

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

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

Expediente : 2020-02-0015 Código de acción : 0018-5-2023-417

Tipo de evaluación : Programada

Fecha de aprobación : 28 de junio de 2023 Reporte N° : REAS-105-2023-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 refinería 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 mayo de 2023

Tabla 1.2. Listado de profesionales

N.°	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.° 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})					
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	18A21063	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
- Temperatura ambiente - Humedad relativa				1663393889	LM - 3722022 LM - 3712022
- Presión atmosférica				BPA11350	LM - 3742022

	REPORTE DE EVALUACIÓN AMBIENTAL DE SEGUIMIENTO
---	---

Parámetro	Equipo	Marca	Modelo	Serie	Certificado calibración		
- 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})							
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	Estación meteorológica	Campbell Scientific	CR800	181893	LM - 3672022		
- Dirección de viento				1665884185	LM - 3662022		
- Temperatura ambiente					BPA11351	LM - 3652022	
- Humedad relativa						LM - 3682022	
- Presión atmosférica							TB00015747
- Precipitación							
- 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	

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

Típos de Alerta	Dióxido de Azufre (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 mayo 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 mayo de 2023. Se observa que la presión atmosférica varió entre una mínima de 1002,0 hPa y una máxima de 1009,5 hPa, no se registraron precipitaciones en el mes. La temperatura promedio fue 20,5 °C, alcanzando una mínima de 18,3 °C y una máxima de 24,1 °C, la humedad relativa varió entre 59,1 y 88,1 % y la velocidad del viento osciló entre 0,0 y 6,8 m/s. El parámetro de radiación solar reporta una irradiancia máxima de 841,5 W/m^2 durante el mes de mayo. 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, mayo de 2023.

Valores	Presión atmosférica (hPa)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación solar (W/m^2)
Mínimo	1002,0	0,0	18,3	59,1	0,0	0,0
Máximo	1009,5	0,0	24,1	88,1	6,8	841,5
Promedio	1006,0	0,0	20,5	76,2	2,5	--

En la Figura 3.1.1 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-01, correspondiente al mes mayo de 2023. Se observa que la rosa de viento tuvo una predominancia sursureste (SSE) y sur (S). Observándose además, que el 1,3% de los vientos que provienen del sur coinciden con el rango de 5,5 a 8 m/s y así mismo el 11,7% de los vientos provenientes del sur caen en el rango de 3,4 a 5,5 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).

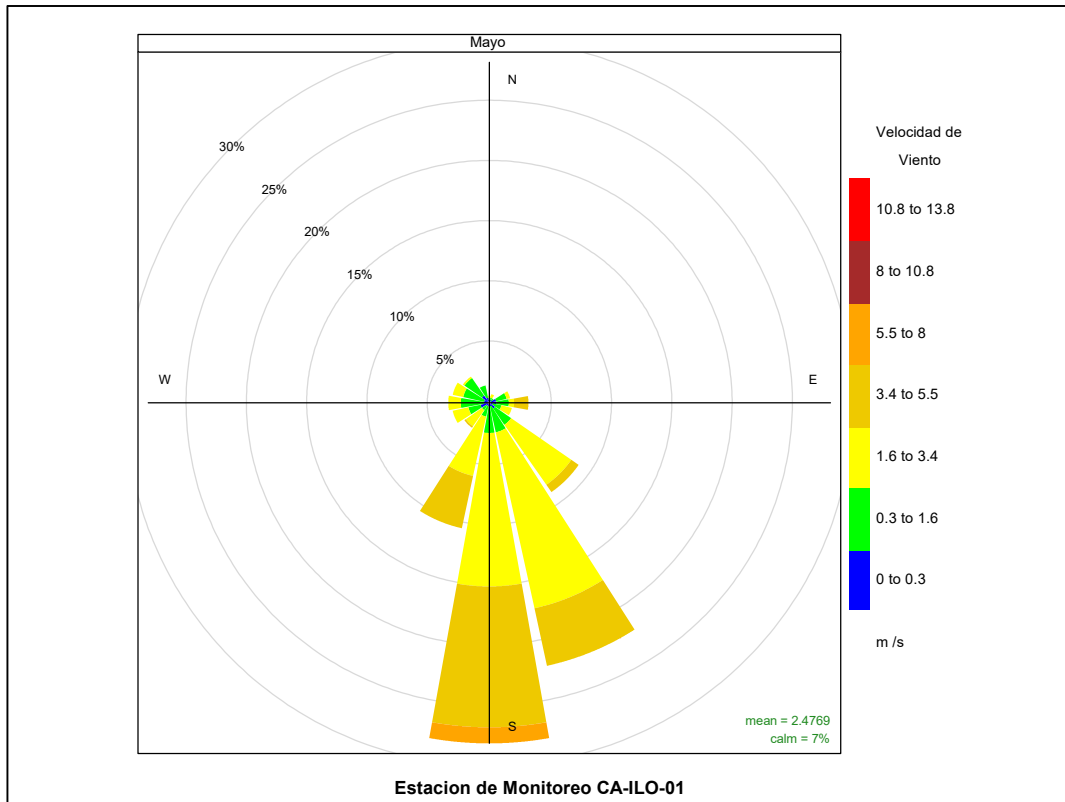


Figura 3.1.1. Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-01, mayo de 2023

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 mayo de 2023. Se observa que la predominancia sur(S) se mantiene los días lunes, martes, miércoles, viernes y domingo. Sin embargo, la predominancia sursureste (SSE) se mantiene los días jueves y sábado. Cabe mencionar que el mayor rango de velocidades de viento, 5,5 a 8 m/s, aparece en los vientos predominantes del sur los días miércoles, viernes y domingo.

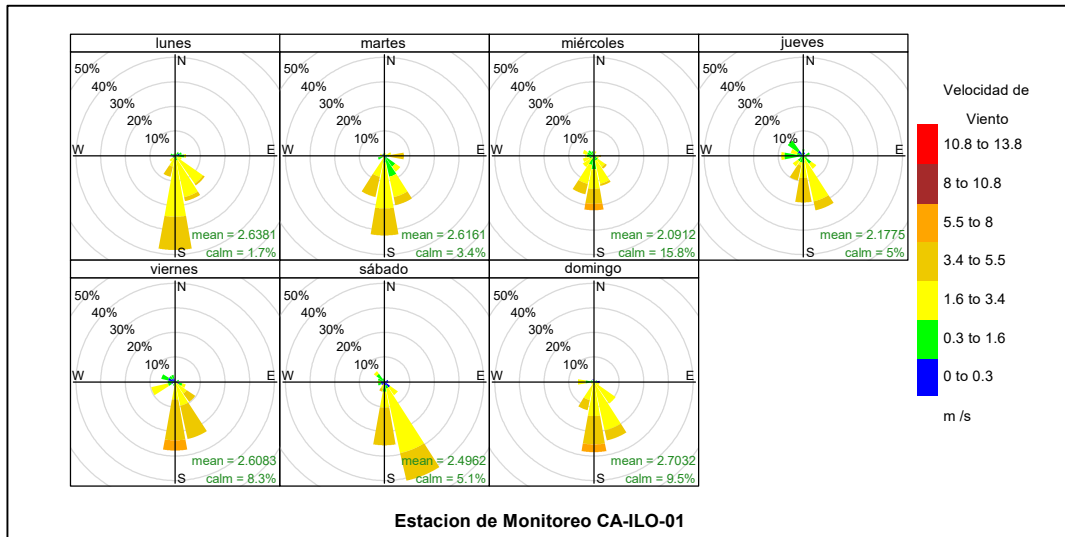


Figura 3.1.2. Rosa de viento por días de la semana de la estación de monitoreo CA-ILO-01, mayo de 2023

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 mayo de 2023. Donde se observa, un incremento en la presencia de vientos bastante marcada durante el día, desde las 10:00 hasta las 18:00 horas aproximadamente, sobre todo de los vientos que vienen del sur (S), sursuroeste (SSW) y sursureste (SSE). Por el contrario, durante la noche se observa un estado de calma respecto a los vientos durante el día.

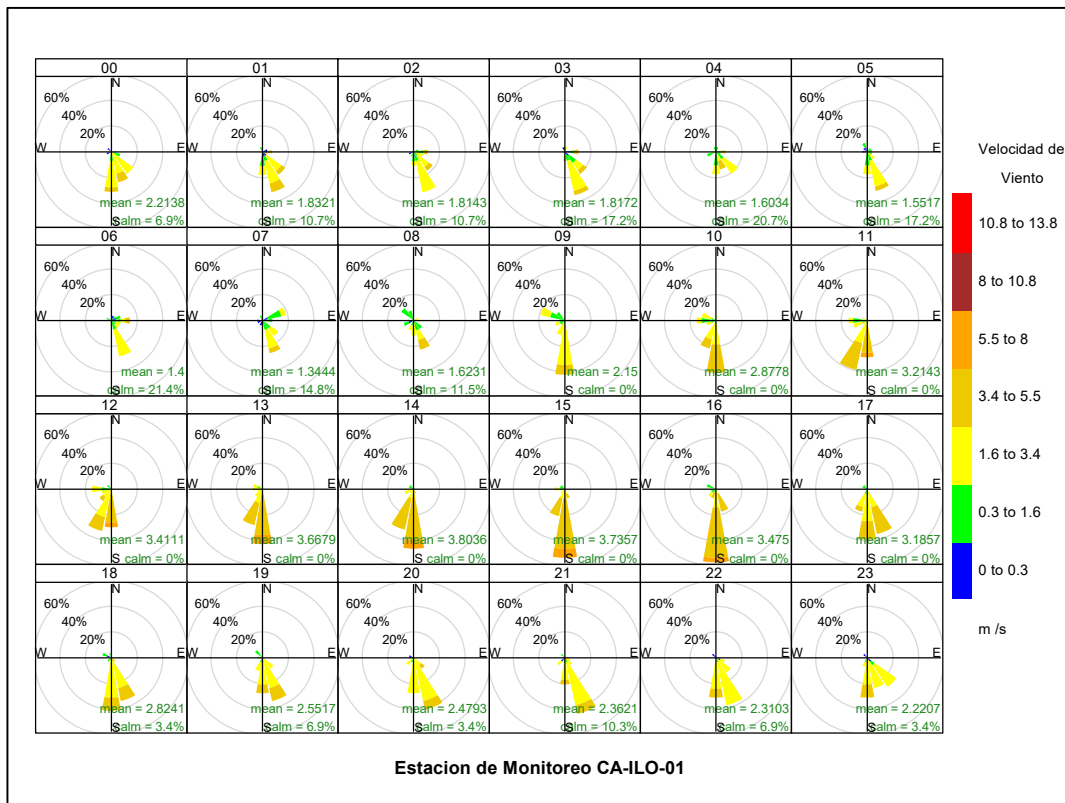


Figura 3.1.3. Rosa de viento horaria de la estación de monitoreo CA-ILO-01, mayo de 2023

En la Tabla 3.2 se presentan los parámetros meteorológicos registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-02, durante el mes de mayo de 2023. Se observa que la presión atmosférica varió entre una mínima de 1004,2 hPa y una máxima de 1011,5 hPa, no se registraron precipitaciones en el mes. La temperatura promedio fue de 20,4 °C, alcanzando una mínima de 18,2°C y una máxima de 24,0 °C, la humedad relativa varió entre 63,5 y 85,0% y la velocidad del viento osciló entre 0,1 y 5,9 m/s. El parámetro de radiación solar reporta una irradiancia máxima de 821,8 W/m² durante el mes de mayo. 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, mayo de 2023.

Valores	Presión atmosférica (hPa)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación solar (W/m ²)
Mínimo	1004,2	0,0	18,2	63,5	0,1	0,0
Máximo	1011,5	0,0	24,0	85,0	5,9	821,8
Promedio	1007,9	0,0	20,4	77,9	2,4	--

En la Figura 3.1.4 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-02 correspondiente al mes de mayo de 2023. Se observa que la rosa de viento tuvo una predominancia sursureste (SSE). Observándose además, que el 0,36% de los vientos que provienen del sursureste coinciden con el rango de 5,5 a 8 m/s y así mismo el 7,13% de los vientos provenientes del sursureste caen en el rango de 3,4 a 5,5 m/s.

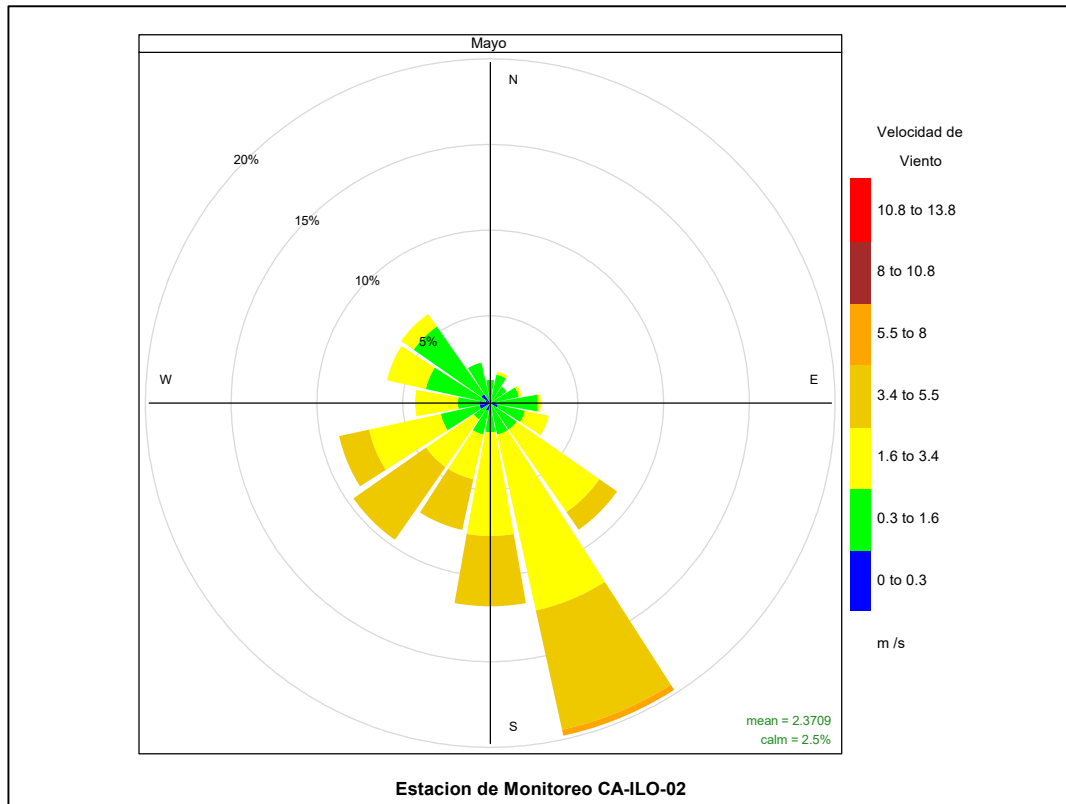


Figura 3.1.4. Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-02, mayo de 2023

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 mayo de 2023. Donde se observa una predominancia sursureste (SSE) desde el jueves al domingo. Cabe mencionar que el mayor rango de velocidades de viento, 5,5 a 8 m/s, aparece en los vientos predominantes del sursureste los días miércoles y domingo.

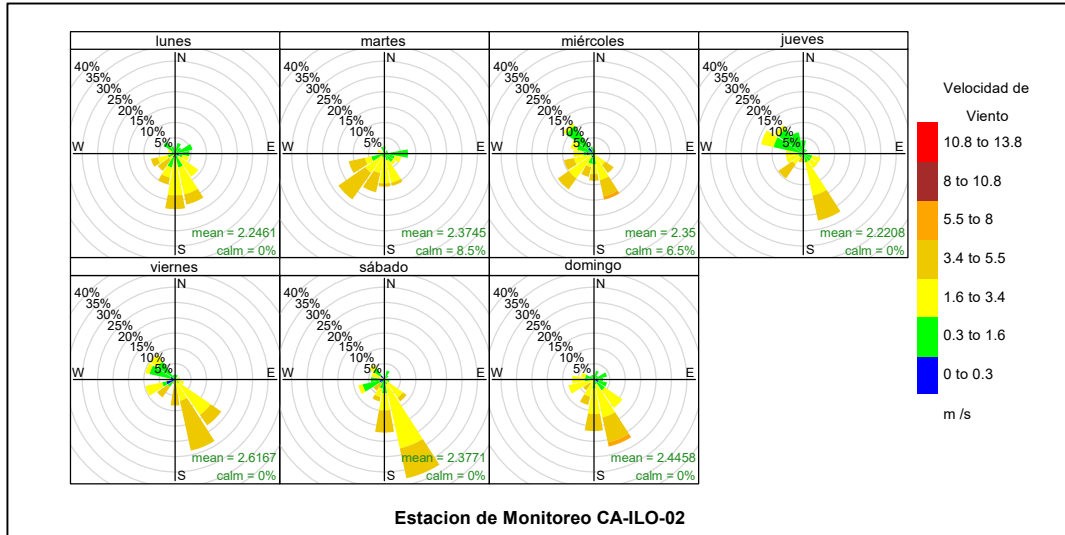


Figura 3.1.5. Rosa de viento por días de la semana de la estación de monitoreo CA-ILO-02, mayo de 2023

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 mayo de 2023. Donde se observa un incremento en la presencia de vientos bien marcada durante el día, iniciando el incremento desde las 11:00 hasta las 18:00 horas aproximadamente, con vientos provenientes desde el sur (S), sursuroeste (SSW), suroeste (SW) y sursureste (SSE). Durante la noche se aprecia una especie de calma relativa al comportamiento durante el día. Cabe mencionar que el mayor rango de velocidades de vientos del mes, 5,5 a 8 m/s, se presentan alrededor de las 16:00 horas, que provienen desde la dirección predominante del sursureste(SSE).

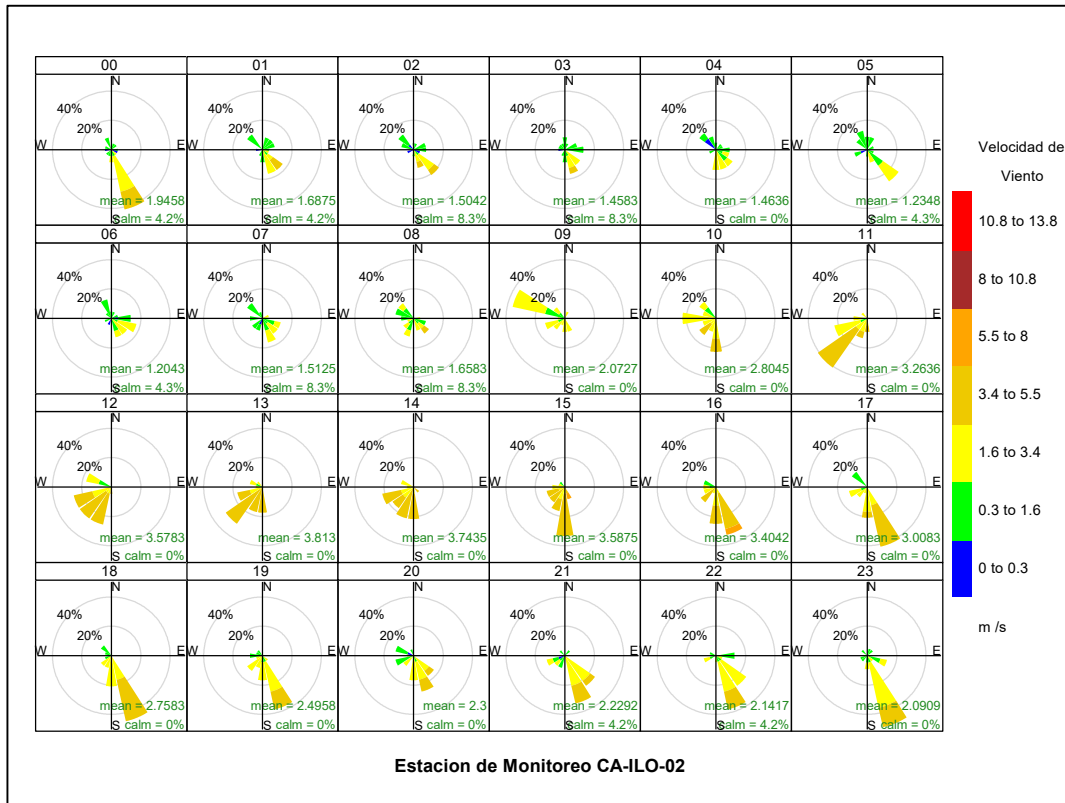


Figura 3.1.6. Rosa de viento horaria de la estación de monitoreo CA-ILO-02, mayo de 2023

En la Tabla 3.3 se presentan los parámetros meteorológicos registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-03, durante el mes de mayo de 2023. Se observa que la presión atmosférica varió entre una mínima de 984,8 hPa y una máxima de 992,0 hPa, no se registraron precipitaciones en el mes. La temperatura promedio fue 19,1°C, alcanzando una mínima de 17,1 °C y una máxima de 22,2 °C, la humedad relativa varió entre 62,8 y 94,1 % y la velocidad del viento osciló entre 0,0 y 6,8 m/s. El parámetro de radiación solar reporta un máximo de 838,3 W/m² durante el mes de mayo. 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, mayo de 2023

Valores	Presión atmosférica (hPa)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación solar (W/m ²)
Mínimo	984,8	0,0	17,1	62,8	0,0	0,0
Máximo	992,0	0,0	22,2	94,1	6,8	838,3
Promedio	988,6	0,0	19,1	80,0	2,9	--

En la Figura 3.1.7 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-03, correspondiente al mes de mayo de 2023. Se observa que la rosa de viento tuvo una predominancia sursureste (SSE). Observándose además, que el 1,79% de los vientos que provienen del sursureste coinciden con el rango de 5,5 a 8 m/s y así mismo el 18,8% de los vientos provenientes del sursureste caen en el rango de 3,4 a 5,5 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).

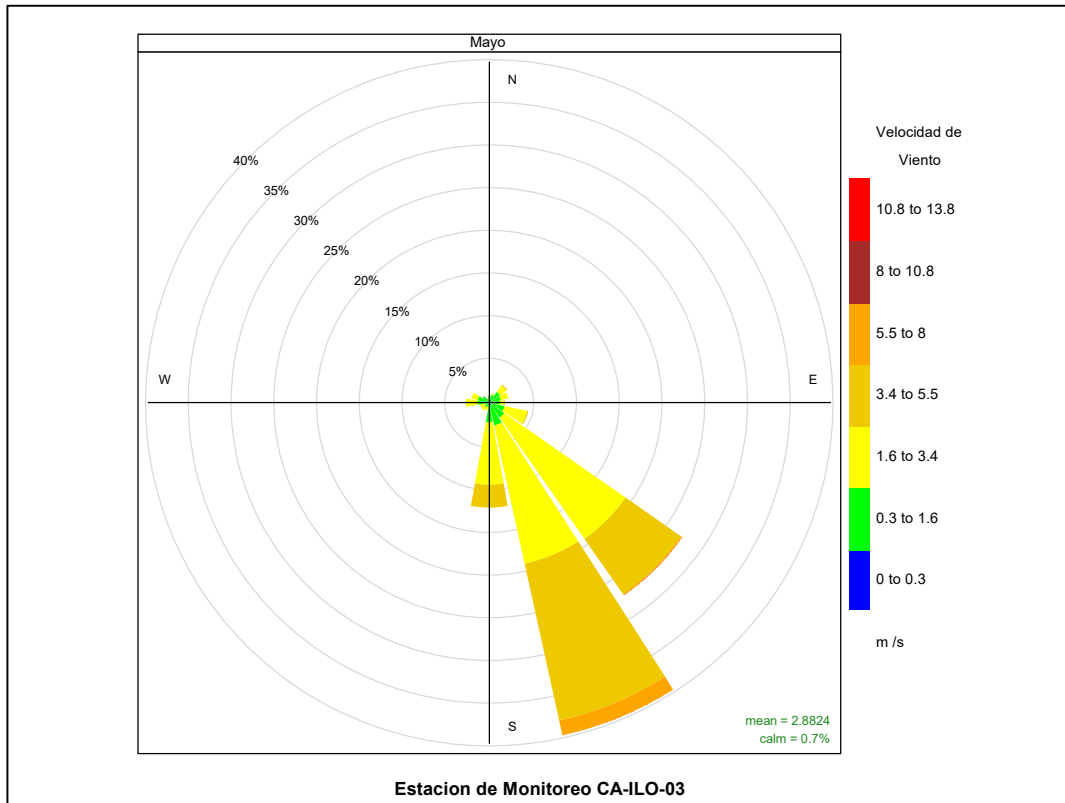


Figura 3.1.7. Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-03, mayo de 2023

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 mayo de 2023. Donde se observa una predominancia sur sureste (SSE) de lunes a domingo. Cabe mencionar que el mayor rango de velocidades de viento, 5,5 a 8 m/s, aparece en los vientos del sursureste los días lunes, miércoles, viernes y domingo.

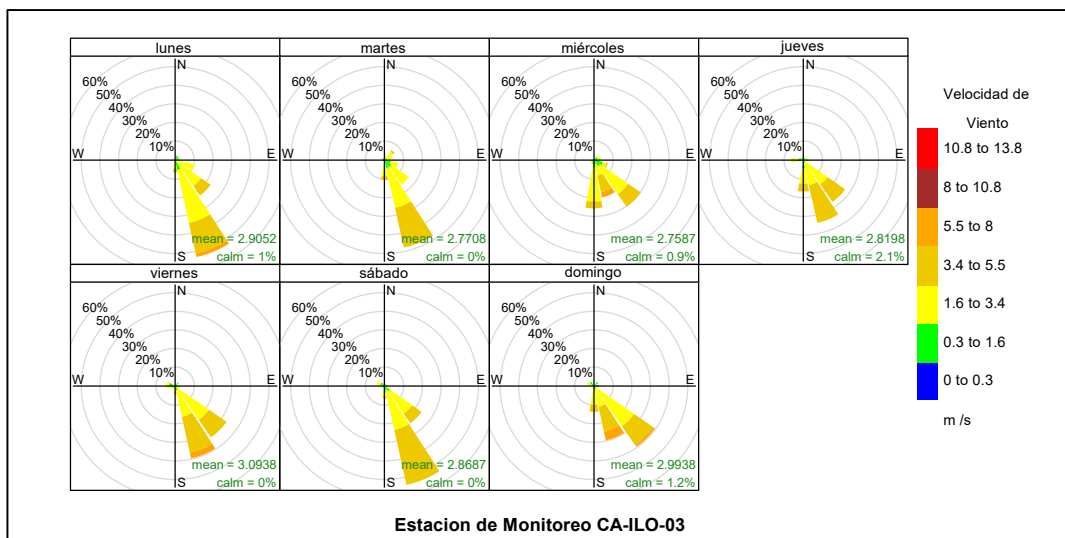


Figura 3.1.8. Rosa de viento por días de la semana de la estación de monitoreo CA-ILO-03, mayo de 2023

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 mayo 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 sursureste (SSE). Durante la noche se aprecia una especie de calma relativa al comportamiento durante el día. Cabe mencionar que el mayor rango de velocidades de vientos del mes, 5,5 a 8 m/s, se presentan entre las 11:00 y 16:00 horas y que provienen desde la dirección predominante del sursureste(SSE).

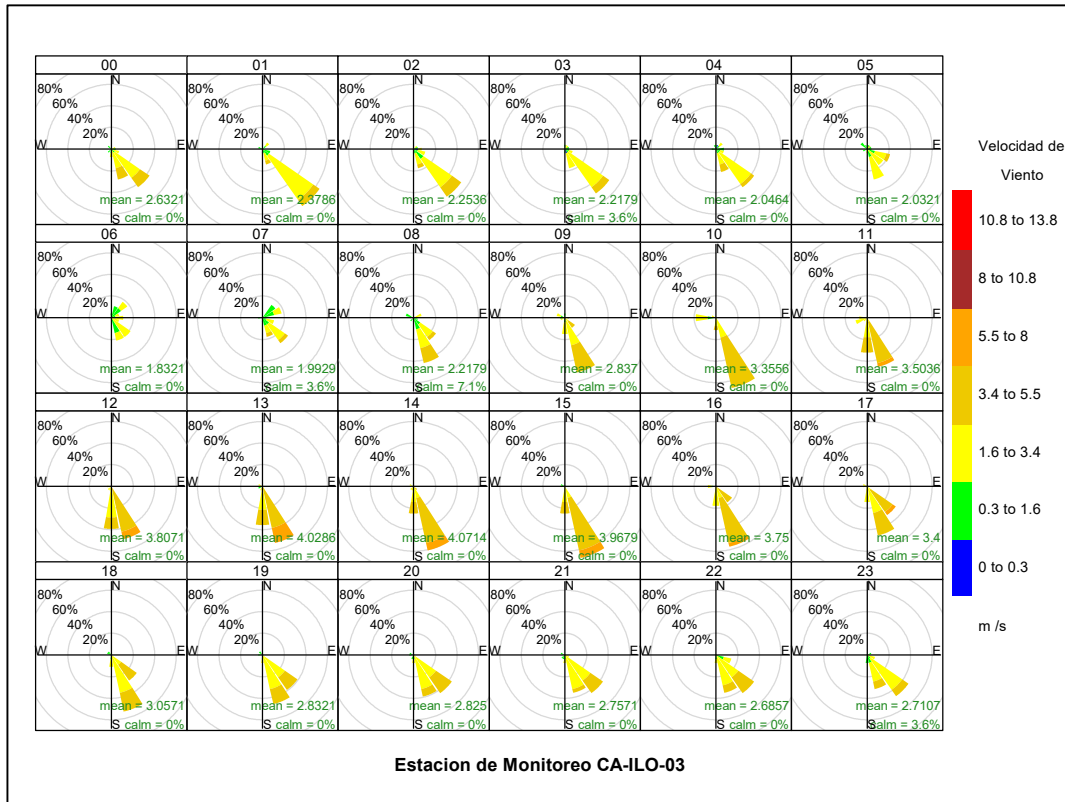


Figura 3.1.9. Rosa de viento horaria de la estación de monitoreo CA-ILO-03, mayo de 2023

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 mayo 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).

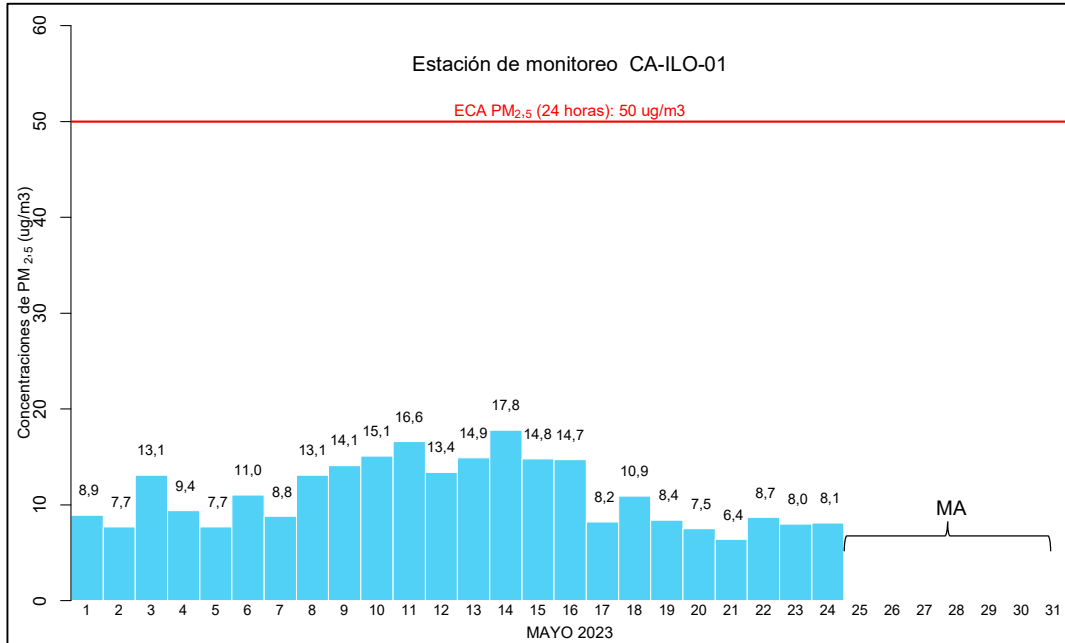


Figura 3.2.1. Concentraciones de 24 horas de PM_{2,5} en la estación de monitoreo CA-ILO-01, mayo de 2023
MA: Mantenimiento

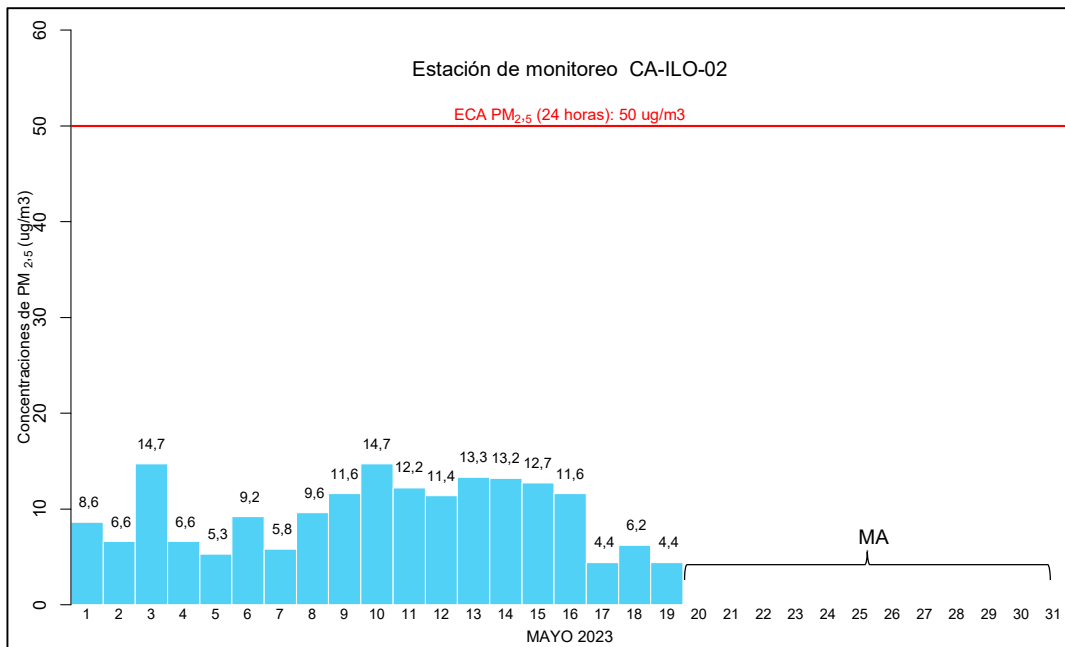


Figura 3.2.2. Concentraciones de 24 horas de PM_{2,5} en la estación de monitoreo CA-ILO-02, mayo de 2023
MA: Mantenimiento

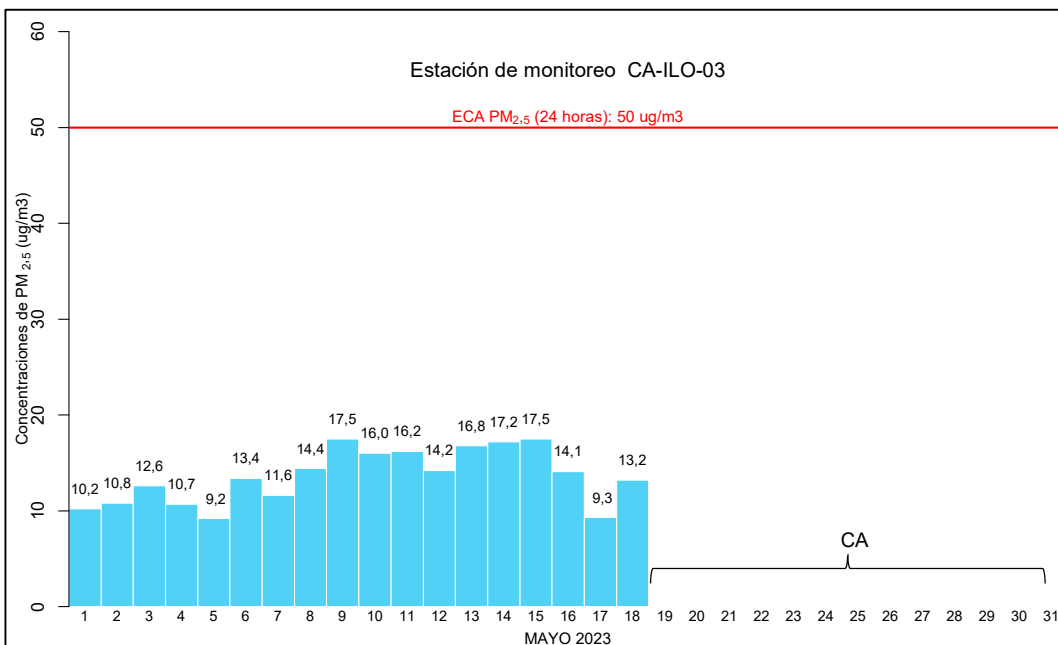


Figura 3.2.3. Concentraciones de 24 horas de PM_{2,5} en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en mayo de 2023

CA: Calibración

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 mayo 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).

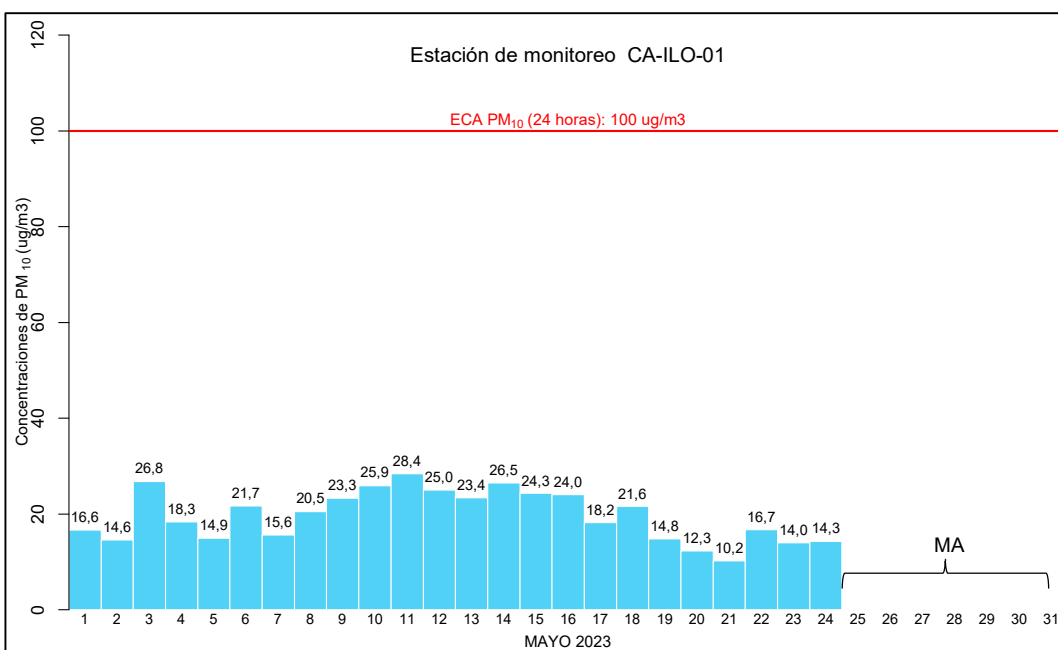


Figura 3.3.1. Concentraciones de 24 horas de PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, mayo de 2023

MA: Mantenimiento

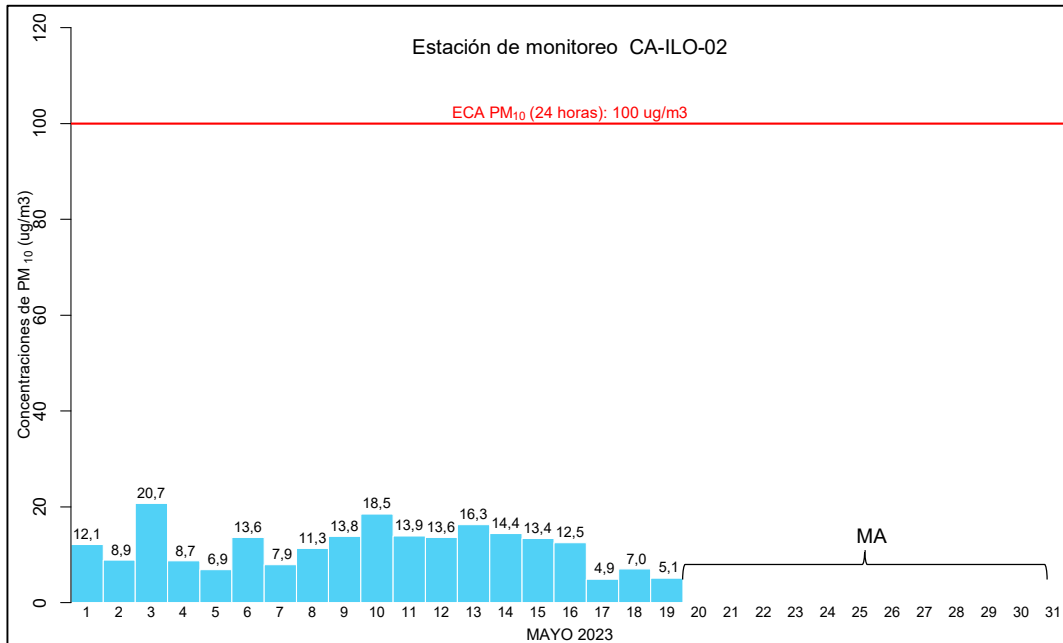


Figura 3.3.2. Concentraciones de 24 horas de PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, mayo de 2023
MA: Mantenimiento

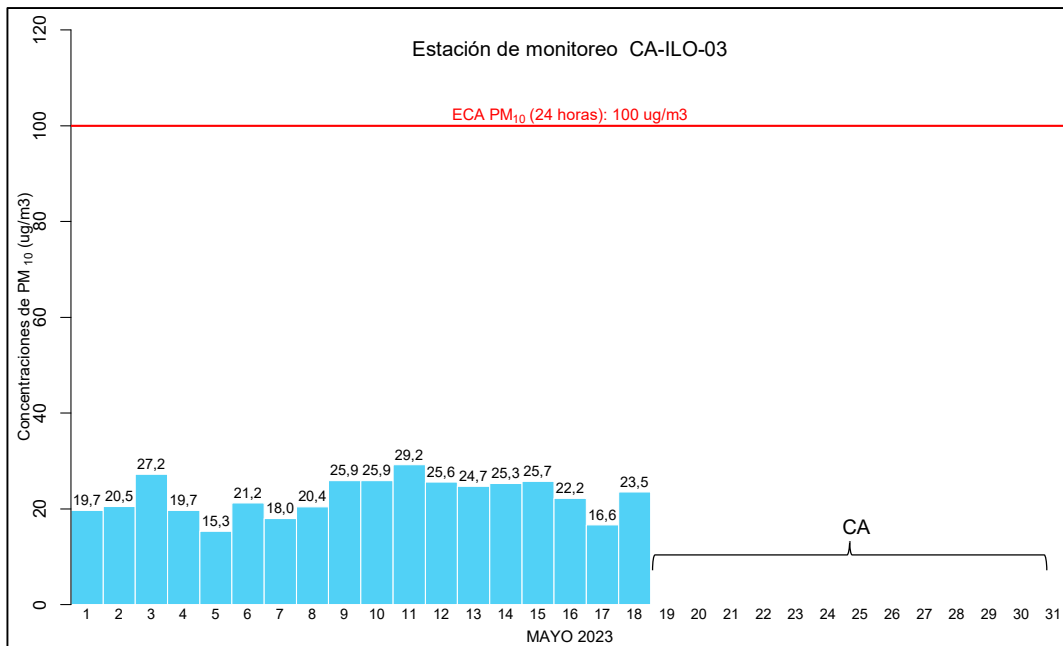


Figura 3.3.3. Concentraciones de 24 horas de PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, mayo de 2023
CA: Calibración

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 mayo de 2023.

Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para SO₂ (250 µg/m³ en 24 horas).

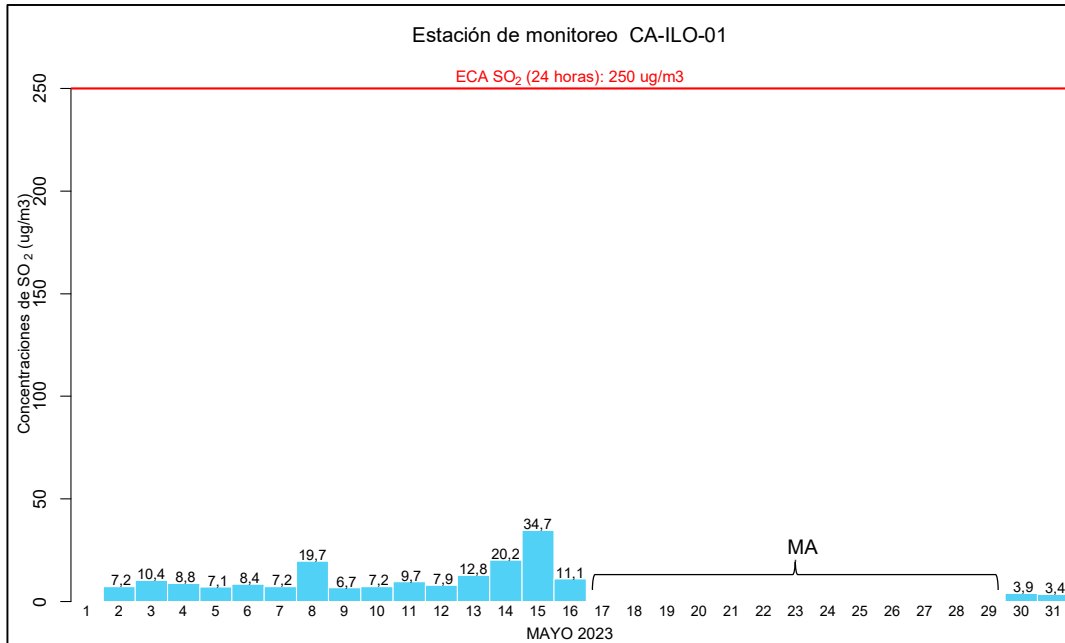


Figura 3.4.1. Concentraciones de 24 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, mayo de 2023
MA: Mantenimiento

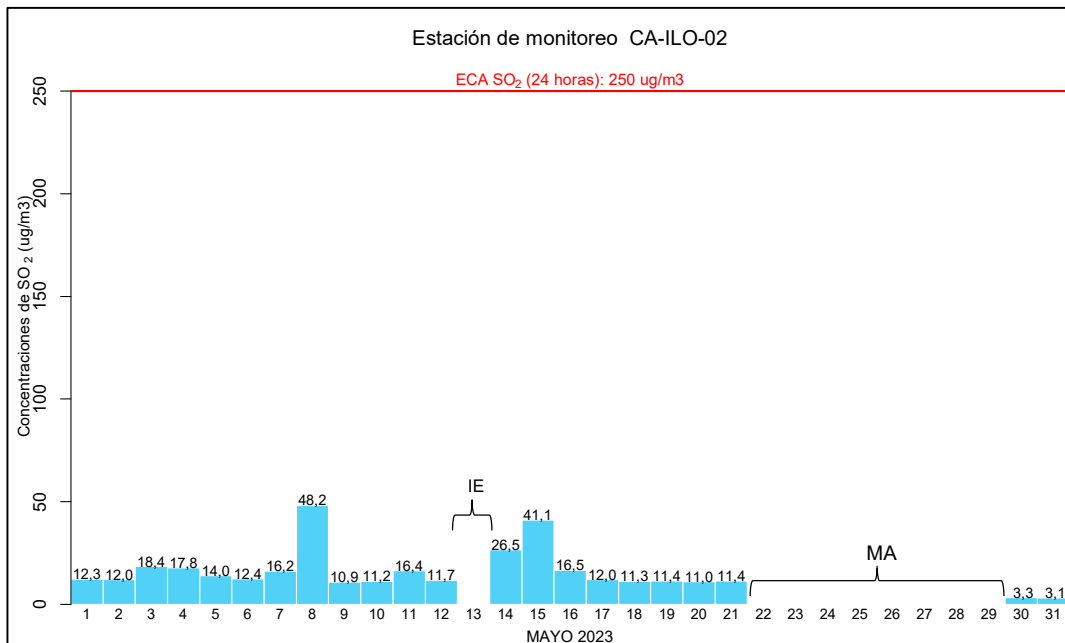


Figura 3.4.2. Concentraciones de 24 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, mayo de 2023
IE: Interrupción eléctrica
MA: Mantenimiento

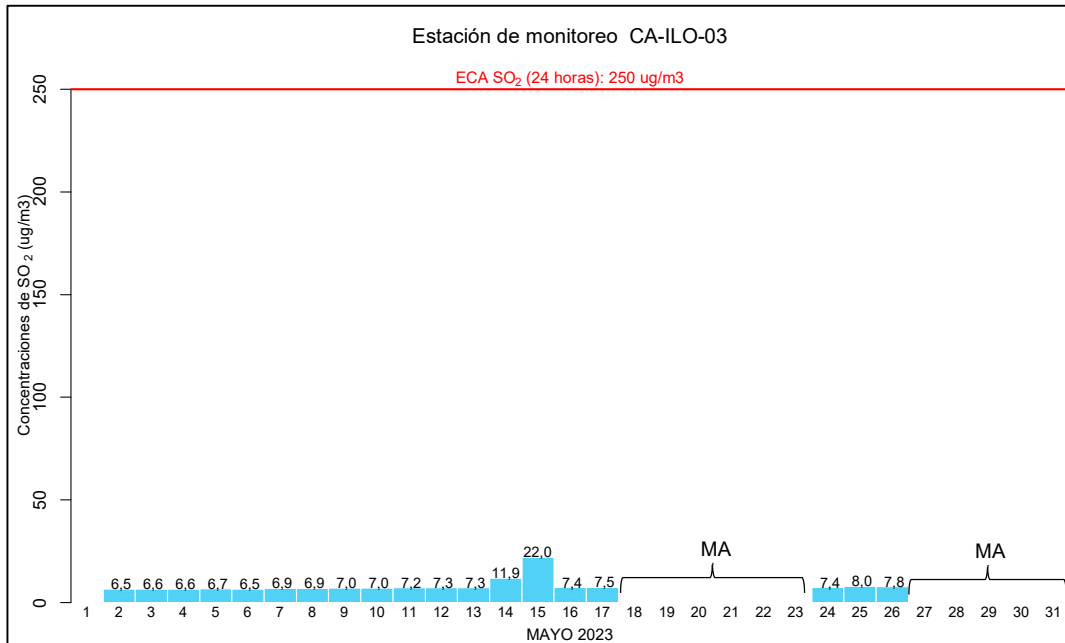


Figura 3.4.3. Concentraciones de 24 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, mayo de 2023.

MA: Mantenimiento

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 mayo 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).

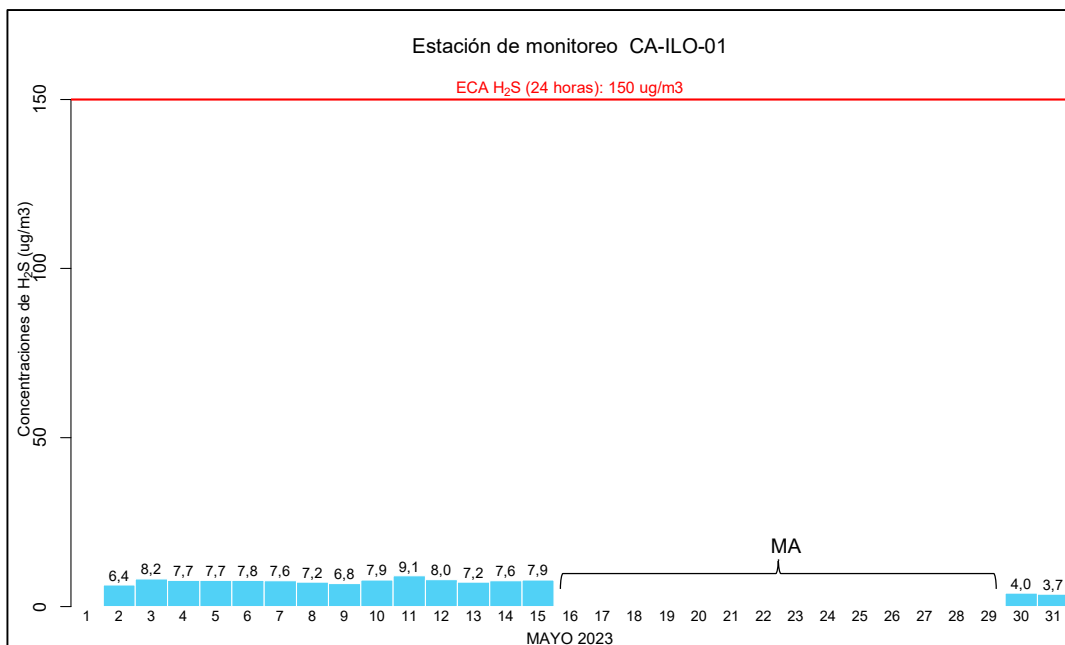


Figura 3.5.1. Concentraciones de 24 horas de H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-01, mayo de 2023

MA: Mantenimiento

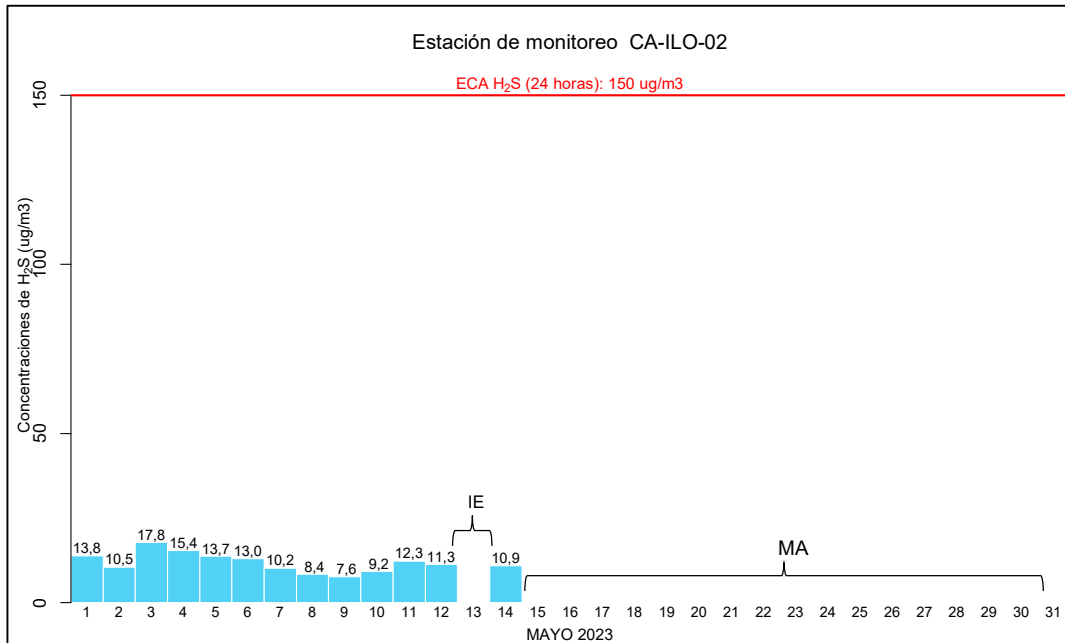


Figura 3.5.2. Concentraciones de 24 horas de H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-02, mayo de 2023

IE: Interrupción eléctrica
 MA: Mantenimiento

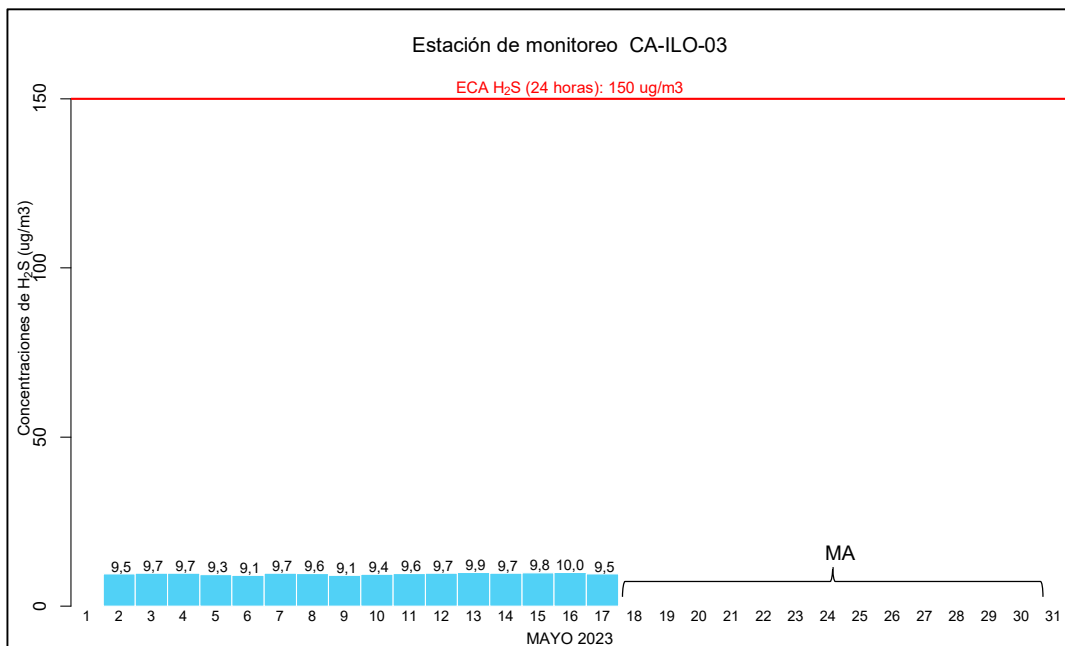


Figura 3.5.3. Concentraciones de 24 horas de H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-03, mayo de 2023.

MA: Mantenimiento

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 mayo de 2023. Además, se

observa que todas las concentraciones horarias no excedieron el ECA para NO₂ (200 µg/m³ en 1 hora).

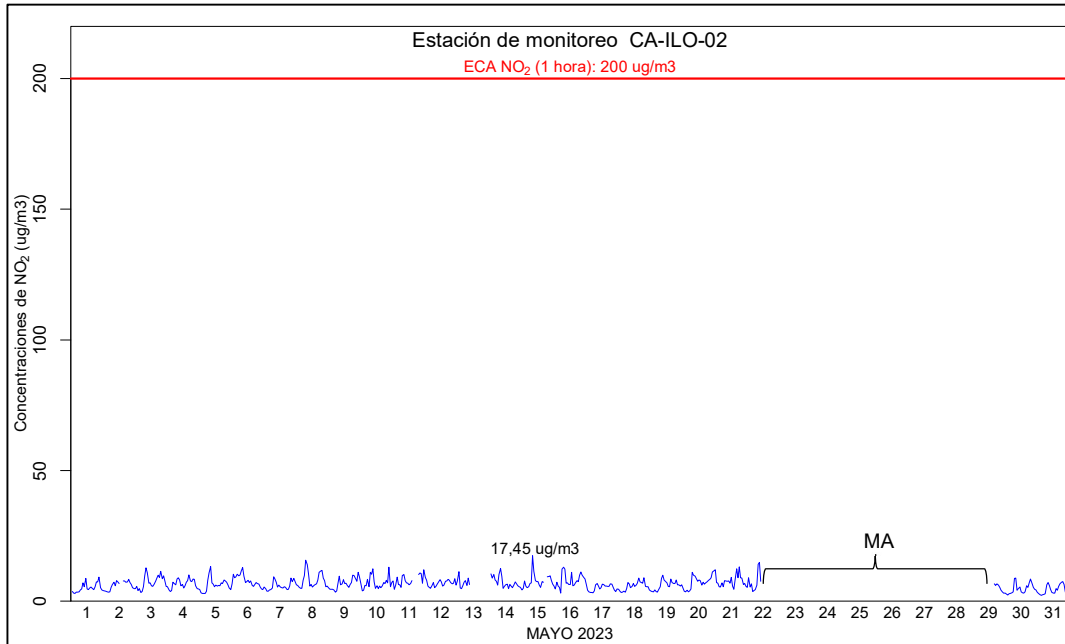


Figura 3.6.1. Concentraciones de horarias de NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, mayo de 2023.

MA: Mantenimiento

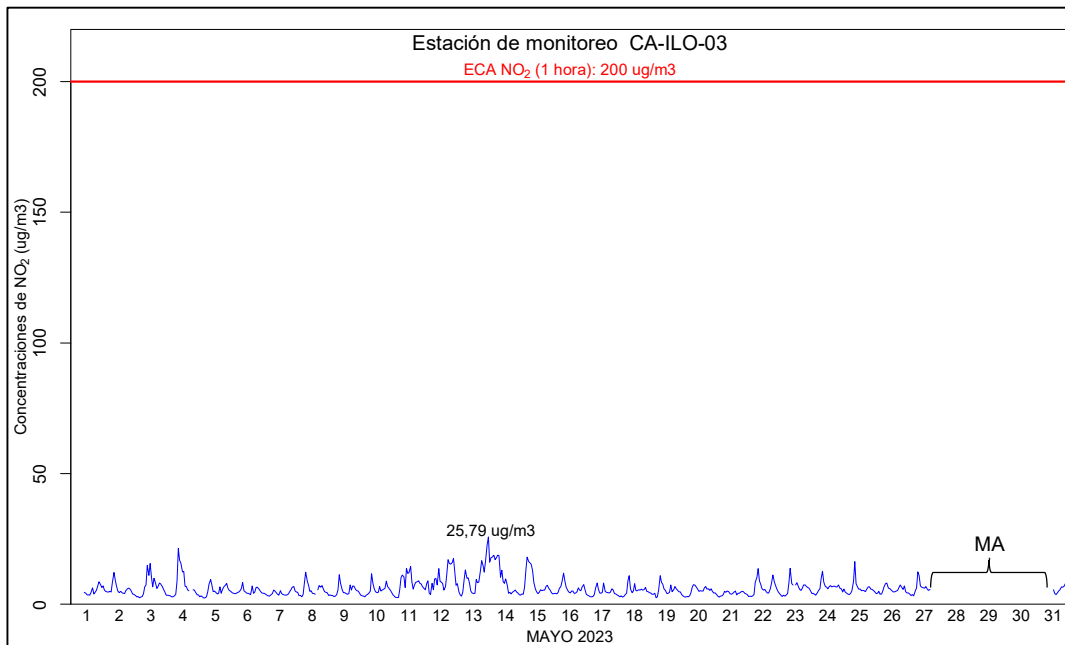


Figura 3.6.2. Concentraciones de horarias de NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, mayo de 2023.

MA: Mantenimiento

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 mayo 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).

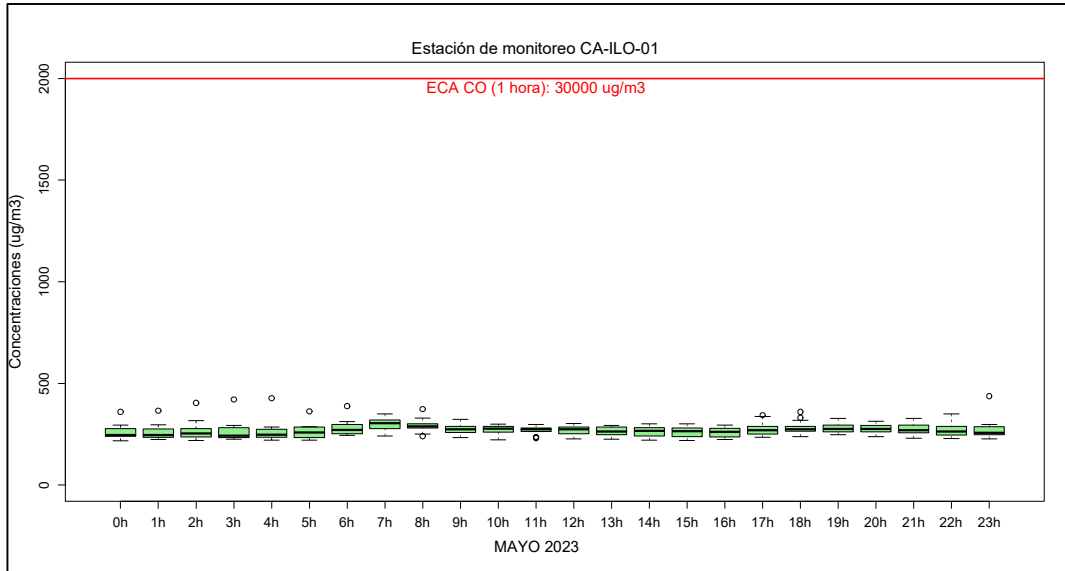


Figura 3.7.1. Concentraciones horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, mayo de 2023

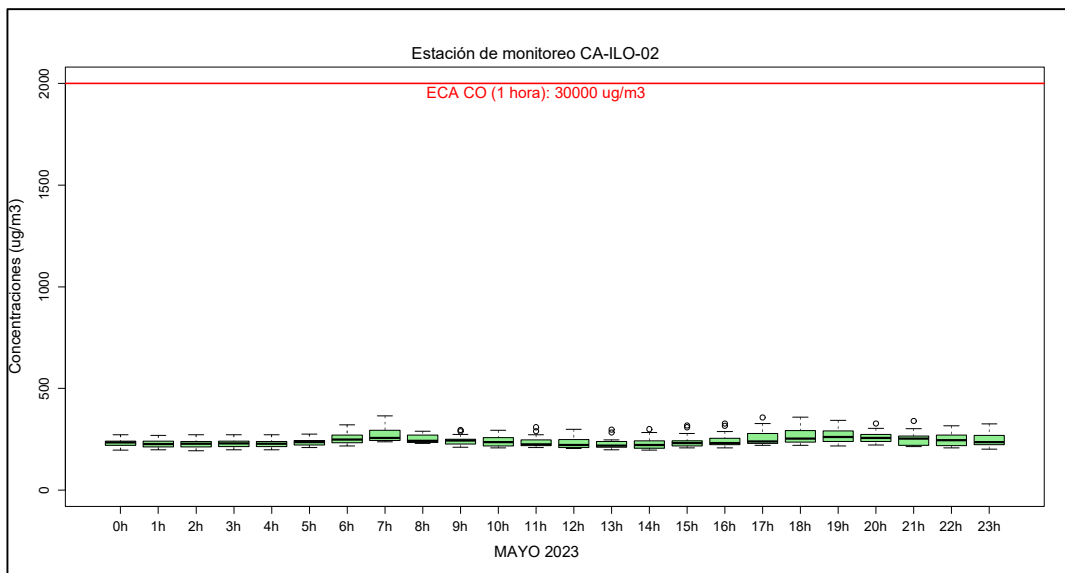


Figura 3.7.2. Concentraciones horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, mayo de 2023

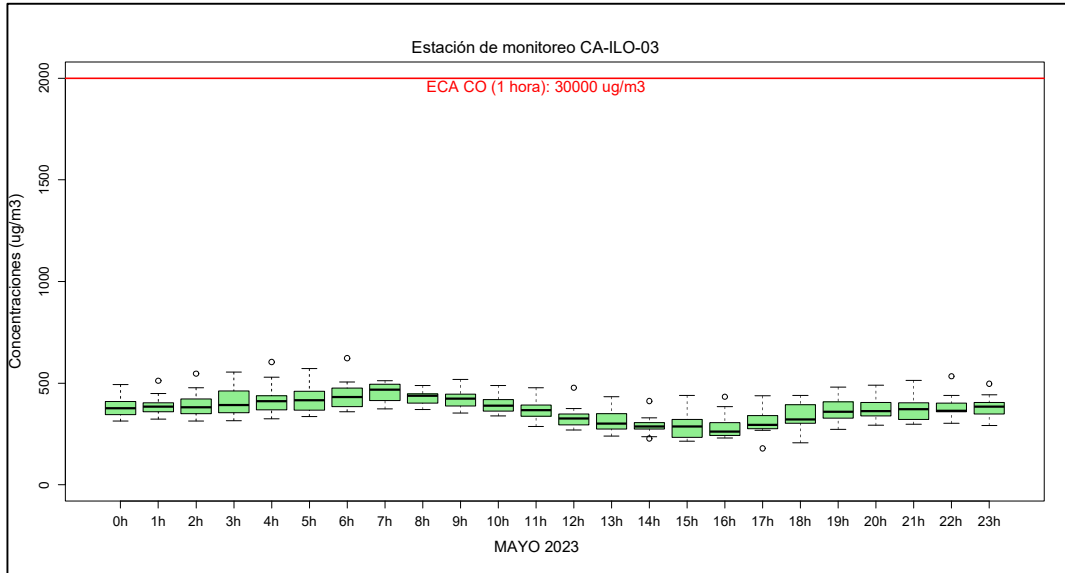


Figura 3.7.3. Concentraciones horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, mayo de 2023

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 mayo 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).

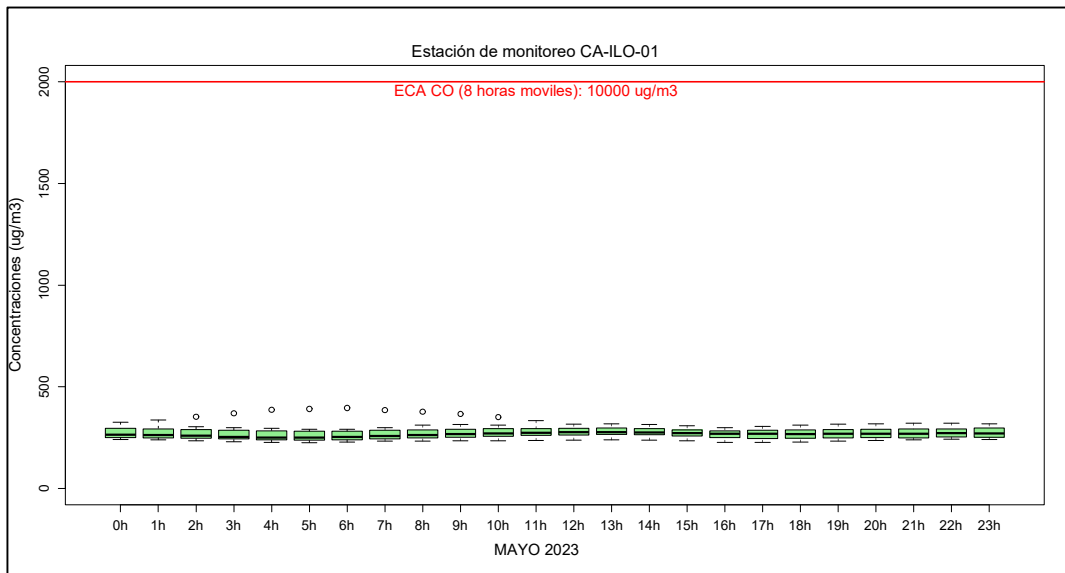


Figura 3.7.4. Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, mayo de 2023

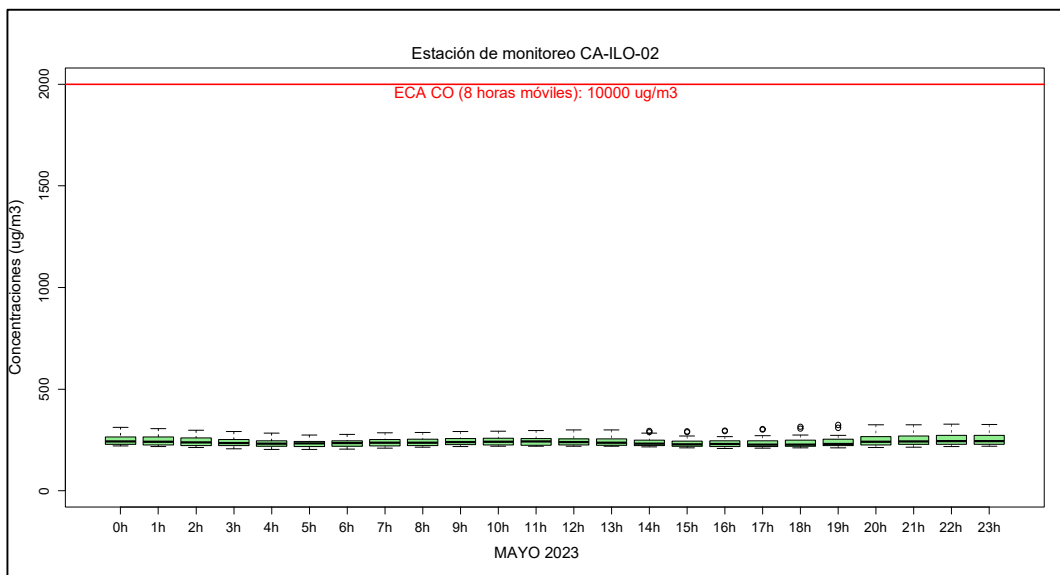


Figura 3.7.5. Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, mayo de 2023

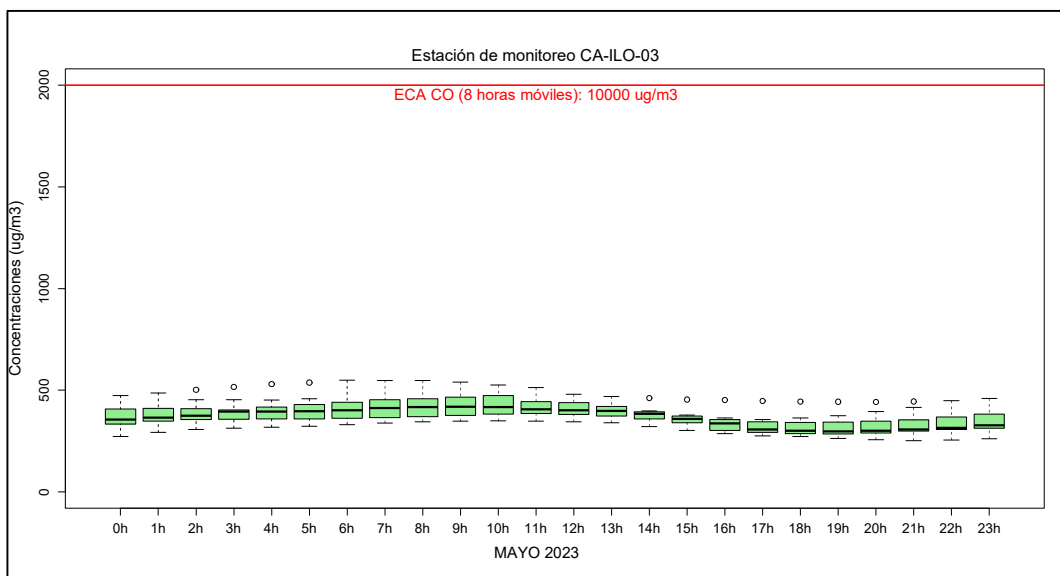


Figura 3.7.6. Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, mayo de 2023

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 mayo de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observa que el 0,30 % 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 6,81 % de los vientos vienen de la dirección sur (S) y corresponden a un rango de 10 a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de concentración de PM_{2,5}.

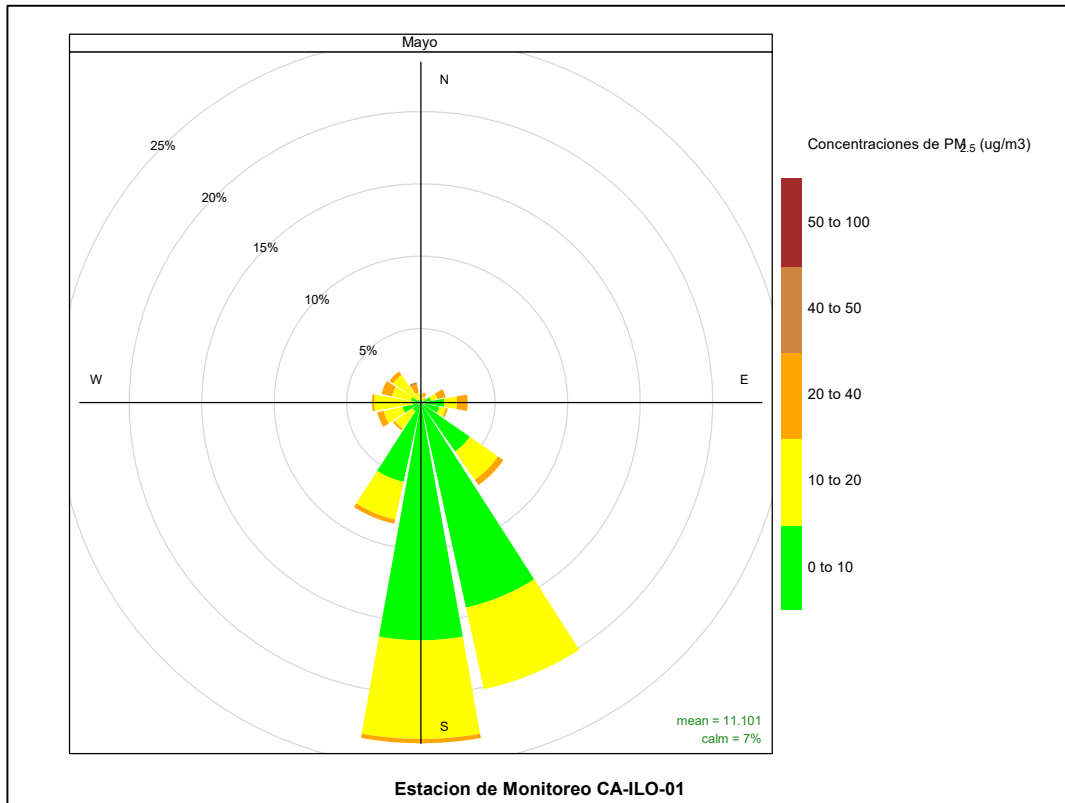


Figura 3.8.1. Rosa de concentración del $PM_{2.5}$ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, mayo del 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que el 0,18 % de los vientos, vienen de la dirección predominante sursureste (SSE) y corresponden a un rango de 10 a 20 $\mu g/m^3$ de concentración de $PM_{2.5}$. Así mismo, se observa que el 13,2 % de los vientos, vienen de la dirección sursureste y corresponden a un rango de 0 a 10 $\mu g/m^3$ de concentración de $PM_{2.5}$. Cabe mencionar que el rango de mayor concentración del mes, de 40 a 50 $\mu g/m^3$, se puede apreciar con un 0,18% de los vientos que vienen desde el noroeste (NW), dirección que no es la predominante.

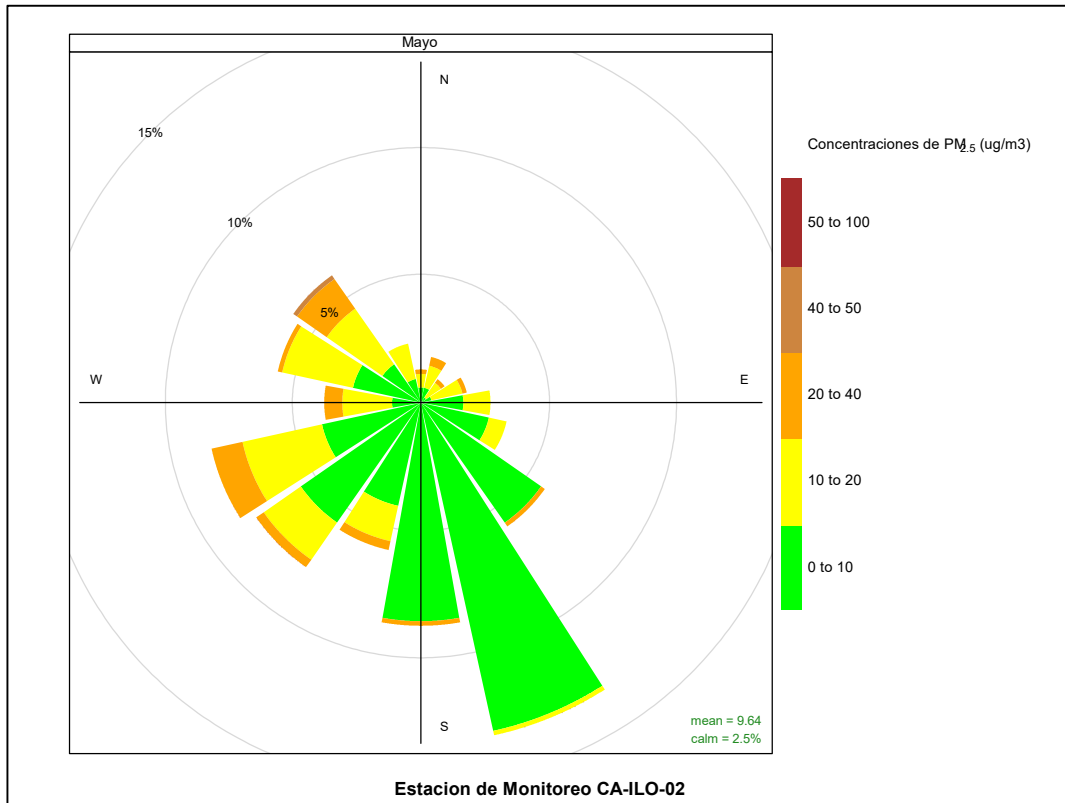


Figura 3.8.2. Rosa de concentración del $PM_{2.5}$ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, mayo del 2023

Y en la estación CA-ILO-03, se observa que el 1,6 % de los vientos, vienen de la dirección predominante sursureste (SSE) y corresponden a un rango de 20 a 40 $\mu g/m^3$ de concentración de $PM_{2.5}$. Además el 12,5 % de los vientos, vienen de la dirección sursureste (SSE) y corresponden a un rango de 10 a 20 $\mu g/m^3$. Y el 9,6 % de los vientos, vienen de la dirección sursureste (SSE) y corresponden a un rango de 0 a 10 $\mu g/m^3$. Cabe mencionar que el mayor rango presentado en el mes, de 20 a 40 $\mu g/m^3$, se hace presente en todas las direcciones mostradas en la rosa de concentración.

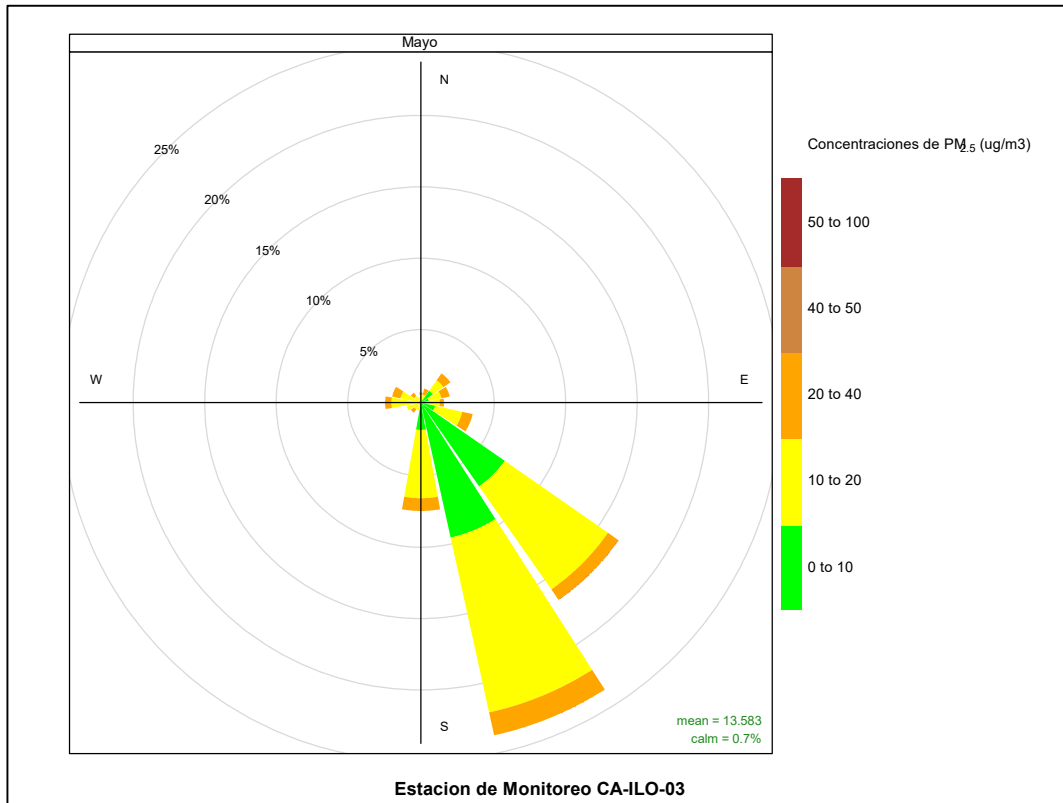


Figura 3.8.3. Rosa de concentración del $PM_{2.5}$ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, mayo de 2023

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-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de mayo de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observa que durante ciertas horas de la noche y durante la mañana, desde las 5:00 a 10:00 am, se hacen presente concentraciones en el rango de 20 a 40 $\mu g/m^3$, un rango alto en el mes, sin embargo, las direcciones desde donde vienen los vientos son variadas.

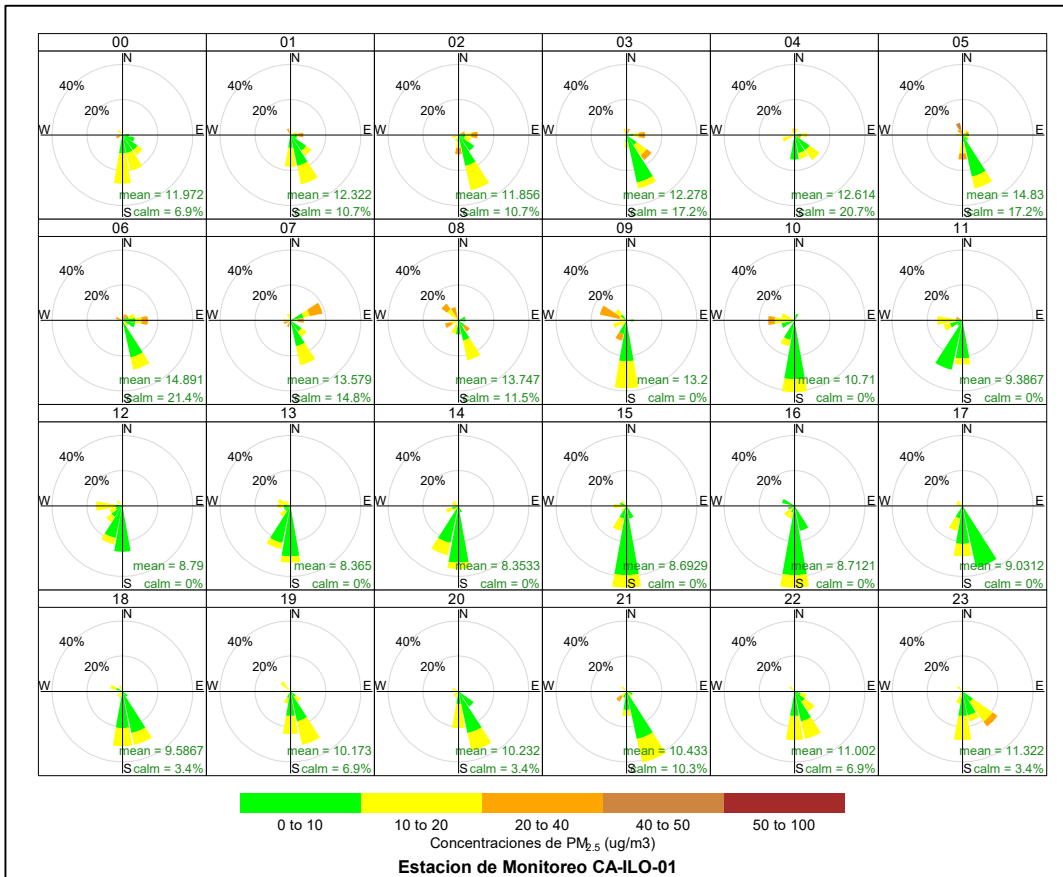


Figura 3.8.4. Rosa de concentración horaria del PM_{2.5} en la estación de monitoreo CA-ILO-01, mayo de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que las mayores concentraciones (en el rango de 20 a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) coinciden, en gran medida, con los vientos en horario nocturno. Desde las 20:00 hasta las 9:00 horas aproximadamente, cabe mencionar que los vientos en ese horario provienen de varias direcciones.

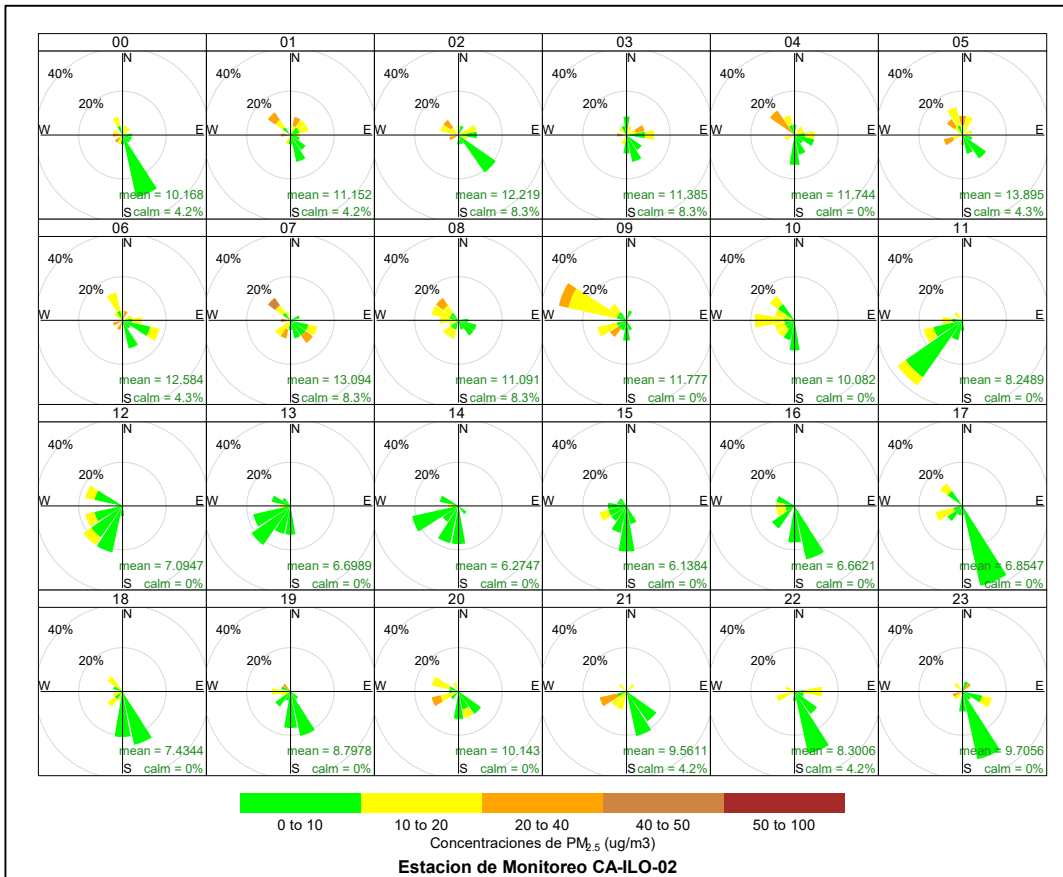


Figura 3.8.5. Rosa de concentración horaria del PM_{2.5} en la estación de monitoreo CA-ILO-02, mayo de 2023

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que las mayores concentraciones (en el rango de 20 a 40 µg/m³) coinciden, en gran medida, con los vientos en horario nocturno. Desde las 21:00 hasta las 9:00 horas aproximadamente, normalmente provienen de los vientos en dirección sursureste (SSE), sin embargo, también se hace presente en otras direcciones de los vientos.

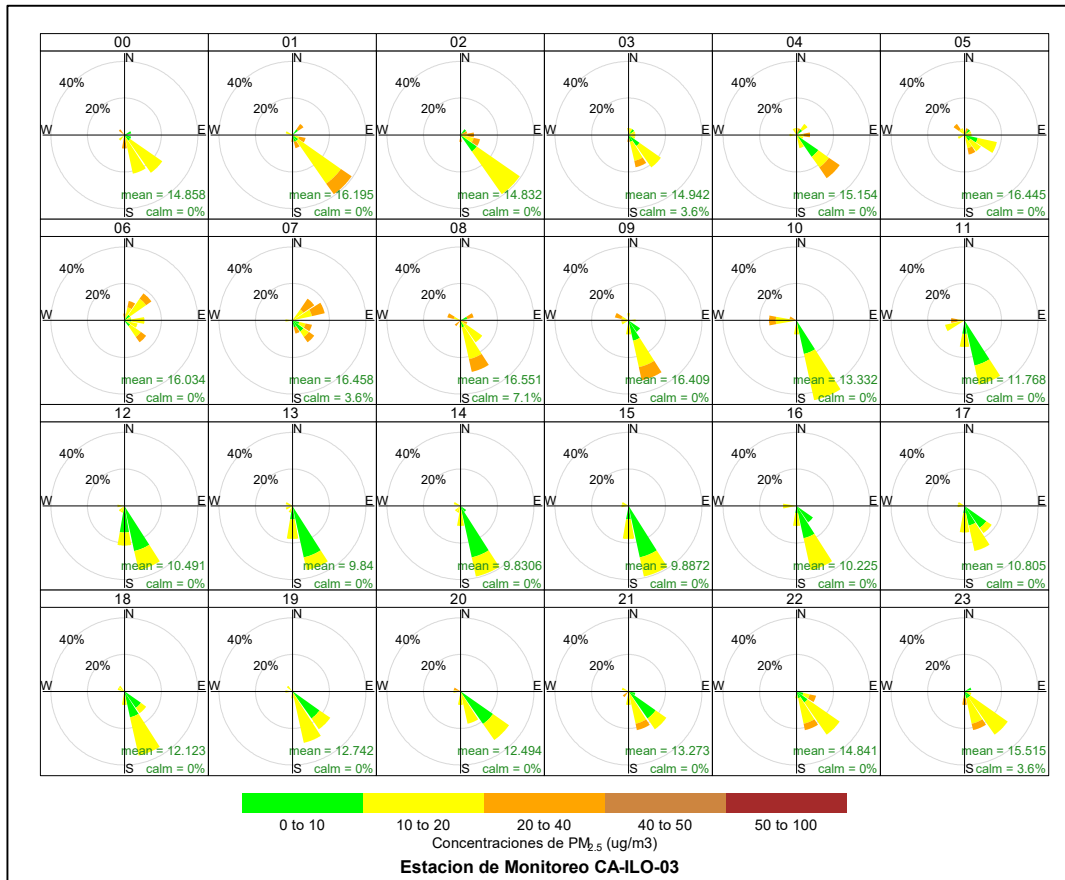


Figura 3.8.6. Rosa de concentración horaria del PM_{2.5} en la estación de monitoreo CA-ILO-03, mayo de 2023

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

En las Figuras 3.8.7, 3.8.8 y 3.8.9 se presentan las rosas de concentraciones de PM₁₀ de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de mayo de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observa que, en la dirección predominante sur (S), el 0,15 % de los vientos corresponden a un rango de 50 a 100 µg/m³ de concentración de PM₁₀, el 0,44 % de los vientos corresponden a un rango de 40 a 50 µg/m³, el 4,44 % de los vientos corresponden a un rango de 20 a 40 µg/m³, el 17,3 % de los vientos corresponden a un rango de 10 a 20 µg/m³ y el 1,04 % de los vientos corresponden a un rango de 0 a 10 µg/m³. Cabe mencionar que las frecuencias reportadas corresponden solo a la dirección sur, que es la predominante como se observa en la rosa de concentración.

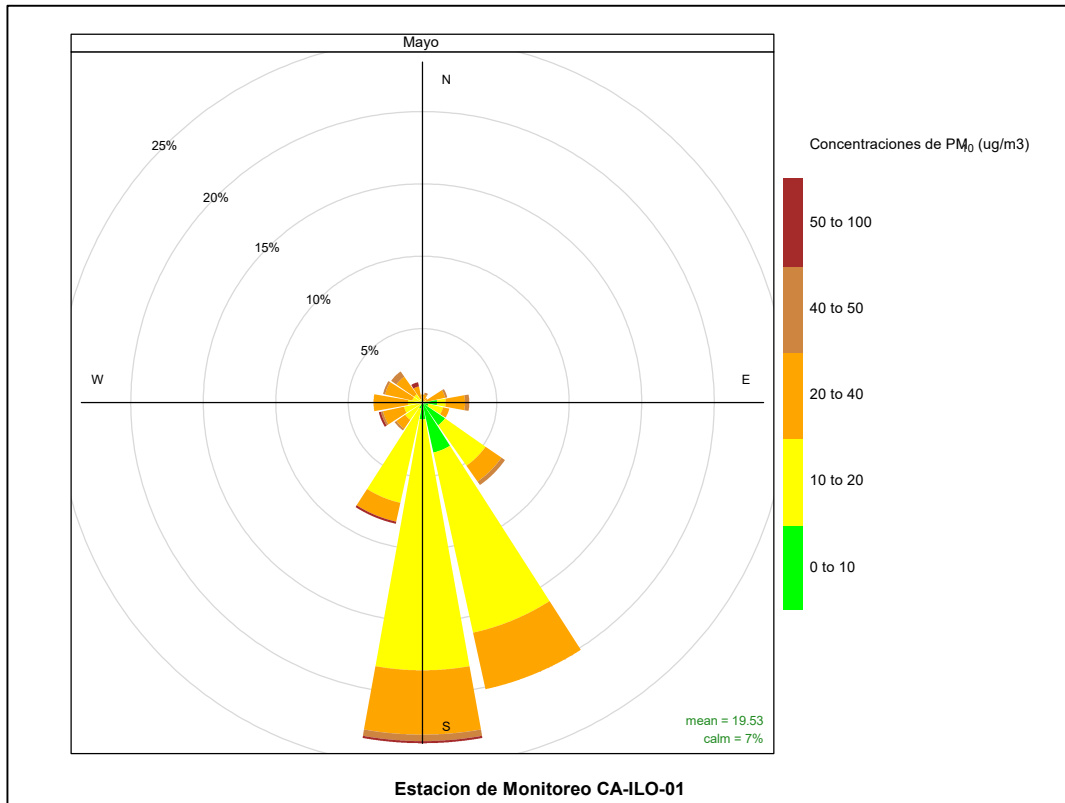


Figura 3.8.7. Rosa de concentración del PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, mayo de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que el 0,18 % de los vientos, vienen de la dirección predominante sursureste (SSE) y corresponden a un rango de 20 a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de concentración de PM₁₀. Así mismo, se observa que el 0,53 % de los vientos, vienen de la dirección sursureste y corresponden a un rango de 10 a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Y el 12,7 % de los vientos, vienen de la dirección sursureste y corresponden a un rango de 0 a 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Cabe mencionar que el rango de mayor concentración del mes, de 50 a 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, se puede apreciar con un 0,36% de los vientos que vienen desde el noroeste (NW), dirección que no es la predominante.

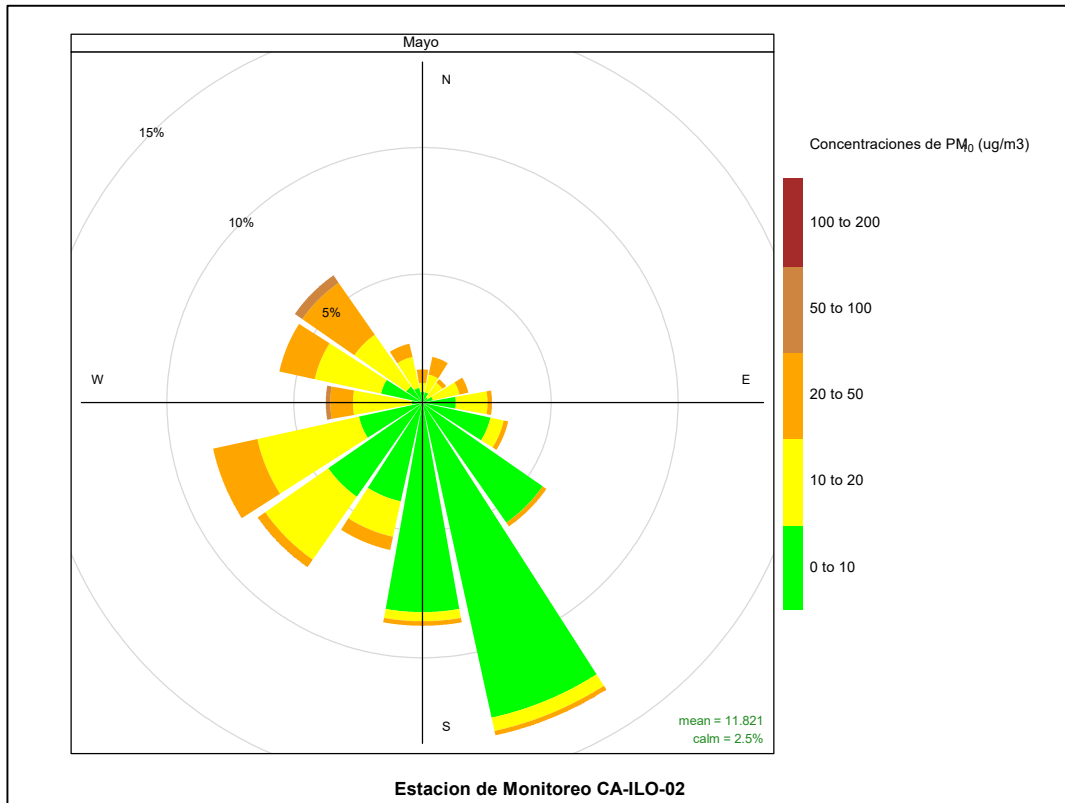


Figura 3.8.8. Rosa de concentración del PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, mayo de 2023

Y en la estación CA-ILO-03, se observa que el 0,3 % de los vientos, vienen de la dirección predominante sursureste (SSE) y corresponden a un rango de 50 a 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de concentración de PM₁₀. Además, el 0,3 % de los vientos, vienen de la dirección sursureste (SSE) y corresponden a un rango de 40 a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Y el 9,9 % de los vientos, vienen de la dirección sursureste (SSE) y corresponden a un rango de 20 a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Y el 13,3 % de los vientos, vienen de la dirección sursureste (SSE) y corresponden a un rango de 10 a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

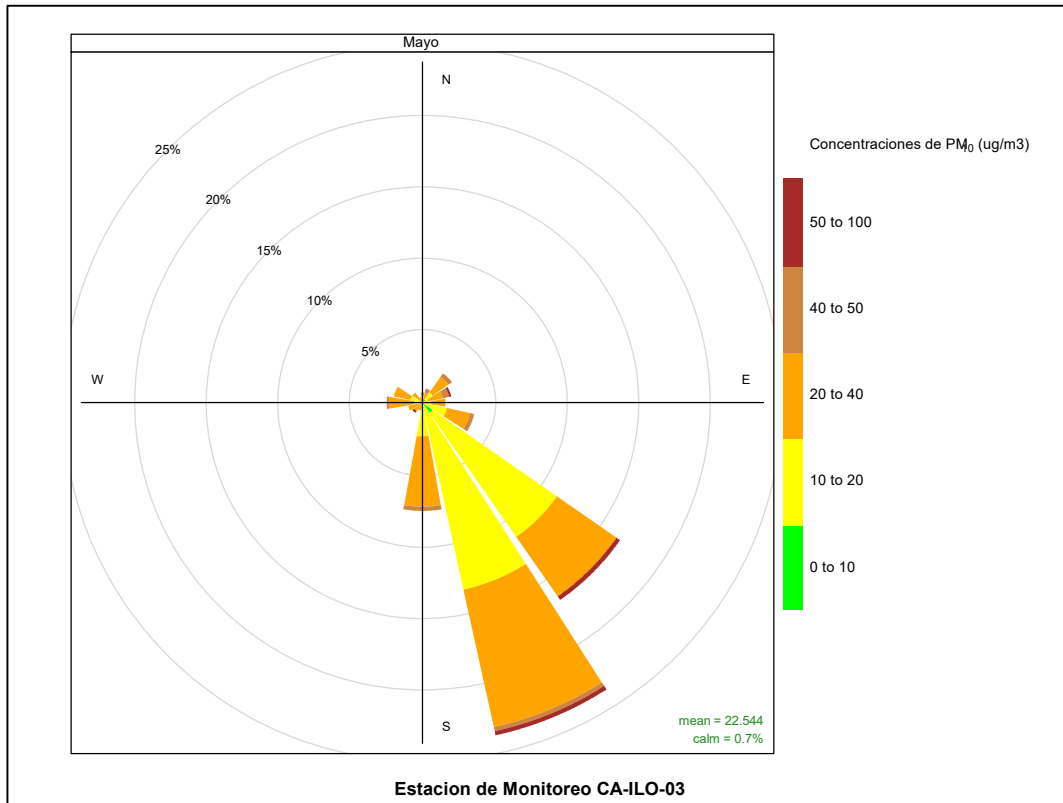


Figura 3.8.9. Rosa de concentración del PM_{10} en la estación de monitoreo CA-ILO-03, mayo de 2023

En las Figuras 3.8.10, 3.8.11 y 3.8.12 se presentan las rosas de concentraciones horarias de PM_{10} de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes mayo de 2023.

En la estación CA-ILO-01, se observa que durante ciertas horas de la noche y durante la mañana, desde las 5:00 a 9:00 am, se hacen presente concentraciones en el rango de 40 a 50 $\mu g/m^3$, un rango alto en el mes, sin embargo, las direcciones desde donde vienen los vientos son variadas.

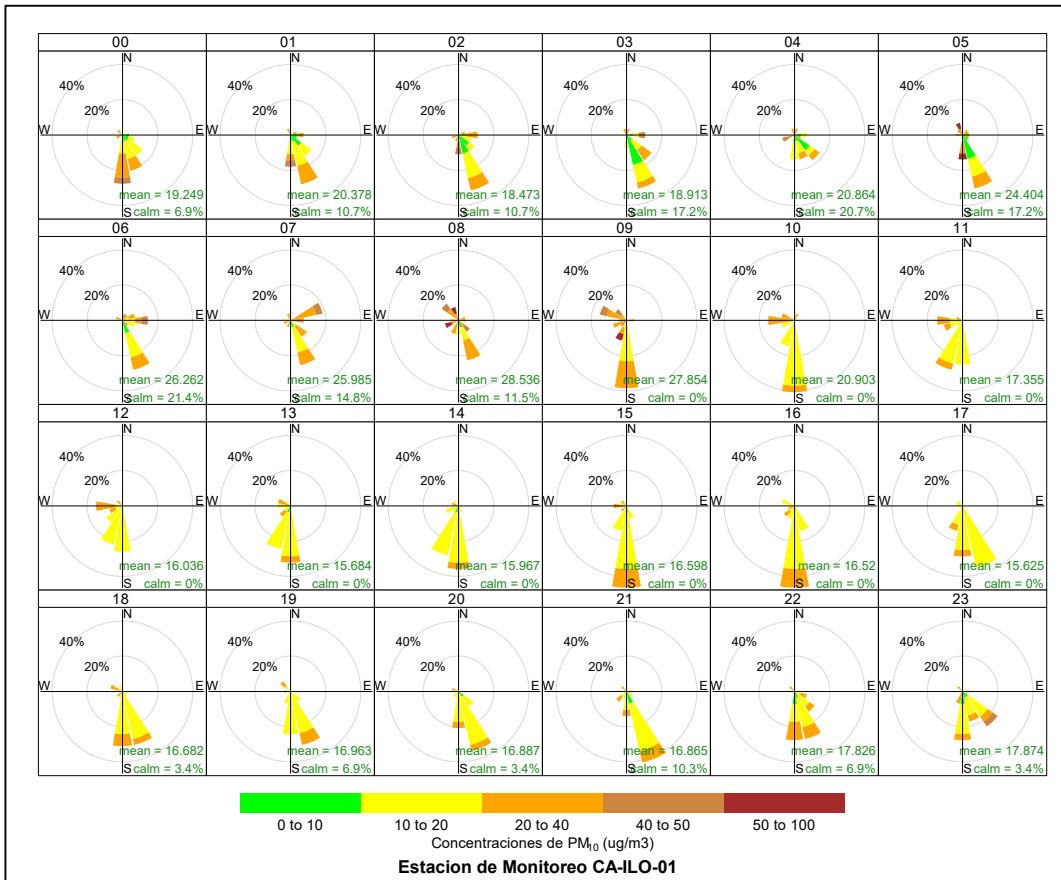


Figura 3.8.10. Rosa de concentración horaria del PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, mayo de 2023

En la estación CA-ILO-02, se observa que los altos rangos de concentraciones coinciden, en gran medida, con los vientos en horario nocturno. Desde las 20:00 hasta las 9:00 horas aproximadamente, cabe mencionar que los vientos en ese horario provienen de varias direcciones.

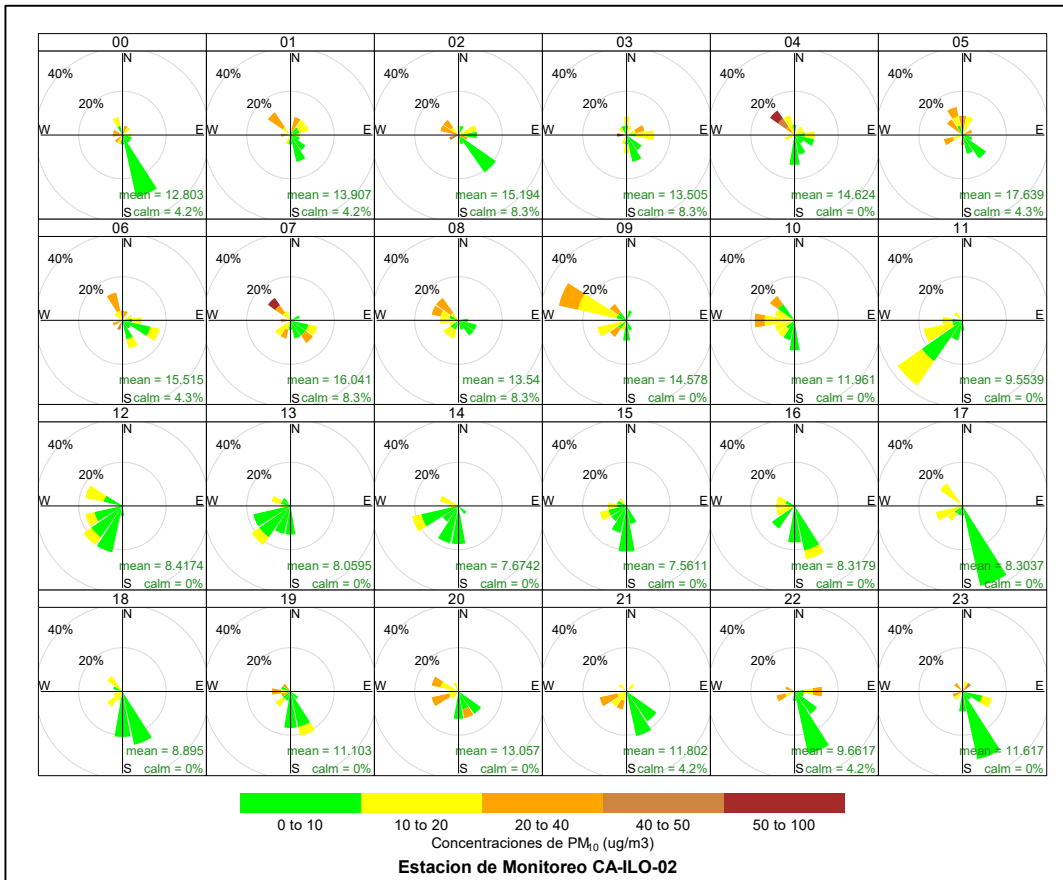


Figura 3.8.11. Rosa de concentración horaria del PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, mayo de 2023

Y en la estación CA-ILO-03, se observa que a la 1:00, 6:00, 7:00 y 9:00 horas se muestran rangos de concentración de 50 a 100 µg/m³, en la dirección de viento normalmente sur (S), sureste (SE) y sursureste (SSE).

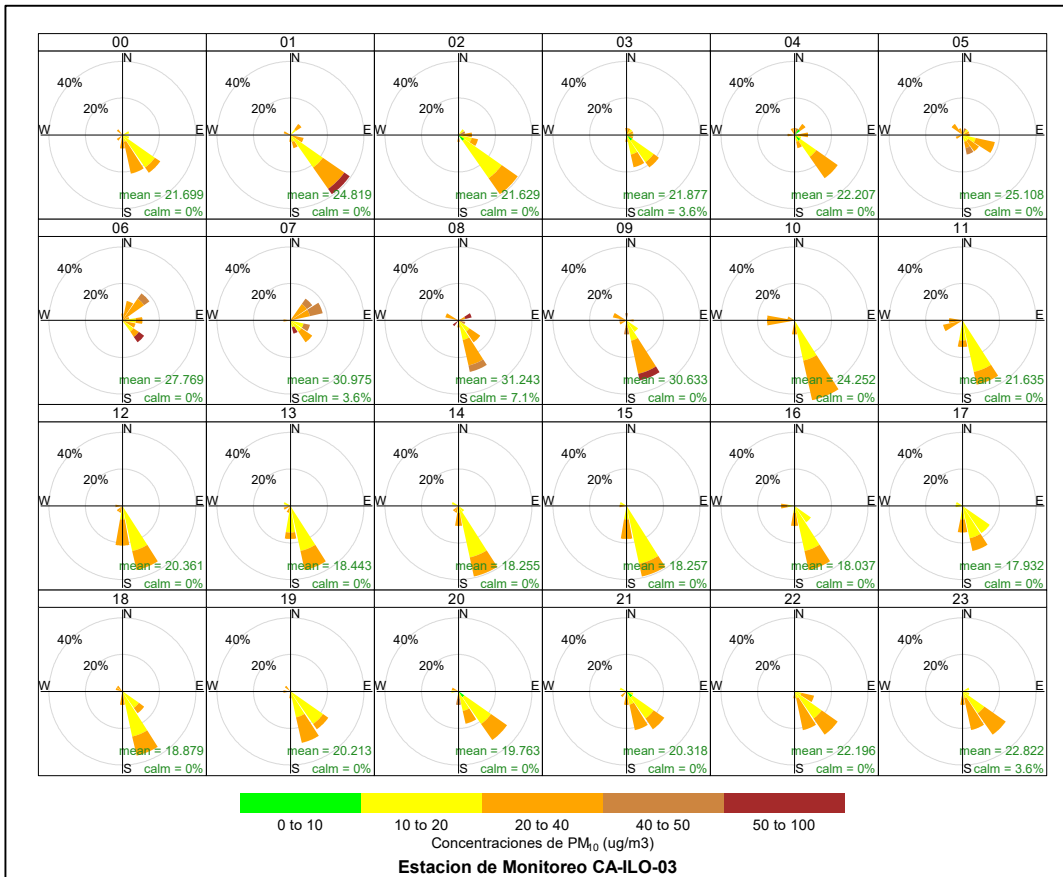


Figura 3.8.12. Rosa de concentración horaria del PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, mayo de 2023

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 mayo de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observa que en la dirección de viento predominante sur (S), el 0,15% de los vientos coinciden con el rango del 10 al 15 µg/m³, el 15,3 % de los vientos coinciden con el rango del 5 al 10 µg/m³ y el 2,7 % de los vientos coinciden con el rango del 0 al 5 µg/m³. Cabe mencionar que los rangos de alta concentración, de 25 al 168,41 µg/m³ coinciden con los vientos que provienen de direcciones de menor predominancia, este (E), oeste (W), estenoreste (ENE), sureste (SE), sursuroeste (SSW) entre otras tal y como se muestra en la rosa de concentración.

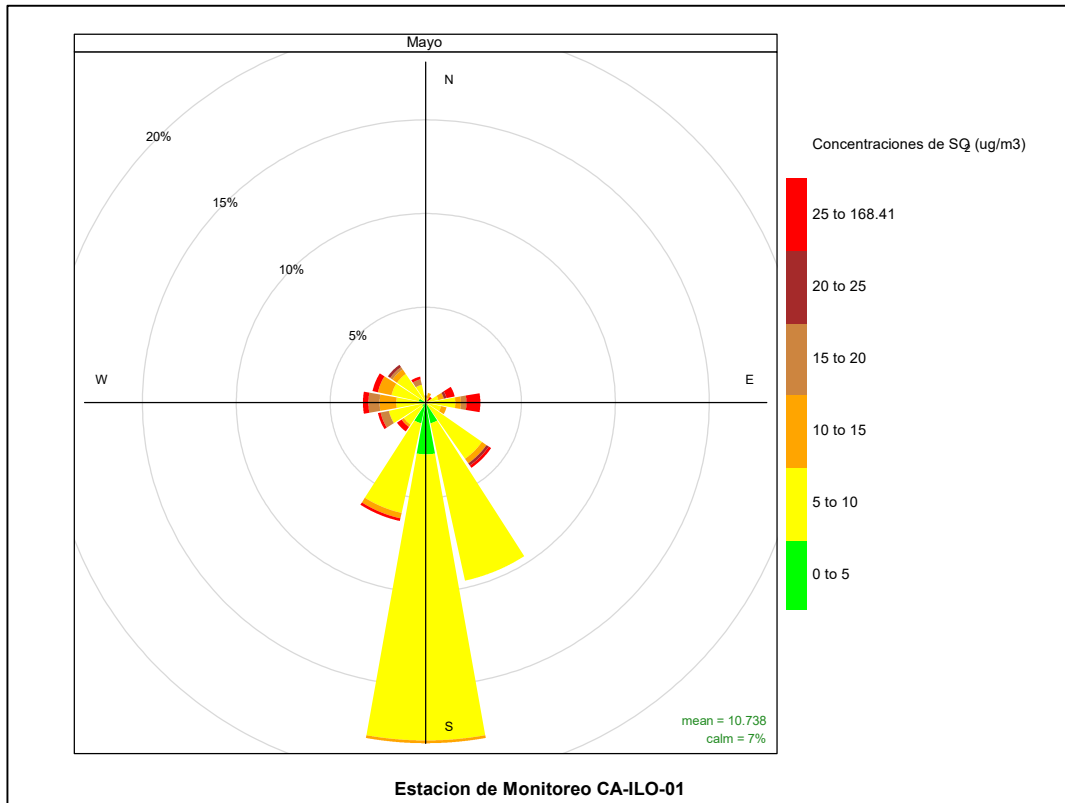


Figura 3.8.13. Rosa de concentración del SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, mayo de 2023

En la estación CA-ILO-02, se observa, que en la dirección predominante del sursureste (SSE), el 18,5% de los vientos caen en el rango del 10 al 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y así también, el 1,25% de los vientos caen en el rango del 0 al 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Cabe mencionar que los rangos de alta concentración, del 150 al 216,23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, se observa en los vientos de menor predominancia como el noreste (NE), estenoreste (ENE) y este (E).

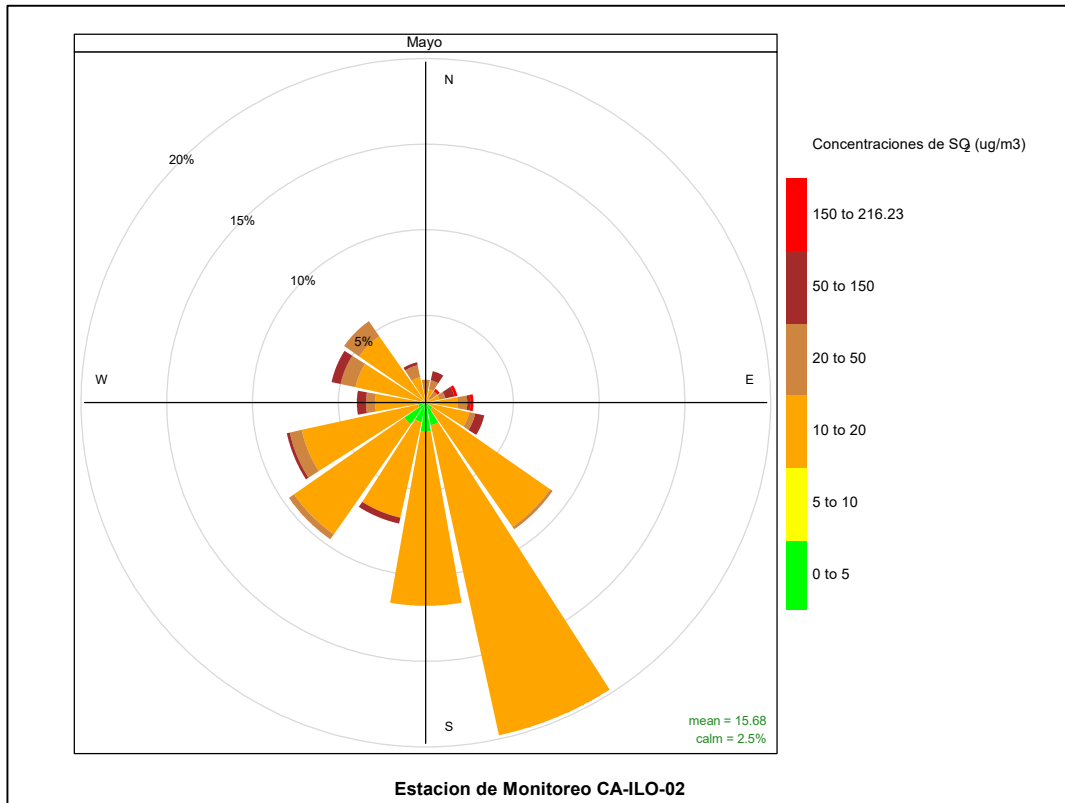


Figura 3.8.14. Rosa de concentración del SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, mayo de 2023

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que, en la dirección de mayor predominancia el sursureste (SSE), el 0,15% de los vientos coinciden con las concentraciones en el rango de 20 a 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, así mismo el 29,9% 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 50 a 137,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el rango alto del mes, corresponde a los vientos que provienen del noreste (NE) y oeste-noroeste (WNW), direcciones con baja presencia de vientos.

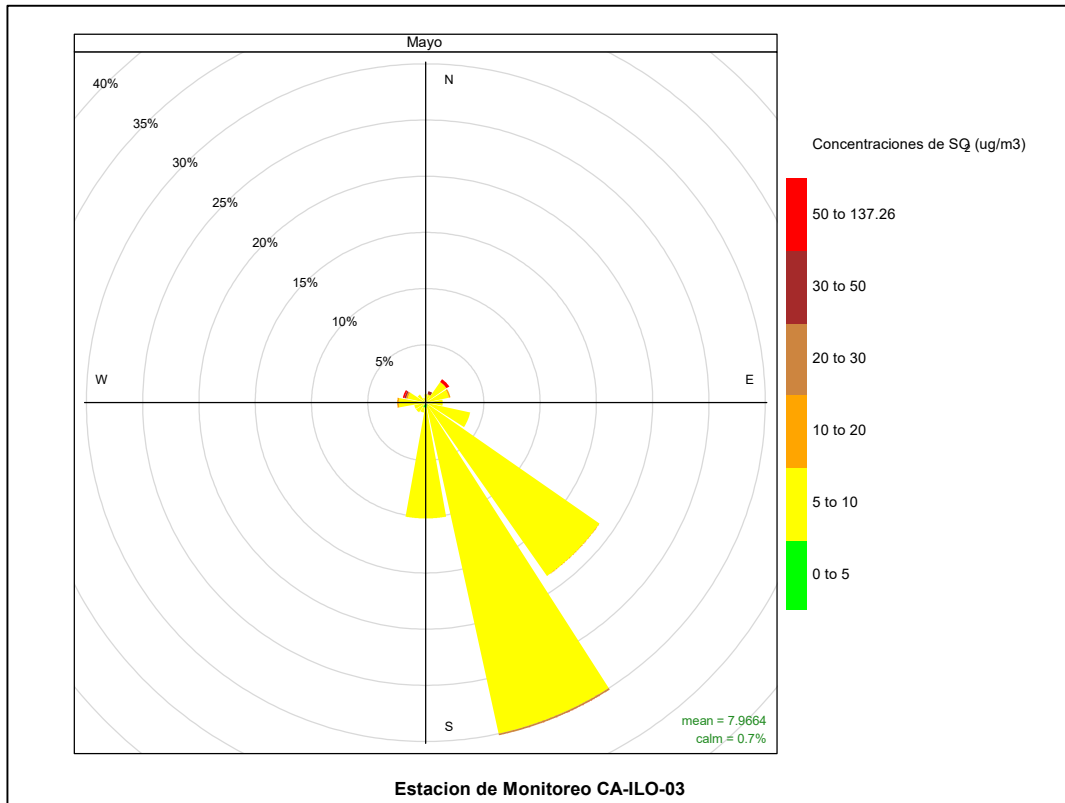


Figura 3.8.15. Rosa de concentración del SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, mayo de 2023

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 mayo de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observa que hay una mayor presencia de altas concentraciones desde las 5:00 hasta las 11:00 horas. Cabe mencionar que los vientos en ese intervalo horario provienen de diversas direcciones, mayormente este (E), estenoreste (ENE), oeste (W) y oestenoeste (WNW).

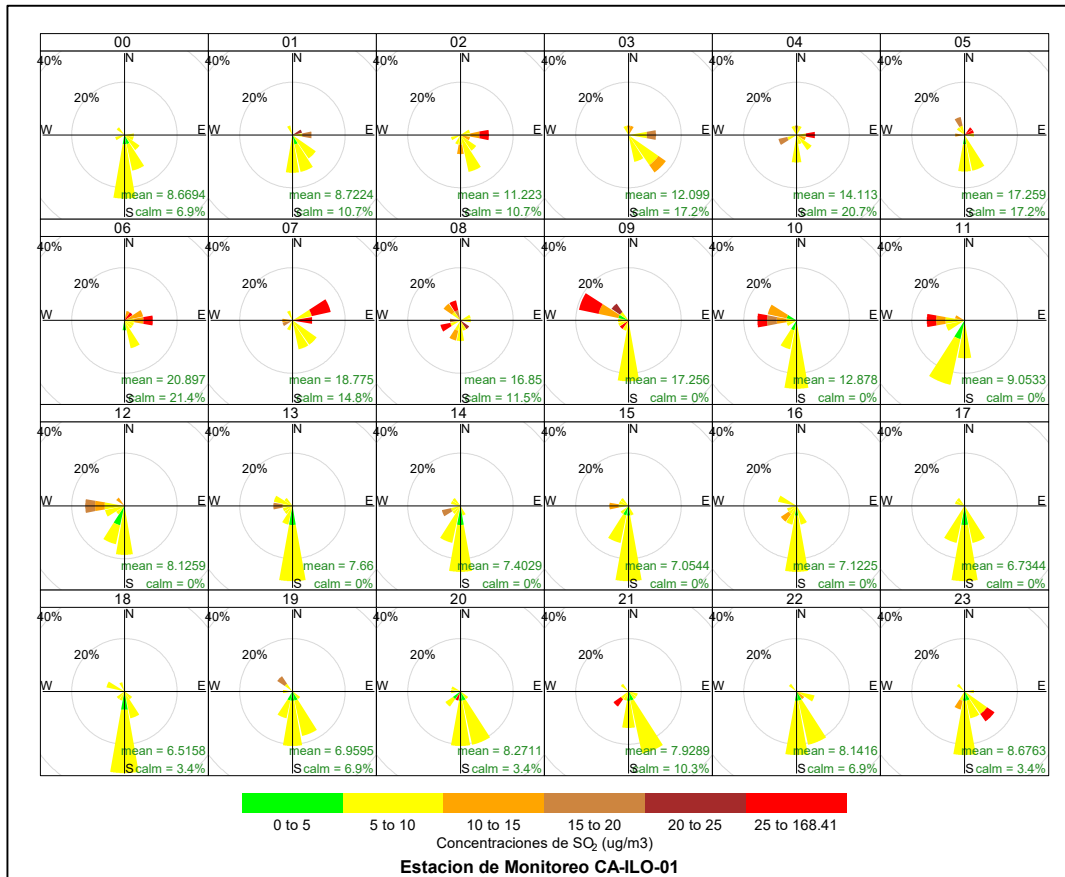


Figura 3.8.16. Rosa de concentración horaria del SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, mayo de 2023

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 11:00 horas. Cabe mencionar que los vientos, en ese horario, vienen desde el oeste (W), este (E), noroeste (NW), oeste noroeste (WNW) y oeste suroeste (WSW).

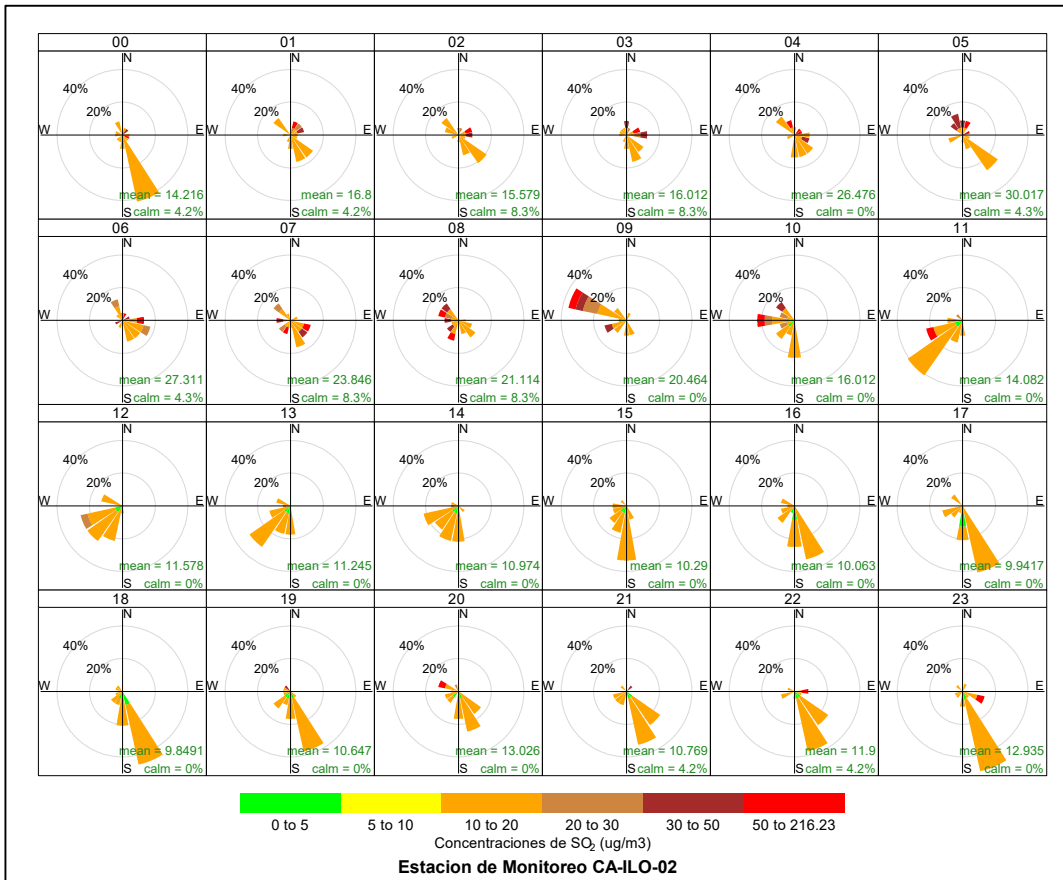


Figura 3.8.17. Rosa de concentración horaria del SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, mayo de 2023

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que hay una presencia de altas concentraciones (en el rango de 50 a 137,26 µg/m³) entre las 6:00, 7:00 y 9:00 horas, mayormente coincidente con los vientos que vienen desde el noreste (NE).

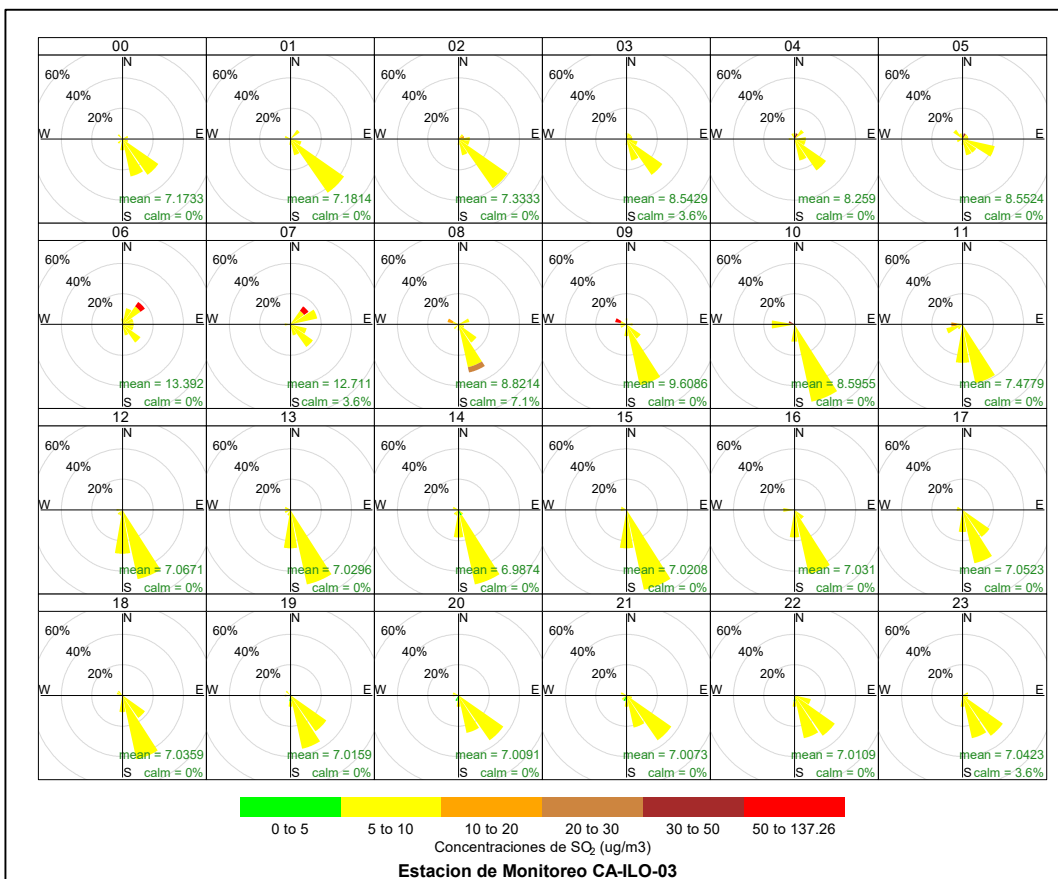


Figura 3.8.18. Rosa de concentración horaria del SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, mayo de 2023

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 mayo de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observa que el 0,15% de los vientos que vienen desde la dirección predominante del sur (S) coinciden en el rango de 10 a 15 µg/m³, el 15,6% de los vientos que vienen desde el sur coinciden en el rango de 5 a 10 µg/m³ y el 1,9 % de los vientos que provienen del sur coinciden con el rango de 0 a 5 µg/m³. Cabe mencionar que el rango de concentraciones de 20 a 25 µg/m³ aparecen en las direcciones con menos presencia de vientos, nornoreste (NE) y nornoroeste (NNW).

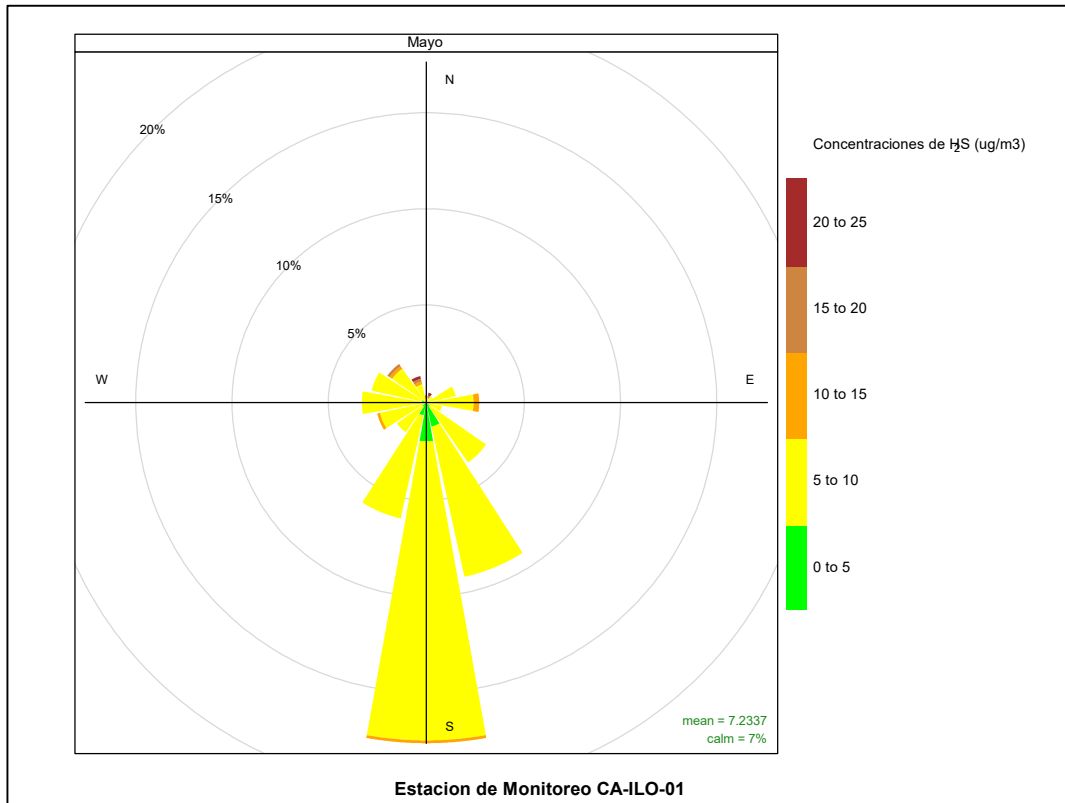


Figura 3.8.19. Rosa de concentración del H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-01, mayo de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que el 5% de los vientos que vienen desde la dirección predominante sursureste (SSE) coinciden con el rango de concentraciones de 10 a 15 µg/m³, el 3,7% de los vientos que vienen de la dirección sursureste coinciden con el rango de 5 a 10 µg/m³ y el 0,18% de los vientos que vienen de la dirección sursureste coinciden con el rango de 0 a 5 µg/m³. Cabe mencionar, que las concentraciones en el rango de 40 a 50 µg/m³ coinciden con los vientos que vienen desde el norte (N), noroeste (NW) y nornoroeste (NNW).

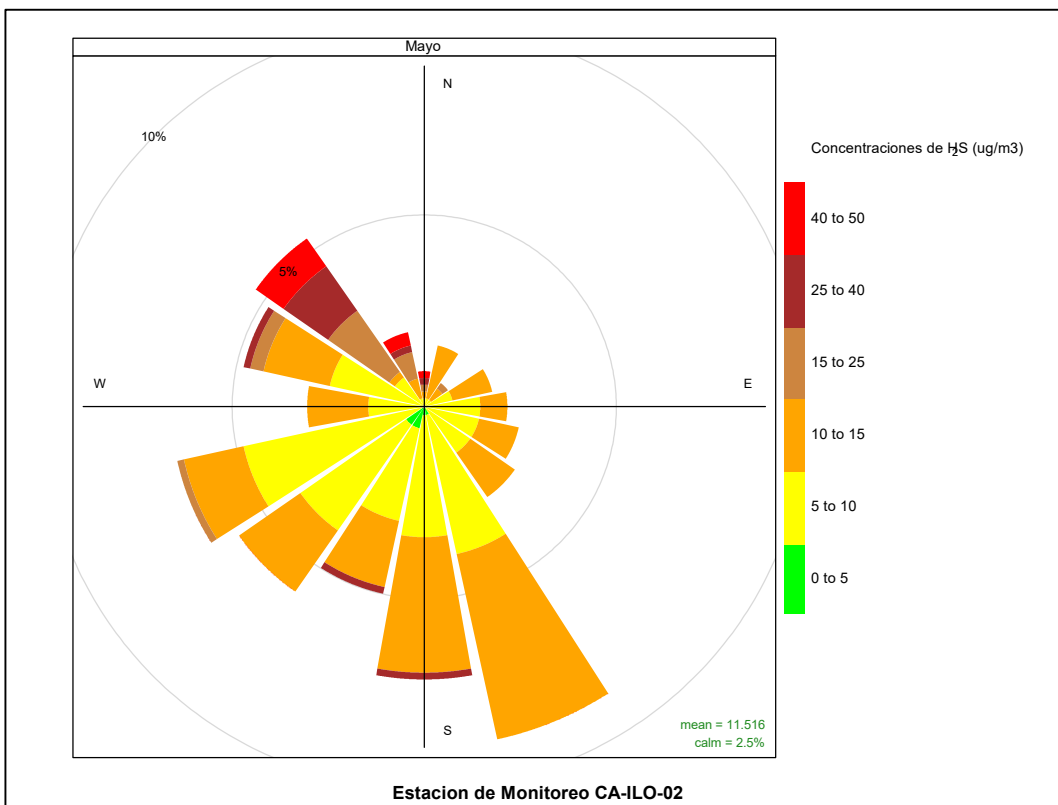


Figura 3.8.20. Rosa de concentración del H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-02, mayo de 2023

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que el 0,45% de los vientos provienen de la dirección predominante del sursureste (SSE) y coinciden con el rango de concentraciones de H₂S de 10 a 15 µg/m³, el 21,5% de los vientos provienen de la dirección del sursureste y coinciden con el rango de concentraciones de H₂S de 5 a 10 µg/m³ y el 0,45% de los vientos provienen de la dirección sursureste y coinciden con el rango de 0 a 5 µg/m³.

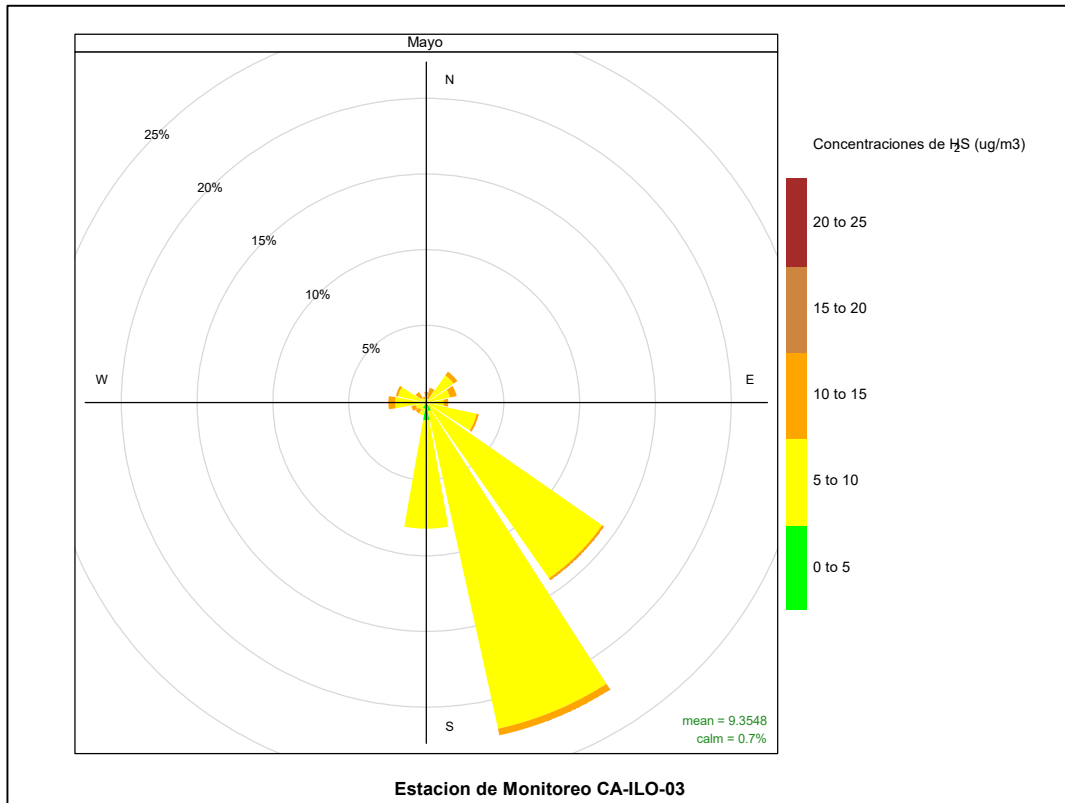


Figura 3.8.21. Rosa de concentración del H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-03, mayo de 2023

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 mayo de 2023.

En la estación CA-ILO-01, se observa que las mayores concentraciones de H₂S se presentan durante la noche, normalmente desde las direcciones donde hay menor presencia de vientos. Mientras que durante el día las direcciones predominantes sur (S) y sursureste (SSE) coinciden con rangos bajos de 5 a 10 µg/m³.

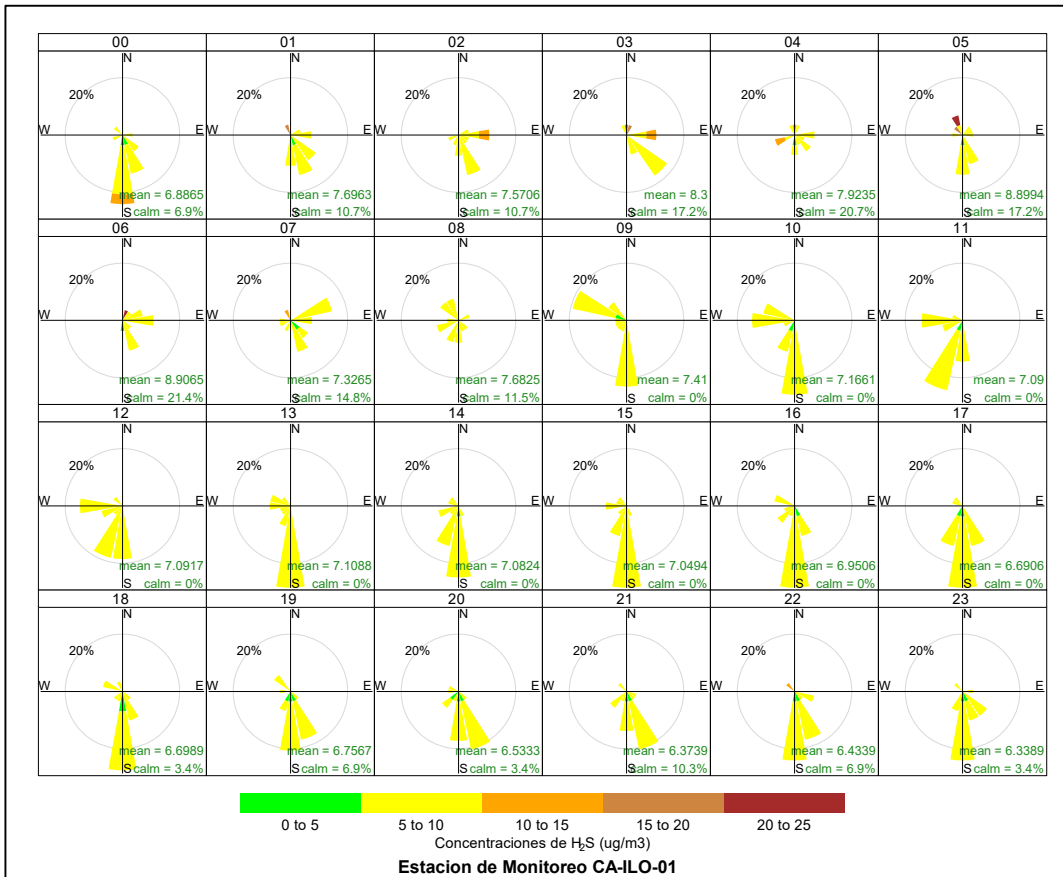


Figura 3.8.22. Rosa de concentración horaria del H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-01, mayo de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que las mayores concentraciones de H₂S se presentan durante la noche y en las mañanas hasta las 10:00 horas, normalmente desde las direcciones noroeste (NW) y nornoroeste (NNW).

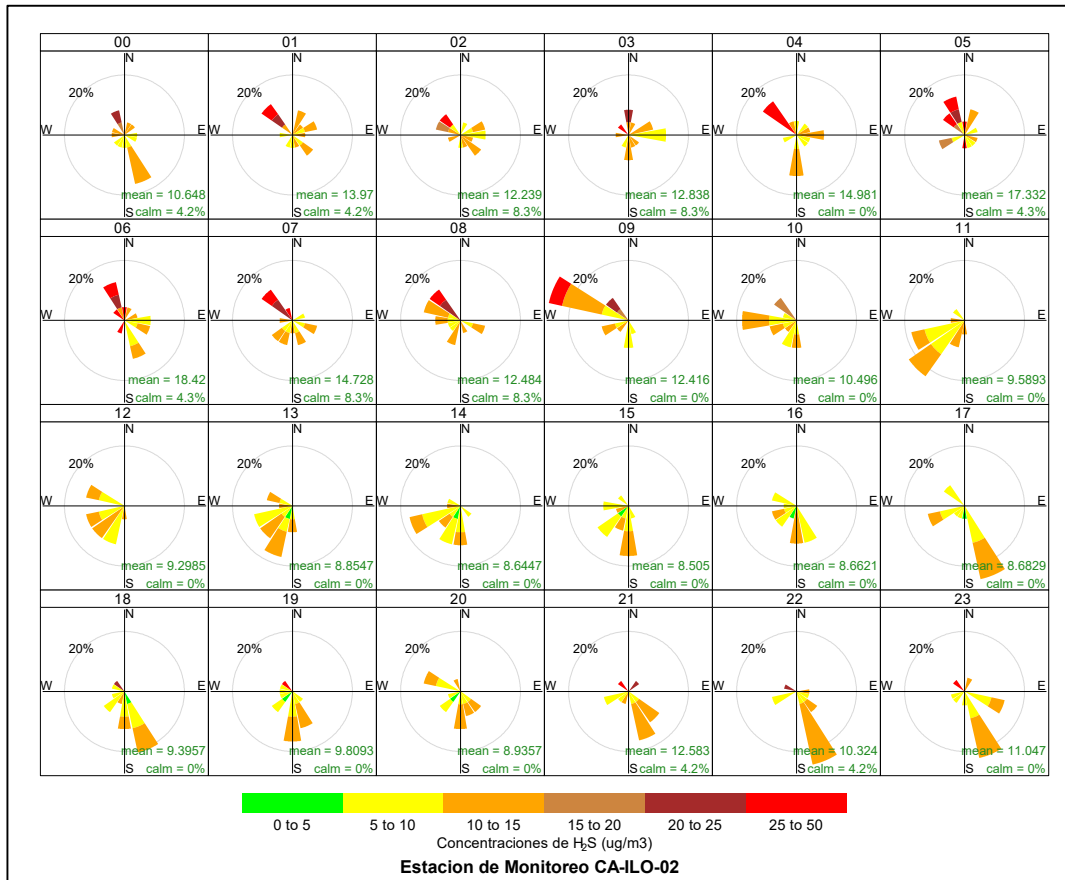


Figura 3.8.23. Rosa de concentración horaria del H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-02, mayo de 2023

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que las concentraciones de H₂S en el rango de 5 a 10 µg/m³ están presentes en la mayoría de las horas del día, en los vientos que provienen del sursureste (SSE).

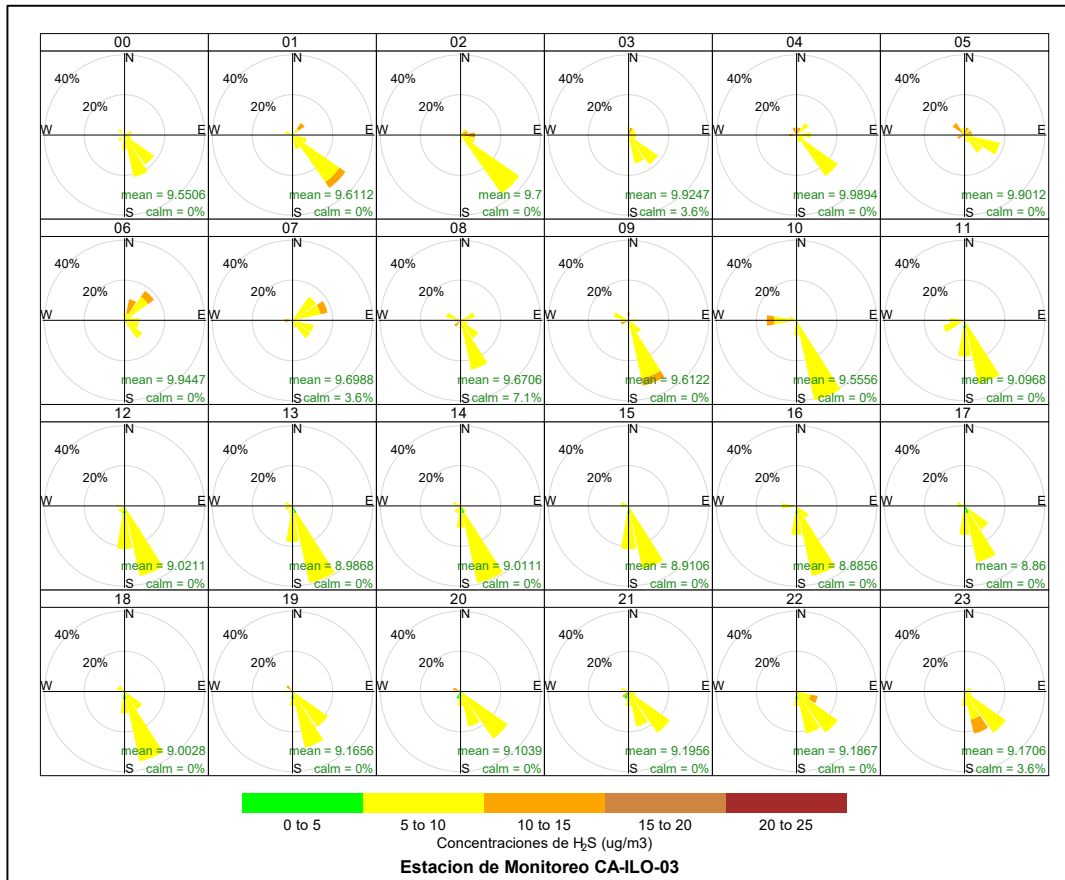


Figura 3.8.24. Rosa de concentración horaria del H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-03, mayo de 2023

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 mayo de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que el 0,71% de los vientos, provienen de la dirección predominante sursureste (SSE) y coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 10 a 15 µg/m³, el 12,5% de los vientos provienen del sursureste (SSE) y coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 5 a 10 µg/m³ y el 6,6% de los vientos provienen del sursureste (SSE) y coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 0 a 5 µg/m³.

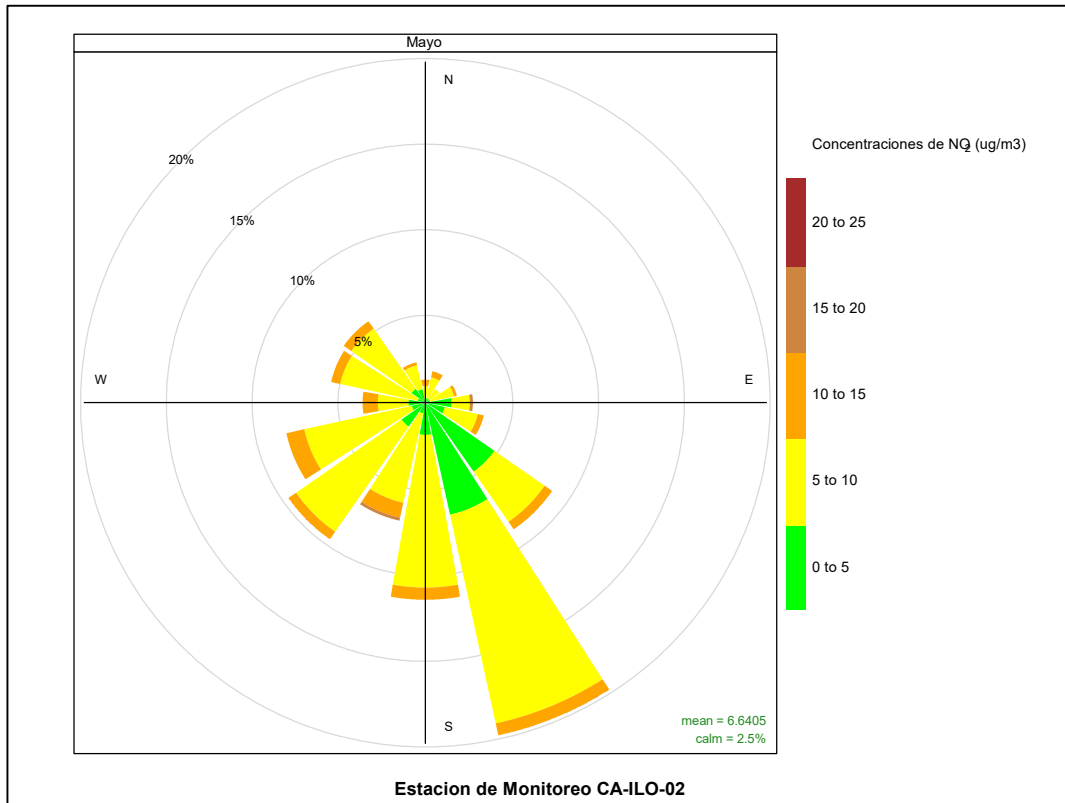


Figura 3.8.25. Rosa de concentración del NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, mayo de 2023

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 0,75% de los vientos, provienen de la dirección sursureste (SSE) y coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 10 a 15 µg/m³, el 19,3% de los vientos provienen del sursureste (SSE) y coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 5 a 10 µg/m³ y el 17,5% de los vientos provienen del sursureste (SSE) y coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 0 a 5 µg/m³.

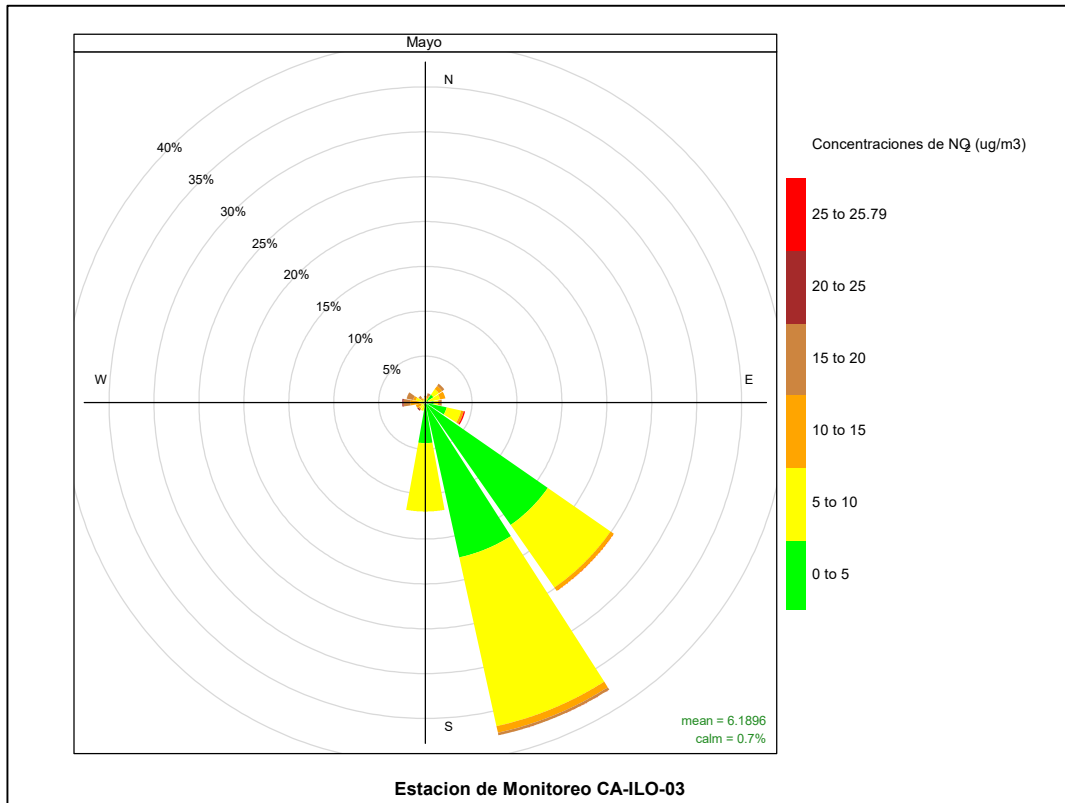


Figura 3.8.26. Rosa de concentración del NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, mayo de 2023

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 mayo de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que las concentraciones de NO₂ en el rango de 10 a 15 µg/m³, durante las mañanas, suceden entre las 6:00 y 8:00 horas, que se debe entre otros, al tráfico vehicular. Cabe mencionar que las direcciones de los vientos en ese horario son variadas, principalmente noroeste (NW), sureste (SE) y suroeste (SW)

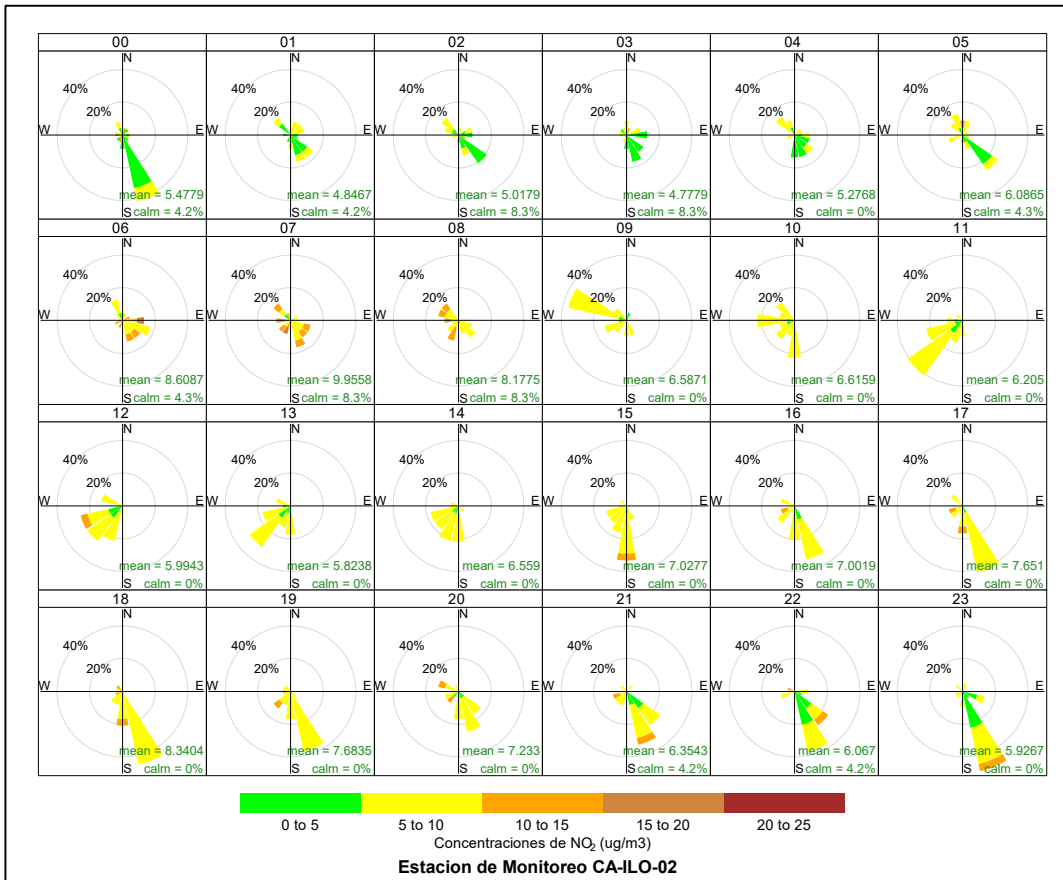


Figura 3.8.27. Rosa de concentración horaria del NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, mayo de 2023

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que, las concentraciones de NO₂ en el rango de 10 a 15 µg/m³, durante las mañanas, suceden entre las 6:00 y 7:00 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 sureste (SE).

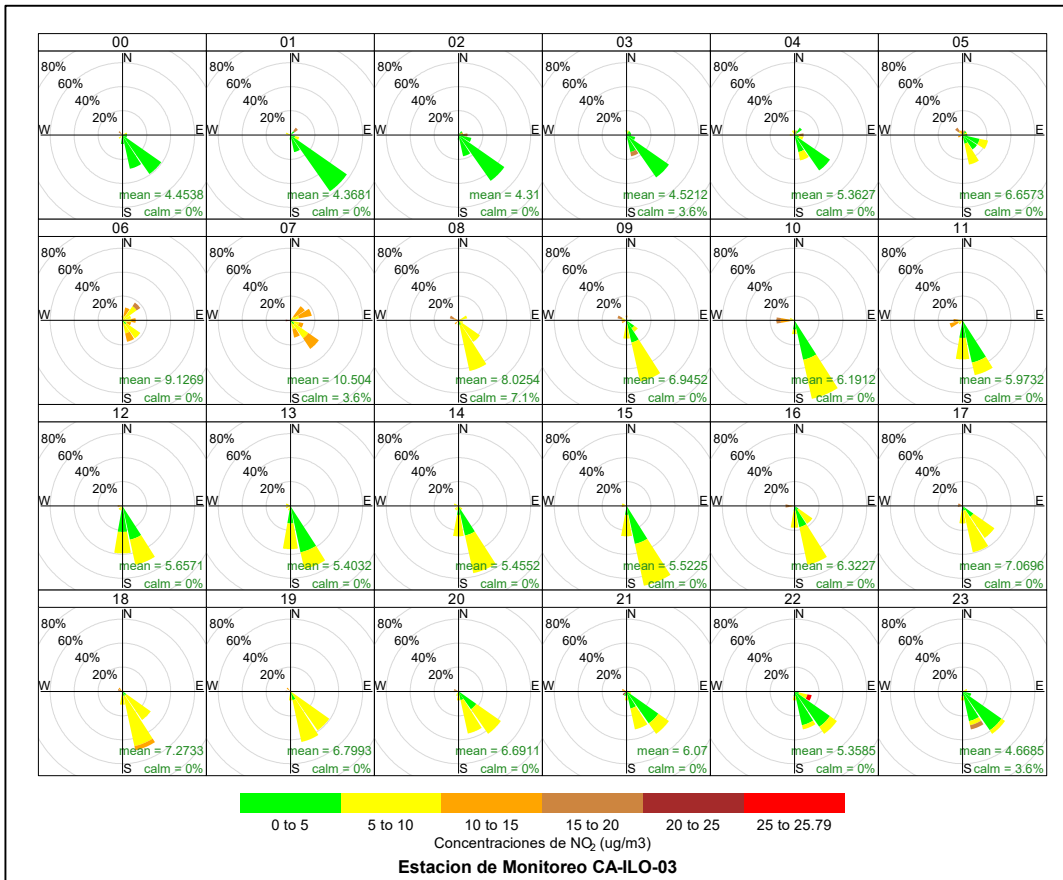


Figura 3.8.28. Rosa de concentración horaria del NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, mayo de 2023

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 mayo de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observa que el 1,3% 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 µg/m³, el 7,3% 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 µg/m³, el 7,1% 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 µg/m³.

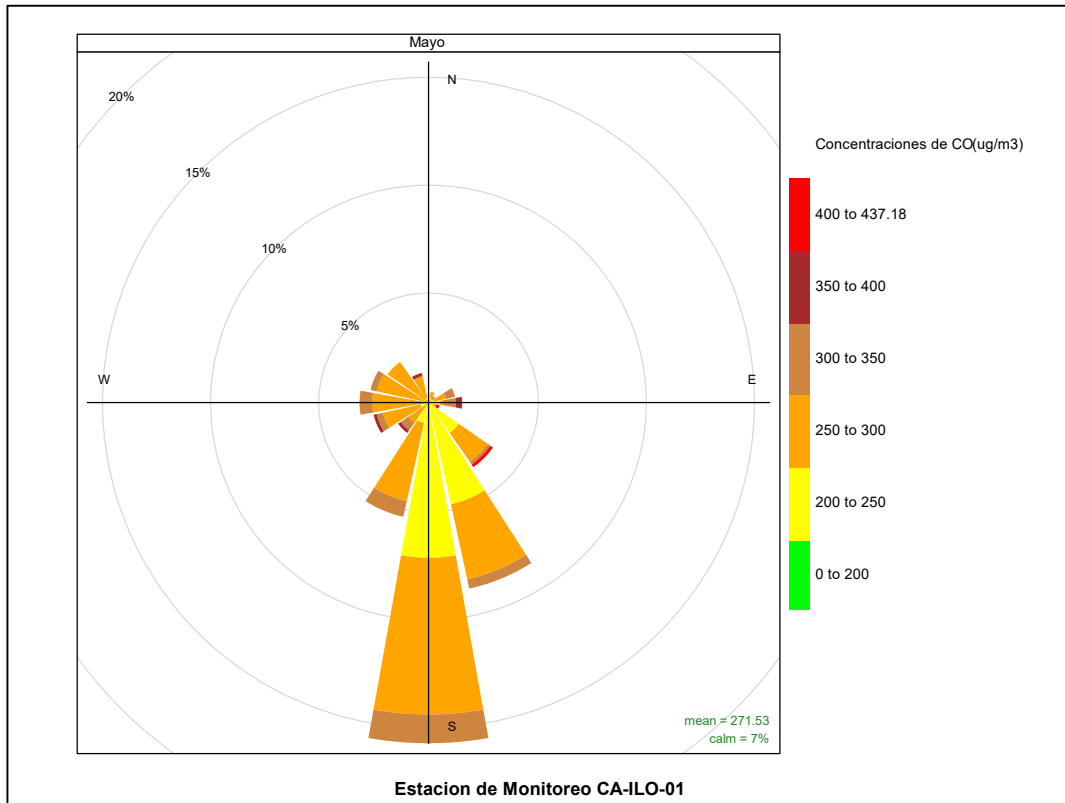


Figura 3.8.29. Rosa de concentración del CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, mayo de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que el 0,18% de los vientos provienen de la dirección predominante sur (S) y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 350 hasta 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, se observa que el 0,5% de los vientos provienen de la dirección 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 2,5% 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el 7,7% 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

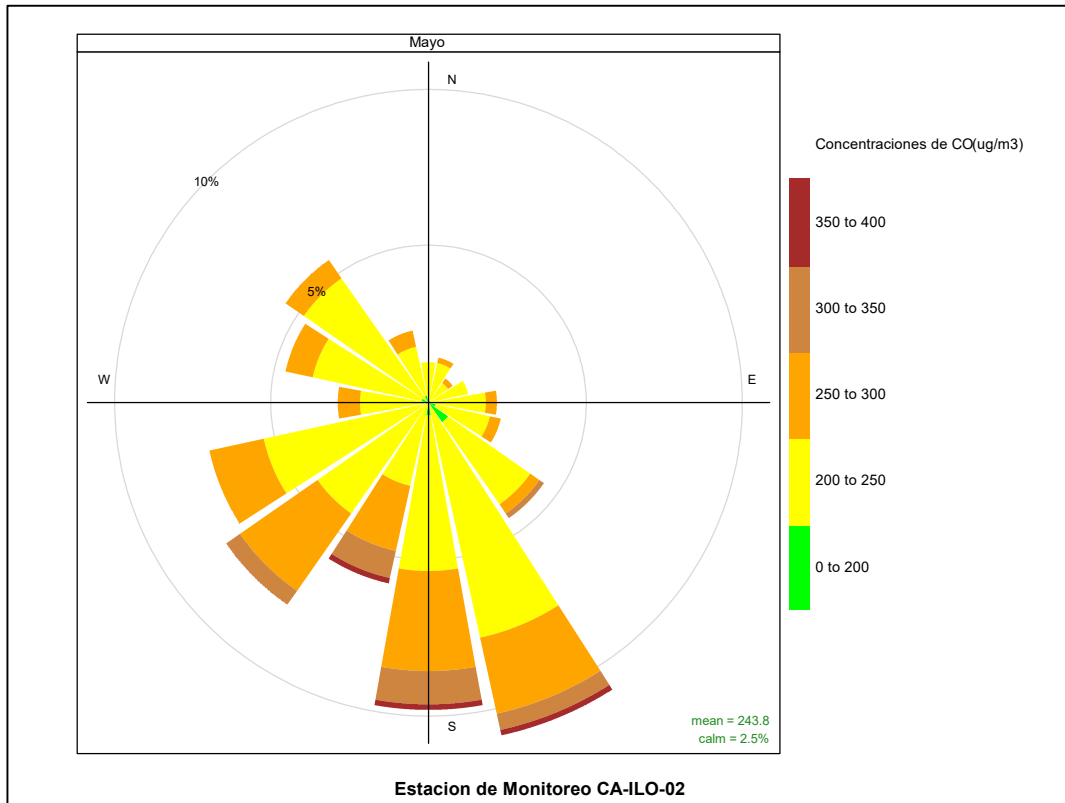


Figura 3.8.30. Rosa de concentración del CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, mayo de 2023

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que el 0,15% de los vientos provienen de la dirección predominante sur (S) y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 500 hasta 622,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, se observa que el 1,94% de los vientos provienen de la dirección sur (S) y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 400 hasta 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el 9,4% de los vientos provienen de la dirección sur (S) y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 300 hasta 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el 1,9% 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 1,2% 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

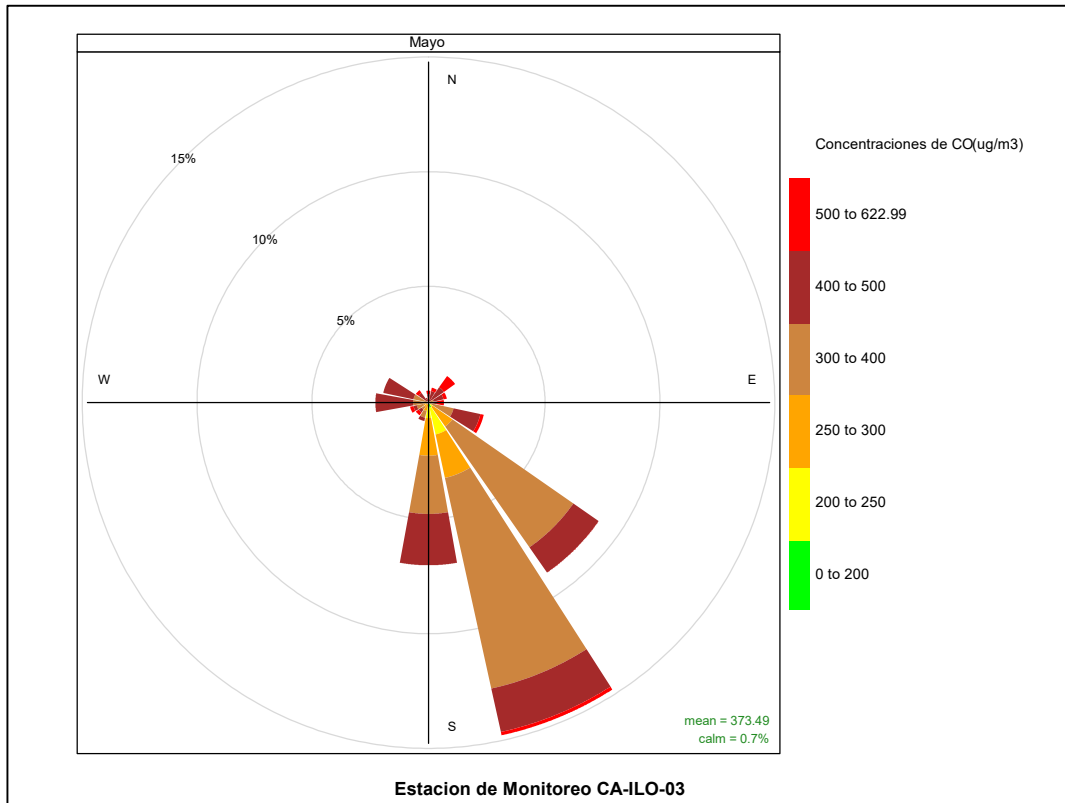


Figura 3.8.31. Rosa de concentración del CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, mayo de 2023

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 mayo 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 10:00 horas y de las 17:00 a 22:00 horas, siendo las fuentes entre otras, el tráfico vehicular de la zona.

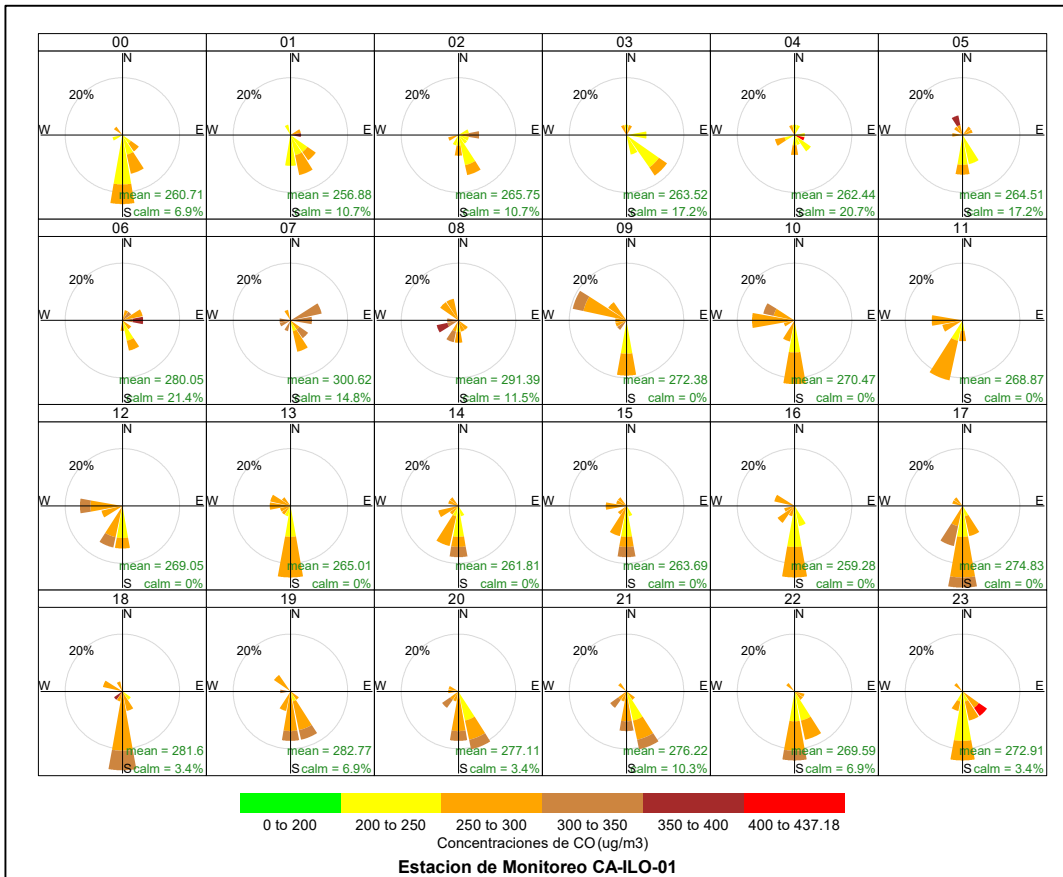


Figura 3.8.32. Rosa de concentración horaria del CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, mayo de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observan una presencia mayormente de concentraciones bajas entre la 1:00 y 5:00 horas. Cabe mencionar que los vientos provienen de múltiples direcciones, de las cuales se destacan Sur (S), noroeste (NW), noreste (NE) y sureste (SE).

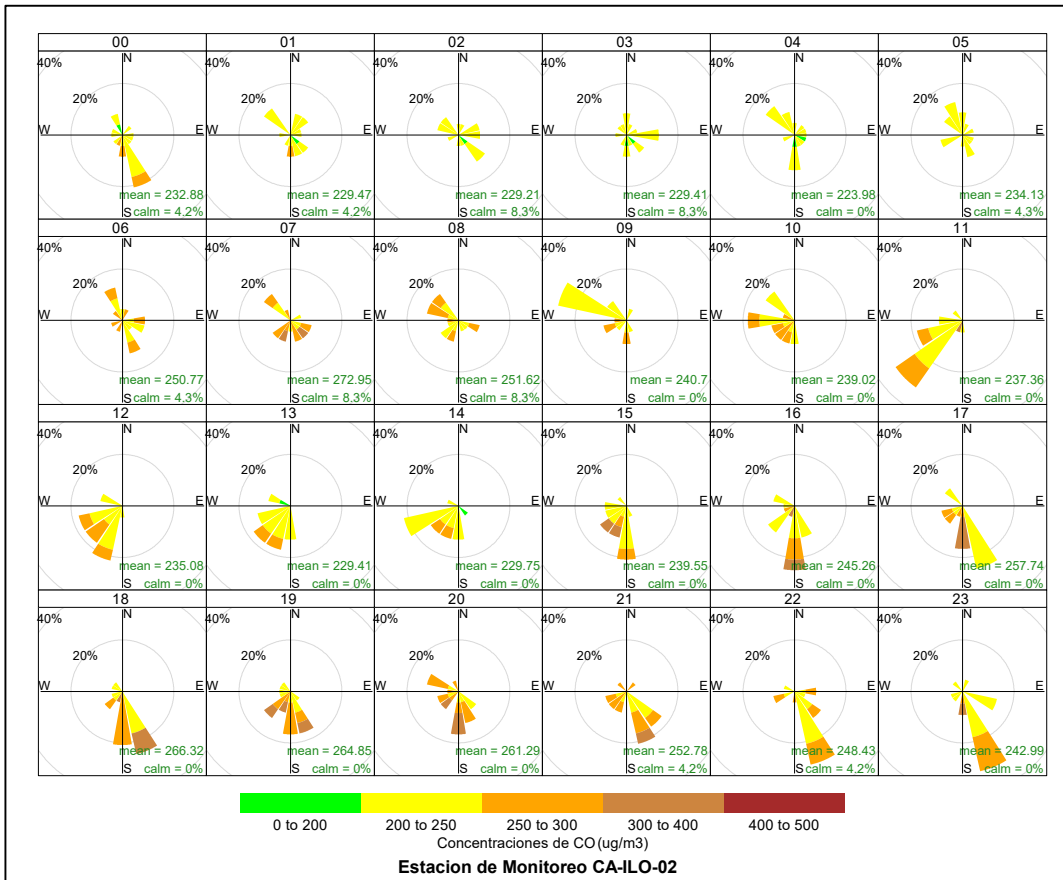


Figura 3.8.33. Rosa de concentración horaria del CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, mayo de 2023

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observan mayores concentraciones de CO durante la noche y durante las mañanas hasta las 10:00 horas aproximadamente, en las direcciones predominantes del norte (NE), sursureste (SSE) y sureste (SE).

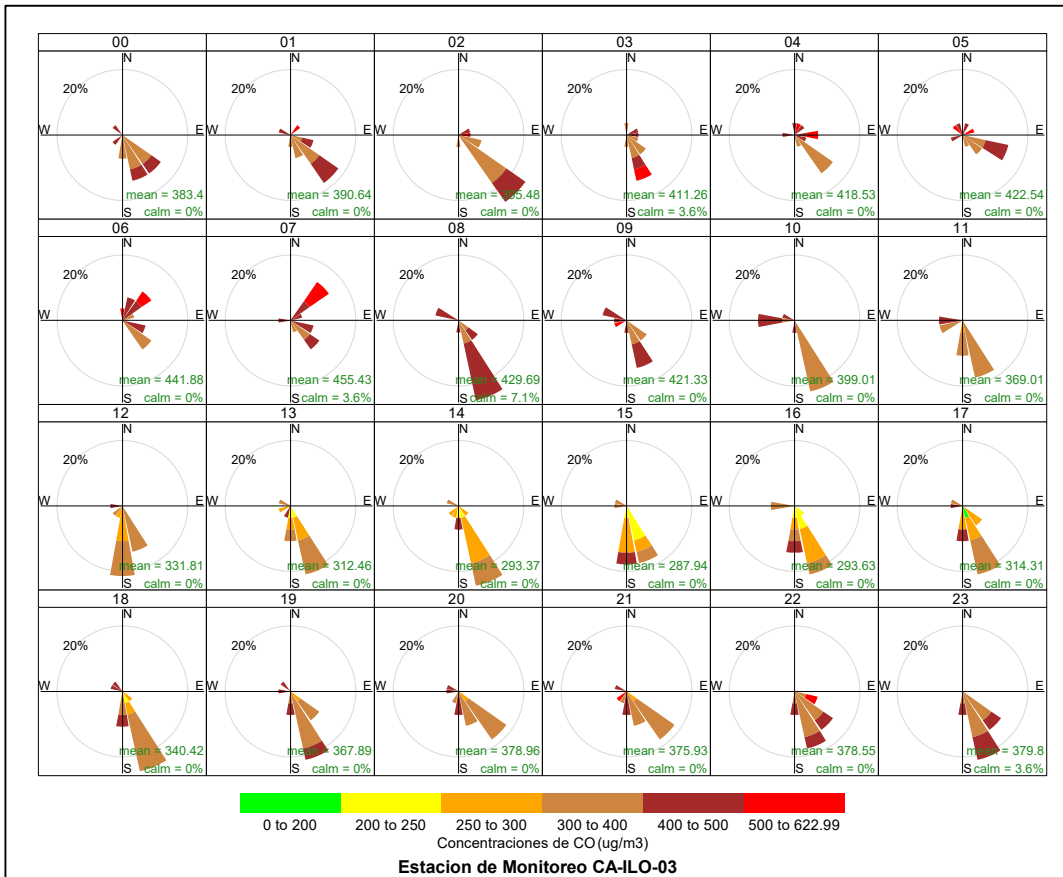


Figura 3.8.34. Rosa de concentración horaria del CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, mayo de 2023

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 mayo.

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 PM_{2,5}, según la validación de los datos se comprueba que el jueves 11 de mayo 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 5:00 y 6:00 horas.

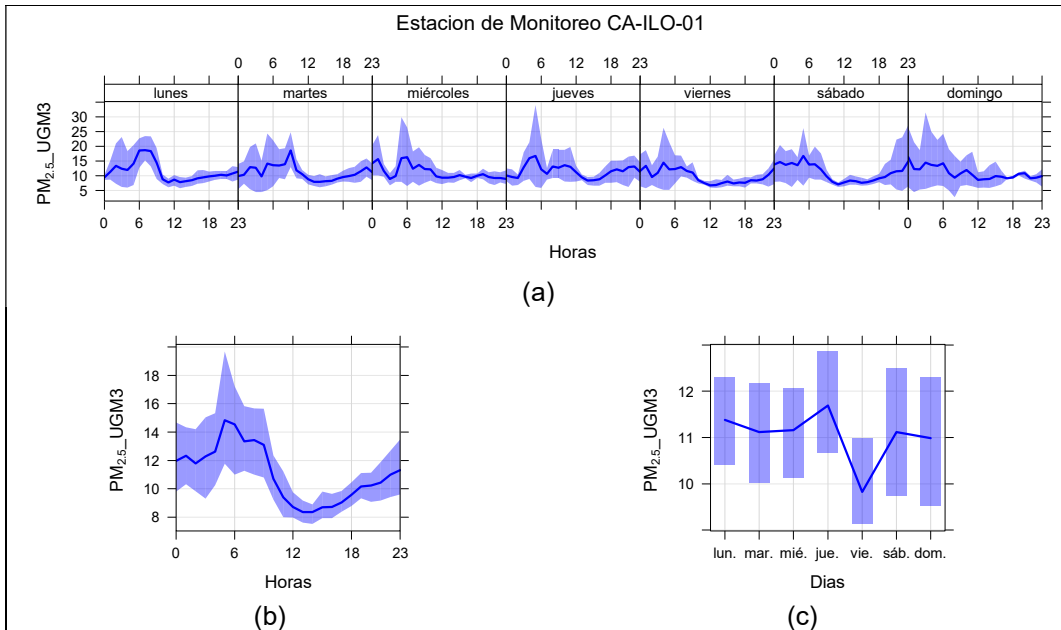


Figura 3.9.1. Concentraciones promedio horarias de $PM_{2.5}$ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de mayo de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los miércoles y sábados se registraron las mayores concentraciones de $PM_{2.5}$, según la validación de los datos se comprueba que los miércoles 3 y 10 y sábado 06 y 13 de mayo 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 y 7:00 horas.

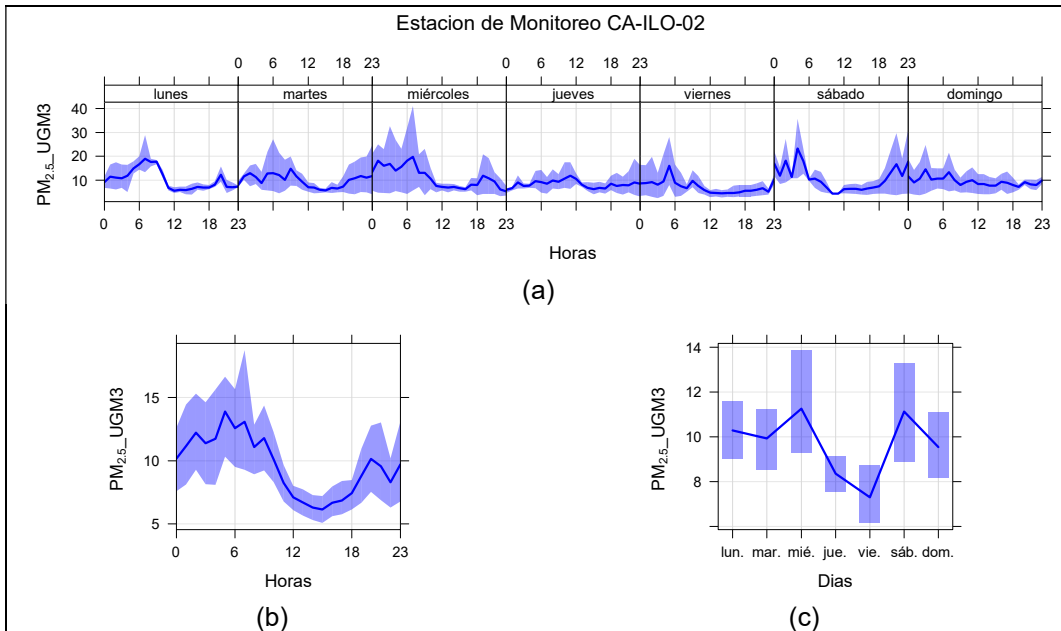


Figura 3.9.2. Concentraciones promedio horarias de $PM_{2.5}$ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de mayo de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-03, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los sábados se registraron las mayores concentraciones de $PM_{2,5}$, según la validación de los datos se comprueba que el día sábado 06 de mayo se registró un pico de concentración. En el caso de las medias horarias (b) se aprecia que las concentraciones de $PM_{2,5}$ tienen valores elevados entre las 6:00 y 9:00 horas.

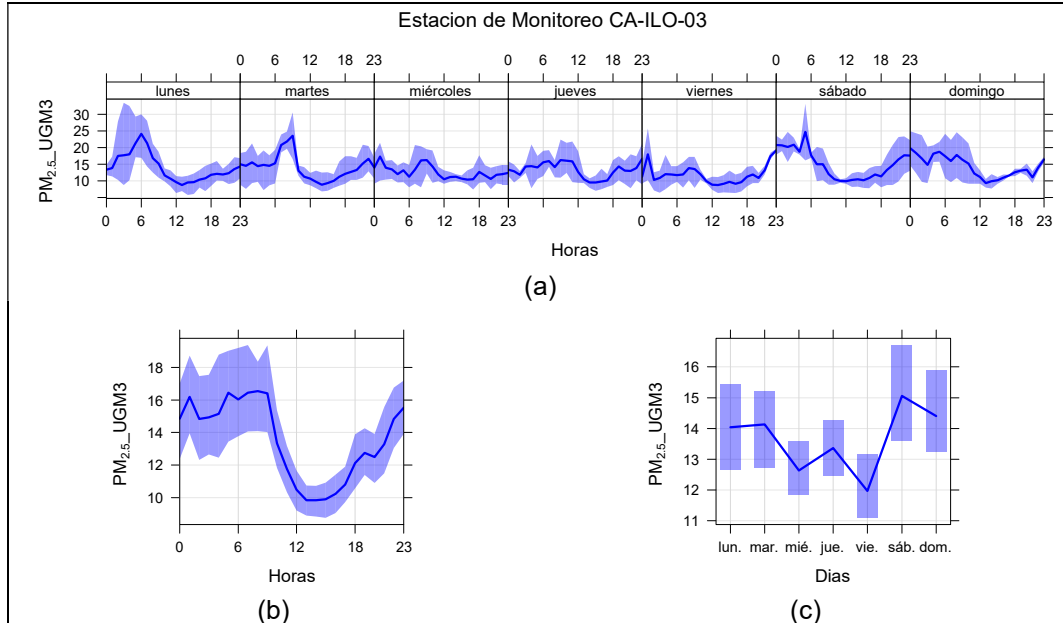


Figura 3.9.3. Concentraciones promedio horarias de $PM_{2,5}$ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de mayo de 2023

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 mayo.

En la estación CA-ILO-01, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los días miércoles y jueves se registraron las mayores concentraciones de PM_{10} y según la validación de los datos se comprueba que el día miércoles 03 y jueves 11 de mayo se registraron picos de concentraciones. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de PM_{10} tienen valores elevados en horas cercanas a las 7:00 horas.

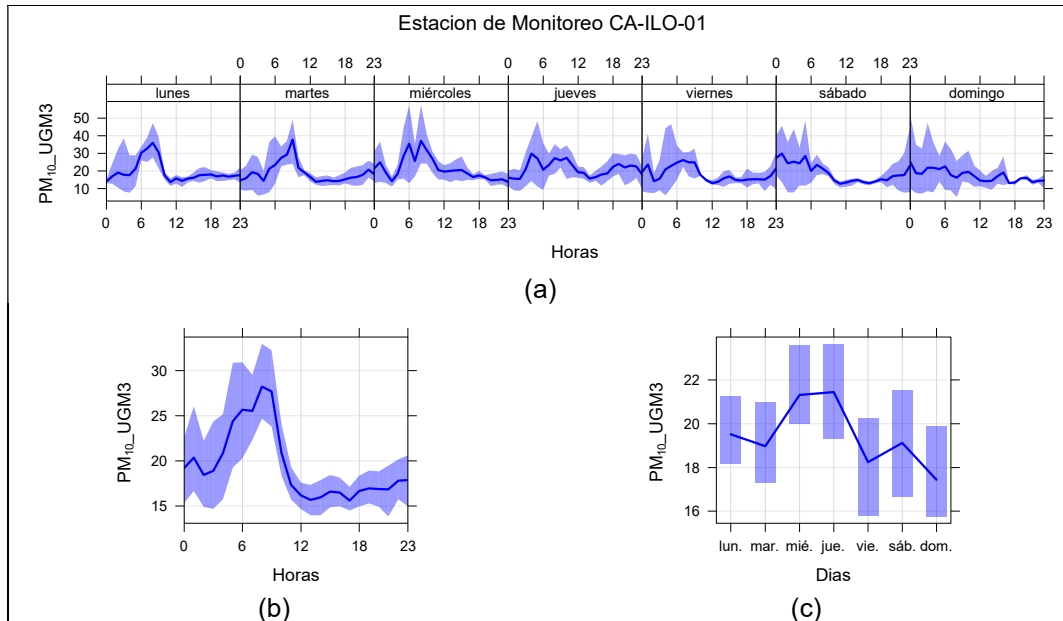


Figura 3.9.4. Concentraciones promedio horarios de PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de mayo de 2023

En la estación CA-ILO-02, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los miércoles y sábados se registraron las mayores concentraciones de PM₁₀, según la validación de los datos se comprueba que los miércoles 3 y 10 y sábados 06 y 13 de mayo se registraron picos importantes. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de PM₁₀ tienen valores elevados entre las 5:00 y 7:00 horas.

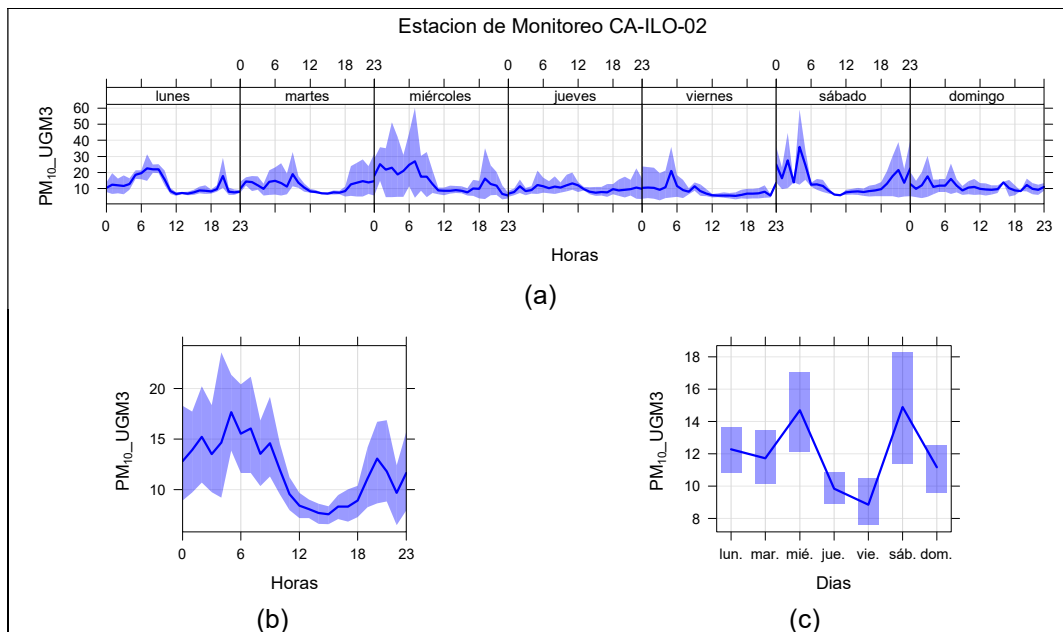


Figura 3.9.5. Concentraciones promedio horarios de PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de mayo de 2023

En la estación CA-ILO-03, la representación por días de monitoreo (c) muestra que en los jueves se registraron las mayores concentraciones de PM_{10} , según la validación de los datos se comprueba que los jueves 4 y 18 de mayo 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 entre las 7:00 y 9:00 horas.

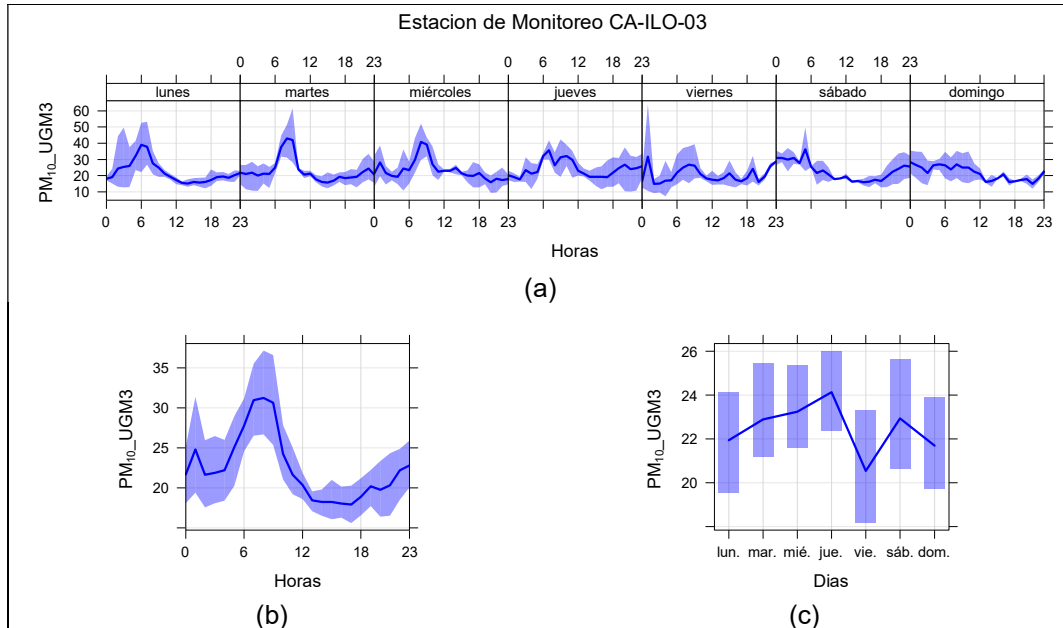


Figura 3.9.6. Concentraciones promedio horarias de PM_{10} en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de mayo de 2023

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 mayo.

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 SO_2 , según la validación de los datos se comprueba que los lunes 8 y 15 de mayo se registraron picos de valores. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones tienen valores elevados de las 6:00 horas aproximadamente.

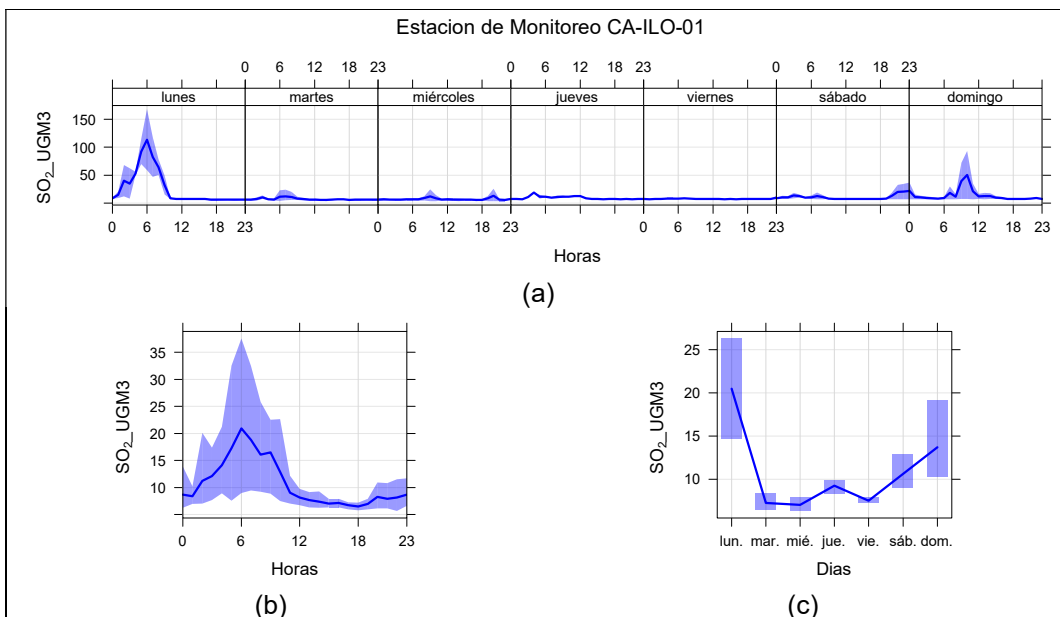


Figura 3.9.7. Concentraciones promedio horarios de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de mayo de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los lunes se registraron las mayores concentraciones de SO₂, según la validación de los datos se comprueba que los lunes 8 y 15 de mayo se registraron picos de concentraciones. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de SO₂ tienen valores elevados alrededor de las 5:00 horas.

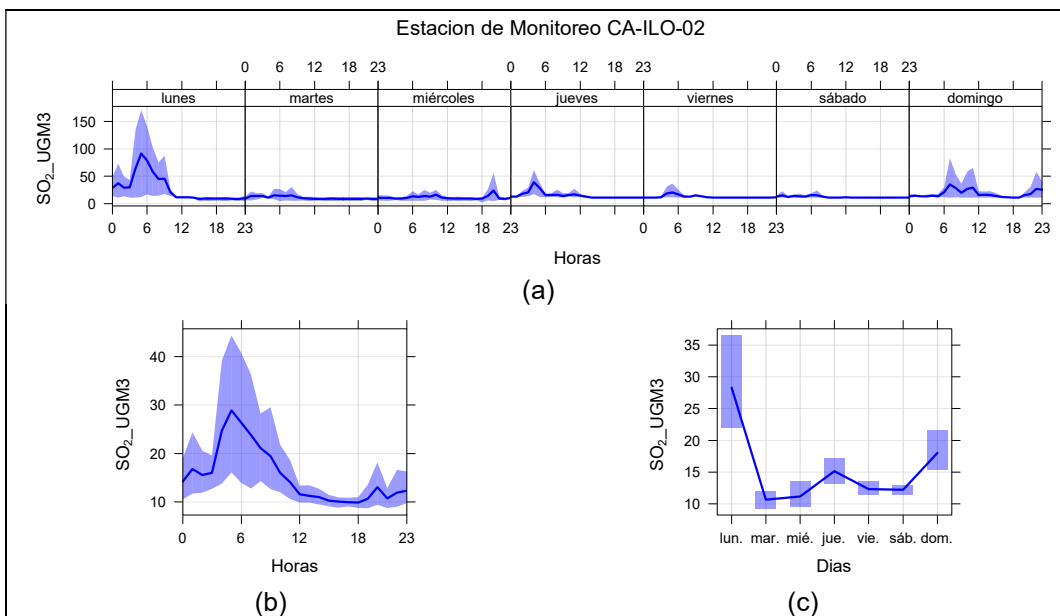


Figura 3.9.8. Concentraciones promedio horarios de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de mayo de 2023

En la estación CA-ILO-03, la representación gráfica por días de monitoreo muestra que en los lunes se registraron las mayores concentraciones de SO₂, según la validación de los datos se comprueba que el día lunes 15 de mayo se registraron picos de valores. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de SO₂ tienen valores elevados en el intervalo de las 6:00 y 7:00 horas.

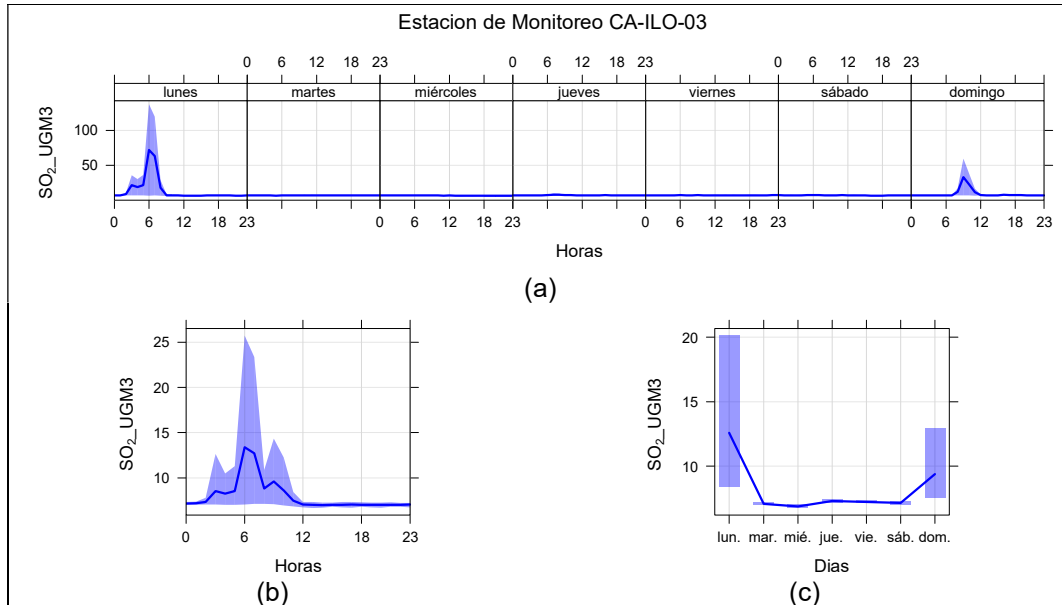


Figura 3.9.9. Concentraciones promedio horarios de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de mayo de 2023

3.9.4 Sulfuro de hidrogeno (H₂S)

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 H₂S, para las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de mayo.

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 H₂S, según la validación de los datos se comprueba que los jueves 4 y 11 de mayo se registraron picos importantes de valores. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de H₂S tienen valores elevados alrededor de las 6:00 horas.

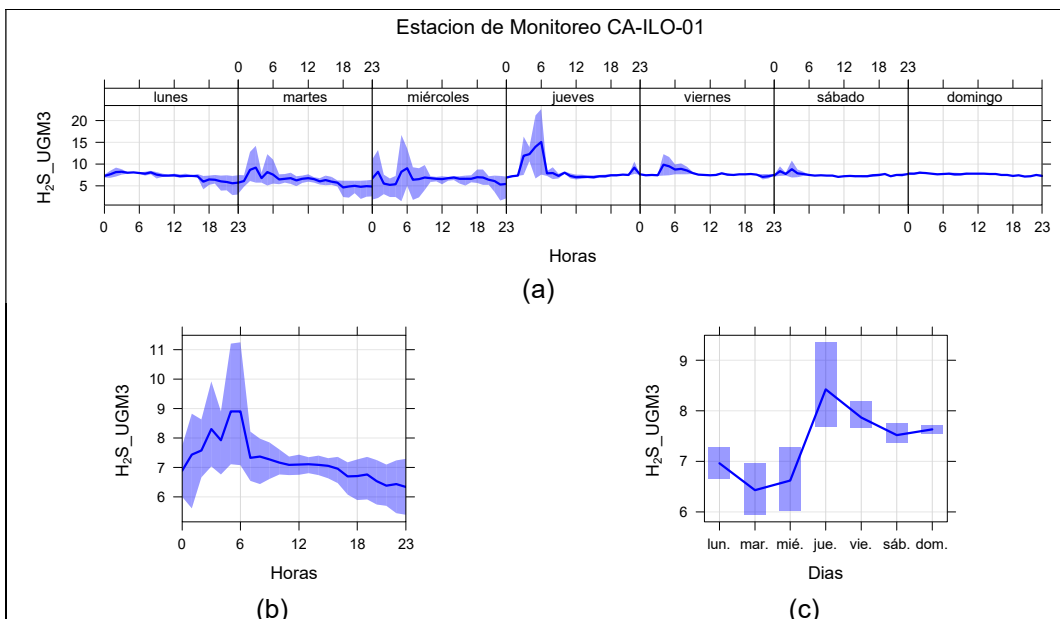


Figura 3.9.10. Concentraciones promedio horarios de H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de mayo de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los jueves se registraron las mayores concentraciones de H₂S, según la validación de los datos se comprueba que en los días jueves 4 y 11 de mayo se registraron picos importantes de concentraciones. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de H₂S tienen valores elevados alrededor de las 6:00 horas.

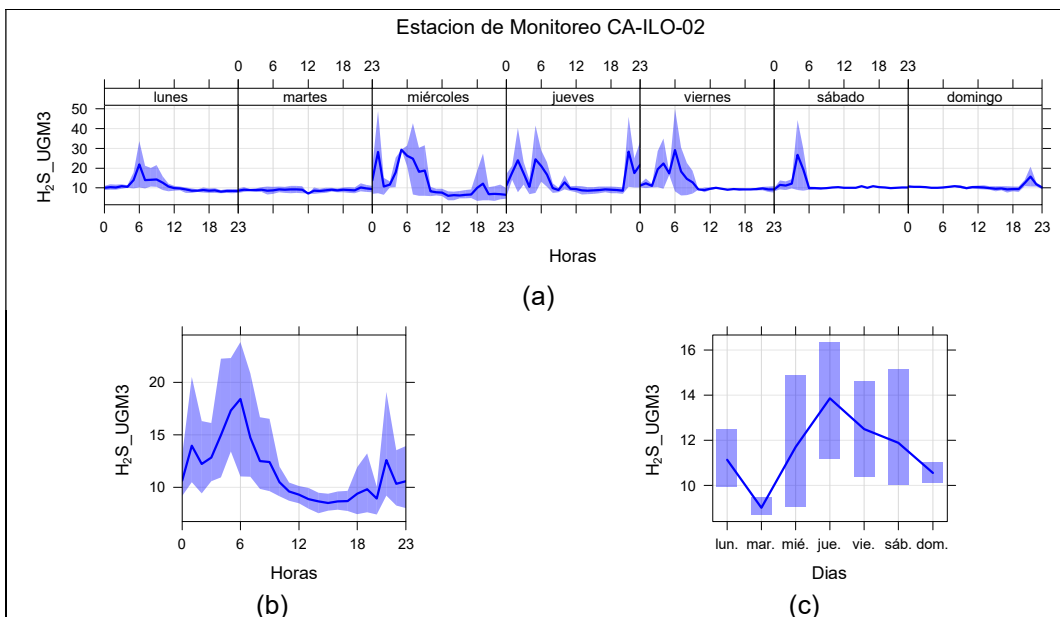


Figura 3.9.11. Concentraciones promedio horarios de H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de mayo de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-03, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los jueves se registraron concentraciones relativamente altas de H₂S, según la validación de los datos se comprueba que en el jueves 11 de mayo se registraron picos importantes de concentraciones. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de H₂S tienen valores elevados entre las 4:00 y las 06:00 horas.

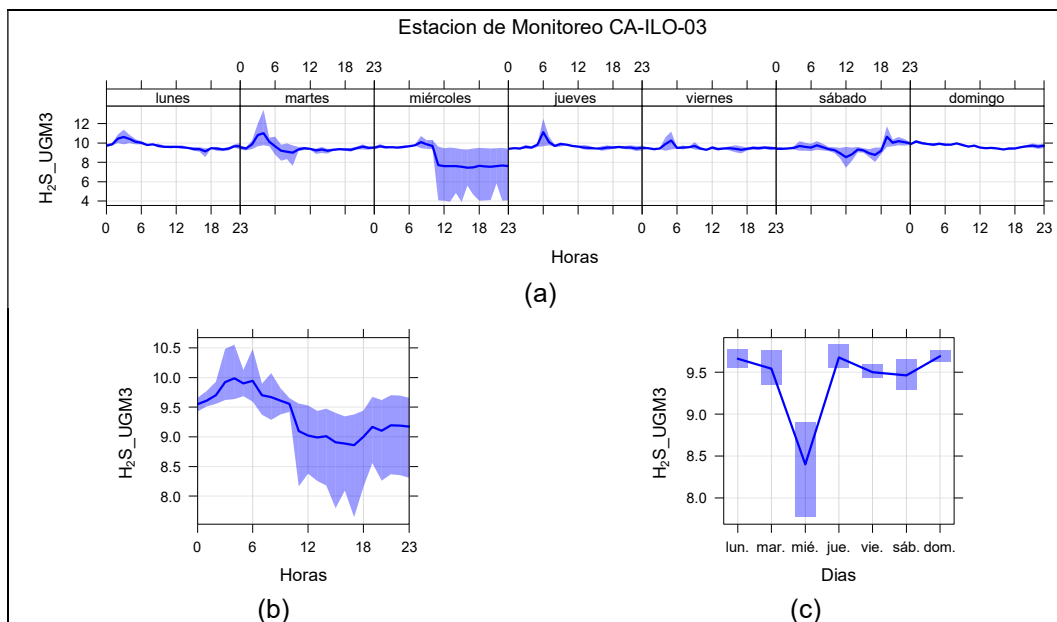


Figura 3.9.12. Concentraciones promedio horarios de H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de mayo de 2023

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 mayo.

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los sábados se registraron concentraciones altas de NO₂, según la validación de los datos se comprueba que el sábado 06 de mayo 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 7:00 horas de lunes a domingo, debido entre otros, al tráfico vehicular.

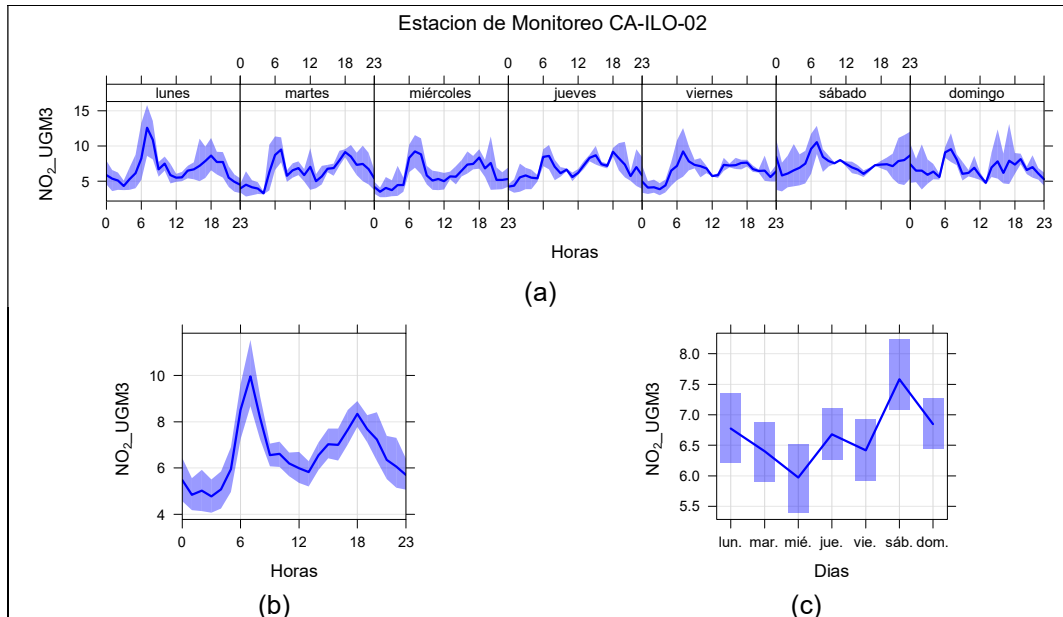


Figura 3.9.13. Concentraciones promedio horarias de NO_2 en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de mayo de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-03, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los sábados se registraron concentraciones altas de NO_2 , según la validación de los datos se comprueba que el sábado 13 de mayo se registraron picos de concentraciones. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de NO_2 tienen valores elevados en horas cercanas a las 6:00 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 horas de lunes a domingo, debido, entre otros, al tráfico vehicular.

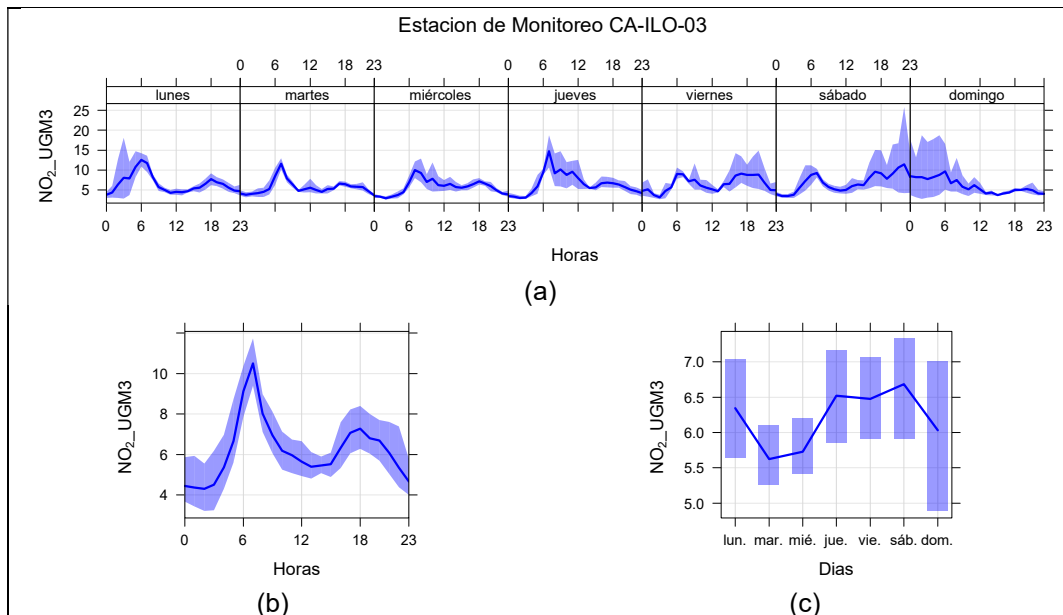


Figura 3.9.14. Concentraciones promedio horarias de NO_2 en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de mayo de 2023

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 mayo.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los domingos y lunes se registraron las mayores concentraciones de CO, según la validación de los datos se comprueba que el domingo 14 y lunes 15 de mayo 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 6:00 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 6:00 horas de lunes a domingo, debido, entre otros, al tráfico vehicular.

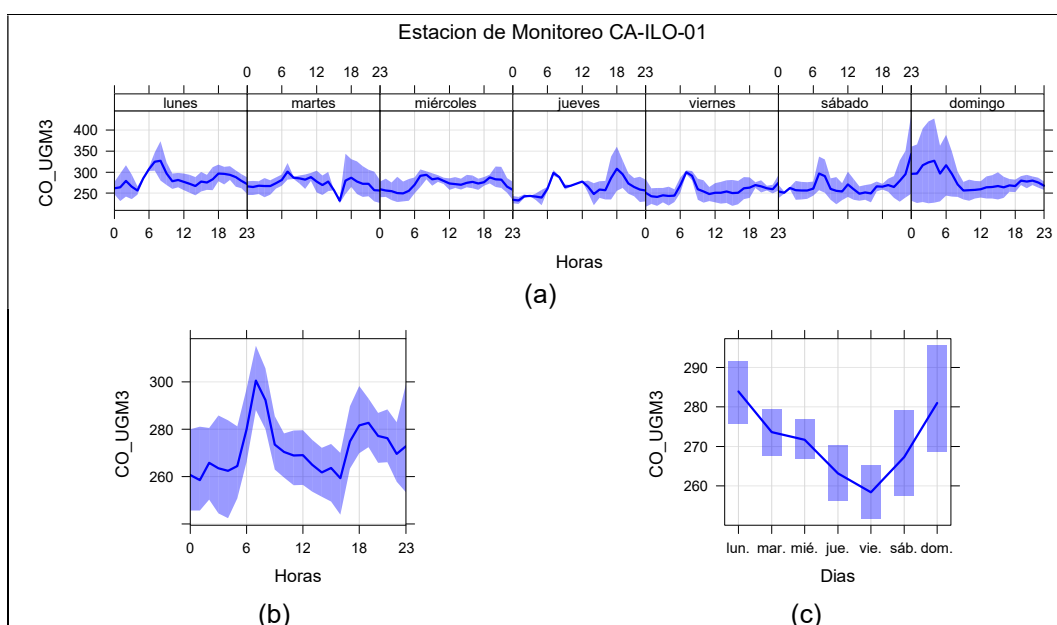


Figura 3.9.15. Concentraciones promedio horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de mayo de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, 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 lunes 15 y martes 16 de mayo 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 6:00 horas y luego a las 18:00 horas. También se confirma en la gráfica de medias horarias por día de la semana (a) los picos mencionados de las 6:00 horas de lunes a domingo, debido, entre otros, al tráfico vehicular.

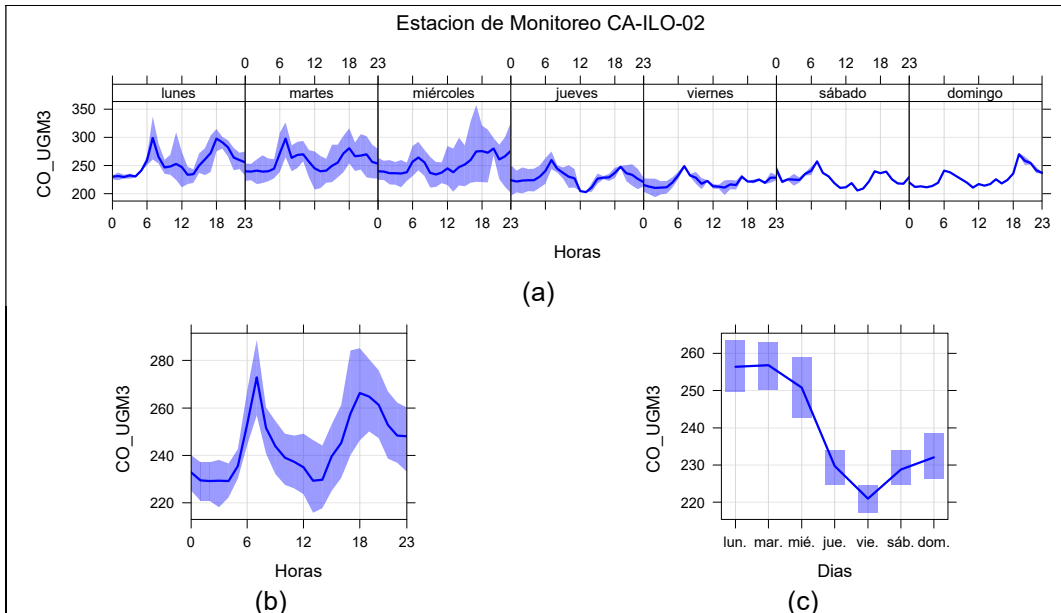


Figura 3.9.16. Concentraciones promedio horarios de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de mayo de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-03, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los lunes y jueves se registraron las mayores concentraciones de CO, según la validación de los datos se comprueba que los días jueves 4 y lunes 15 de mayo 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 6:00 horas. También se confirma en la gráfica de medias horarias por día de la semana (a) los picos mencionados de las 6:00 horas de lunes a domingo, debido, entre otros, al tráfico vehicular.

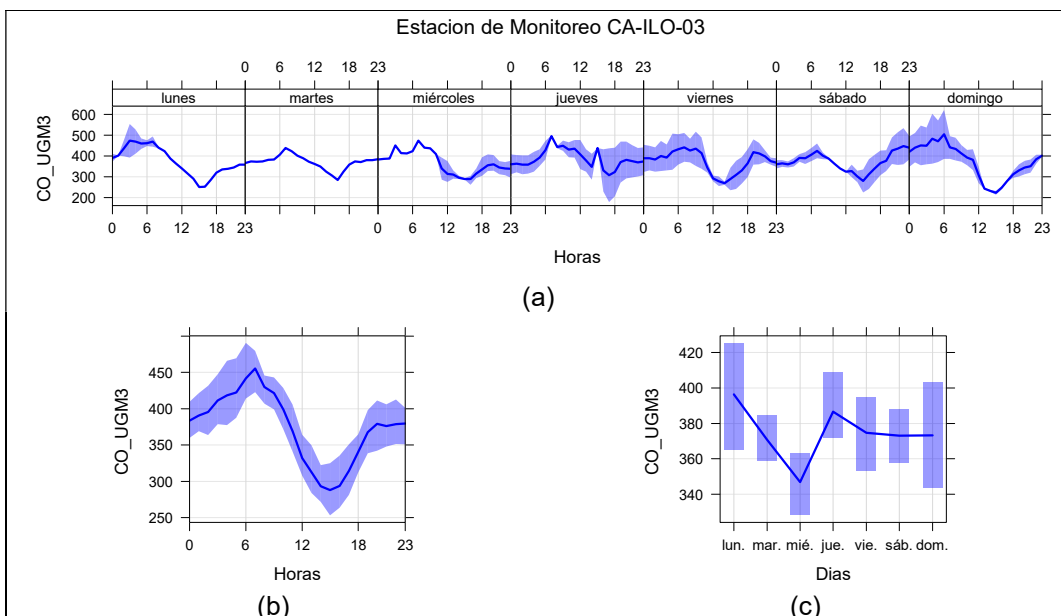


Figura 3.9.17. Concentraciones promedio horarios de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de mayo de 2023

3.10 Estados de alerta

En las Figuras 3.10.1, 3.10.2 y 3.10.3 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 mayo 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.

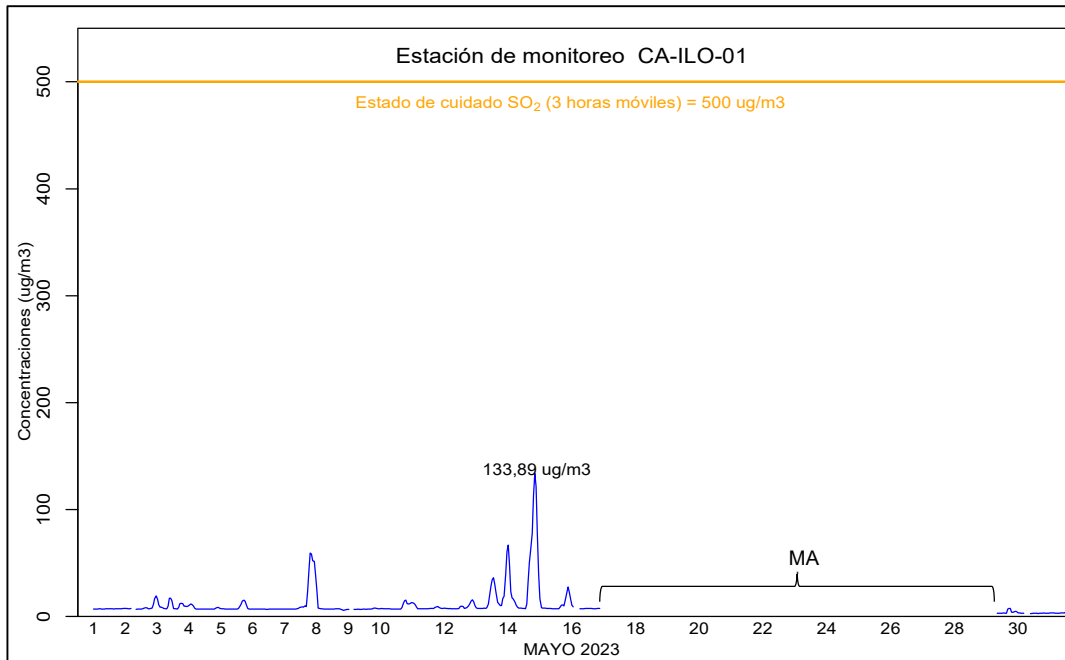


Figura 3.10.1. Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en mayo de 2023

MA: Mantenimiento

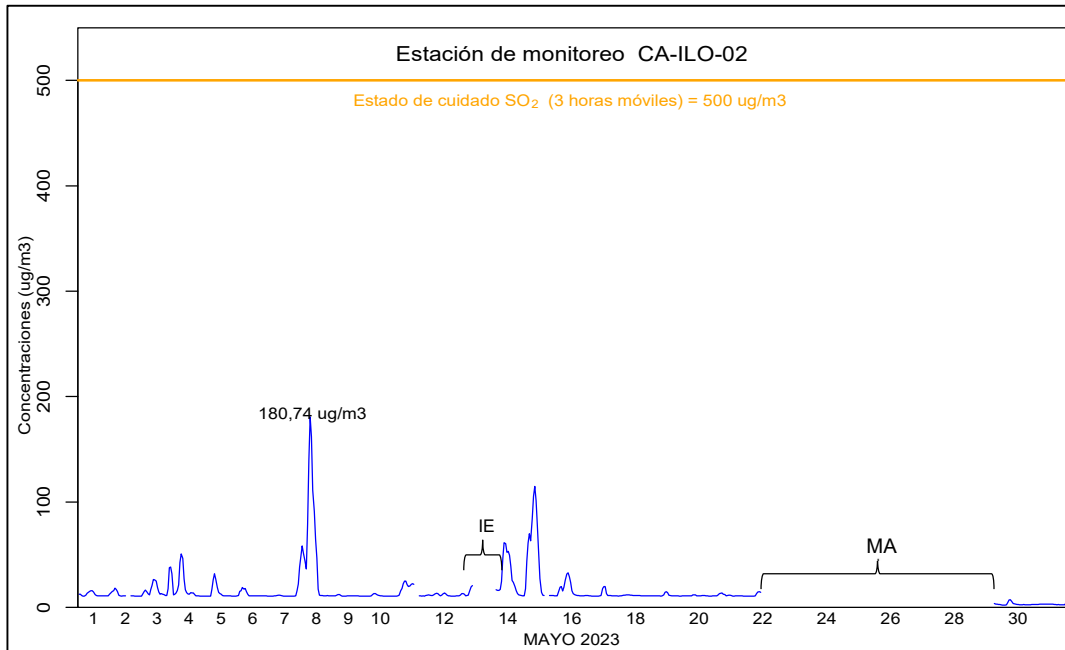


Figura 3.10.2. Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en mayo de 2023

IE: Interrupción eléctrica
MA: Mantenimiento

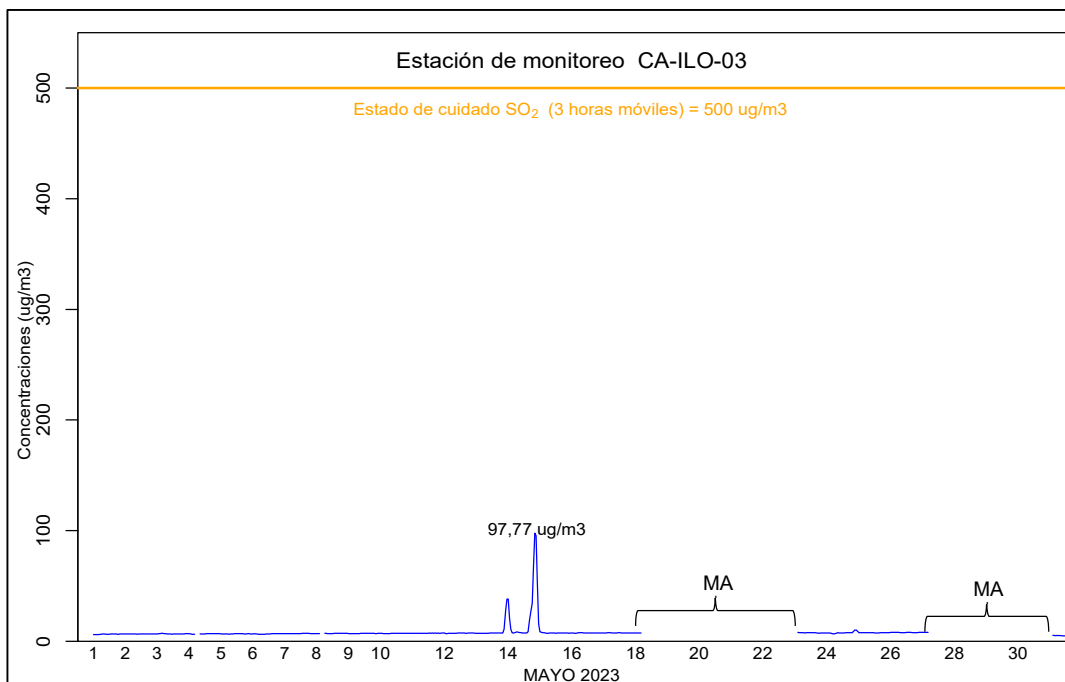


Figura 3.10.3. Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en mayo de 2023

MA: Mantenimiento preventivo

4 CONCLUSIONES

- En las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, ubicadas en la provincia de Ilo, las concentraciones de 24 horas de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM_{10}) no excedieron su respectivo ECA, durante el mes de mayo de 2023.
- En las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, ubicadas 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 mayo 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 mayo 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 mayo 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 mayo 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 mayo 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 (mayo 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:

Jorge Luis Hualpa Amable
DNI: 10734302