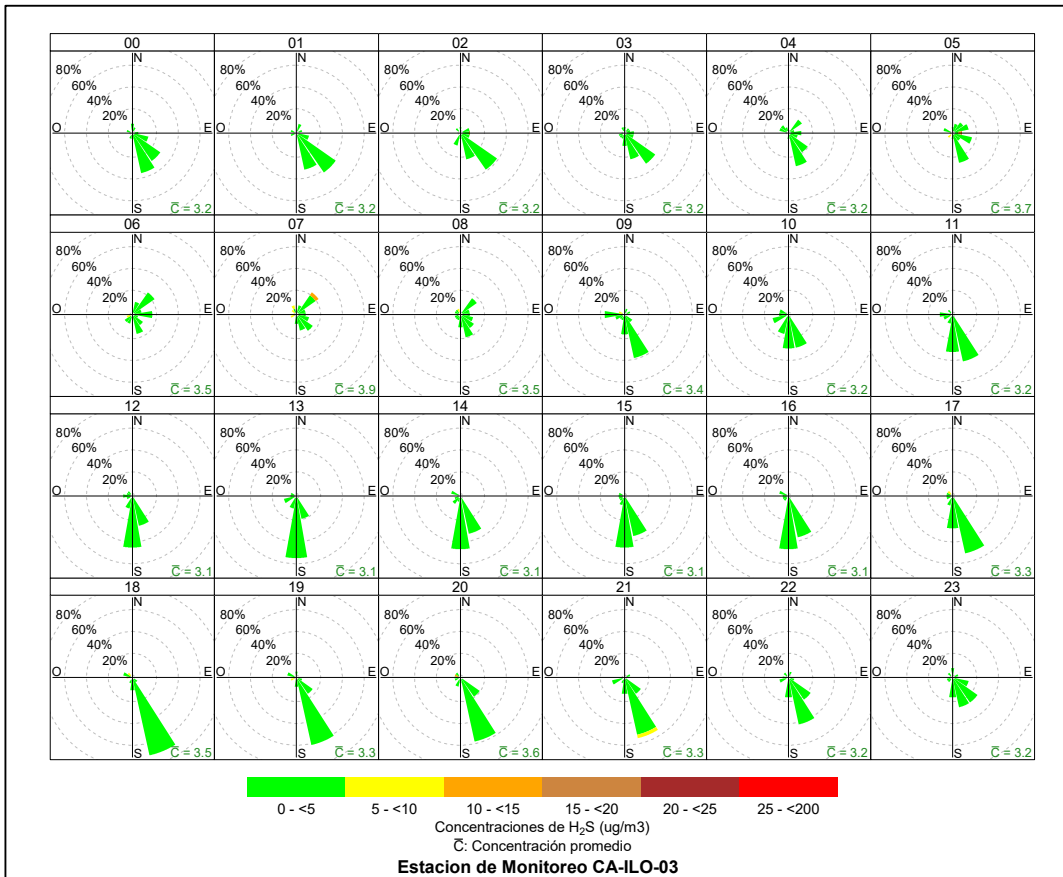


Figura 3.8.24. Rosa de concentración horaria del H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-03, julio de 2023

3.8.5 Dióxido de nitrógeno (NO₂)

En las Figuras 3.8.25 y 3.8.26 se presentan las rosas de concentraciones de NO₂ de las estaciones de monitoreo CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de julio de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que el 0,4% de los vientos, provienen de la dirección predominante suroeste (SO) y coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 10 a 15 µg/m³, el 7,0% de los vientos provienen del suroeste (SO) y coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 5 a 10 µg/m³ y el 3,8% de los vientos provienen del suroeste (SO) y coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 0 a 5 µg/m³.

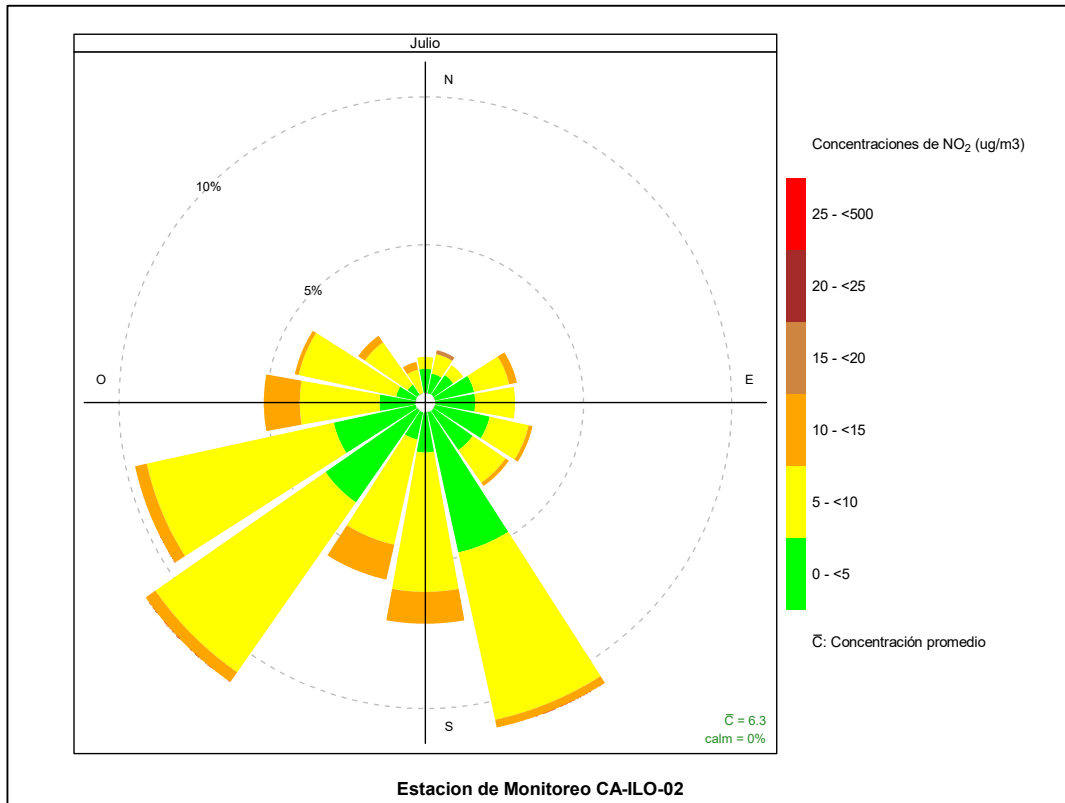


Figura 3.8.25. Rosa de concentración del NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, julio de 2023

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que, el 0,3% de los vientos, provienen de la dirección predominante sursureste (SSE) y coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 15 a 20 µg/m³, el 0,9% de los vientos provienen del sursureste (SSE) y coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 10 a 15 µg/m³, el 11,8% de los vientos provienen del sursureste (SSE) y coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 5 a 10 µg/m³ y el 21,6% de los vientos provienen del sursureste (SSE) y coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 0 a 5 µg/m³.

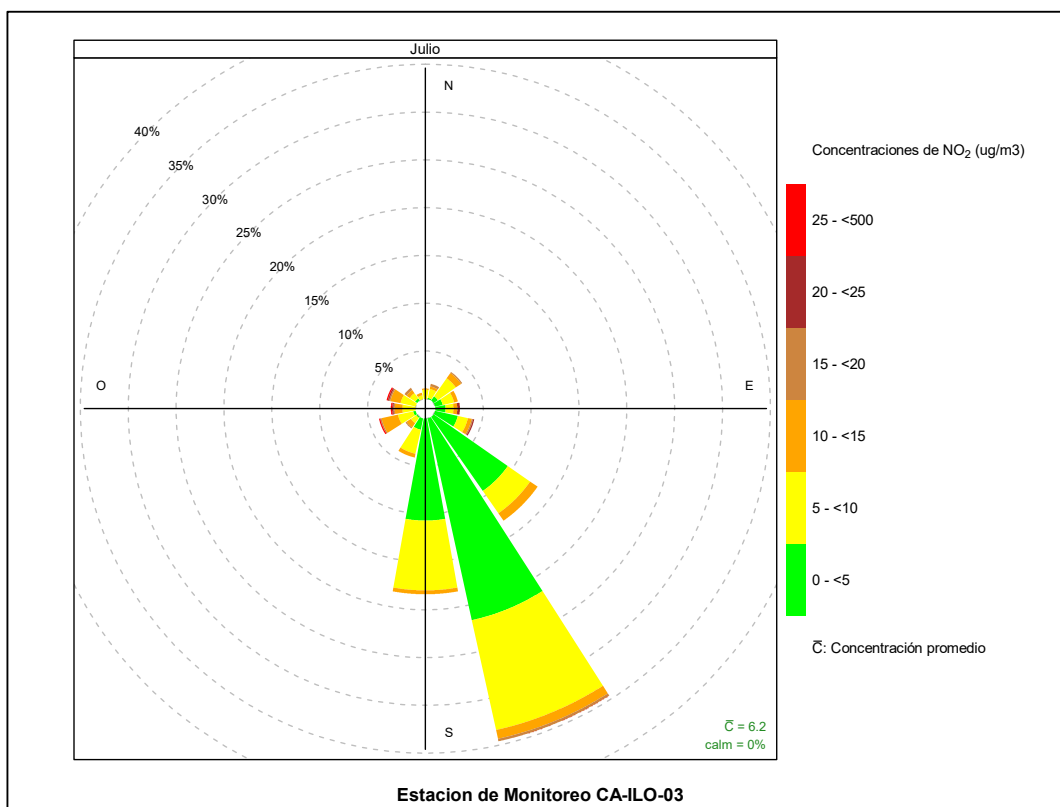


Figura 3.8.26. Rosa de concentración del NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, julio de 2023

En las Figuras 3.8.27 y 3.8.28 se presentan las rosas de concentraciones horarias de NO₂ de las estaciones de monitoreo CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de julio de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que las concentraciones de NO₂ en el rango de 10 a 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, suceden en las mañanas en el intervalo de 6:00 a 9:00 horas y por la tarde entre las 16:00 y 20:00 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) y sursuroeste (SSO).

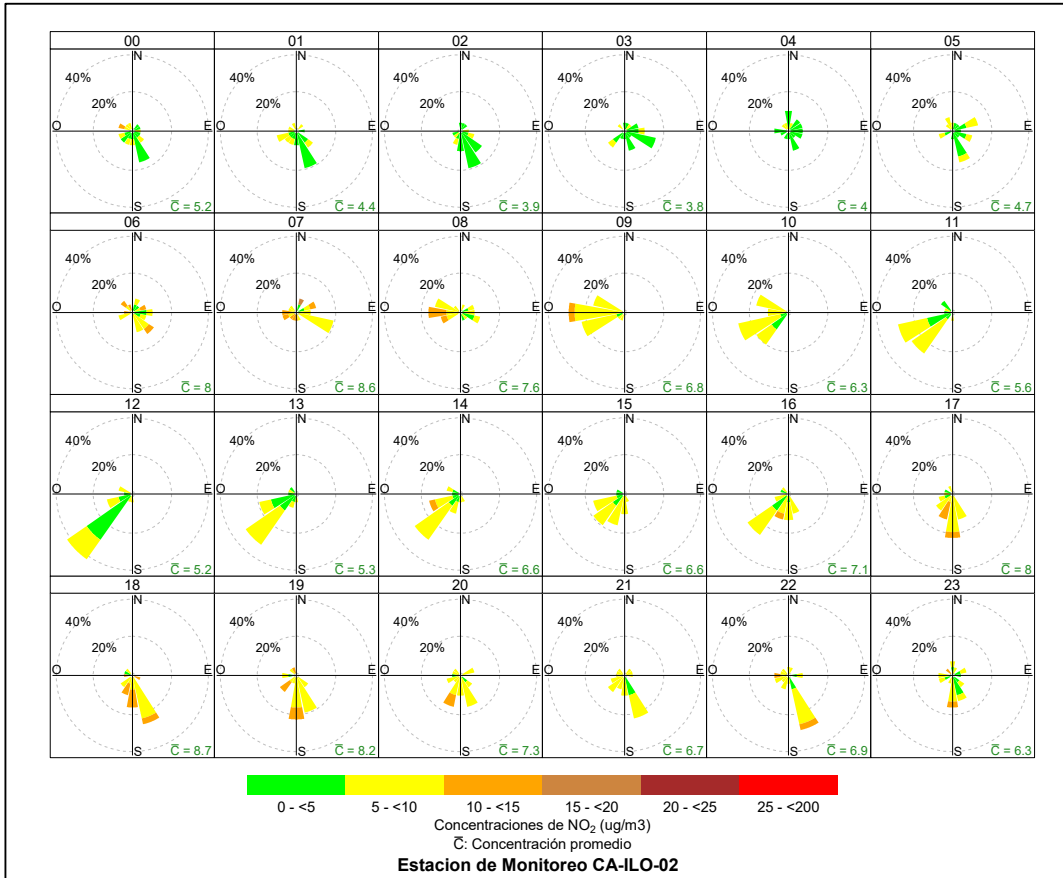


Figura 3.8.27. Rosa de concentración horaria del NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, julio de 2023

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que, las concentraciones de NO₂ en el rango de 15 a 20 µg/m³, durante las mañanas, suceden entre las 6:00 y 9:00 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), sursureste (SSE) y oeste (O).

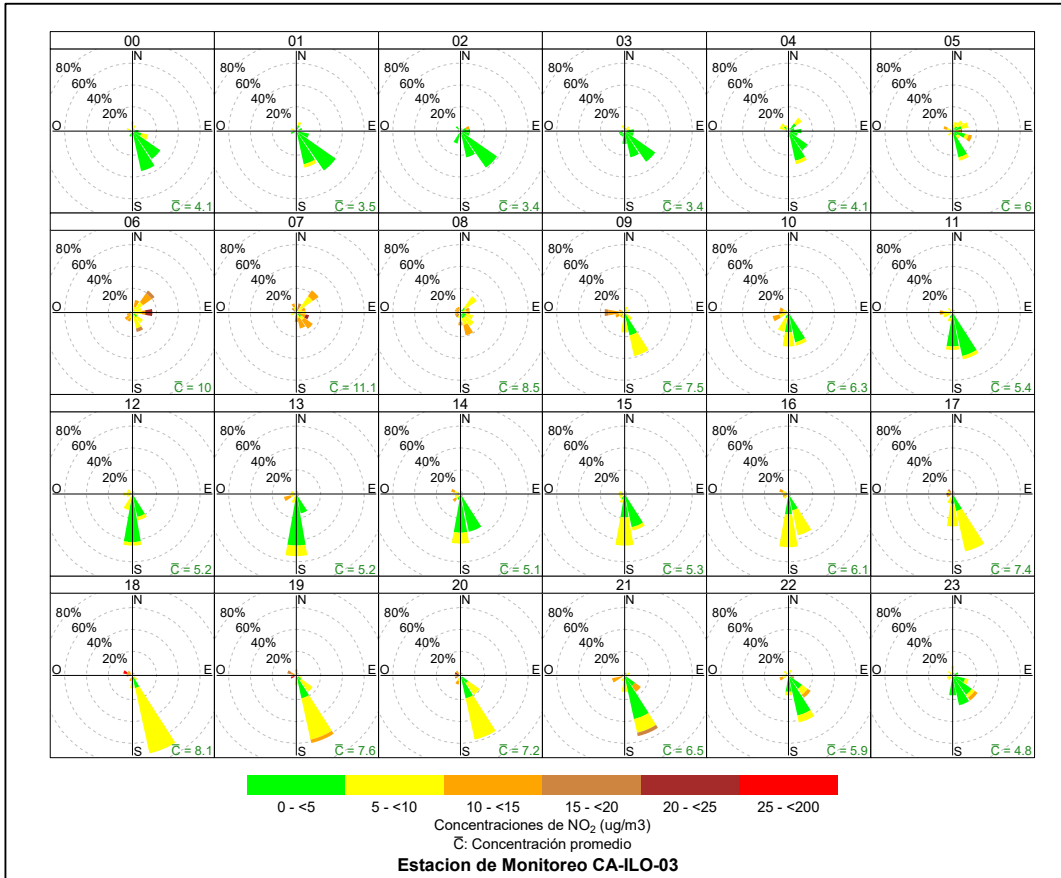


Figura 3.8.28. Rosa de concentración horaria del NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, julio de 2023

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 julio de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observa que el 0,8% 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 20,2% 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 4,6% 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

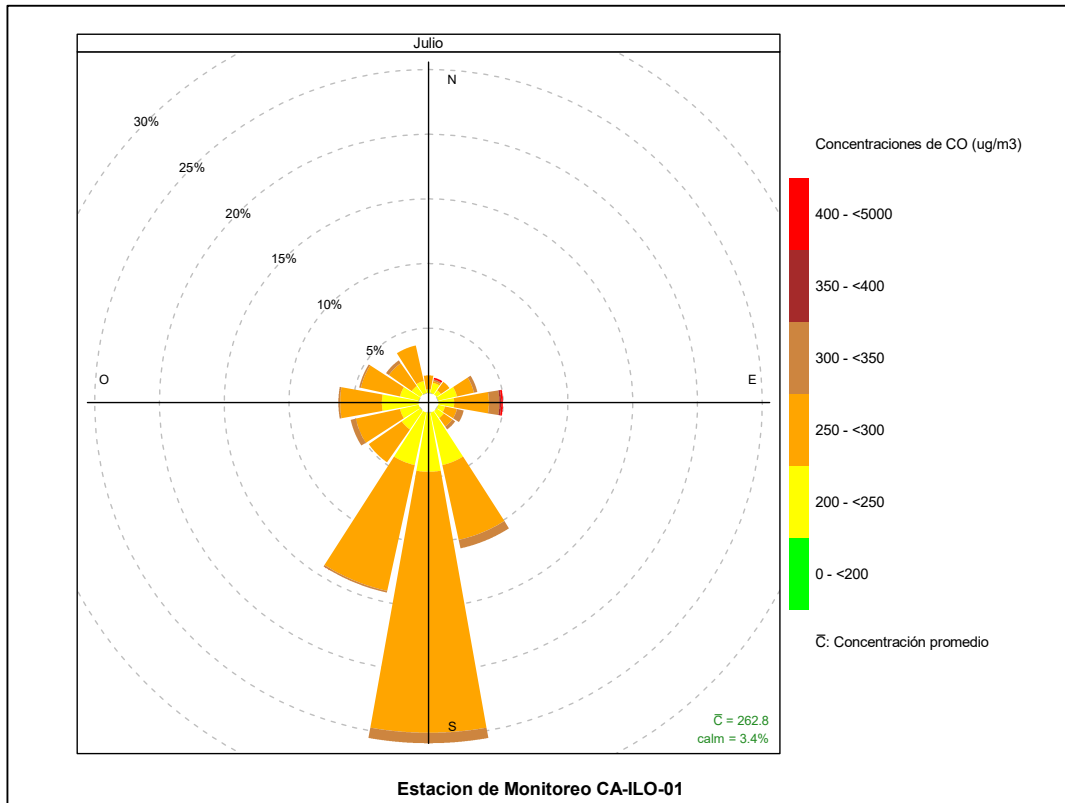


Figura 3.8.29. Rosa de concentración del CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, julio de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que el 1,2% de los vientos provienen de la dirección predominante suroeste (SO) y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 250 hasta 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, se observa que el 13,1% de los vientos provienen de la dirección suroeste (SO) y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 200 hasta 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el 1,1% de los vientos provienen de la dirección suroeste (SO) y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 0 hasta 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

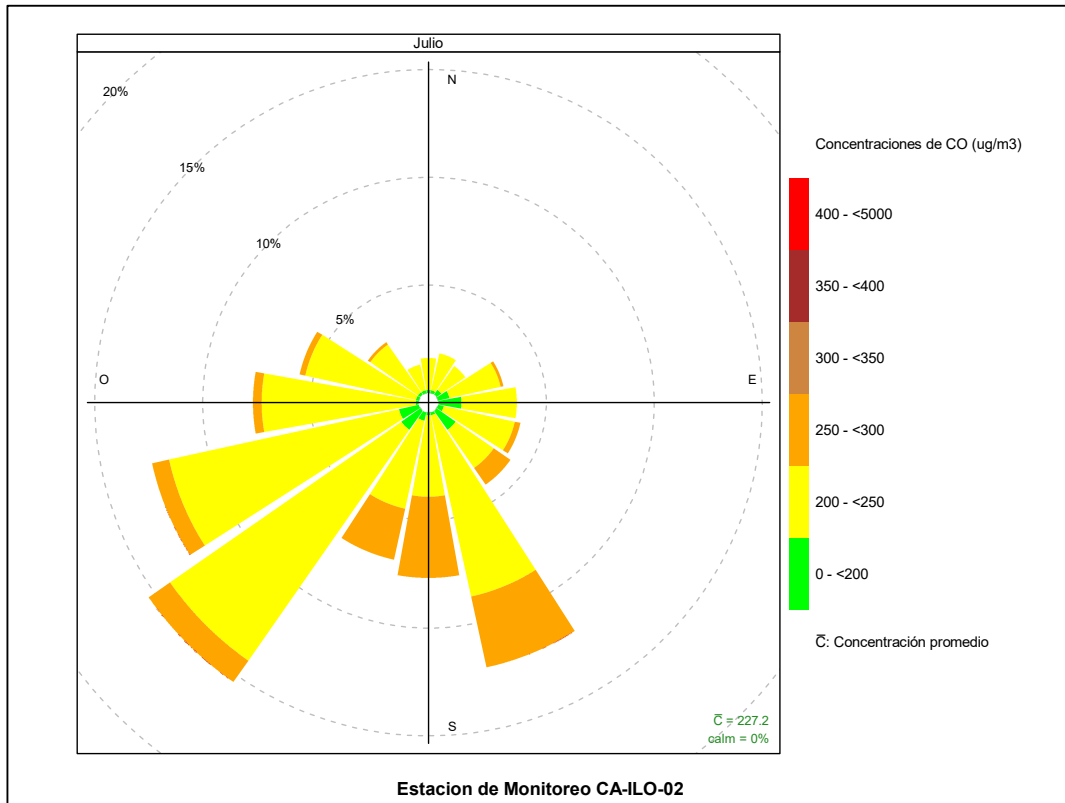


Figura 3.8.30. Rosa de concentración del CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, julio de 2023

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 a su vez coinciden con valores de concentración de CO mayores a $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se observa que el 0,4% de los vientos provienen de la dirección 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 7,8% 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 23,5% 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 2,7% de los vientos provienen de la dirección sursureste (SSE) y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 200 hasta $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

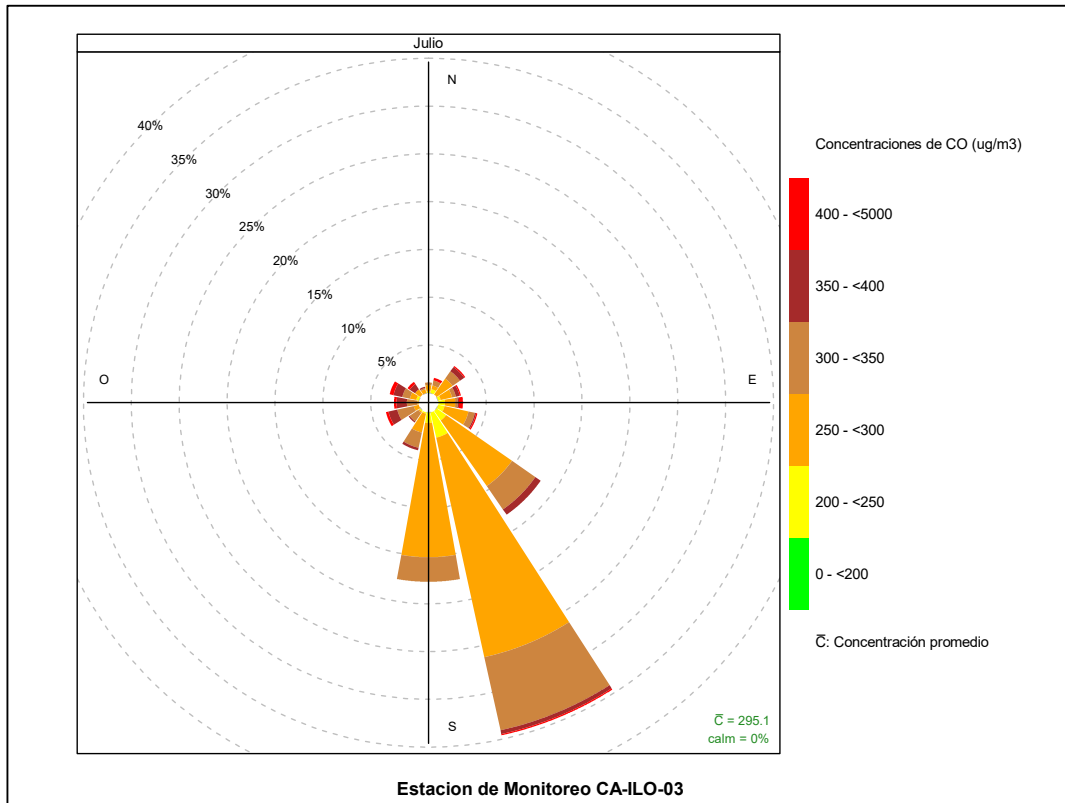


Figura 3.8.31. Rosa de concentración del CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, julio de 2023

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 julio 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) y de las 17:00 a 19:00 horas (con vientos provenientes del sur), siendo las fuentes entre otras, el tráfico vehicular de la zona.

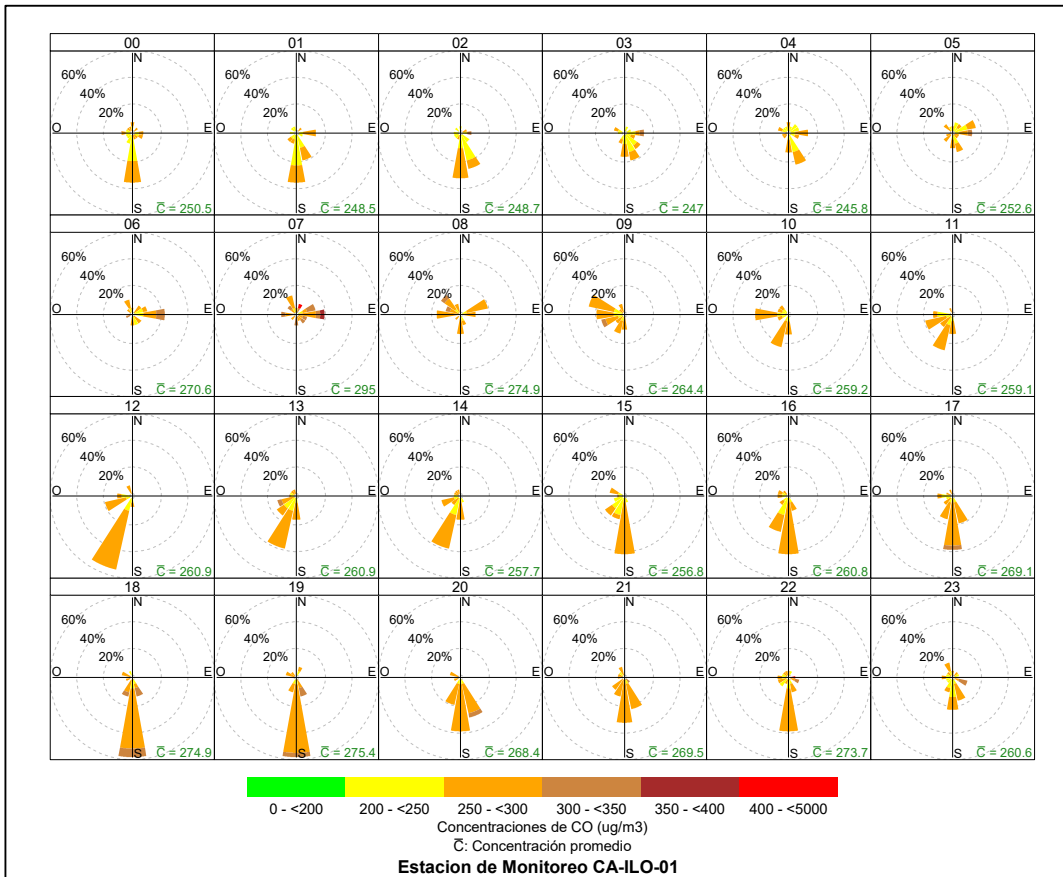


Figura 3.8.32. Rosa de concentración horaria del CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, julio de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observan concentraciones altas en varios momentos del día y noche, destacando los intervalos de alrededor de las 7:00 horas (con vientos desde el esteseeste) y de las 17:00 a 22:00 horas (con vientos provenientes del sur y sursureste), siendo las fuentes entre otras, el tráfico vehicular de la zona.

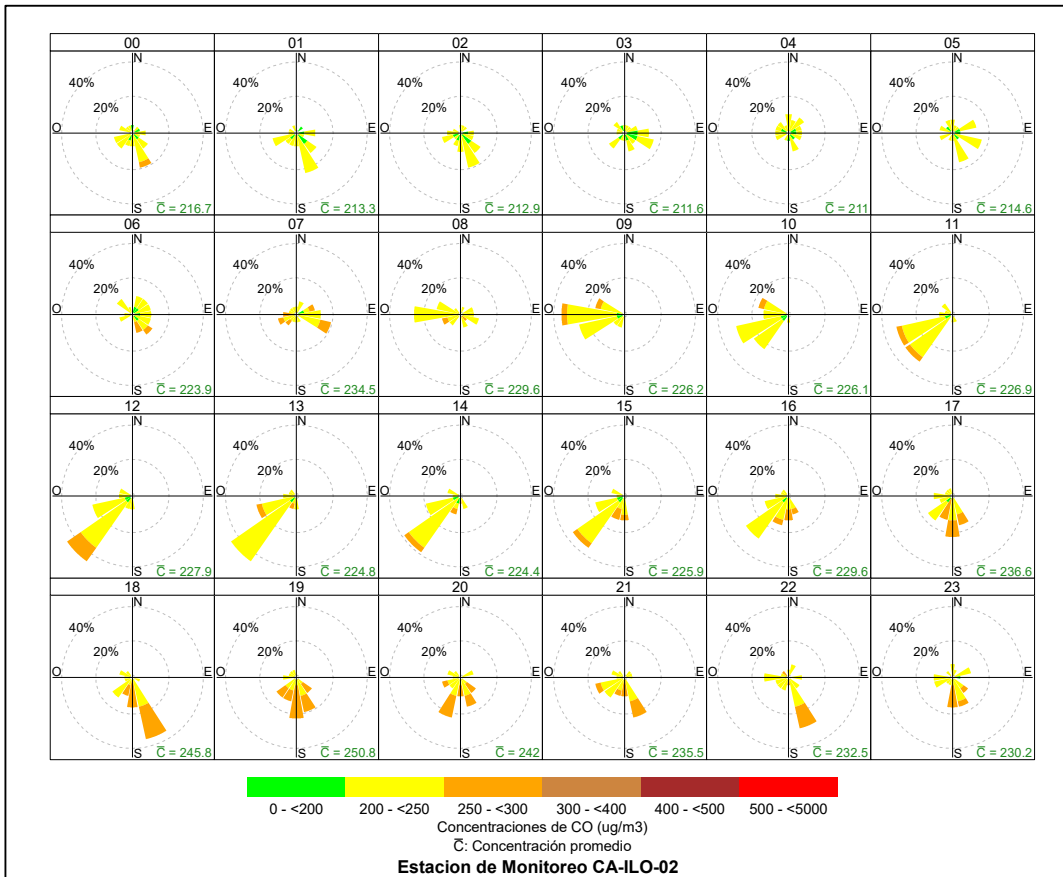


Figura 3.8.33. Rosa de concentración horaria del CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, julio de 2023

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observan mayores concentraciones de CO durante la mañana entre las 6:00 y 7:00 horas aproximadamente, en la dirección predominante del noreste (NE).

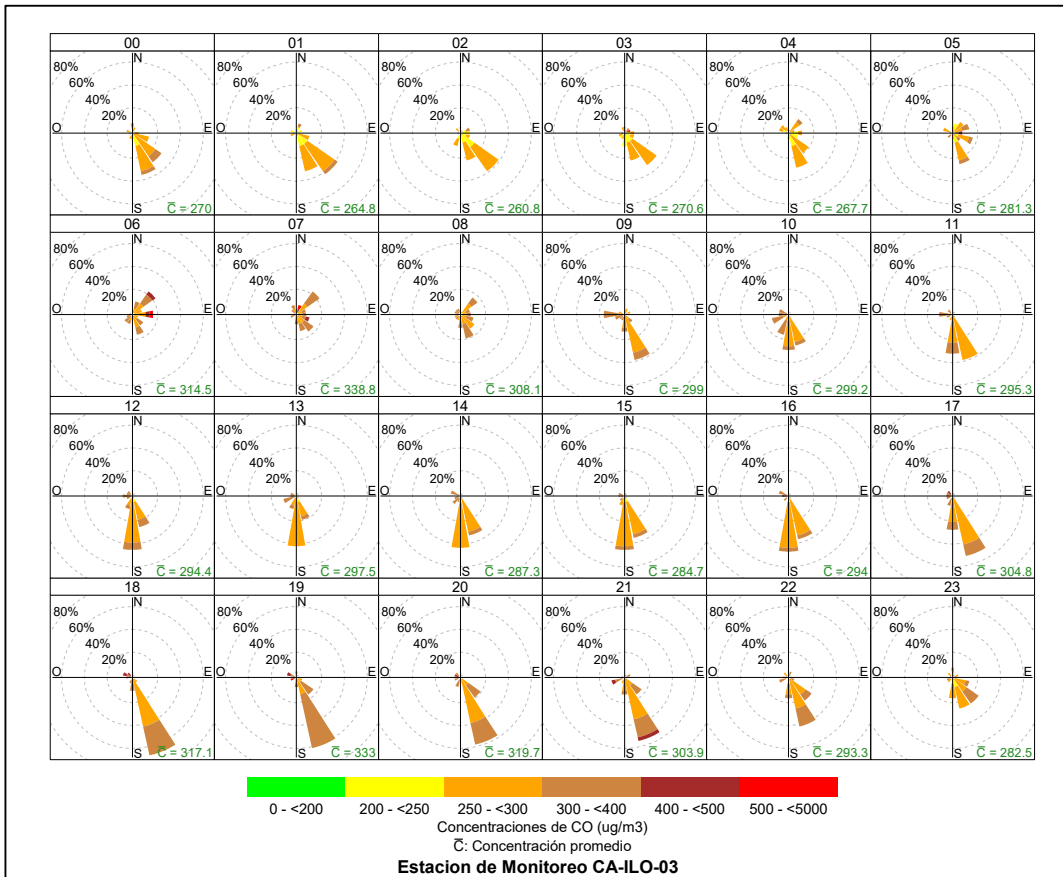


Figura 3.8.34. Rosa de concentración horaria del CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, julio de 2023

3.9 Comportamiento temporal

3.9.1 Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM_{2,5})

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_{2,5}, para las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de julio.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los días domingos se registraron las mayores concentraciones de PM_{2,5}, según la validación de los datos se comprueba que los días domingos 02, 09, 16 y 23 de julio se registraron picos de valores. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de PM_{2,5} tienen valores elevados alrededor de las 7:00 horas y de las 23:00 horas.

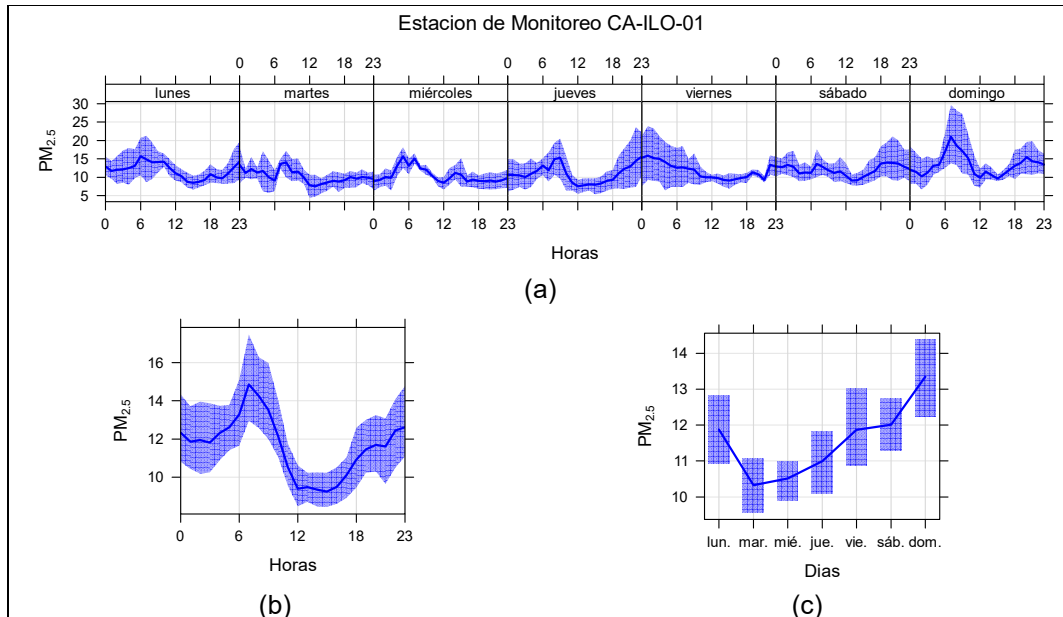


Figura 3.9.1. Concentraciones promedio horarias de $PM_{2.5}$ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de julio de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los domingos y lunes se registraron las mayores concentraciones de $PM_{2.5}$, según la validación de los datos se comprueba que los días domingo 02, 23 y lunes 24 de julio 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, 9:00 horas y de las 22:00 horas.

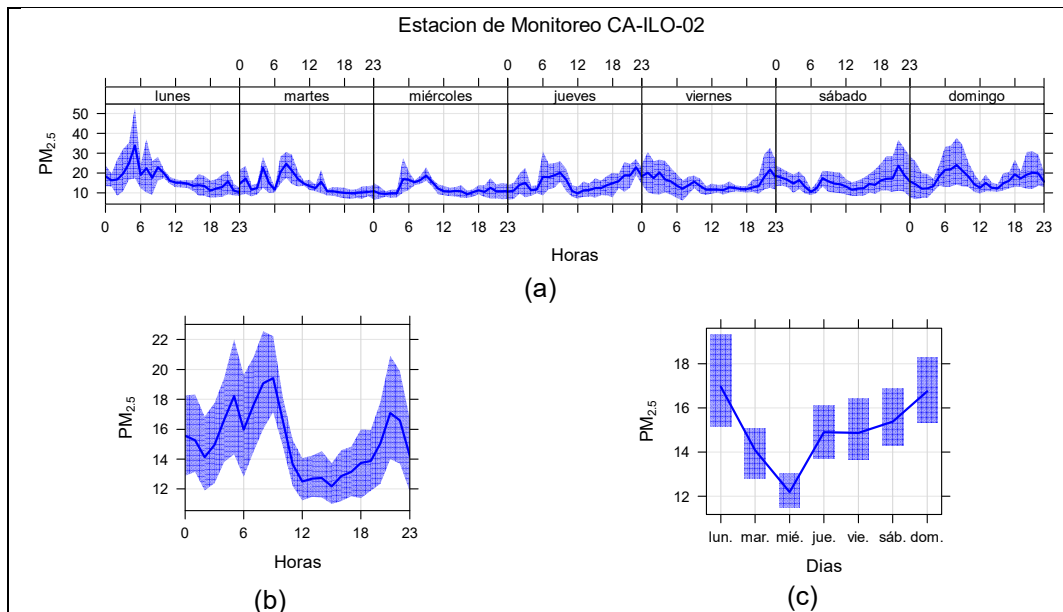


Figura 3.9.2. Concentraciones promedio horarias de $PM_{2.5}$ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de julio de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-03, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los sábados y domingos se registraron las mayores concentraciones de $PM_{2.5}$, según la validación de los datos se comprueba que los días domingos 02, 16, 23 y sábado 01 de julio 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 a las 7:00 horas, 9:00 horas y 19:00 horas.

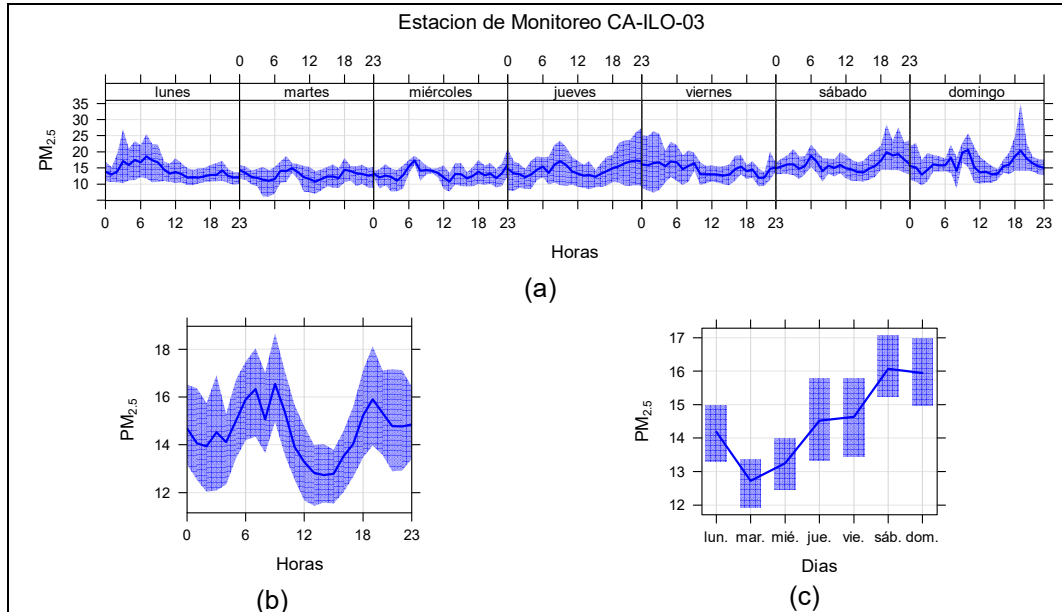


Figura 3.9.3. Concentraciones promedio horarias de $PM_{2.5}$ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de julio de 2023

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 julio.

En la estación CA-ILO-01, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los días domingo y lunes se registraron las mayores concentraciones de PM_{10} . Según la validación de los datos se comprueba que los días domingo 23 y lunes 24 de julio 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.

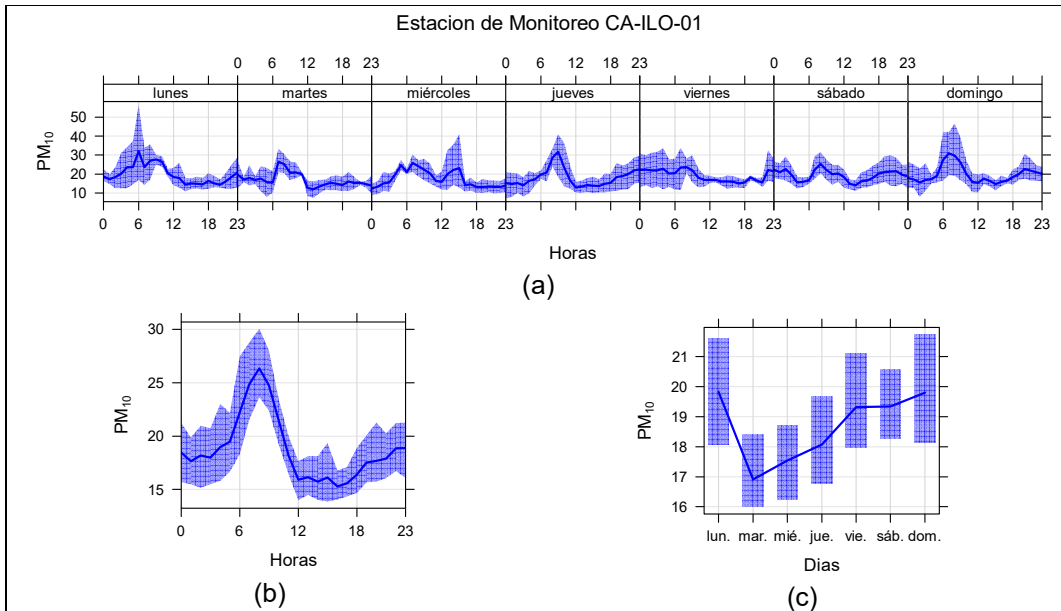


Figura 3.9.4. Concentraciones promedio horarias de PM_{10} en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de julio de 2023

En la estación CA-ILO-02, la representación gráfica 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 el día lunes 24 de julio 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 9:00 horas.

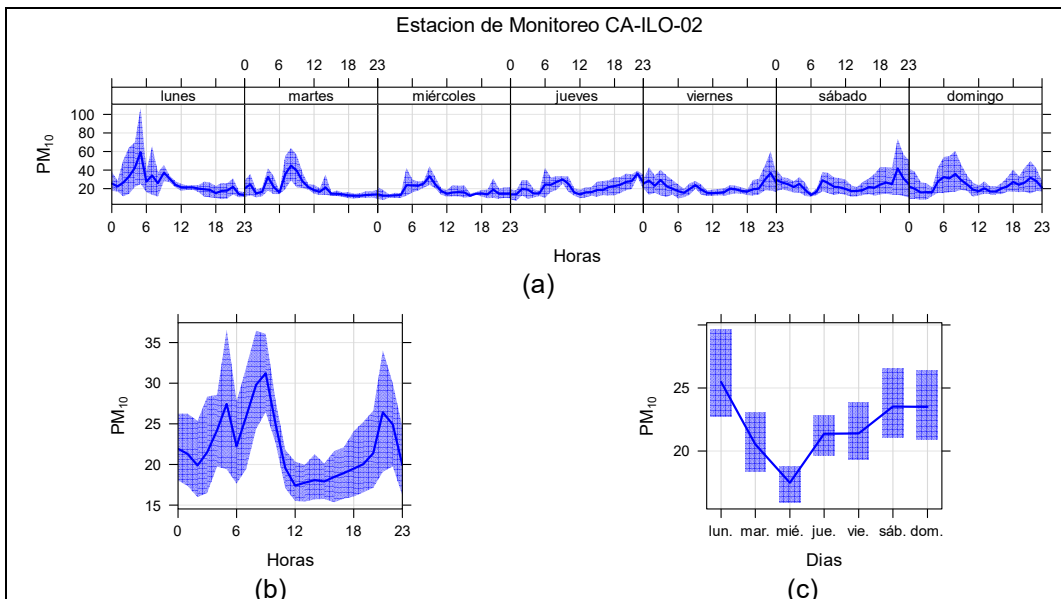


Figura 3.9.5. Concentraciones promedio horarias de PM_{10} en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de julio de 2023

En la estación CA-ILO-03, la representación 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 día sábado 01 de julio 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.

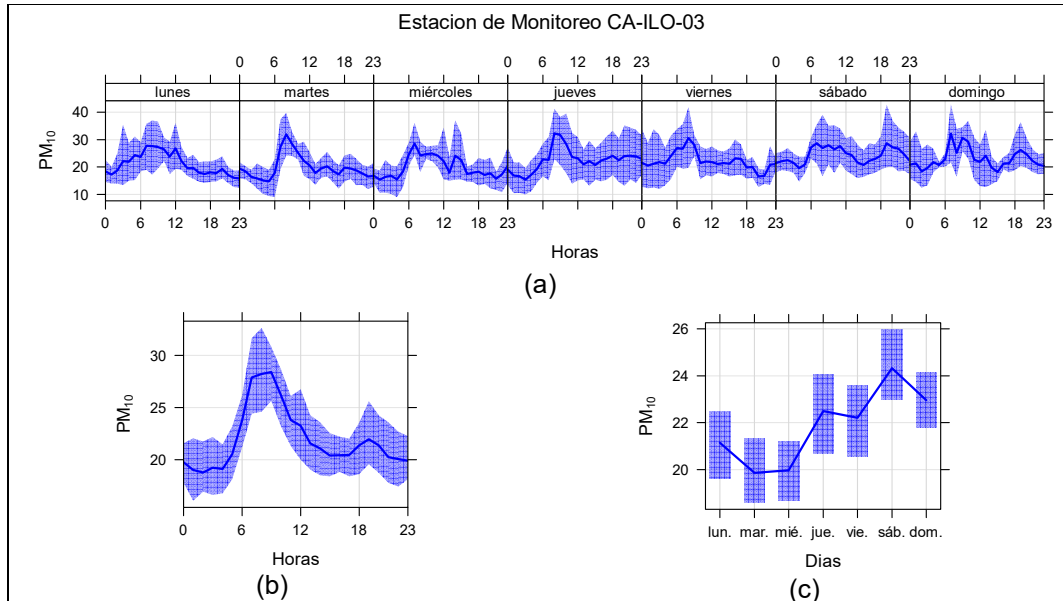


Figura 3.9.6. Concentraciones promedio horarias de PM_{10} en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de julio de 2023

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 julio.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los domingos se registraron las mayores concentraciones de SO_2 , según la validación de los datos se comprueba que el domingo 16 de julio se registraron picos de valores importantes alrededor de las 21:00 horas. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones tienen valores elevados alrededor de las 7:00 y 8:00 horas aproximadamente.

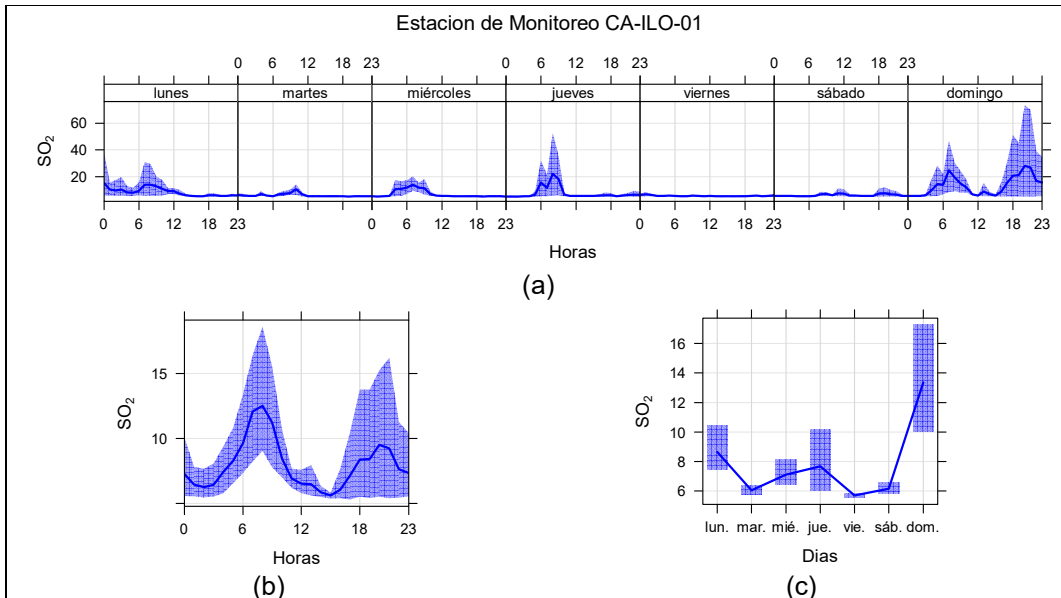


Figura 3.9.7. Concentraciones promedio horarios de SO_2 en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de julio de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los domingos y lunes se registraron las mayores concentraciones de SO_2 , según la validación de los datos se comprueba que el día lunes 10 y domingo 16 de julio se registraron picos de concentraciones. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de SO_2 tienen valores elevados a las 6:00 y a las 9:00 horas.

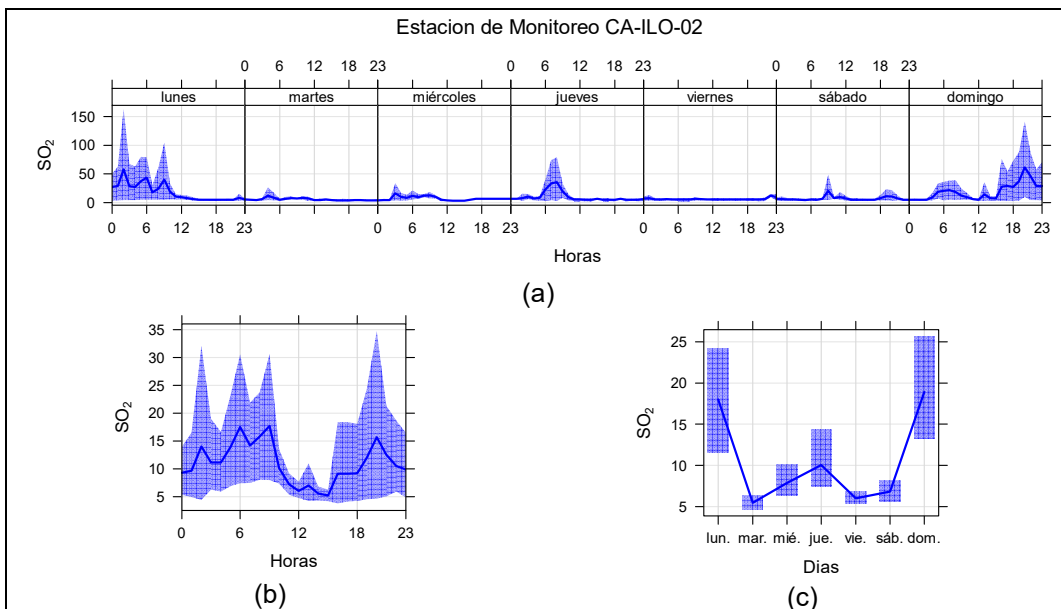


Figura 3.9.8. Concentraciones promedio horarios de SO_2 en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de julio de 2023

En la estación CA-ILO-03, la representación gráfica por días de monitoreo muestra que en los domingos y lunes se registraron las mayores concentraciones de SO_2 , según la validación de los datos se comprueba que el lunes 10 y domingo 16 de julio se registraron picos de valores. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de SO_2 tienen valores elevados a las 7:00 y 9:00 horas.

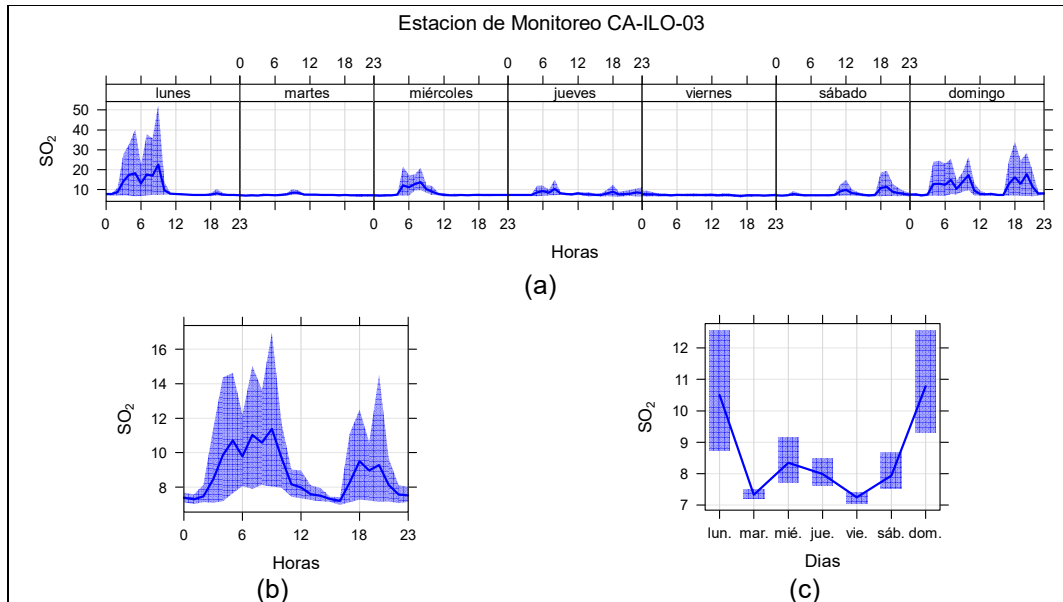


Figura 3.9.9. Concentraciones promedio horarios de SO_2 en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de julio de 2023

3.9.4 Sulfuro de hidrogeno (H_2S)

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_2S , para las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de julio.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los miércoles se registraron las mayores concentraciones de H_2S , según la validación de los datos se comprueba que los miércoles 12 y 26 de julio se registraron picos de valores. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de H_2S tienen valores elevados en el intervalo de las 5:00 y las 7:00 horas aproximadamente.

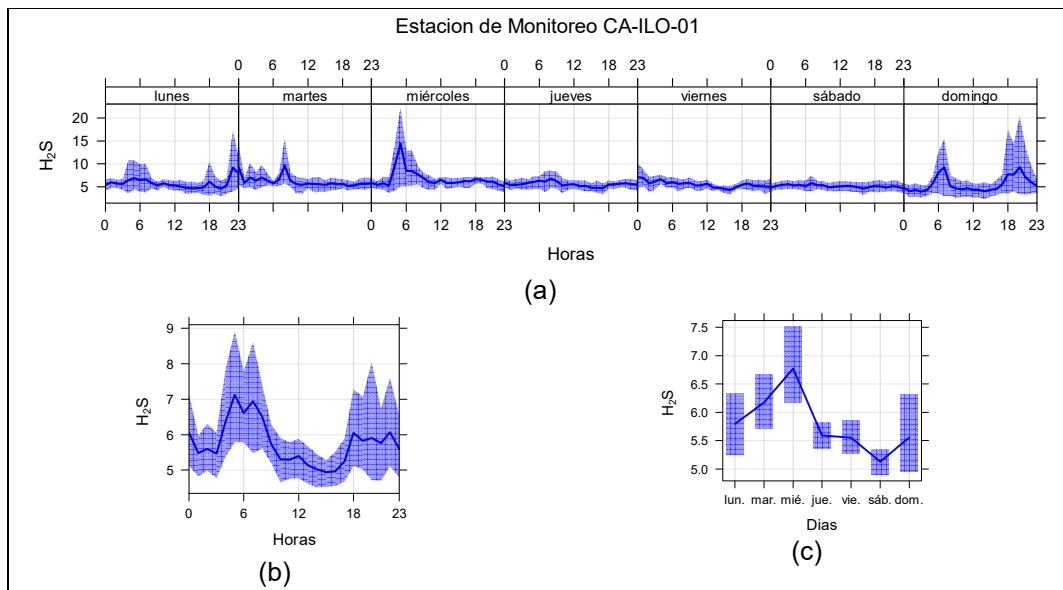


Figura 3.9.10. Concentraciones promedio horarios de H_2S en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de julio de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los domingos, se registraron las mayores concentraciones de H_2S , según la validación de los datos se comprueba que el domingo 23 de julio 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 6:00 horas.

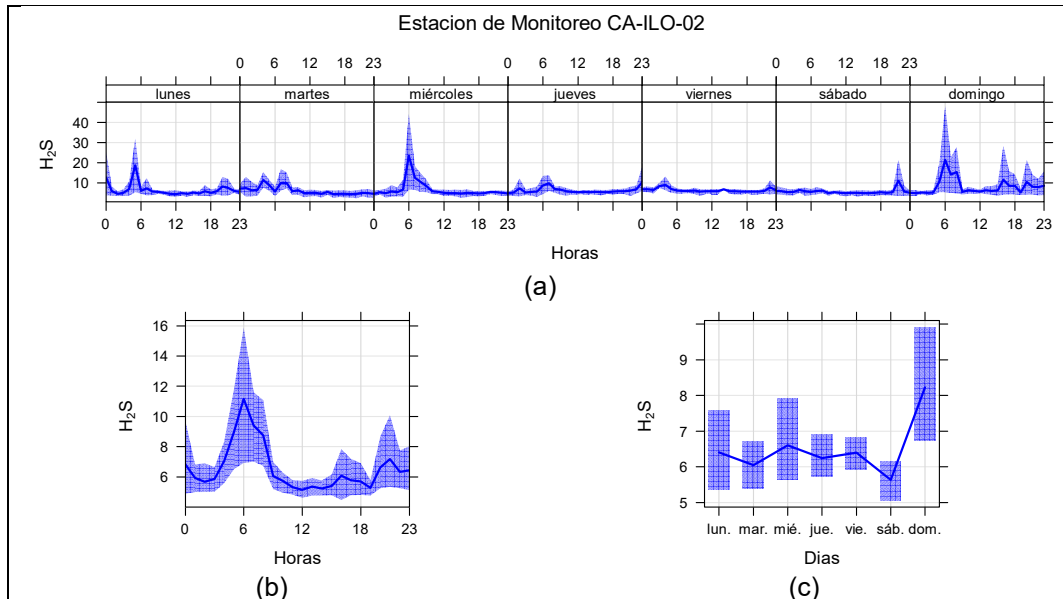


Figura 3.9.11. Concentraciones promedio horarias de H_2S en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de julio de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-03, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los domingos se registraron concentraciones relativamente altas de H_2S , según la validación de los datos se comprueba que el domingo 16 de julio 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 07:00 horas.

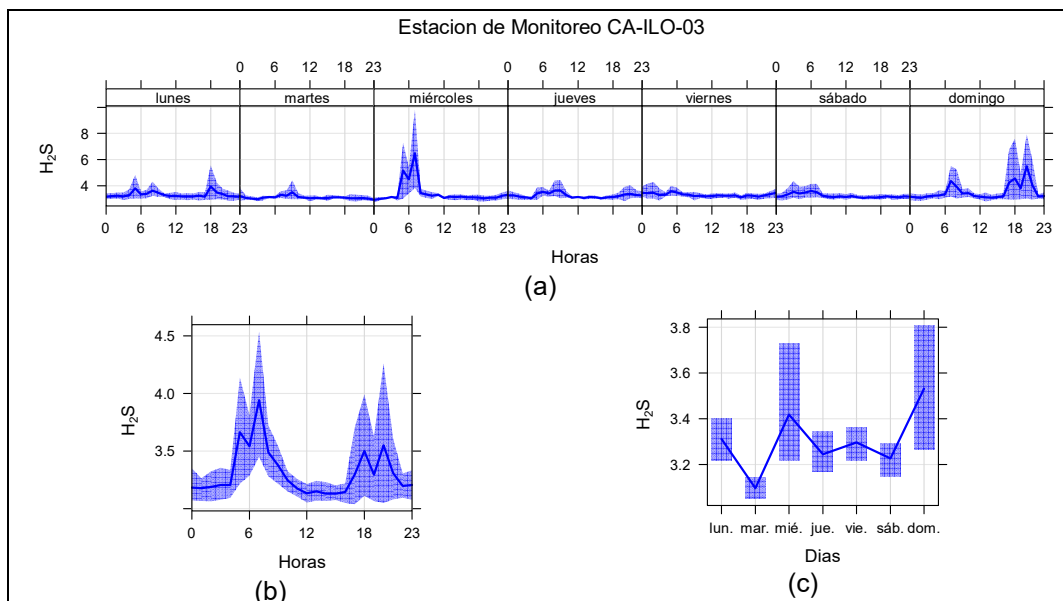


Figura 3.9.12. Concentraciones promedio horarias de H_2S en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de julio de 2023

3.9.5 Dióxido de nitrógeno (NO₂)

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 NO₂, para las estaciones de monitoreo CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de julio.

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los jueves se registraron concentraciones altas de NO₂, según la validación de los datos se comprueba que los días jueves 13 y 27 de julio se registraron picos de concentraciones. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de NO₂ 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.

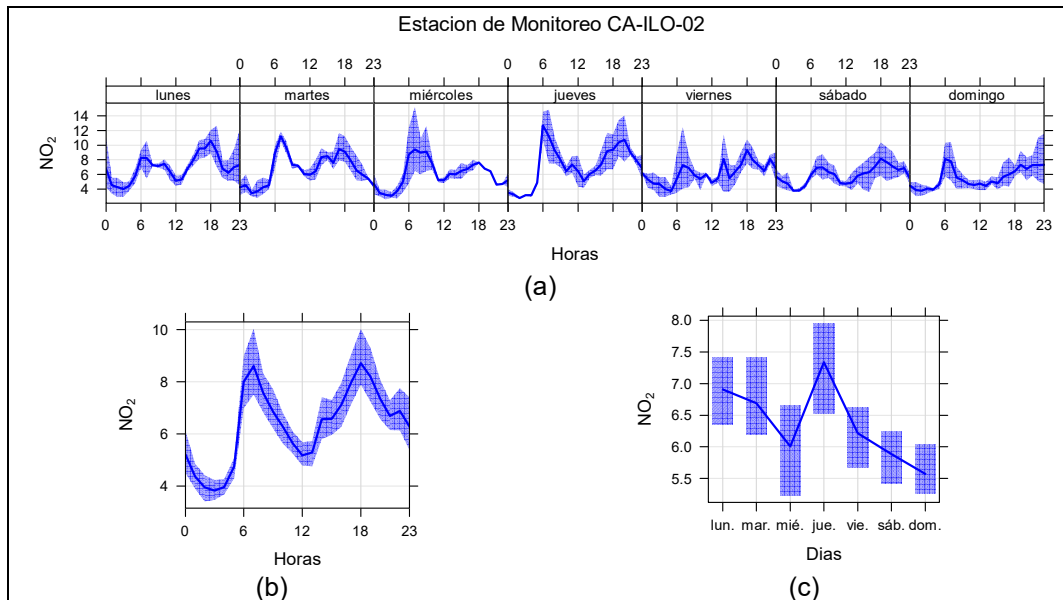


Figura 3.9.13. Concentraciones promedio horarios de NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de julio de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-03, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los jueves se registraron concentraciones altas de NO₂, según la validación de los datos se comprueba que el día jueves 20 de julio se registraron picos de concentraciones. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de NO₂ 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.

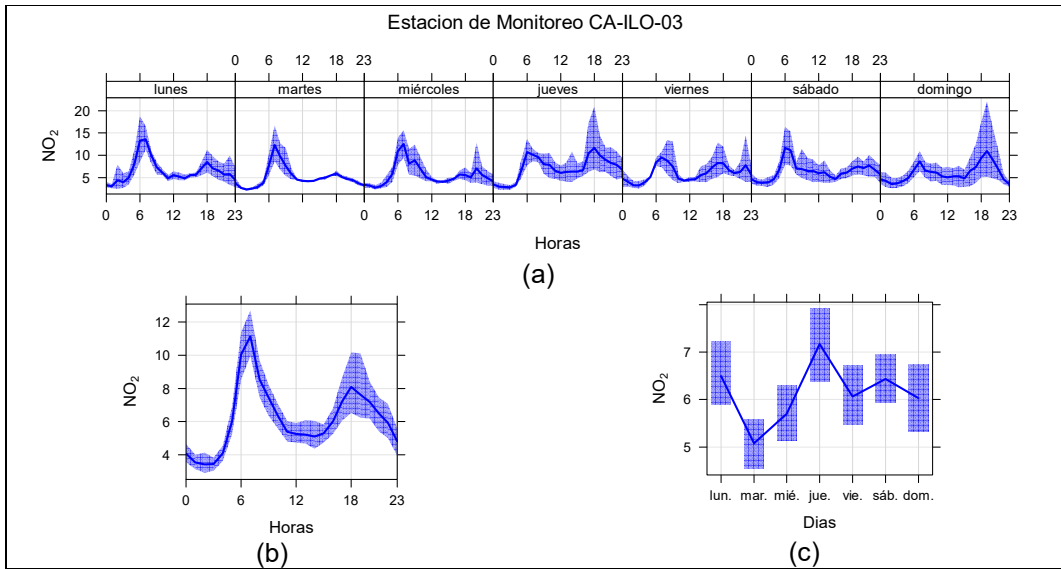


Figura 3.9.14. Concentraciones promedio horarias de NO_2 en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de julio de 2023

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 julio.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los lunes se registraron las mayores concentraciones de CO, según la validación de los datos se comprueba que el lunes 10 de julio 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.

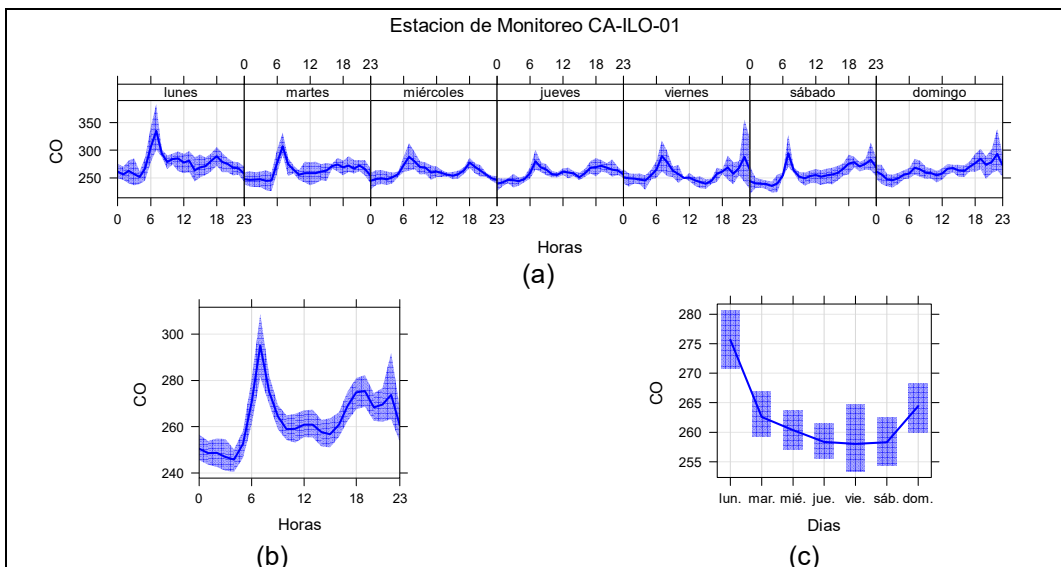


Figura 3.9.15. Concentraciones promedio horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de julio de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los días lunes se registraron las mayores concentraciones de CO. 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 domingo, debido, entre otros, al tráfico vehicular.

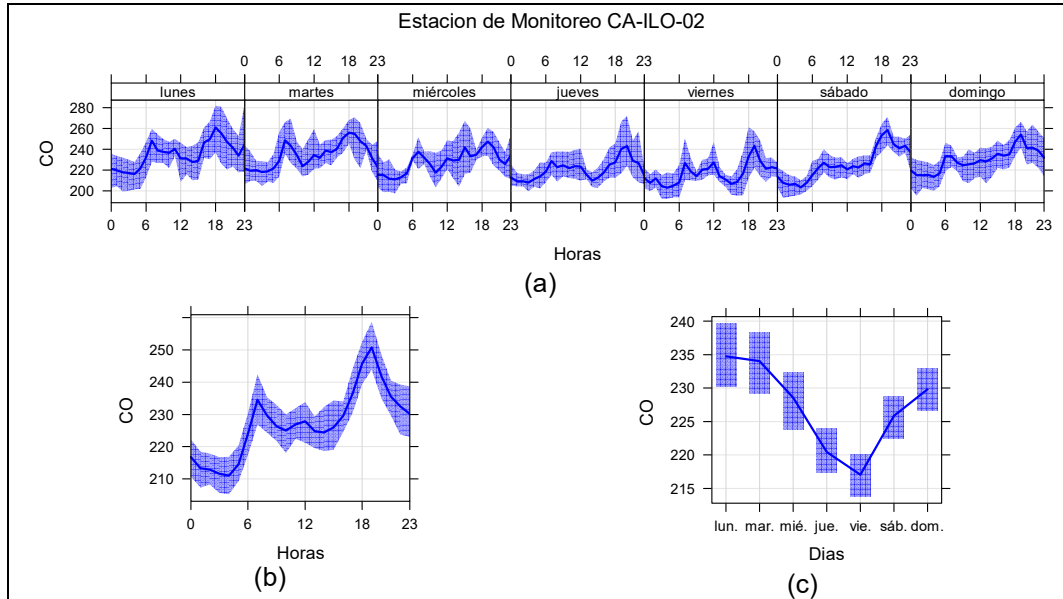
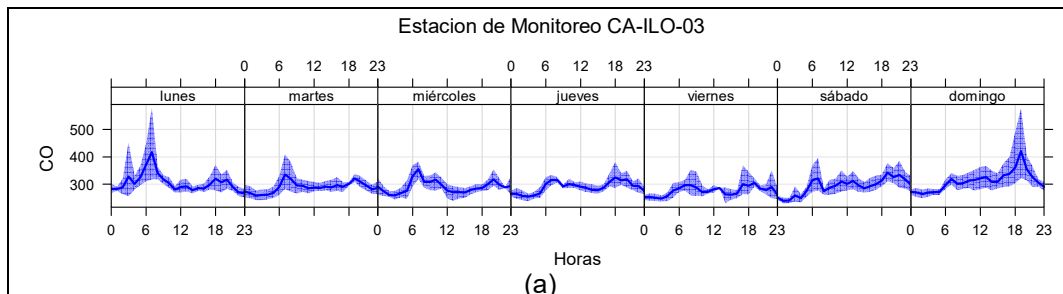


Figura 3.9.16. Concentraciones promedio horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de julio de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-03, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los días domingos se registraron las mayores concentraciones de CO, según la validación de los datos se comprueba que el día domingo 16 de julio 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 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 6:00 horas y 19:00 horas de lunes a domingo, debido, entre otros, al tráfico vehicular.



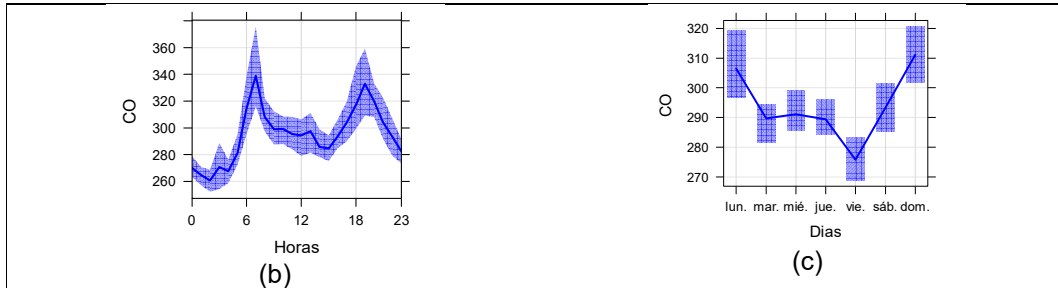


Figura 3.9.17. Concentraciones promedio horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de julio de 2023

3.10 Concentración de metales en PM₁₀

En las Tablas 3.10.1 y 3.10.2 se presentan las concentraciones de los metales¹ contenidos en el material particulado PM₁₀: antimonio (Sb), arsénico (As), berilio (Be), boro (B), cadmio (Cd), cobalto (Co), cobre (Cu), cromo (Cr), estaño (Sn), estroncio (Sr), hierro (Fe), manganeso (Mn), mercurio (Hg), molibdeno (Mo), níquel (Ni), plata (Ag), plomo (Pb), selenio (Se), titanio (Ti), vanadio (V) y zinc (Zn) de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01 y CA-ILO-03, monitoreadas del 17 al 21 de julio de 2023, las cuales no excedieron los valores criterio para promedios de 24 horas establecidos en la norma canadiense comparadas referencialmente.

Tabla 3.10.1. Concentración de metales registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-01 en julio del 2023

Metal medido en PM10		Unidad	CONCENTRACIÓN DE METALES					Media aritmética mensual	AAQC-Ontario 24 horas
			CA-ILO-01						
			17/07/2023	18/07/2023	19/07/2023	20/07/2023	21/07/2023		
Aluminio	Al	µg/m3	0,0409	0,0769	0,1204	0,1087	0,1436	0,0981	0,0733
Antimonio	Sb	µg/m3	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	< L.C.
Arsénico	As	µg/m3	0,0028	0,0019	0,0026	0,0073	0,0031	0,0035	0,0091
Bario	Ba	µg/m3	0,0017	0,0027	0,0030	0,0032	0,0035	0,0028	0,0030
Berilio	Be	µg/m3	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	< L.C.
Bismuto	Bi	µg/m3	0,0015	< L.C.	0,0009	0,0036	0,0009	<L.C.	0,0163
Boro	B	µg/m3	0,0021	0,0035	0,0036	0,0022	0,0040	0,0031	0,0017
Cadmio	Cd	µg/m3	0,0013	< L.C.	< L.C.	0,0035	< L.C.	<L.C.	0,0042
Calcio	Ca	µg/m3	0,1887	0,4423	0,6274	0,4461	0,5549	0,4519	0,4969
Cobalto	Co	µg/m3	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	< L.C.
Cobre	Cu	µg/m3	0,0101	0,0108	0,0212	0,0252	0,0165	0,0168	0,0358
Cromo	Cr	µg/m3	< L.C.	< L.C.	< L.C.	0,0010	< L.C.	<L.C.	< L.C.
Estaño	Sn	µg/m3	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	< L.C.
Estroncio	Sr	µg/m3	0,0015	0,0042	0,0053	0,0031	0,0037	0,0035	0,0036
Fósforo	P	µg/m3	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	< L.C.
Hierro	Fe	µg/m3	0,0982	0,1749	0,2578	0,2327	0,2941	0,2115	0,1632
Litio	Li	µg/m3	< L.C.	0,0006	0,0007	0,0004	0,0004	<L.C.	< L.C.
Magnesio	Mg	µg/m3	0,1775	0,3174	0,3611	0,2651	0,3600	0,2962	0,5714
Manganeso	Mn	µg/m3	0,0019	0,0035	0,0047	0,0044	0,0049	0,0039	0,0028
Mercurio	Hg	µg/m3	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	< L.C.
Molibdeno	Mo	µg/m3	< L.C.	< L.C.	< L.C.	0,0008	< L.C.	<L.C.	< L.C.
Níquel	Ni	µg/m3	< L.C.	0,0011	0,0020	0,0025	< L.C.	<L.C.	0,0019
Plata	Ag	µg/m3	< L.C.	< L.C.	< L.C.	0,0006	< L.C.	<L.C.	0,0234

¹ Para fines del presente informe tanto los metales como metaloides se les denominarán metales

CONCENTRACIÓN DE METALES									
Metal medido en PM10		Unidad	CA-ILO-01					Media aritmética mensual	AAQC-Ontario 24 horas
			17/07/2023	18/07/2023	19/07/2023	20/07/2023	21/07/2023		
Plomo ²	Pb	µg/m ³	0,0077	0,0037	0,0048	0,0145	0,0058	0,0073	0,0382
Potasio	K	µg/m ³	0,0752	0,1435	0,1621	0,1229	0,1736	0,1355	0,1443
Selenio	Se	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	0,0018	< L.C.	< L.C.	0,0035
Silicio	Si	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
Sodio	Na	µg/m ³	1,0789	1,7030	1,6312	1,0933	1,5654	1,4144	5,1336
Talio	Tl	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
Titanio	Ti	µg/m ³	0,0019	0,0033	0,0049	0,0042	0,0053	0,0039	0,0026
Vanadio	V	µg/m ³	< L.C.	0,0017	0,0034	0,0043	0,0013	< L.C.	0,0056
Zinc	Zn	µg/m ³	0,0062	0,0101	0,0092	0,0128	0,0114	0,0099	0,0187

< L.C.: Debajo del límite de cuantificación del método de ensayo de laboratorio

Fuente: Informe de Ensayo N° MA2311008 del laboratorio SGS DEL PERÚ SAC.

Método de ensayo: EPA Compendium Method IO-3.5:1999; Determination Of Metals in Ambient Particulate matter using inductively Coupled Plasma/mass spectroscopy (ICP/MS)(Validado).

Tabla 3.10.2. Concentración de metales registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-03 en julio del 2023

CONCENTRACIÓN DE METALES									
Metal medido en PM ₁₀		Unidad	CA-ILO-03					Media aritmética mensual	AAQC-Ontario 24 horas
			17/07/2023	18/07/2023	19/07/2023	20/07/2023	21/07/2023		
Aluminio	Al	µg/m ³	0,0817	0,0887	0,1152	0,1327	0,1438	0,1124	-
Antimonio	Sb	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	25
Arsénico	As	µg/m ³	0,0015	0,0017	0,0020	0,0057	0,0025	0,0027	0,3
Bario	Ba	µg/m ³	0,0019	0,0020	0,0021	0,0021	0,0020	0,0020	120
Berilio	Be	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	0,01
Bismuto	Bi	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	0,0026	< L.C.	< L.C.	-
Boro	B	µg/m ³	0,0038	0,0029	0,0028	0,0036	0,0026	0,0032	120
Cadmio	Cd	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	0,0025	< L.C.	< L.C.	0,025
Calcio	Ca	µg/m ³	0,3858	0,4239	0,5183	0,5234	0,5912	0,4885	-
Cobalto	Co	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	0,1
Cobre	Cu	µg/m ³	0,0104	0,0081	0,0122	0,0201	0,0112	0,0124	50
Cromo	Cr	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	0,5
Estaño	Sn	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	10
Estroncio	Sr	µg/m ³	0,0028	0,0028	0,0035	0,0029	0,0033	0,0031	120
Fósforo	P	µg/m ³	0,0226	0,0214	0,0175	0,0176	0,0183	0,0195	-
Hierro	Fe	µg/m ³	0,1493	0,1711	0,2254	0,2494	0,2404	0,2071	4
Litio	Li	µg/m ³	0,0003	0,0004	0,0004	0,0003	0,0004	0,0004	-
Magnesio	Mg	µg/m ³	0,3038	0,2851	0,2792	0,2620	0,3056	0,2872	-
Manganeso	Mn	µg/m ³	0,0030	0,0037	0,0045	0,0048	0,0046	0,0041	0,2
Mercurio	Hg	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	-
Molibdeno	Mo	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	120
Níquel	Ni	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	0,0013	0,0017	< L.C.	< L.C.	0,1
Plata	Ag	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	0,0004	< L.C.	< L.C.	1
Plomo ³	Pb	µg/m ³	0,0021	0,0042	0,0045	0,0110	0,0045	0,0053	1,5
Potasio	K	µg/m ³	0,1514	0,1103	0,1291	0,1204	0,1331	0,1288	-
Selenio	Se	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	10
Silicio	Si	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	-

² En el caso del Plomo se usa el Estándar de Calidad de Aire (ECA) Nacional, Decreto Supremo N.° 003-2017 MINAM

³ En el caso del Plomo se usa el Estándar de Calidad de Aire (ECA) Nacional, Decreto Supremo N.° 003-2017 MINAM

CONCENTRACIÓN DE METALES									
Metal medido en PM ₁₀		Unidad	CA-ILO-03					Media aritmética mensual	AAQC-Ontario 24 horas
			17/07/2023	18/07/2023	19/07/2023	20/07/2023	21/07/2023		
Sodio	Na	µg/m ³	1,7418	1,4816	1,2918	0,9329	1,1353	1,3167	-
Talio	Tl	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	-
Titanio	Ti	µg/m ³	0,0032	0,0037	0,0046	0,0051	0,0057	0,0044	120
Vanadio	V	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	0,0022	0,0030	< L.C.	<L.C.	2
Zinc	Zn	µg/m ³	0,0074	0,0060	0,0101	0,0118	0,0077	0,0086	120

< L.C.: debajo del límite de cuantificación del método de ensayo de laboratorio

Fuente: Informe de Ensayo N° MA2311008 del laboratorio SGS DEL PERÚ SAC

Método de ensayo: EPA Compendium Method IO-3.5:1999; Determination Of Metals in Ambient Particulate matter using inductively Coupled Plasma/mass spectroscopy (ICP/MS)(Validado).

Las concentraciones mensuales del Pb en PM₁₀ calculadas a partir de las concentraciones de 24 horas a condiciones ambientales no excedieron el valor de los ECA para aire en Pb de 1,5 µg/m³ mensual, en las estaciones de monitoreo CA-ILO-01 y CA-ILO-03, del 17 al 21 de julio de 2023. El detalle del registro de las concentraciones se presenta en el Anexo 3.

3.11 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 SO₂, correspondiente a las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de julio de 2023. Además, se observa que todas las concentraciones de promedio móvil de 3 horas no excedieron el estado de cuidado para SO₂ (500 µg/m³) según el Decreto Supremo N.°009-2003-SA.

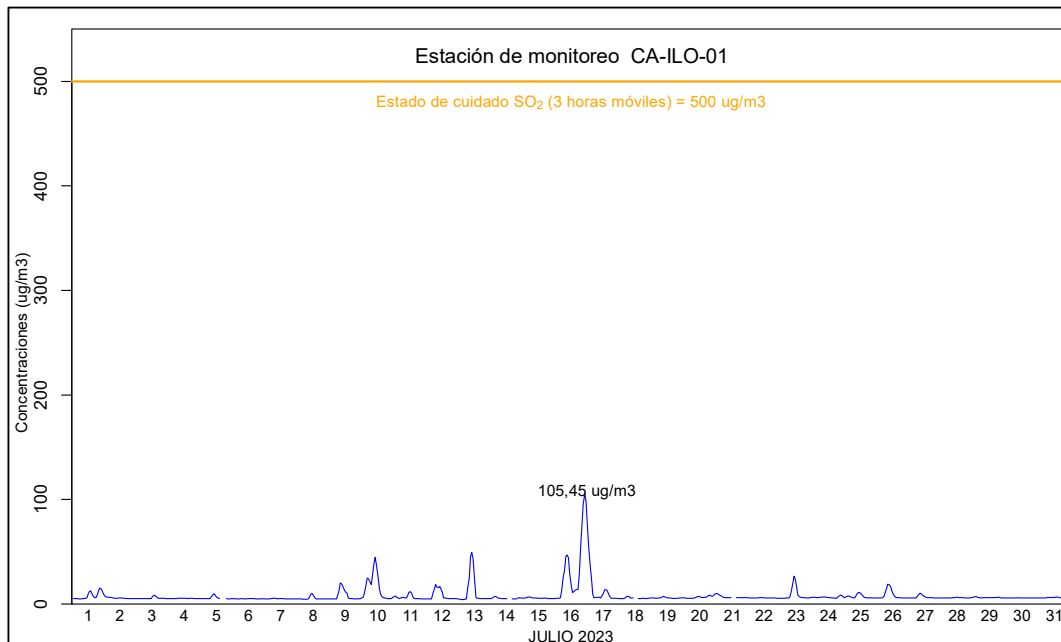


Figura 3.11.1. Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en julio de 2023

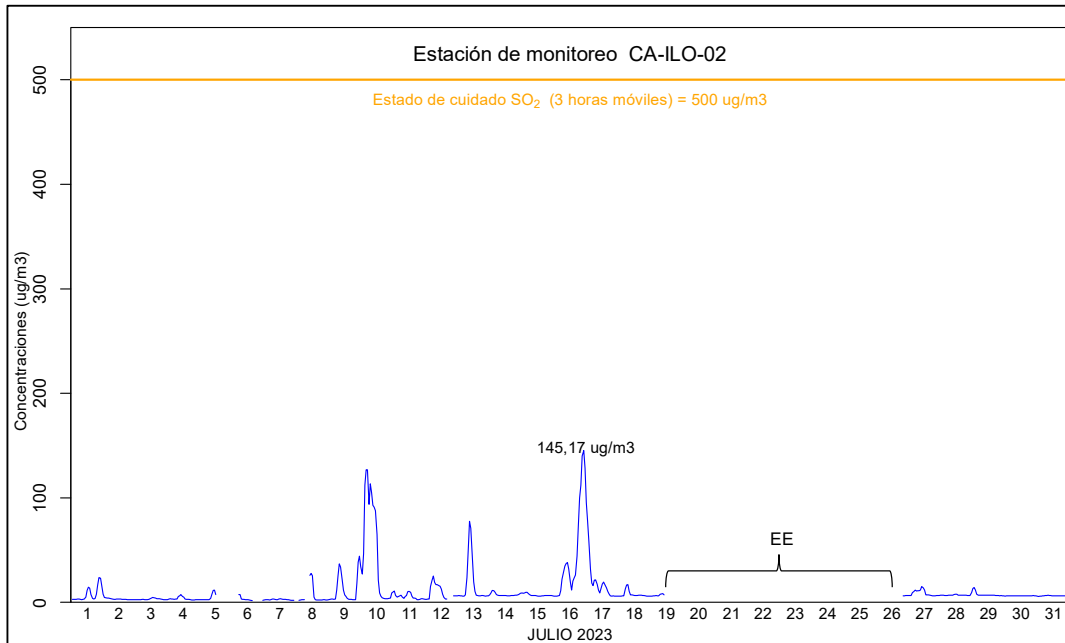


Figura 3.11.2. Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en julio de 2023
EE: Evaluación del especialista

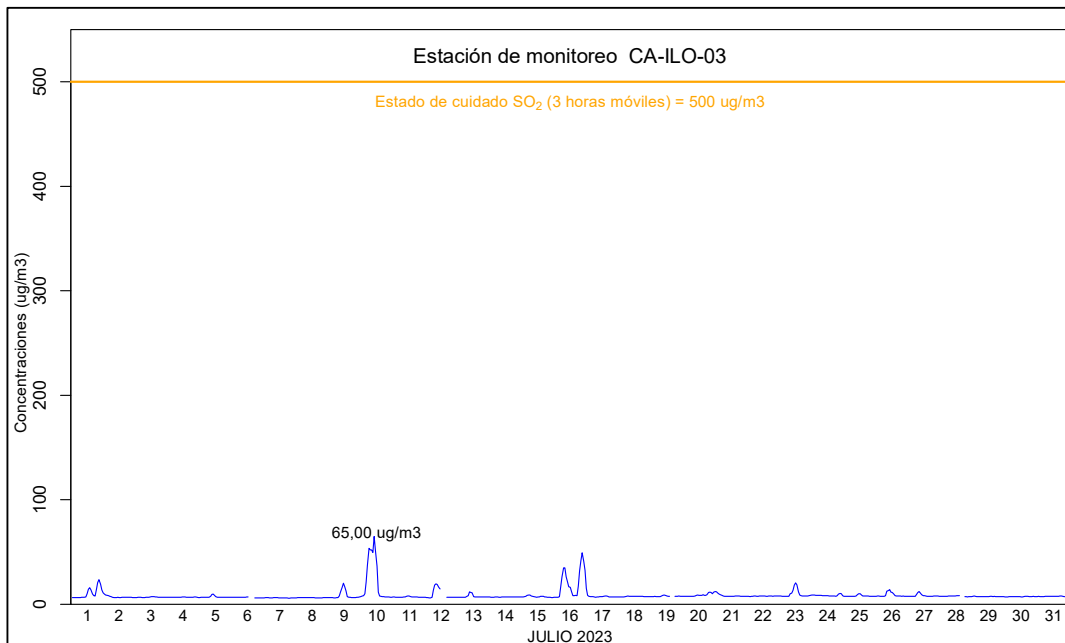


Figura 3.11.3. Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en julio de 2023

4 CONCLUSIONES

- En la estación de monitoreo CA-ILO-01, ubicada en la provincia de Ilo, las concentraciones de 24 horas de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀) no excedieron su respectivo ECA, durante el mes de julio de 2023.

- En la estación de monitoreo CA-ILO-01, ubicada en la provincia de Ilo, las concentraciones de 24 horas de material particulado con diámetro menor a 2,5 micras ($PM_{2,5}$) no excedieron su respectivo ECA, durante el mes de julio de 2023.
- En las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, las concentraciones de dióxido de azufre (SO_2) no excedieron su respectivo ECA, durante el mes de julio de 2023.
- En las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, las concentraciones de sulfuro de hidrógeno (H_2S) no excedieron su respectivo ECA, durante el mes de julio 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 julio de 2023.
- En las tres estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, las concentraciones horarias de dióxido de nitrógeno (NO_2) no excedieron su respectivo ECA, durante el periodo evaluado de julio de 2023.
- No se presentaron estados de alerta sobre los niveles de cuidado de SO_2 (500 $\mu g/m^3$, 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 (julio de 2023).
- Las concentraciones de los metales: antimonio, arsénico, berilio, boro, cadmio, cobalto, cobre, cromo, estaño, estroncio, hierro, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, plata, selenio, titanio, vanadio y zinc, monitoreadas del 17 al 21 de julio de 2023 en las estaciones CA-ILO-01 y CA-ILO-03, no excedieron los valores establecidos en la norma de referencia canadiense Air Ambient Quality Criteria 2012 (AAQC).
- Las concentraciones de 24 horas de plomo en PM_{10} registradas del 17 al 21 de julio de 2023 en las estaciones CA-ILO-01 y CA-ILO-03, no excedieron el valor establecido en la normativa referencial canadiense Air Ambient Quality Criteria 2020 (AAQC) de 0,5 $\mu g/m^3$.
- La concentración mensual de plomo en PM_{10} registrada del 17 al 21 de julio de 2023 en las estaciones CA-ILO-01 y CA-ILO-03 no excedieron el valor establecido en los ECA para aire de 1,5 $\mu g/m^3$ mensual, aprobado mediante Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM.

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.

Anexo 5: Resultados de laboratorio-análisis de metales en PM_{10}

Atentamente