

Título del estudio : Evaluación ambiental de seguimiento del monitoreo de la calidad del aire en los distritos de Ilo y Pacocha, provincia de Ilo, departamento de Moquegua, en abril de 2025.

Fecha de ejecución : Del 1 al 30 de abril de 2025

Expediente : 2020-02-0015 Código de acción : No aplica

Tipo de evaluación : Programada

Fecha de aprobación : 30 de mayo de 2025 Reporte N° : REAS-078-2025-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 PERÚ COPPER CORPORATION, SUCURSAL DEL PERÚ. 2) Central Termoeléctrica Ilo1- ENGIE Energía Perú S.A. 3) Central Termoeléctrica Nodo energético Del Sur – Planta Ilo-ENGIE Energía Perú S.A. 4) 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 económica en la provincia Ilo.
d.	Periodo de ejecución	Del 1 al 31 de marzo de 2025

Tabla 1.2. Listado de profesionales

N.º	Nombres y Apellidos	Profesión	Actividad desarrollada
1	Wilder Manuel Rojas Ortiz	Ingeniero metalúrgico	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	Nombre de la Estación	Coordenadas UTM WGS-84			Altitud m s. n. m.	Descripción
			Este (m)	Norte (m)	Zona		
1	CA-ILO-01	Ilo - Bolognesi	252226	8048774	19K	40	Ubicada en la Av. Pacífico, Mz. L, lote 1, UPIS Miramar, distrito de Ilo.
2	CA-ILO-02	Ilo - Pacocha	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	Ilo - José Pardo	253350	8047344	19K	174	Ubicado en Asentamiento Humano Nuevo Ilo Mz. 50 Lt. 9, Pampa Inalámbrica, distrito de Ilo.

La ubicación del estudio, así como, de las estaciones de monitoreo se encuentran en el Anexo 1.

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-322024 (24/08/2024)
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5})					LF-3302024 (24/08/2024)
Dióxido de azufre	Monitor automático de SO ₂	Thermo Scientific	43i	1200416204	LG-430-2024 (22/08/2024) LF-487-2024 (22/08/2024) LF-441-2024 (22/08/2024)
Dióxido de nitrógeno	Monitor automático de NO ₂	Thermo Scientific	42i	1192914962	LG-280-2024 (21 al 22/08/2024) LF-333-2024 (21/08/2024)
Sulfuro de hidrógeno	Monitor automático de H ₂ S	Thermo Scientific	450i	CM19490141	LG-4292024 (21/08/2024) LF-3322024 (21/08/2024)
Monóxido de carbono	Monitor automático de CO	Thermo Scientific	48i	1193085163	LG-2782024 (22/08/2024) LF-3312024 (22/08/2024)
<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad de viento • Dirección de viento 	Estación meteorológica	Campbell Scientific	CR310	201041	-

Parámetro	Equipo	Marca	Modelo	Serie	Certificado calibración
<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura ambiente • Humedad relativa 				1669292130	LM-5862024 (21/08/2024) LM-5852024 (21/08/2024)
Presión atmosférica				BPA11352	LM-5832024 (21/08/2024)
Precipitación				TB00015748	LM-5822024 (21/08/2024)
Radiación solar				193237	LM-5842024 (21/08/2024)
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-3282024 (24/08/2024) LF-3182024 (24/08/2024)
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5})					
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	Equipo Manual Activo LowVol	Metone	E-FRM-DC-9800	B11935	LF-3872024 (09/09/2024) LF-3662024 (09/09/2024)
Dióxido de azufre	Monitor automático de SO ₂	Thermo Scientific	43i	1192914947	LG-4322024 (18/08/2024) LF-3252024 (18/08/2024) LF-3202024 (18/08/2024)
Dióxido de Nitrógeno	Monitor automático de NO ₂	Thermo Scientific	42i	1192914960	LG-2722024 (18/08/2024) LF-3242024 (18/08/2024) LF-3192024 (18/08/2024)
Sulfuro de hidrógeno	Monitor automático de H ₂ S	Thermo Scientific	450i	CM19490139	LG-4312024 (18/08/2024) LF-3202024 (18/08/2024) LF-3182024 (18/08/2024)
Monóxido de carbono	Monitor automático de CO	Thermo Scientific	48i	1193085161	LG-2702024 (17/08/2024) LF-3192024 (17/08/2024) LF-3172024 (17/08/2024)
- Velocidad de viento - Dirección de viento	Estación meteorológica	Campbell Scientific	CR800	201043	LM-7702024 (17/08/2024)
- Temperatura ambiente - Humedad relativa				1663393889	LM-5742024 (17/08/2024) LM-5732024 (17/08/2024)

Parámetro	Equipo	Marca	Modelo	Serie	Certificado calibración
- Presión atmosférica				BPA11350	LM-5712024 (17/08/2024)
- Precipitación				TB00015746	LM-5702024 (17/08/2024)
- Radiación solar				193287	LM-5722024 (17/08/2024)
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-3292024 (24/08/2024)
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5})					LF-3232024 (24/08/2024)
Dióxido de azufre	Monitor automático de SO ₂	Thermo Scientific	43i	1192914948	LG-4342024 (20/08/2024) LF-3302024 (20/08/2024) LF-3242024 (20/08/2024)
Sulfuro de hidrógeno	Monitor automático de H ₂ S	Thermo Scientific	450i	CM19490140	LG-4332024 (19/08/2024) LF-3282024 (19/08/2024) LF-3222024 (19/08/2024)
Monóxido de carbono	Monitor automático de CO	Thermo Scientific	48i	1193085162	LG-2742024 (20/08/2024) LF-3262024 (20/08/2024) LF-3212024 (20/08/2024)
- Velocidad de viento - Dirección de viento	Estación meteorológica	Campbell Scientific	CR800	181893	LM-7792024 (19/08/2024)
- Temperatura ambiente - Humedad relativa				1665884185	LM-5802024 (17/08/2024) LM-5792024 (19/08/2024)
- Presión atmosférica				BPA11351	LM-5772024 (17/08/2024)
- Precipitación				TB00015747	LM-5762024 (19/08/2024)
- Radiación solar				193240	LM-5782024 (17/08/2024)

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 (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.° 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	
Plomo (Pb) en PM ₁₀	Mensual	1,5	No exceder más de 4 veces al año	
Arsénico (As) en material particulado menor a diez micras (PM ₁₀).	24 horas	0,3	No exceder	D.S. N.° 011-2023-MINAM

Parámetro	Periodo	Formato del estándar		Norma
		Valor ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Criterio de evaluación	
Cadmio (Cd) en material particulado menor a diez micras (PM_{10}).	24 horas	0,09	No exceder	«Decreto Supremo que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) de aire de los parámetros cadmio, arsénico y cromo en material particulado menor a diez micras (PM_{10})»
Cromo (Cr) en material particulado menor a diez micras (PM_{10}).	24 horas	0,5	No exceder	

Para el presente reporte se usa la guía de calidad del aire de Canadá (*Ontario's Ambient Air Quality Criteria - 2012*) como estándares de referencia para los parámetros de metales en PM_{10} evaluados y que no se encuentren en la tabla 2.5. Las notas de esta norma indican que las concentraciones expresadas en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ se encuentran a condiciones de 10°C y 760 mmHg.

Tabla 2.6. Estándares de calidad de aire de Canadá

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

CASRN: *Chemical Abstracts Services Registry Number* o Número de Registro CAS.

Fuente: *Ontario's Ambient Air Quality Criteria Standards (AAQC)* – noviembre 2020

Extraíble en: <https://files.ontario.ca/mecp-ambient-air-quality-criteria-list-en-2020-05-01.pdf>

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

Tipos de Alerta	Dióxido de Azufre (SO ₂)	Norma
Cuidado	>500 µg/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 µg/m ³ promedio móvil 3 horas	
Emergencia	>2500 µg/m ³ promedio móvil 3 horas	

3 RESULTADOS DEL MONITOREO Y ANÁLISIS

Las condiciones meteorológicas y los parámetros atmosféricos registrados en las estaciones de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), Ilo – Pacocha (CA-ILO-02) e Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), durante abril de 2025, 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 Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), durante el mes de abril de 2025. Se observa que la presión atmosférica varió entre una mínima de 1000,9 hPa y una máxima de 1009,1 hPa, no se registraron precipitaciones durante el mes. La temperatura promedio fue 21,7 °C, alcanzando una mínima de 17,8 °C y una máxima de 27,7 °C, la humedad relativa varió entre 55,6 y 87,6 % y la velocidad del viento osciló entre 0,1 y 7,3 m/s. El parámetro de radiación solar reporta una irradiancia máxima de 939,8 W/m² durante el mes de abril. 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 Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), abril de 2025.

Valores	Presión atmosférica (hPa)	Precipitación (mm) ¹	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación solar (W/m ²)
Mínimo	1000,9	0	17,8	55,6	0,1	0,0
Máximo	1009,1	0	27,7	87,6	7,3	939,8
Promedio	1005,7	0	21,7	72,5	3,0	---

En la **Figura 3.1.1** se grafica la rosa de vientos de la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), correspondiente al mes abril de 2025. Se observa que la rosa de viento tuvo una predominancia sursureste, esto por influencia del Anticiclón del Pacífico Sur. Observándose, además, que el 3,1% de los vientos provienen del sursureste y caen en el rango de 5,5 a 8,0 m/s, el 20,7% de los vientos provienen del sursureste y caen en el rango de 3,4 a 5,5 m/s, el 5,3% de los vientos provenientes del sursureste caen en el rango de 1,6 a 3,4 m/s, el 1,1% de los vientos provienen del sursureste y caen en el rango de 0,3 a 1,6 m/s y el 0,1% de los vientos provienen del sursureste y caen en el rango de 0 a 0,3 m/s. Es preciso mencionar que, en la referida dirección sursureste se encuentran los almacenes de Céticos Ilo (tomándose como referencia la ubicación de la estación de monitoreo CA-ILO-01).

Cabe señalar que, en la dirección nornoroeste hay una mayor ocurrencia de vientos con velocidades muy bajas, el 1,0% de los vientos pertenecen al rango de 0,3 a 1,6 m/s, clasificados como ventolinillas según la escala de Beaufort, lo que normalmente produce una baja dispersión en las concentraciones de gases y partículas. Se hace mención debido a que el administrado *Southern Perú Copper Corporation* (SPCC) se encuentra hacia el nornoroeste tomando como referencia a la estación Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01).

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

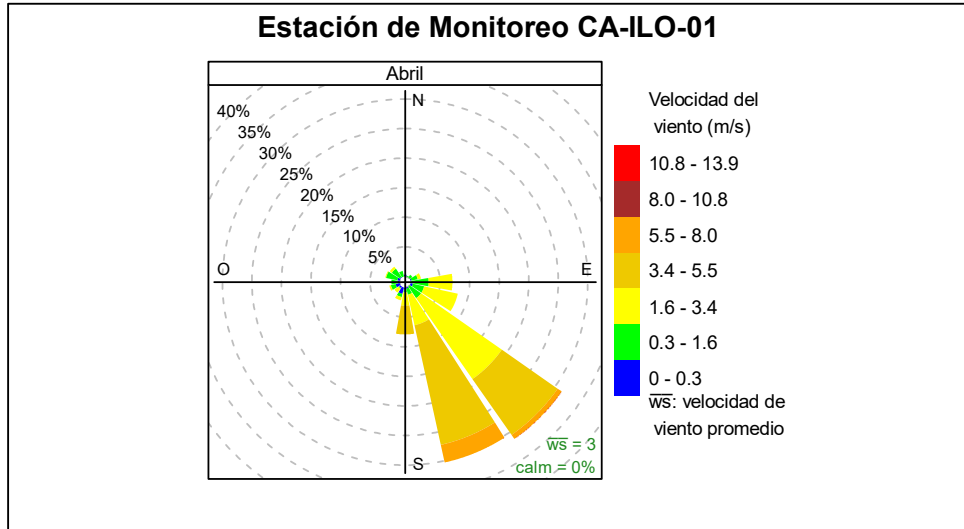


Figura 3.1.1. Rosa de vientos de la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), abril de 2025²

En la **Figura 3.1.2** se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), por horas del día, correspondiente al mes abril de 2025. Donde se observa, que, durante la noche, la madrugada y hasta las 9:00 horas del día siguiente, desde el noroeste, se muestran vientos del tipo ventolinas según la escala de Beaufort, aunque con frecuencias muy bajas. Es decir, vientos con muy baja velocidad 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 Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01).

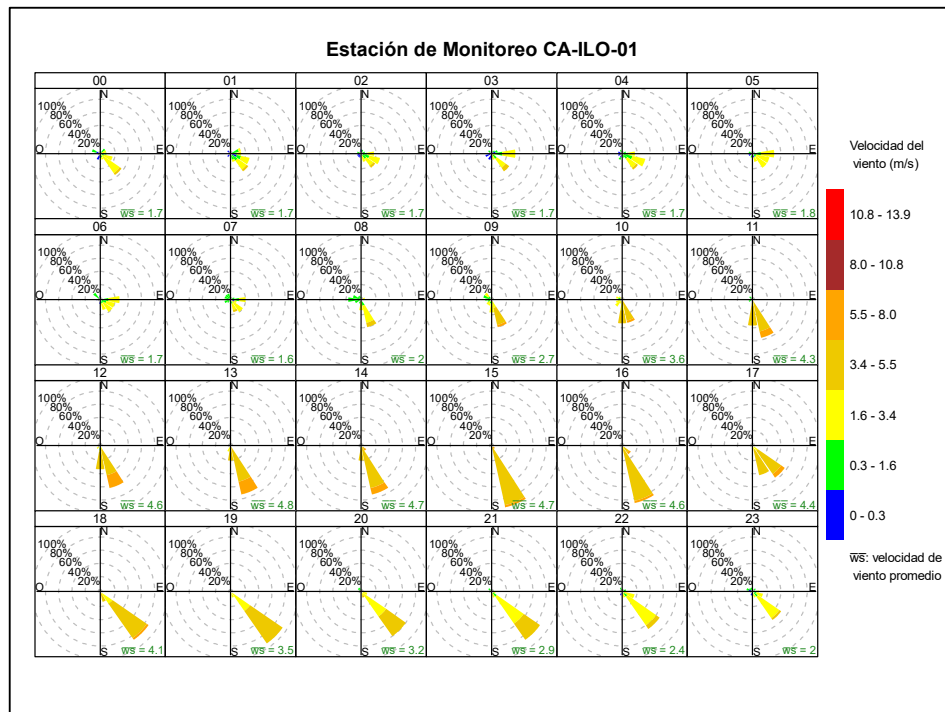


Figura 3.1.2. Rosa de vientos horaria de la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), abril de 2025

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.

En la **Tabla 3.2** se presentan los parámetros meteorológicos registrados en la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), durante abril de 2025. Se observa que la presión atmosférica varió entre una mínima de 1003,4 hPa y una máxima de 1011,0 hPa, asimismo, no se registraron precipitaciones. La temperatura promedio fue de 21,5 °C, alcanzando una mínima de 17,1°C y una máxima de 27,2 °C, la humedad relativa varió entre 63,7 y 88,0%. La radiación solar reporta una irradiancia máxima de 989,4 W/m² durante abril de 2025. 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 Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), abril de 2025

Valores	Presión atmosférica (hPa)	Precipitación (mm) ³	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación solar (W/m ²)
Mínimo	1003,4	0	17,1	63,7	0,1	0,0
Máximo	1011,0	0	27,2	88,0	8,1	989,4
Promedio	1007,6	0	21,5	73,6	2,8	---

En la **Figura 3.1.3** se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) correspondiente al mes de abril de 2025. Se observa que la rosa de viento muestra una predominancia sursureste, esto último por influencia del Anticiclón del Pacífico Sur. Observándose, además, que el 0,3% de los vientos provienen del sursureste y coinciden con el rango de 8,0 a 10,8 m/s, el 5,3% de los vientos provienen del sursureste y coinciden con el rango de 5,5 a 8,0 m/s, el 8,9% de los vientos provienen del sursureste y coinciden con el rango de 3,4 a 5,5 m/s, así mismo el 5,4% de los vientos provienen del sursureste y varían en el rango de 1,6 a 3,4 m/s, el 1,7% de los vientos provienen del sursureste y varían en el rango de 0,3 a 1,6 m/s y el 0,1% de los vientos provienen del sursureste y varían en el rango de 0 a 0,3 m/s.

Cabe señalar que, en la dirección nornoroeste hay una mayor ocurrencia de vientos con velocidades muy bajas, el 1,7% de los vientos pertenecen al rango de 0,3 a 1,6 m/s, clasificados como ventolinas según la escala de Beaufort, lo que normalmente produce una baja dispersión en las concentraciones de gases y partículas. Se hace mención debido a que el administrado *Southern Perú Copper Corporation* (SPCC) se encuentra hacia el nornoroeste tomando como referencia a la estación Ilo - Pacocha (CA-ILO-02).

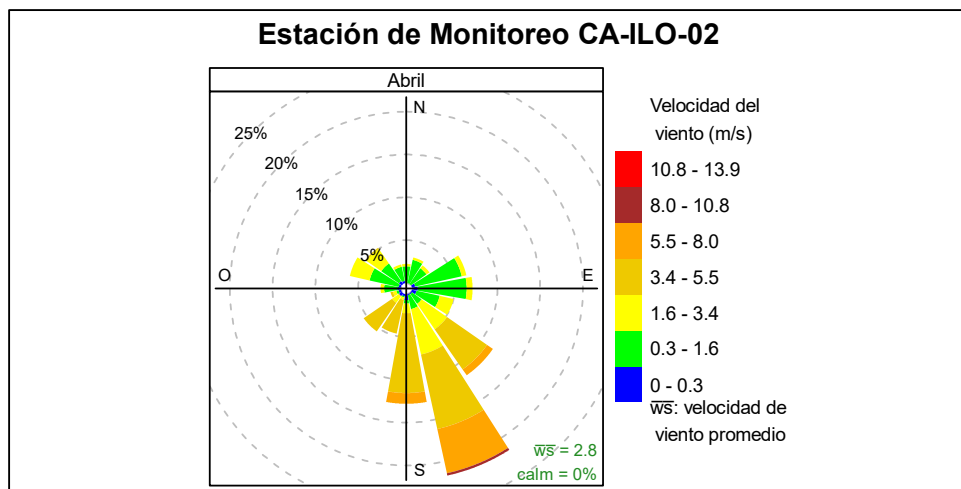


Figura 3.1.3. Rosa de vientos de la estación de monitoreo Ilo-Pacocha (CA-ILO-02), abril de 2025⁴

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

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.

En la **Figura 3.1.4** se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), por horas del día, correspondiente a abril de 2025. Donde se observa que, durante la noche, madrugada y primeras horas de la mañana, desde el noroeste y noroeste, se muestran vientos del tipo ventolinás según la escala de Beaufort. Es decir, vientos con muy baja velocidad 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 Ilo - Pacocha (CA-ILO-02).

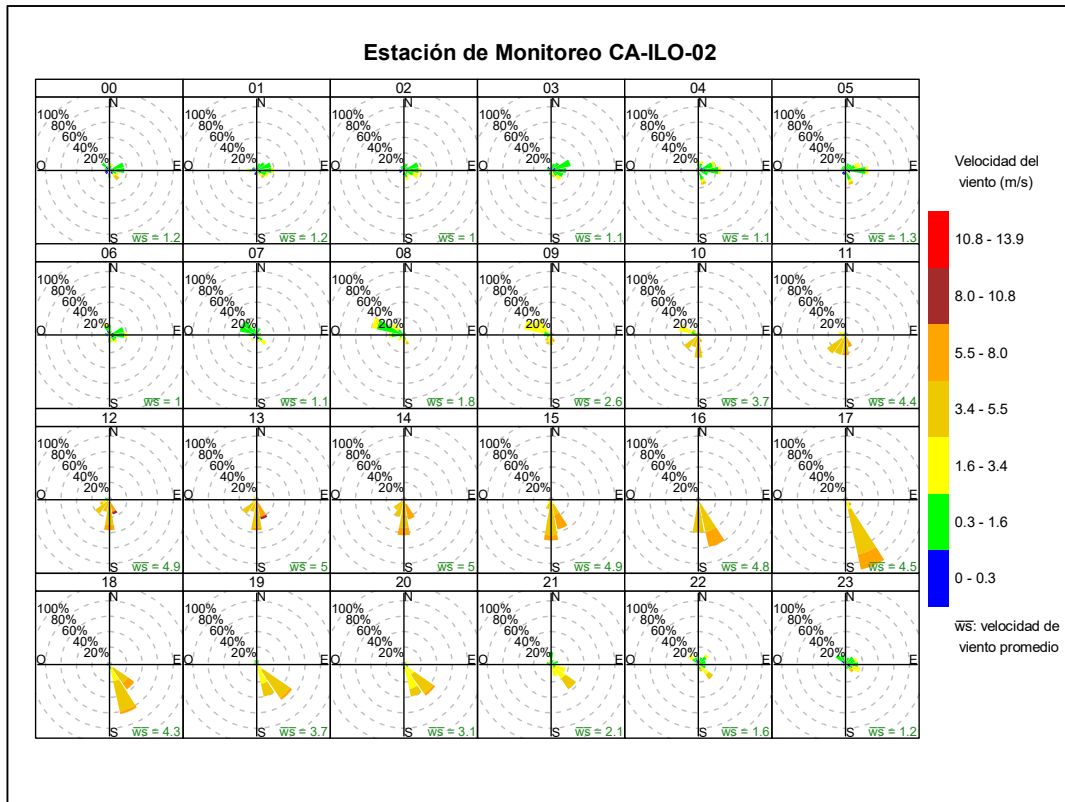


Figura 3.1.4. Rosa de viento horaria de la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), abril de 2025

En la **Tabla 3.3** se presentan los parámetros meteorológicos registrados en la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), durante abril de 2025. Se observa que la presión atmosférica varió entre una mínima de 984,1 hPa y una máxima de 991,4 hPa, no se registraron precipitaciones durante el mes. La temperatura promedio fue 20,2 °C, alcanzando una mínima de 16,4 °C y una máxima de 25,6 °C, la humedad relativa varió entre 57,6 y 89,7 % y la velocidad del viento osciló entre 0,2 y 7,7 m/s. El parámetro de radiación solar reporta un máximo de 952,1 W/m² durante el mes de abril. 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 Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), abril de 2025

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	16,4	57,6	0,2	0,0
Máximo	991,4	0	25,6	89,7	7,7	952,1
Promedio	988,2	0	20,2	74,6	3,4	---

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

En la **Figura 3.1.5** se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), correspondiente al mes de abril de 2025. Se observa que la rosa de viento tuvo una predominancia sur, esto por influencia del Anticiclón del Pacífico Sur. Observándose, además, que el 7,1% de los vientos provienen del sur y caen en el rango de 5,5 a 8,0 m/s, el 25,4% de los vientos provienen del sur y caen en el rango de 3,4 a 5,5 m/s, el 14,0% de los vientos provienen del sur y caen en el rango de 1,6 a 3,4 m/s y el 3,1% 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 se encuentra el terminal terrestre de Ilo (tomándose como referencia la ubicación de la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03)).

Cabe señalar que, en la dirección nornoroeste hay una mayor ocurrencia de vientos con velocidades muy bajas, el 0,1% de los vientos pertenecen al rango de 0,3 a 1,6 m/s, clasificados como ventolinillas, según la escala de Beaufort, lo que normalmente produce una baja dispersión en las concentraciones de gases y partículas. Se hace mención debido a que el administrado *Southern Perú Copper Corporation* (SPCC) se encuentra hacia el nornoroeste tomando como referencia a la estación Ilo - José Pardo (CA-ILO-03).

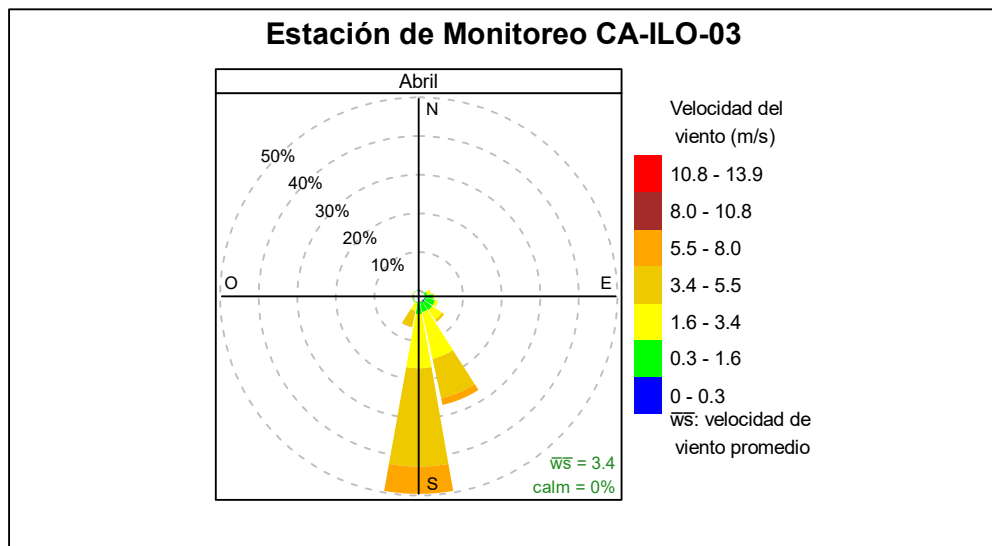


Figura 3.1.5. Rosa de viento de la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), abril de 2025⁶

En la **Figura 3.1.6** se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), por horas del día, correspondiente al mes abril de 2025. Donde se observa que, aunque con muy poca frecuencia, durante la noche, la madrugada y las primeras horas de la mañana, desde el nornoroeste y noroeste, se muestran vientos del tipo ventolinillas según la escala de Beaufort. Es decir, vientos con muy baja velocidad 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 Ilo - José Pardo (CA-ILO-03).

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.

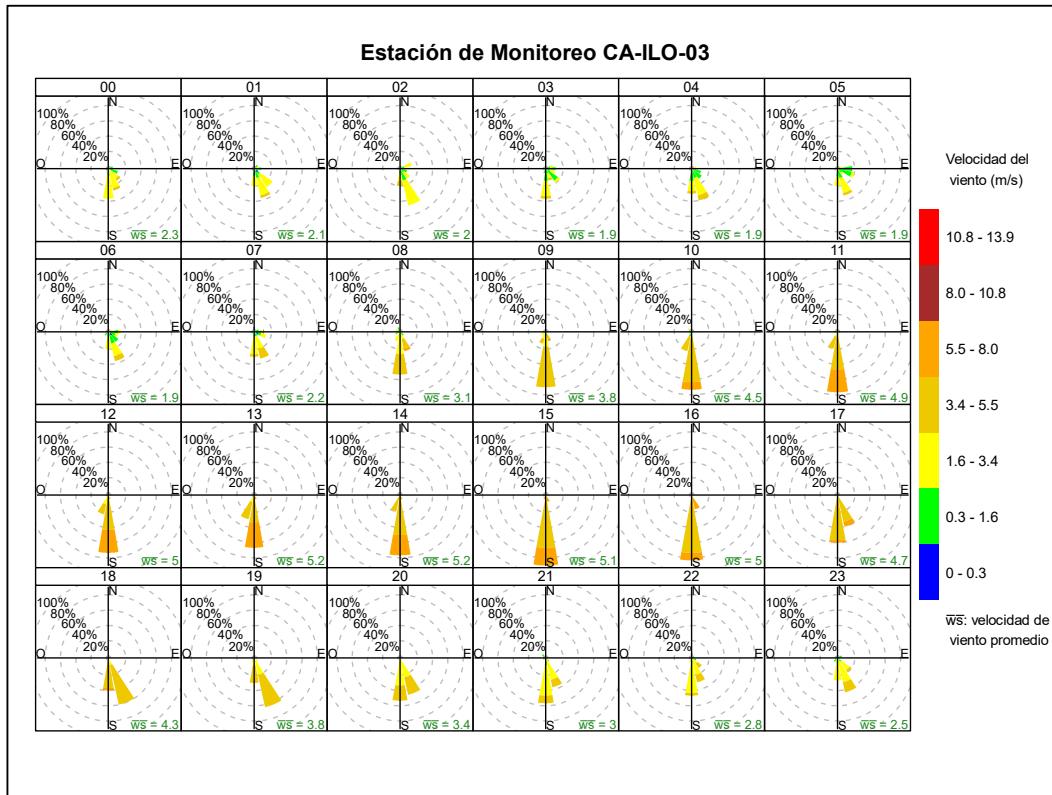


Figura 3.1.6. Rosa de viento horaria de la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), abril de 2025

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 Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), Ilo – Pacocha (CA-ILO-02) e Ilo - José Pardo (CA-ILO-03) del mes de abril de 2025. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para aire de PM_{2,5}, fijado en 50 µg/m³ durante 24 horas.

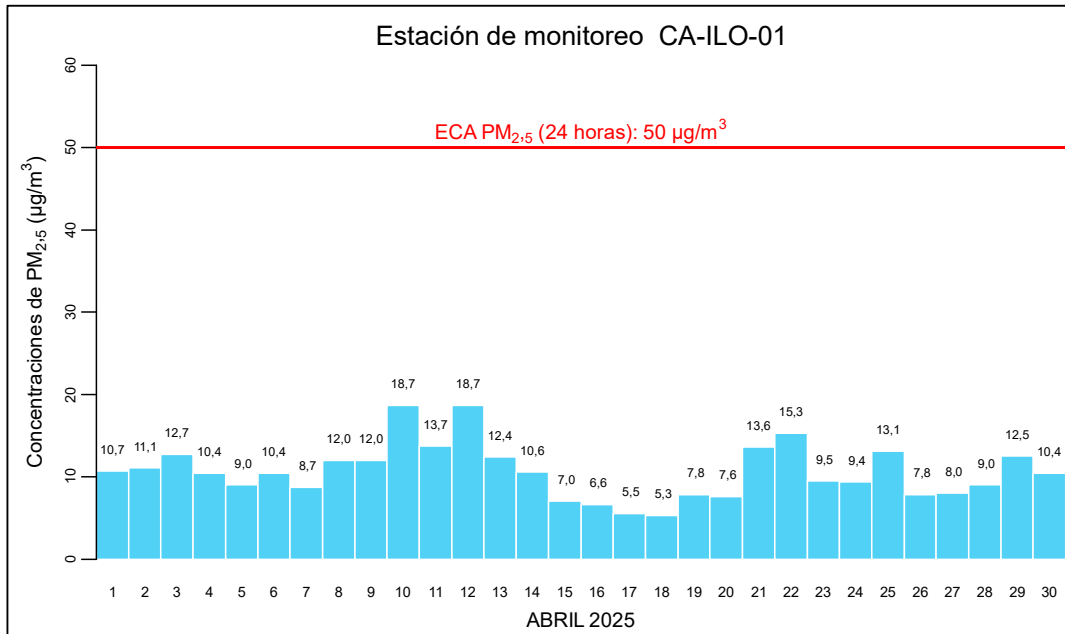


Figura 3.2.1. Concentraciones de PM_{2,5} durante 24 horas en la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), abril de 2025

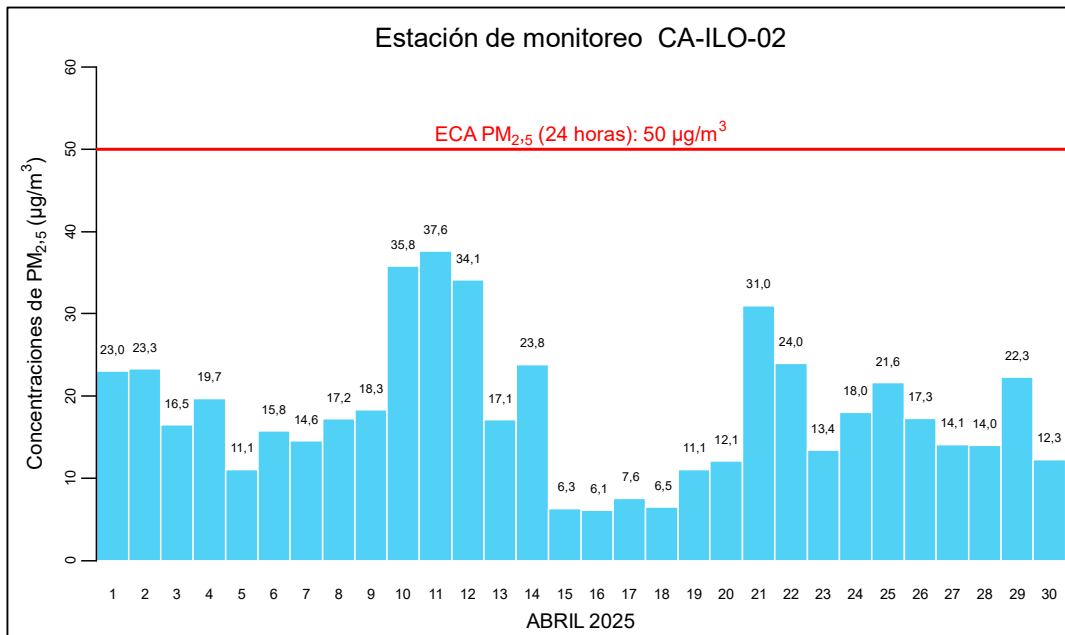


Figura 3.2.2. Concentraciones de PM_{2,5} durante 24 horas en la estación de monitoreo Ilo – Pacocha (CA-ILO-02), abril de 2025

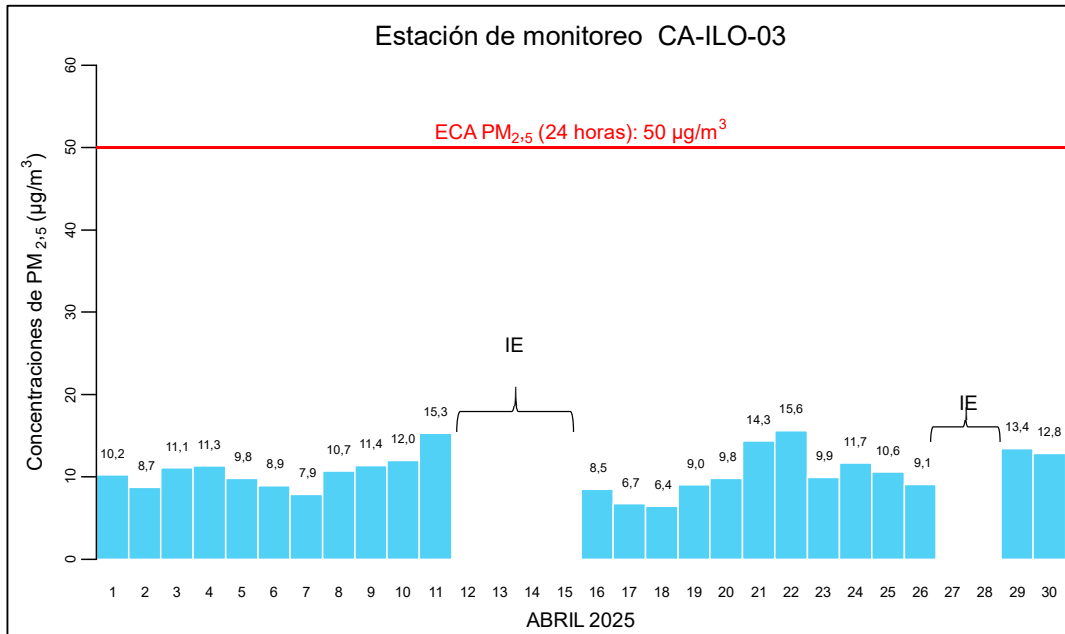


Figura 3.2.3. Concentraciones de PM_{2,5} durante 24 horas en la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), abril de 2025

IE: Interrupción eléctrica

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 Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), Ilo – Pacocha (CA-ILO-02) e Ilo - José Pardo (CA-ILO-03) del mes de abril de 2025. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para aire de PM₁₀ (100 µg/m³ en 24 horas).

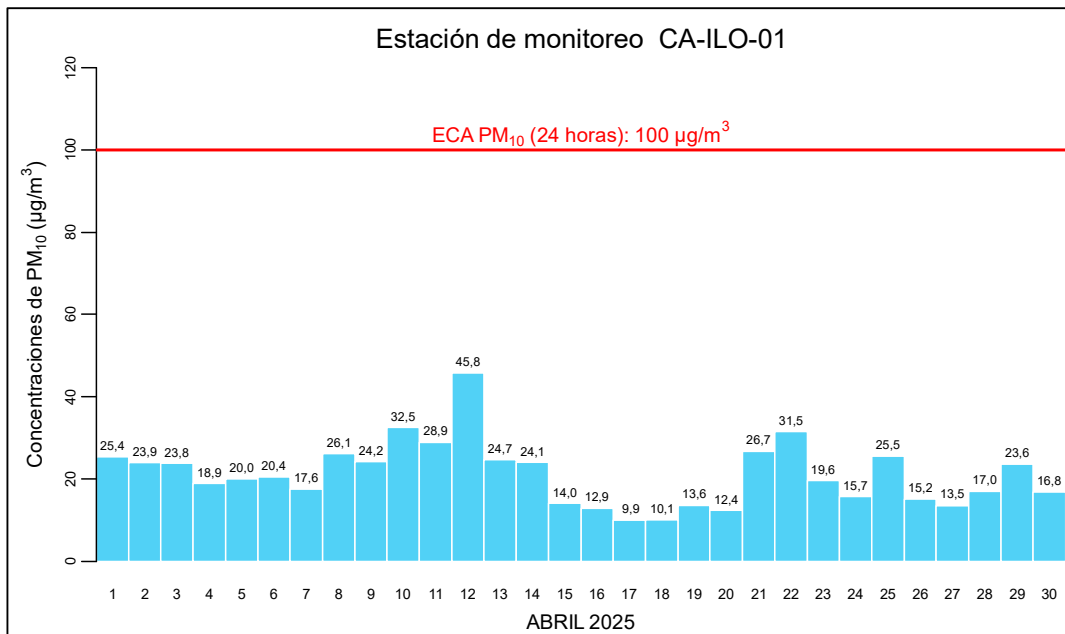


Figura 3.3.1. Concentraciones de PM₁₀ durante 24 horas en la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), abril de 2025

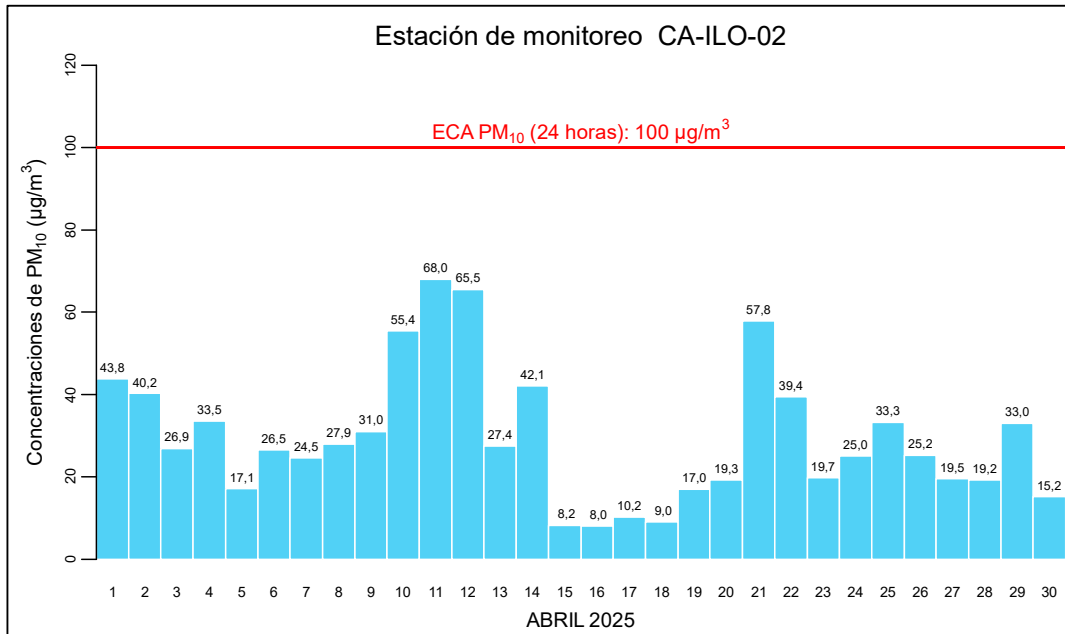


Figura 3.3.2. Concentraciones de PM₁₀ durante 24 horas en la estación de monitoreo Ilo – Pacocha (CA-ILO-02), abril de 2025

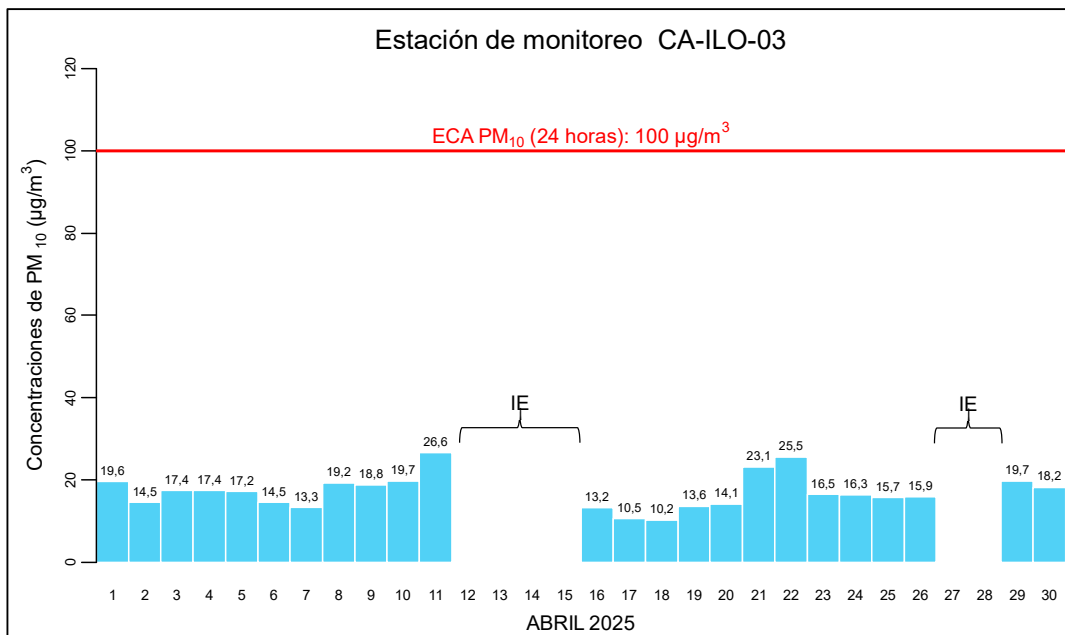


Figura 3.3.3. Concentraciones de 24 horas de PM₁₀ en la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), abril de 2025

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 Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), Ilo – Pacocha (CA-ILO-02) e Ilo - José Pardo (CA-ILO-03) durante abril de 2025. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para SO₂ (250 µg/m³ en 24 horas).

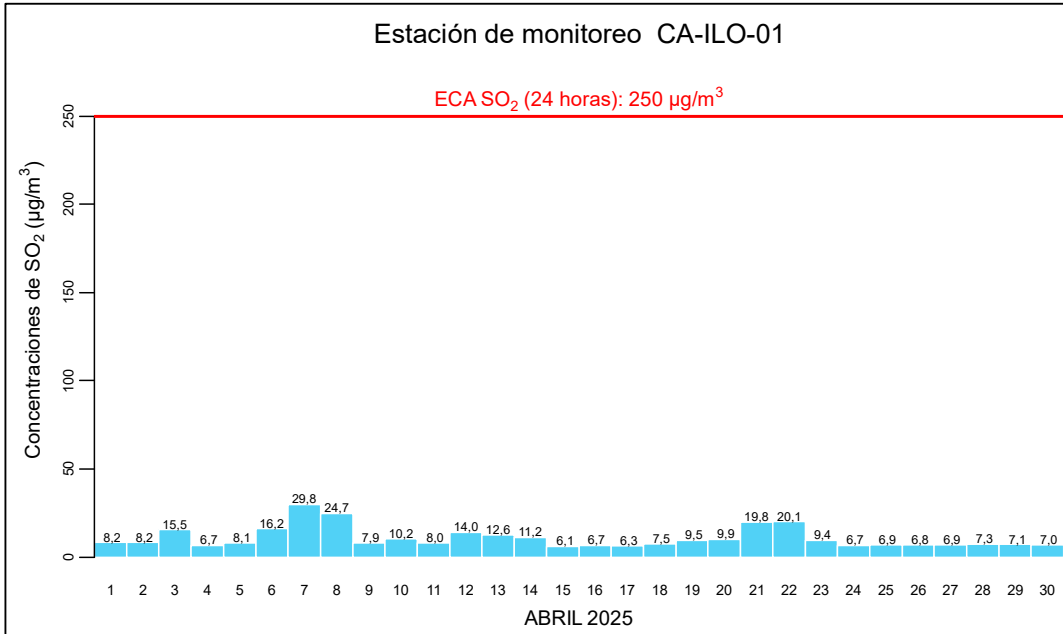


Figura 3.4.1. Concentraciones de SO₂ durante 24 horas en la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), abril de 2025

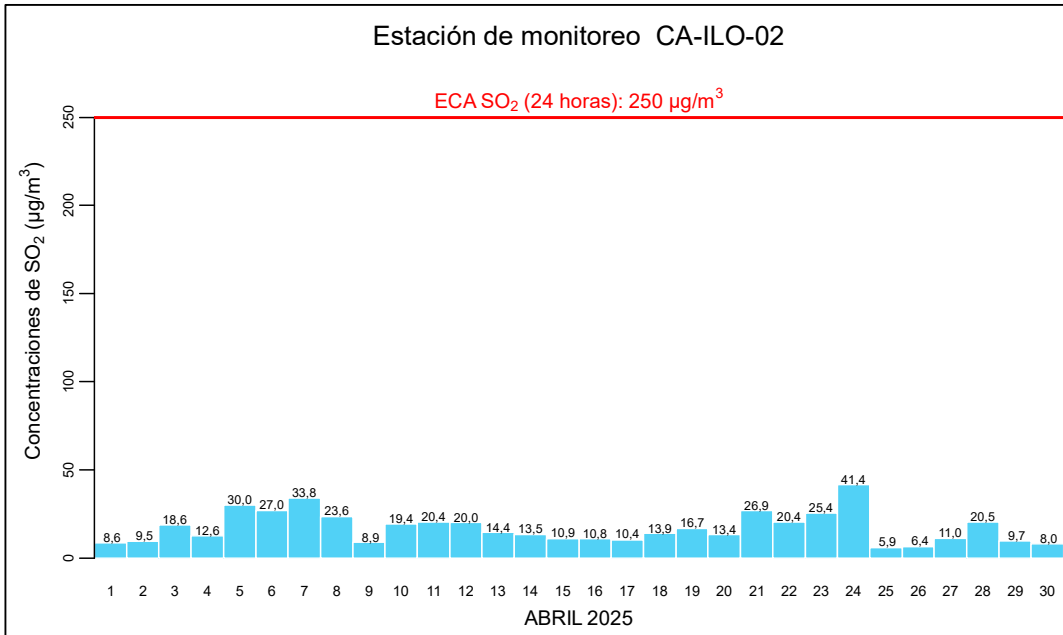


Figura 3.4.2. Concentraciones de SO₂ durante 24 horas en la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), abril de 2025

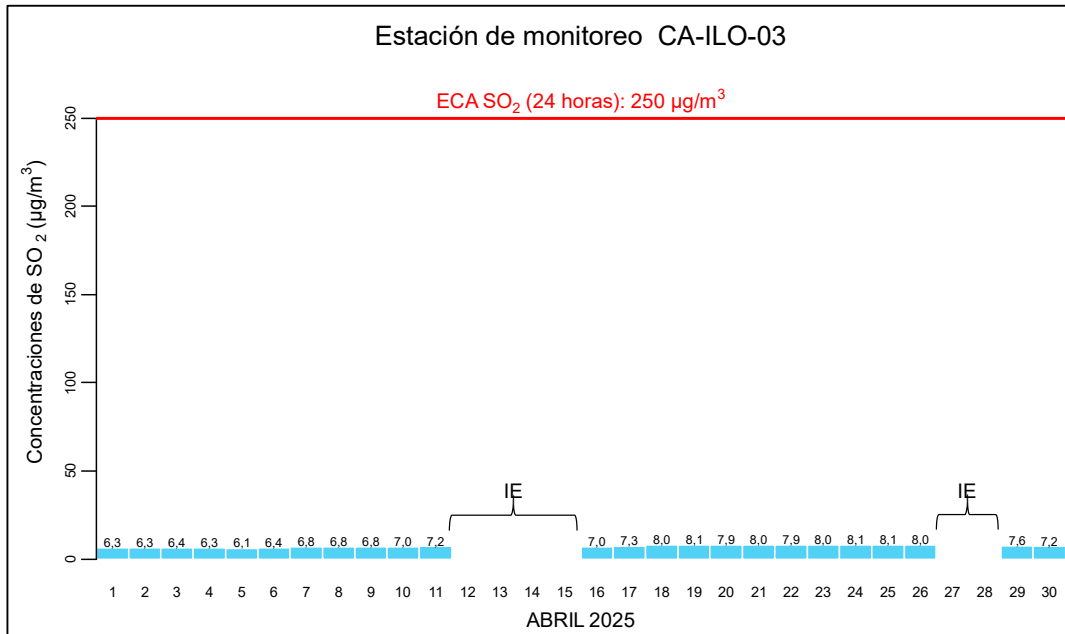


Figura 3.4.3. Concentraciones de SO₂ durante 24 horas en la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), abril de 2025

IE: Interrupción eléctrica

3.5 Sulfuro de hidrógeno (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 Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), Ilo – Pacocha (CA-ILO-02) e Ilo - José Pardo (CA-ILO-03) de abril de 2025. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para aire de H₂S (150 µg/m³ en 24 horas).

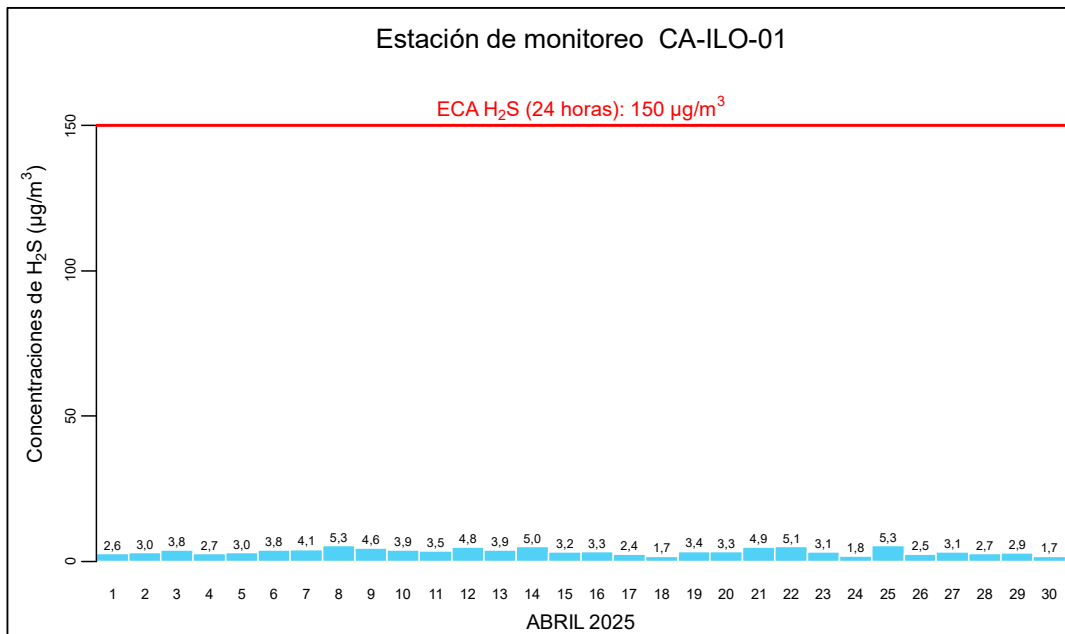


Figura 3.5.1. Concentraciones de H₂S durante 24 horas en la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), abril de 2025

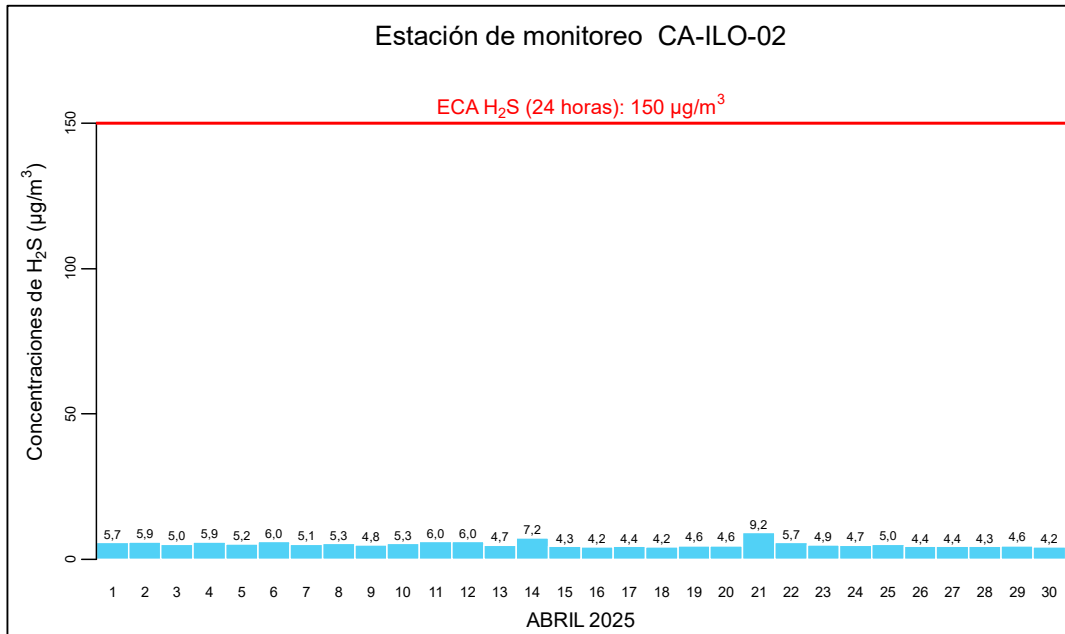


Figura 3.5.2. Concentraciones de H₂S durante 24 horas en la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), abril de 2025

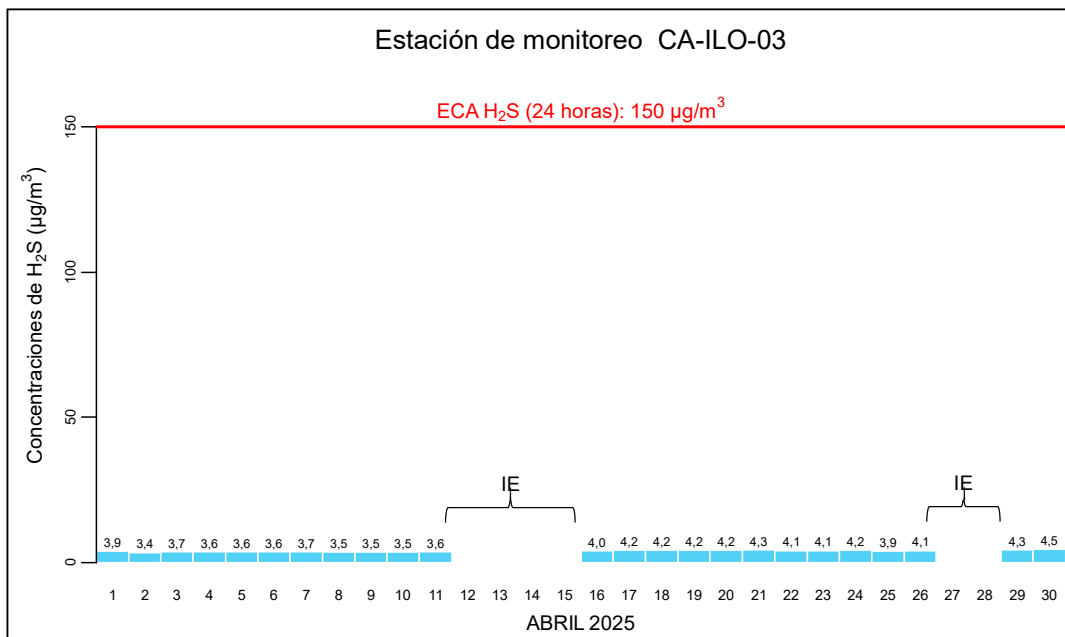


Figura 3.5.3. Concentraciones de H₂S durante 24 horas en la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), abril de 2025

IE: Interrupción eléctrica

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 Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01) e Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) de abril de 2025. Además, se observa que todas las concentraciones horarias no excedieron el ECA para NO₂ (200 µg/m³ en 1 hora).

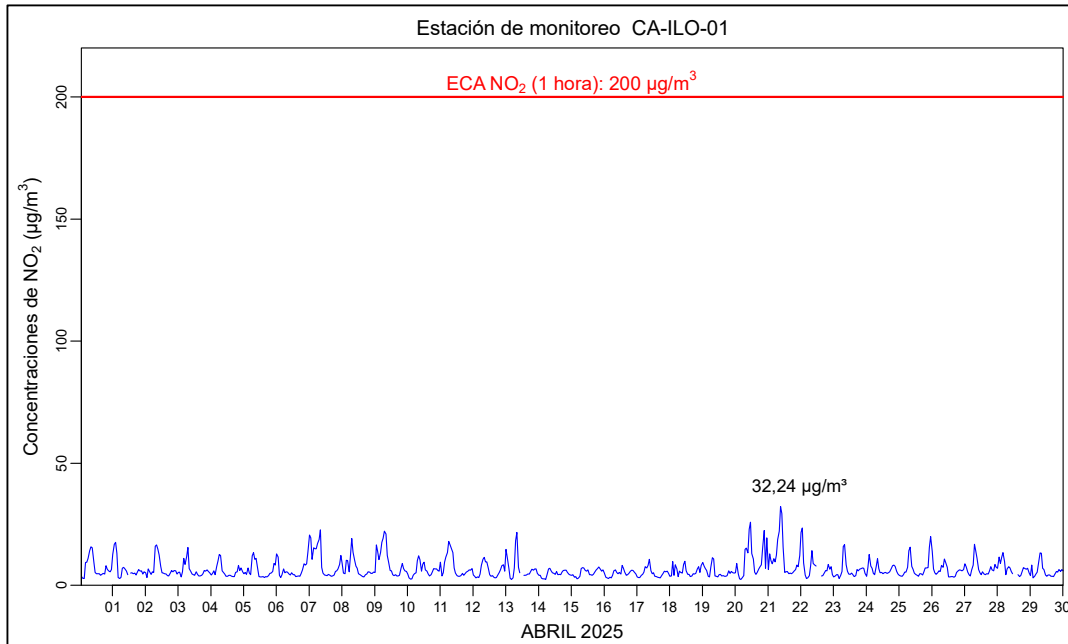


Figura 3.6.1. Concentraciones de horarias de NO₂ en la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), abril de 2025.

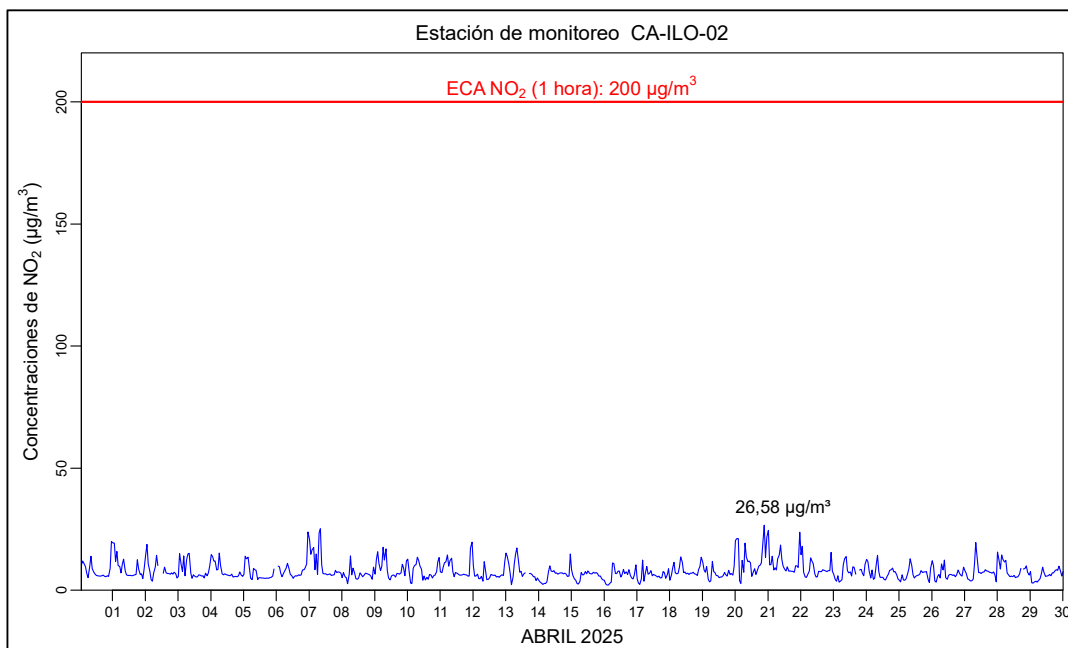


Figura 3.6.2. Concentraciones de horarias de NO₂ en la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), abril de 2025.

3.7 Monóxido de carbono (CO)

En las **Figuras 3.7.1 y 3.7.2** se presentan los diagramas de cajas por hora de las concentraciones horarias de CO correspondiente a las estaciones de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) e Ilo - José Pardo (CA-ILO-03) de abril de 2025. Además, se observa que todas las concentraciones horarias no excedieron el ECA para CO ($30000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 1 hora).

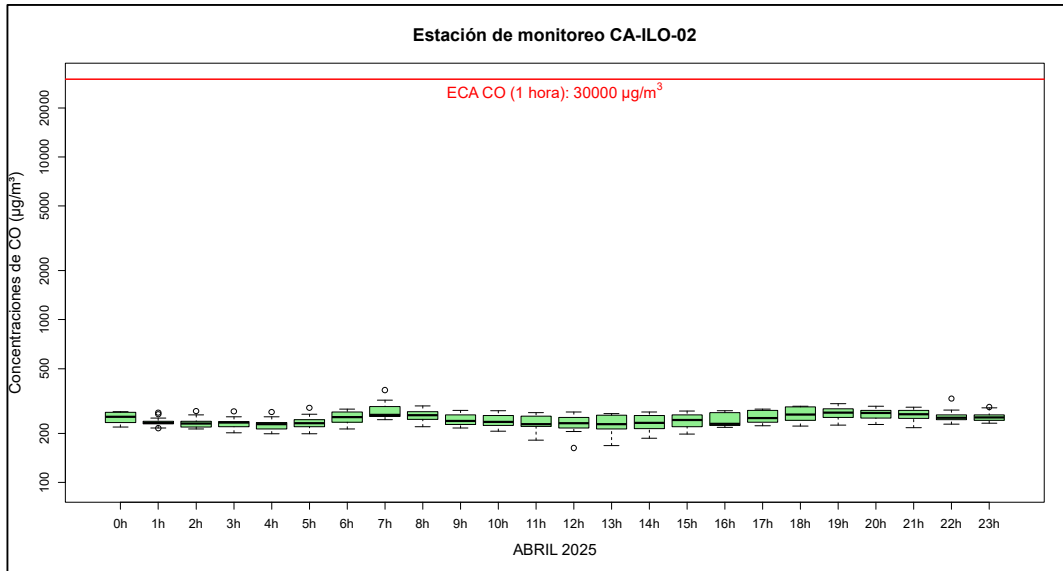


Figura 3.7.1. Concentraciones horarias de CO en la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), abril de 2025

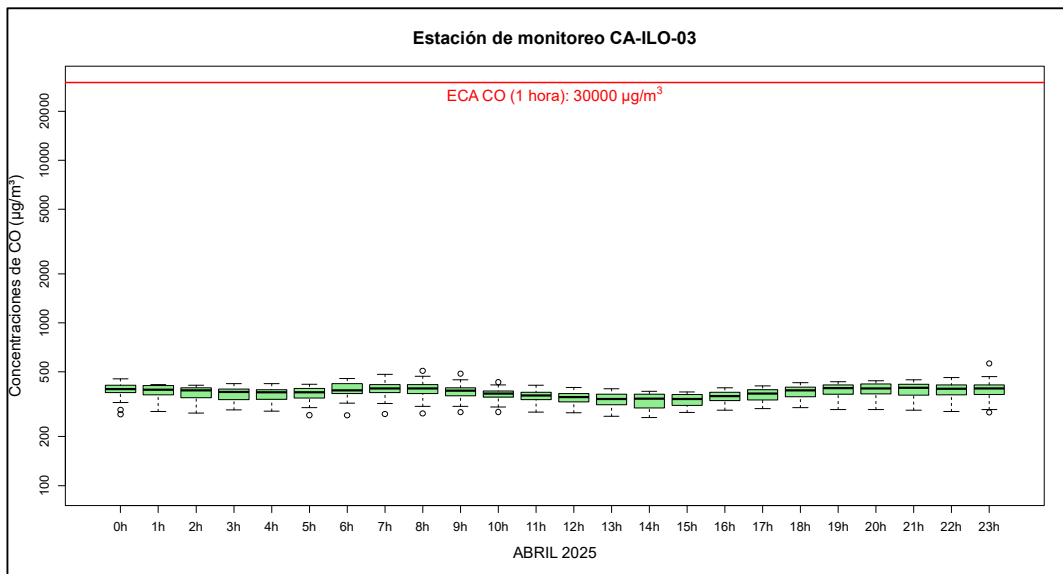


Figura 3.7.2. Concentraciones horarias de CO en la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), abril de 2025

En las **Figura 3.7.3 y 3.7.4** se presentan los diagramas de cajas por hora de las concentraciones móviles de 8 horas de CO, correspondiente a las estaciones de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) e Ilo - José Pardo (CA-ILO-03) de abril de 2025. 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).

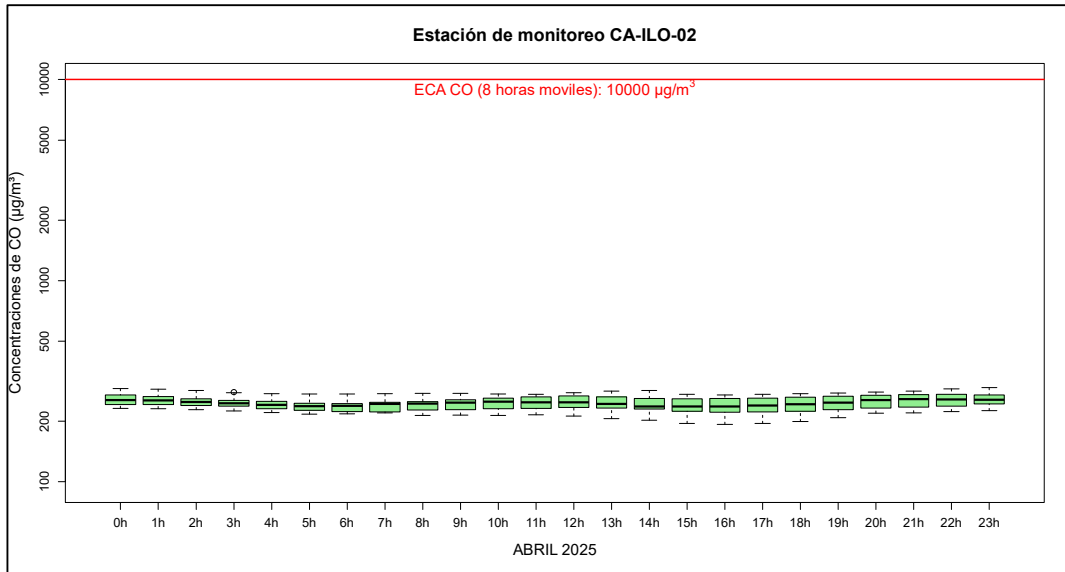


Figura 3.7.3. Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), abril de 2025

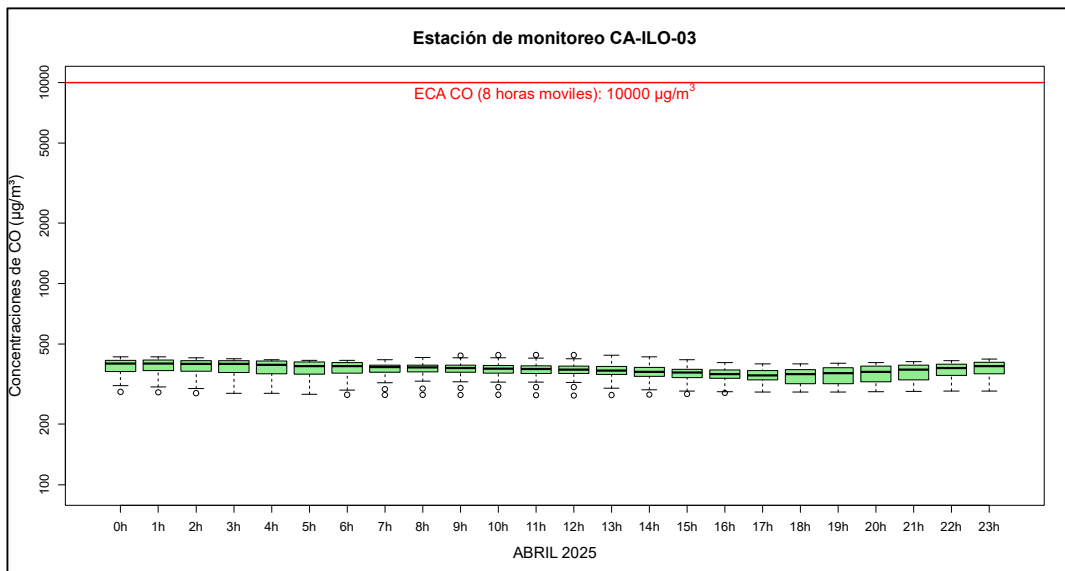


Figura 3.7.4. Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), abril de 2025

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 concentración de PM_{2,5} de las estaciones de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) e Ilo - José Pardo (CA-ILO-03) respectivamente, del mes de abril de 2025.

En la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), se observa que el 29,9 % de los vientos vienen de la dirección predominante sursureste y corresponden a un rango de 0 a 25 µg/m³ de concentración de PM_{2,5}. También se observa que el 0,8 % de los vientos vienen de la dirección noroeste 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 noroeste tomando como referencia a la estación Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), tal y como se muestra en la figura 3.8.1.a.

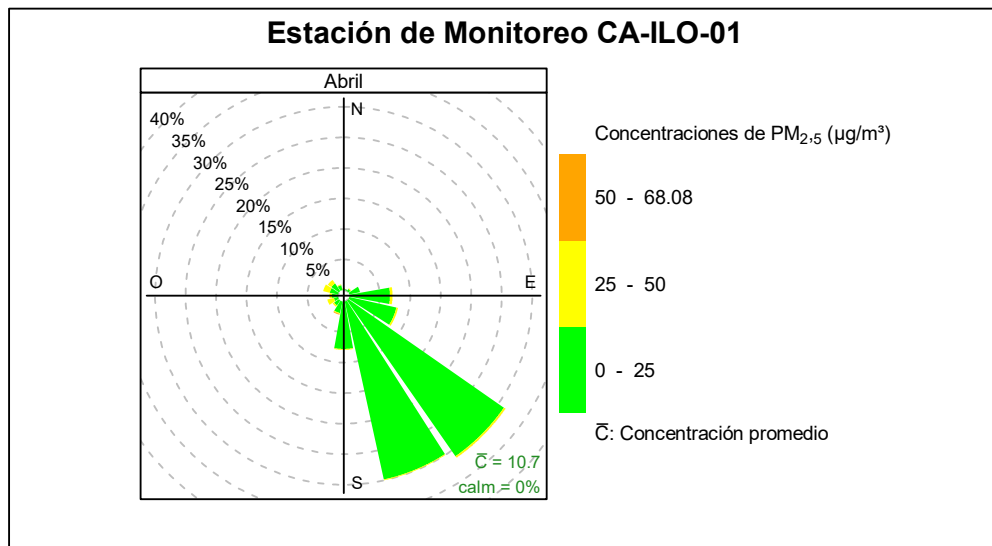


Figura 3.8.1. Rosa de concentración del PM_{2,5} en la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), abril de 2025

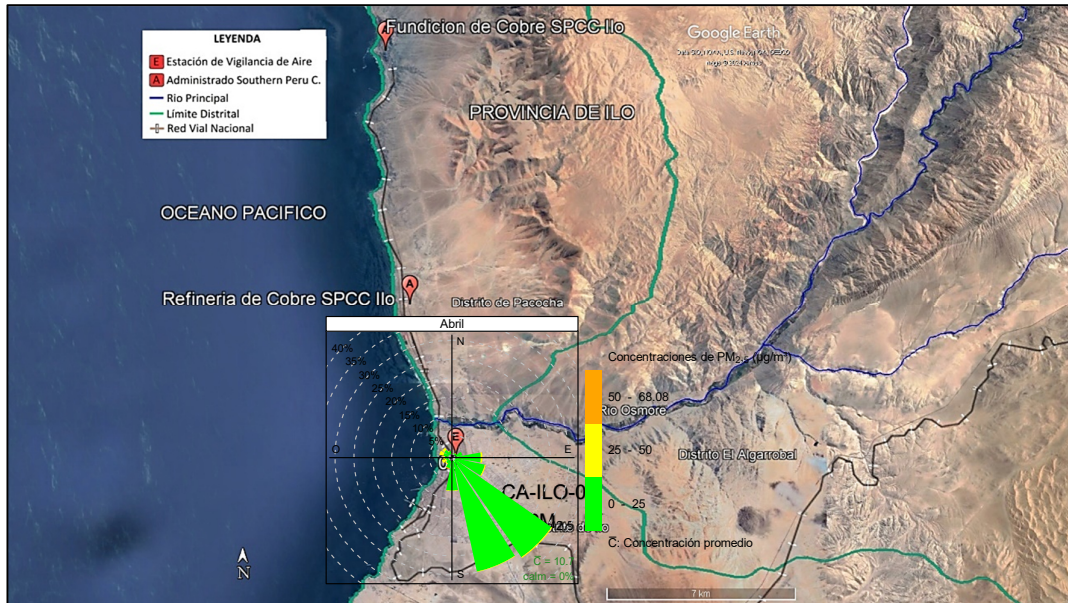


Figura 3.8.1.a. Ubicación de la estación Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01) respecto al administrado *Southern Perú Copper Corporation*

En la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), se observa que el 0,1 % de los vientos vienen de la dirección predominante sursureste y corresponden a concentraciones mayores a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el 0,1 % de los vientos vienen de la dirección sursureste y corresponden a un rango de 50 a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el 0,4 % de los vientos vienen de la dirección sursureste y corresponden a un rango de 25 a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y el 21,0 % de los vientos vienen de la dirección sursureste 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 0,1 % de los vientos vienen de la dirección nornoroeste y corresponden a concentraciones mayores a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el 0,8 % de los vientos vienen de la dirección nornoroeste y corresponden a un rango de 50 a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el 1,0 % de los vientos vienen de la dirección nornoroeste y corresponden a un rango de 25 a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y el 0,3 % de los vientos vienen de la dirección nornoroeste 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 nornoroeste tomando como referencia a la estación Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), tal y como se muestra en la figura 3.8.2.a.

Cabe mencionar que, las concentraciones mayores a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con una mayor frecuencia, tienden a provenir del oeste y noroeste, desde donde son transportados aerosoles marinos, en vista que, en esas direcciones se encuentra el mar, tomando como referencia a la estación Ilo - Pacocha (CA-ILO-02).

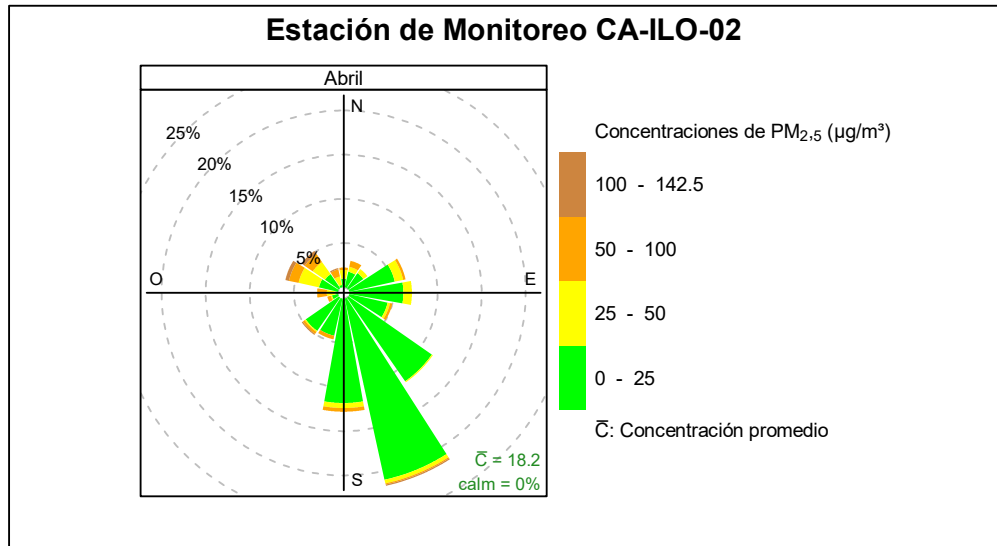


Figura 3.8.2. Rosa de concentración del PM_{2,5} en la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), abril del 2025



Figura 3.8.2.a. Ubicación de la estación Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) respecto al administrado *Southern Peru Copper Corporation*

En la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), se observa que el 0,4 % de los vientos vienen de la dirección predominante sur y corresponden a concentraciones mayores a 25 µg/m³ y el 41,9 % de los vientos vienen de la dirección sur y corresponden a un rango de 0 a 25 µg/m³ de concentración de PM_{2,5}. También se observa que el 0,1 % 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 Peru Copper Corporation* (SPCC) se encuentra hacia el nornoroeste tomando como referencia a la estación Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), tal y como se muestra en la figura 3.8.3.a.

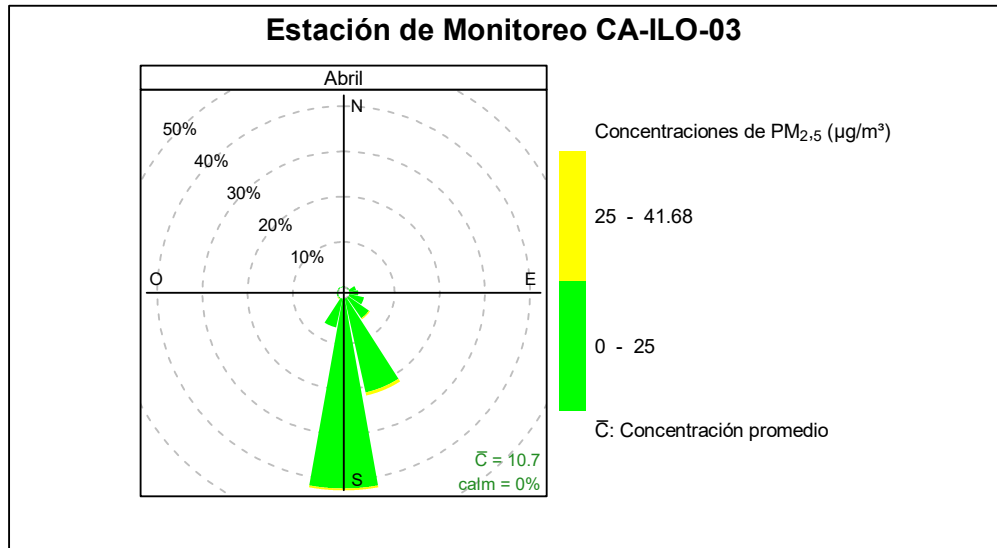


Figura 3.8.3. Rosa de concentración de PM_{2,5} en la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), abril del 2025

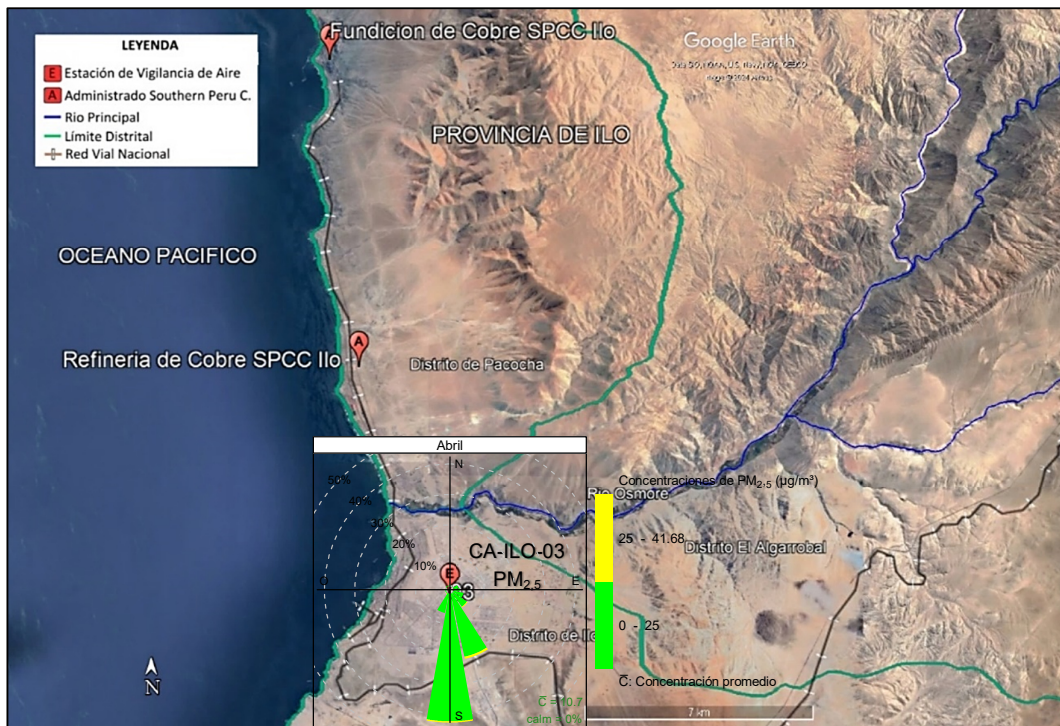


Figura 3.8.3.a. Ubicación de la estación Ilo - José Pardo (CA-ILO-03) respecto al administrado *Southern Peru Copper Corporation*

En las Figuras 3.8.4, 3.8.5 y 3.8.6 se presentan las rosas de concentración horaria de PM_{2,5} de las estaciones de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) e Ilo - José Pardo (CA-ILO-03) respectivamente, de abril de 2025.

En la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), se observa que, durante el horario nocturno y de madrugada, los vientos provenientes del nornoroeste muestran concentraciones incluso mayores de 40 µg/m³ y en las primeras horas al amanecer 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.

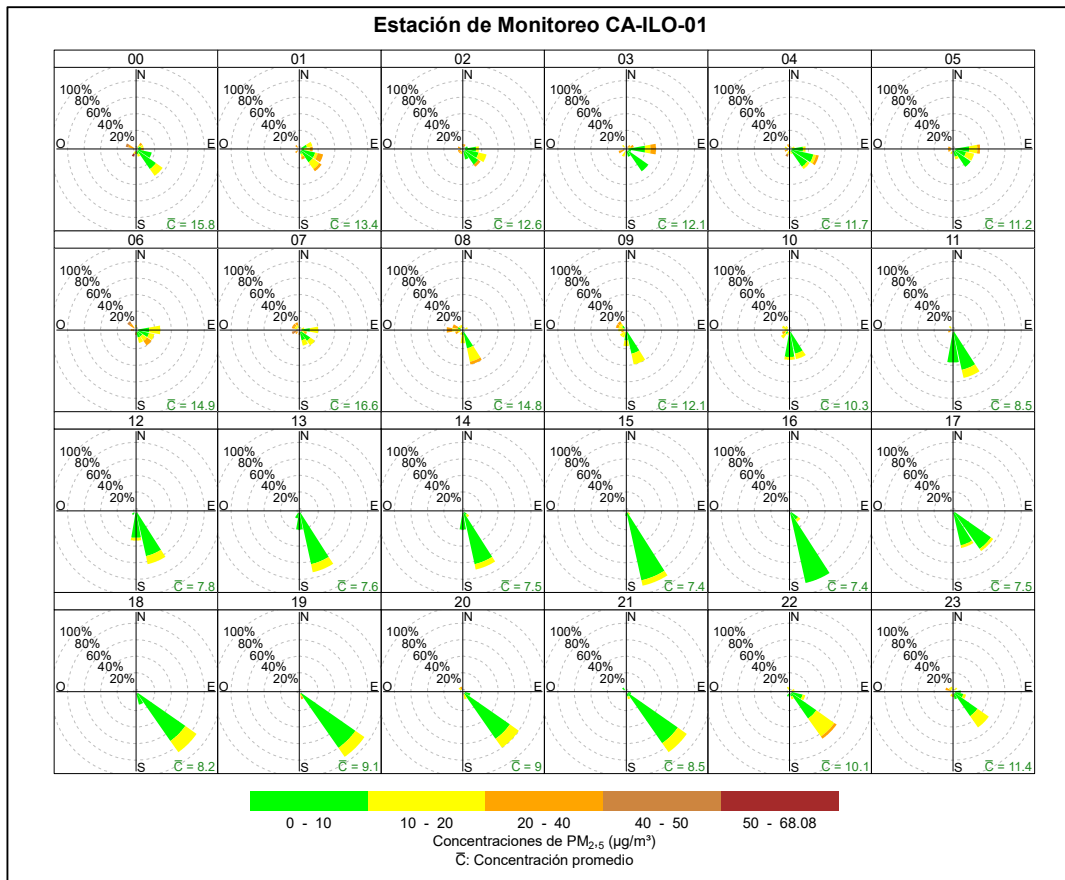


Figura 3.8.4. Rosa de concentración horaria de $\text{PM}_{2.5}$ en la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), abril de 2025

En la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), se observa que, durante el horario nocturno y de madrugada, los vientos provenientes del noroeste muestran concentraciones mayores de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y en algunos momentos de la madrugada son mayores a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, coincidente con las bajas velocidades de viento (del tipo calma y ventolinas normalmente) en ese horario y provenientes de la dirección mencionada. Y entre las 7:00 y 8:00 horas se mantienen altas concentraciones, incluso mayores a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que coinciden con los vientos del tipo calma y ventolinas provenientes del oestenoeste y oeste.

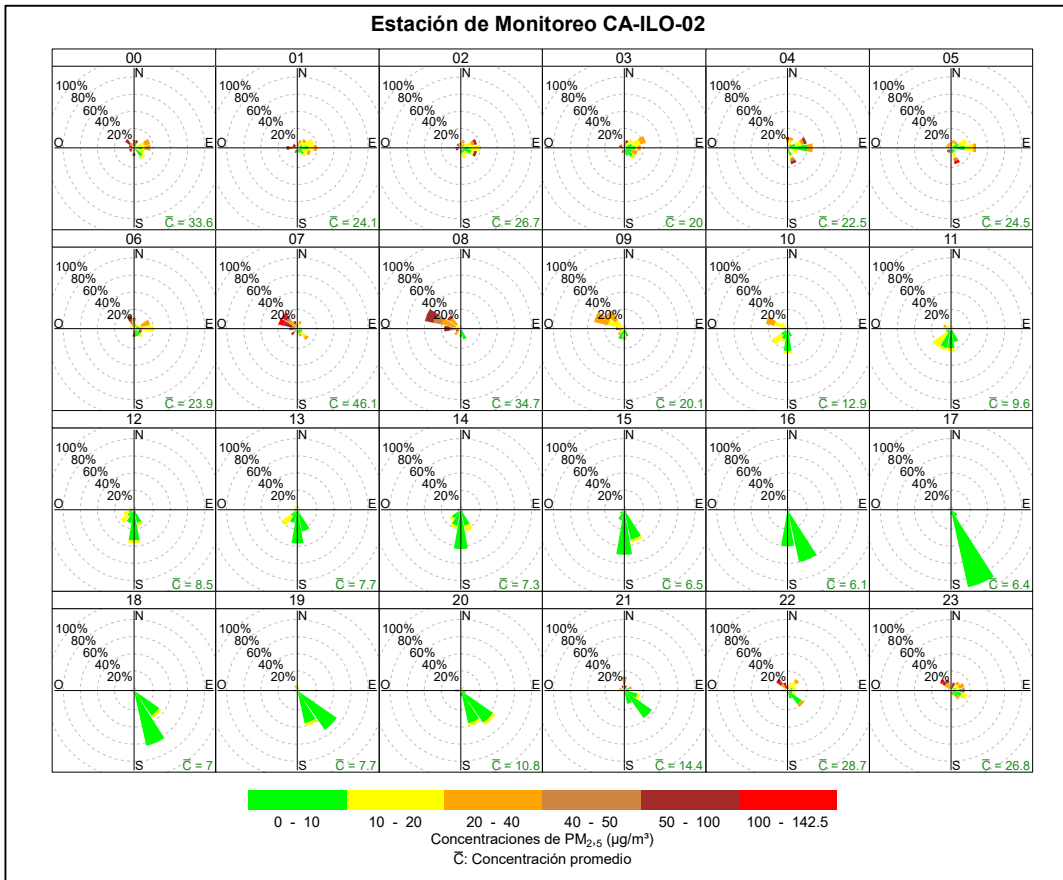


Figura 3.8.5. Rosa de concentración horaria del PM_{2.5} en la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), abril de 2025

En la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), se observa que, hay una mayor frecuencia de concentraciones mayores a 20 µg/m³ que coinciden con los vientos del sur, sobre todo durante la madrugada.

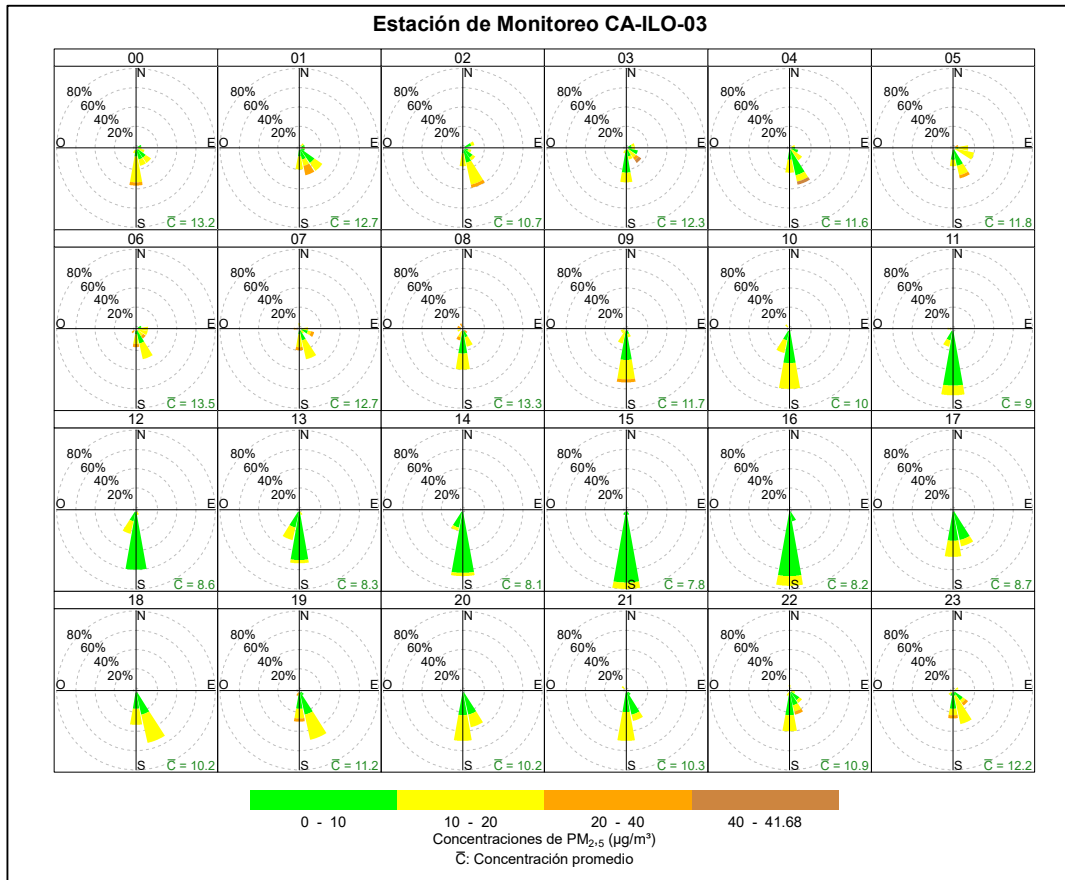


Figura 3.8.6. Rosa de concentración horaria de PM_{2.5} en la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), abril de 2025

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 concentración de PM₁₀ de las estaciones de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) e Ilo - José Pardo (CA-ILO-03) respectivamente, del mes de abril de 2025.

En la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), se observa que, el 1,1% de los vientos provienen de la dirección predominante sursureste y coinciden con concentraciones mayores a 50 µg/m³, el 3,1% de los vientos provienen de la dirección sursureste y coinciden con el rango de 25 hasta 50 µg/m³ y el 25,8% de los vientos provienen de la dirección sursureste y coinciden con el rango de 0 hasta 25 µg/m³ de PM₁₀.

También se observa que, el 0,3% de los vientos provienen de la dirección nornoroeste y coinciden con concentraciones mayores a 50 µg/m³, el 0,6% de los vientos provienen de la dirección nornoroeste y coinciden con el rango de 25 hasta 50 µg/m³ y el 0,1% de los vientos provienen de la dirección nornoroeste y coinciden con el rango de 0 hasta 25 µg/m³ de PM₁₀. 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 Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), tal y como se muestra en la figura 3.8.7.a.

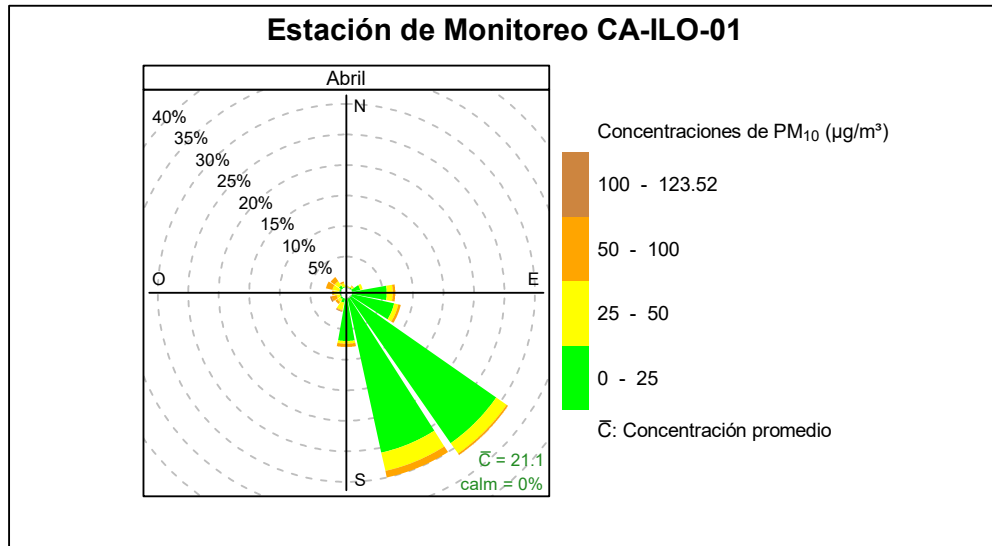


Figura 3.8.7. Rosa de concentración de PM₁₀ en la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), abril de 2025

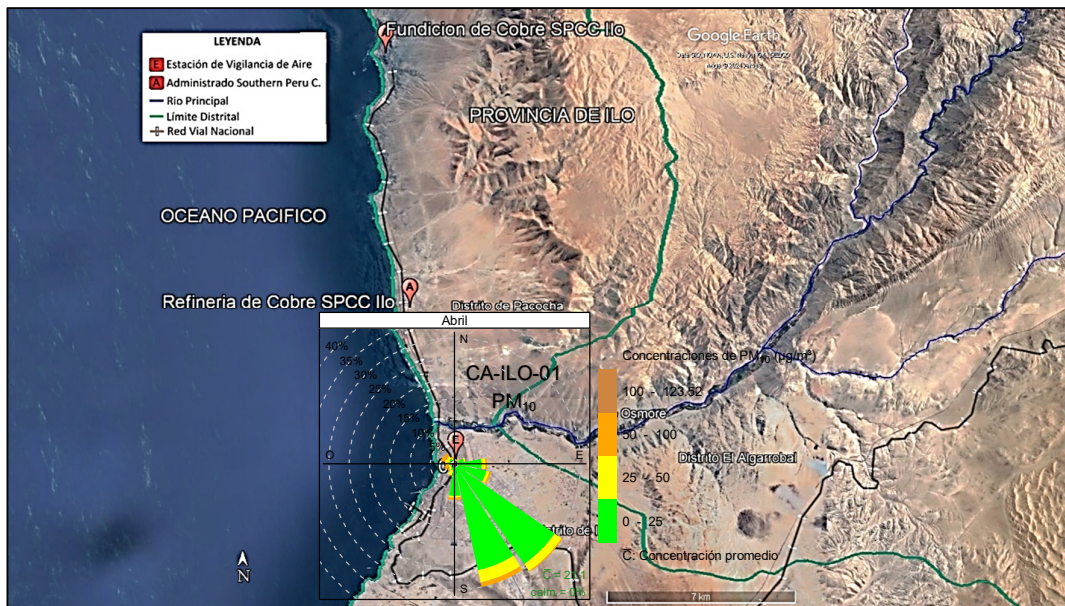


Figura 3.8.7.a. Ubicación de la estación Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01) respecto al administrado Southern Peru Copper Corporation

En la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), se observa que, el 0,1% de los vientos provienen de la dirección sursureste y coinciden con concentraciones mayores a 200 µg/m³, el 0,1% de los vientos provienen de la dirección sursureste y coinciden con el rango de 100 hasta 200 µg/m³, el 0,4% de los vientos provienen de la dirección sursureste y coinciden con el rango de 50 hasta 100 µg/m³, el 0,7% de los vientos provienen de la dirección sursureste y coinciden con el rango de 25 hasta 50 µg/m³ y el 20,3% de los vientos provienen de la dirección sursureste 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 concentraciones mayores a 200 µg/m³, el 1,3% de los vientos provienen de la dirección nornoroeste y coinciden con el rango de 50 hasta 100 µg/m³ y el 0,4% de los

vientos provienen de la dirección nornoroeste y coinciden con el rango de 25 hasta 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), tal y como se muestra en la figura 3.8.8.a.

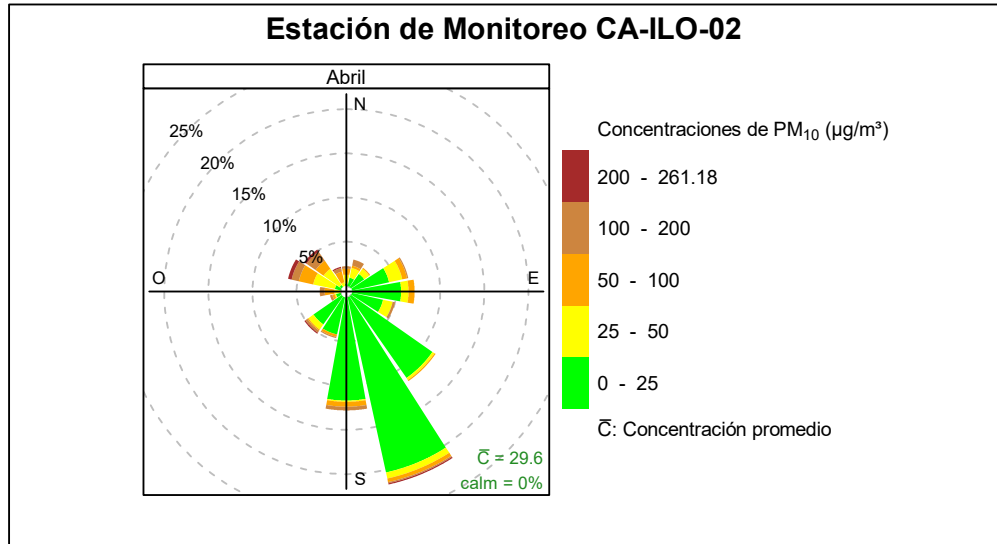


Figura 3.8.8. Rosa de concentración de PM_{10} en la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), abril de 2025

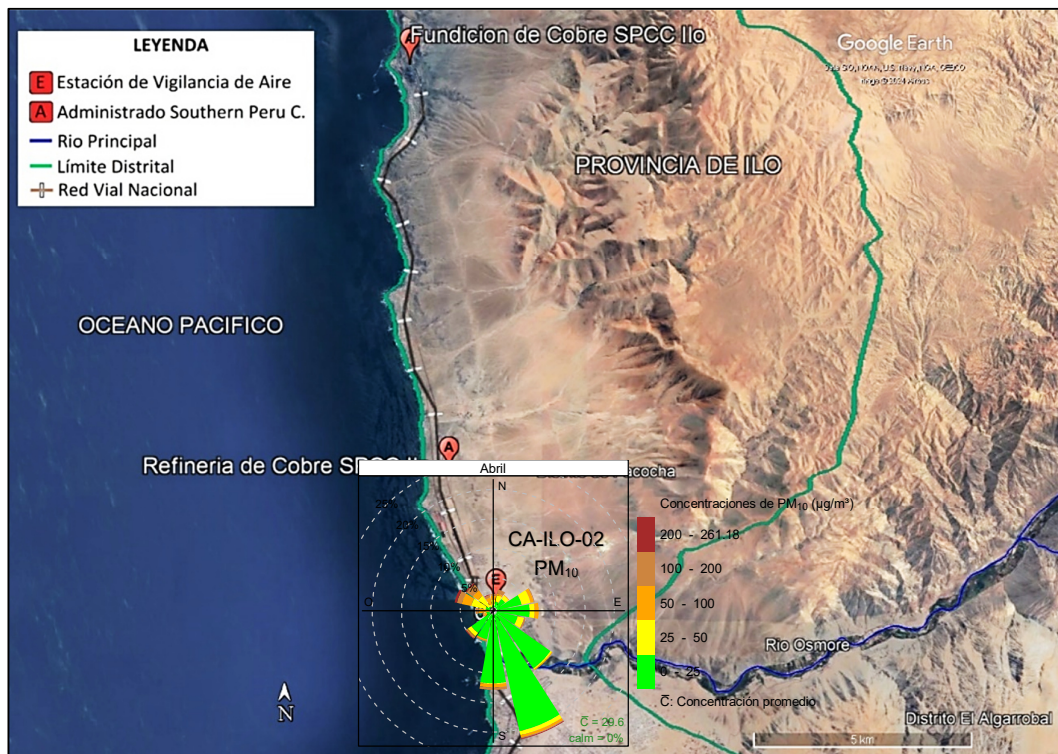


Figura 3.8.8.a. Ubicación de la estación Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) respecto al administrado *Southern Peru Copper Corporation*

En la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), se observa que, el 0,1% de los vientos provienen de la dirección predominante sur y coinciden con concentraciones mayores a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el 2,8% de los vientos provienen de la dirección predominante sur y coinciden con el rango de 25 hasta $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y el 39% de los vientos provienen de la dirección sur y coinciden con el rango de 0 hasta $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de las concentraciones de PM_{10} . También se observa que, el 0,1% de los vientos provienen de la dirección nornoroeste y presentan concentraciones en el rango de 25 hasta $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} . 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 Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), tal y como se muestra en la figura 3.8.9.a.

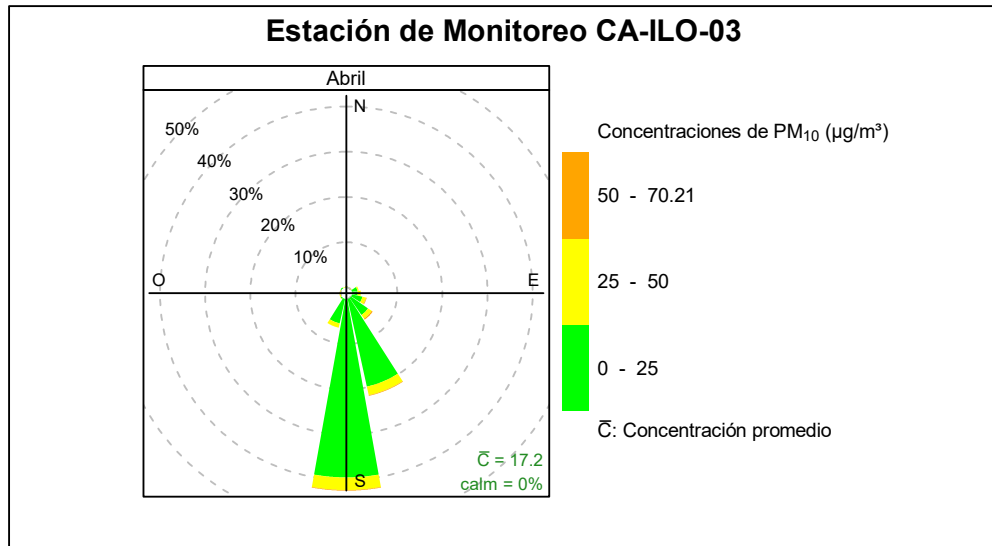


Figura 3.8.9. Rosa de concentración de PM_{10} en la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), abril de 2025

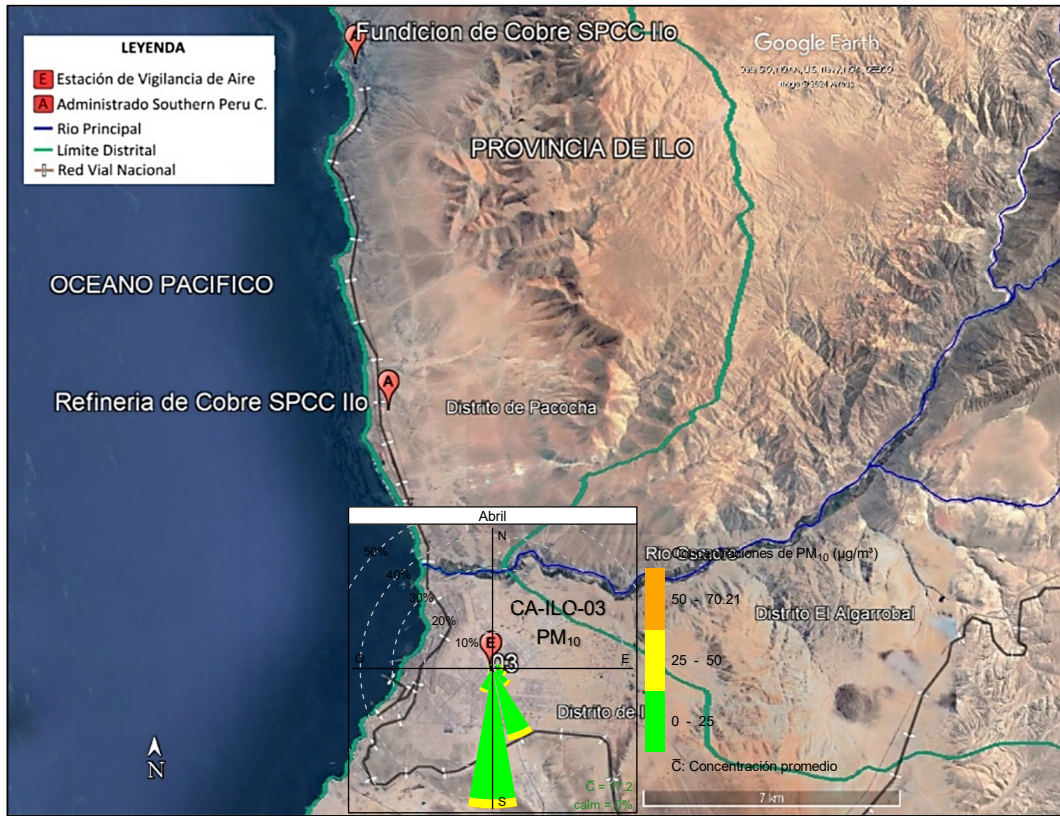


Figura 3.8.9.a. Ubicación de la estación Ilo - José Pardo (CA-ILO-03) respecto al administrado *Southern Peru Copper Corporation*

En las Figuras 3.8.10, 3.8.11 y 3.8.12 se presentan las rosas de concentración horaria de PM_{10} de las estaciones de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) e Ilo - José Pardo (CA-ILO-03) respectivamente, durante abril de 2025.

En la estación Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01) se observa que, durante el horario nocturno y de madrugada, aunque con muy poca frecuencia, los vientos provenientes del nornoroeste muestran concentraciones mayores de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, coincidente con las bajas velocidades de viento (ventolinás y brisas ligeras) en ese horario y provenientes de la dirección mencionada. Y entre las 6:00 y 8:00 horas se mantienen altas concentraciones, mayores a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} que coinciden con los vientos del tipo calma y ventolinás provenientes del noroeste, oestenoeste y oeste, desde donde se encuentra el mar.

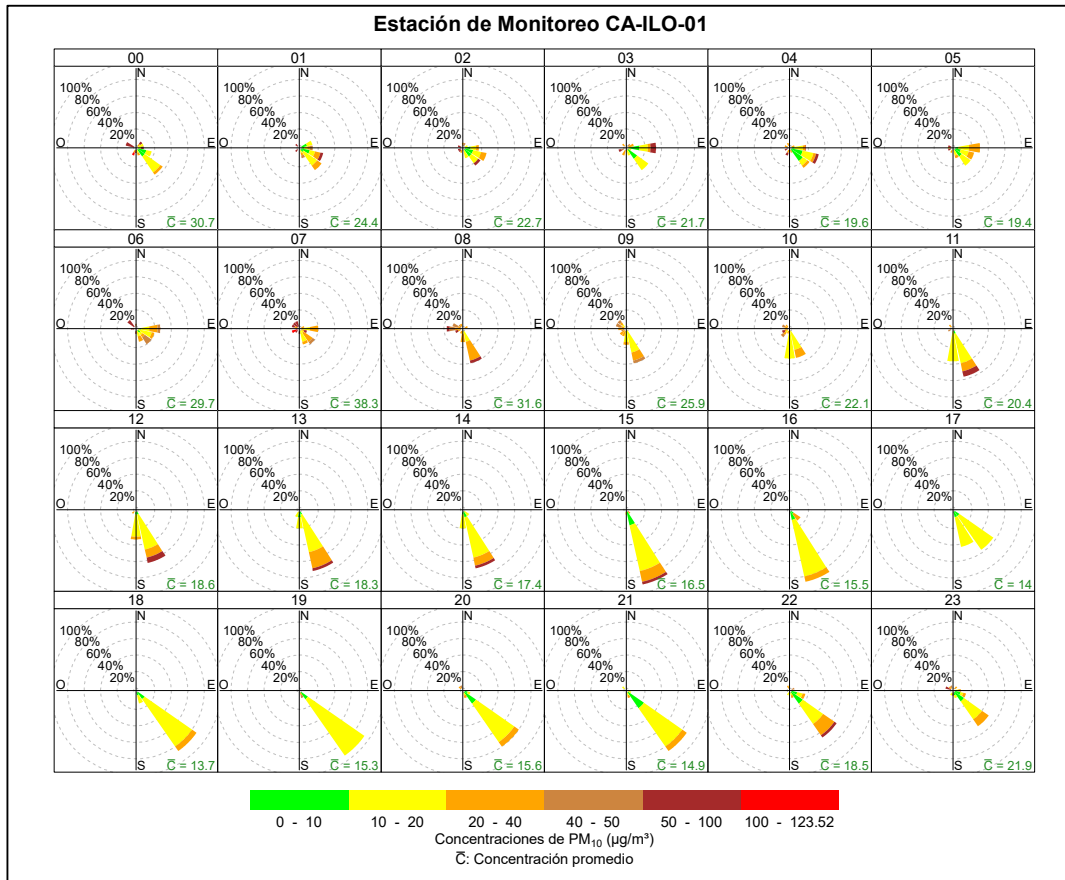


Figura 3.8.10. Rosa de concentración horaria de PM₁₀ en la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), abril de 2025

En la estación Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) se observa que, durante el horario nocturno y de madrugada, los vientos provenientes del nornoroeste muestran concentraciones de PM₁₀ mayores de 50 µg/m³ y en algunos momentos de la madrugada son mayores a 100 µg/m³, coincidente con las bajas velocidades de viento (ventolinas y brisas ligeras) en ese horario y provenientes de la dirección mencionada. Y entre las 7:00 y 8:00 horas se mantienen altas concentraciones, incluso mayores a 100 µg/m³ que coinciden con los vientos del tipo calma y ventolinas provenientes del oeste, oestenoroeste y noroeste, desde donde se encuentra el mar.

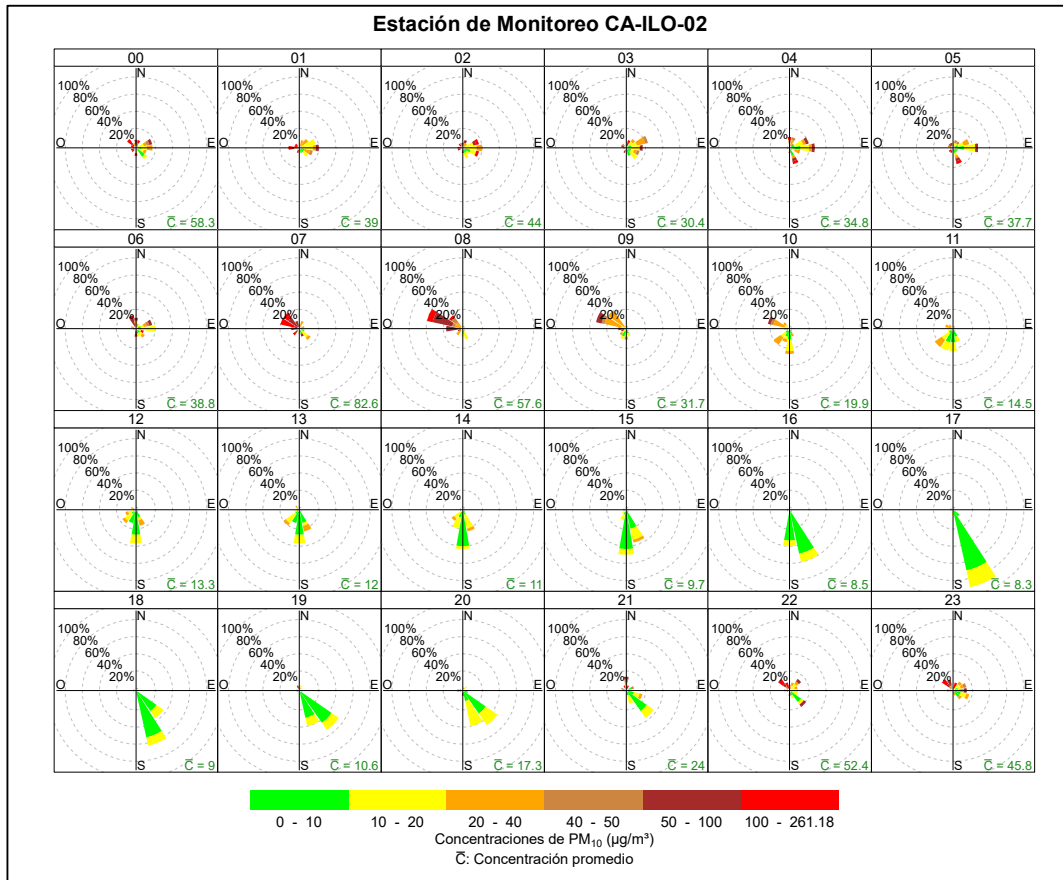


Figura 3.8.11. Rosa de concentración horaria del PM₁₀ en la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), abril de 2025

En la estación Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), se observa que, algunas horas de la noche, la madrugada y al amanecer, con una mayor frecuencia, los vientos provenientes del sur muestran concentraciones mayores de 40 µg/m³.

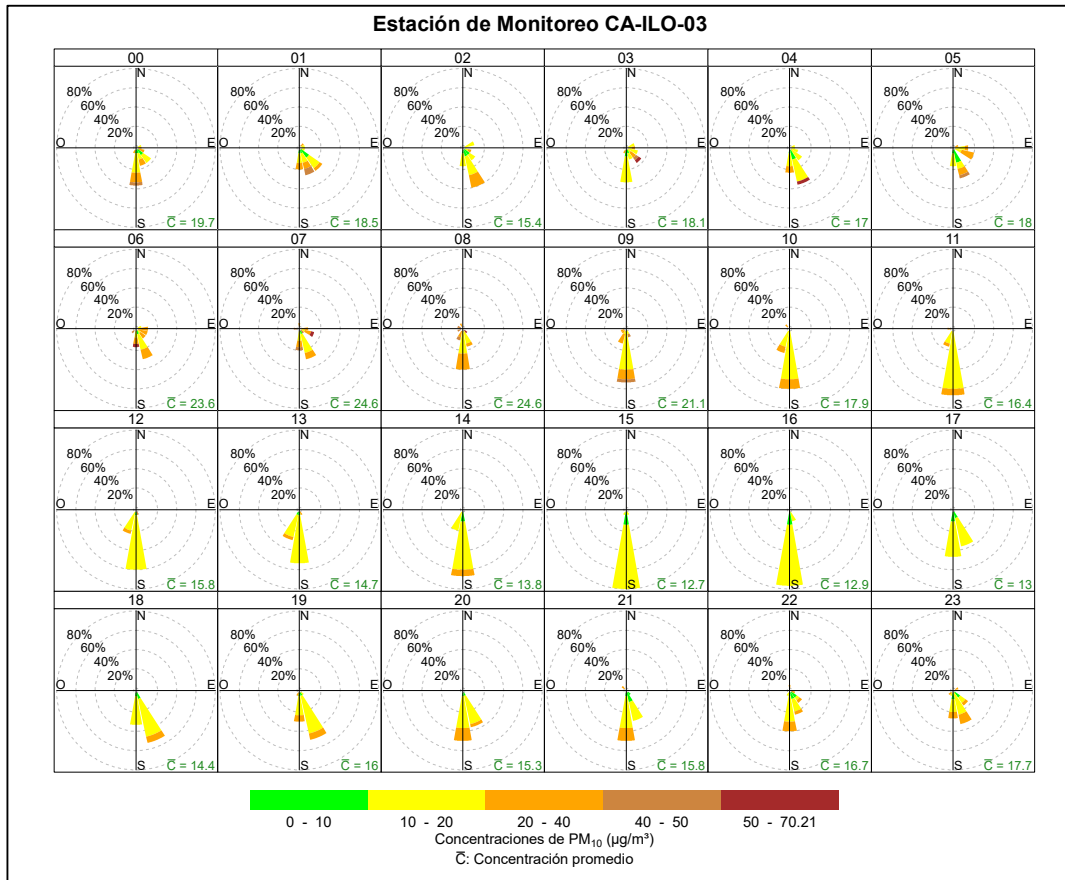


Figura 3.8.12. Rosa de concentración horaria de PM₁₀ en la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), abril de 2025

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 concentración de SO₂ de las estaciones de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) e Ilo - José Pardo (CA-ILO-03) respectivamente, de abril de 2025.

En la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), se observa que, en la dirección de viento predominante sursureste, el 0,3 % de los vientos coinciden con concentraciones mayores a 25 µg/m³ y el 28,6 % de los vientos coinciden con el rango del 5 al 10 µg/m³. Y se observa que en la dirección de viento nornoroeste, el 0,4 % de los vientos coinciden con concentraciones mayores a 25 µg/m³, el 0,3 % de los vientos coinciden con el rango del 20 al 25 µg/m³ y el 0,3 % de los vientos coinciden con el rango de 10 µg/m³ a 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 Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), tal y como se muestra en la figura 3.8.13.a.

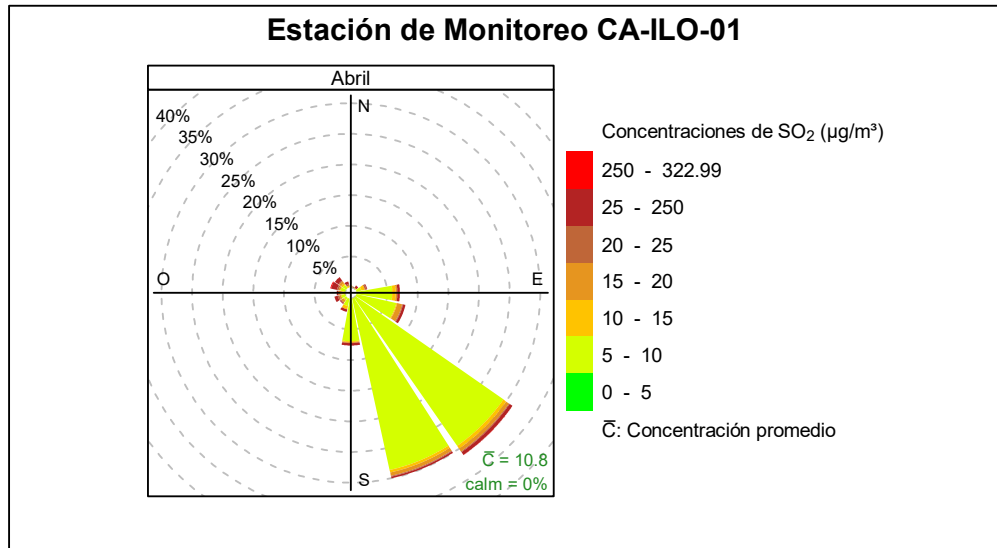


Figura 3.8.13. Rosa de concentración del SO₂ en la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), abril de 2025

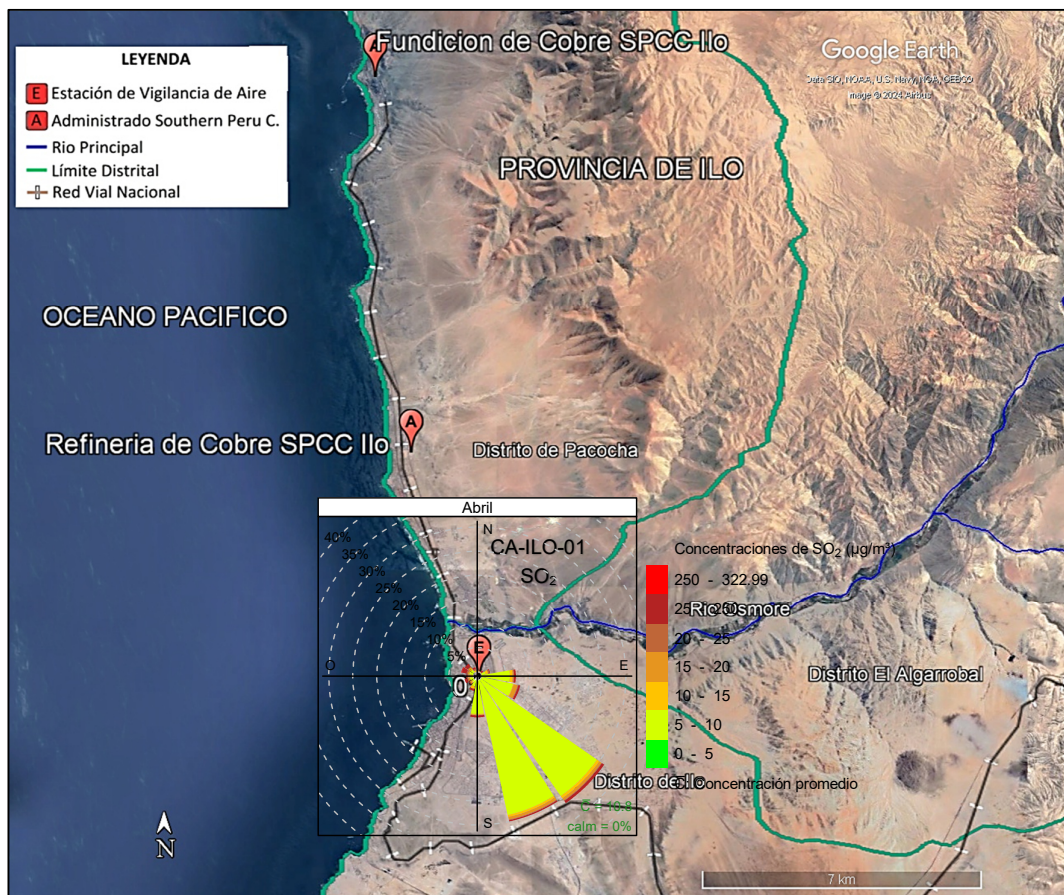


Figura 3.8.13.a. Ubicación de la estación Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01) respecto al administrado *Southern Peru Copper Corporation*

En la estación Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), se observa que, en la dirección predominante del sursureste, el 0,3% de los vientos caen en el rango de concentraciones mayores a 20 µg/m³ y el 19,9% de los vientos caen en el rango de 5 a 10 µg/m³. Y se observa que en la dirección

de viento nornoroeste, el 0,1 % de los vientos coinciden con concentraciones mayores a 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el 0,1 % de los vientos coinciden con el rango del 50 al 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el 1,3 % de los vientos coinciden con el rango del 20 al 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el 0,7 % de los vientos coinciden con el rango del 10 al 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. 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 Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), tal y como se muestra en la figura 3.8.14.a.

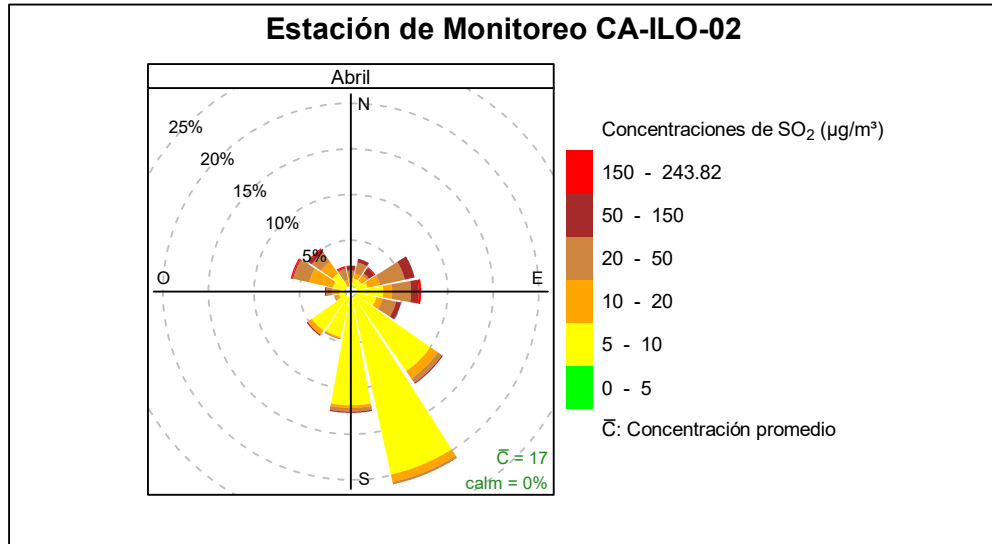


Figura 3.8.14. Rosa de concentración de SO_2 en la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), abril de 2025

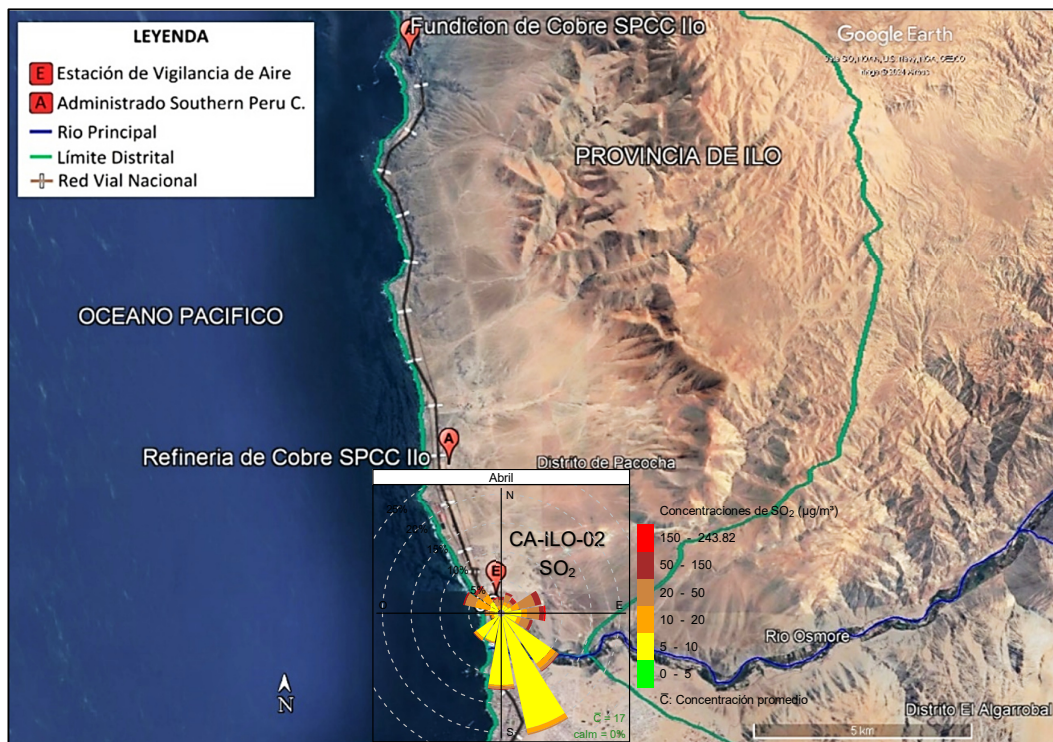


Figura 3.8.14.a. Ubicación de la estación Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) respecto al administrado *Southern Peru Copper Corporation*

Por otro lado, en la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), se observa que, en la dirección de mayor predominancia del sur, el 41,1% de los vientos coinciden con las concentraciones mayores a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Además, se observa que en la dirección nornoroeste: el 0,1% de los vientos coinciden con las concentraciones mayores a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), tal y como se muestra en la figura 3.8.15.a.

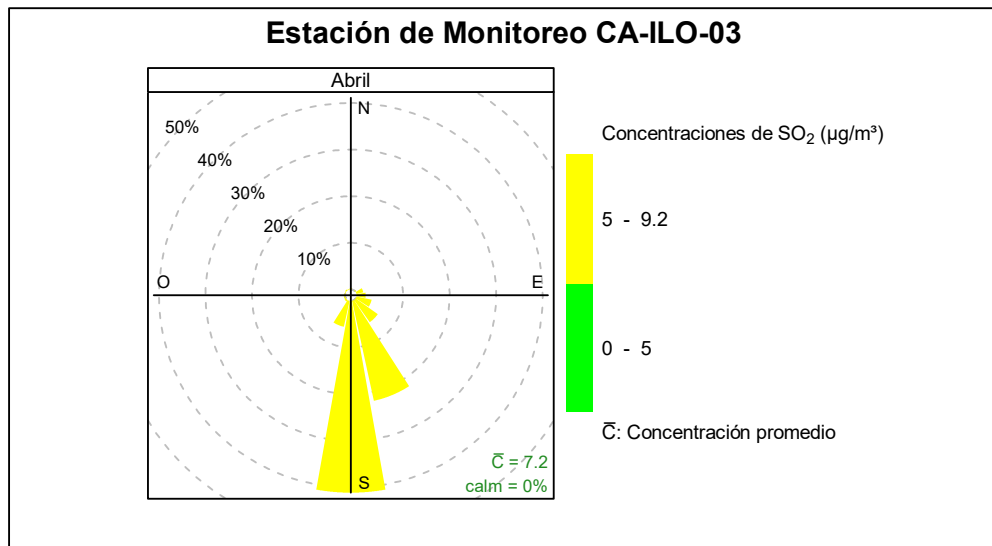


Figura 3.8.15. Rosa de concentración del SO_2 en la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), abril de 2025

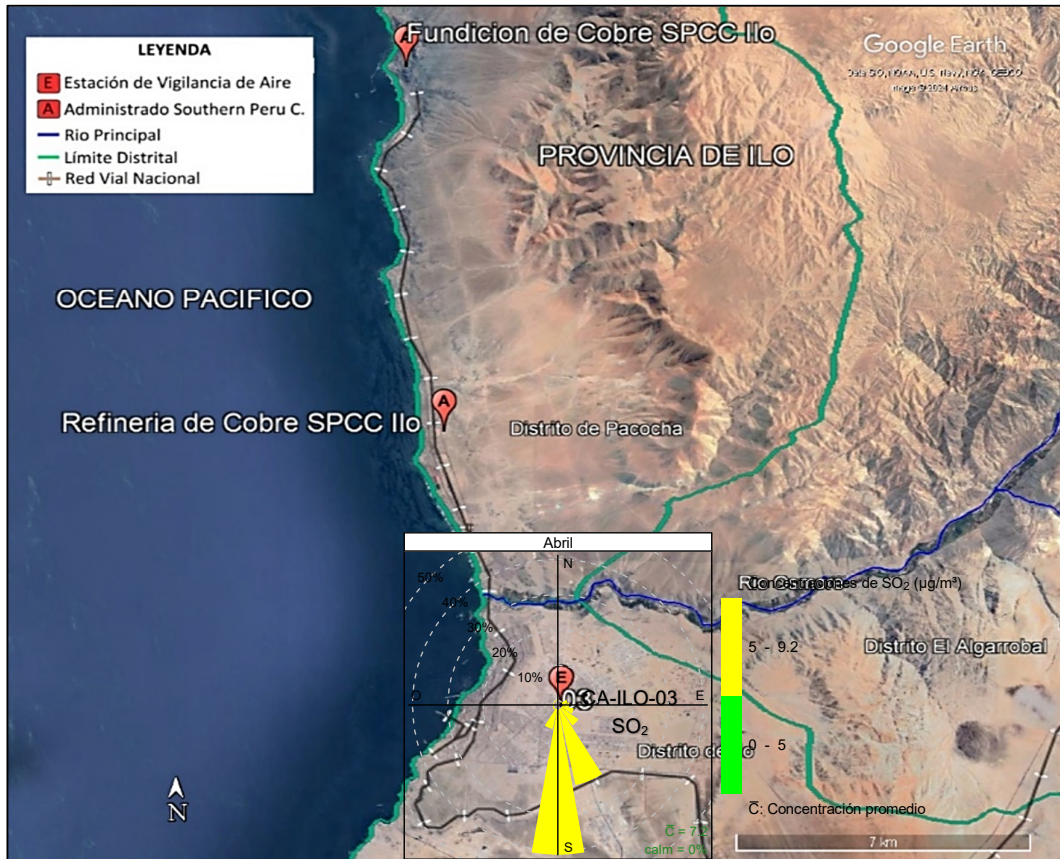


Figura 3.8.15.a. Ubicación de la estación Ilo - José Pardo (CA-ILO-03) respecto al administrado *Southern Peru Copper Corporation*

En las Figuras 3.8.16, 3.8.17 y 3.8.18 se presentan las rosas de concentración horaria de SO_2 de las estaciones de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) e Ilo - José Pardo (CA-ILO-03) respectivamente, del mes de abril de 2025.

En la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), se destaca que, aunque con muy poca frecuencia, hay presencia de altas concentraciones en horario nocturno, de madrugada desde las 00:00 hasta las 5:00 horas y en horario diurno entre las 6:00 y 9:00 horas, con valores incluso mayores a $25 \mu g/m^3$, 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 Ilo – Bolognesi (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.

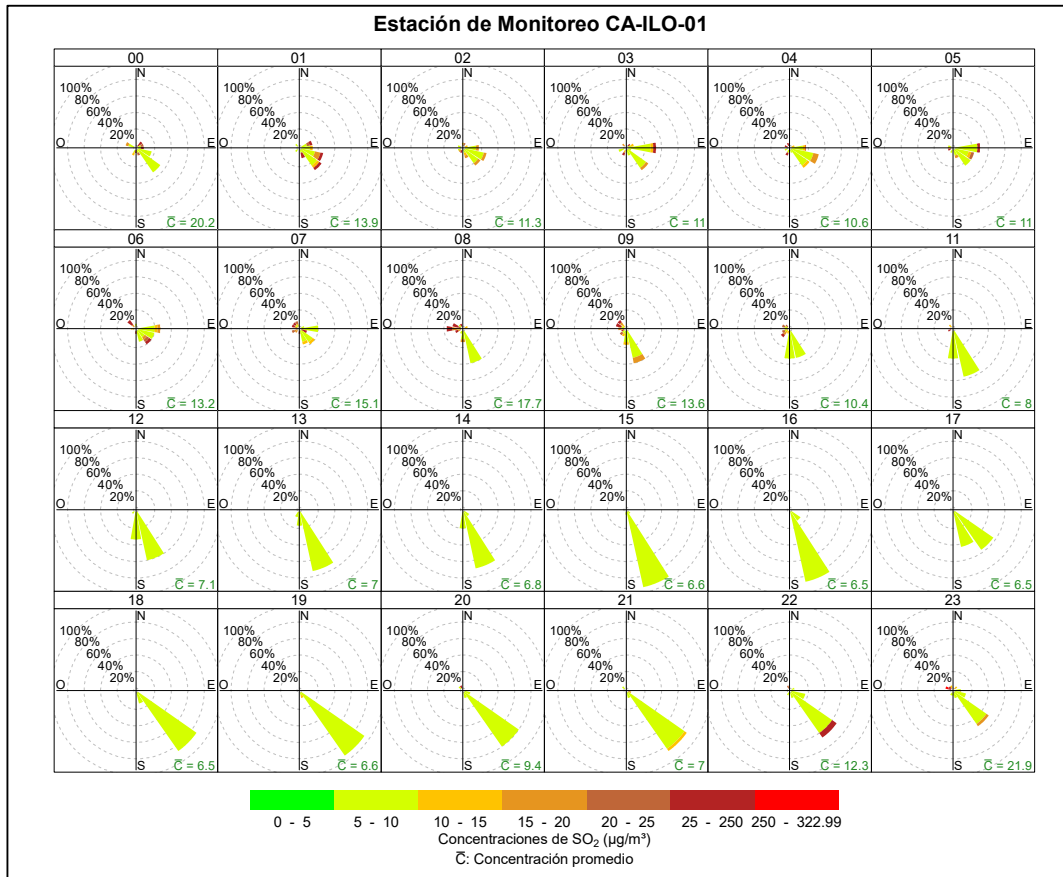


Figura 3.8.16. Rosa de concentración horaria del SO₂ en la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), abril de 2025

En la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), se destaca que, hay presencia de altas concentraciones en horario nocturno, de madrugada desde las 00:00 hasta las 5:00 horas y durante la mañana desde las 6:00 hasta las 9:00 horas, con valores incluso mayores a 50 µg/m³, que coinciden con los vientos que provienen, entre otras direcciones, del noroeste, se hace mención debido a que el administrado *Southern Perú Copper Corporation* (SPCC) se encuentra hacia el noroeste tomando como referencia a la estación Ilo - Pacocha (CA-ILO-02).

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.

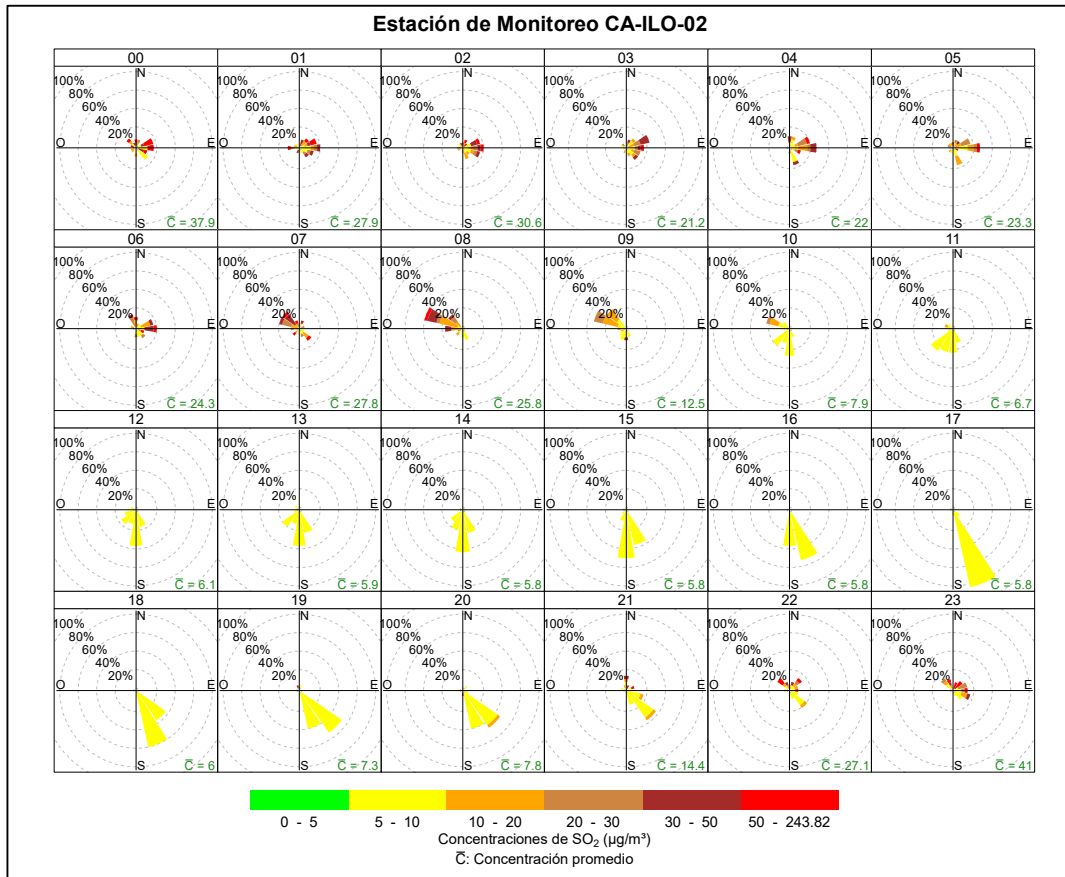


Figura 3.8.17. Rosa de concentración horaria de SO₂ en la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), abril de 2025

Y en la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), se observa que hay una mayor frecuencia de concentraciones mayores a 5 µg/m³, con los vientos que provienen del sur.

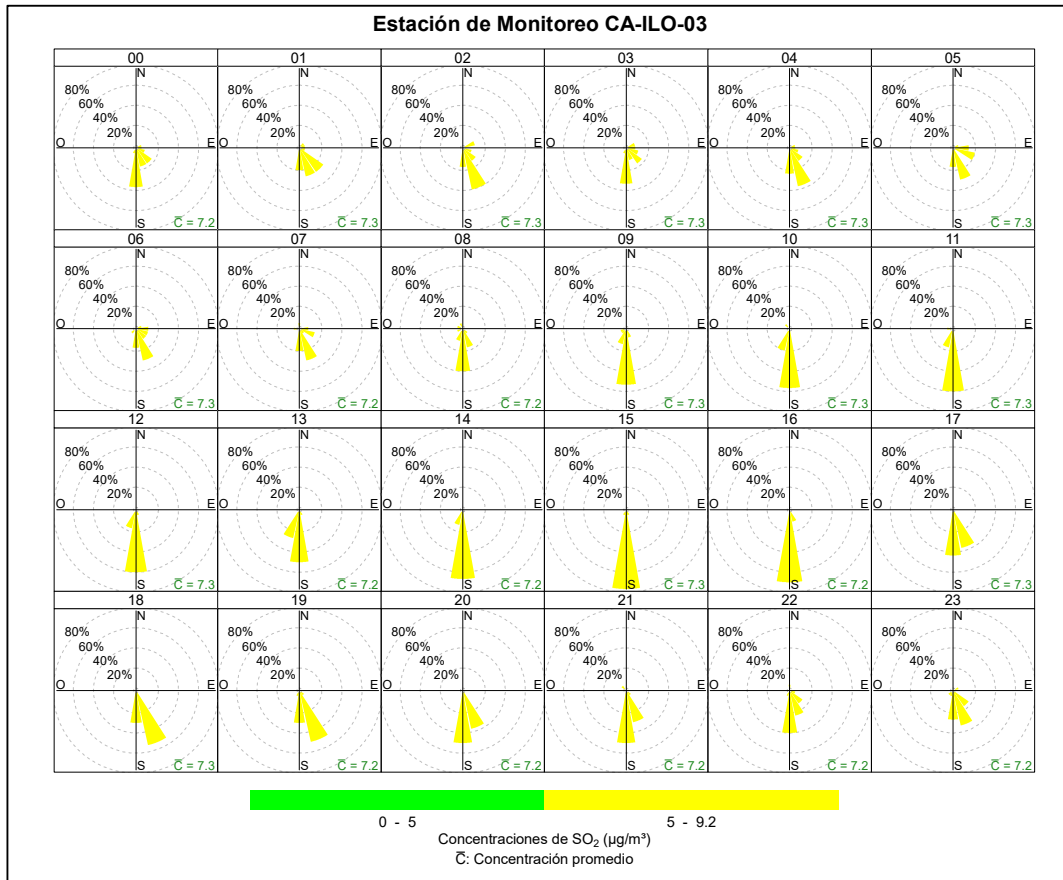


Figura 3.8.18. Rosa de concentración horaria de SO₂ en la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), abril de 2025

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 concentración de H₂S de las estaciones de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) e Ilo - José Pardo (CA-ILO-03) respectivamente, de abril de 2025.

En la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), se observa que el 0,6 % de los vientos que provienen de la dirección predominante sursureste coinciden con el rango de 5 a 10 µg/m³ y el 29,3 % de los vientos que provienen del sursureste coinciden con el rango de 0 a 5 µg/m³. Y se observa que el 0,1 % de los vientos que provienen del noroeste coinciden con el rango de 10 a 15 µg/m³, el 0,4 % de los vientos que provienen del noroeste coinciden con el rango de 5 a 10 µg/m³ y el 0,4 % de los vientos que provienen del noroeste coinciden con el rango de 0 a 5 µg/m³ y se hace mención debido a que la Planta de Tratamiento de aguas residuales y la fábrica de harina y aceite de pescado, *Austral Group S.A.A.*-Planta Ilo se encuentran al noroeste tomando como referencia la estación Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01).

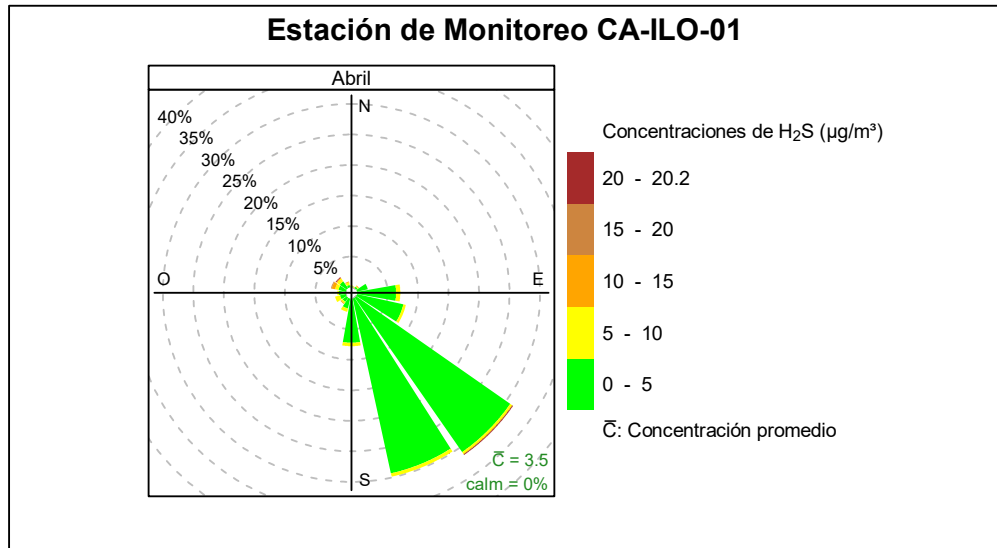


Figura 3.8.19. Rosa de concentración de H₂S en la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), abril de 2025

En la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), se observa que el 0,4% de los vientos que vienen de la dirección nornoroeste coinciden con el rango de 10 a 20 µg/m³ y el 1,5% 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 y la fábrica de harina y aceite de pescado, *Austral Group S.A.A.*-Planta Ilo se encuentran al nornoroeste tomando como referencia la estación Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) y en la mencionada dirección hay una mayor presencia de concentraciones.

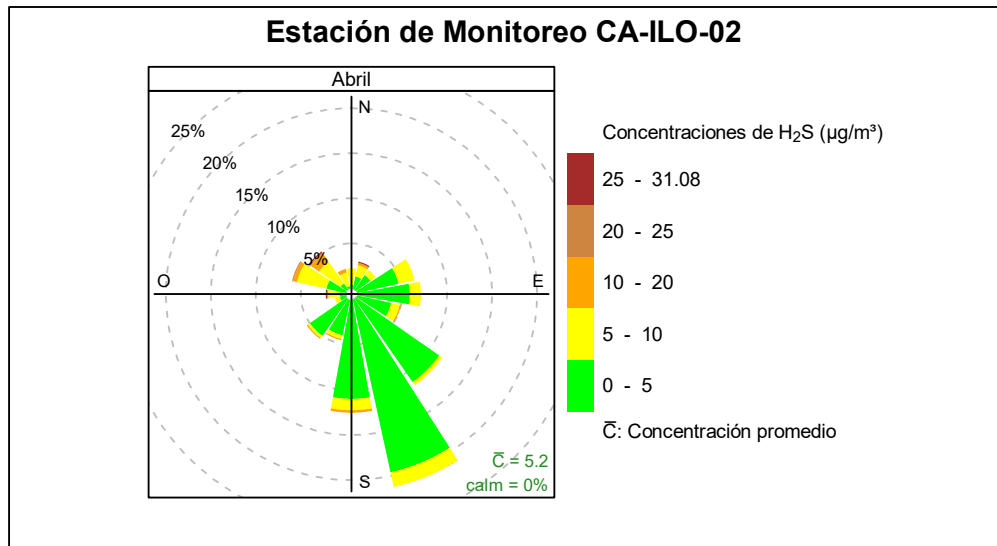


Figura 3.8.20. Rosa de concentración de H₂S en la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), abril de 2025

Y en la estación de monitoreo Ilo – José Pardo (CA-ILO-03), se observa que el 26,7% de los vientos provienen de la dirección del sur y coinciden con el rango de concentraciones de H₂S de 0 a 4,8 µg/m³. Y se observa que el 0,3% de los vientos que vienen de la dirección noroeste coinciden con el rango de 0 a 4,8 µg/m³. Cabe mencionar que la Planta de Tratamiento de aguas residuales y la fábrica de harina y aceite de pescado, *Austral Group*

S.A.A.-Planta Ilo se encuentran al nornoroeste tomando como referencia la estación Ilo – José Pardo (CA-ILO-03).

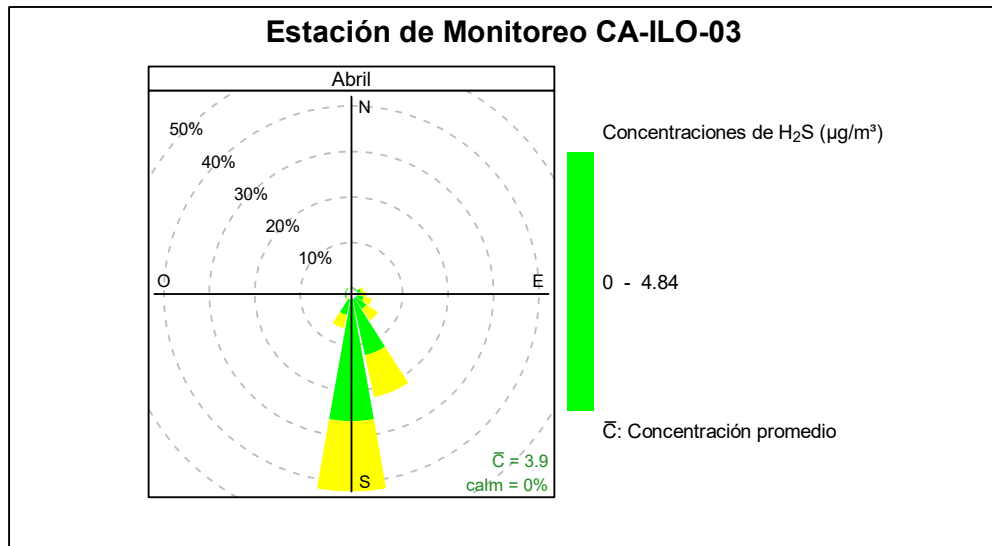


Figura 3.8.21. Rosa de concentración del H₂S en la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), abril de 2025

En las Figuras 3.8.22, 3.8.23 y 3.8.24 se presentan las rosas de concentración horaria de H₂S de las estaciones de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) e Ilo - José Pardo (CA-ILO-03) respectivamente, de abril de 2025.

En la estación Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), se destaca que, aunque con muy poca frecuencia, hay presencia de altas concentraciones durante el horario nocturno, la madrugada y a las 6:00 horas, incluso mayor a 15 µg/m³, que coinciden con los vientos que provienen del nornoroeste y oestenoeste, se hace mención debido a que la Planta de Tratamiento de aguas residuales y la fábrica de harina y aceite de pescado, *Austral Group* S.A.A.-Planta Ilo se encuentran hacia el nornoroeste tomando como referencia a la estación Ilo – Bolognesi (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.

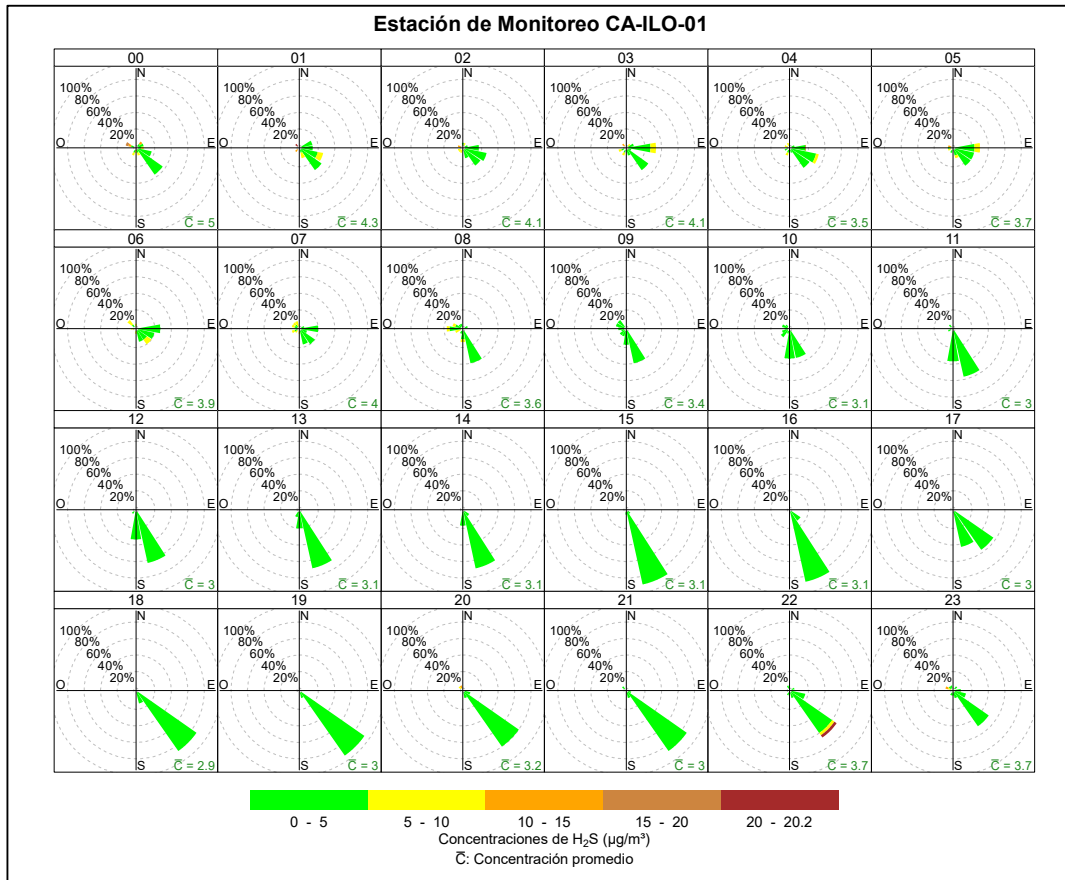


Figura 3.8.22. Rosa de concentración horaria de H₂S en la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), abril de 2025

En la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), se destaca que, aunque con muy poca frecuencia, hay presencia de altas concentraciones en horario nocturno, de madrugada y durante las primeras horas al amanecer, incluso mayores a 20 µg/m³ que coinciden con los vientos que provienen, entre otras direcciones, del nornoroeste y noroeste, se hace mención debido a que la Planta de Tratamiento de aguas residuales y la fábrica de harina y aceite de pescado, *Austral Group S.A.A.*-Planta Ilo se encuentran hacia el nornoroeste tomando como referencia a la estación Ilo - Pacocha (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.

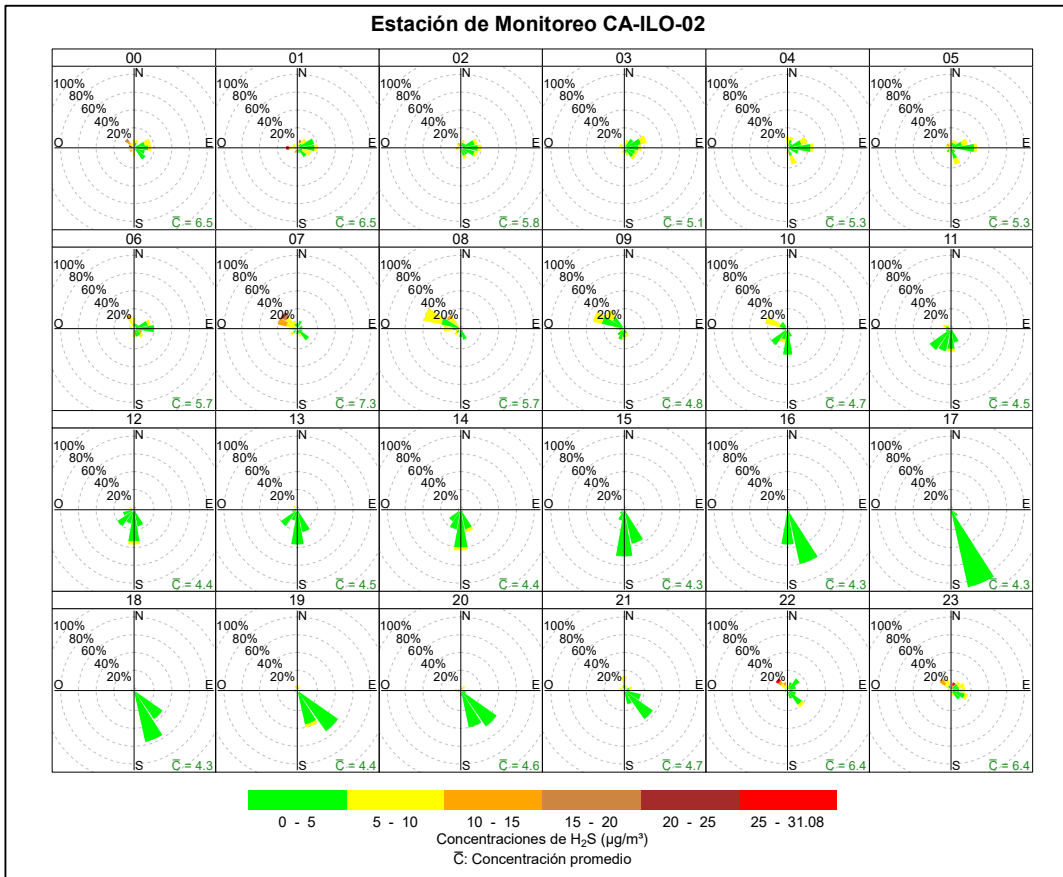


Figura 3.8.23. Rosa de concentración horaria de H₂S en la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), abril de 2025

Y en la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), solo se muestran concentraciones muy bajas, menores a 5 µg/m³.

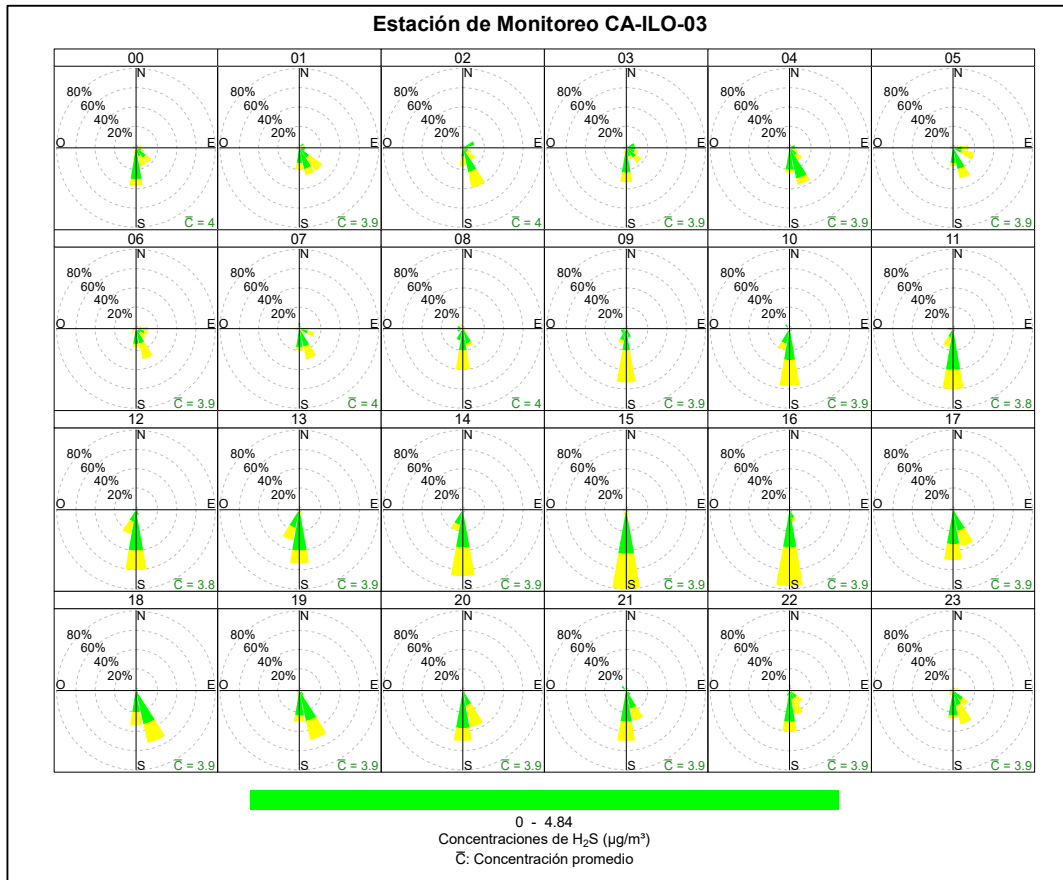


Figura 3.8.24. Rosa de concentración horaria del H₂S en la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), abril de 2025

3.8.5 Dióxido de nitrógeno (NO₂)

En las Figuras 3.8.25 y 3.8.26 se presenta la rosa de concentración de NO₂ de la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01) e Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) respectivamente, del mes de abril de 2025.

En la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), se observa que, el 0,4% de los vientos provienen de la dirección predominante sursureste y coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 15 a 20 µg/m³, el 0,6% de los vientos provienen de la dirección predominante sursureste y coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 10 a 15 µg/m³, el 8,6% de los vientos provienen del sursureste y coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 5 a 10 µg/m³ y el 20,1% de los vientos provienen del sursureste y coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 0 a 5 µg/m³.

Cabe mencionar que, desde el oestenoeste: el 0,3% de los vientos coinciden con las concentraciones de NO₂ mayores a 25 µg/m³, el 0,3% de los vientos coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 15 a 20 µg/m³, el 1% de los vientos coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 10 a 15 µg/m³ y el 0,8% de los vientos coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 5 a 10 µg/m³ y se hace mención debido a que en la dirección en cuestión se encuentran las avenidas más importantes, como la carretera Panamericana, avenidas Lino Urqueta, Costanera, Vía Ferroviaria de SPCC y las calles donde circulan vehículos particulares y públicos propios de la zona urbana del puerto de Ilo.

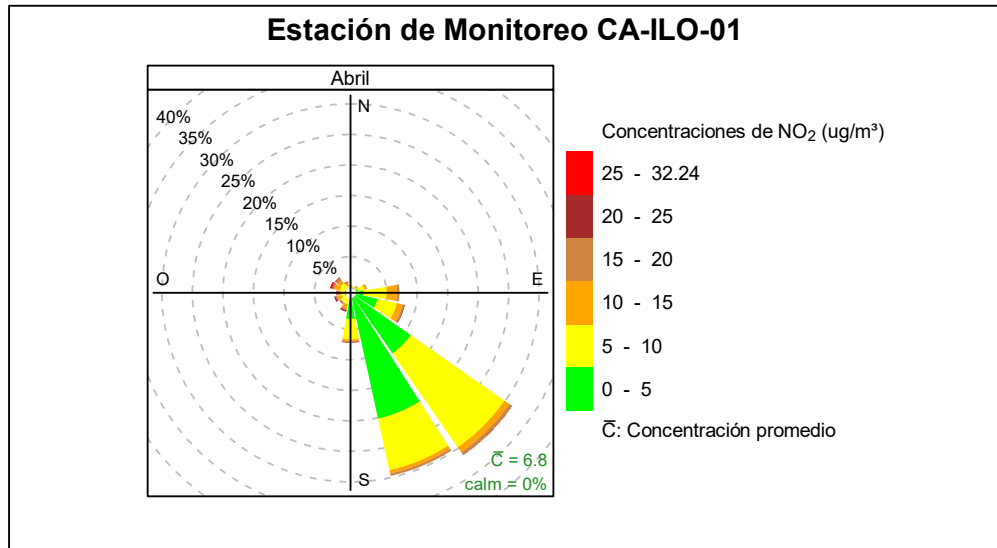


Figura 3.8.25. Rosa de concentración del NO₂ en la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), abril de 2025

En la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), se observa que, el 1,4% de los vientos provienen de la dirección predominante sursureste y coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 10 a 15 µg/m³, el 17,7% de los vientos provienen del sursureste y coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 5 a 10 µg/m³ y el 2,4% de los vientos provienen del sursureste y coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 0 a 5 µg/m³.

Cabe mencionar que desde el oeste: el 0,1% de los vientos coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ mayores a 25 µg/m³, el 0,6% de los vientos coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 10 a 15 µg/m³ y el 1 % de los vientos coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 5 a 10 µg/m³ y se hace mención debido a que en la dirección en cuestión se encuentran, la av. Panamericana y la Vía Ferroviaria de SPCC, tomando como referencia la estación Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), donde hay un mayor tráfico vehicular.

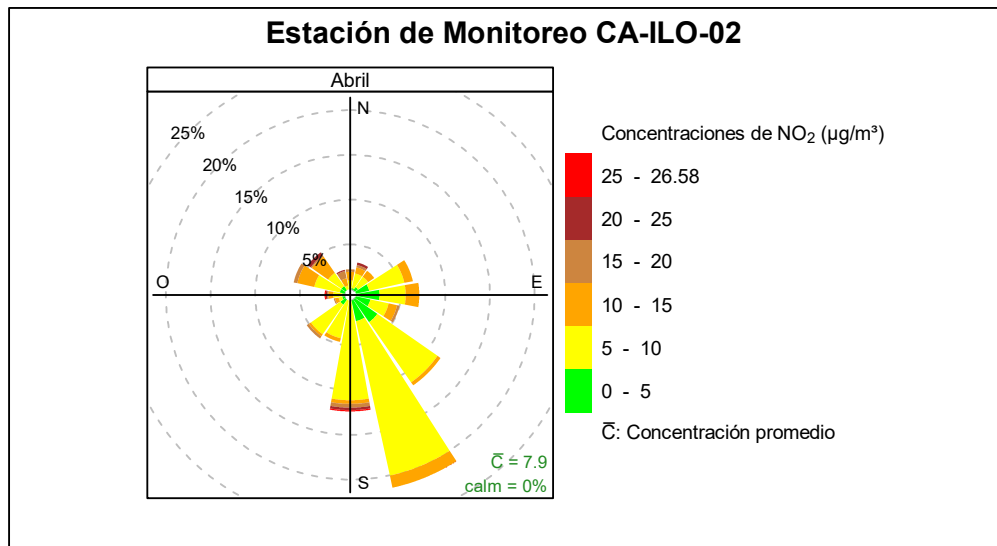


Figura 3.8.26. Rosa de concentración de NO₂ en la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), abril de 2025

En las Figuras 3.8.27 y 3.8.28 se presentan las rosas de concentración horaria de NO₂ de la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01) e Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), de abril de 2025.

En la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01) se observa que, durante la mañana, entre las 6:00 y 9:00 horas se mantienen altas concentraciones, incluso mayores a 15 µg/m³, pero que provienen de distintas direcciones alrededor del noroeste, una de las razones es el tráfico vehicular de la zona. Cabe mencionar 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.

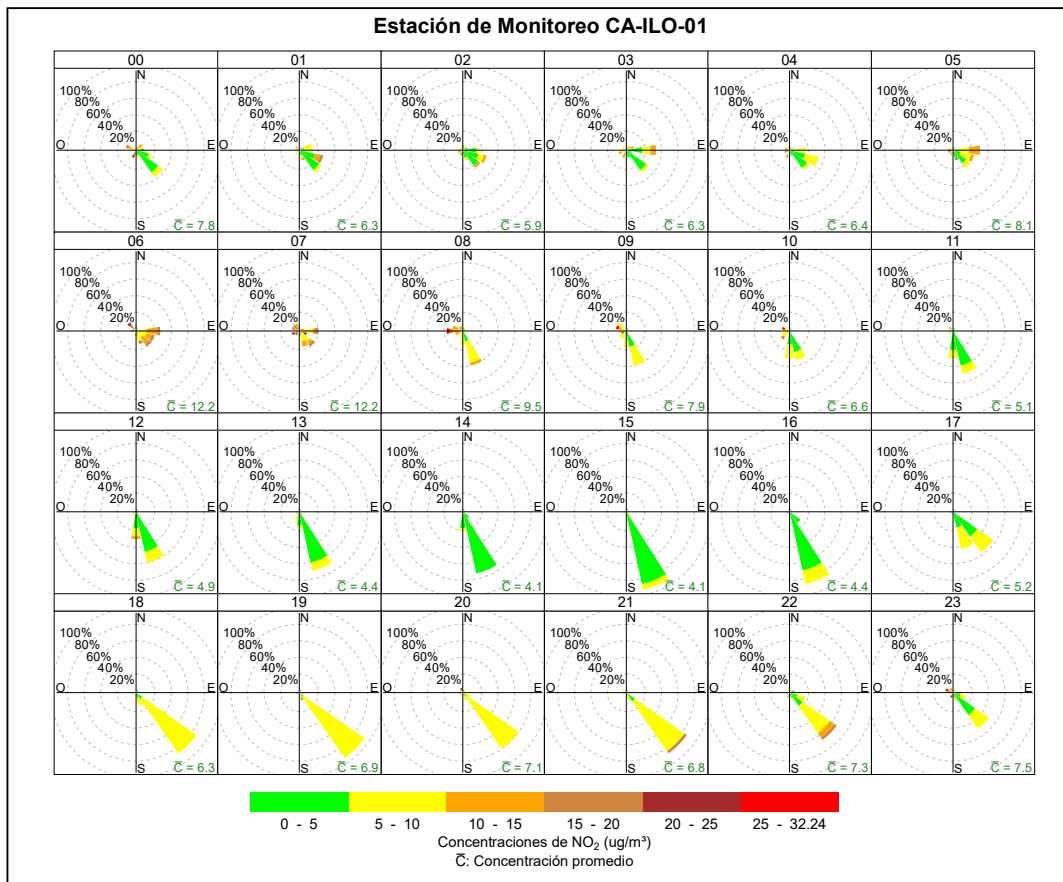


Figura 3.8.27. Rosa de concentración horaria de NO₂ en la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), abril de 2025

En la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), se observa que hay presencia de altas concentraciones en horario nocturno, de madrugada y durante las primeras horas al amanecer, mayores a 15 µg/m³ incluso, que provienen del noroeste, noroeste y oeste, 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.

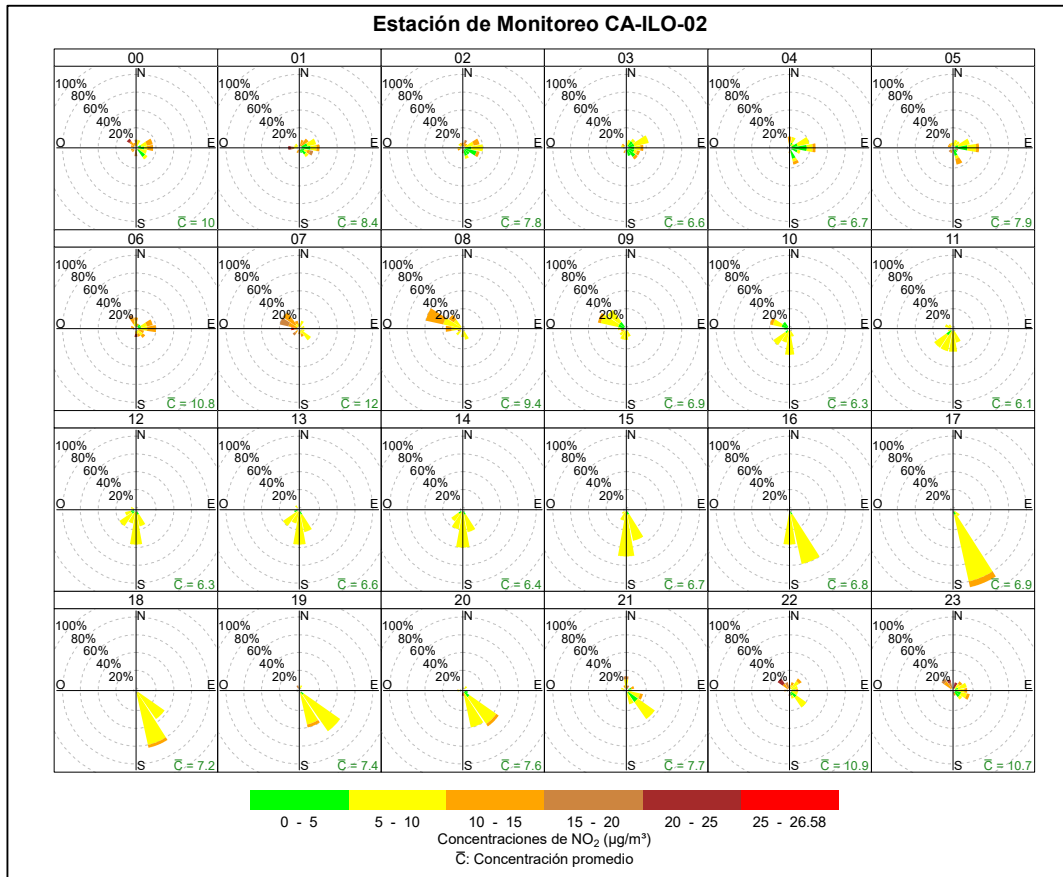


Figura 3.8.28. Rosa de concentración horaria de NO₂ en la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), abril de 2025

3.9 Comportamiento temporal

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

En las Figuras 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 Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) e Ilo - José Pardo (CA-ILO-03) del mes de abril.

En la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los jueves se registraron las mayores concentraciones de PM_{2,5}, según la validación de los datos se verifica que el día jueves 10 de abril se registraron picos mayores 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 6:00 horas. Y en la gráfica horaria de cada día de la semana (a), se observa un aumento de las concentraciones durante las noches, de lunes a domingo.

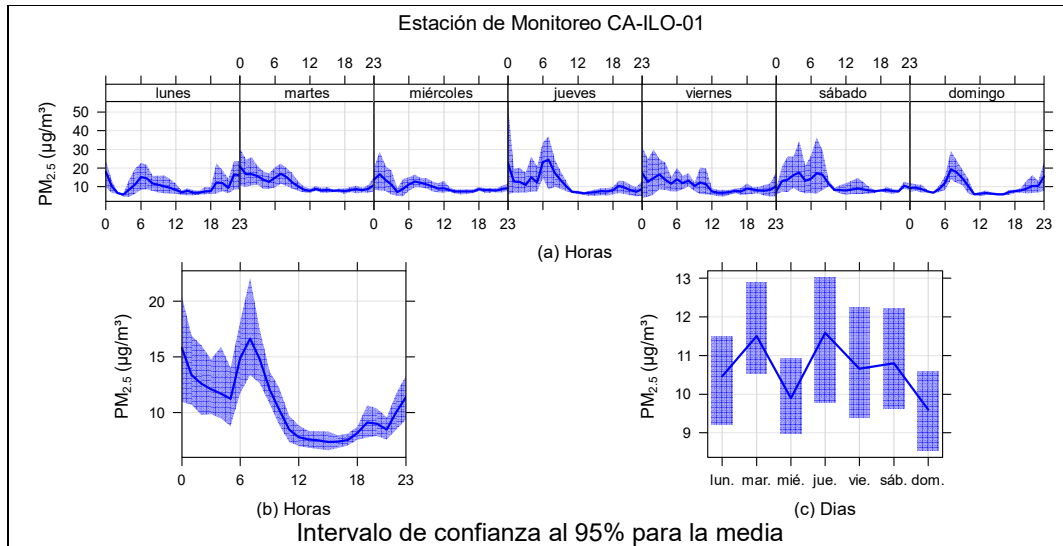


Figura 3.9.1. Concentraciones promedio horarias de $PM_{2.5}$ en la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), de abril de 2025

En la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los días viernes se registraron las mayores concentraciones de $PM_{2.5}$, según la validación de los datos se verifica que los días viernes 11 y 25 de abril 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 7:00 horas de la mañana. Y en la gráfica horaria de cada día de la semana (a), se observa un aumento de las concentraciones durante las noches, de lunes a domingo.

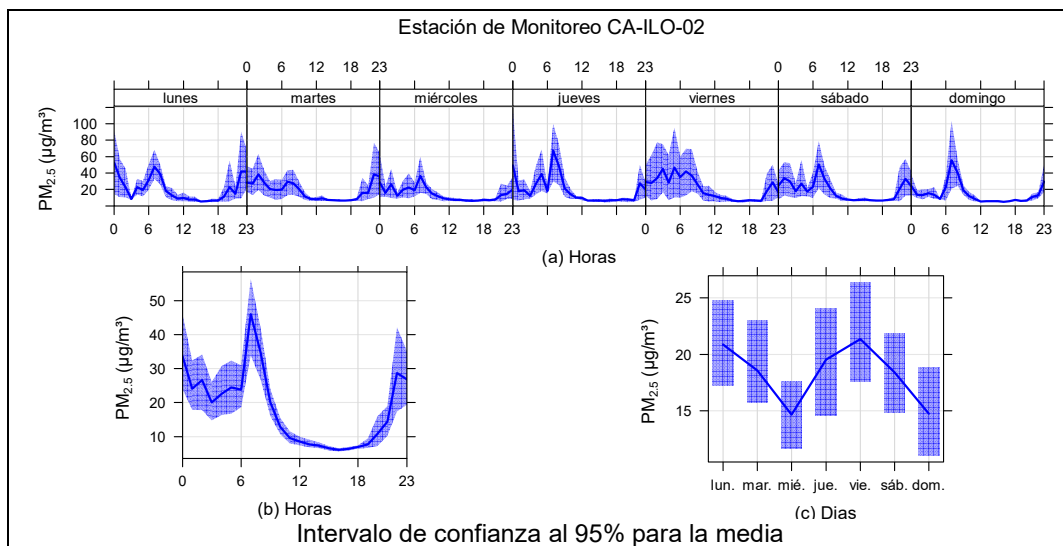


Figura 3.9.2. Concentraciones promedio horarias de $PM_{2.5}$ en la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), de abril de 2025

En la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los martes se registraron las mayores concentraciones de $PM_{2.5}$, en esa línea de ideas, según la validación de los datos se verifica que el martes 22 de abril 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 00:00 y 7:00 horas de la mañana. Y en la gráfica horaria de cada día de la semana (a), se observa un aumento de las concentraciones durante las noches, de lunes a domingo.

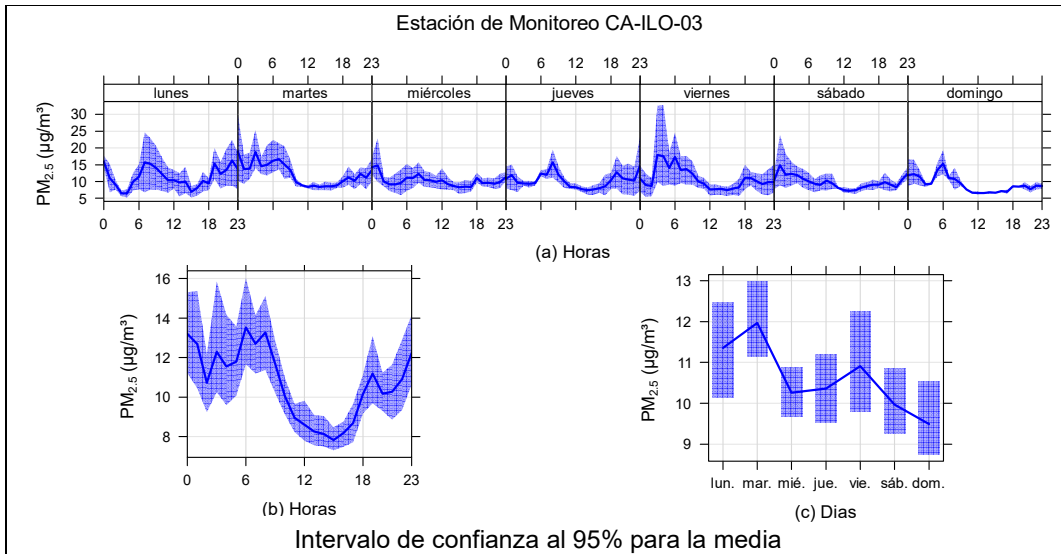


Figura 3.9.3. Concentraciones promedio horarias de $PM_{2,5}$ en la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), de abril de 2025

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

En las Figuras 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 Ilo - Bolognesi (CA-ILO-01), Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) e Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), de abril.

En la estación Ilo - Bolognesi (CA-ILO-01), la representación gráfica de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de PM_{10} tienen valores elevados alrededor de las 7:00 horas. Y en la gráfica horaria de cada día de la semana (a), se observa un aumento de las concentraciones durante las noches y en la mañana, de lunes a domingo.

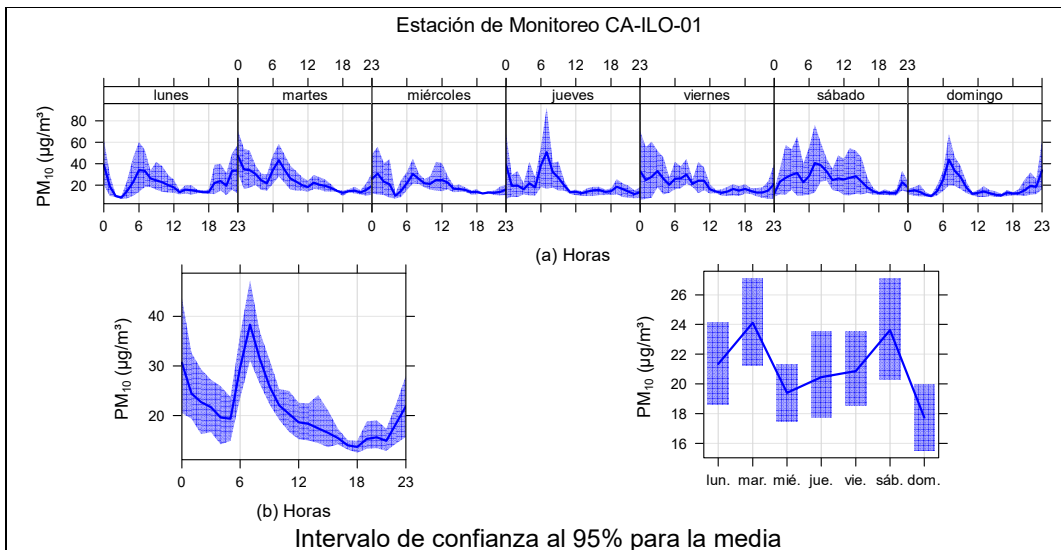


Figura 3.9.4. Concentraciones promedio horarios de PM_{10} en la estación de monitoreo Ilo - Bolognesi (CA-ILO-01), de abril de 2025

En la estación Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que durante los lunes y viernes se registraron las mayores concentraciones de PM_{10} , según la validación de los datos se comprueba que los días lunes 14 y 21 y viernes

11 de abril se registraron picos importantes de concentración durante el día. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de PM_{10} tienen valores elevados alrededor de las 7:00 horas. Y en la gráfica horaria de cada día de la semana (a), se observa un aumento de las concentraciones durante las noches, de lunes a domingo.

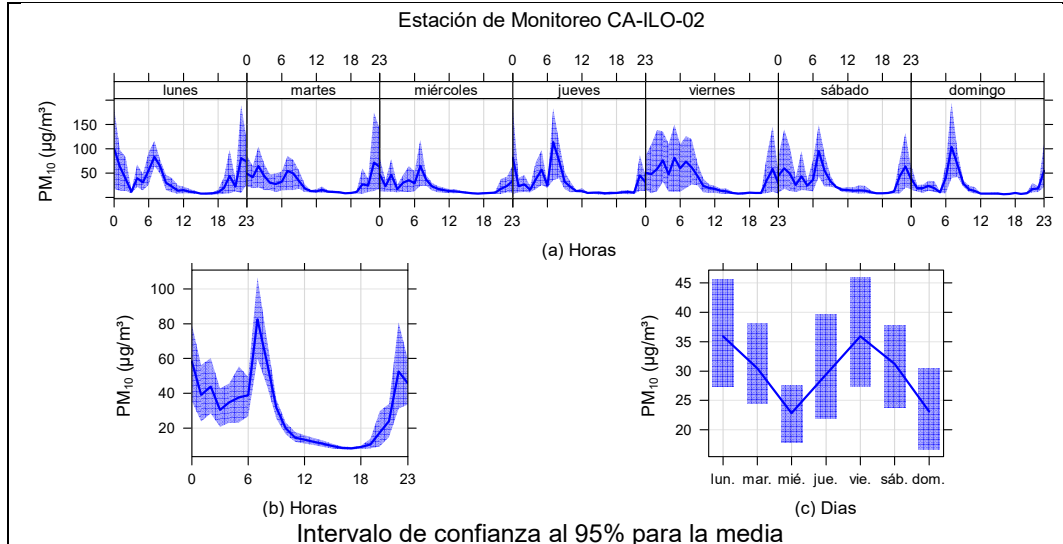


Figura 3.9.5. Concentraciones promedio horarias de PM_{10} en la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), de abril de 2025

En la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los martes se registraron las mayores concentraciones de PM_{10} , según la validación de los datos se verifica que el día martes 22 de abril se registraron altos picos de concentración. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de PM_{10} tienen valores elevados entre las 6:00 y 7:00 horas de la mañana.

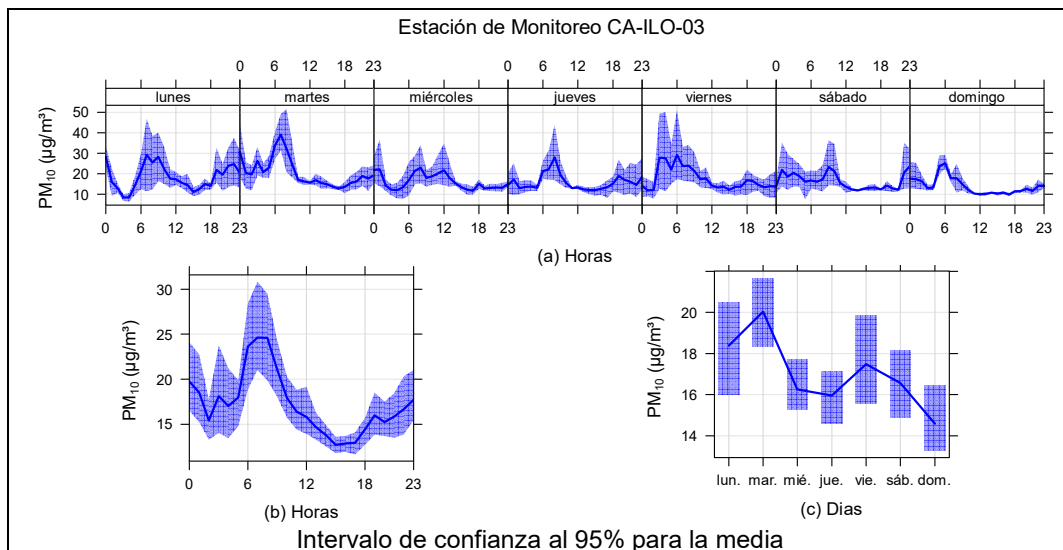


Figura 3.9.6. Concentraciones promedio horarias de PM_{10} en la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), de abril de 2025

3.9.3 Dióxido de azufre (SO₂)

En las Figuras 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 SO₂ para las estaciones de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) e Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), de abril.

En la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), 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, el lunes 7 de abril se registraron picos de concentración. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones tienen valores elevados alrededor de las 00:00 horas y luego a las 8:00 horas.

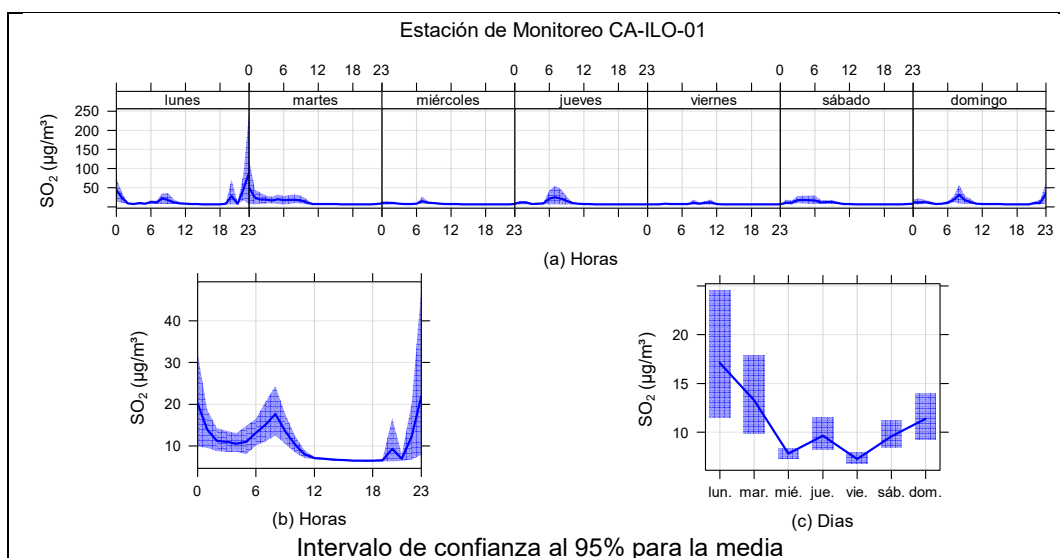


Figura 3.9.7. Concentraciones promedio horarios de SO₂ en la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), de abril de 2025

En la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (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 el lunes 7 de abril se registraron altos picos de concentraciones. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de SO₂ muestran valores elevados entre las 23:00 y las 7:00 horas.

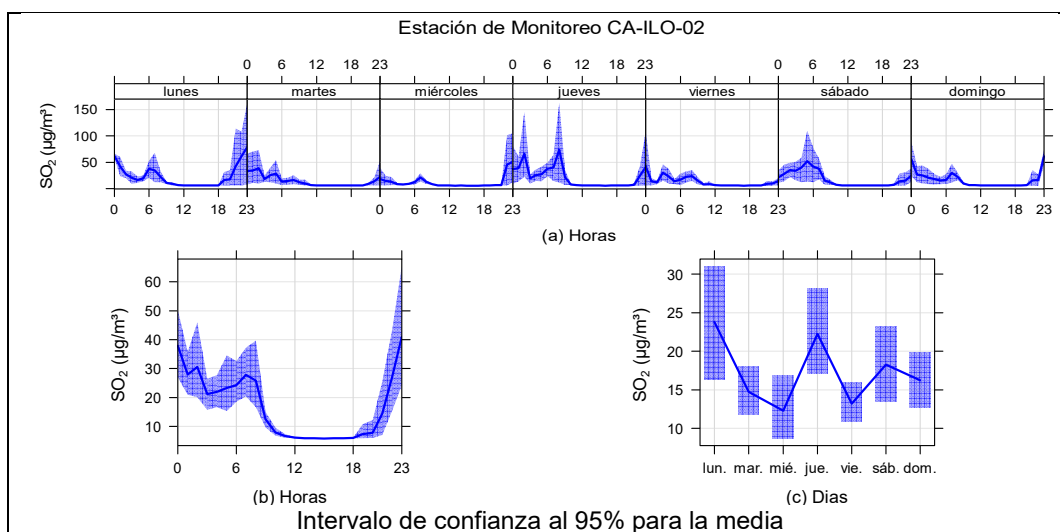


Figura 3.9.8. Concentraciones promedio horarios de SO₂ en la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), de abril de 2025.

En la estación Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que las concentraciones de SO₂ se han mantenido en un margen de homogeneidad durante el periodo evaluado y así no hay muestras de picos relevantes.

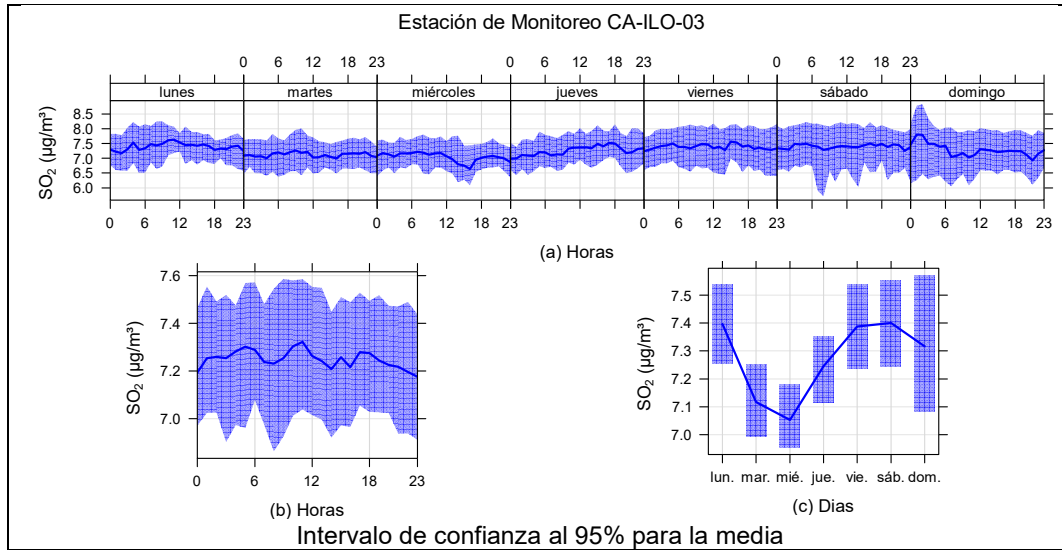
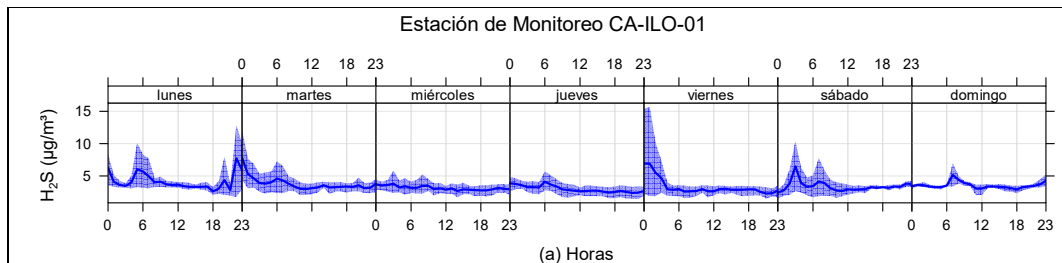


Figura 3.9.9. Concentraciones promedio horarios de SO₂ en la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), de abril de 2025

3.9.4 Sulfuro de hidrogeno (H₂S)

En las Figuras 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 Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) e Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), de abril.

En la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los días lunes se registraron las mayores concentraciones de H₂S, según la validación de los datos se comprueba que el día lunes 21 de abril se registraron picos de valores. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de H₂S tienen valores elevados entre la 1:00 y 6:00 horas. Y en el caso de la gráfica de medias horarias por días de la semana (a), se observa un incremento en las concentraciones durante las noches.



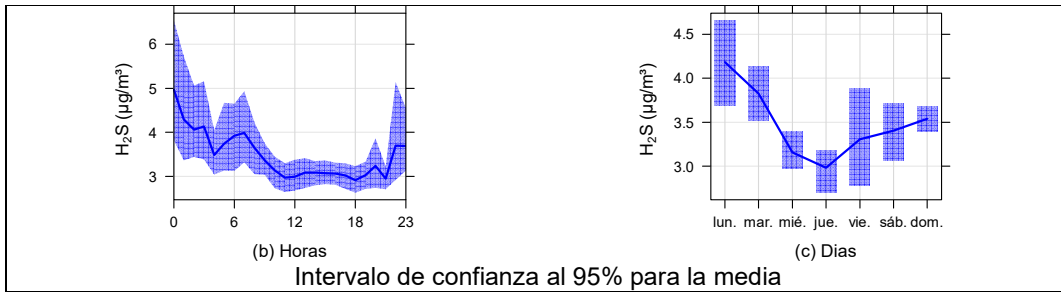


Figura 3.9.10. Concentraciones promedio horarias de H₂S en la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), de abril de 2025

En la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los días lunes se registraron las mayores concentraciones de H₂S, según la validación de los datos se comprueba que el día lunes 21 se mostraron picos importantes. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de H₂S muestran valores elevados entre las 00:00 horas y 6:00 horas aproximadamente. Y en el caso de la gráfica de medias horarias por días de la semana (a), se observa un incremento en las concentraciones durante las noches, normalmente de lunes a domingo.

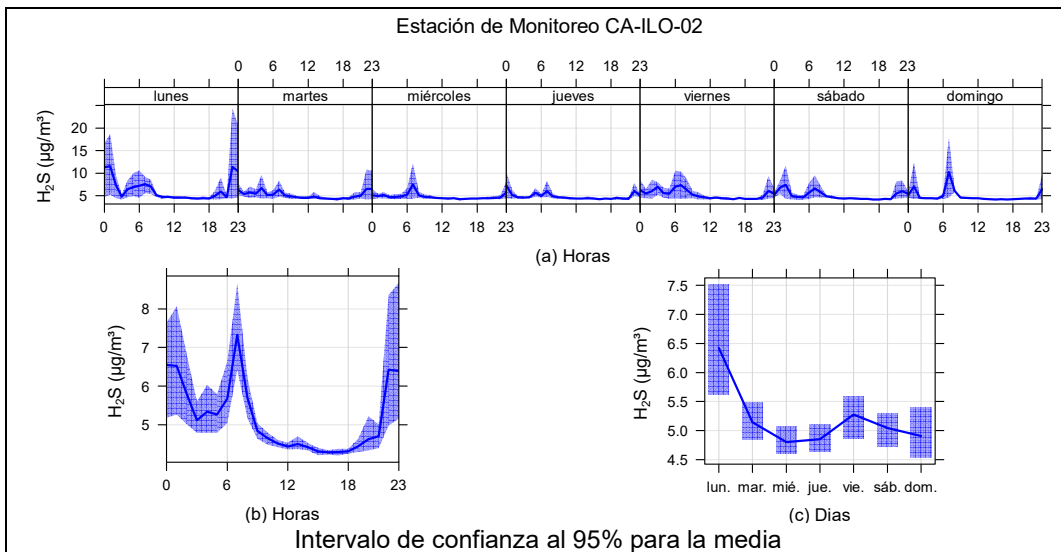
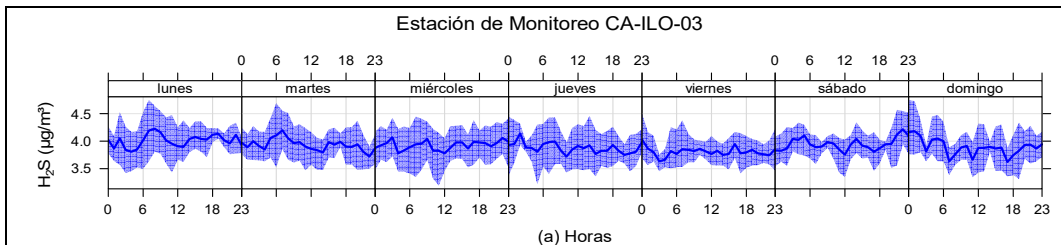


Figura 3.9.11. Concentraciones promedio horarias de H₂S en la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), de abril de 2025

En la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que las concentraciones de H₂S se han mantenido en un margen de homogeneidad durante el mes y así no hay muestras de picos relevantes.



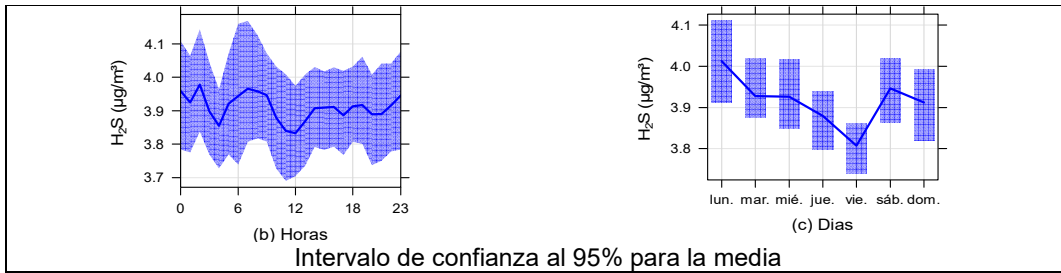


Figura 3.9.12. Concentraciones promedio horarias de H₂S en la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), de abril de 2025

3.9.5 Dióxido de nitrógeno (NO₂)

En las Figuras 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 Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01) y Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) del mes de abril.

En la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), la representación gráfica por medias horarias (b), muestra que las concentraciones de NO₂ tienen valores elevados en horas cercanas a las 6:00 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 6:00 horas debido, entre otros, al tráfico vehicular y la baja velocidad de vientos en aquellas horas.

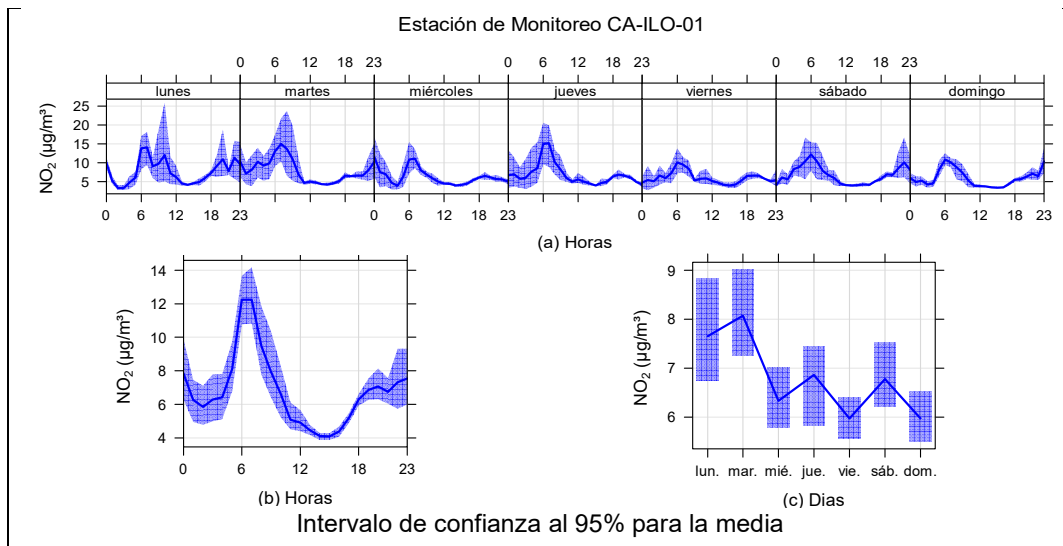


Figura 3.9.13. Concentraciones promedio horarias de NO₂ en la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), de abril de 2025

En la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), la representación gráfica por medias horarias (b), muestra que las concentraciones de NO₂ tienen valores elevados en horas cercanas a las 6:00 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 6:00 horas debido, entre otros, al tráfico vehicular y la baja velocidad de vientos en aquellas horas.

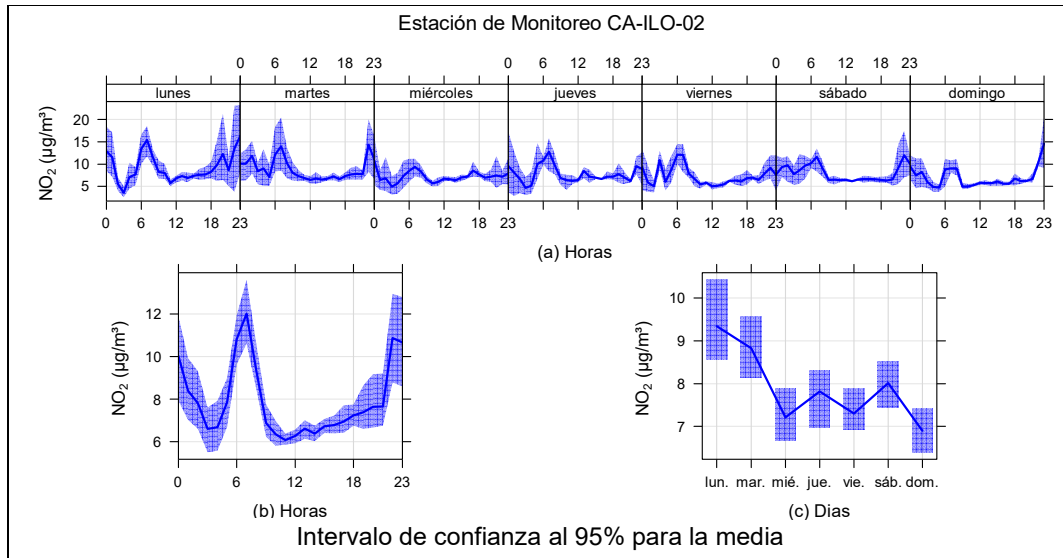


Figura 3.9.14. Concentraciones promedio horarias de NO_2 en la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), de abril de 2025

3.9.6 Monóxido de carbono (CO)

En la Figura 3.9.15 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día en relación con las concentraciones de CO, para la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), durante abril de 2025.

En la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), la representación gráfica por medias horarias (b), muestra que las concentraciones de CO tienen valores elevados en horas cercanas a las 7:00 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.

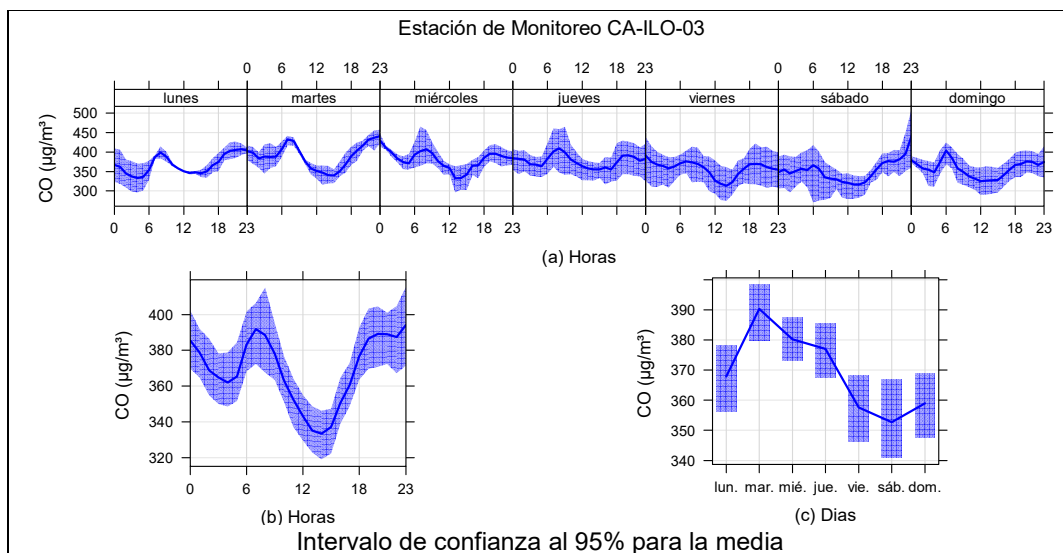


Figura 3.9.15. Concentraciones promedio horarias de CO en la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), de abril de 2025

3.10 Graficas polares

3.10.1 Dióxido de azufre (SO₂)

En las Figuras 3.10.1, 3.10.2 y 3.10.3 se presentan las gráficas polares de las concentraciones de SO₂ de las estaciones de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) e Ilo - José Pardo (CA-ILO-03) respectivamente, de abril de 2025. Cabe mencionar que las gráficas polares se muestran para el parámetro de dióxido de azufre (SO₂), puesto que es el componente gaseoso de mayor importancia por sus niveles de emisiones reportadas históricamente.

En la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), se observa que los niveles más altos de concentraciones provienen del nornoroeste 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 Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), tal y como se muestra en la figura 3.10.1.a. Y cabe recordar que las concentraciones de SO₂ no han superado su ECA nacional según muestra la figura 3.4.1.

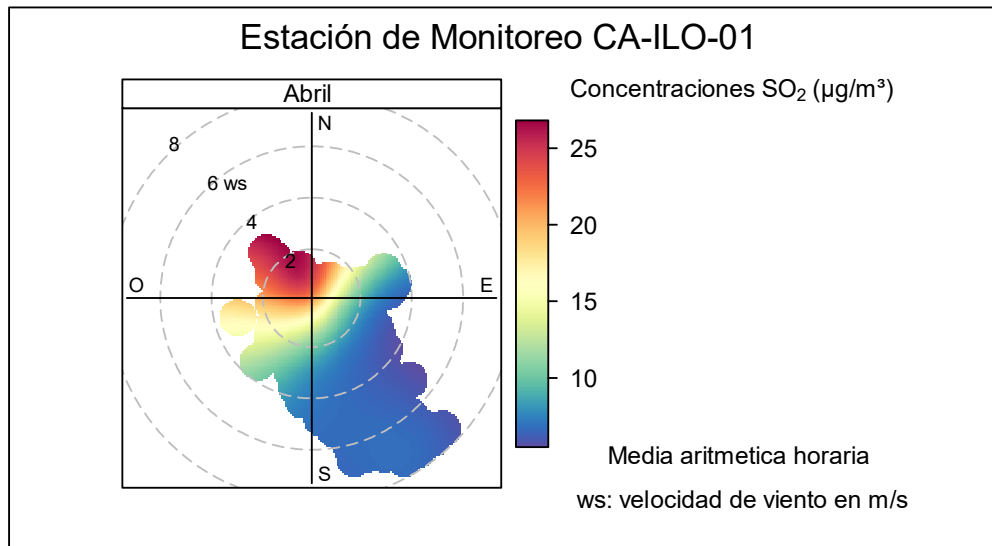


Figura 3.10.1. Gráfica polar de las concentraciones promedios de SO₂ en la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), abril de 2025

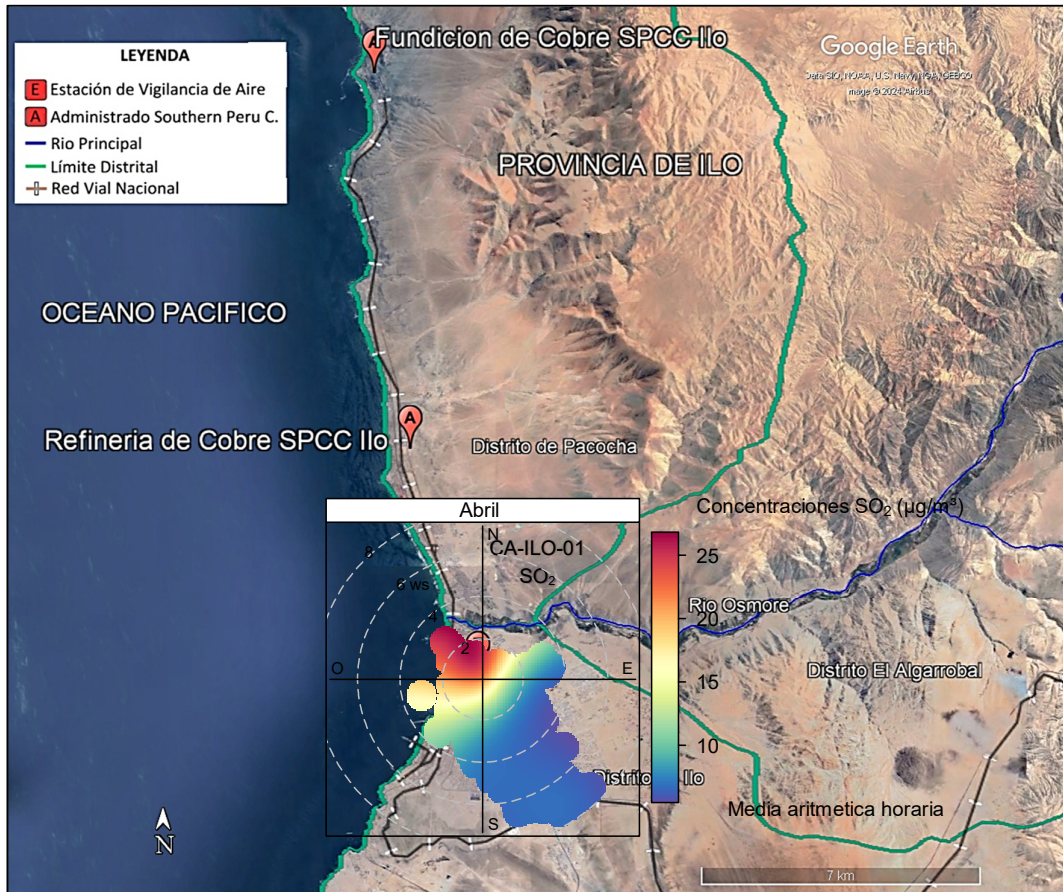


Figura 3.10.1.a Ubicación geográfica de la estación Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01) respecto a los complejos metalúrgicos de fundición y refinería de cobre SPCC, mostrando de fondo la gráfica polar correspondiente de las concentraciones de SO₂, abril de 2025

En la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), se observa que los niveles más altos de concentraciones provienen del norte y noreste 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 Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), tal y como se muestra en la figura 3.10.2.a y para ser más específicos, según muestra la gráfica polar, las velocidades de viento provenientes del norte son las más bajas respecto a las otras direcciones cardinales lo cual da un indicio de que hay poca dispersión y que las concentraciones provienen de fuentes locales, considerando que además, las distancias a la estación Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) del Complejo Metalúrgico de Fundición de SPCC y de la Refinería de Cobre de SPCC son 12,9 km y 3,2 km respectivamente.

Por otro lado, nótese que las distancias a la estación ambiental del complejo metalúrgico y la refinería de cobre de SPCC son más cortas que en el caso de la estación Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), por lo tanto es la estación más cercana al administrado y así los niveles observados, según la gráfica polar, son mayores respecto a las otras dos estaciones de la Red. Y cabe recordar que las concentraciones de SO₂ no han superado su ECA nacional según muestra la figura 3.4.2.

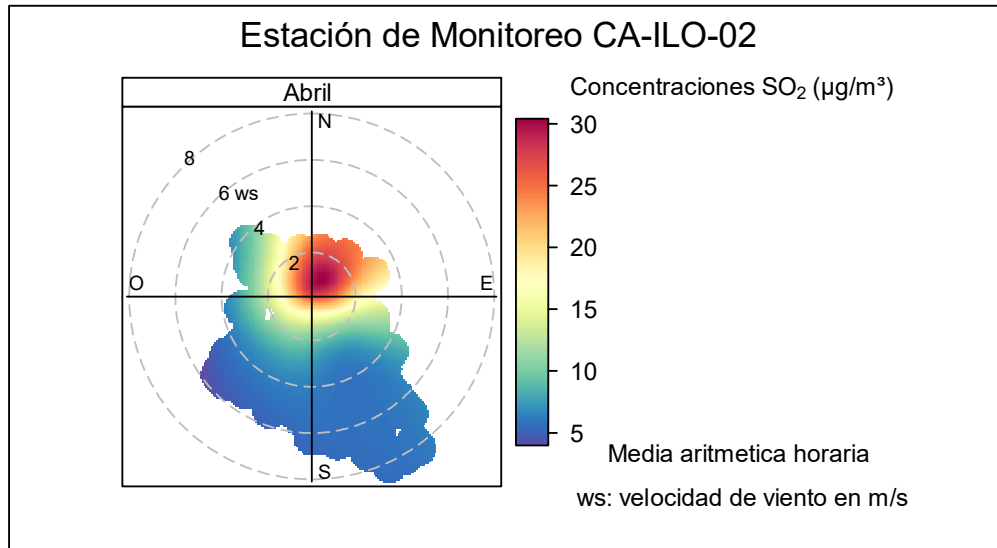


Figura 3.10.2. Gráfica polar de las concentraciones promedio de SO₂ en la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), abril de 2025

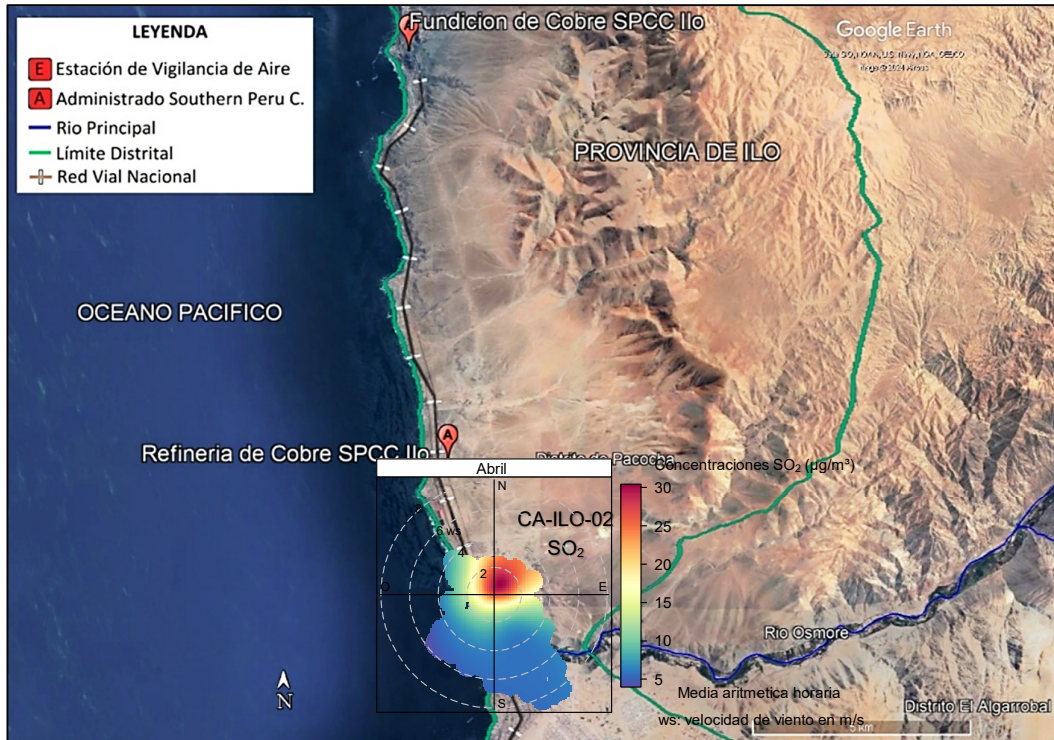


Figura 3.10.2.a Ubicación geográfica de la estación Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) respecto a los complejos metalúrgicos de fundición y refinería de cobre SPCC, mostrando de fondo la gráfica polar correspondiente a las concentraciones de SO₂, abril de 2025.

En la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), se observa que los niveles más altos de concentraciones provienen del noreste y el sur, sin embargo, las velocidades de viento provenientes del norte son las más bajas respecto a las otras direcciones cardinales lo cual da un indicio de que hay poca dispersión del compuesto gaseoso 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 Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), tal y como se muestra en la figura 3.10.3.a.

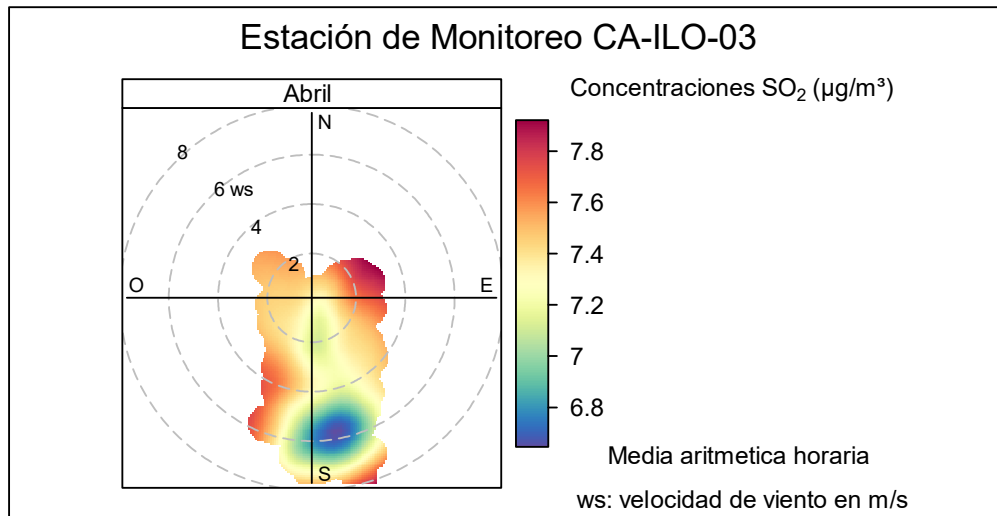


Figura 3.10.3. Gráfica polar de las concentraciones promedios de SO₂ en la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), abril de 2025

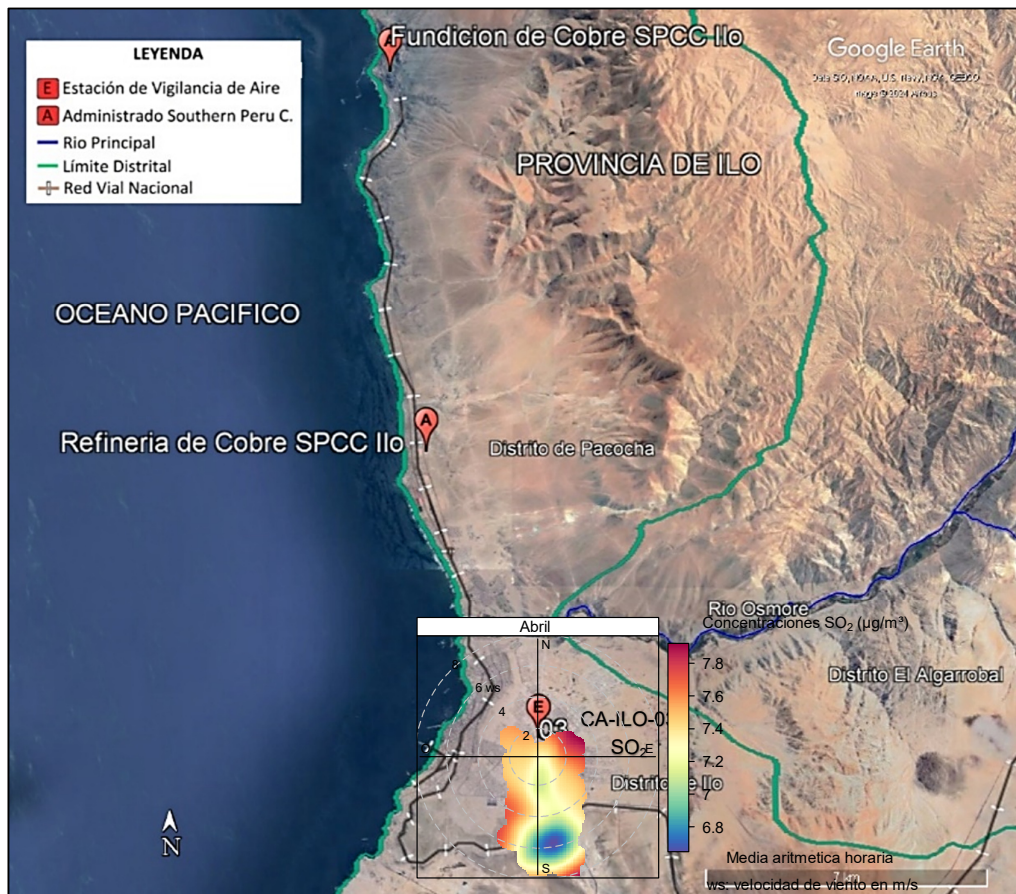


Figura 3.10.3.a Ubicación geográfica de la estación Ilo - José Pardo (CA-ILO-03) respecto a los complejos metalúrgicos de fundición y refinería de cobre SPCC, mostrando de fondo la gráfica polar correspondiente de las concentraciones de SO₂, abril de 2025.

3.10.2 Gráfica polar bivariada de la relación geométrica de SO₂/NO_x

En las Figuras 3.10.4 y 3.10.5 se presentan las gráficas polares bivariadas de la relación geométrica SO₂/NO_x de la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01) y Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) respectivamente, del mes de abril de 2025. Donde se busca una relación entre las direcciones de las fuentes industriales (representadas por SO₂) vs las fuentes de las carreteras (representadas por NO_x).

En la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), se muestra evidencia de que la relación SO₂/NO_x es mayor que 1 hacia el nornoroeste que en las otras direcciones cardinales, confirmando la afectación que se observó en la figura 3.10.1 debido al administrado *Southern Perú Copper Corporation* (SPCC), sin embargo, hacia el sur, se observa una relación incluso menor a 1, que indica una predominancia de las fuentes de las carreteras frente a las industriales, esto se debe a que las vías principales se encuentran entre el oeste y el sur tomando como referencia la estación Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), estas vías son (iniciando desde la más cercana a la estación a la más cerca al mar): la vía ferroviaria industrial de SPCC, la Av. Panamericana, Av. Mariano Lino Urqueta y la Av. La Costanera.

Sin embargo, hacia el este se observa una relación más alta respecto al suroeste, debido a que cuenta con vías de menor tránsito vehicular a comparación del caso anterior, la única avenida normalmente concurrida es la Tupac Amaru hacia el este tomando como referencia la estación Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01) tal y como se muestra en la figura 3.10.4.a

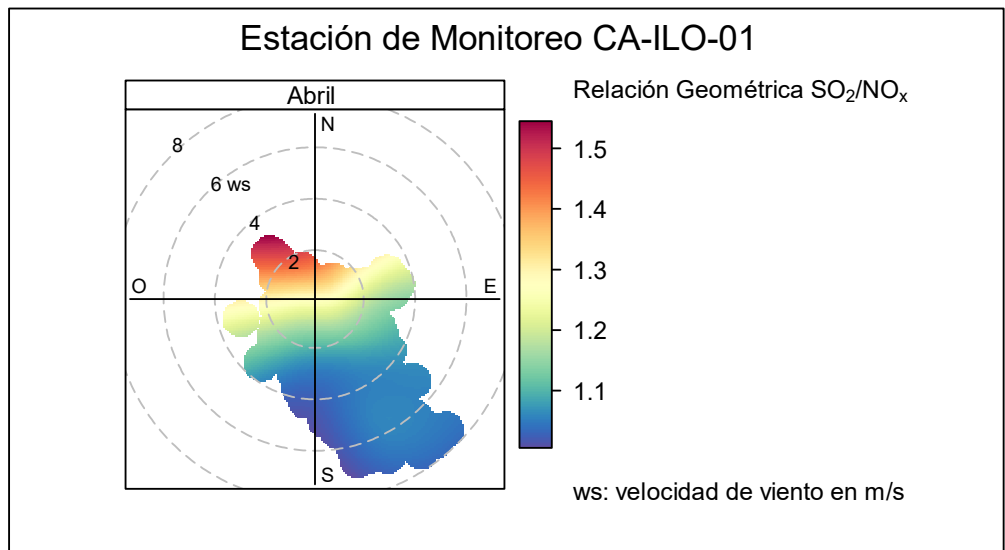


Figura 3.10.4. Gráfica polar de la relación geométrica SO₂/NO_x en la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), abril de 2025



Figura 3.10.4.a Ubicación geográfica de la estación Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01) respecto a las avenidas principales, mostrando de fondo la gráfica polar correspondiente de la relación geométrica SO_2/NO_x , abril de 2025

En la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), se evidencia de que la relación SO_2/NO_x es mayor que 1 entre el norte y el este, confirmando el comportamiento que se observó en la figura 3.10.2 debido al administrado *Southern Perú Copper Corporation* (SPCC). Sin embargo, hacia el sur y suroeste, se observa una relación incluso menor a 1, que indica una predominancia de las fuentes de las carreteras frente a las industriales, esto se debe a que las vías principales se encuentran entre el oeste y sur tomando como referencia la estación Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), estas vías son (iniciando desde la más cercana a la estación a la más cerca al mar): la Av. Minería, la vía ferroviaria industrial de SPCC y la Av. Panamericana. Sin embargo, hacia el sureste se observa una relación más alta respecto al oeste, debido a que cuenta con vías de menor tránsito vehicular a comparación del caso anterior, la única avenida normalmente concurrida y la más cercana a la estación es la Av. Del Parque hacia el este, tomando como referencia la estación Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), tal y como se muestra en la figura 3.10.5.a.

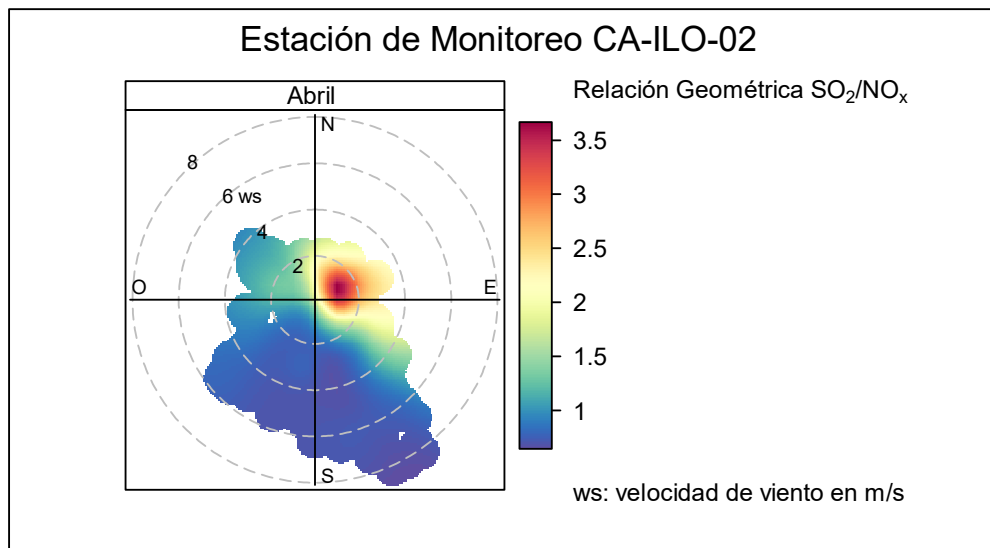


Figura 3.10.5. Gráfica polar de la relación geométrica SO_2/NO_x en la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), abril de 2025



Figura 3.10.5.a Ubicación geográfica de la estación Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) respecto a las avenidas principales, mostrando de fondo la gráfica polar correspondiente de la relación geométrica SO_2/NO_x , abril de 2025.

3.10.3 Sulfuro de Hidrogeno (H_2S)

En las Figuras 3.10.6, 3.10.7 y 3.10.8 se presentan las gráficas polares de las concentraciones de H_2S de las estaciones de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) e Ilo - José Pardo (CA-ILO-03) respectivamente, de abril de 2025.

En la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), se observa que los niveles más altos de concentraciones provienen del norte y se hace mención debido a que el administrado *Austral Group S.A.A.* y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) se encuentran hacia el nornoroeste tomando como referencia a la estación Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), tal y como se muestra en la figura 3.10.6.a. Y cabe recordar que las concentraciones de H_2S no han superado su ECA nacional según muestra la figura 3.5.1.

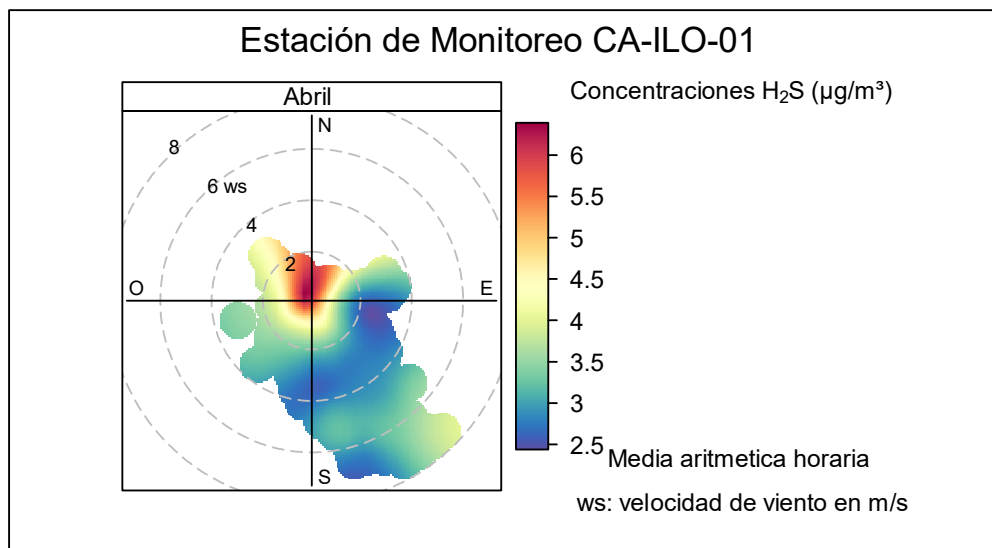


Figura 3.10.6. Gráfica polar de las concentraciones promedios de H_2S en la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), abril de 2025

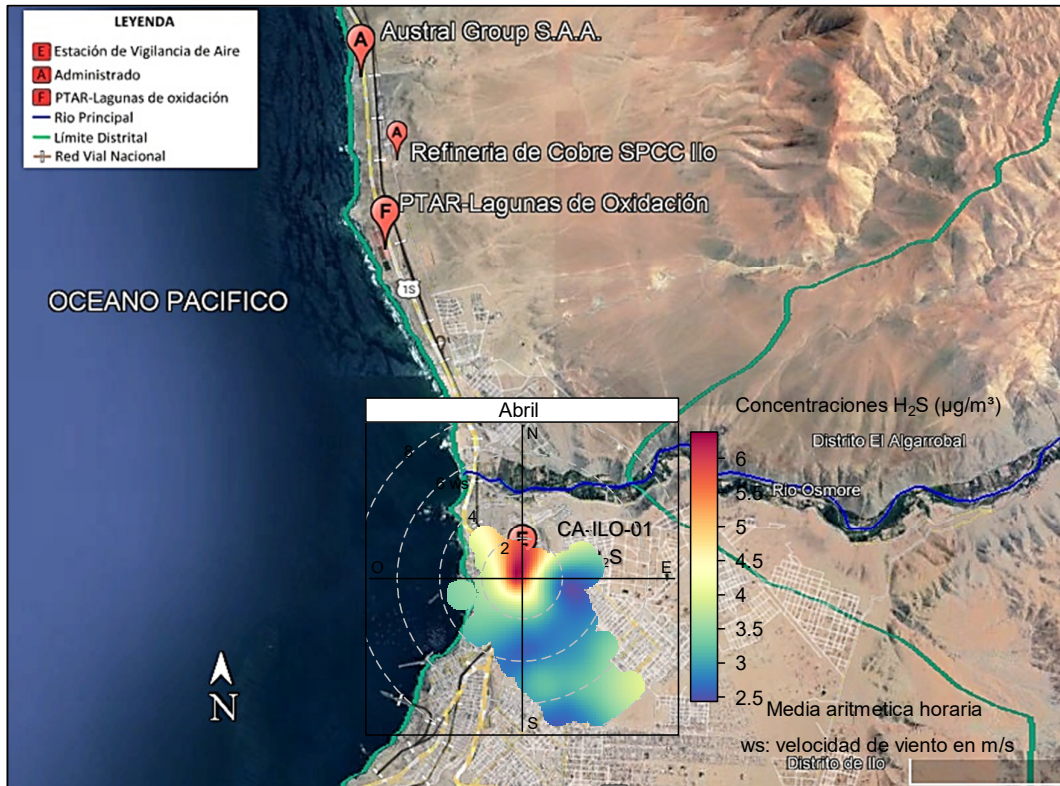


Figura 3.10.6.a Ubicación geográfica de la estación Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01) respecto a la fábrica de harina de pescado Austral Group S.A.A., mostrando la gráfica polar correspondiente de las concentraciones de H₂S, abril de 2025.

En la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), se observa que los niveles más altos de concentraciones provienen del noroeste y se hace mención debido a que el administrado *Austral Group S.A.A.* y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) se encuentran hacia el noroeste tomando como referencia a la estación Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), tal y como se muestra en la figura 3.10.7.a y para ser más específicos, según muestra la gráfica polar, las velocidades de viento provenientes del norte son las más bajas respecto a las otras direcciones cardinales lo cual da un indicio de que hay poca dispersión y que las concentraciones provienen de fuentes locales, considerando que además, las distancias a la estación Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) de la fábrica de harina de pescado-*Austral Group S.A.A.* y la PTAR son 4,7 km y 2,2 km respectivamente, siendo la estación más cercana al administrado respecto a las otras estaciones y así los niveles observados, según la gráfica polar, son mayores. Y cabe recordar que las concentraciones de H₂S no han superado su ECA nacional según muestra la figura 3.5.2.

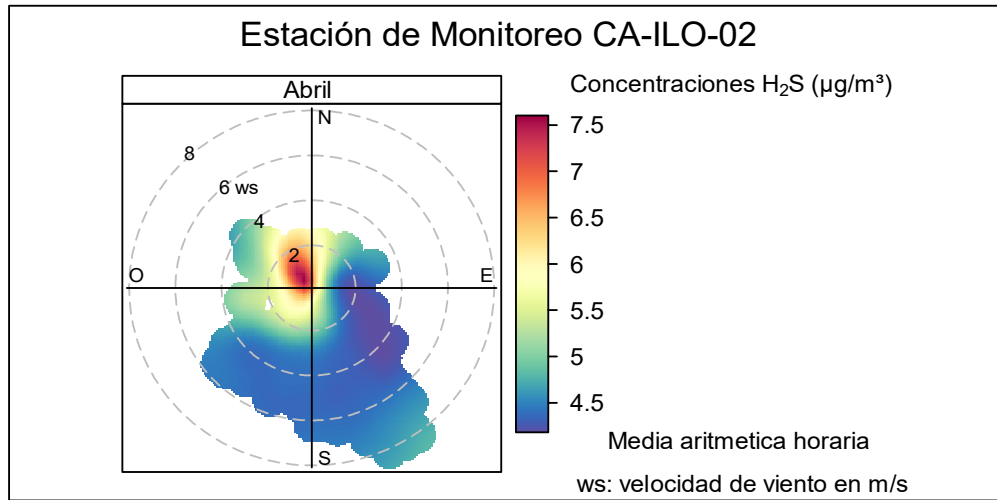


Figura 3.10.7. Gráfica polar de las concentraciones promedios de H₂S en la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), abril de 2025

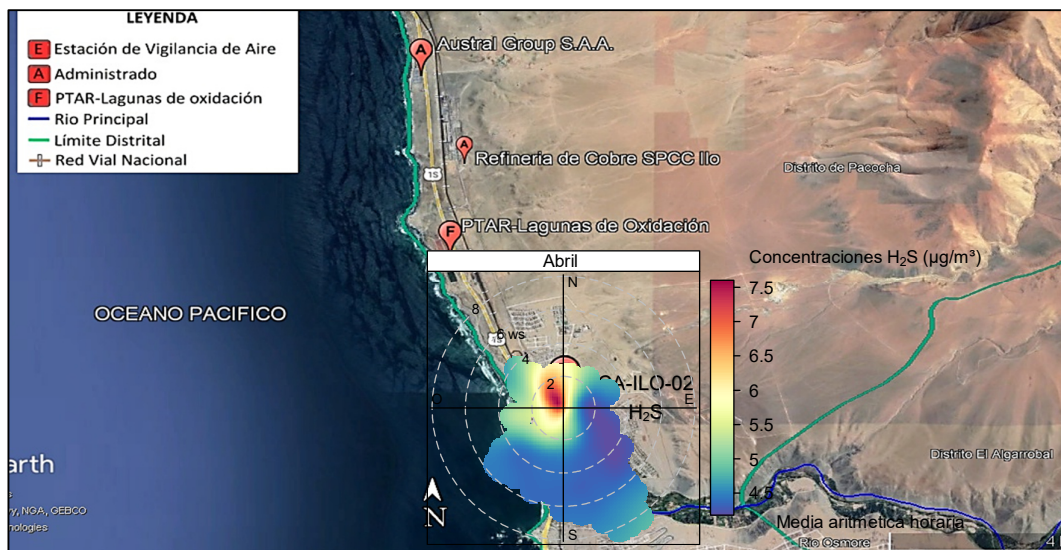


Figura 3.10.7.a Ubicación geográfica de la estación Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) respecto a la fábrica de harina de pescado *Austral Group S.A.A.*, mostrando la gráfica polar correspondiente de las concentraciones de H₂S, abril de 2025.

En la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), se observa que los niveles más altos de concentraciones provienen del norte, este y sur y se hace mención debido a que el administrado *Austral Group S.A.A.* y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) se encuentran hacia el noroeste tomando como referencia a la estación Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), tal y como se muestra en la figura 3.10.8.a.

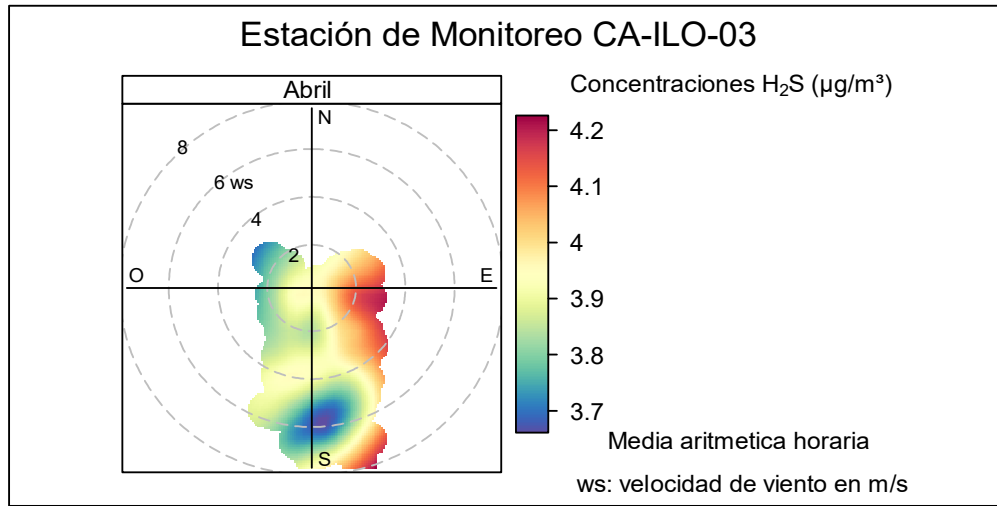


Figura 3.10.8. Grafica polar de las concentraciones promedio de H₂S en la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), abril de 2025

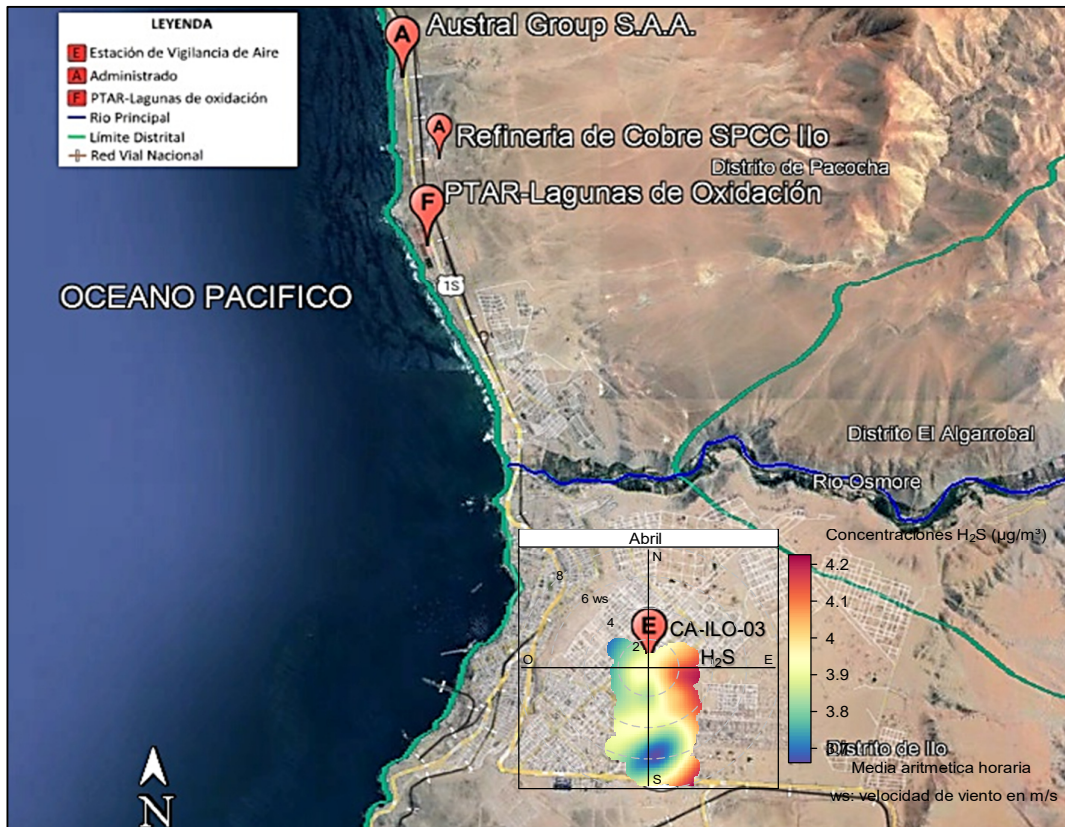


Figura 3.10.8.a Ubicación geográfica de la estación Ilo - José Pardo (CA-ILO-03) respecto a la fábrica de harina de pescado *Austral Group S.A.A.*, mostrando la gráfica polar correspondiente de las concentraciones de H₂S, abril de 2025.

3.11 Estados de alerta

En las Figuras 3.11.1, 3.11.2 y 3.11.3 se presentan las concentraciones móviles de 3 horas de SO₂, correspondiente a las estaciones de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) e Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), de abril de 2025. 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.º 009-2003-SA.

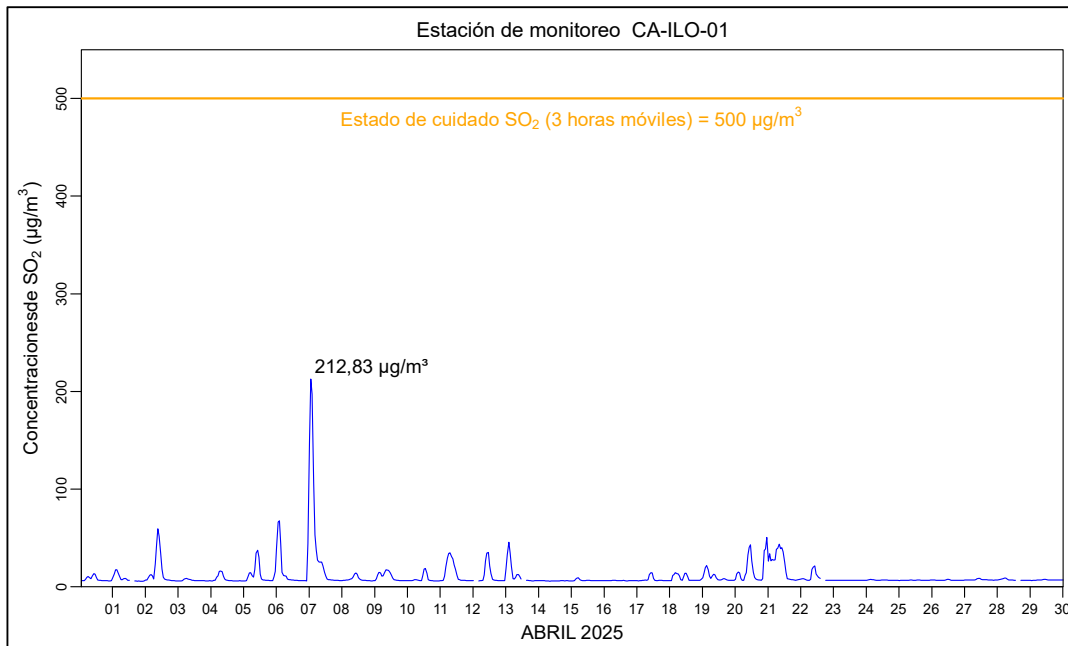


Figura 3.11.1. Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de SO₂ en la estación de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), en abril de 2025

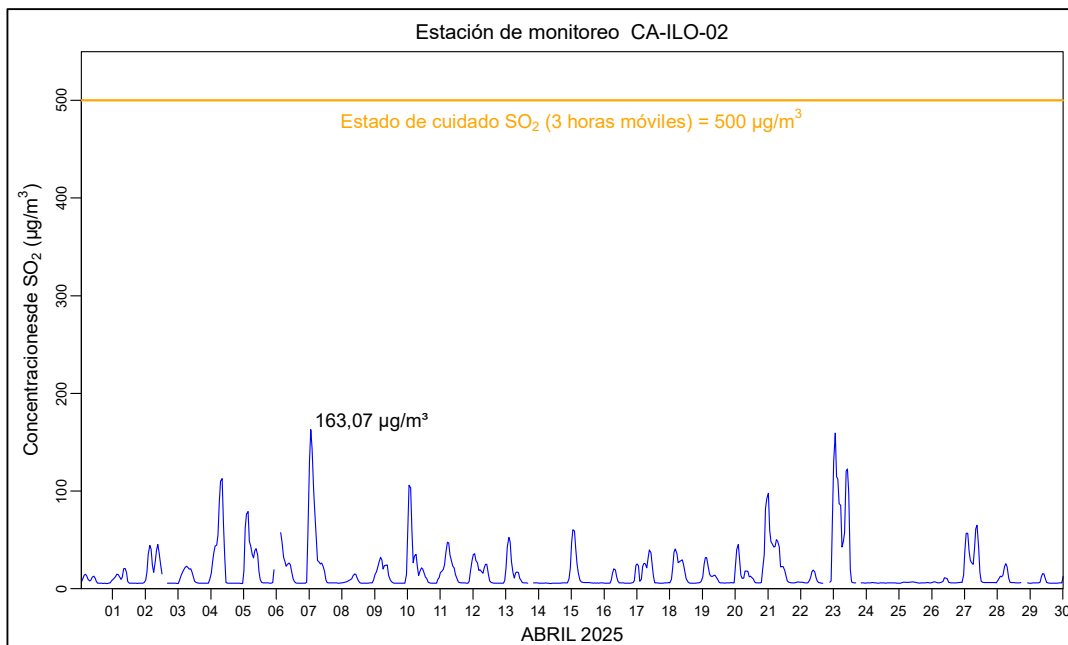


Figura 3.11.2. Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de SO₂ en la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), en abril de 2025

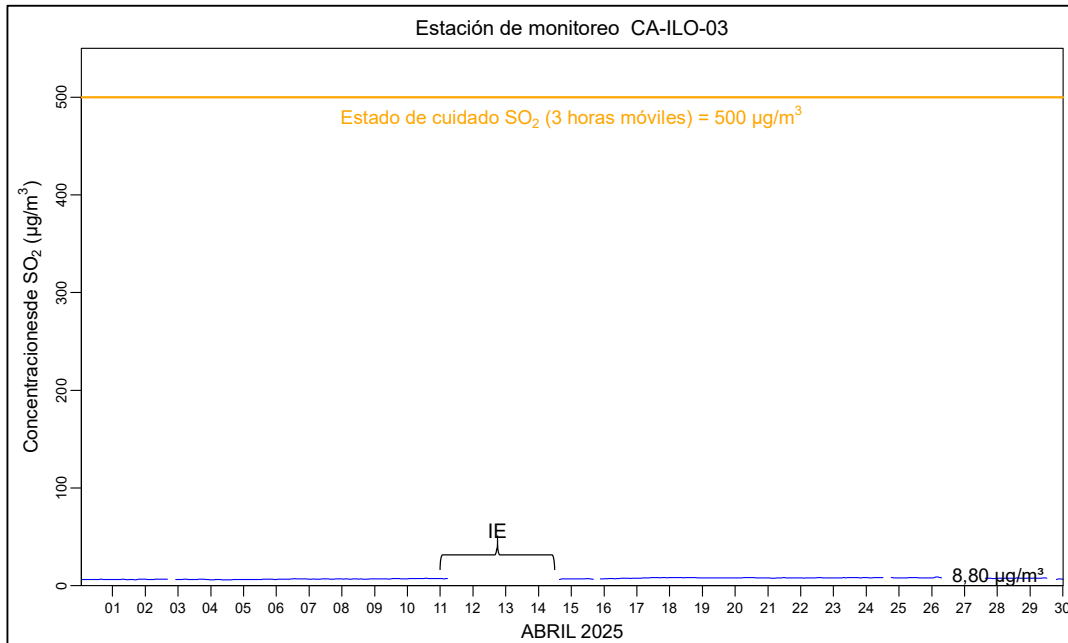


Figura 3.11.3. Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de SO₂ en la estación de monitoreo Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), durante abril de 2025
IE: Interrupción Eléctrica.

4 CONCLUSIONES

- En las estaciones de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) e Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), ubicadas en la provincia de Ilo, las concentraciones de 24 horas de material particulado con diámetro menor o igual a 10 micras (PM₁₀) no excedieron su respectivo ECA, durante abril de 2025.
- En las estaciones de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) e Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), ubicadas en la provincia de Ilo, las concentraciones de 24 horas de material particulado con diámetro menor o igual a 2,5 micras (PM_{2,5}) no excedieron su respectivo ECA, durante abril de 2025.
- En las estaciones de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) e Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), ubicadas en la provincia de Ilo, las concentraciones de dióxido de azufre (SO₂) medidas durante 24 horas no excedieron su respectivo ECA, durante abril de 2025.
- En las estaciones de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) e Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), ubicadas en la provincia de Ilo, las concentraciones de sulfuro de hidrógeno (H₂S) medidas durante 24 horas no excedieron su respectivo ECA, durante abril de 2025.
- En la estación de monitoreo Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) e Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), las concentraciones horarias de monóxido de carbono (CO) no excedieron su respectivo ECA, así como, sus promedios móviles de 8 horas, durante abril de 2025.

- En las estaciones de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01) e Ilo - Pacocha (CA-ILO-02), las concentraciones horarias de dióxido de nitrógeno (NO₂) no excedieron su respectivo ECA, durante abril de 2025.
- No se presentaron estados de alerta sobre los niveles de cuidado de SO₂ (500 µg/m³, 3 horas promedio móvil), durante la evaluación ambiental de seguimiento de la calidad del aire en las tres estaciones de monitoreo Ilo – Bolognesi (CA-ILO-01), Ilo - Pacocha (CA-ILO-02) e Ilo - José Pardo (CA-ILO-03), ubicadas en la provincia de Ilo (abril de 2025).

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