

Título del estudio : Evaluación ambiental de seguimiento de la calidad del aire en los distritos Ilo y Pacocha, provincia Ilo, departamento Moquegua, en junio de 2024.

Fecha de ejecución : Del 1 al 30 de junio de 2024

Expediente : 2020-02-0015 Código de acción : 008-6-2024-417

Tipo de evaluación : Programada

Fecha de aprobación : 31 de julio de 2024 Reporte N° : REAS-116-2024-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 30 de junio de 2024

Tabla 1.2. Listado de profesionales

N.º	Nombres y Apellidos	Profesión	Actividad desarrollada
1	Violeta Jhicensia Rivera Minaya	Ingeniera química	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. Pacífico, 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 Asentamiento Humano Nuevo Ilo Mz. 50 Lt. 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	18A19094	LF-3342023 (18 al 19/07/2023)
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5})					LF-2112023 (19/07/2023)
Dióxido de azufre	Monitor automático de SO ₂	Thermo Scientific	43i	1200416204	LG-130-2022 LF-1542022
Dióxido de nitrógeno	Monitor automático de NO ₂	Thermo Scientific	42i	1192914962	LF-141-2024 (16/04/2024) LF-107-2024 (16/04/2024) LG-120-2024 (16/04/2024)
Sulfuro de hidrógeno	Monitor automático de H ₂ S	Thermo Scientific	450i	CM19490141	LF-1412023 (27/05/2023) LF-2572023 (27/05/2023)
- Velocidad de viento - Dirección de viento	Estación meteorológica	Campbell Scientific	CR310	WM174404	LM-1712023 (27/05/2023)
- Temperatura ambiente - Humedad relativa				1669292130	LM-1702023 (27/05/2023)
- Presión atmosférica				BPA11352	LM-1742023 (27/05/2023)
- Precipitación				TB00015748	LM-1722023 (27/05/2023)
- Radiación solar				193237	LM-1732023 (27/05/2023)
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-1352023 (31/05/2023)
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5})					LF-2502023 (29 al 31/05/2023)
Dióxido de azufre	Monitor automático de SO ₂	Thermo Scientific	43i	1192914947	LF-1402023 (26/05/2023) LF-2532023 (26/05/2023) LG-3212023 (26/05/2023)
Dióxido de Nitrógeno	Monitor automático de NO ₂	Thermo Scientific	42i	1192914960	LF-1372023 (25/05/2023) LF-2542023 (25/05/2023) LG-1812023 (25/05/2023)

Parámetro	Equipo	Marca	Modelo	Serie	Certificado calibración
Sulfuro de hidrógeno	Monitor automático de H ₂ S	<i>Thermo Scientific</i>	450i	CM19490139	LF-1382023 (26/05/2023) LF-2552023 (26/05/2023) LG-3202023 (26/05/2023)
Monóxido de carbono	Monitor automático de CO	<i>Thermo Scientific</i>	48i	1193085161	LF-1392023 (26/05/2023) LF-2522023 (26/05/2023) LG-1792023 (26/05/2023)
- Velocidad de viento - Dirección de viento	Estación meteorológica	<i>Campbell Scientific</i>	CR800	201043	Documento de fabrica s/n (equipo nuevo)
- Temperatura ambiente - Humedad relativa				1663393889	LM-1662023 (25/05/2023)
- Presión atmosférica				BPA11350	LM-1652023 (25/05/2023)
- Precipitación				TB00015746	LM-1692023 (25/05/2023)
- Radiación solar				193287	LM-1672023 (26/05/2023)
Estación de monitoreo CA-ILO-03					
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	Monitor automático de partículas	<i>GRIMM</i>	EDM 180	18A19093	LF-1362023 (31/05/2023)
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5})					LF-2512023 (29 al 31/05/2023)
Dióxido de azufre	Monitor automático de SO ₂	<i>Thermo Scientific</i>	43i	1192914948	LF-1472023 (29/05/2023) LF-2602023 (28/05/2023) LG-3192023 (29/05/2023)
Dióxido de nitrógeno	Monitor automático de NO ₂	<i>Thermo Scientific</i>	42i	1192914961	LF-2612023 (28/05/2023) LF-3372023 (28/05/2023) LG-3092023 (28/05/2023)
Sulfuro de hidrógeno	Monitor automático de H ₂ S	<i>Thermo Scientific</i>	450i	CM19490140	LF-1452023 (29/05/2023) LF-4572023 (28/05/2023) LG-3172023 (29/05/2023)
Monóxido de carbono	Monitor automático de CO	<i>Thermo Scientific</i>	48i	1193085162	LF-1462023 (29/05/2023) LF-4582023 (28/05/2023) LG-1862023 (29/05/2023)
- Velocidad de viento - Dirección de viento	Estación meteorológica	<i>Campbell Scientific</i>	CR800	181893	LM-1762023 (29/05/2023)
- Temperatura ambiente - Humedad relativa				1665884185	LM-1752023 (29/05/2023)
- Presión atmosférica				BPA11351	LM-1792023 (29/05/2023)
- Precipitación				TB00015747	LM-1772023 (29/05/2023)
- Radiación solar				193240	LM-1782023 (29/05/2023)

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
Velocidad de viento		Método automático
Dirección de viento		
Temperatura ambiente		
Humedad relativa		
Precipitación		
Presión atmosférica		
Radiación solar		

Nota: las tres estaciones de monitoreo de la provincia de Ilo cuentan con las mismas técnicas de medición.

Fuente: Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire (Decreto Supremo N.º 010-2019-MINAM)
(-): no aplica

2.4 Criterios de evaluación

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

Parámetro	Periodo	Formato del estándar		Norma
		Valor (µg/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 (PM _{2,5})	24 horas	50	No exceder más de 7 veces al año	
Sulfuro de hidrogeno (H ₂ S)	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

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 junio de 2024, 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 junio de 2024. Se observa que la presión atmosférica varió entre una mínima de 1002,2 hPa y una máxima de 1012,3 hPa, se registraron precipitaciones máximas de 0,1 mm durante el mes. La temperatura promedio fue 17,6 °C, alcanzando una mínima de 14,1 °C y una máxima de 21,2 °C, la humedad relativa varió entre 69,0 y 95,8 % y la velocidad del viento osciló entre 0,0 y 5,8 m/s. El parámetro de radiación solar reporta una irradiancia máxima de 739,7 W/m² durante el mes de junio. 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, junio de 2024.

Valores	Presión atmosférica (hPa)	Precipitación (mm) ¹	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación solar (W/m ²)
Mínimo	1002,2	0,0	14,1	69,0	0,0	0,0
Máximo	1012,3	0,1	21,2	95,8	5,8	739,7
Promedio	1008,2	0,1	17,6	81,6	2,1	---

En la Figura 3.1.1 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-01, correspondiente al mes junio de 2024. Se observa que la rosa de viento tuvo una predominancia sur, esto por influencia del Anticiclón del Pacífico Sur. Observándose además, que el 0,4% de los vientos provienen del sur y coinciden con el rango de 5,5 a 8 m/s, así mismo el 8,3% de los vientos provienen del sur y caen en el rango de 3,4 a 5,5 m/s, el 11,1% de los vientos provenientes del sur caen en el rango de 1,6 a 3,4 m/s y el 2,4% de los vientos provienen del sur y caen en el rango de 0,3 a 1,6 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).

¹ En el caso de precipitación se muestra la suma de los datos del mes en lugar del promedio.

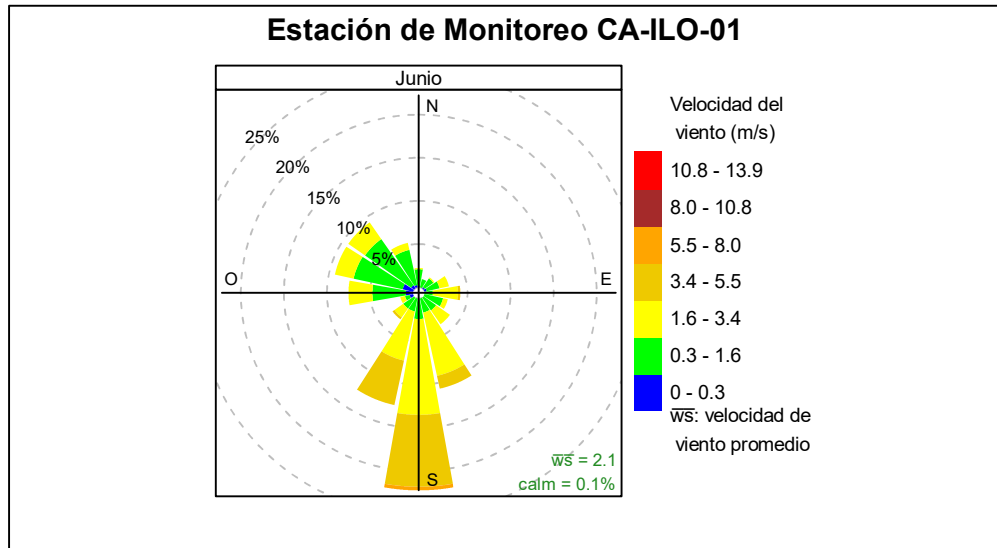


Figura 3.1.1. Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-01, junio de 2024²

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 junio de 2024. Se observa que las predominancias sur y sursuroeste se imponen de lunes a domingo, también se observa los días sábados y domingos, vientos del tipo brisas moderadas, provenientes del sur. Cabe mencionar que los lunes, martes, miércoles, jueves y domingo hay frecuencias mayores a 10% de vientos del tipo calma, ventolinas y brisas débiles mayormente, es decir vientos de baja velocidad de viento que provienen, entre otros, del noroeste, noroeste y oeste.

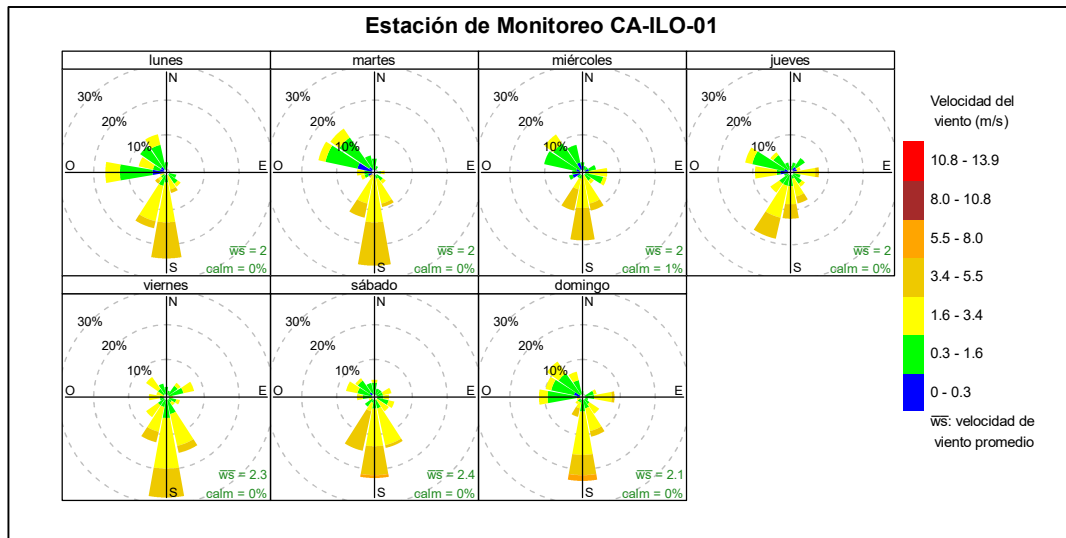


Figura 3.1.2. Rosa de viento por días de la semana de la estación de monitoreo CA-ILO-01, junio de 2024

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 junio de 2024. Donde se observa, una mayor frecuencia de los vientos provenientes del sur y sursuroeste y en el rango normalmente de 3,4 y 5,5 m/s en el intervalo de las 11:00 a 18:00 horas. Durante la noche se observa una

² Las banderas de cada intervalo de velocidades de viento obedecen a la Escala Internacional del Viento de Beaufort. Organización Meteorológica Mundial OMM-N° 8, 2023 página 226.

mayor participación de velocidades de vientos más bajos, del tipo calma, ventolinas y brisas muy débiles según la escala de Beaufort.

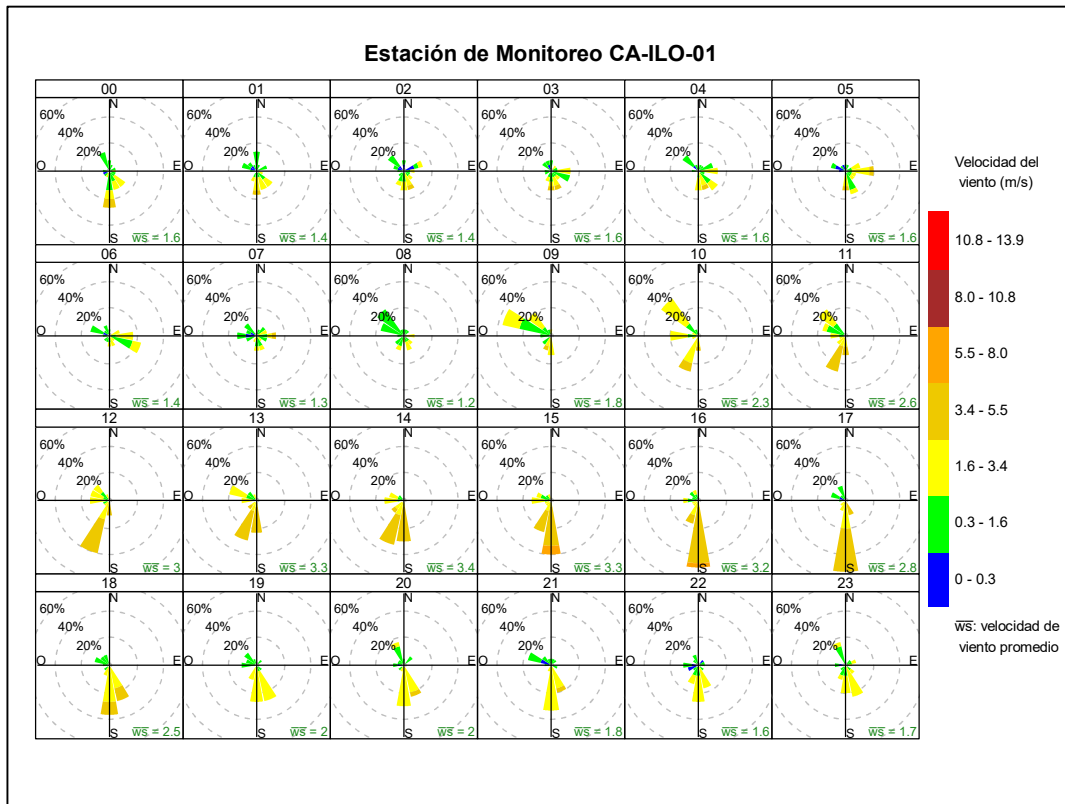


Figura 3.1.3. Rosa de viento horaria de la estación de monitoreo CA-ILO-01, junio de 2024

En la Tabla 3.2 se presentan los parámetros meteorológicos registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-02, durante el mes de junio de 2024. Se observa que la presión atmosférica varió entre una mínima de 1004,9 hPa y una máxima de 1014,6 hPa, se registraron precipitaciones máximas de 0,1 mm durante el mes. La temperatura promedio fue de 17,4 °C, alcanzando una mínima de 13,7°C y una máxima de 21,0 °C, la humedad relativa varió entre 70,5 y 92,1%. El parámetro de radiación solar reporta una irradiancia máxima de 764,6 W/m² durante el mes de junio. 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, junio de 2024.

Valores	Presión atmosférica (hPa)	Precipitación (mm) ³	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación solar (W/m ²)
Mínimo	1004,9	0,0	13,7	70,5	0,1	0,0
Máximo	1014,6	0,1	21,0	92,1	5,3	764,6
Promedio	1009,9	0,1	17,4	80,1	2,1	---

En la Figura 3.1.4 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-02 correspondiente al mes de junio de 2024. Se observa que la rosa de viento muestra una predominancia oestenoroeste y del sursureste, esto último por influencia del Anticiclón del Pacífico Sur. Observándose además, que el 0,1% de los vientos provienen del

³ En el caso de precipitación se muestra la suma de los datos del mes en lugar del promedio.

oestenoeste y coinciden con el rango de 3,4 a 5,5 m/s, así mismo el 8,5% de los vientos provienen del oestenoeste y caen en el rango de 1,6 a 3,4 m/s, el 7,9% de los vientos provienen del oestenoeste y caen en el rango de 0,3 a 1,6 m/s y el 0,4% de los vientos provienen del oestenoeste y caen en el rango de 0,0 a 0,3 m/s.

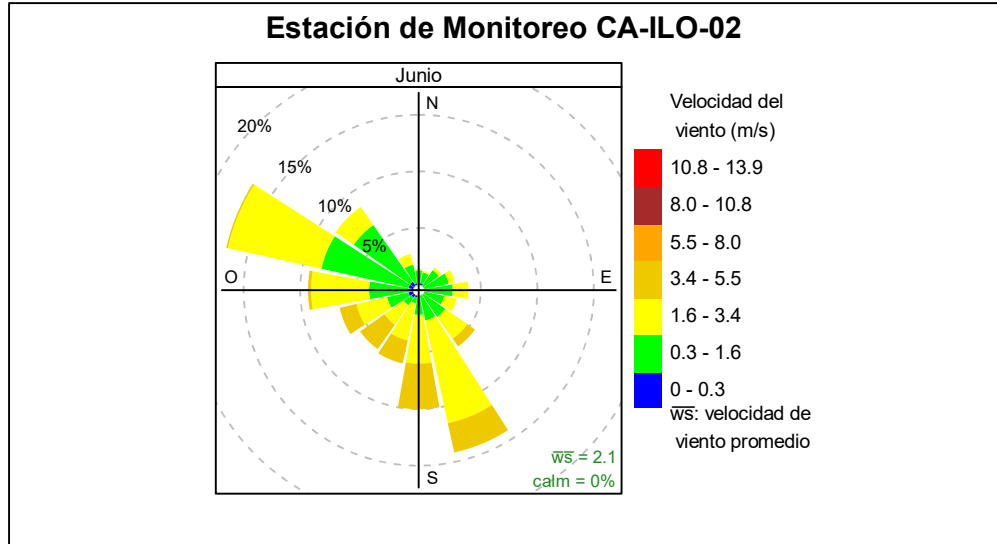


Figura 3.1.4. Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-02, junio de 2024⁴

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 junio de 2024. Donde se observa una predominancia oestenoeste y sursureste, siendo la primera con mayor participación sobretodo los lunes, martes, miércoles y domingo, siendo vientos del tipo calma, ventolinas y brisas muy débiles según la escala de Beaufort.

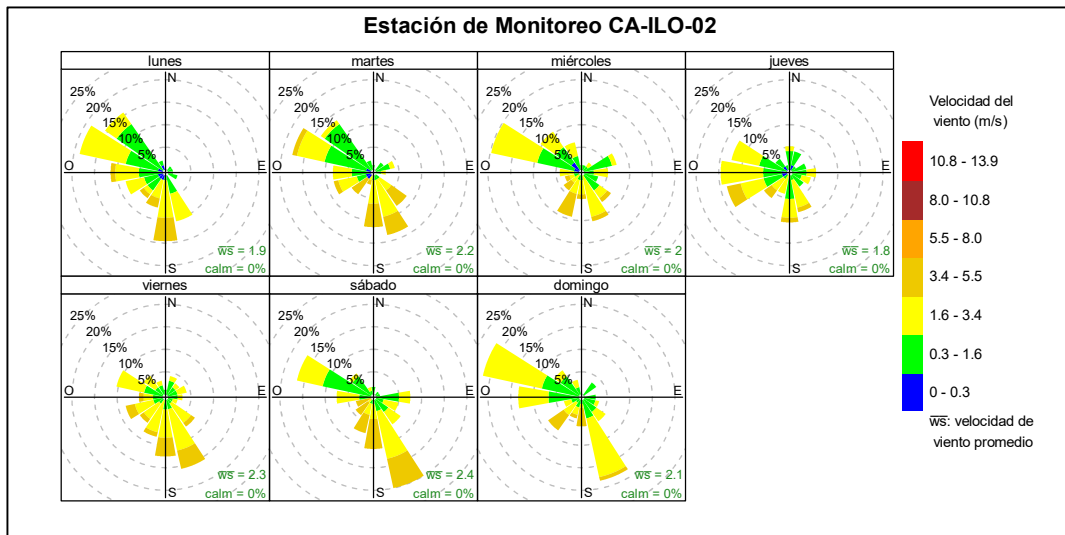


Figura 3.1.5. Rosa de viento por días de la semana de la estación de monitoreo CA-ILO-02, junio de 2024

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 junio de 2024. Donde se observa, una mayor

⁴ Las banderas de cada intervalo de velocidades de viento obedecen a la Escala Internacional del Viento de Beaufort. Organización Meteorológica Mundial OMM-N° 8, 2023 página 226.

frecuencia de los vientos provenientes del oestenoroeste del tipo ventolinas y brisas muy débiles, sobretodo entre las 8:00 y 13:00 horas esto por la baja influencia en esas horas de los vientos de mayor velocidad provenientes del anticiclón del pacifico sur y además la cercanía de la estación de vigilancia al mar, recordando que durante el día ocurre el fenómeno de la virazón que son normalmente brisas impulsadas del mar a la tierra. Durante la noche se observa una mayor participación de velocidades de vientos más bajos, descritos como ventolinas y brisas muy débiles según la escala de Beaufort.

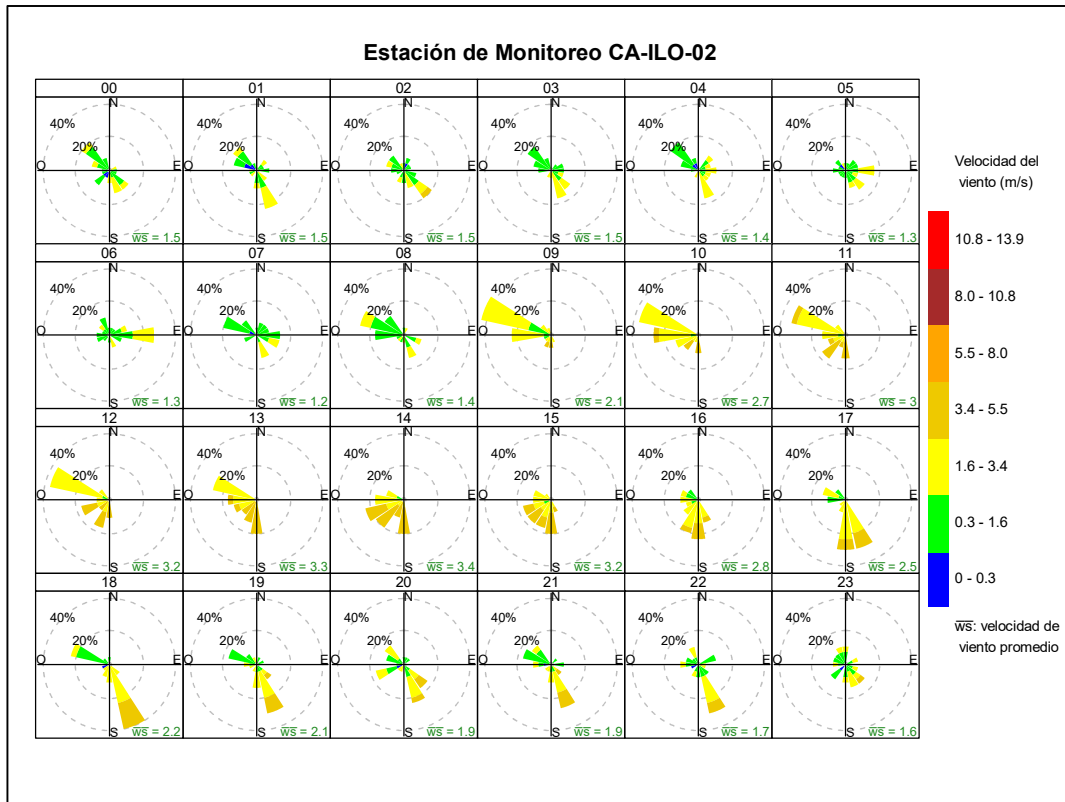


Figura 3.1.6. Rosa de viento horaria de la estación de monitoreo CA-ILO-02, junio de 2024

En la Tabla 3.3 se presentan los parámetros meteorológicos registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-03, durante el mes de junio de 2024. Se observa que la presión atmosférica varió entre una mínima de 984,1 hPa y una máxima de 994,5 hPa, se registraron precipitaciones máximas de 0,3 mm durante el mes. La temperatura promedio fue 16,2 °C, alcanzando una mínima de 13,2 °C y una máxima de 19,2 °C, la humedad relativa varió entre 71,7 y 100,0 % y la velocidad del viento osciló entre 1,8 y 6,3 m/s. El parámetro de radiación solar reporta un máximo de 794,1 W/m² durante el mes de junio. 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, junio de 2024

Valores	Presión atmosférica (hPa)	Precipitación (mm) ⁵	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación solar (W/m ²)
Mínimo	984,1	0,0	13,2	71,7	1,8	0,0
Máximo	994,5	0,3	19,2	100,0	6,3	794,1
Promedio	990,2	1,1	16,2	84,7	3,0	---

⁵ En el caso de precipitación se muestra la suma de los datos del mes en lugar del promedio.

En la Figura 3.1.7 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-03, correspondiente al mes de junio de 2024. Se observa que la rosa de viento tuvo una predominancia sursuroeste, esto por influencia del Anticiclón del Pacífico Sur. Observándose además, que el 0,6% de los vientos provienen del sursuroeste y coinciden con el rango de 5,5 a 8 m/s, así mismo el 11,4% de los vientos provienen del sursuroeste y caen en el rango de 3,4 a 5,5 m/s y el 25,4% de los vientos provienen del sursuroeste 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).

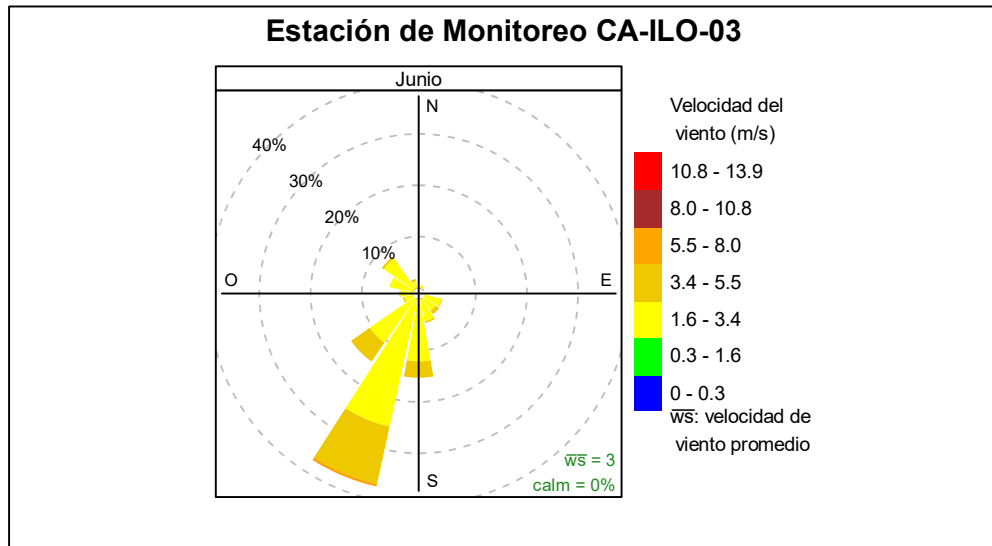


Figura 3.1.7. Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-03, junio de 2024⁶

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 junio de 2024. Donde se observa una predominancia sursuroeste de lunes a domingo.

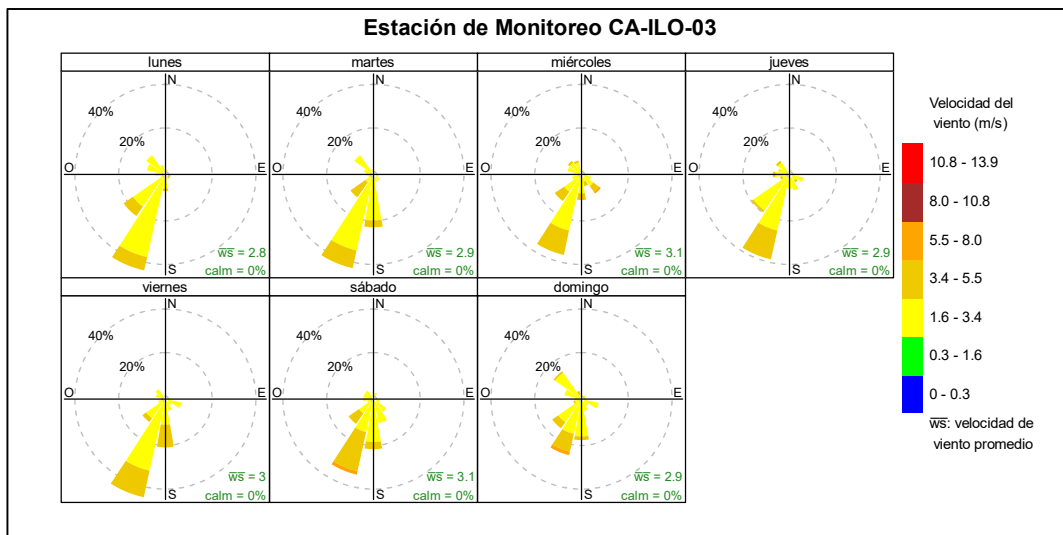


Figura 3.1.8. Rosa de viento por días de la semana de la estación de monitoreo CA-ILO-03, junio de 2024

⁶ Las banderas de cada intervalo de velocidades de viento obedecen a la Escala Internacional del Viento de Beaufort. Organización Meteorológica Mundial OMM-N° 8, 2023 página 226.

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 junio de 2024. Donde se observa un incremento en las velocidades de vientos que provienen del sursuroeste durante el día, llegando al nivel de las brisas moderadas, sobre todo entre las 14:00 y 15:00 horas aproximadamente.

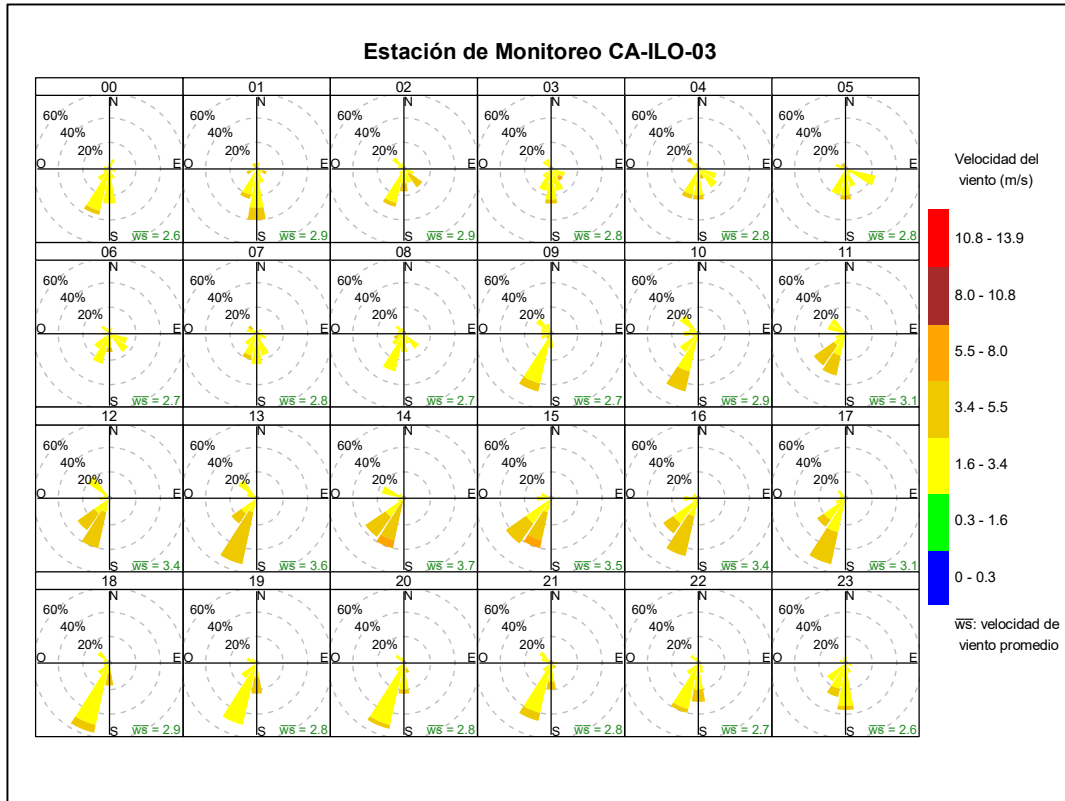


Figura 3.1.9. Rosa de viento horaria de la estación de monitoreo CA-ILO-03, junio de 2024

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

En las Figuras 3.2.1 y 3.2.2 se presentan las concentraciones de 24 horas de PM_{2,5} de las estaciones de monitoreo CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de junio de 2024. 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).

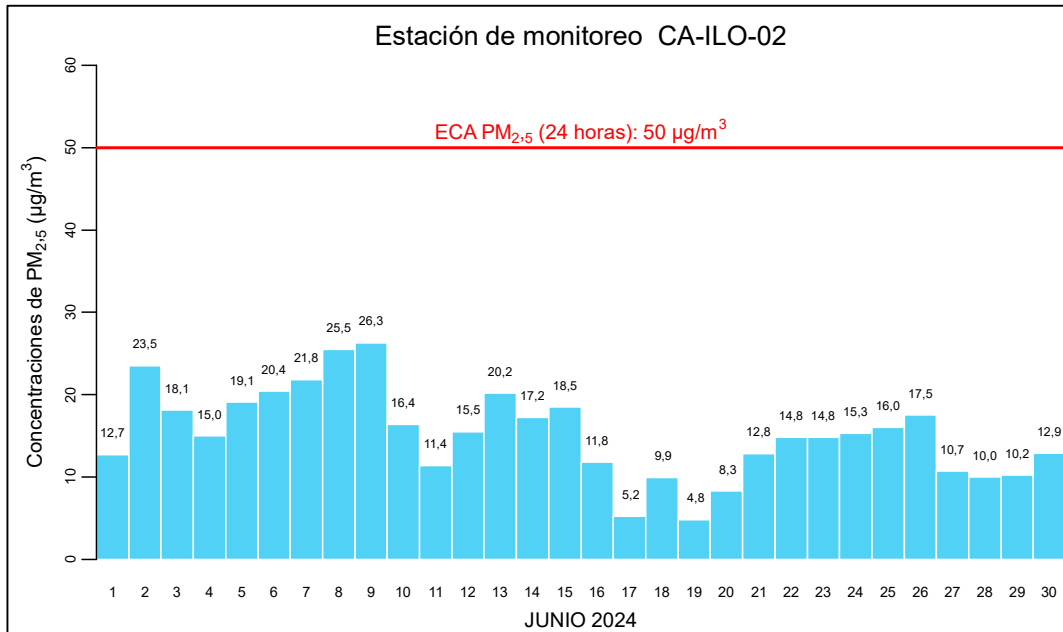


Figura 3.2.1. Concentraciones de 24 horas de PM_{2.5} en la estación de monitoreo CA-ILO-02, junio de 2024

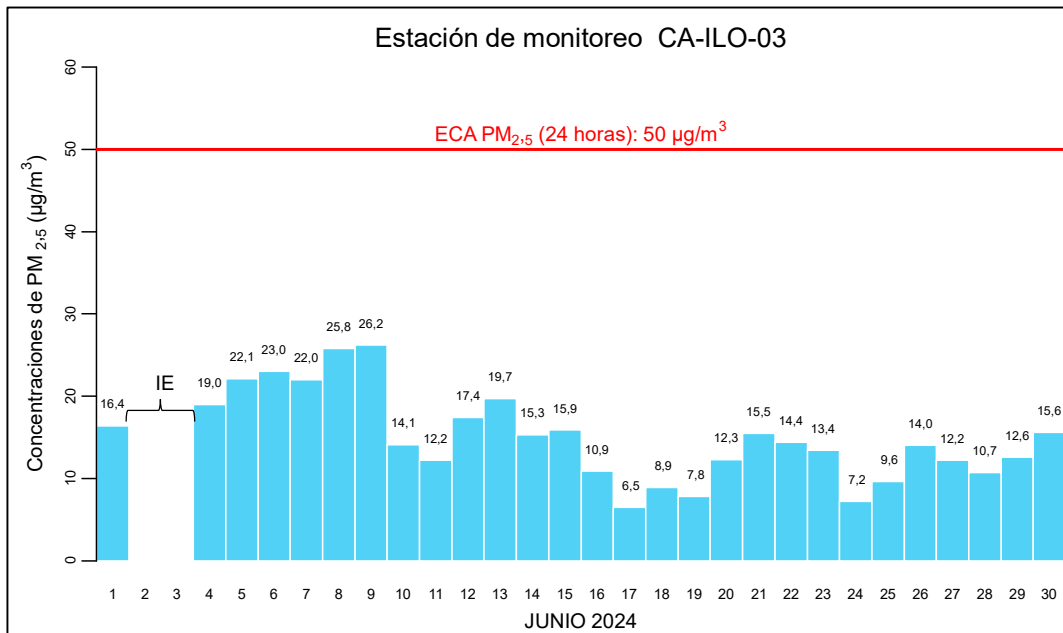


Figura 3.2.2. Concentraciones de 24 horas de PM_{2.5} en la estación de monitoreo CA-ILO-03, junio de 2024

IE: Interrupción Eléctrica

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

En las Figuras 3.3.1 y 3.3.2 se presentan las concentraciones de 24 horas de PM₁₀ de las estaciones de monitoreo CA-ILO-02 y CA-ILO-03 del mes de junio de 2024. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para aire de PM₁₀ (100 µg/m³ en 24 horas).

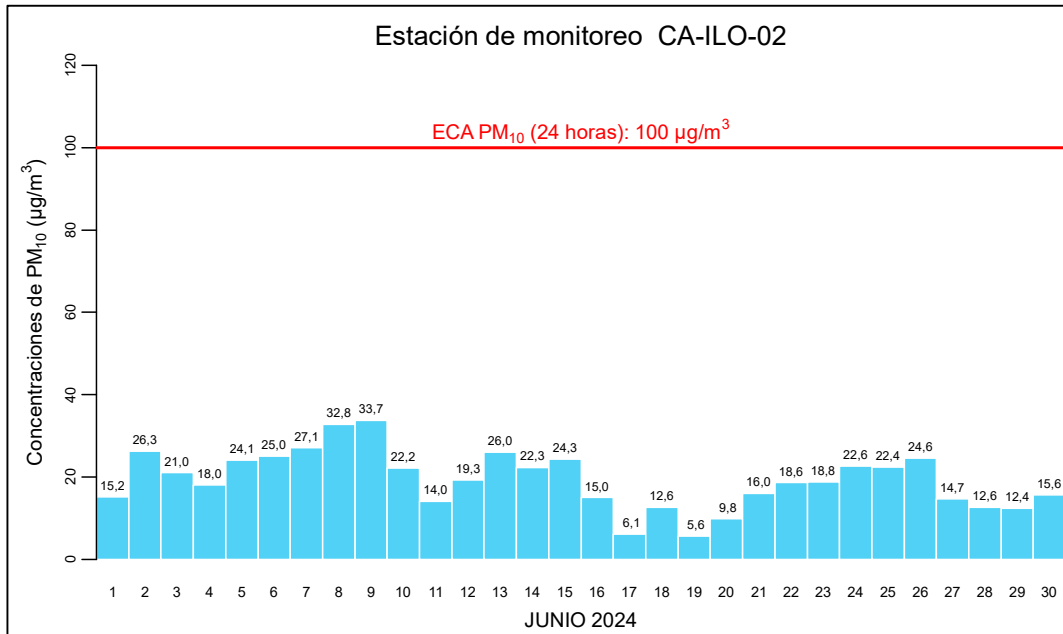


Figura 3.3.1. Concentraciones de 24 horas de PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, junio de 2024

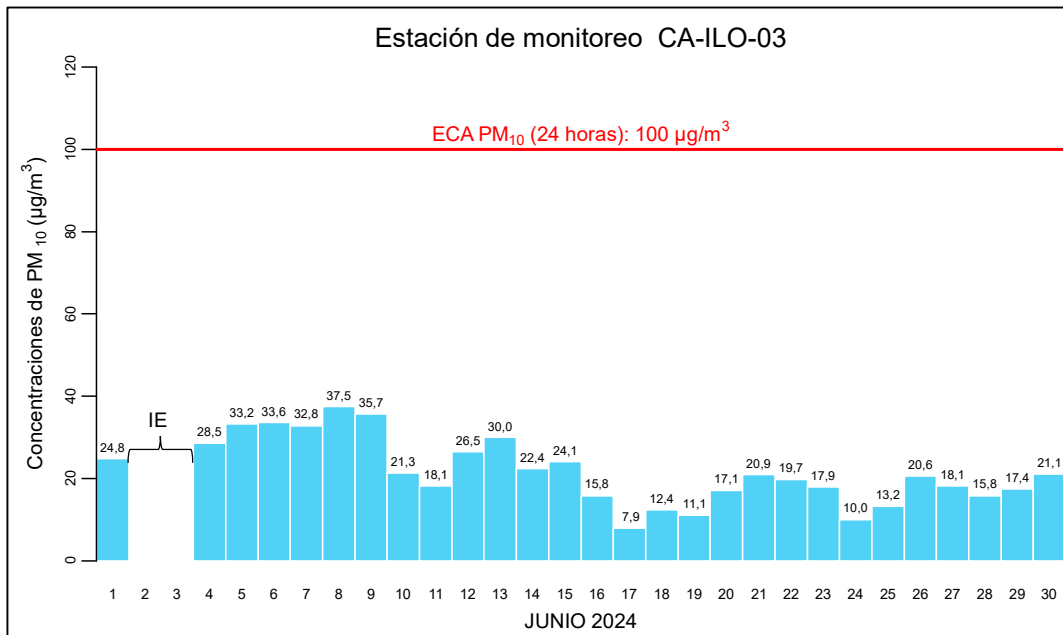


Figura 3.3.2. Concentraciones de 24 horas de PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, junio de 2024

IE: Interrupción Eléctrica

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 junio de 2024. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para SO₂ (250 µg/m³ en 24 horas).

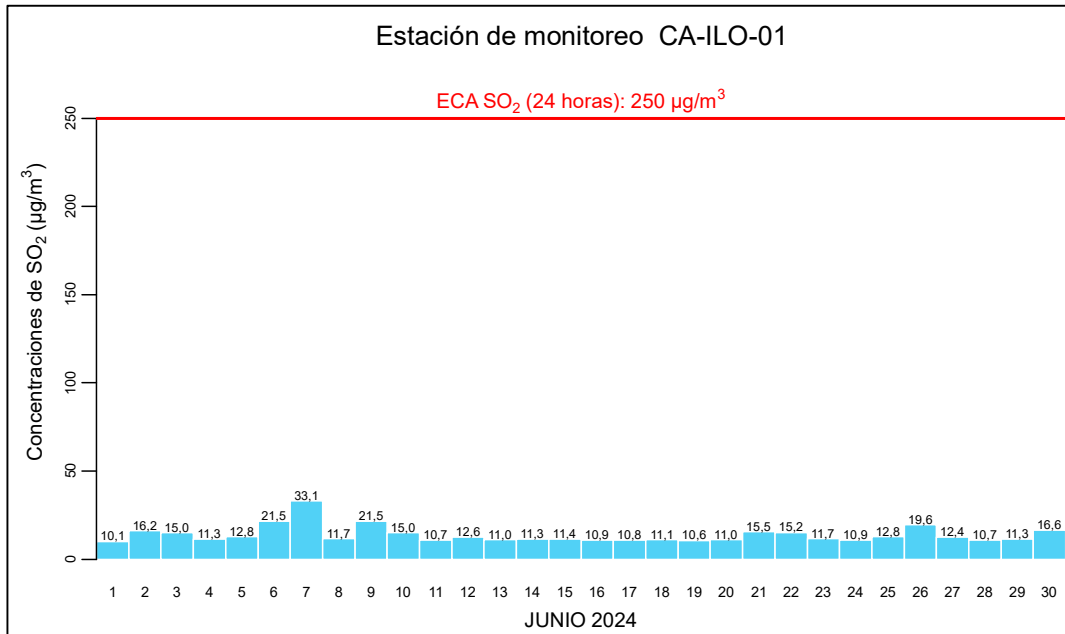


Figura 3.4.1. Concentraciones de 24 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, junio de 2024

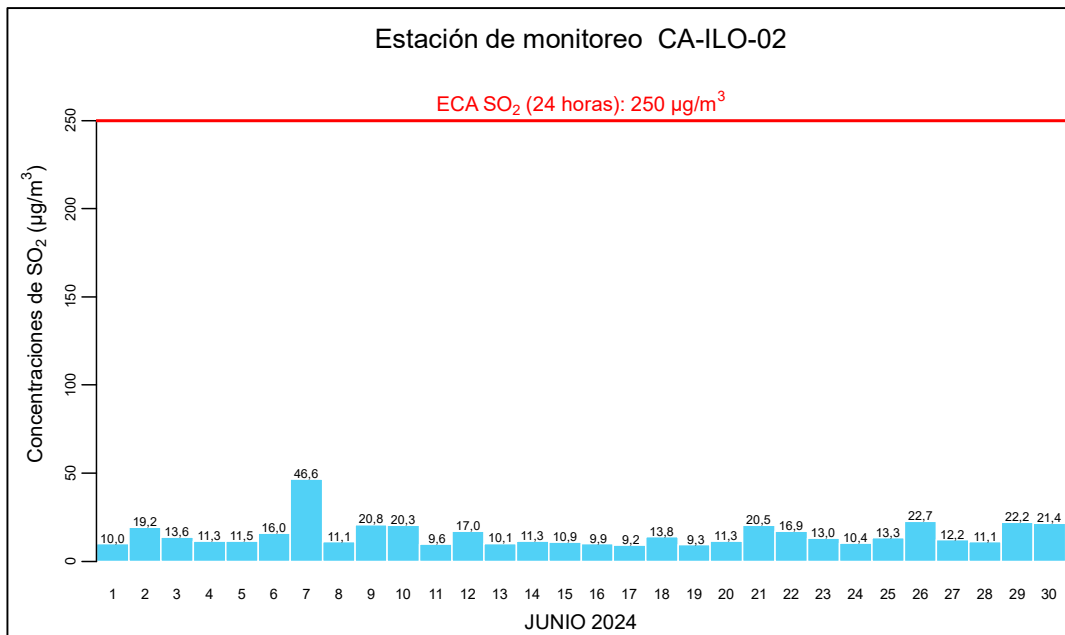


Figura 3.4.2. Concentraciones de 24 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, junio de 2024

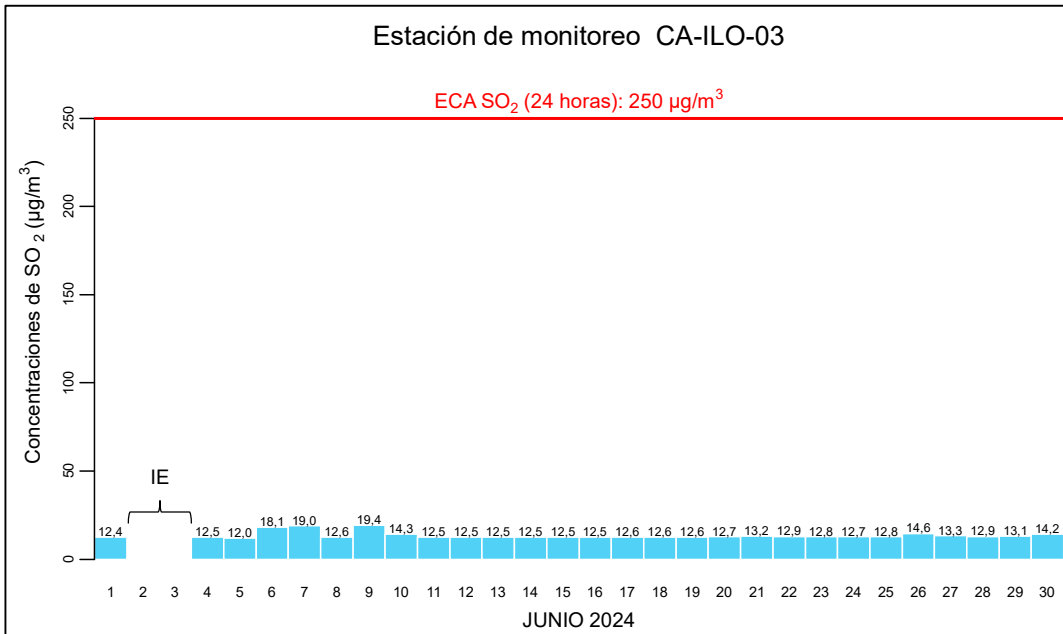


Figura 3.4.3. Concentraciones de 24 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, junio de 2024.

IE: Interrupción Eléctrica

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 junio de 2024. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para aire de H₂S (150 µg/m³ en 24 horas).

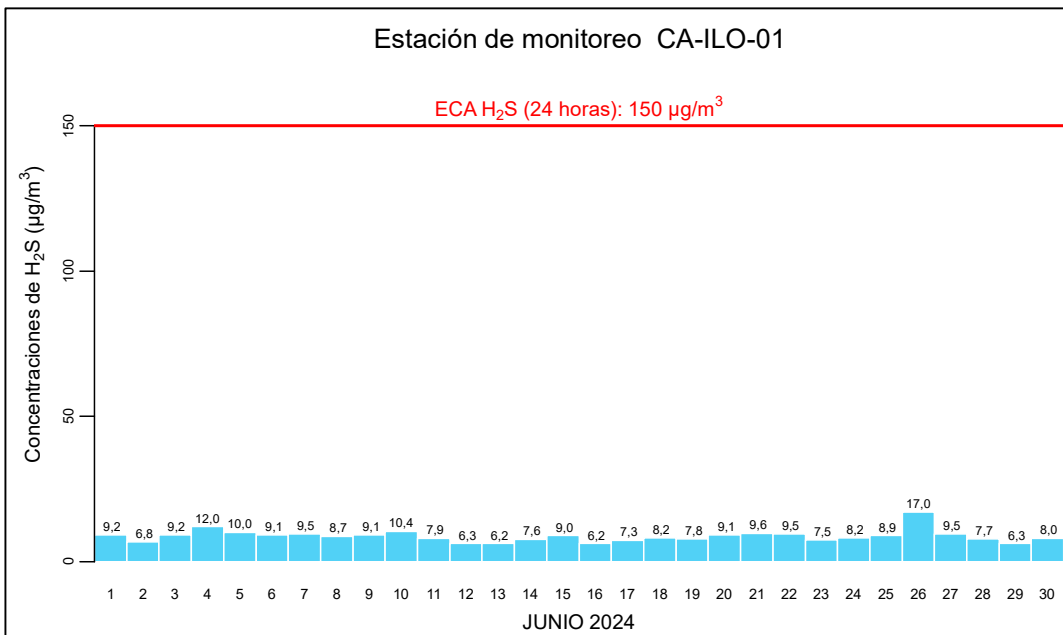


Figura 3.5.1. Concentraciones de 24 horas de H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-01, junio de 2024

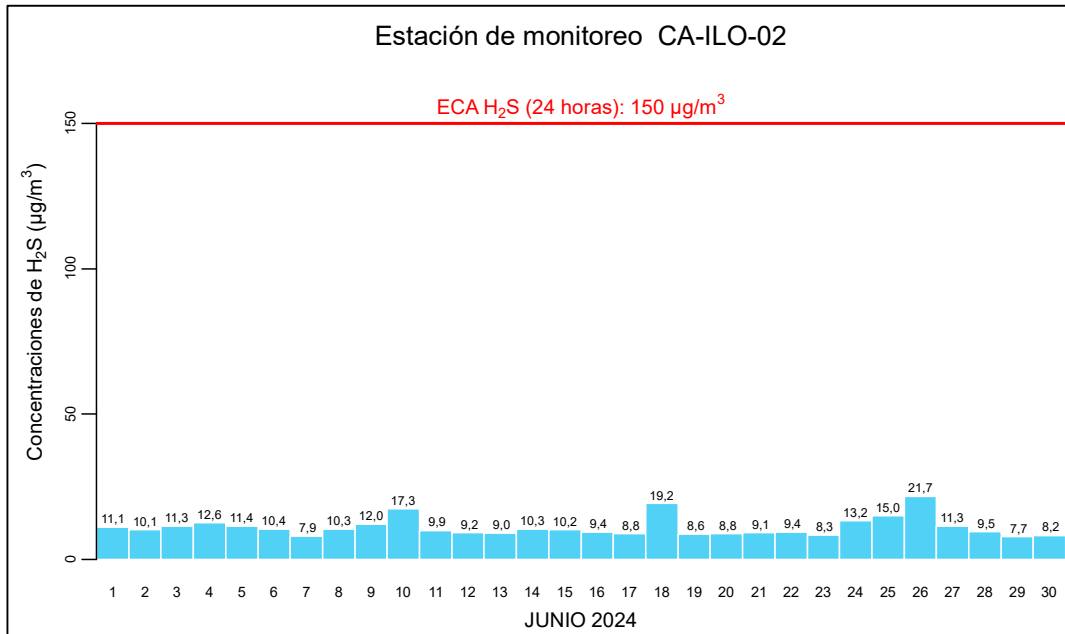


Figura 3.5.2. Concentraciones de 24 horas de H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-02, junio de 2024

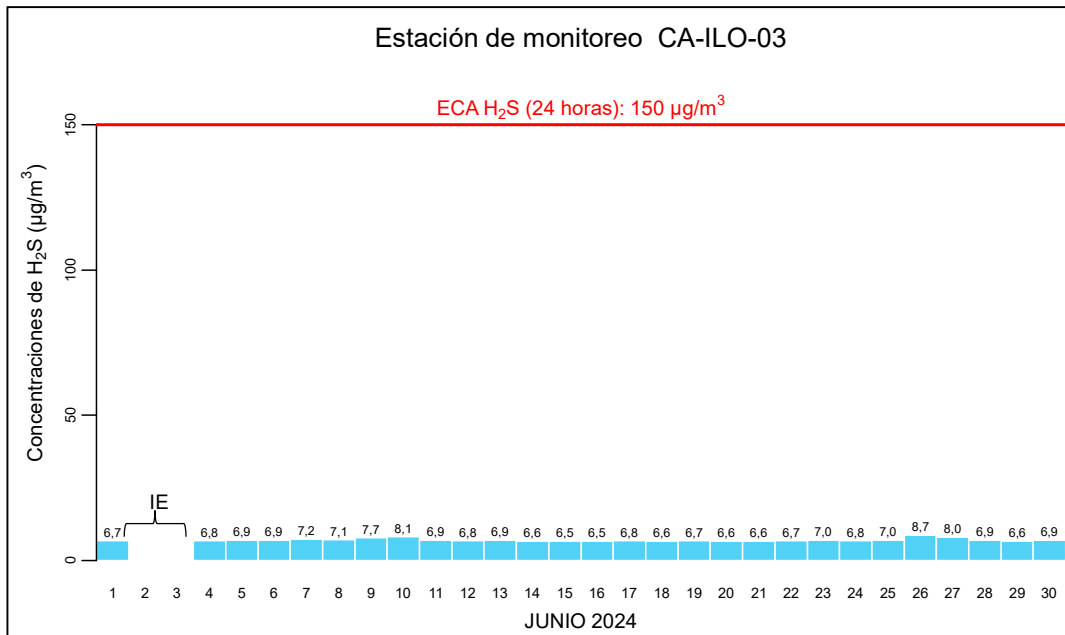


Figura 3.5.3. Concentraciones de 24 horas de H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-03, junio de 2024.

IE: Interrupción Eléctrica

3.6 Dióxido de nitrógeno (NO₂)

En las Figuras 3.6.1, 3.6.2 y 3.6.3 se presentan las concentraciones horarias de NO₂ de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de junio de 2024. Además, se observa que todas las concentraciones horarias no excedieron el ECA para NO₂ (200 µg/m³ en 1 hora).

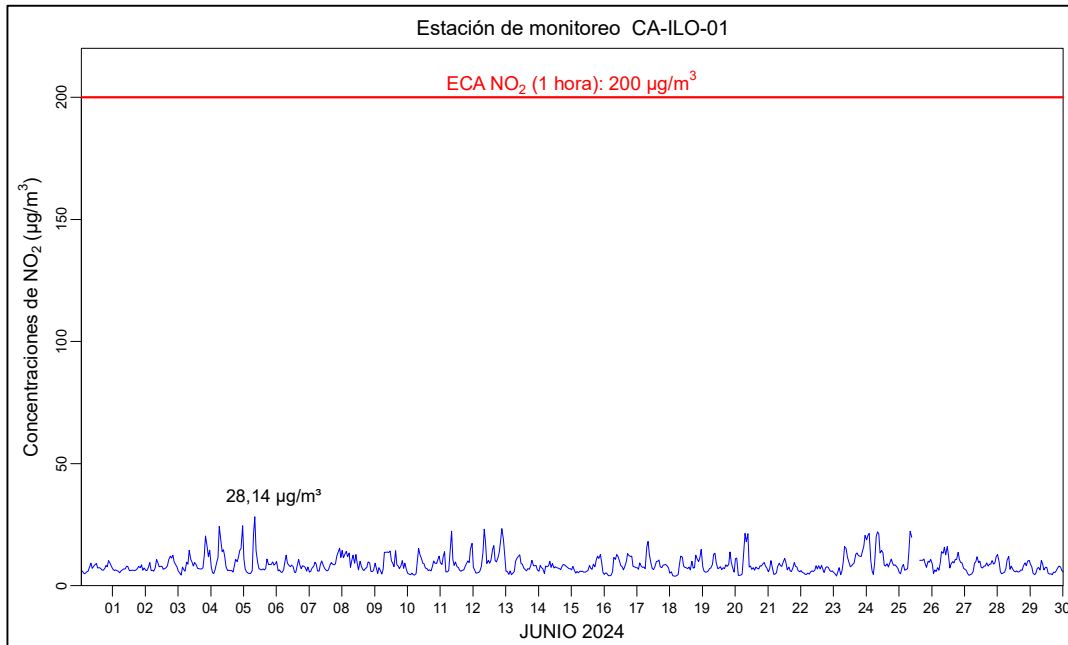


Figura 3.6.1. Concentraciones de horarias de NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, junio de 2024.

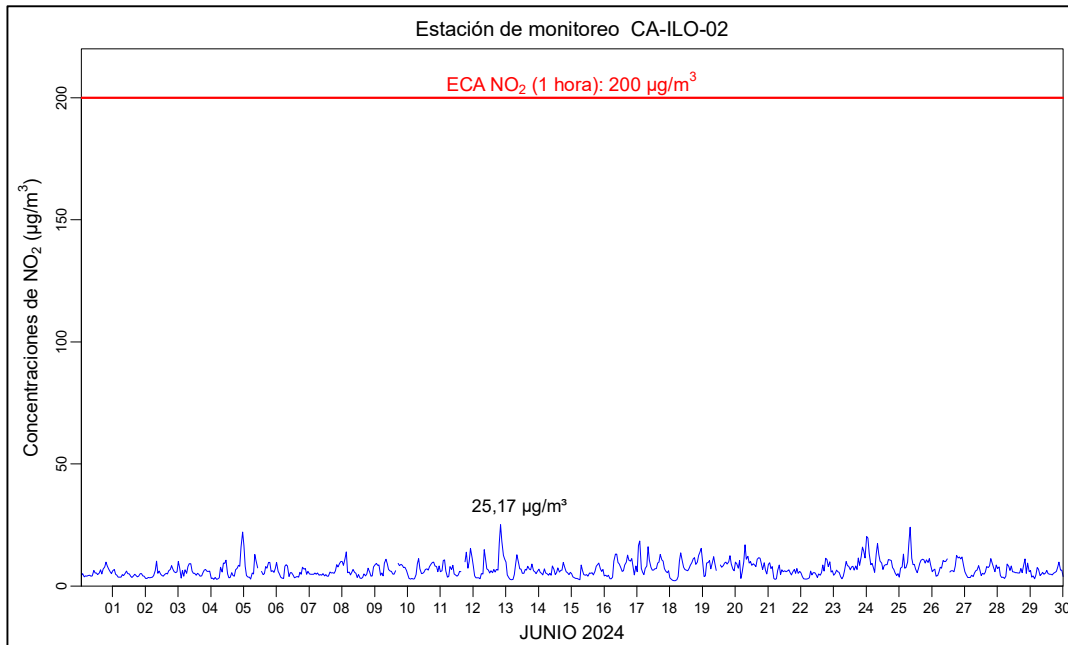


Figura 3.6.2. Concentraciones de horarias de NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, junio de 2024.

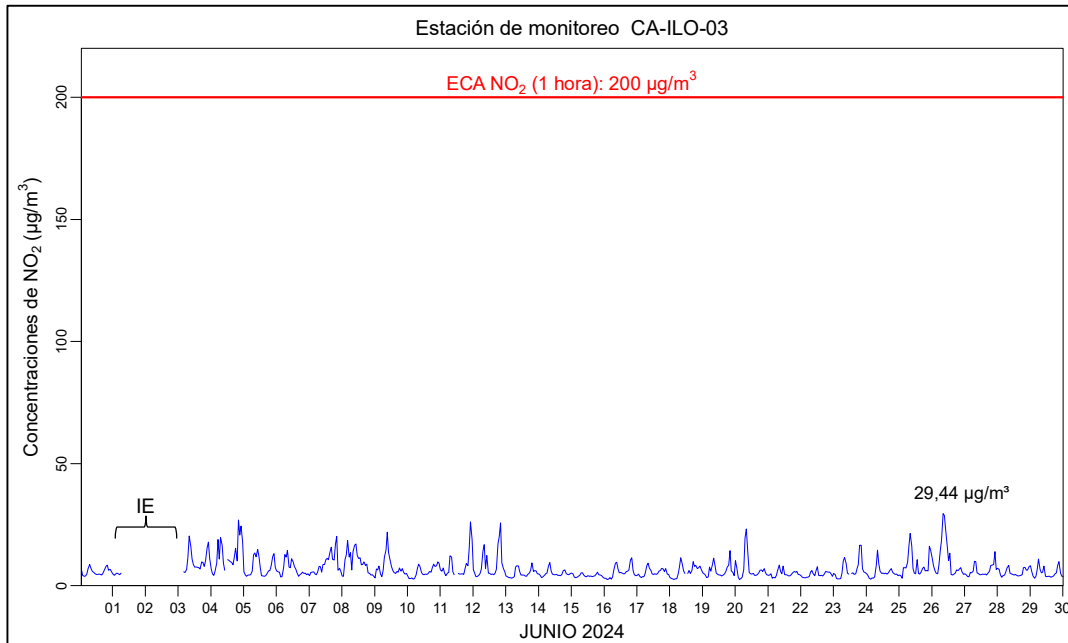


Figura 3.6.3. Concentraciones de horarias de NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, junio de 2024.

IE: Interrupción Eléctrica

3.7 Monóxido de carbono (CO)

En las Figuras 3.7.1 y 3.7.2 se presenta el diagrama de cajas por hora de las concentraciones horarias de CO correspondiente a las estaciones de monitoreo CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de junio de 2024. Además, se observa que todas las concentraciones horarias no excedieron el ECA para CO (30000 µg/m³ en 1 hora).

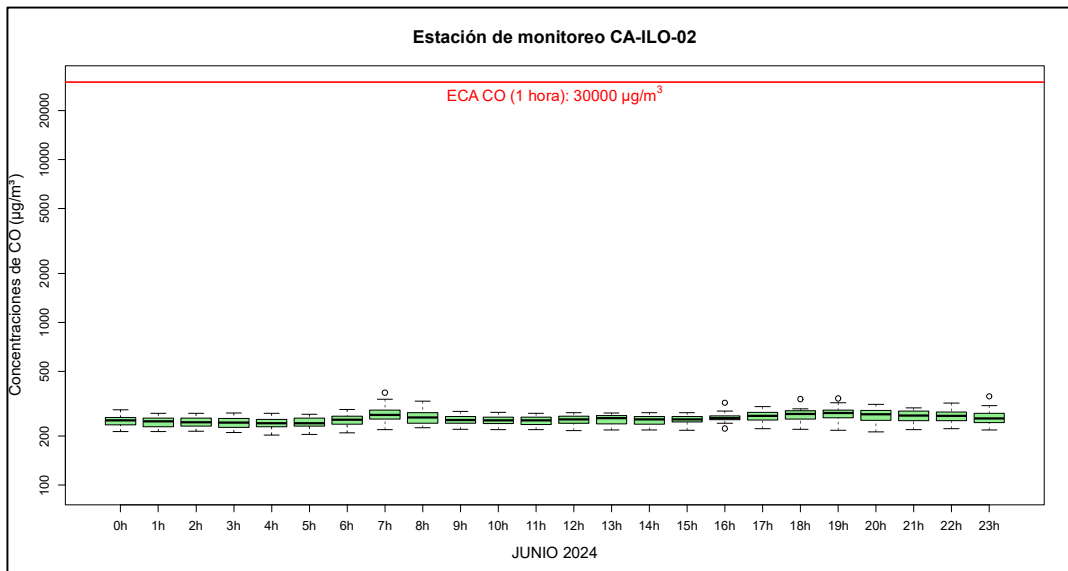


Figura 3.7.1. Concentraciones horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, junio de 2024

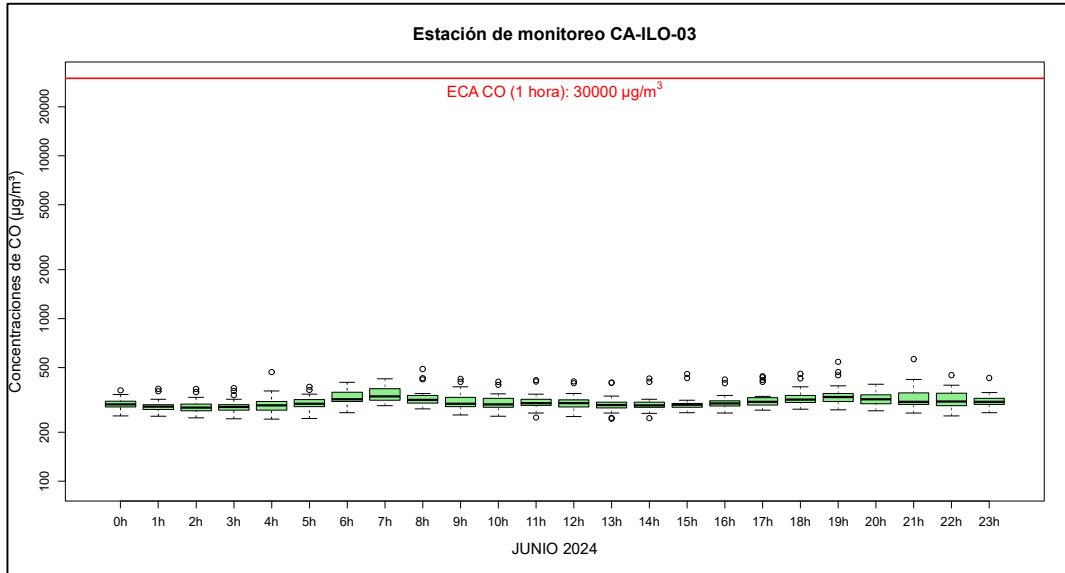


Figura 3.7.2. Concentraciones horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, junio de 2024

En las Figuras 3.7.3 y 3.7.4 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-02 y CA-ILO-03, del mes de junio de 2024. Además, se observa que todas las concentraciones de promedio móvil de 8 horas no excedieron el ECA para CO (10000 µg/m³ en 8 horas móviles).

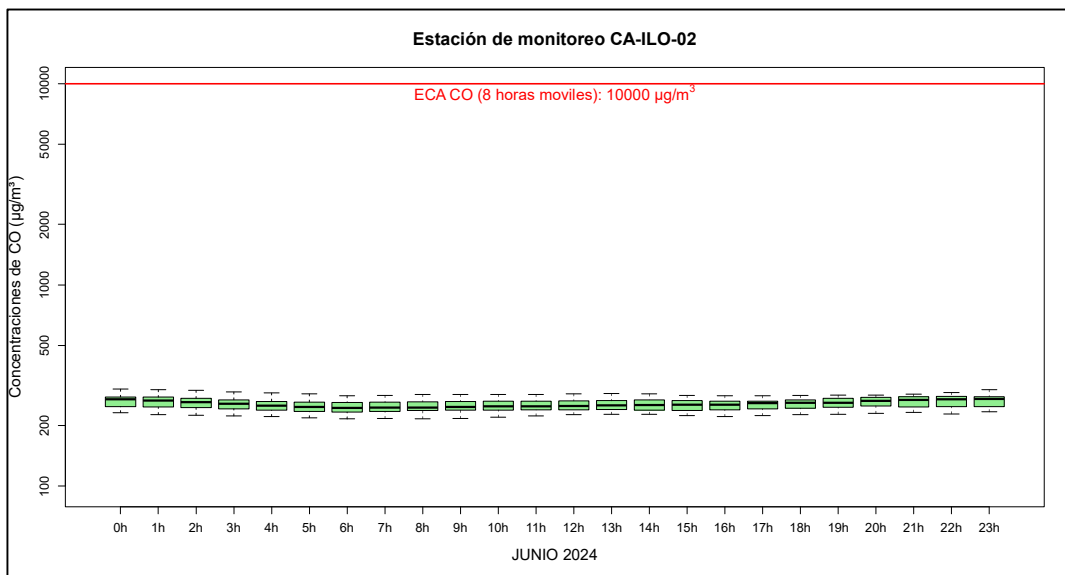


Figura 3.7.3. Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, junio de 2024

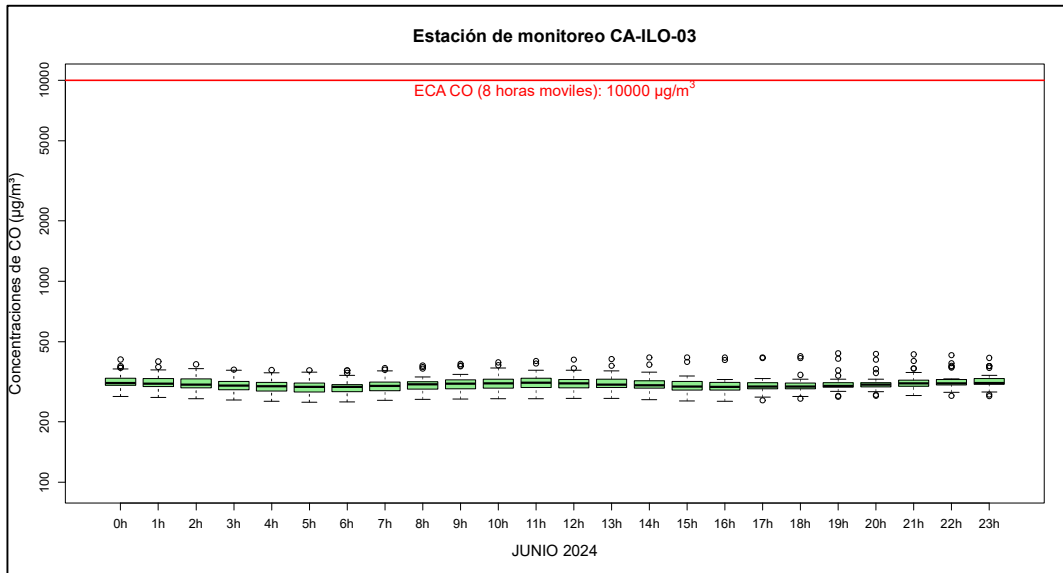


Figura 3.7.4. Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, junio de 2024

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 y 3.8.2 se presentan las rosas de concentraciones de PM_{2,5} de las estaciones de monitoreo CA-ILO-02 y CA-ILO-03 respectivamente, del mes de junio de 2024.

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que el 0,4 % de los vientos vienen de la dirección predominante oestenoeste y corresponden a un rango de 50 a 51,7 µg/m³, el 5,7 % de los vientos vienen de la dirección oestenoeste y corresponden a un rango de 25 a 50 µg/m³ y el 10,6 % de los vientos vienen de la dirección oestenoeste y corresponden a un rango de 0 a 25 µg/m³ de concentración de PM_{2,5}. También se observa que el 0,6 % de los vientos vienen de la dirección nornoroeste y corresponden a un rango de 25 a 50 µg/m³ y el 2,2 % de los vientos vienen de la dirección nornoroeste y corresponden a un rango de 0 a 25 µg/m³ de concentración de PM_{2,5} y se hace mención debido a que el administrado Southern Perú Copper Corporation (SPCC) se encuentra hacia el nornoroeste tomando como referencia a la estación CA-ILO-02, tal y como se muestra en la figura 3.8.1.a. Cabe mencionar que las banderas que corresponden a una alta concentración, mayores a 50 µg/m³, coinciden con los vientos de bajas velocidades que provienen del oestenoeste y noroeste.

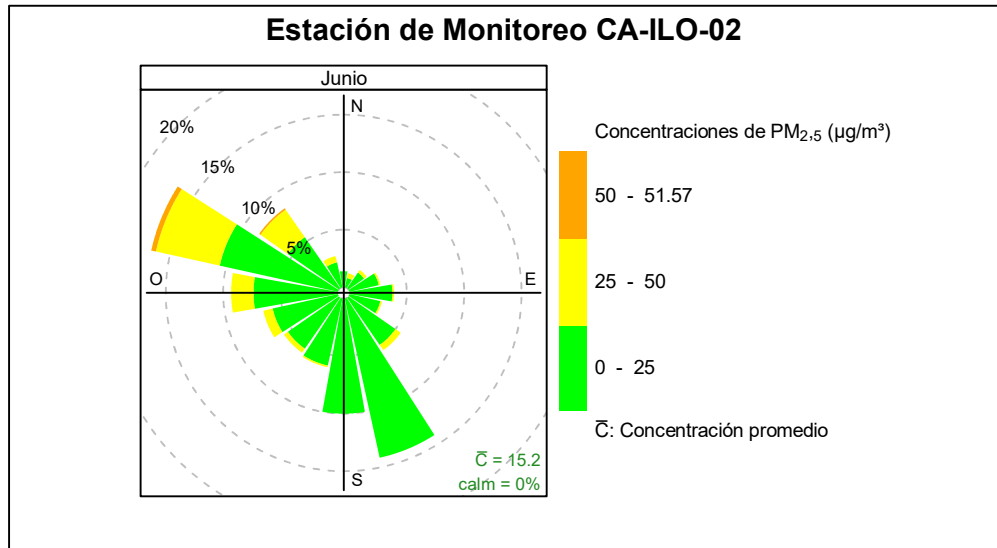


Figura 3.8.1. Rosa de concentración del PM_{2,5} en la estación de monitoreo CA-ILO-02, junio del 2024

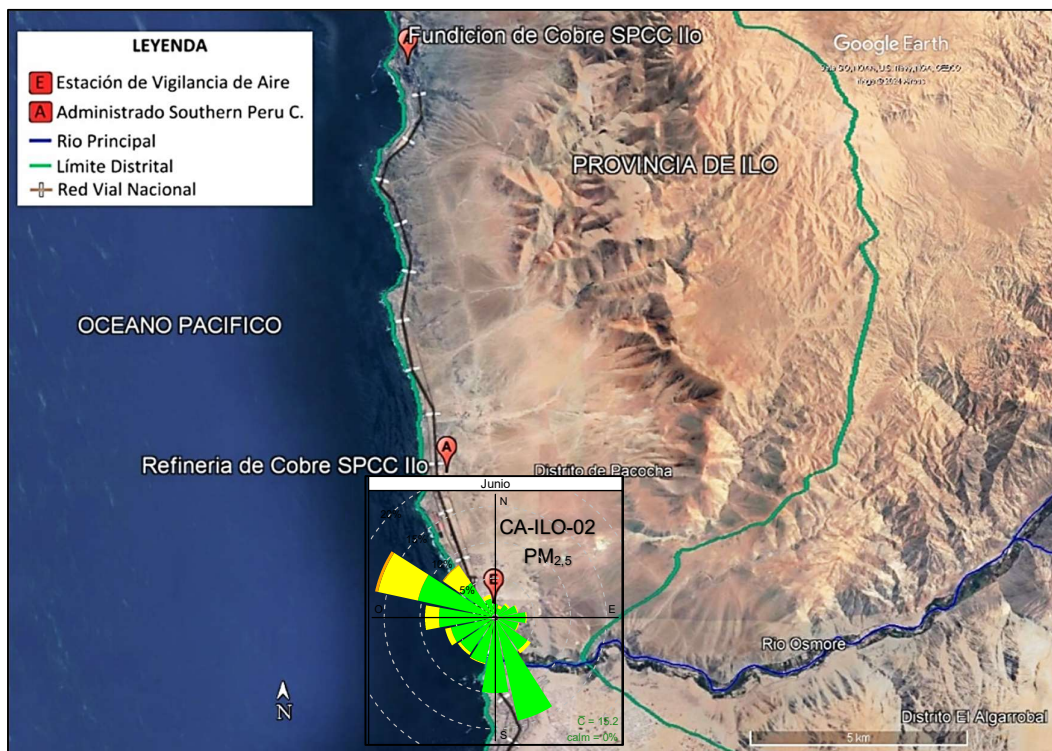


Figura 3.8.1.a. Ubicación de la estación CA-ILO-02 respecto al administrado Southern Peru Copper Corporation

En la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que el 0,6 % de los vientos vienen de la dirección predominante sursuroeste y corresponden a un rango de 25 a 45,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el 36,8 % de los vientos vienen de la dirección sursuroeste y corresponden a un rango de 0 a 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de concentración de $\text{PM}_{2,5}$. También se observa que el 0,7 % de los vientos vienen de la dirección noroeste y corresponden a un rango de 25 a 45,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el 0,8 % de los vientos vienen de la dirección noroeste y corresponden a un rango de 0 a 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de concentración de $\text{PM}_{2,5}$ y se hace mención debido a que el administrado Southern Perú Copper Corporation (SPCC) se encuentra hacia el noroeste tomando como referencia a la estación CA-ILO-03, tal y como se muestra en la figura 3.8.2.a.

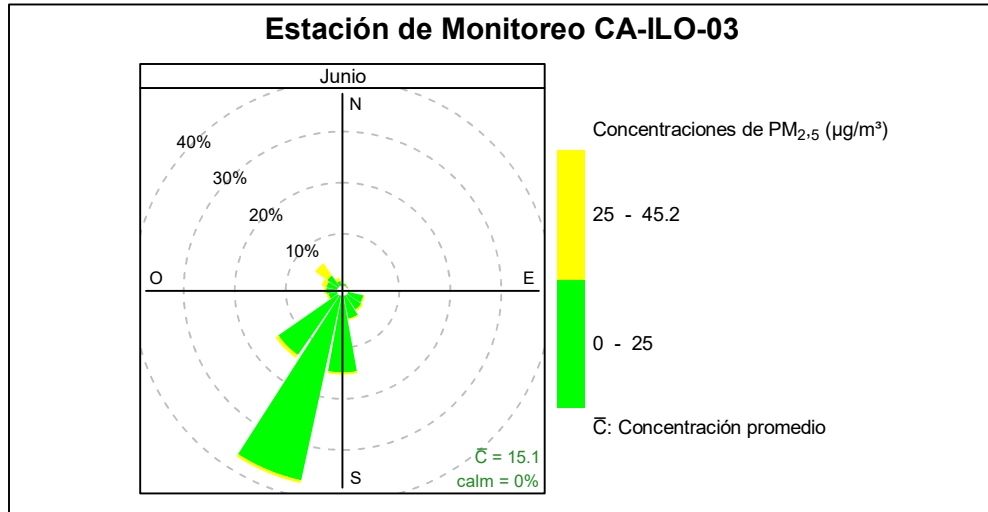


Figura 3.8.2. Rosa de concentración del $\text{PM}_{2,5}$ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, junio del 2024

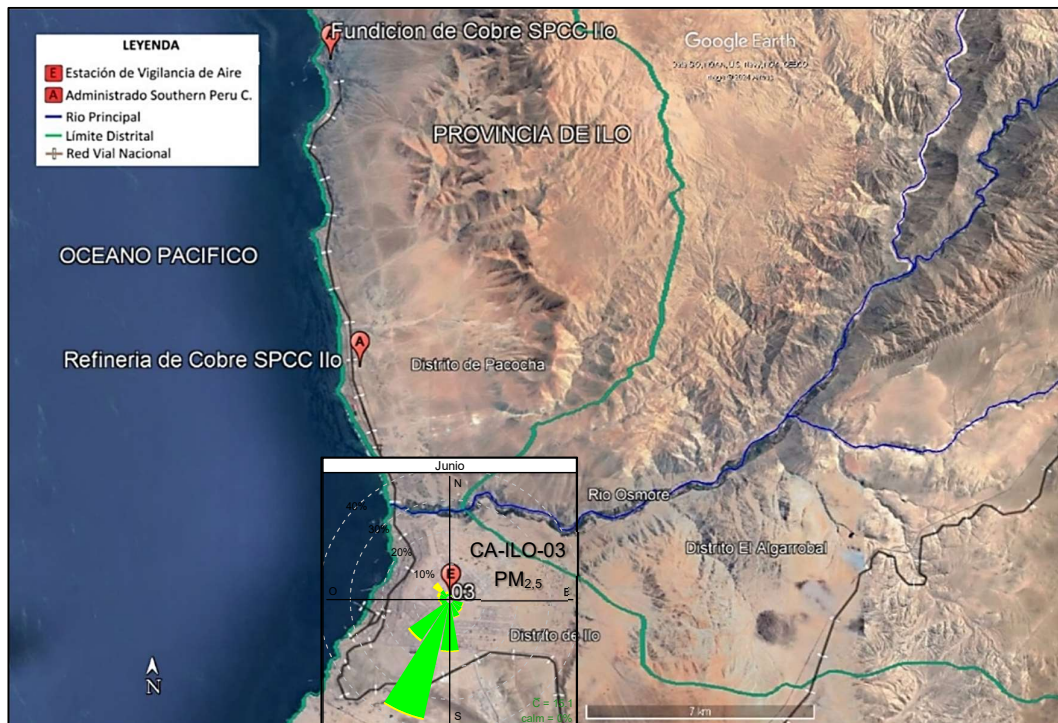


Figura 3.8.2.a. Ubicación de la estación CA-ILO-03 respecto al administrado Southern Peru Copper Corporation

En las Figuras 3.8.3 y 3.8.4 se presentan las rosas de concentraciones horarias de $PM_{2.5}$ de las estaciones de monitoreo CA-ILO-02 y CA-ILO-03 respectivamente, del mes de junio de 2024.

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que, durante el horario nocturno y de madrugada, los vientos provenientes del nornoroeste muestran concentraciones mayores de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y en algunos momentos de la madrugada son mayores a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, coincidente con las bajas velocidades de viento (del tipo calma y ventolinas normalmente) en ese horario y provenientes de la dirección mencionada. Y alrededor de las 7:00 horas se mantienen altas concentraciones, mayores a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que coinciden con los vientos predominantes del tipo calma y ventolinas del oestenoeste.

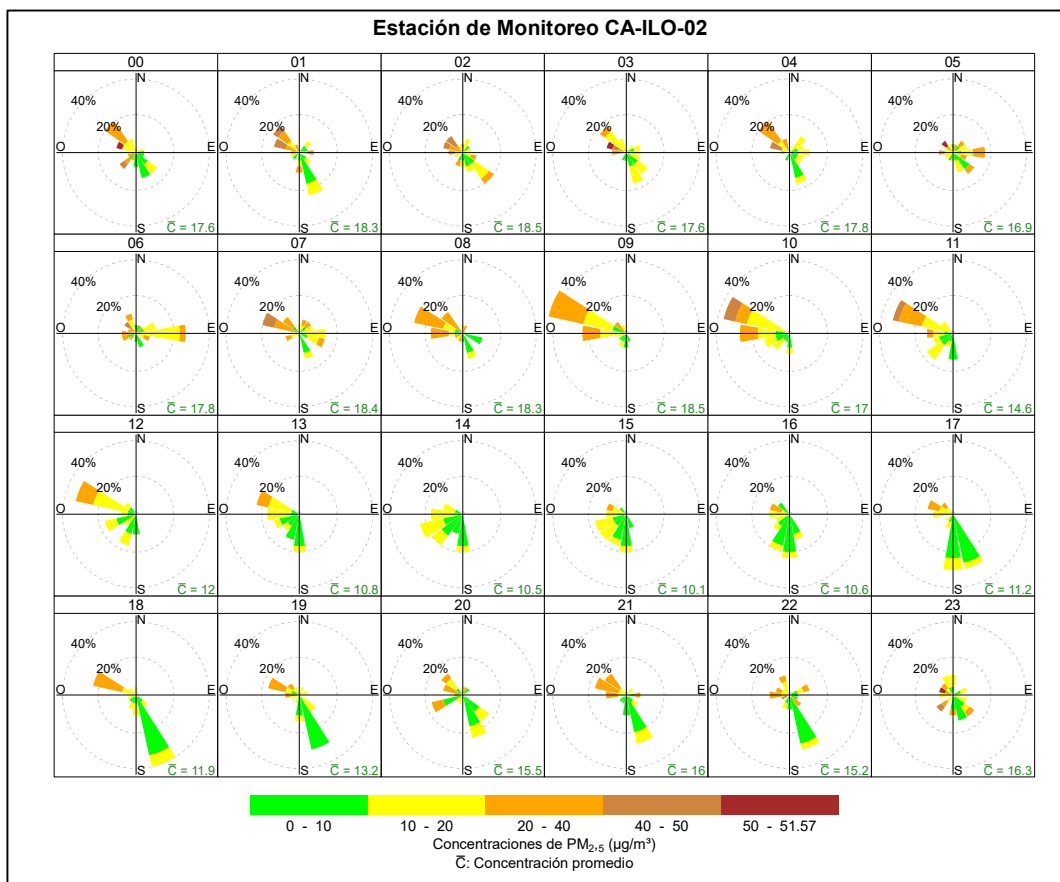


Figura 3.8.3. Rosa de concentración horaria del $PM_{2.5}$ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, junio de 2024

En la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que, durante el horario nocturno y de madrugada, los vientos del nornoroeste coinciden mayormente con las concentraciones de más de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

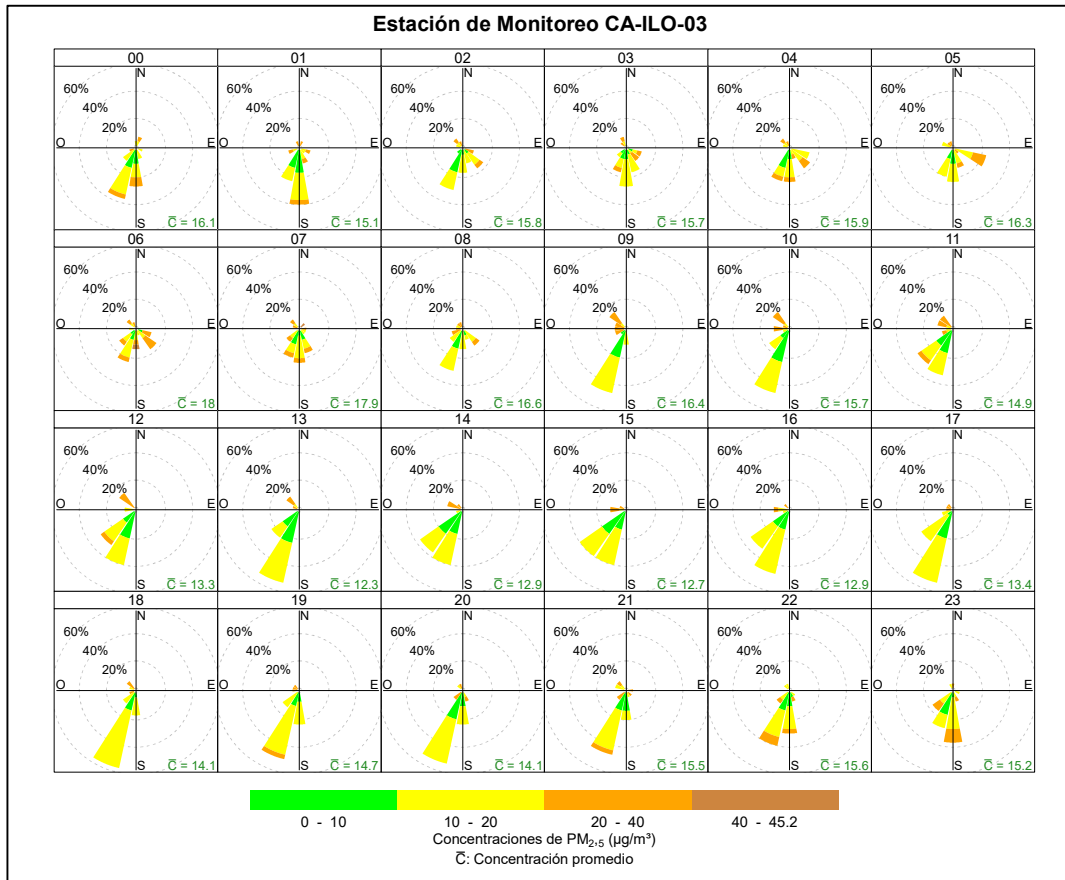


Figura 3.8.4. Rosa de concentración horaria del PM_{2.5} en la estación de monitoreo CA-ILO-03, junio de 2024

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

En las Figuras 3.8.5 y 3.8.6 se presentan las rosas de concentraciones de PM₁₀ de las estaciones de monitoreo CA-ILO-02 y CA-ILO-03 respectivamente, del mes de junio de 2024.

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que, el 2,4% de los vientos provienen de la dirección predominante oestenoeste y coinciden con el rango de 50 hasta 76,52 µg/m³, el 7,5% de los vientos provienen de la dirección oestenoeste y coinciden con el rango de 25 hasta 50 µg/m³ y el 6,8% de los vientos provienen de la dirección oestenoeste y coinciden con el rango de 0 hasta 25 µg/m³ de las concentraciones de PM₁₀. También se observa que, el 1% de los vientos provienen de la dirección noroeste y coinciden con el rango de 25 hasta 50 µg/m³ y el 1,8% de los vientos provienen de la dirección noroeste y coinciden con el rango de 0 hasta 25 µg/m³ de las concentraciones de PM₁₀. Y se hace mención debido a que el administrado Southern Perú Copper Corporation (SPCC) se encuentra hacia el noroeste tomando como referencia a la estación CA-ILO-02, tal y como se muestra en la figura 3.8.5.a.

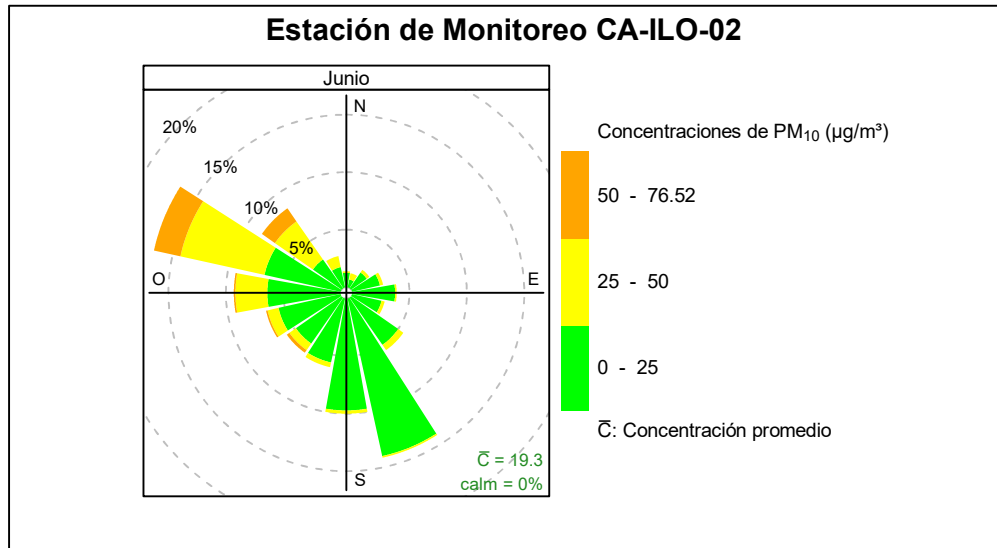


Figura 3.8.5. Rosa de concentración del PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, junio de 2024

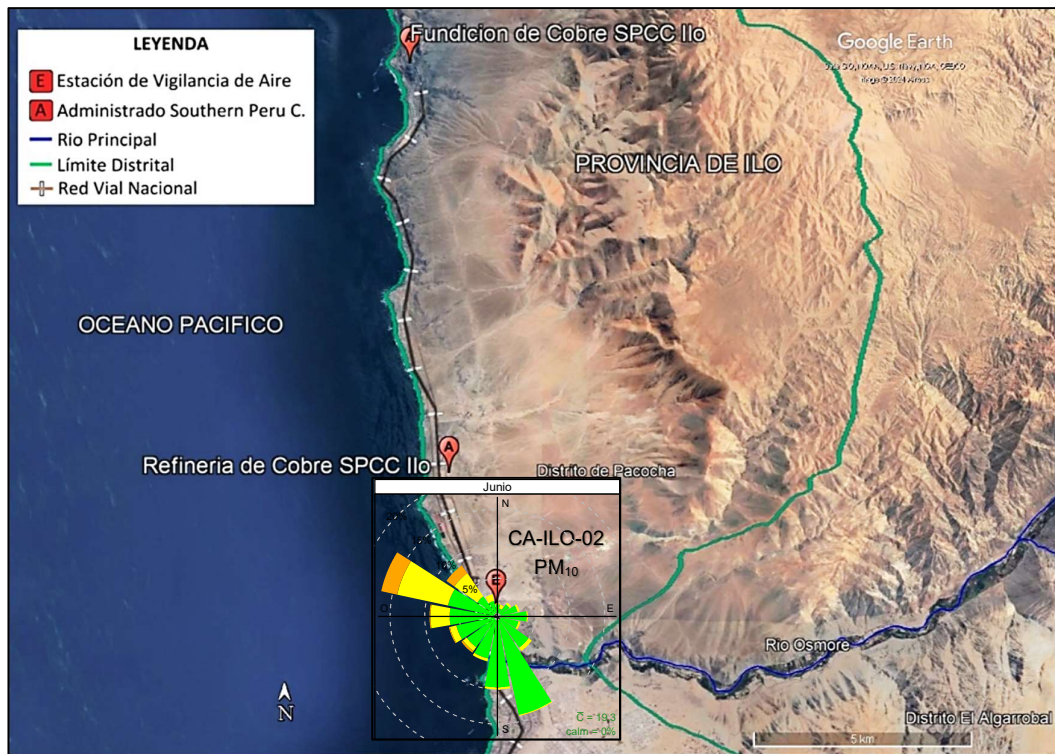


Figura 3.8.5.a. Ubicación de la estación CA-ILO-02 respecto al administrado Southern Peru Copper Corporation

En la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que, el 0,1% de los vientos provienen de la dirección predominante sursuroeste y coinciden con el rango de 50 hasta 70,77 µg/m³ el 3,3% de los vientos provienen de la dirección predominante sursuroeste y coinciden con el rango de 25 hasta 50 µg/m³ y el 33,9% de los vientos provienen de la dirección sursuroeste y coinciden con el rango de 0 hasta 25 µg/m³ de las concentraciones de PM₁₀. También se observa que, el 0,1% de los vientos provienen de la dirección nornoroeste y coinciden con el rango de 50 hasta 70,8 µg/m³, el 1% de los vientos provienen de la dirección nornoroeste

y coinciden con el rango de 25 hasta 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el 0,4% de los vientos provienen de la dirección nornoroeste y coinciden con el rango de 0 hasta 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de las concentraciones de PM_{10} . Y se hace mención debido a que el administrado Southern Peru Copper Corporation (SPCC) se encuentra hacia el nornoroeste tomando como referencia a la estación CA-ILO-02, tal y como se muestra en la figura 3.8.6.a.

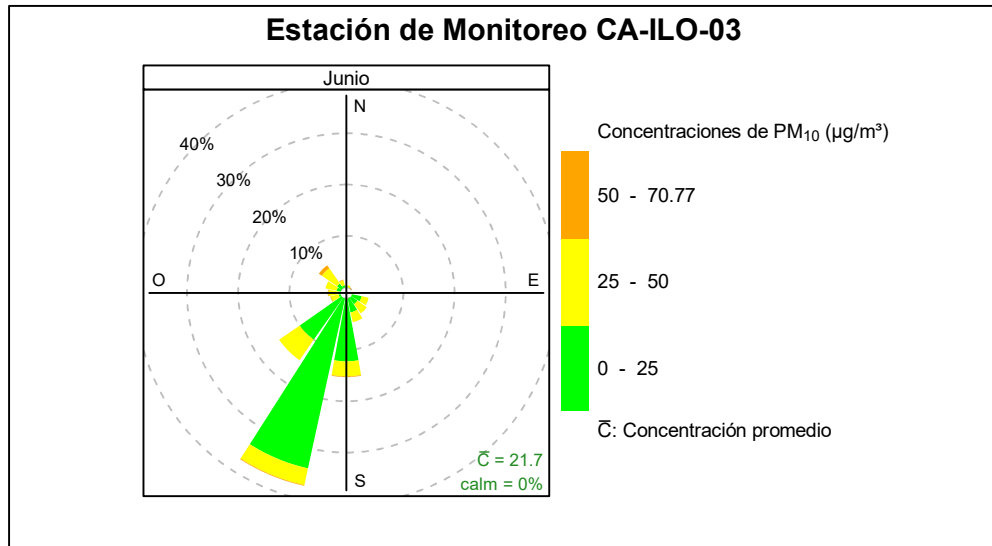


Figura 3.8.6. Rosa de concentración del PM_{10} en la estación de monitoreo CA-ILO-03, junio de 2024

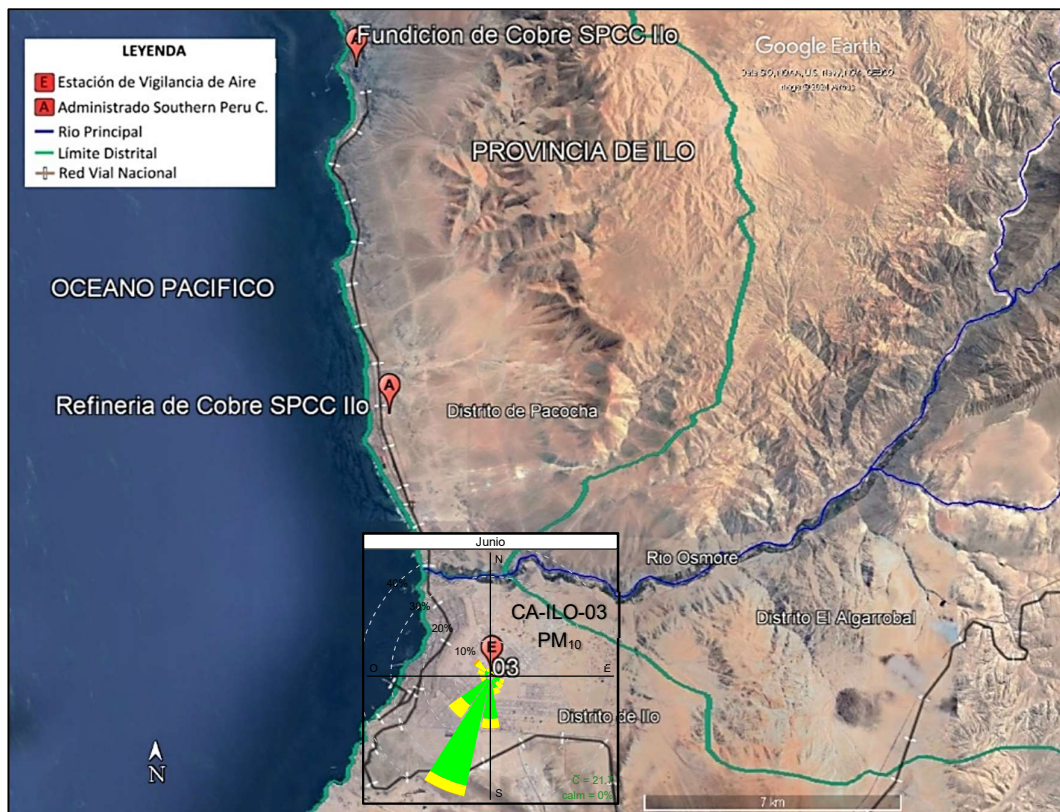


Figura 3.8.6.a. Ubicación de la estación CA-ILO-03 respecto al administrado Southern Peru Copper Corporation

En las Figuras 3.8.7 y 3.8.8 se presentan las rosas de concentraciones horarias de PM₁₀ de las estaciones de monitoreo CA-ILO-02 y CA-ILO-03 respectivamente, del mes junio de 2024.

En la estación CA-ILO-02 se observa que, durante el horario nocturno y de madrugada, los vientos provenientes del nornoroeste muestran concentraciones mayores de 20 µg/m³ y en algunos momentos de la madrugada son mayores a 40 µg/m³, coincidente con las bajas velocidades de viento en ese horario y provenientes de la dirección mencionada.

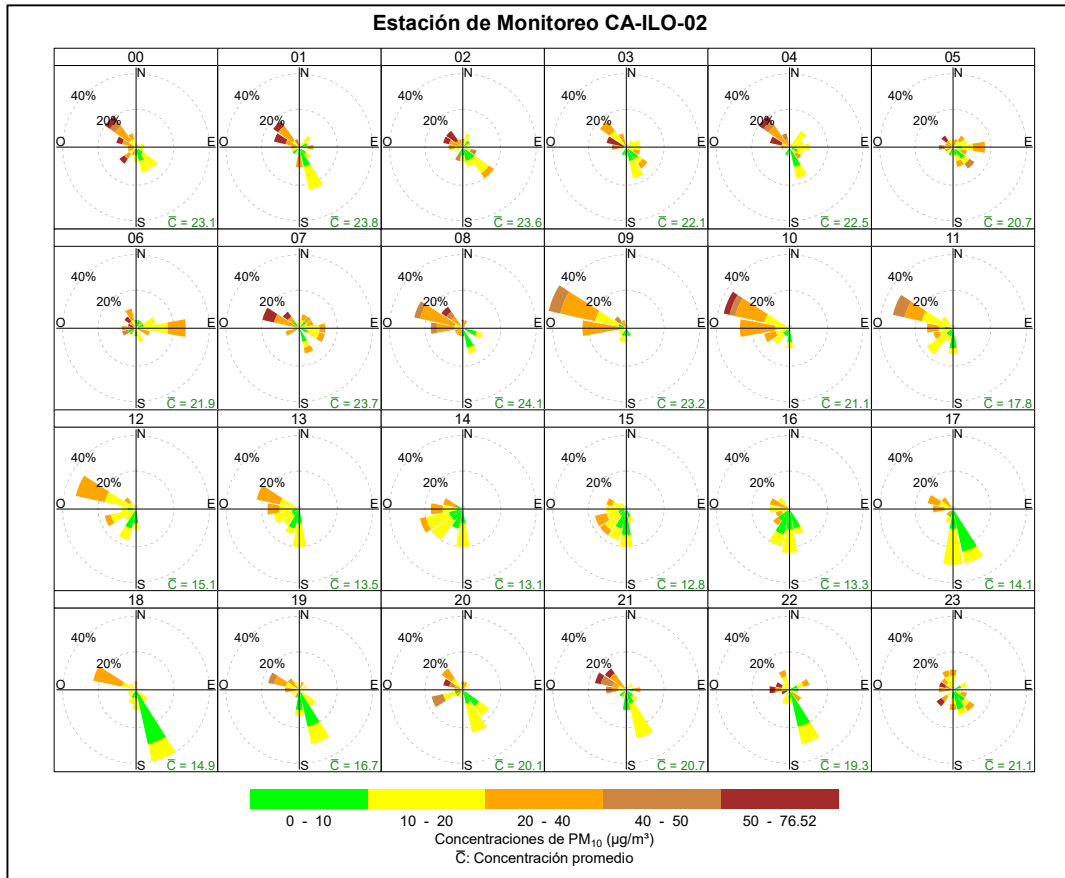


Figura 3.8.7. Rosa de concentración horaria del PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, junio de 2024

En la estación CA-ILO-03, se observa que, durante el horario nocturno y de madrugada, los vientos provenientes del nornoroeste muestran concentraciones mayores de 20 µg/m³ y en algunos momentos de la madrugada son mayores a 40 µg/m³, coincidente con las bajas velocidades de viento en ese horario y provenientes de la dirección mencionada.

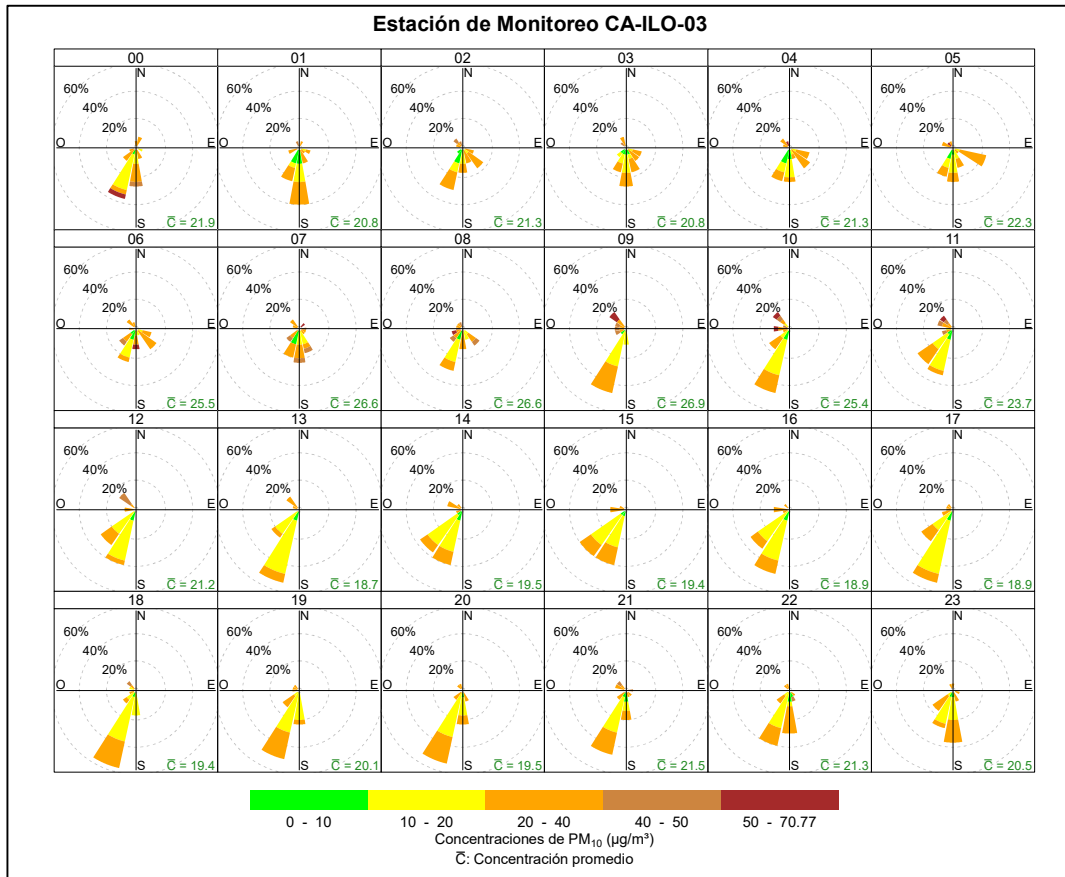


Figura 3.8.8. Rosa de concentración horaria del PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, junio de 2024

3.8.3 Dióxido de azufre (SO₂)

En las Figuras 3.8.9, 3.8.10 y 3.8.11 se presentan las rosas de concentraciones de SO₂ de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03 respectivamente, del mes de junio de 2024.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observa que, en la dirección de viento predominante sur, el 0,4 % de los vientos coinciden con el rango de 25 µg/m³ a 124,61 µg/m³, el 20,6 % de los vientos coinciden con el rango del 10 al 15 µg/m³ y el 1,3 % de los vientos coinciden con el rango del 5 al 10 µg/m³. Y se observa que en la dirección de viento nornoroeste, el 1 % de los vientos coinciden con el rango de 25 µg/m³ a 124,61 µg/m³, el 0,4 % de los vientos coinciden con el rango del 20 al 25 µg/m³, el 0,3 % de los vientos coinciden con el rango del 15 al 20 µg/m³ y el 3,6 % de los vientos coinciden con el rango del 10 al 15 µg/m³ y se hace mención debido a que el administrado Southern Perú Copper Corporation (SPCC) se encuentra hacia el nornoroeste tomando como referencia a la estación CA-ILO-01, tal y como se muestra en la figura 3.8.9.a.

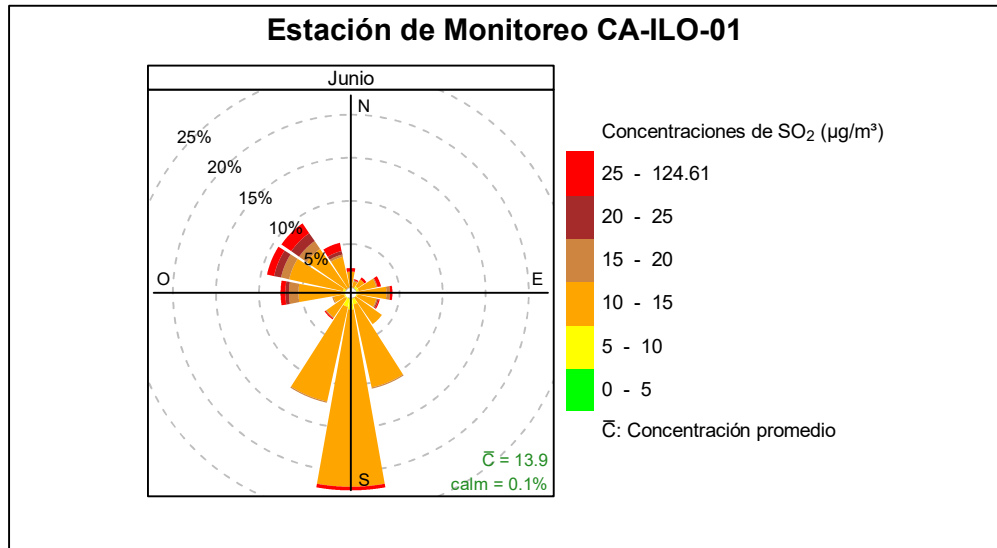


Figura 3.8.9. Rosa de concentración del SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, junio de 2024

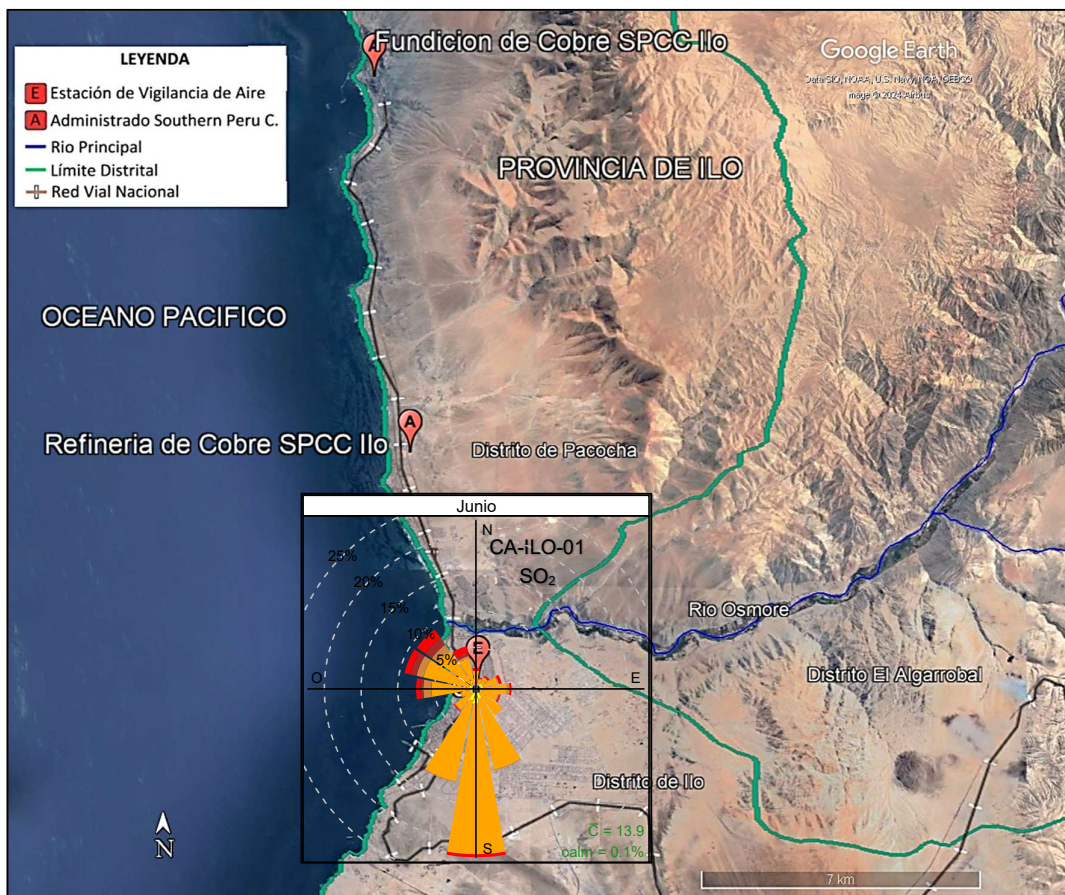


Figura 3.8.9.a. Ubicación de la estación CA-ILO-01 respecto al administrado Southern Peru Copper Corporation

En la estación CA-ILO-02, se observa, que en la dirección predominante del oestenoeste, el 0,8% de los vientos caen en el rango del 50 a 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el 2,1% de los vientos caen en el rango de 20 a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el 8,2% de los vientos caen en el rango de 10 a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y así también, el 5,8% de los vientos caen en el rango de 5 a 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Y se observa que en la dirección de viento nornoroeste, el 0,7 % de los vientos coinciden con el rango del 50 al 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el 1,1 % de los vientos coinciden con el rango del 20 al 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el 0,7 % de los vientos coinciden con el rango del 10 al 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el 0,3 % de los vientos coinciden con el rango del 5 al 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Y se hace mención debido a que el administrado Southern Perú Copper Corporation (SPCC) se encuentra hacia el nornoroeste tomando como referencia a la estación CA-ILO-02, tal y como se muestra en la figura 3.8.10.a. Cabe mencionar que los rangos de alta concentración, mayores a 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, se observan en los vientos con menor predominancia, que vienen desde el este y nornoroeste.

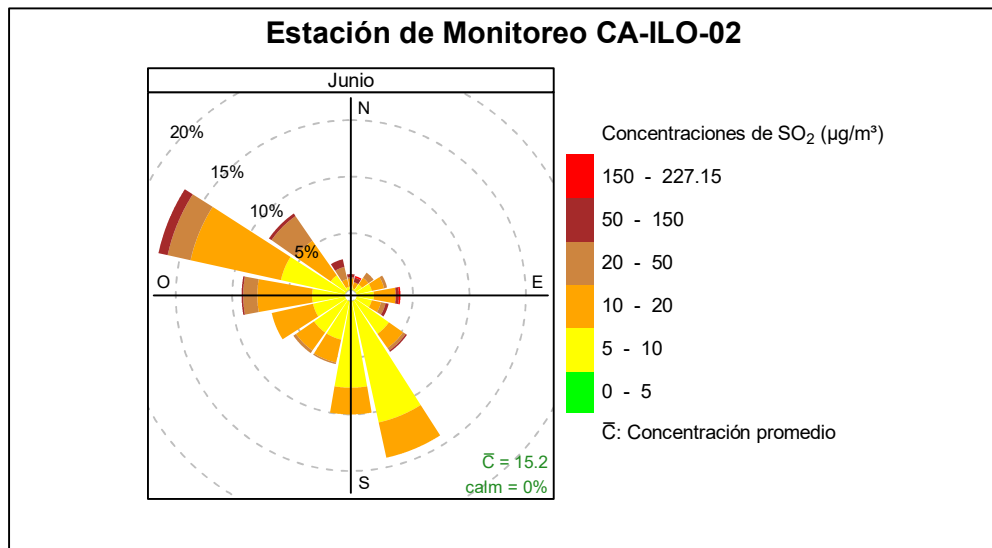


Figura 3.8.10. Rosa de concentración del SO_2 en la estación de monitoreo CA-ILO-02, junio de 2024



Figura 3.8.11.a. Ubicación de la estación CA-ILO-03 respecto al administrado Southern Peru Copper Corporation

En las Figuras 3.8.12, 3.8.13 y 3.8.14 se presentan las rosas de concentraciones horarias de SO_2 de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03 respectivamente, del mes de junio de 2024.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se destaca que, hay presencia de altas concentraciones en horario nocturno y de madrugada desde las 00:00 hasta las 5:00 horas y durante la mañana desde las 6:00 hasta las 8:00 horas, con valores incluso mayores a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que coinciden con los vientos que provienen, entre otras direcciones, del nornoroeste, se hace mención debido a que el administrado Southern Perú Copper Corporation (SPCC) se encuentra hacia el nornoroeste tomando como referencia a la estación CA-ILO-01 y cabe mencionar que durante el mencionado horario, las velocidades de viento son mayormente del tipo calma, ventolinas y brisas muy débiles, por lo tanto hay poca dispersión y por esa razón tienden a elevarse las concentraciones. Se observa también que en el horario de entre las 8:00 y 12:00 horas vientos del noroeste y oestenoeste de baja velocidad, pero con mayor predominancia, coinciden con concentraciones mayores a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

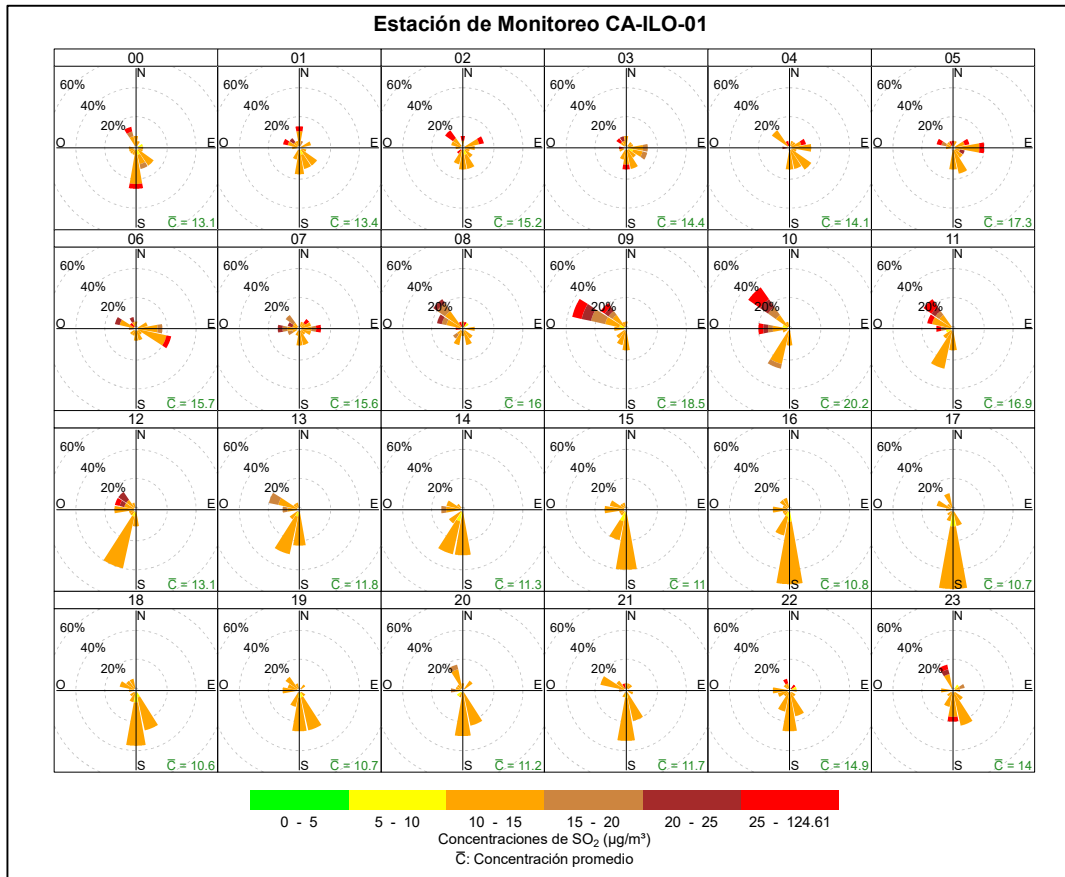


Figura 3.8.12. Rosa de concentración horaria del SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, junio de 2024

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se destaca que, hay presencia de altas concentraciones en horario nocturno y madrugada desde las 00:00 hasta las 5:00 horas y durante la mañana desde las 6:00 hasta las 10:00 horas, con valores incluso mayores a 50 µg/m³, que coinciden con los vientos que provienen, entre otras direcciones, del nornoroeste, se hace mención debido a que el administrado Southern Perú Copper Corporation (SPCC) se encuentra hacia el nornoroeste tomando como referencia a la estación CA-ILO-01 y cabe mencionar que durante el mencionado horario, las velocidades de viento son mayormente del tipo calma y ventolinas en la dirección en cuestión, por lo tanto hay poca dispersión y por esa razón tienden a elevarse las concentraciones. Se observa también que en el horario de entre las 9:00 y 12:00 horas vientos predominantes del oestenoeste, coinciden con concentraciones mayores a 25 µg/m³.

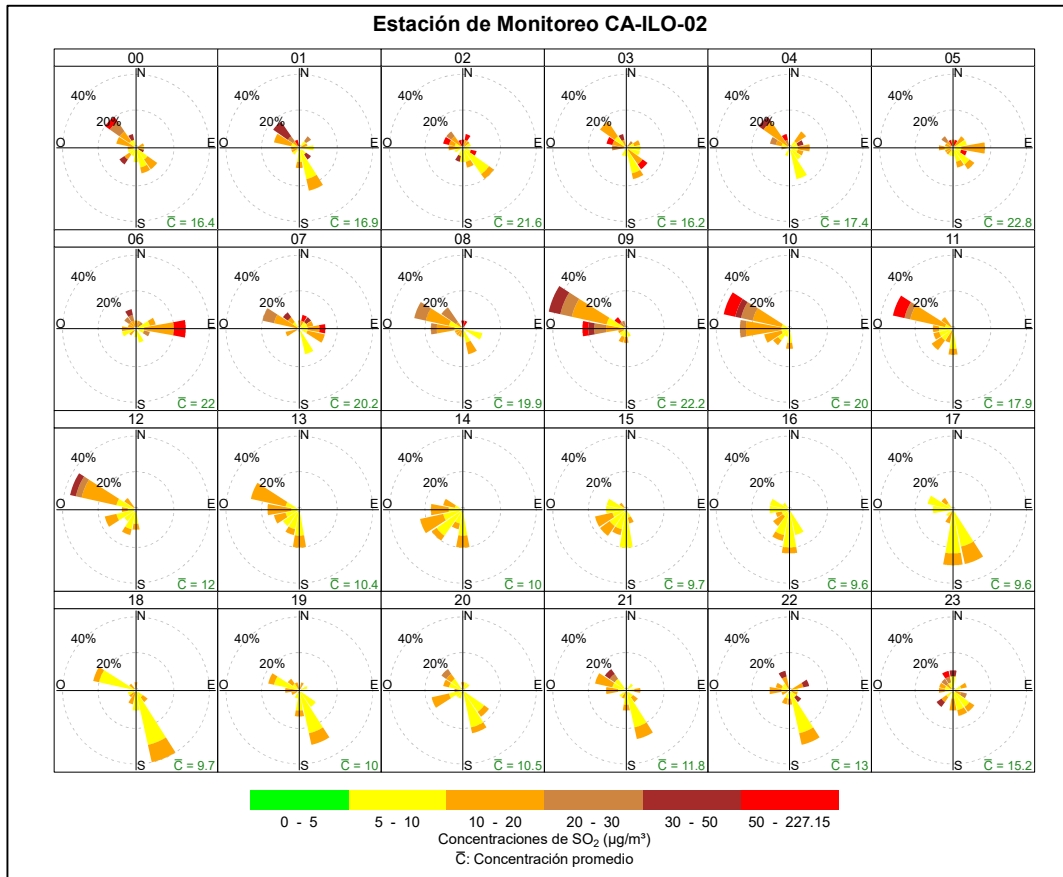


Figura 3.8.13. Rosa de concentración horaria del SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, junio de 2024

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que normalmente las concentraciones en el rango de 10 a 20 µg/m³ coinciden con los vientos predominantes provenientes principalmente del sursuroeste, en cualquier hora del día y la noche, sin embargo, durante la mañana entre las 9:00 y 12:00 horas se observan altas concentraciones coincidentes con los vientos predominantes que vienen del noroeste.

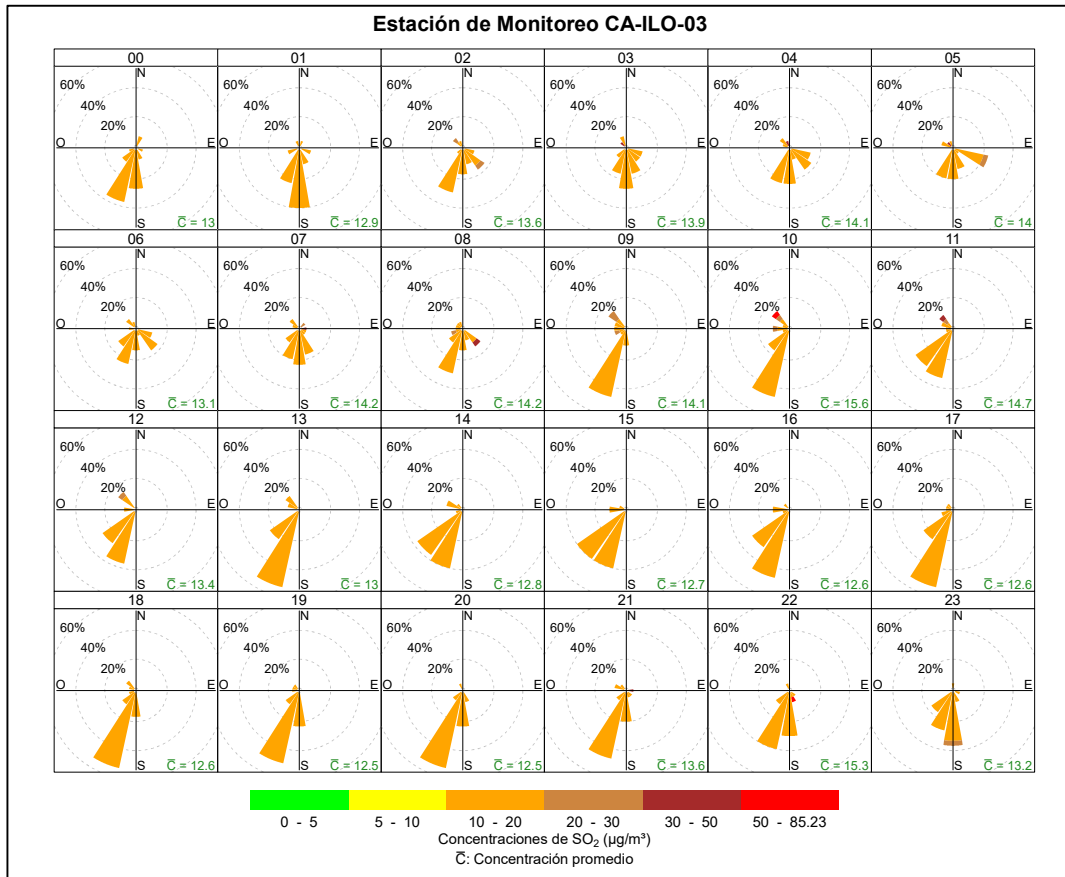


Figura 3.8.14. Rosa de concentración horaria del SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, junio de 2024

3.8.4 Sulfuro de hidrogeno (H₂S)

En las Figuras 3.8.15, 3.8.16 y 3.8.17 se presentan las rosas de concentraciones de H₂S de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03 respectivamente, del mes de junio de 2024.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observa que el 0,3 % de los vientos que provienen de la dirección predominante sur coinciden con el rango de 10 a 15 µg/m³, el 21,7 % de los vientos que provienen del sur coinciden con el rango de 5 a 10 µg/m³ y el 0,3 % de los vientos que provienen del sur coinciden con el rango de 0 a 5 µg/m³. Y se observa que el 0,8 % de los vientos que provienen del nornoroeste coinciden con el rango de 25 a 54,6 µg/m³, el 0,4 % de los vientos que provienen del nornoroeste coinciden con el rango de 20 a 25 µg/m³, el 0,7 % de los vientos que provienen del nornoroeste coinciden con el rango de 15 a 20 µg/m³, el 0,6 % de los vientos que provienen del nornoroeste coinciden con el rango de 10 a 15 µg/m³ y el 2,8 % de los vientos que provienen del nornoroeste coinciden con el rango de 5 a 10 µg/m³ y se hace mención debido a que la Planta de Tratamiento de aguas residuales se encuentra al nornoroeste tomando como referencia la estación CA-ILO-01.

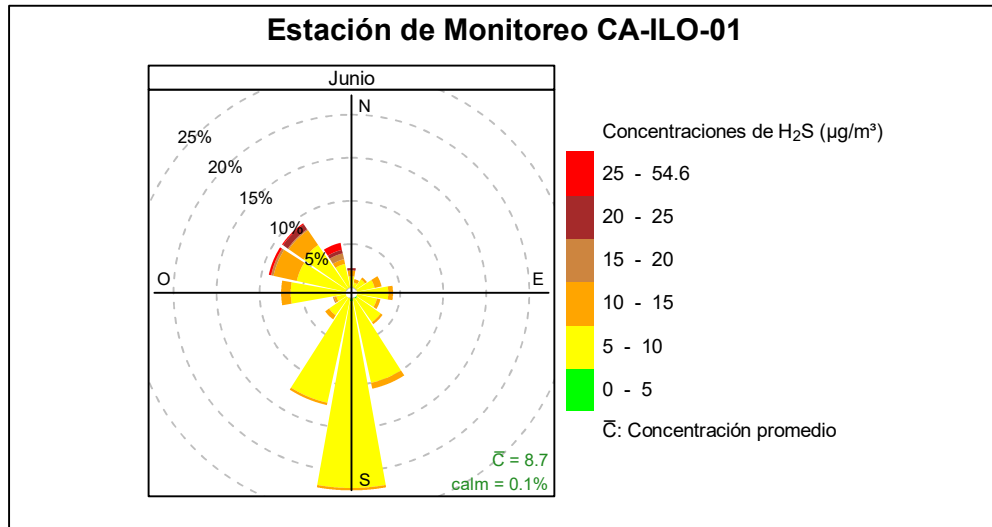


Figura 3.8.15. Rosa de concentración del H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-01, junio de 2024

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que el 0,1% de los vientos que vienen de la dirección predominante sursureste coinciden con el rango de 40 a 71,2 µg/m³, el 0,6% de los vientos que vienen de la dirección predominante sursureste coinciden con el rango de 25 a 40 µg/m³, el 0,6% de los vientos que vienen de la dirección predominante sursureste coinciden con el rango de 20 a 25 µg/m³, el 5,8% de los vientos que vienen de la dirección sursureste coinciden con el rango de 10 a 20 µg/m³ y el 9,6% de los vientos que vienen de la dirección sursureste coinciden con el rango de 5 a 10 µg/m³. Y se observa que el 0,6% de los vientos que vienen de la dirección nornoroeste coinciden con el rango de 25 a 40 µg/m³, el 0,4% de los vientos que vienen de la dirección nornoroeste coinciden con el rango de 20 a 25 µg/m³, el 1,5% de los vientos que vienen de la dirección nornoroeste coinciden con el rango de 10 a 20 µg/m³ y el 0,3% de los vientos que vienen de la dirección nornoroeste coinciden con el rango de 5 a 10 µg/m³. Cabe mencionar que la Planta de Tratamiento de aguas residuales se encuentra al nornoroeste tomando como referencia la estación CA-ILO-02.

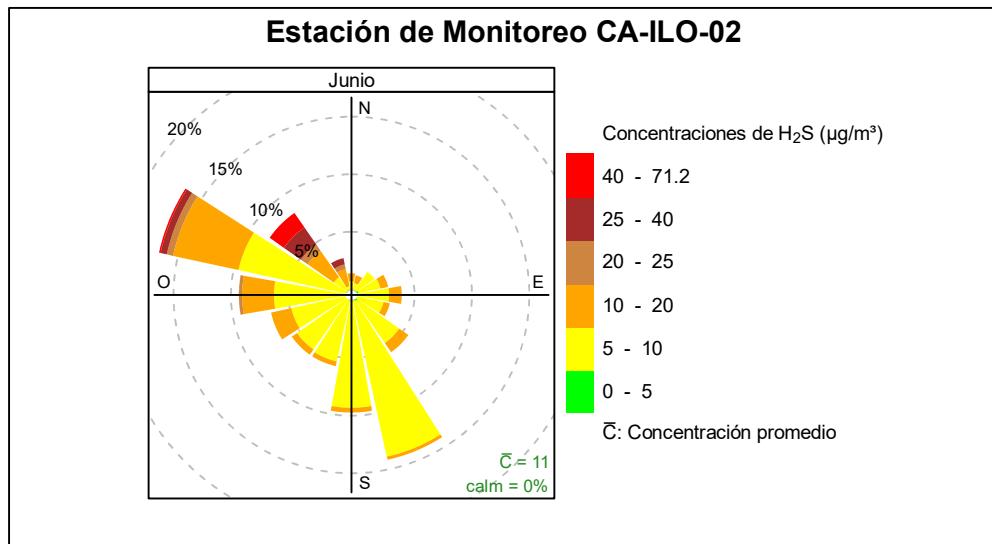


Figura 3.8.16. Rosa de concentración del H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-02, junio de 2024

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que el 0,1% de los vientos provienen de la dirección predominante del sursuroeste y coinciden con el rango de concentraciones de H₂S de 10 a 15 µg/m³ y el 36,4% de los vientos provienen de la dirección del sursuroeste y coinciden con el rango de concentraciones de H₂S de 5 a 10 µg/m³. Y se observa que el 0,1% de los vientos que vienen de la dirección nornoroeste coinciden con el rango de 15 a 15,36 µg/m³, el 0,4% de los vientos que vienen de la dirección nornoroeste coinciden con el rango de 10 a 15 µg/m³ y el 0,8% de los vientos que vienen de la dirección nornoroeste coinciden con el rango de 5 a 10 µg/m³. Cabe mencionar que la Planta de Tratamiento de aguas residuales se encuentra al nornoroeste tomando como referencia la estación CA-ILO-03.

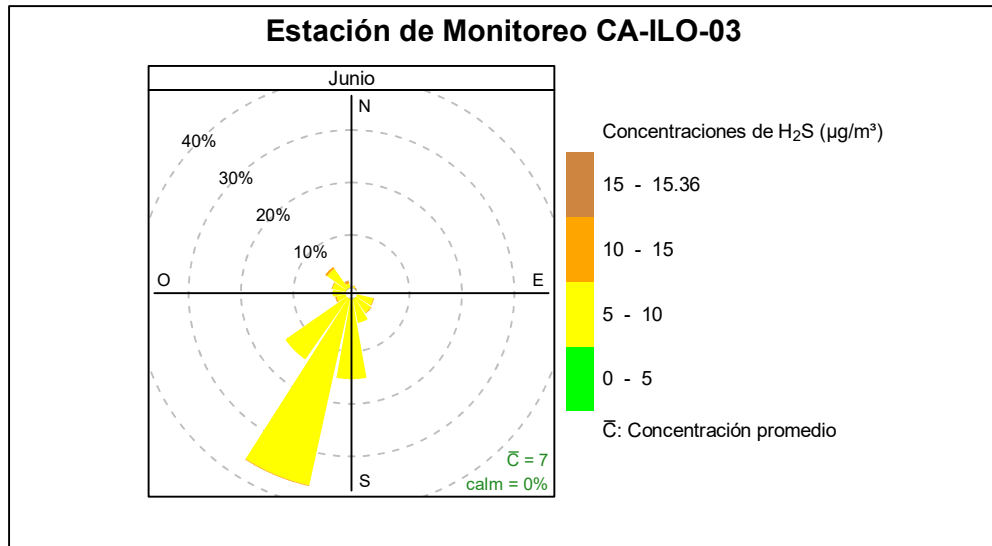


Figura 3.8.17. Rosa de concentración del H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-03, junio de 2024

En las Figuras 3.8.18, 3.8.19 y 3.8.20 se presentan las rosas de concentraciones horarias de H₂S de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03 respectivamente, del mes de junio de 2024.

En la estación CA-ILO-01, se destaca que, hay presencia de altas concentraciones en horario nocturno y madrugada, incluso mayor a 15 µg/m³, desde las 23:00 hasta las 4:00 horas que coinciden con los vientos que provienen, entre otras direcciones, del nornoroeste y norte, se hace mención debido a que la Planta de Tratamiento de aguas residuales se encuentra hacia el nornoroeste tomando como referencia a la estación CA-ILO-01 y cabe mencionar que durante el mencionado horario, las velocidades de viento son mayormente del tipo calma y ventolinas en la dirección en cuestión, por lo tanto hay poca dispersión y por esa razón tienden a elevarse las concentraciones.

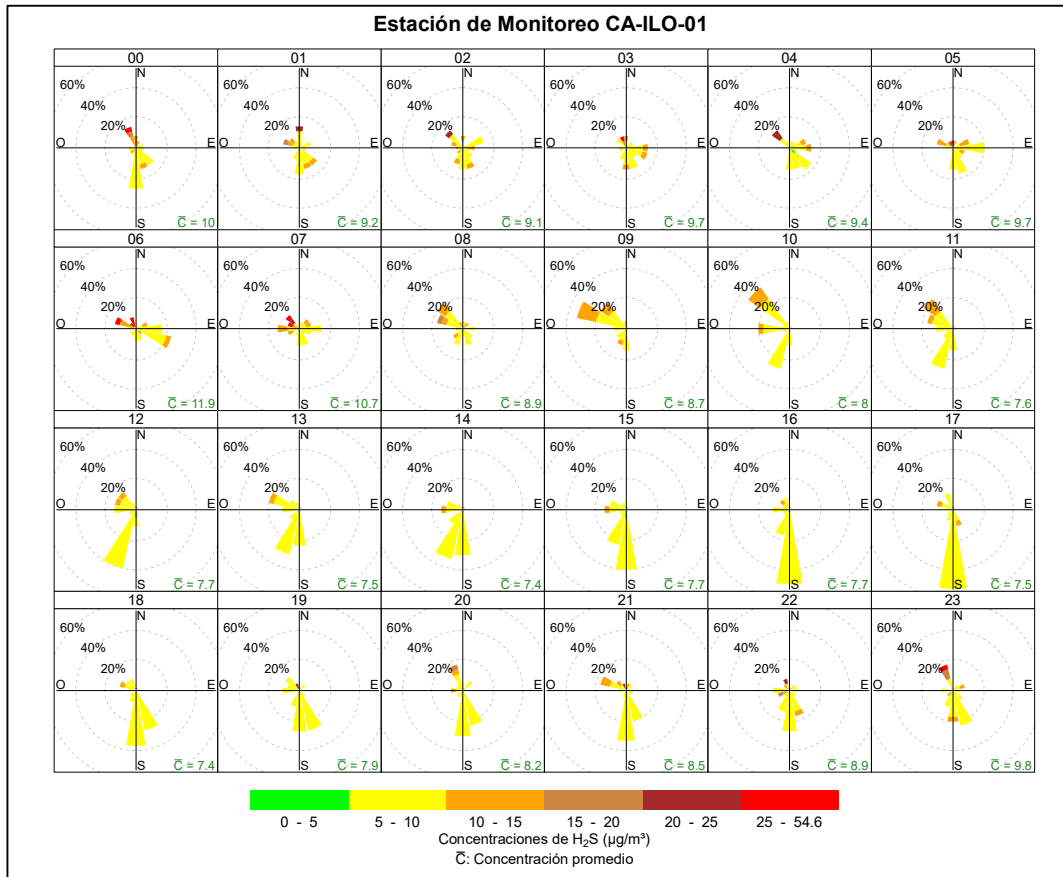


Figura 3.8.18. Rosa de concentración horaria del H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-01, junio de 2024

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se destaca que, hay presencia de altas concentraciones en horario nocturno y madrugada, mayor a 25 µg/m³, desde las 22:00 hasta las 5:00 horas que coinciden con los vientos que provienen, entre otras direcciones, del nornoroeste, se hace mención debido a que la Planta de Tratamiento de aguas residuales se encuentra hacia el nornoroeste tomando como referencia a la estación CA-ILO-02 y cabe mencionar que durante el mencionado horario, las velocidades de viento son mayormente del tipo calma y ventolinas en la dirección en cuestión, por lo tanto hay poca dispersión y por esa razón tienden a elevarse las concentraciones.

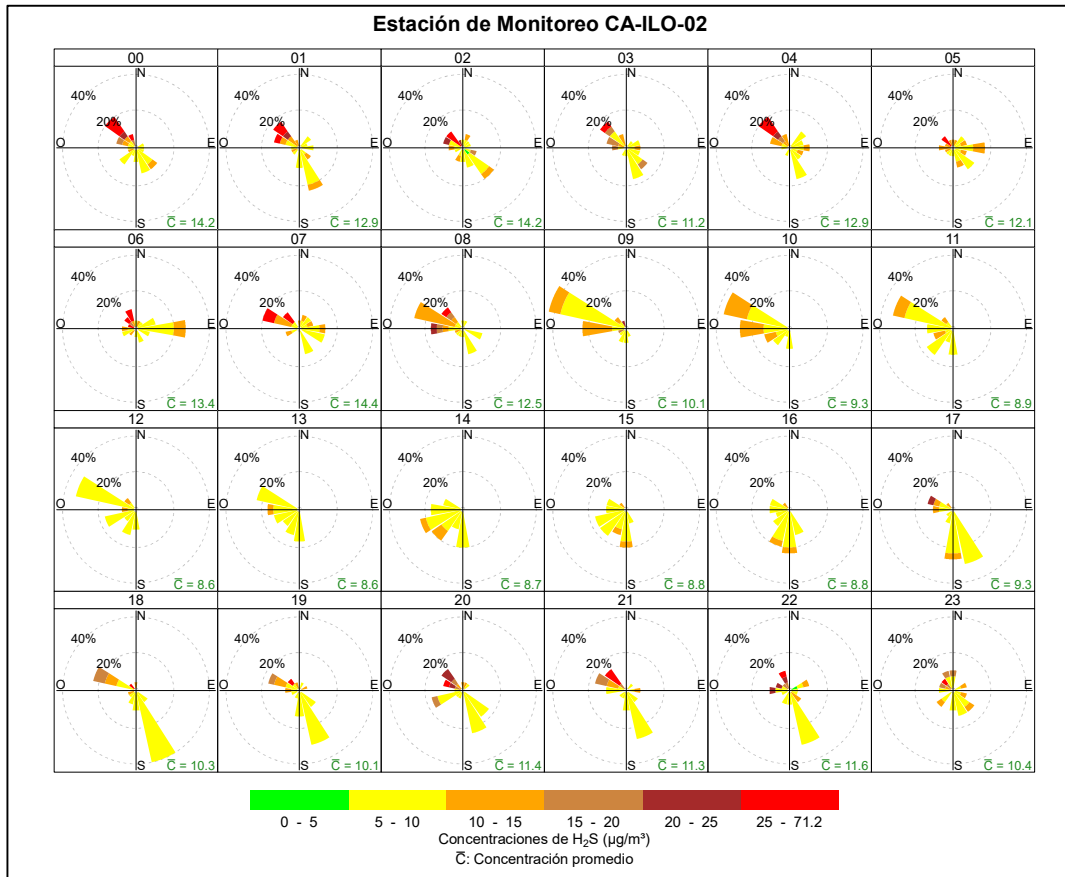


Figura 3.8.19. Rosa de concentración horaria del H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-02, junio de 2024

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que, durante el horario de la madrugada, los vientos con poca frecuencia que provienen del norte, nornoroeste y noroeste coinciden con concentraciones de H₂S mayores a 10 µg/m³. Cabe mencionar que la Planta de Tratamiento de aguas residuales se encuentra al nornoroeste tomando como referencia la estación CA-ILO-03.

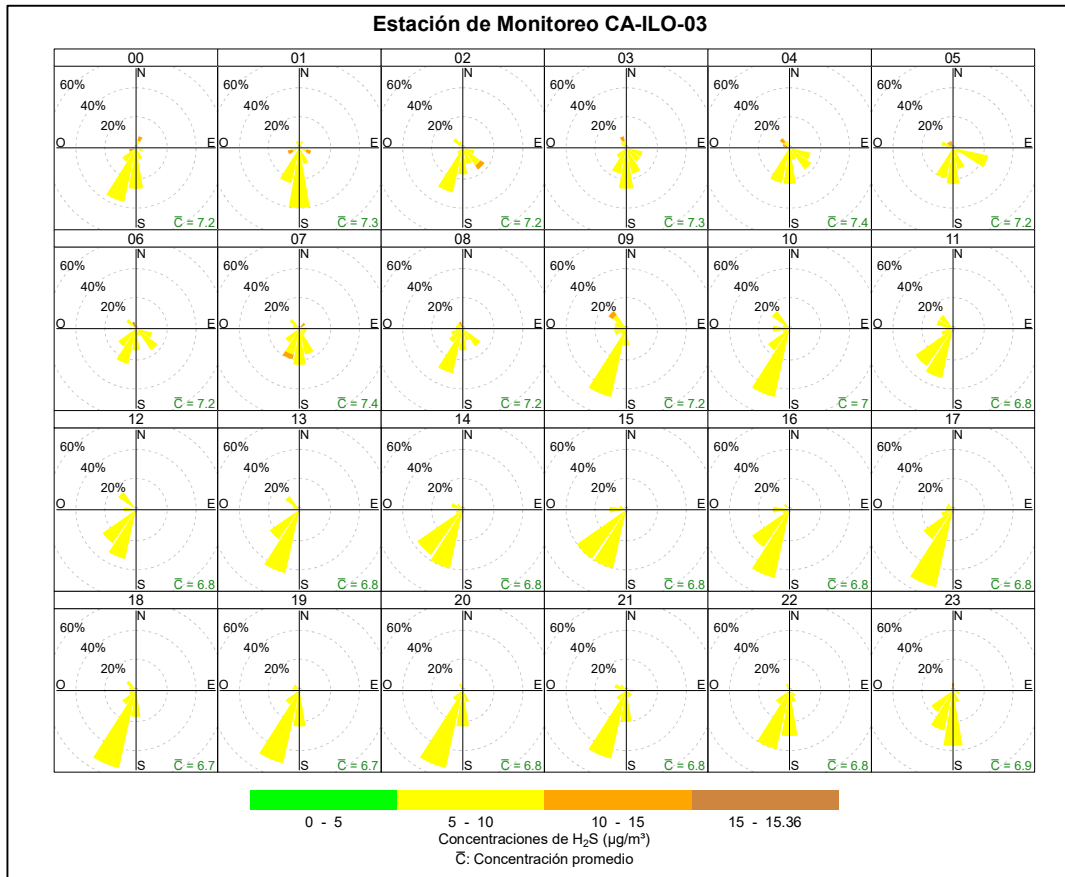


Figura 3.8.20. Rosa de concentración horaria del H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-03, junio de 2024

3.8.5 Dióxido de nitrógeno (NO₂)

En la Figuras 3.8.21, 3.8.22 y 3.8.23 se presentan las rosas de concentración de NO₂ de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03 respectivamente, del mes de junio de 2024.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observa que, el 0,1% de los vientos provienen de la dirección predominante sur y coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 20 a 25 µg/m³, el 1,7% de los vientos provienen de la dirección predominante sur y coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 10 a 15 µg/m³, el 18,8% de los vientos provienen del sur y coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 5 a 10 µg/m³ y el 1,7% de los vientos provienen del sursureste y coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 0 a 5 µg/m³.

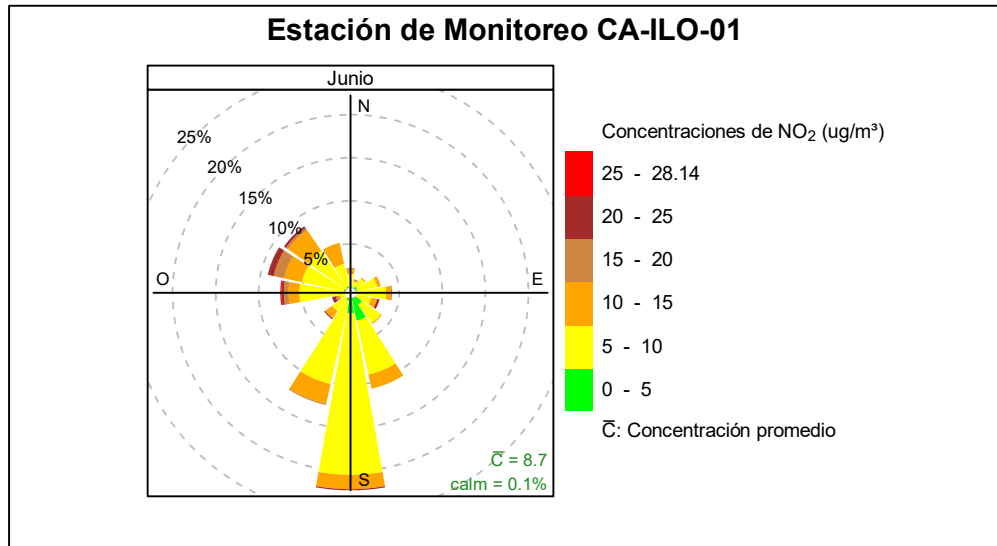


Figura 3.8.21. Rosa de concentración del NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, junio de 2024

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que, el 0,1% de los vientos provienen de la dirección predominante oestenoroeste y coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 20 a 25 µg/m³, el 0,4% de los vientos provienen de la dirección predominante oestenoroeste y coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 15 a 20 µg/m³, el 1,5% de los vientos provienen de la dirección predominante oestenoroeste y coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 10 a 15 µg/m³, el 10,6% de los vientos provienen del oestenoroeste y coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 5 a 10 µg/m³ y el 4,3% de los vientos provienen del oestenoroeste y coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 0 a 5 µg/m³.

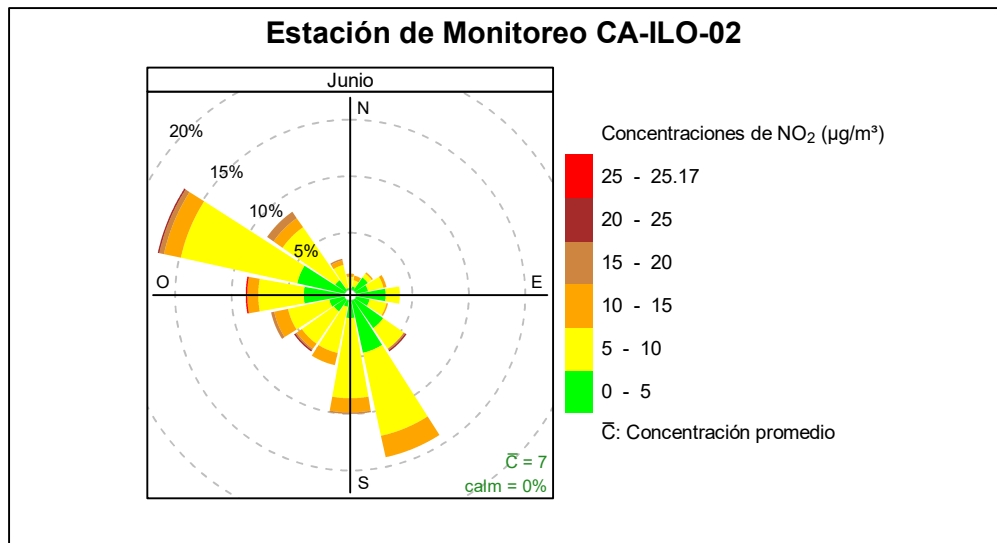


Figura 3.8.22. Rosa de concentración del NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, junio de 2024

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que, el 0,1% de los vientos provienen de la dirección predominante sursuroeste y coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 20 a 25 µg/m³, el 0,3% de los vientos provienen de la dirección predominante sursuroeste y coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 15 a 20 µg/m³, el 1,25%

de los vientos provienen de la dirección predominante sursuroeste y coinciden con el rango de concentraciones de NO_2 de 10 a $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el 16,5% de los vientos provienen del sursuroeste y coinciden con el rango de concentraciones de NO_2 de 5 a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y el 18,8% de los vientos provienen del sursuroeste y coinciden con el rango de concentraciones de NO_2 de 0 a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

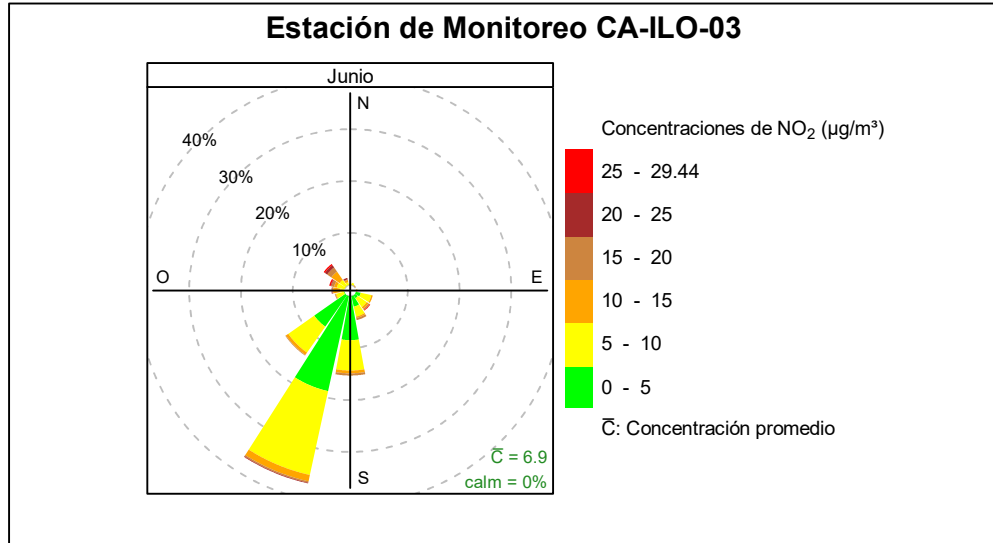


Figura 3.8.23. Rosa de concentración del NO_2 en la estación de monitoreo CA-ILO-03, junio de 2024

En las Figuras 3.8.24, 3.8.25 y 3.8.26 se presentan las rosas de concentración horaria de NO_2 de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03 respectivamente, del mes de junio de 2024.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observa que durante la mañana, entre las 6:00 y 8:00 horas se mantienen altas concentraciones, incluso mayores a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pero que provienen de distintas direcciones, una de las razones es el tráfico vehicular de la zona, cabe mencionar también que durante el horario mencionado las velocidades de los vientos reportados son mayormente del tipo calmas y ventolinas, razón por la cual hay poca dispersión y por consecuencia tienden a elevarse las concentraciones.

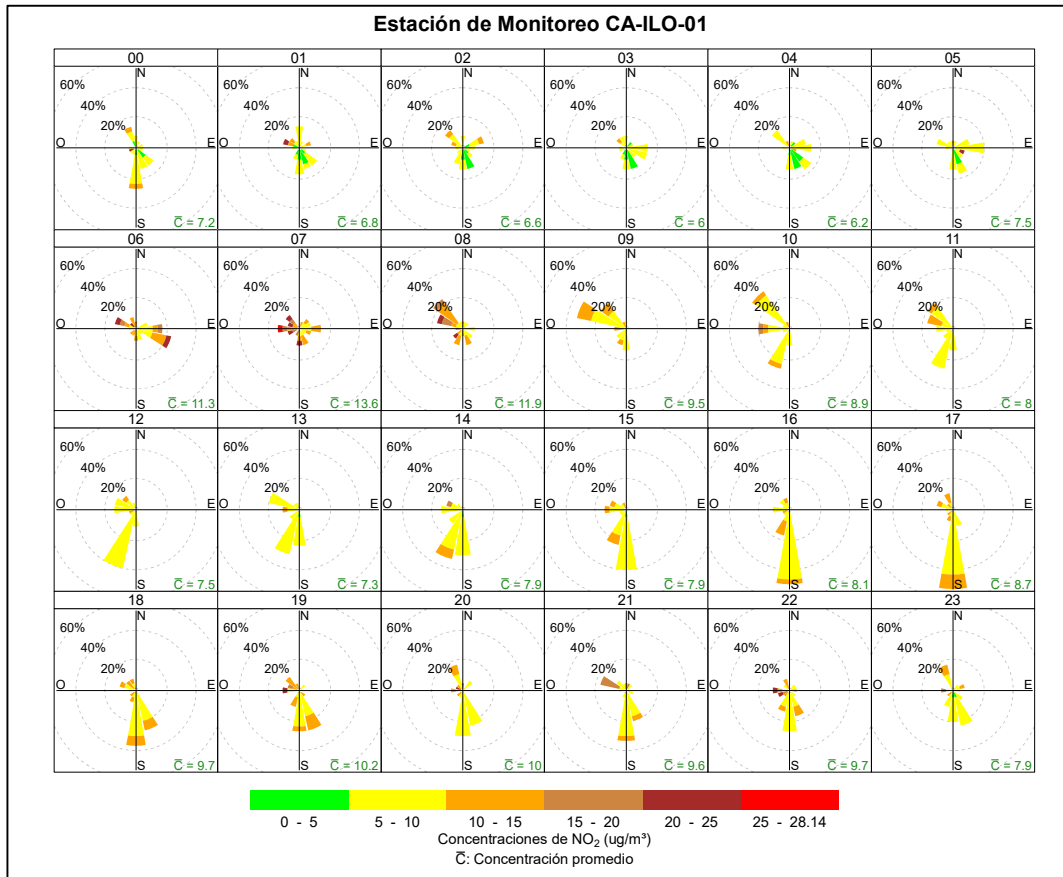


Figura 3.8.24. Rosa de concentración horaria del NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, junio de 2024

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que durante la mañana, entre las 6:00 y 7:00 horas se mantienen altas concentraciones, mayores a 20 µg/m³ incluso, pero que provienen de distintas direcciones, una de las razones es el tráfico vehicular de la zona, cabe mencionar también que durante el horario mencionado las velocidades de los vientos reportados son mayormente del tipo calmas y ventolinas, razón por la cual hay poca dispersión y por consecuencia tienden a elevarse las concentraciones.

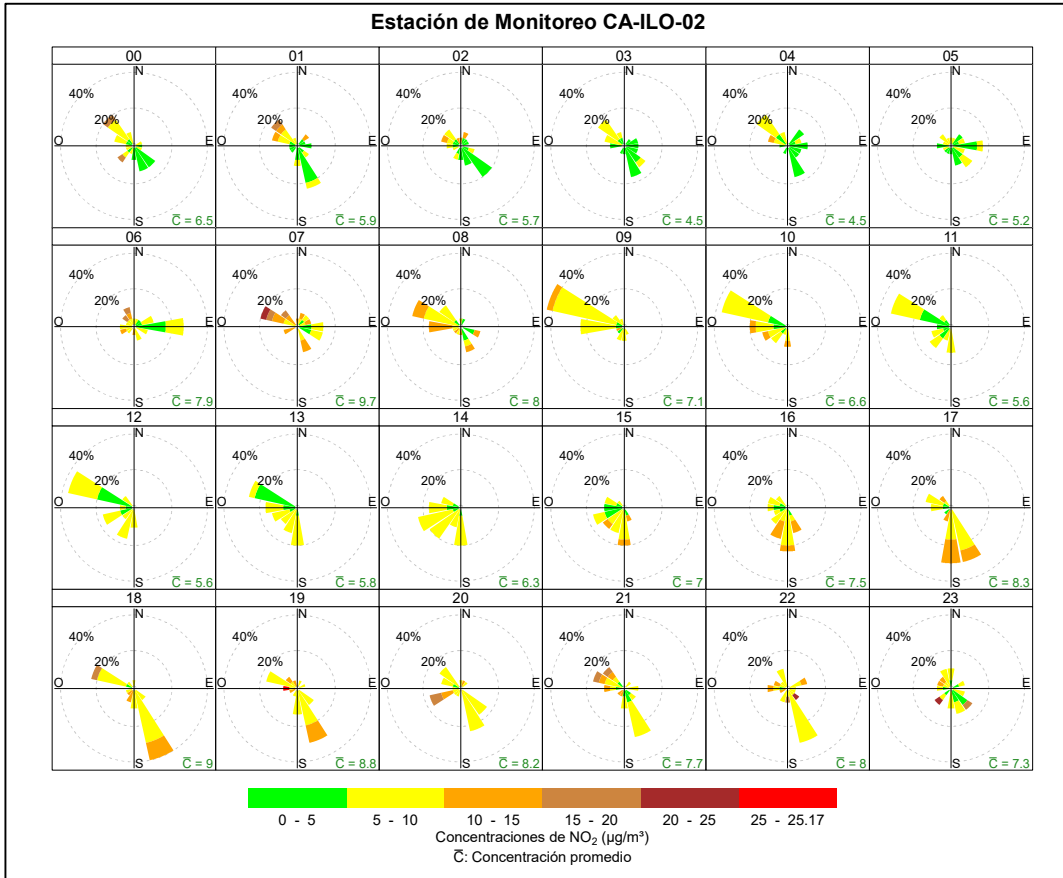


Figura 3.8.25. Rosa de concentración horaria del NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, junio de 2024

En la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que durante la mañana, entre las 6:00 y 8:00 horas se mantienen altas concentraciones, mayores a 20 µg/m³ incluso, pero que provienen de distintas direcciones, una de las razones es el tráfico vehicular de la zona.

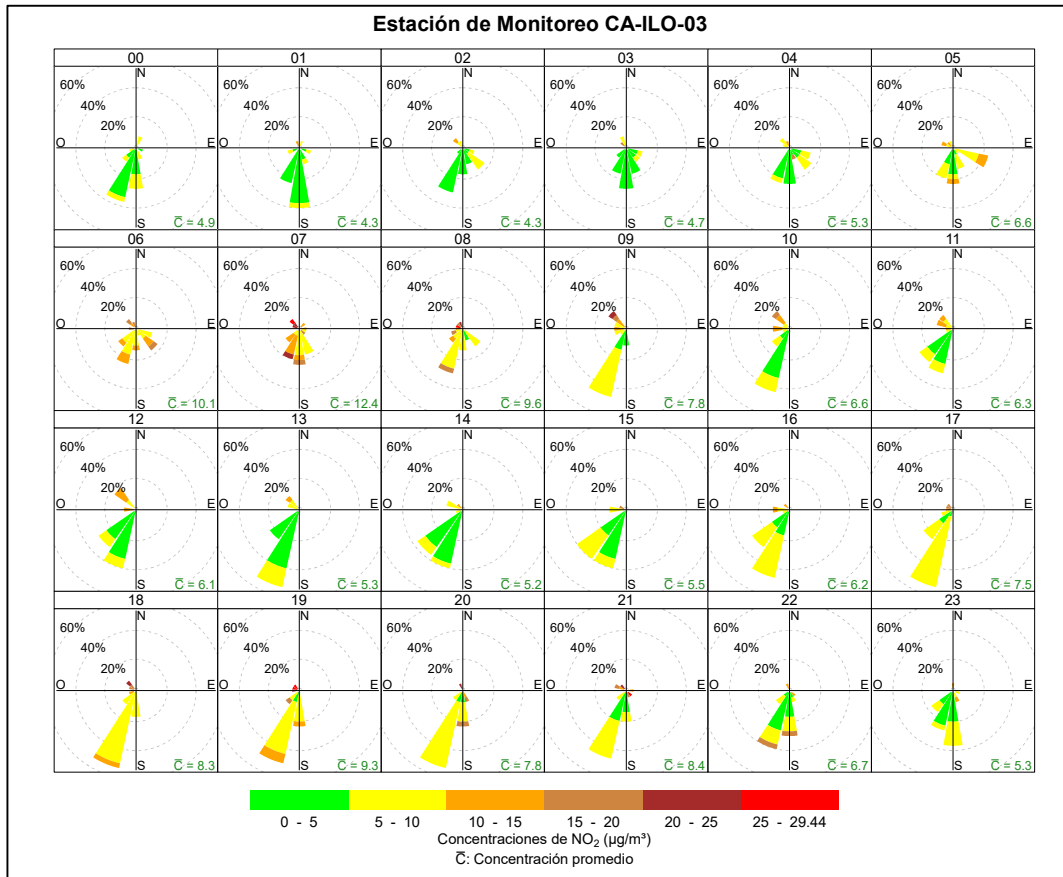


Figura 3.8.26. Rosa de concentración horaria del NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, junio de 2024

3.8.6 Monóxido de carbono (CO)

En las Figuras 3.8.27 y 3.8.28 se presentan las rosas de concentraciones de CO de las estaciones de monitoreo CA-ILO-02 y CA-ILO-03 respectivamente, del mes de junio de 2024.

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que el 0,1% de los vientos provienen de la dirección predominante ostenoroeste y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 300 hasta 350 µg/m³, el 10,1% de los vientos provienen de la dirección ostenoroeste y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 250 hasta 300 µg/m³ y el 6,4% de los vientos provienen de la dirección ostenoroeste y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 200 hasta 250 µg/m³.

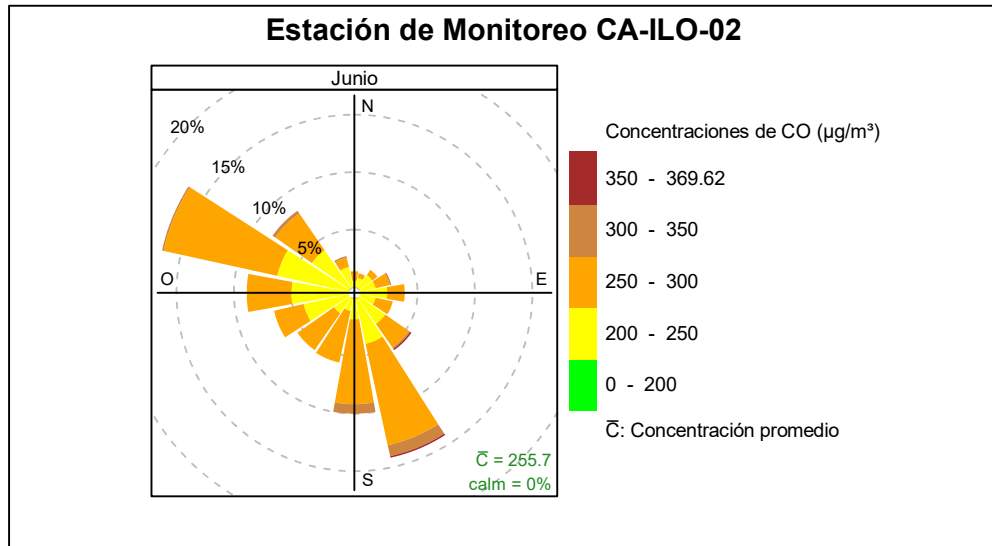


Figura 3.8.27. Rosa de concentración del CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, junio de 2024

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que el 0,1% de los vientos provienen de la dirección predominante sursuroeste y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 400 a 563,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el 1,0% de los vientos provienen de la dirección sursuroeste y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 350 hasta 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el 14,4% de los vientos provienen de la dirección sursuroeste y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 300 hasta 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el 19,9% de los vientos provienen de la dirección sursuroeste y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 250 hasta 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el 1,0% de los vientos provienen de la dirección sursuroeste y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 200 hasta 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Así también, se observan altas concentraciones en la dirección noroeste y en base a lo mencionado, el 1,9% de los vientos provienen de la dirección noroeste y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 400 a 563,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el 0,7% de los vientos provienen de la dirección noroeste y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 350 hasta 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el 1,0% de los vientos provienen de la dirección noroeste y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 300 hasta 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el 0,3% de los vientos provienen de la dirección noroeste y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 250 hasta 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el 1,0% de los vientos provienen de la dirección noroeste y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 200 hasta 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

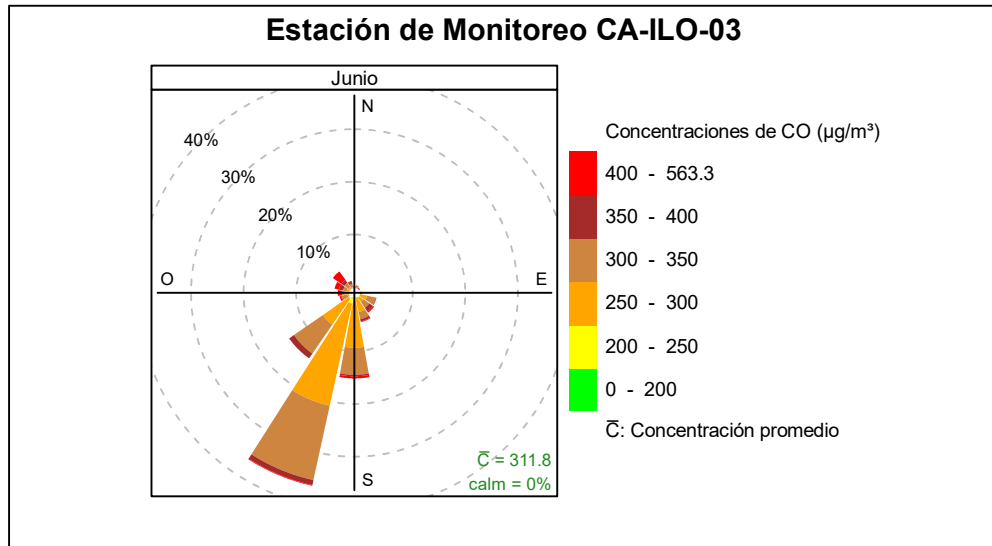


Figura 3.8.28. Rosa de concentración del CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, junio de 2024

En las Figuras 3.8.29 y 3.8.30 se presentan las rosas de concentraciones horarias de CO de las estaciones de monitoreo CA-ILO-02 y CA-ILO-03 respectivamente, del mes de junio de 2024.

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observan concentraciones altas durante la mañana, alrededor de las 7:00 horas, incluso mayores a $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que provienen de múltiples direcciones debido a las bajas velocidades de viento, del tipo calma y ventolinas, lo que produce una baja dispersión de los gases de CO.

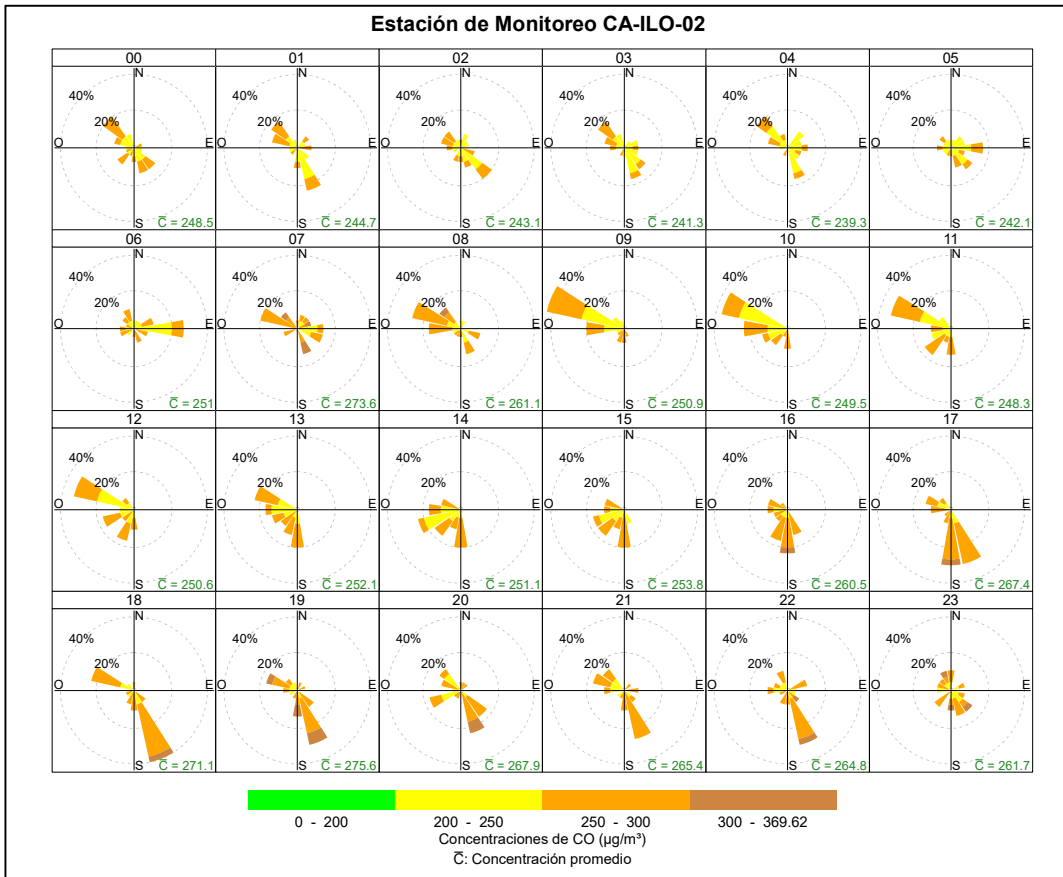


Figura 3.8.29. Rosa de concentración horaria del CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, junio de 2024

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observan concentraciones altas durante la mañana, alrededor de las 7:00 horas, incluso mayores a 400 µg/m³ que provienen de múltiples direcciones debido, entre otros, al tráfico vehicular de la zona.

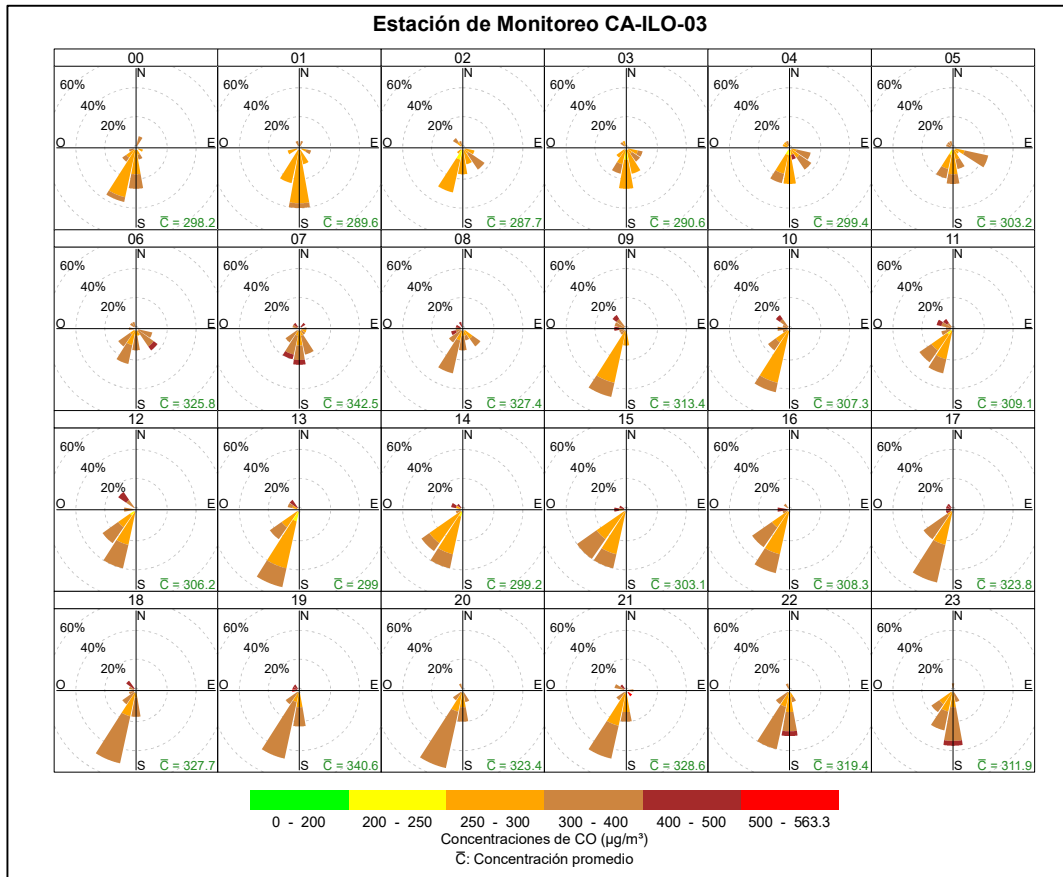


Figura 3.8.30. Rosa de concentración horaria del CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, junio de 2024

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 y 3.9.2 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-02 y CA-ILO-03 del mes de junio.

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, 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 sábado 15 y domingos 2 y 9 de junio 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 entre las 02:00 y 9:00 horas de la mañana.

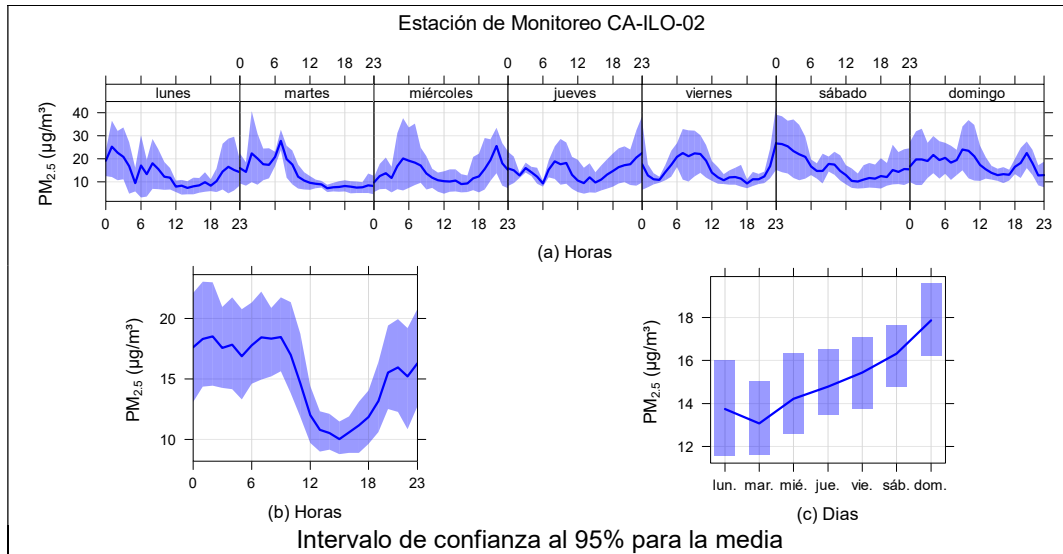


Figura 3.9.1. Concentraciones promedio horarias de $PM_{2.5}$ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de junio de 2024

En la estación de monitoreo CA-ILO-03, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los jueves y sábados se registraron las mayores concentraciones de $PM_{2.5}$, según la validación de los datos se comprueba que los días jueves 6 y sábado 15 de junio 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 entre las 05:00 y 8:00 horas de la mañana.

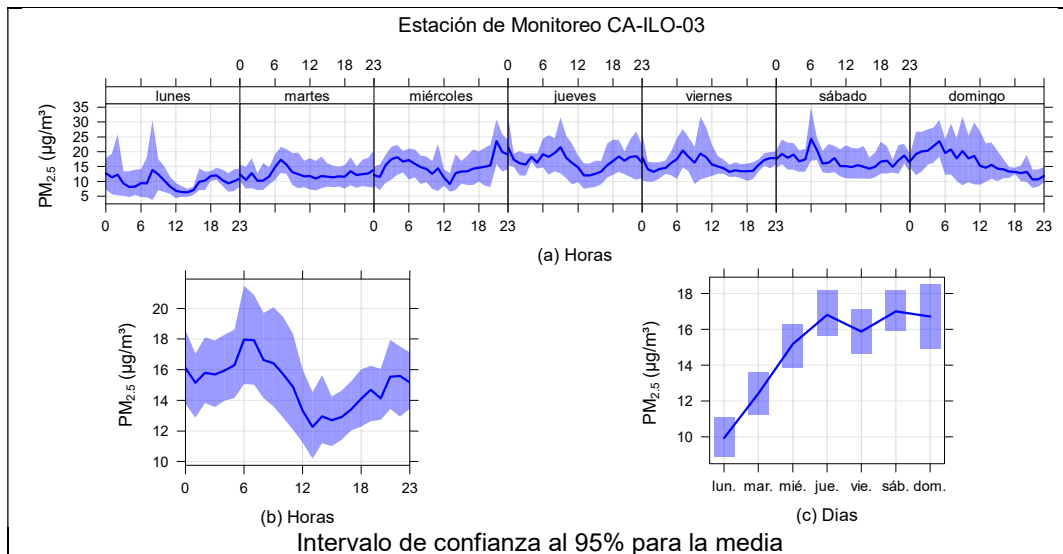


Figura 3.9.2. Concentraciones promedio horarias de $PM_{2.5}$ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de junio de 2024

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

En la Figura 3.9.3 y 3.9.4 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-02 y CA-ILO-03, del mes de junio.

En la estación CA-ILO-02, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los días sábados y domingos se registraron las mayores concentraciones de PM₁₀, según la validación de los datos se comprueba que los días domingo 9 y sábado 15 de junio se registraron picos importantes de concentración durante el día. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de PM₁₀ tienen valores elevados entre las 1:00 y 9:00 horas.

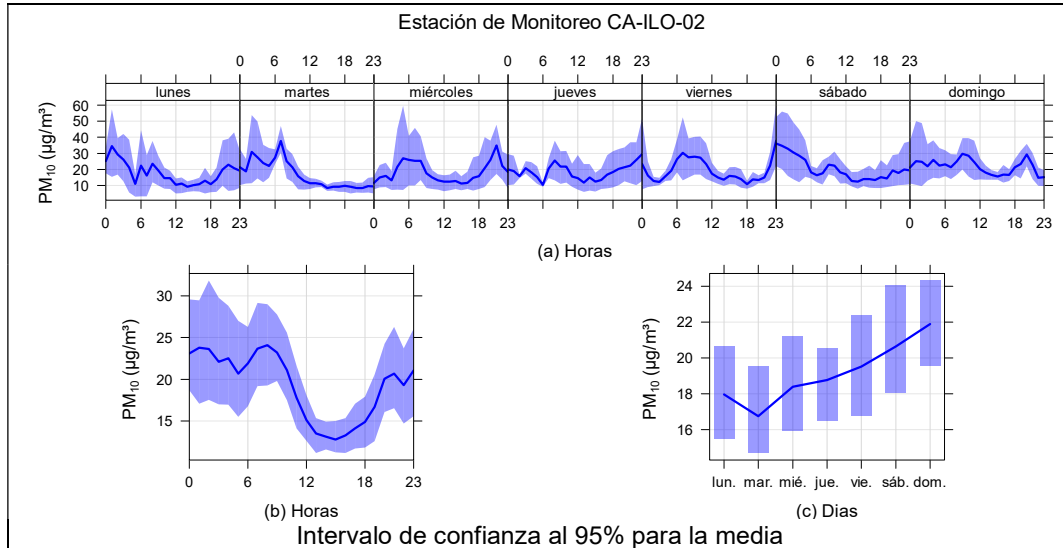


Figura 3.9.3. Concentraciones promedio horarias de PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de junio de 2024

En la estación de monitoreo CA-ILO-03, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los jueves y sábado se registraron las mayores concentraciones de PM₁₀, según la validación de los datos se comprueba que los días jueves 6 y sábado 15 de junio se registraron picos de concentración. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de PM₁₀ tienen valores elevados entre las 6:00 y 9:00 horas de la mañana.

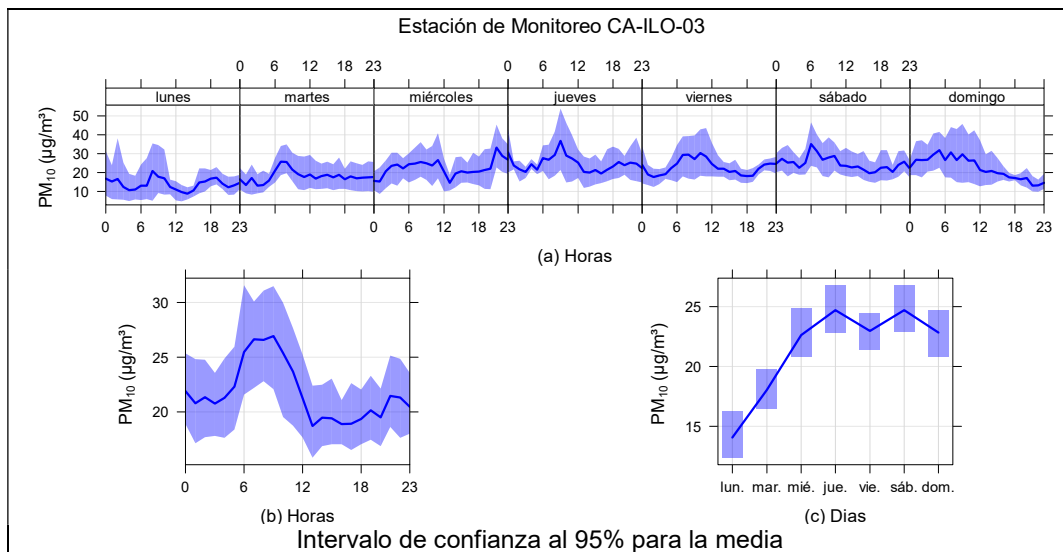


Figura 3.9.4. Concentraciones promedio horarias de PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de junio de 2024

3.9.3 Dióxido de azufre (SO₂)

En la Figura 3.9.5, 3.9.6 y 3.9.7 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día en relación con las concentraciones de SO₂ para las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de junio.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los días viernes se registraron las mayores concentraciones de SO₂, según la validación de los datos se comprueba que el día viernes 7 de junio se registraron picos de concentración. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones tienen valores elevados alrededor de las 10:00 horas.

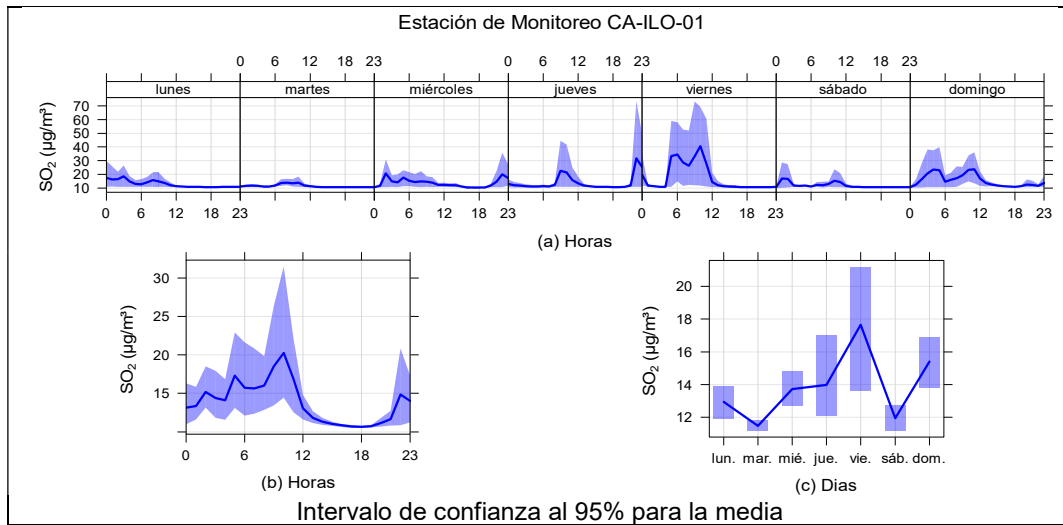


Figura 3.9.5. Concentraciones promedio horarios de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de junio de 2024

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los días viernes se registraron las mayores concentraciones de SO₂, según la validación de los datos se comprueba que el día viernes 7 de junio se registraron picos de concentraciones. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de SO₂ tienen valores elevados, primero a las 2:00 horas y entre las 5:00 y las 9:00 horas.

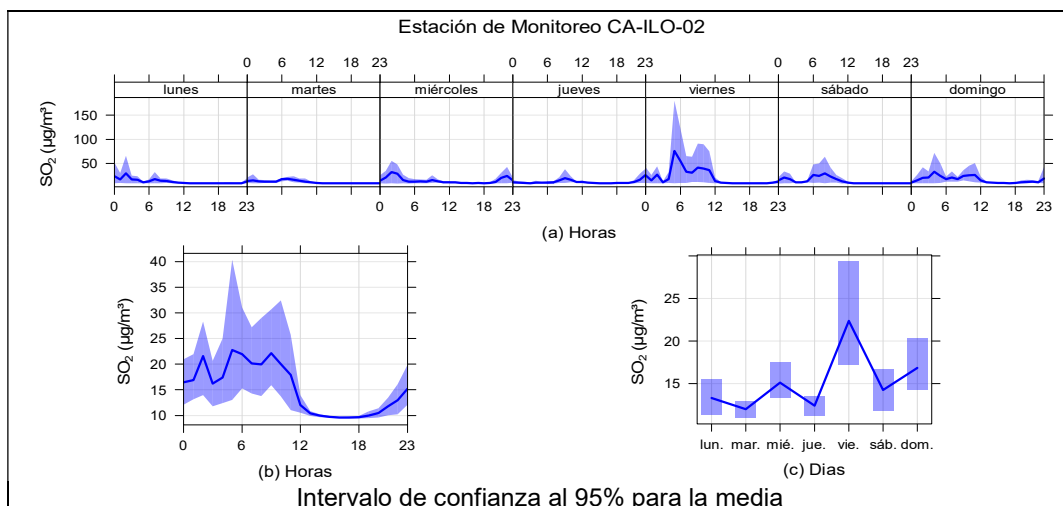


Figura 3.9.6. Concentraciones promedio horarios de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de junio de 2024

En la estación CA-ILO-03, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los días viernes y domingos se registraron las mayores concentraciones de SO₂, según la validación de los datos se comprueba que los días viernes 7 y domingo 9 de junio se registraron picos de valores. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de SO₂ tienen valores elevados alrededor de las 10:00 y luego a las 22:00 horas aproximadamente.

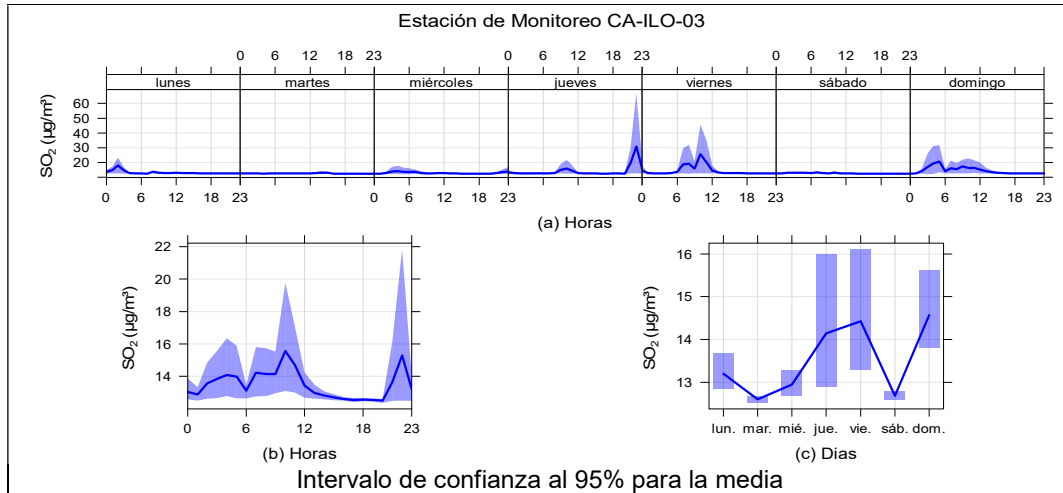


Figura 3.9.7. Concentraciones promedio horarios de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de junio de 2024

3.9.4 Sulfuro de hidrogeno (H₂S)

En la Figura 3.9.8, 3.9.9 y 3.9.10 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 junio.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los días miércoles se registraron las mayores concentraciones de H₂S, según la validación de los datos se comprueba que el día miércoles 26 de junio se registraron picos 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 aproximadamente.

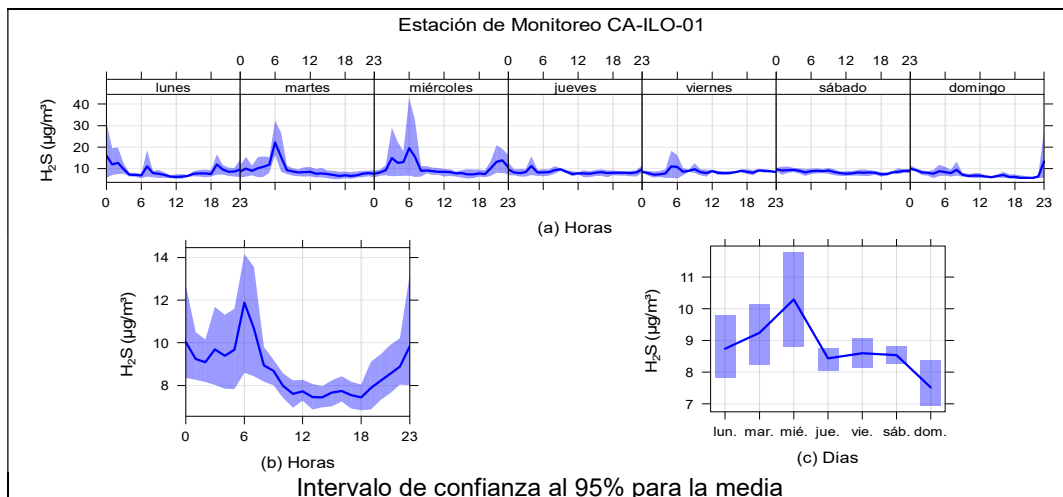


Figura 3.9.8. Concentraciones promedio horarios de H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de junio de 2024

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los días martes se registraron las mayores concentraciones de H₂S, según la validación de los datos se comprueba que el día martes 4, 18 y 25 de junio 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 00:00 horas y las 7:00 horas aproximadamente.

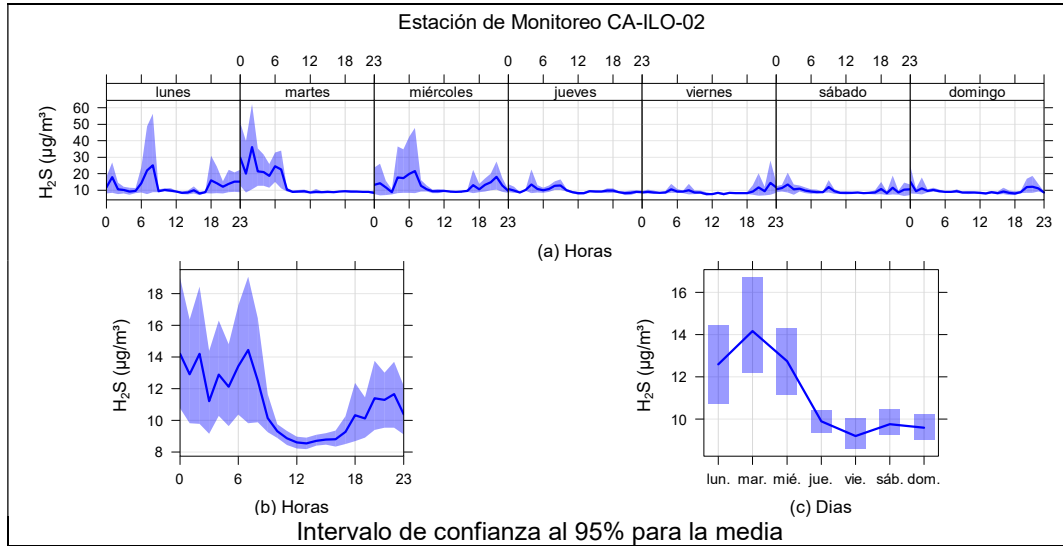


Figura 3.9.9. Concentraciones promedio horarias de H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de junio de 2024

En la estación de monitoreo CA-ILO-03, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los días lunes y miércoles se registraron concentraciones relativamente altas de H₂S, según la validación de los datos se comprueba que los días lunes 10 y miércoles 26 de junio 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 00:00 y 9:00 horas.

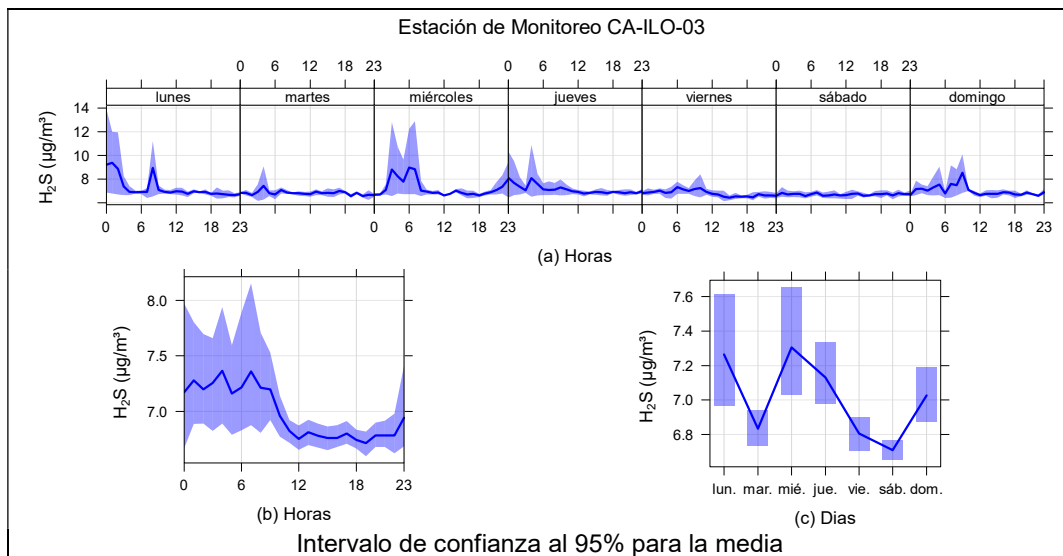


Figura 3.9.10. Concentraciones promedio horarias de H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de junio de 2024

3.9.5 Dióxido de nitrógeno (NO₂)

En las Figuras 3.9.11, 3.9.12 y 3.9.13 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-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de junio.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los días miércoles y jueves se registraron concentraciones altas de NO₂, según la validación de los datos se comprueba que los días miércoles 5 y 12 y jueves 6 y 13 de junio 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 observando la gráfica de medias horarias por días de la semana (a) hay un pico mostrado de lunes a sábado, normalmente alrededor de las 7:00 y a las 18:00 horas debido, entre otros, al tráfico vehicular y la baja velocidad de vientos en aquellas horas.

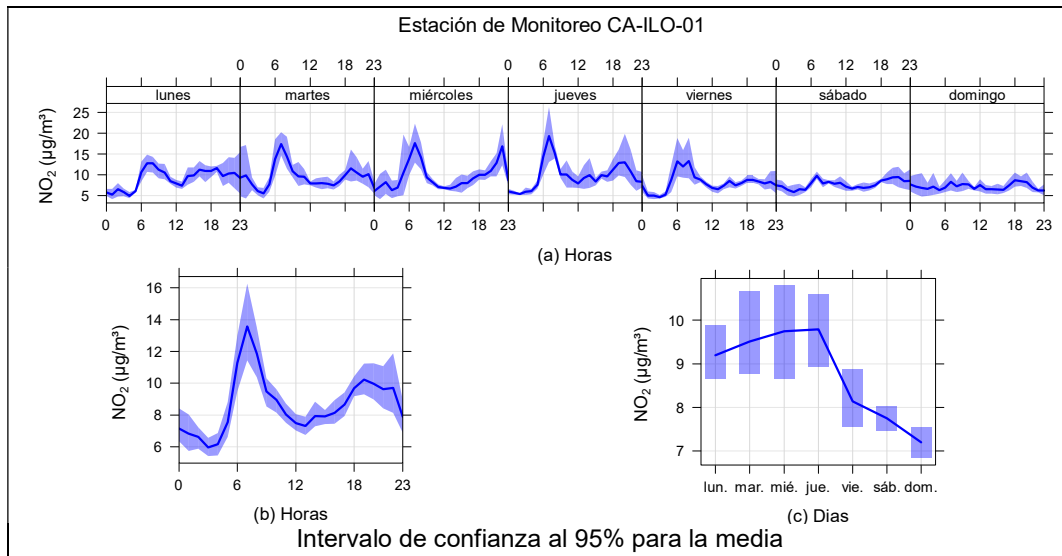


Figura 3.9.11. Concentraciones promedio horarias de NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de junio de 2024

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los días miércoles y jueves se registraron concentraciones altas de NO₂, según la validación de los datos se comprueba que los días miércoles 5 y 26 y jueves 13 de junio 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 luego a las 18:00 horas. Y observando la gráfica de medias horarias por días de la semana (a) hay un pico mostrado de lunes a viernes, normalmente alrededor de las 7:00 y las 18:00 horas debido, entre otros, al tráfico vehicular y la baja velocidad de vientos en aquellas horas.

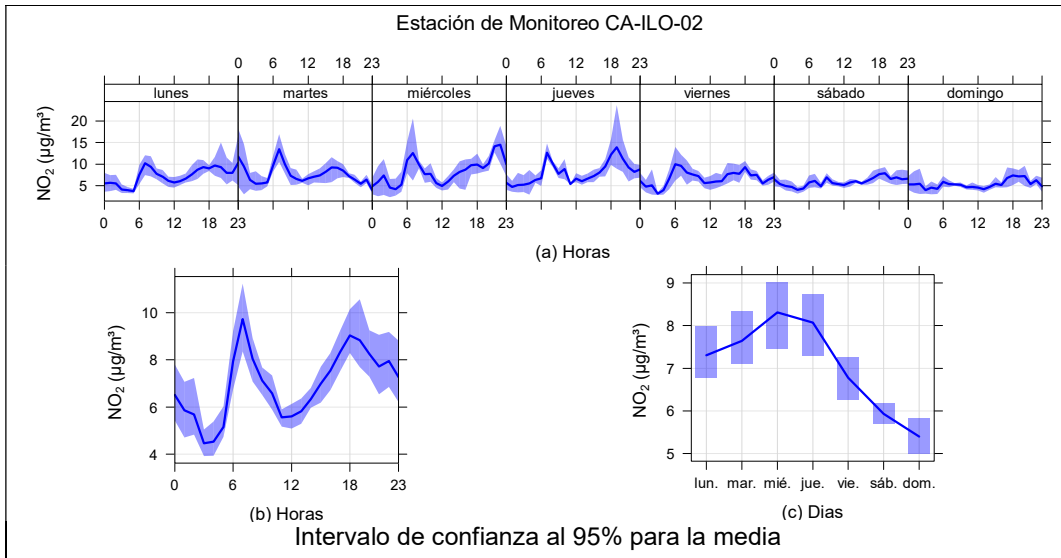


Figura 3.9.12. Concentraciones promedio horarias de NO_2 en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de junio de 2024

En la estación de monitoreo CA-ILO-03, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los días miércoles y jueves se registraron concentraciones altas de NO_2 , según la validación de los datos se comprueba que los días miércoles 5 y 12 y jueves 13 y 27 de junio 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 7:00 horas y luego a las 19:00 horas. Y observando la gráfica de medias horarias por días de la semana (a) hay un pico mostrado de lunes a sábado, normalmente alrededor de las 7:00 horas y luego a las 19:00 horas debido, entre otros, al tráfico vehicular.

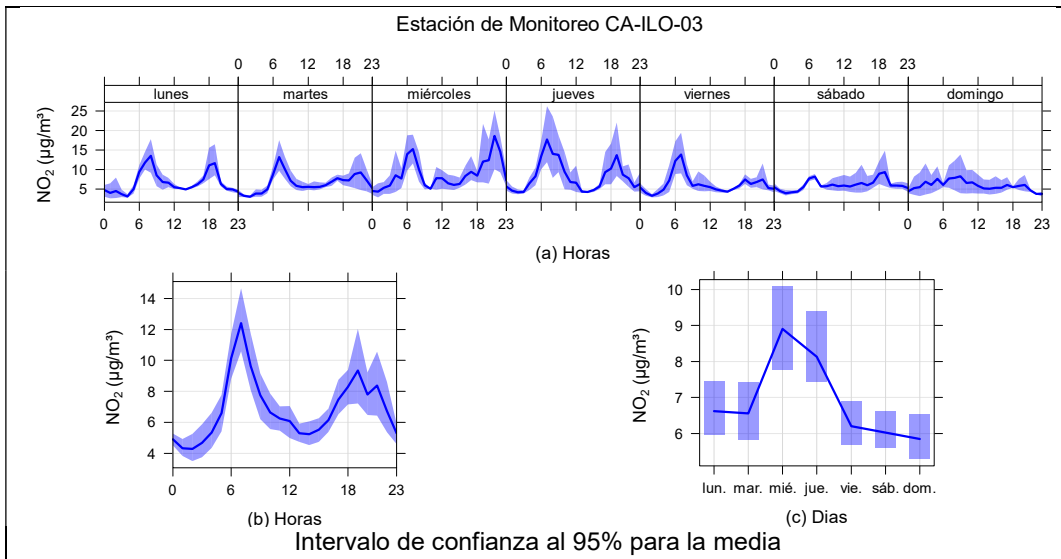


Figura 3.9.13. Concentraciones promedio horarias de NO_2 en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de junio de 2024

3.9.6 Monóxido de carbono (CO)

En la Figura 3.9.14 y 3.9.15 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-02 y CA-ILO-03, del mes de junio.

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, según la validación de los datos se comprueba que el día lunes 6 de junio se registraron picos de concentraciones. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de CO tienen valores elevados en horas cercanas a las 7:00 horas y luego a las 19:00 horas. También se confirma en la gráfica de medias horarias por día de la semana (a) los picos mencionados de las 7:00 horas y 19:00 horas de lunes a sábado, debido, entre otros, al tráfico vehicular.

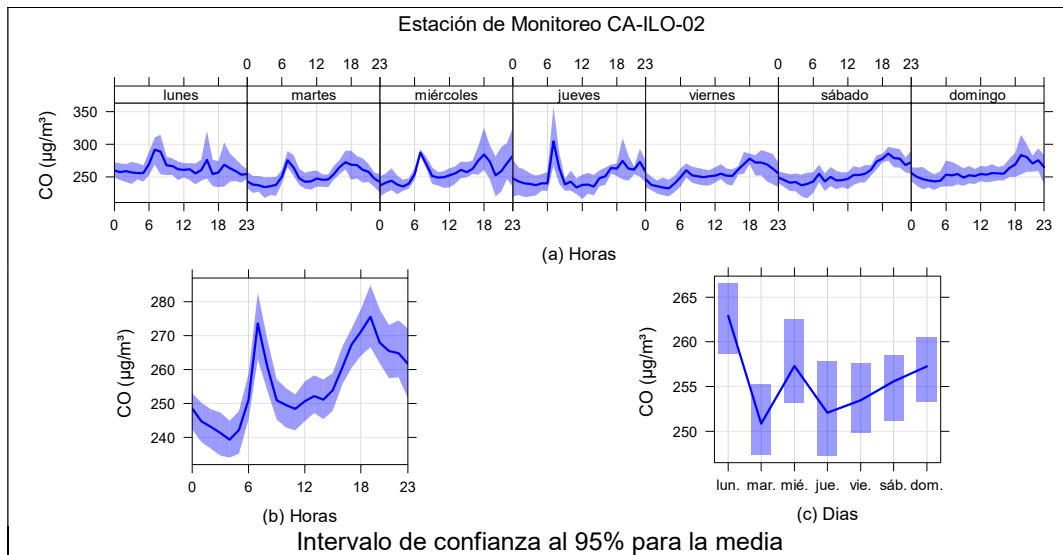


Figura 3.9.14. Concentraciones promedio horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de junio de 2024

En la estación de monitoreo CA-ILO-03, la representación gráfica de las medias horarias (b), muestra que las concentraciones de CO tienen valores elevados alrededor de las 7:00 horas, después hay un pico a las 19:00 horas. También se confirma en la gráfica de medias horarias por día de la semana (a) los picos mencionados de las 7:00 horas y 19:00 horas de lunes a sábado, debido, entre otros, al tráfico vehicular.

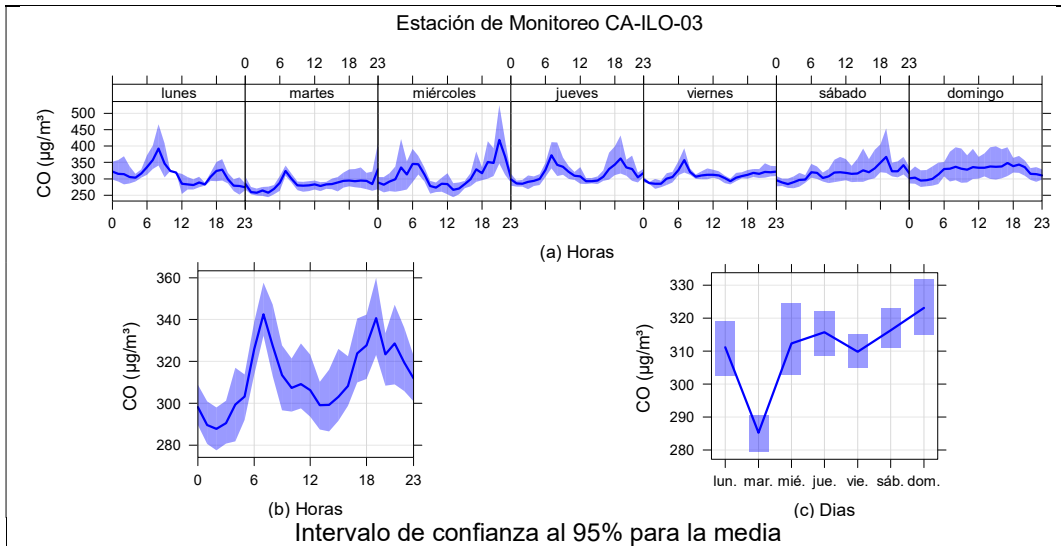


Figura 3.9.15. Concentraciones promedio horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de junio de 2024

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 junio de 2024. 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.

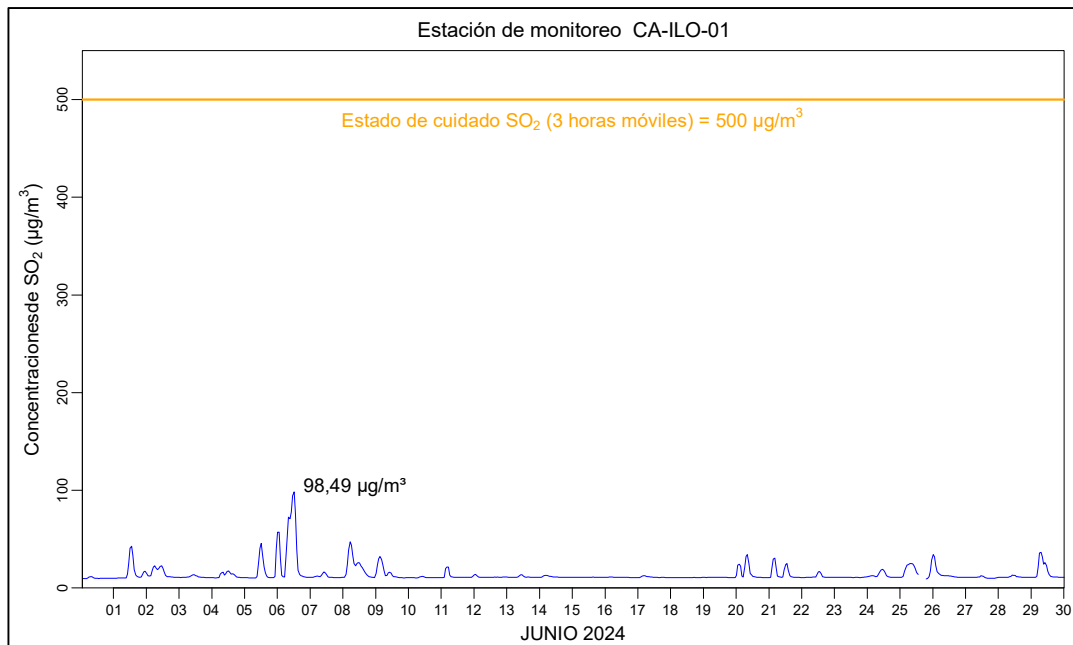


Figura 3.10.1. Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en junio de 2024

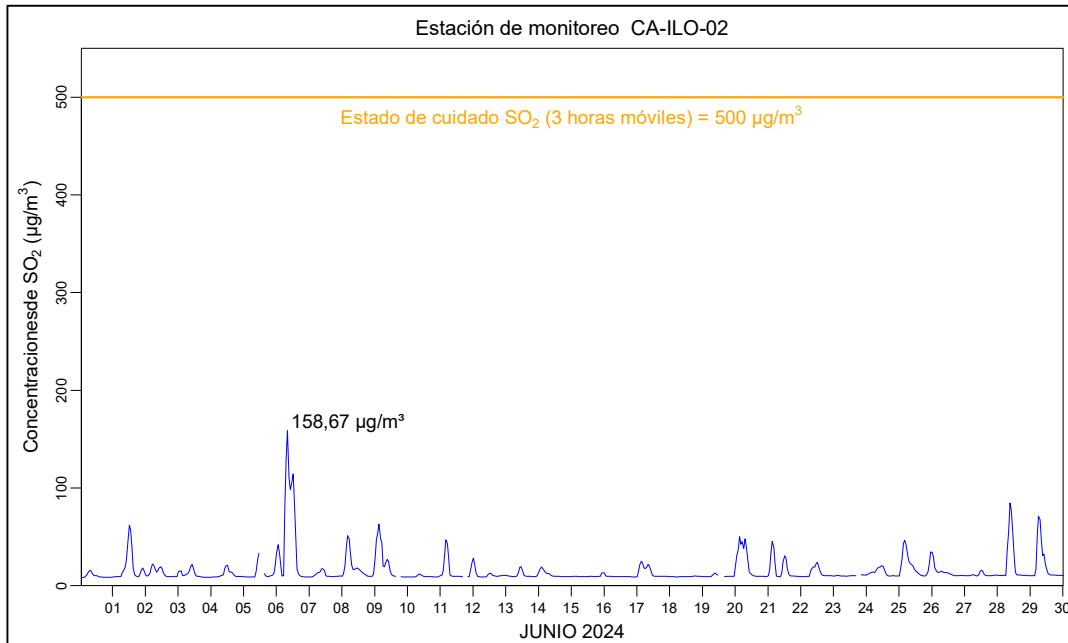


Figura 3.10.2. Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en junio de 2024

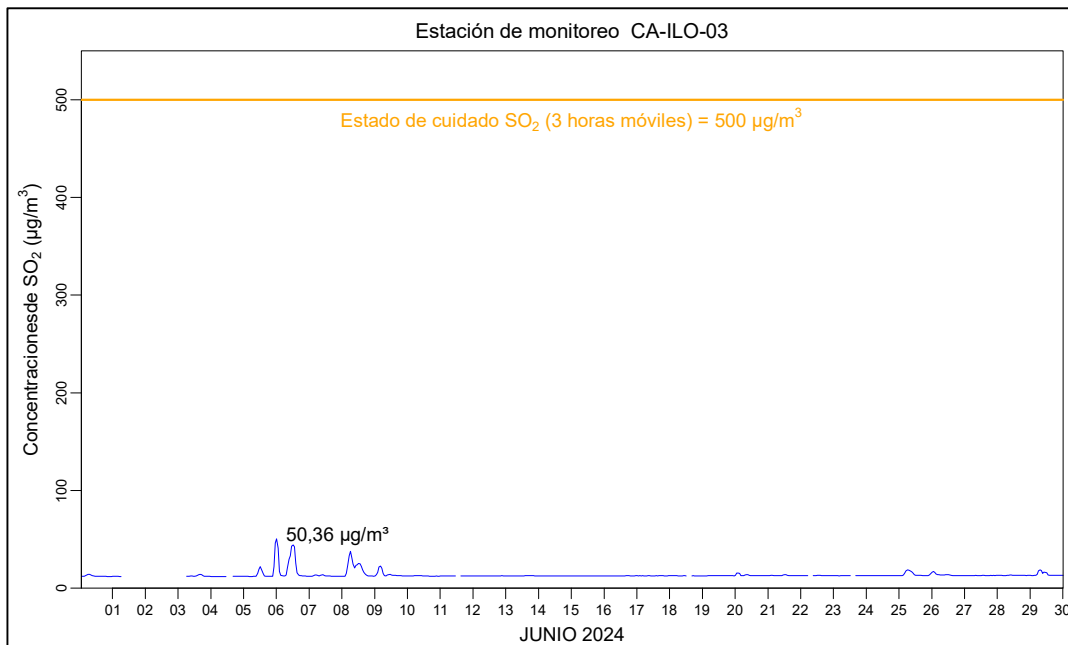


Figura 3.10.3. Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en junio de 2024

4 CONCLUSIONES

- En las estaciones de monitoreo CA-ILO-02 y CA-ILO-03, ubicada en la provincia de Ilo, las concentraciones de 24 horas de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀) no excedieron su respectivo ECA, durante el mes de junio de 2024.

- En las estaciones de monitoreo CA-ILO-02 y CA-ILO-03, ubicada en la provincia de Ilo, las concentraciones de 24 horas de material particulado con diámetro menor a 2,5 micras ($PM_{2,5}$) no excedieron su respectivo ECA, durante el mes de junio de 2024.
- 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 junio de 2024.
- 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 junio de 2024.
- En las estaciones de monitoreo 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 junio de 2024.
- En las 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 junio de 2024.
- 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 (junio de 2024).

5 ANEXOS

Anexo 1: Mapa de ubicación.

Anexo 2: Datos crudos.

Anexo 3: Sistematización de datos válidos.

Anexo 4: Certificados de Calibración.

Anexo 5: Fichas de verificación.

Atentamente