

Título del estudio : Evaluación ambiental de seguimiento de la calidad del aire en los distritos Ilo y Pacocha, provincia Ilo, departamento Moquegua, en diciembre de 2021.

Fecha de ejecución : Diciembre de 2021

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

Tipo de evaluación : Programada

Fecha de aprobación : 10 de febrero de 2022 Reporte N° : REAS-080-2021-
STEC

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	Fundición y refinera de cobre - Ilo, Central Termoeléctrica Ilo1, Central Termoeléctrica Ilo21, Central Termoeléctrica Nodo energético Del Sur – Planta Ilo, Central Termoeléctrica Reserva Fria de Generación – Planta Ilo
c.	Problemática identificada	Presunta afectación de la calidad del aire debido a las actividades económicas en la provincia Ilo
d.	Periodo de ejecución	Diciembre de 2021

Tabla 1.2. Listado de profesionales

N.º	Nombres y Apellidos	Profesión	Actividad desarrollada
1	Lázaro Walther Fajardo Vargas	Ingeniero químico	Gabinete
2	Andrés Daniel Brios Abanto	Ingeniero ambiental y de recursos naturales	Gabinete
3	Jorge Luis Hualpa Amable	Ingeniero Químico	Gabinete/campo
4	Patricia Mónica Barreto Sáenz	Ingeniera Ambiental	Gabinete
5	Juan Gamarra Rojas	Ingeniero Ambiental	Gabinete

2. OBJETIVO

Realizar la evaluación ambiental de seguimiento de la calidad del aire en el ámbito de los distritos Ilo y Pacocha de la provincia Ilo, ubicada en el departamento Moquegua, a través, del monitoreo continuo de parámetros que permitan identificar, registrar y alertar posibles alteraciones en la calidad del aire, en diciembre 2021.

3. METODOLOGÍA

3.1. Protocolo de monitoreo

Tabla 3.1. Protocolo de monitoreo

Matriz	Protocolo	Sección	País	Institución	Dispositivo legal	Año
Aire	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire	Todo el documento	Perú	Minam	Decreto Supremo N.° 010-2019-MINAM	2019

3.2. Ubicación de estaciones de monitoreo

Tabla 3.2. Estaciones de monitoreo

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

3.3. Equipos y metodologías de análisis

Tabla 3.3. 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-0462021
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2.5})					
Dióxido de Azufre	Monitor automático de SO ₂	Thermo Scientific	43i	1200416204	LG-050-2021 LG-0192021
Dióxido de Nitrógeno	Monitor automático de NO ₂	Thermo Scientific	42i	1192914962	LG-052-2021 LG-0212021
Sulfuro de Hidrógeno	Monitor automático de H ₂ S	Thermo Scientific	450i	CM19490141	LG-051-2021 LG-0202021
Monóxido de carbono	Monitor automático de CO	Thermo Scientific	48i	1193085163	LG-049-2021 LG-0182021
- Velocidad de viento	Estación meteorológica	Campbell Scientific	CR310	WM174404	LM-0382021
- Dirección de viento					
- Temperatura ambiente					
- Humedad relativa					
- Presión barométrica					
- Precipitación					
- Radiación Solar				1669292130	LM-0372021 y LM-0362021
				BPA11352	LM-0402021
				TB00015748	LM-0392021
				193237	LM-0352021
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-0452021
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2.5})					
Dióxido de Azufre	Monitor automático de SO ₂	Thermo Scientific	43i	1192914947	LG-046-2021 LG-0152021
Dióxido de Nitrógeno	Monitor automático de NO ₂	Thermo Scientific	42i	1192914960	LG-048-2021 LG-0172021

Parámetro	Equipo	Marca	Modelo	Serie	Certificado calibración
Sulfuro de Hidrógeno	Monitor automático de H ₂ S	<i>Thermo Scientific</i>	450i	CM19490139	LG-047-2021 LG-0162021
Monóxido de carbono	Monitor automático de CO	<i>Thermo Scientific</i>	48i	1193085161	LG-045-2021 LG-0142021
- Velocidad de viento - Dirección de viento	Estación meteorológica	<i>Campbell Scientific</i>	CR300	WM174402	LM-0322021
- Temperatura ambiente - Humedad relativa				1663393889	LM-0312021 y LM-0302021
- Presión barométrica				BPA11350	LM-0342021
- Precipitación				TB00015746	LM-0332021
- Radiación Solar				193287	LM-0292021
Estación de monitoreo CA - ILO - 03					
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	Monitor automático de partículas	<i>GRIMM</i>	EDM 180	18A19093	LF-0442021
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5})					
Dióxido de Azufre	Monitor automático de SO ₂	<i>Thermo Scientific</i>	43i	1192914948	LG-042-2021 LG-0112021
Dióxido de Nitrógeno	Monitor automático de NO ₂	<i>Thermo Scientific</i>	42i	1192914961	LG-044-2021 LG-0132021
Sulfuro de Hidrógeno	Monitor automático de H ₂ S	<i>Thermo Scientific</i>	450i	CM19490140	LG-043-2021 LG-0122021
Monóxido de carbono	Monitor automático de CO	<i>Thermo Scientific</i>	48i	1193085162	LG-041-2021 LG-0102021
- Velocidad de viento - Dirección de viento	Estación meteorológica	<i>Campbell Scientific</i>	CR300	WM174403	LM-0262021
- Temperatura ambiente - Humedad relativa				1665884185	LM-0252021 y LM-0242021
- Presión barométrica				BPA11351	LM-0282021
- Precipitación				TB00015747	LM-0272021
- Radiación Solar				193240	LM-0232021

Tabla 3.4. 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 barométrica		
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 (Minam)

(-): No aplica

4. RESULTADOS

Las condiciones meteorológicas y los parámetros atmosféricos registrados en las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, en diciembre de 2021, son presentadas en el Anexo 3.

4.1. Parámetros meteorológicos

En la Tabla 4.1 se presentan los parámetros meteorológicos en la estación de monitoreo CA-ILO-01 en diciembre de 2021, se aprecia que la presión barométrica varió entre una mínima de 1000,7 hPa y máxima de 1008,9 hPa, no se registraron precipitaciones en diciembre. La temperatura promedio fue de 21,2 °C alcanzando una mínima de 18 °C y una máxima de 25,4 °C, la humedad relativa varió entre 53,1 % y 92,1% y la velocidad del viento osciló entre 0,1 m/s y 7,2 m/s. El parámetro de radiación solar reporta una Irradiancia máxima de 1101,6 W/m² durante el mes de diciembre. Los valores se presentan en la Tabla 4.1 y el detalle del registro en el Anexo 3.

Tabla 4.1. Parámetros meteorológicos registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-01 en diciembre de 2021

Valores	Presión barométrica (hPa)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación Solar (W/m ²)
Mínimo	1000,7	0	18	53,1	0,1	0
Máximo	1008,9	0	25,4	92,1	7,2	1101,6
Promedio	1005,1	0	21,2	72,8	3,1	--

En la Figura 4.1 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-01 correspondiente a diciembre de 2021. Se observa que la rosa de viento tuvo una predominancia sur (S). Es preciso mencionar que, en la referida dirección se encuentran los almacenes de Ceticos Ilo, teniendo como referencia la ubicación de la estación de monitoreo CA-ILO-01.

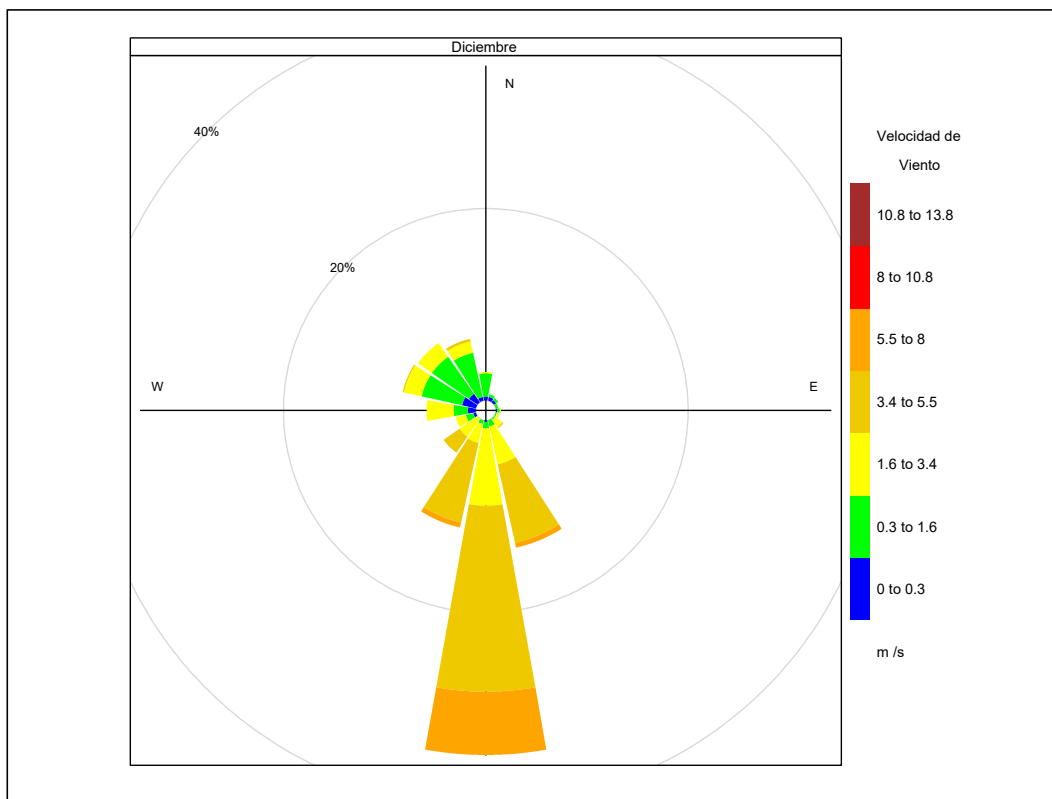


Figura 4.1. Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-01, en diciembre de 2021

En la Tabla 4.2 se presentan los parámetros meteorológicos en la estación de monitoreo CA-ILO-02 en diciembre de 2021, se aprecia que la presión barométrica varió entre una mínima de 1003,2 hPa y máxima de 1011,3 hPa, no se registraron precipitaciones en diciembre. La temperatura promedio fue de 21,0 °C alcanzando una mínima de 17,3 °C y una máxima de 25,2 °C, la humedad relativa varió entre 48,4 % y 87,6% y la velocidad del viento osciló entre 0 m/s y 6,6 m/s. El parámetro de radiación solar reporta una Irradiancia máxima de 1079,2 W/m² durante el mes de diciembre. Los valores se presentan en la Tabla 4.2 y el detalle del registro en el Anexo 3.

Tabla 4.2. Parámetros meteorológicos registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-02 en diciembre de 2021

Valores	Presión barométrica (hPa)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación Solar (W/m ²)
Mínimo	1003,2	0	17,3	48,4	0	0
Máximo	1011,3	0	25,2	87,6	6,6	1079,2
Promedio	1007,2	0	21,0	68,6	2,7	--

En la Figura 4.2 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-02 correspondiente a diciembre de 2021. Se observa que la rosa de viento tuvo una predominancia Estesureste (ESE). Cabe resaltar que, en la mencionada dirección se encuentra la zona de Miramar, teniendo como referencia la ubicación de la estación de monitoreo CA-ILO-02.

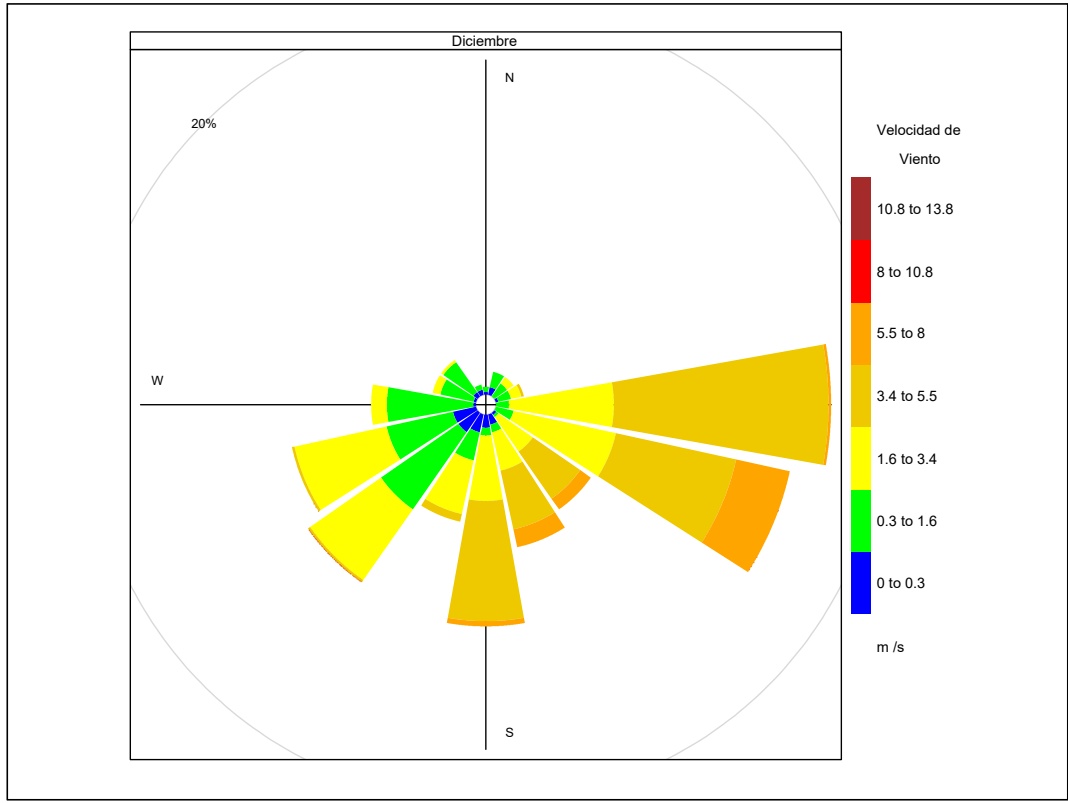


Figura 4.2. Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-02, en diciembre de 2021

En la Tabla 4.3 se presentan los parámetros meteorológicos en la estación de monitoreo CA-ILO-03 en diciembre de 2021, se aprecia que la presión barométrica varió entre una mínima de 984,3 hPa y máxima de 991,7 hPa, las precipitaciones llegaron a un máximo de 0,6 mm. La temperatura promedio fue de 19,9 °C alcanzando una mínima de 16,5 °C y una máxima de 24 °C, la humedad relativa varió entre 57,6 % y 95,5 % y la velocidad del viento osciló entre 0,4 m/s y 6,9 m/s. El parámetro de radiación solar reporta un máximo de 1106,9 W/m² durante el mes de diciembre. Los valores se presentan en la Tabla 4.3 y el detalle del registro en el Anexo 3.

Tabla 4.3. Parámetros meteorológicos registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-03 en diciembre de 2021

Valores	Presión barométrica (hPa)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación Solar (W/m ²)
Mínimo	984,3	0	16,5	57,6	0,4	0,0
Máximo	991,7	0,6	24	95,5	6,9	1106,9
Promedio	988,1	0,002	19,9	77,2	3,2	----

En la Figura 4.3 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-03 correspondiente a diciembre de 2021. Se observa que la rosa de viento tuvo una predominancia sur (S). Es preciso mencionar que, en la referida dirección se encuentra el terminal terrestre de Ilo, teniendo como referencia la ubicación de la estación de monitoreo CA-ILO-03.

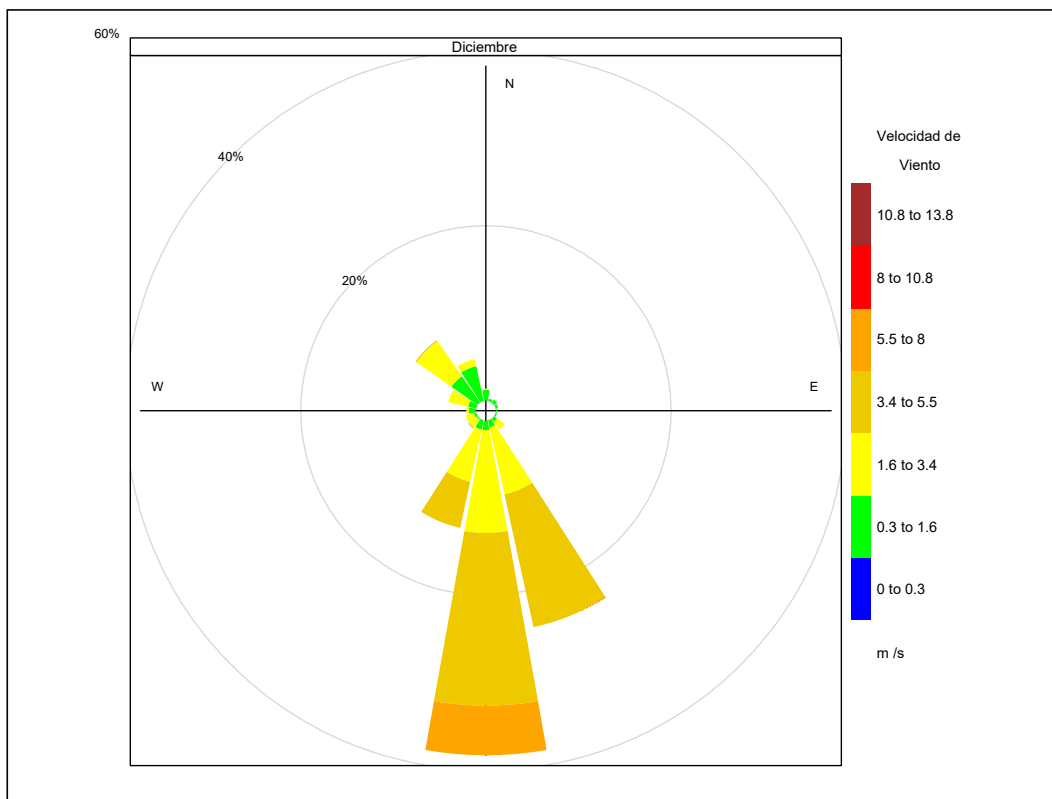


Figura 4.3. Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-03, en diciembre de 2021

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

En las Figuras 4.4 y 4.5 se presentan las concentraciones de 24 horas de PM_{2,5} de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01 y CA-ILO-03, respectivamente, en diciembre de 2021. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para aire de PM_{2,5} (50 µg/m³ en 24 horas).

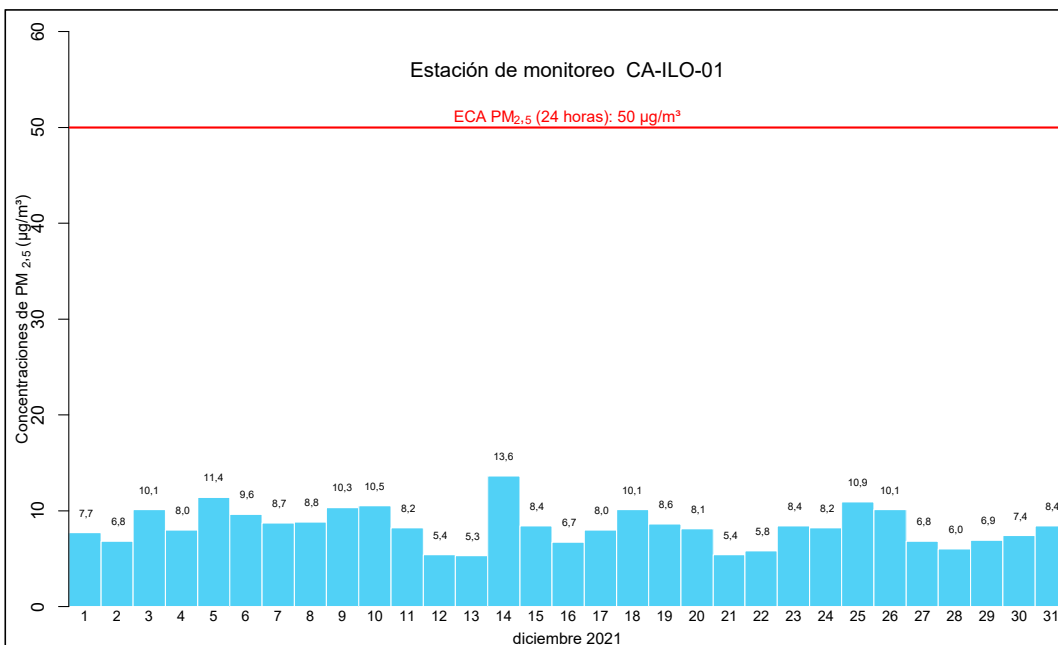


Figura 4.4. Concentraciones de 24 horas de PM_{2,5} en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en diciembre de 2021

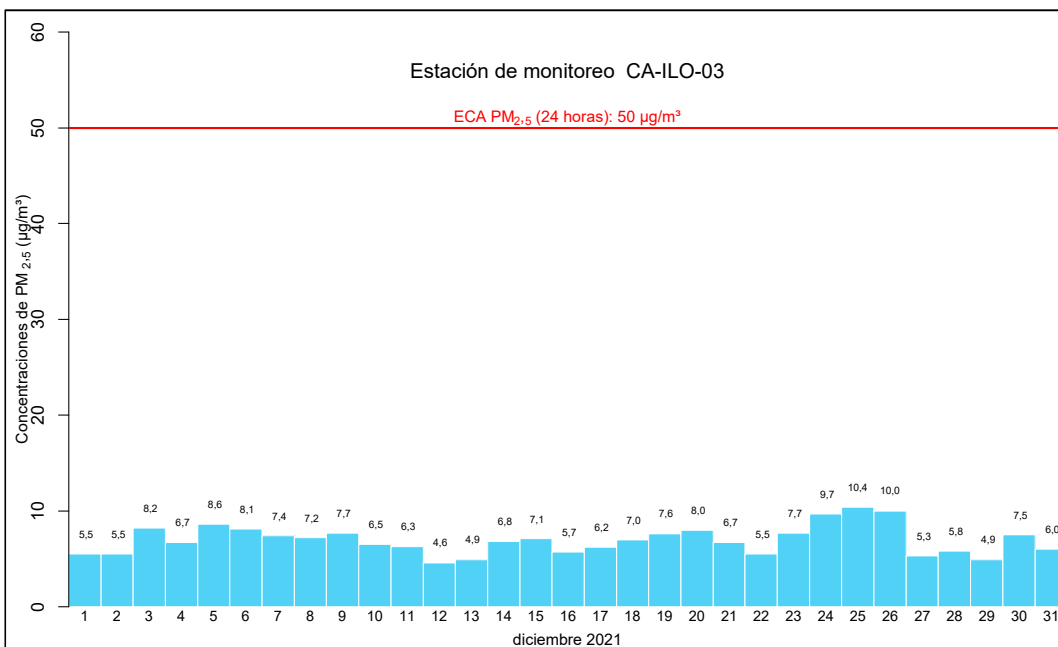


Figura 4.5. Concentraciones de 24 horas de PM_{2,5} en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en diciembre de 2021

4.3. Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀)

En las Figuras 4.6 y 4.7 se presentan las concentraciones de 24 horas de PM₁₀ de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01 y CA-ILO-03, respectivamente, en diciembre de 2021. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para aire de PM₁₀ (100 µg/m³ en 24 horas).

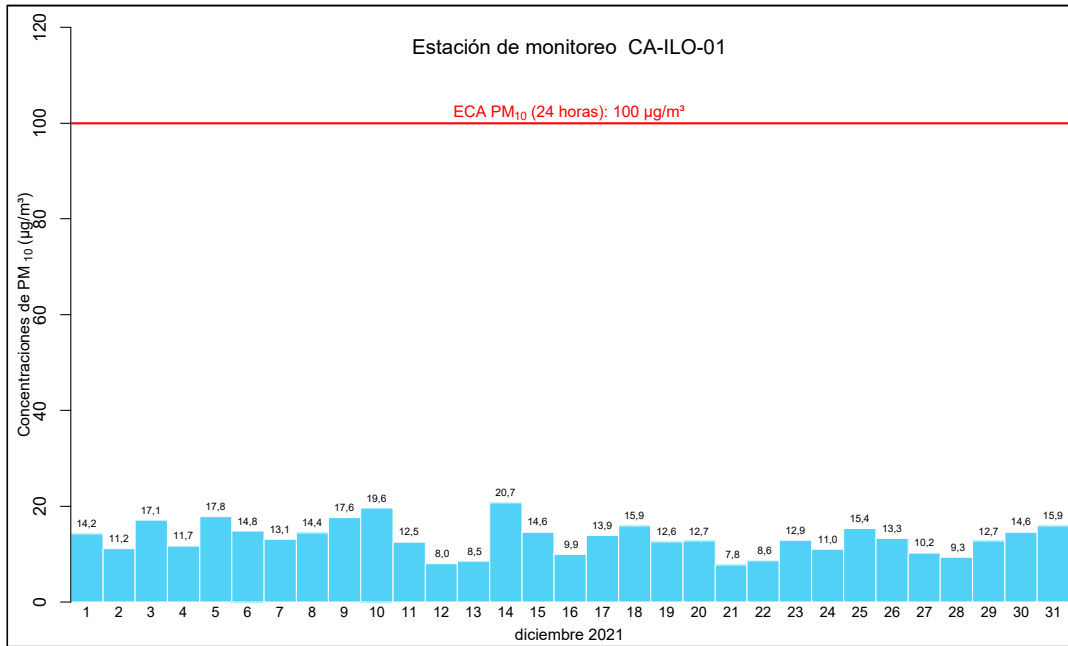


Figura 4.6. Concentraciones de 24 horas de PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en diciembre de 2021

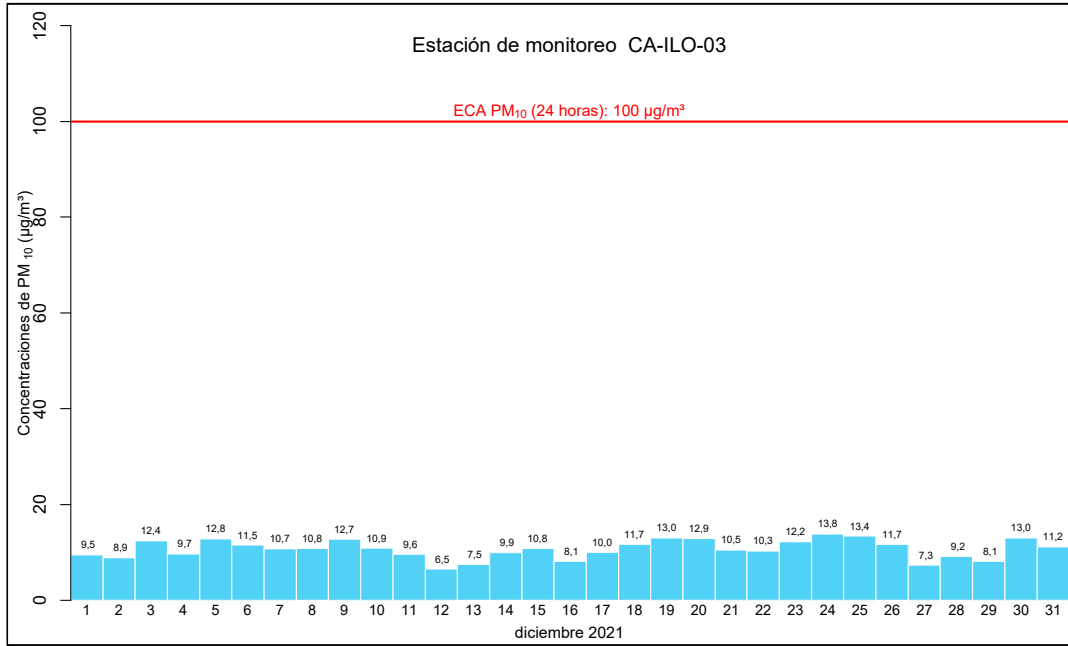


Figura 4.7. Concentraciones de 24 horas de PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en diciembre de 2021

4.4. Dióxido de azufre (SO₂)

En las Figuras 4.8, 4.9 y 4.10 se presentan las concentraciones de 24 horas de SO₂ de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, en diciembre de 2021. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para SO₂ (250 µg/m³ en 24 horas).

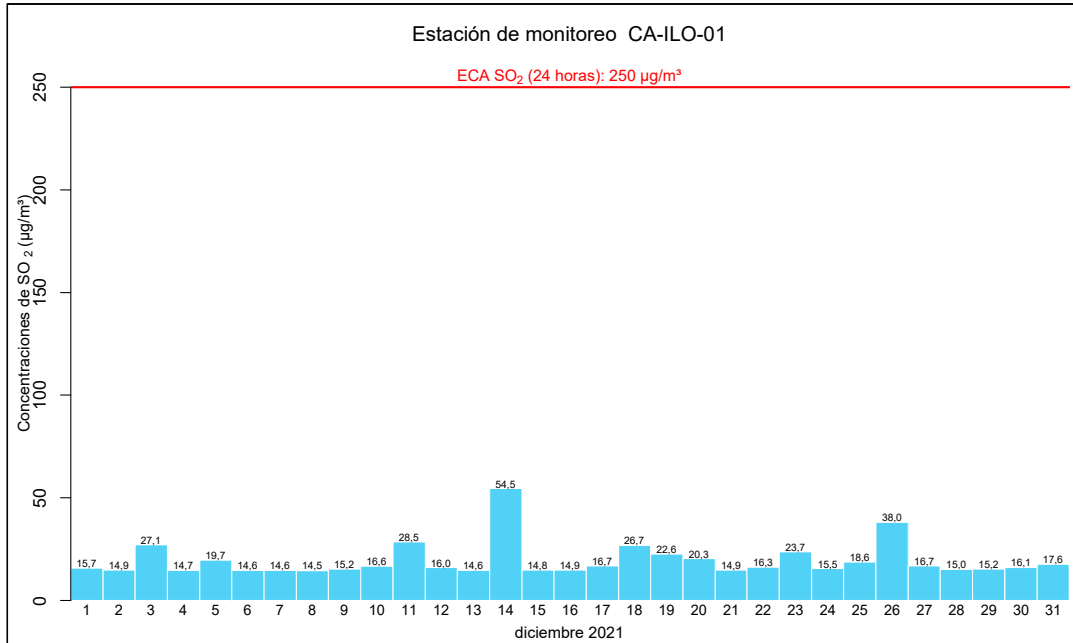


Figura 4.8. Concentraciones de 24 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en diciembre de 2021

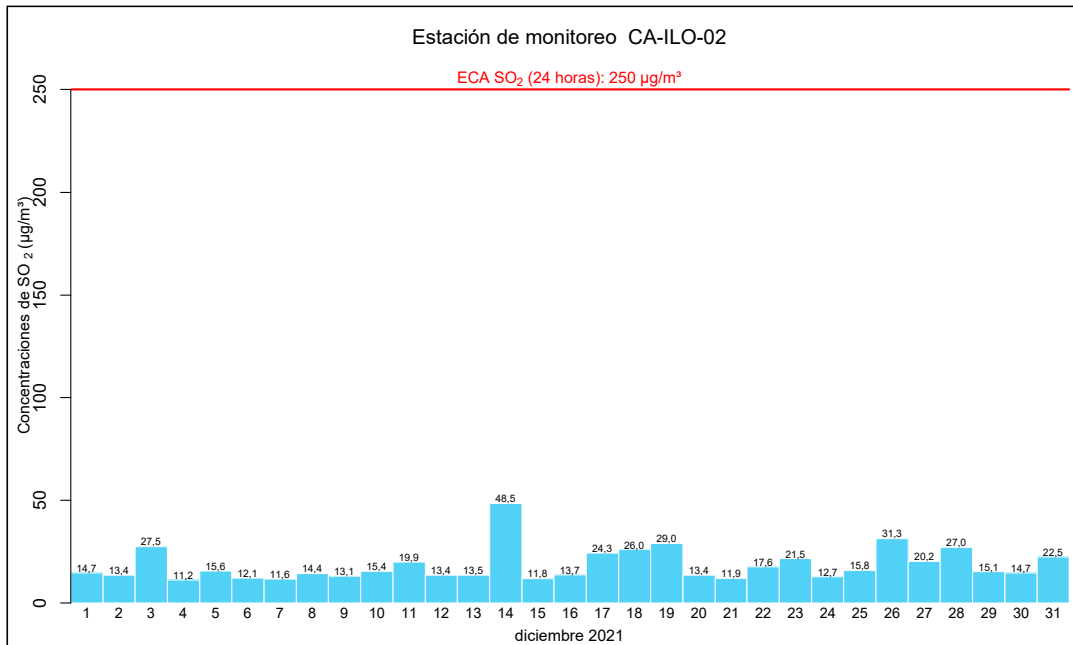


Figura 4.9. Concentraciones de 24 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en diciembre de 2021

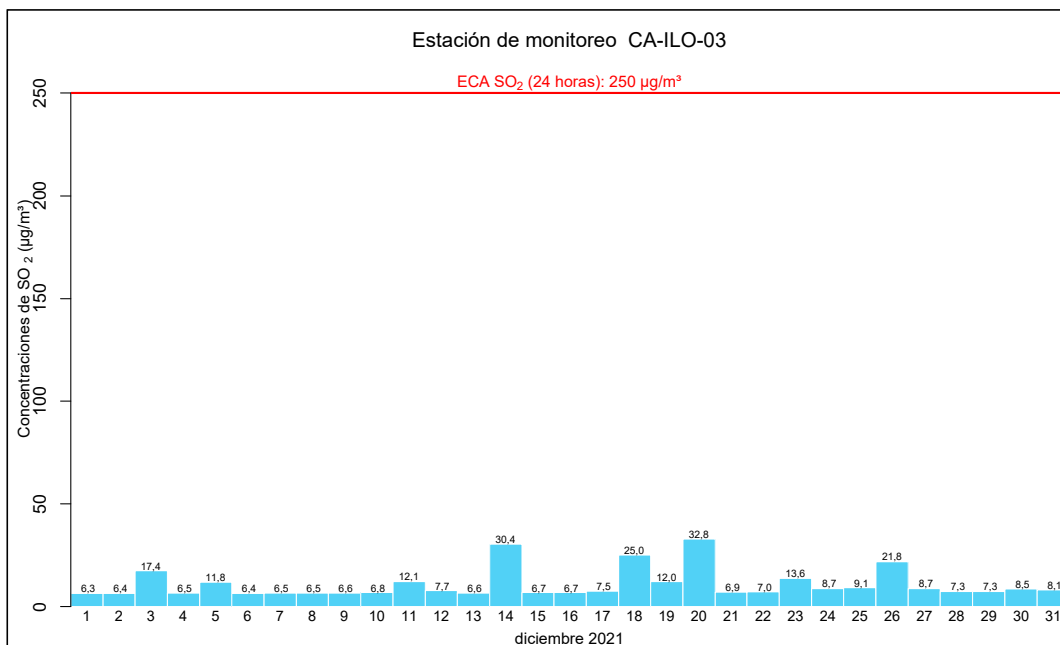


Figura 4.10. Concentraciones de 24 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en diciembre de 2021

4.5. Sulfuro de hidrogeno (H₂S)

En las Figuras 4.11, 4.12 y 4.13 se presentan las concentraciones de 24 horas de H₂S de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, respectivamente, en diciembre de 2021. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para aire de H₂S (150 µg/m³ en 24 horas).

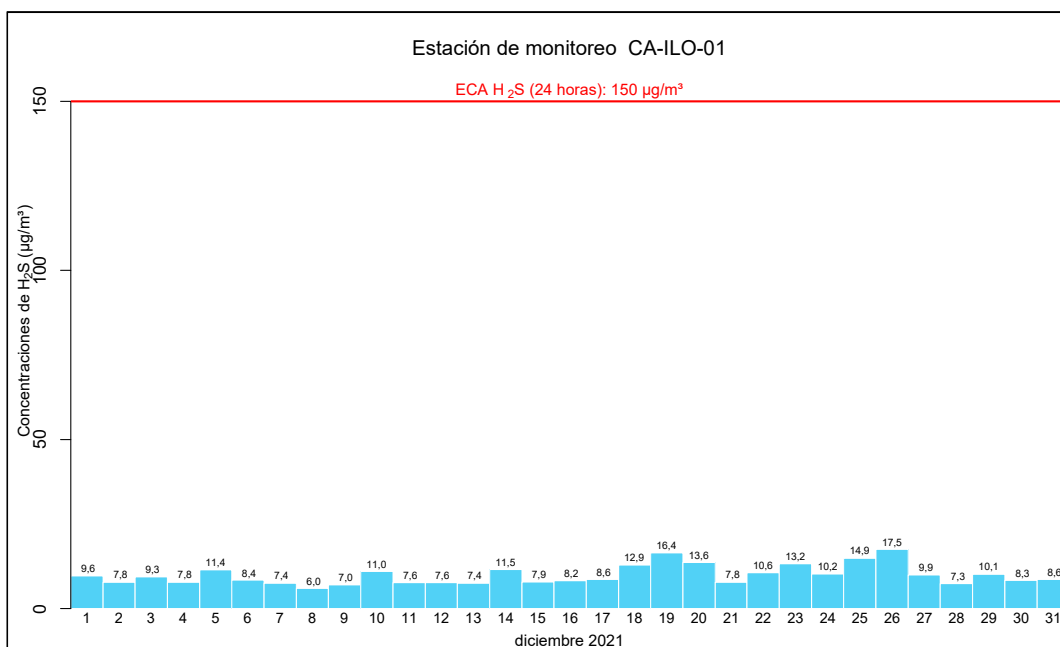


Figura 4.11. Concentraciones de 24 horas de H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en diciembre de 2021

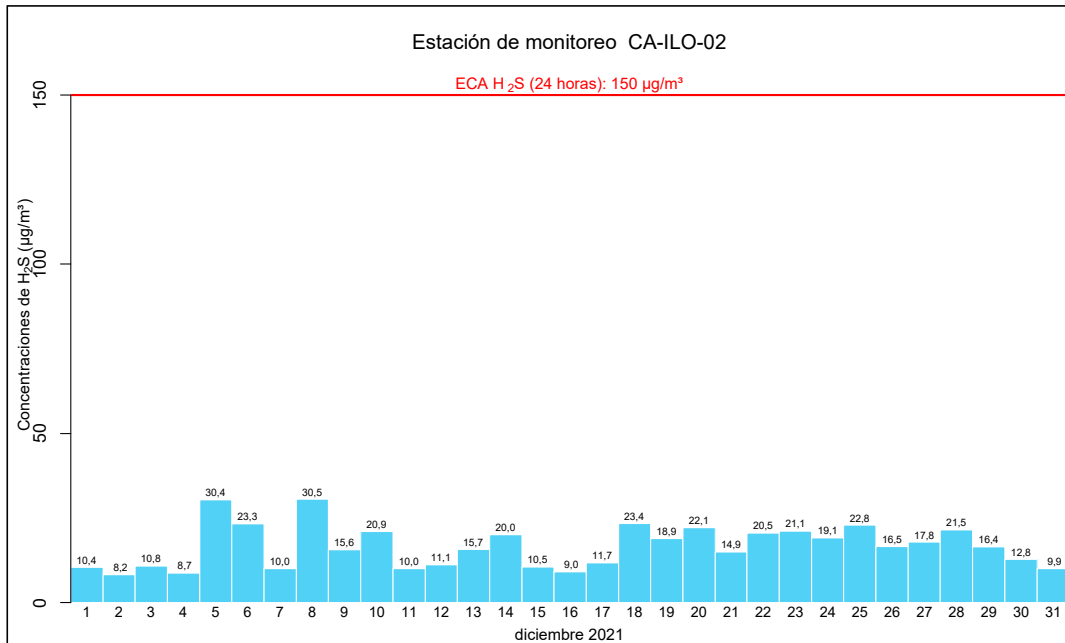


Figura 4.12. Concentraciones de 24 horas de H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en diciembre de 2021

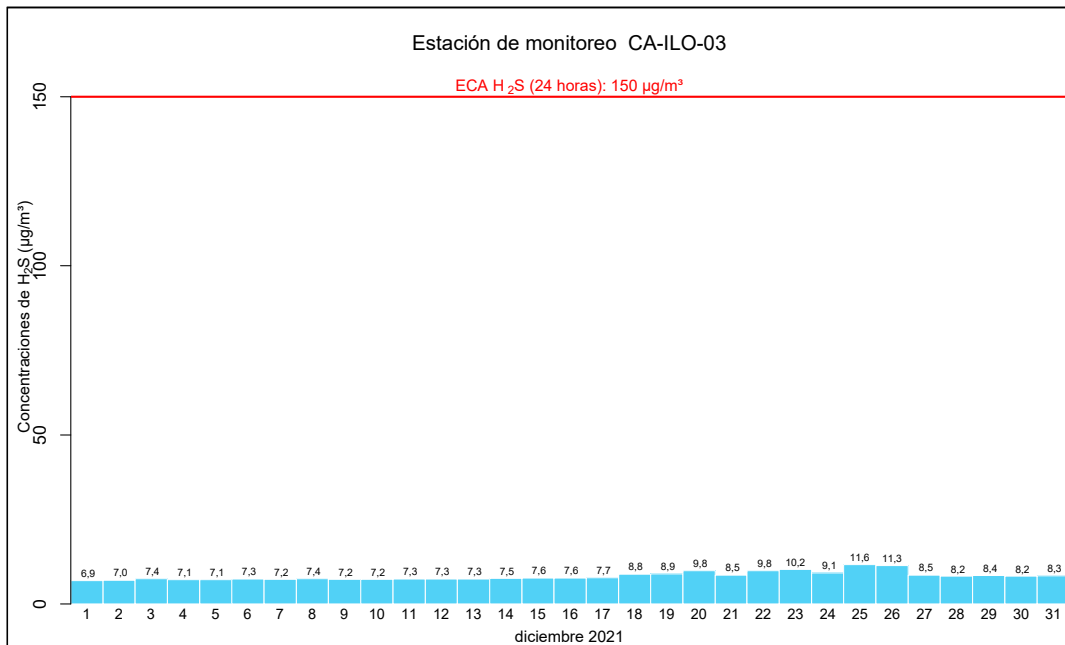


Figura 4.13. Concentraciones de 24 horas de H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en diciembre de 2021

4.6. Dióxido de nitrógeno (NO₂)

En las Figuras 4.14, 4.15 y 4.16 se presentan las concentraciones horarias de NO₂ de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, respectivamente, en diciembre de 2021. Además, se observa que todas las concentraciones horarias no excedieron el ECA para NO₂ (200 µg/m³ en 1 hora).

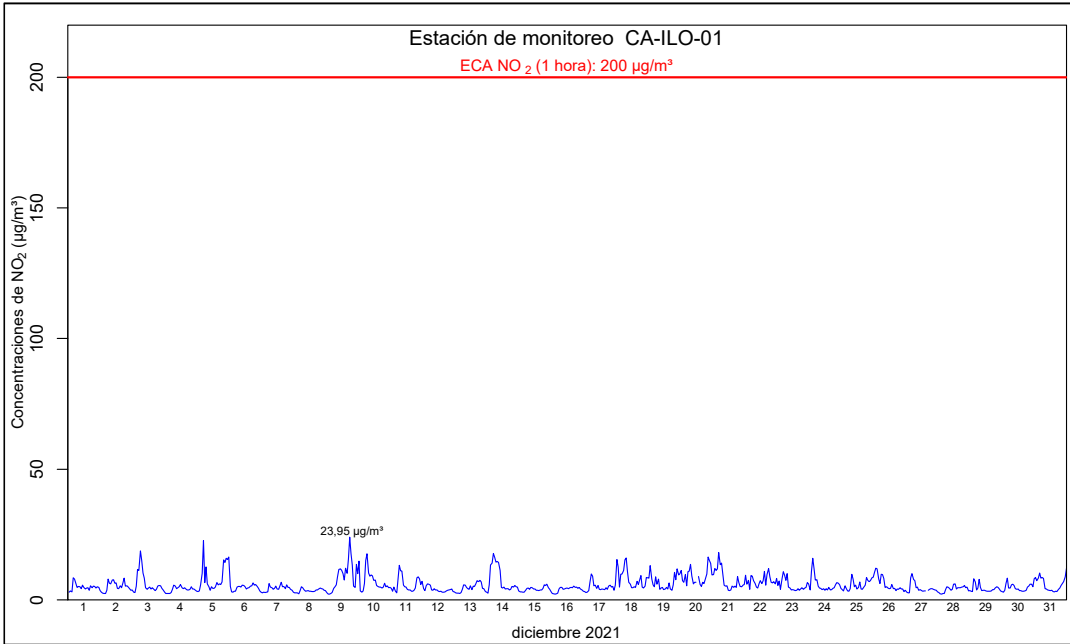


Figura 4.14. Concentraciones de horarias de NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en diciembre de 2021

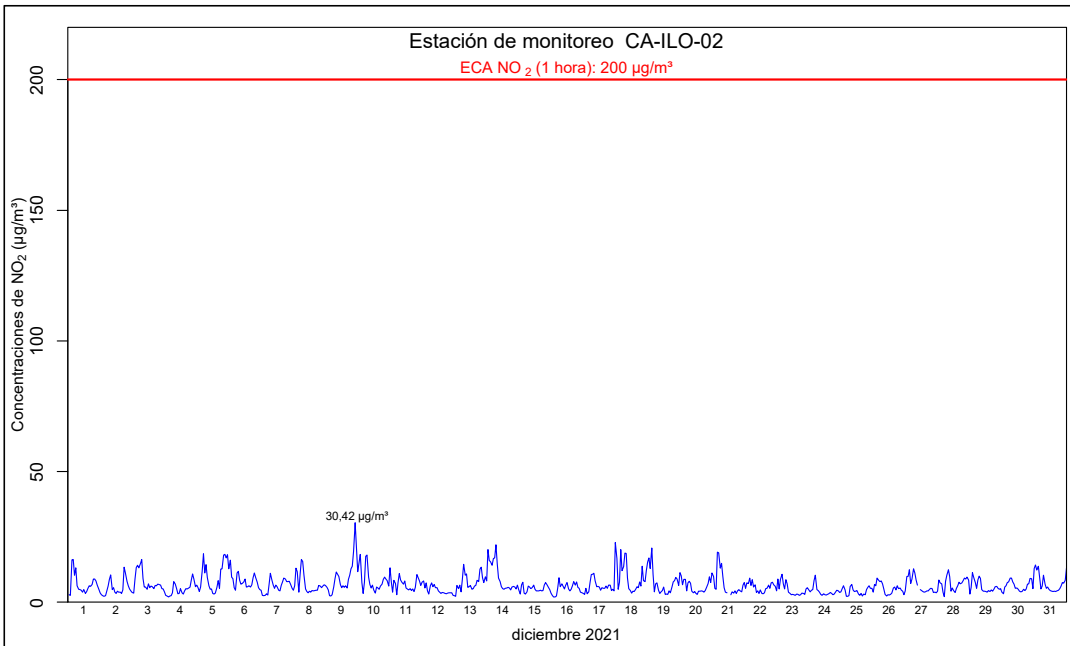


Figura 4.15. Concentraciones de horarias de NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en diciembre de 2021

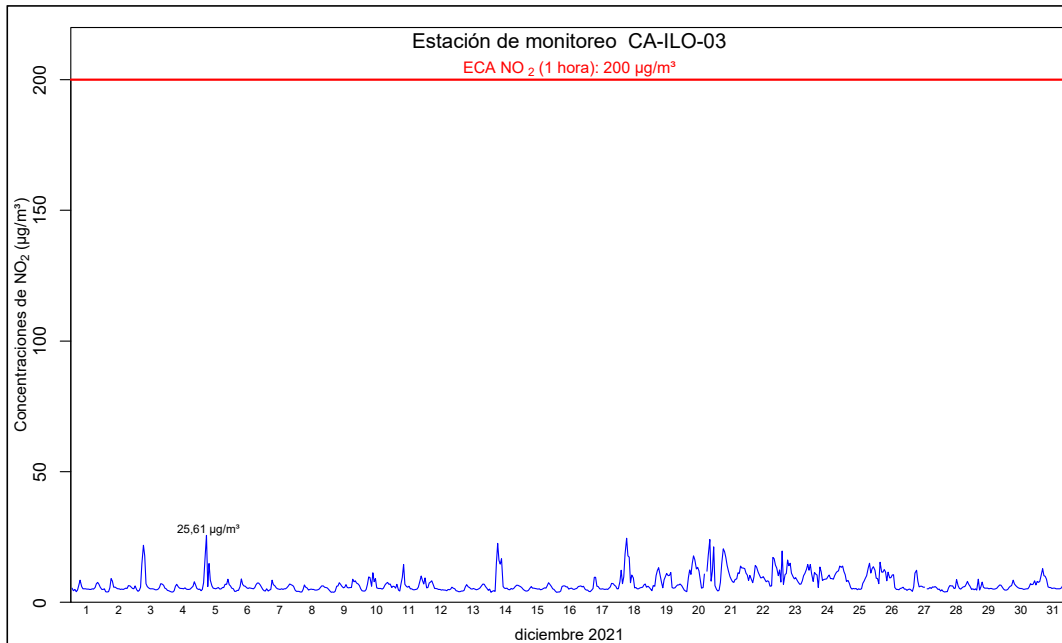


Figura 4.16. Concentraciones de horarias de NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en diciembre de 2021

4.7. Monóxido de carbono (CO)

En las Figuras 4.17, 4.18 y 4.19 se presenta el diagrama de cajas por hora de las concentraciones horarias de CO correspondiente a las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, respectivamente, en diciembre de 2021. Además, se observa que todas las concentraciones horarias no excedieron el ECA para CO (30 000 µg/m³ en 1 hora).

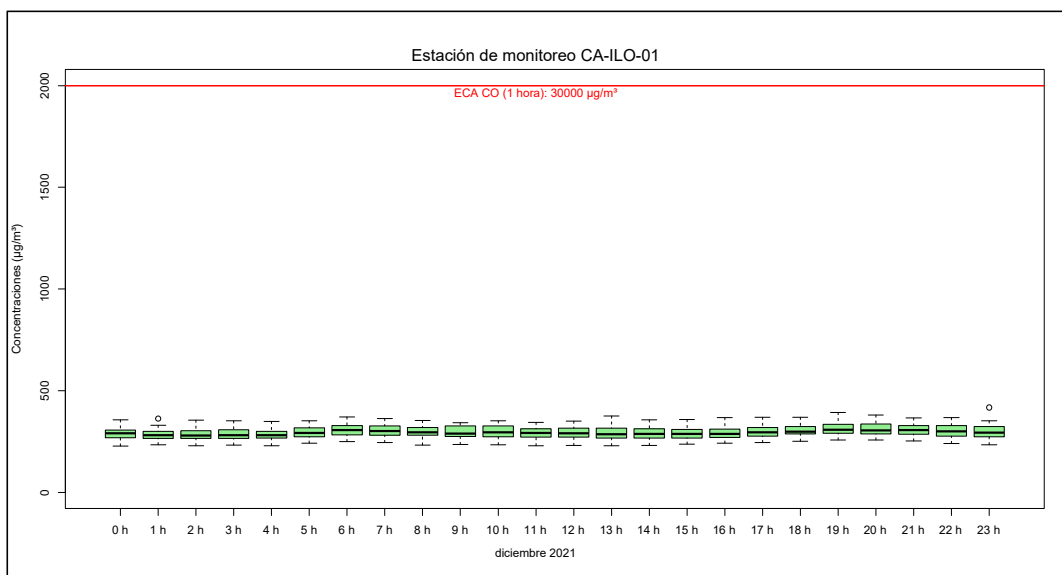


Figura 4.17. Concentraciones de horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en diciembre de 2021

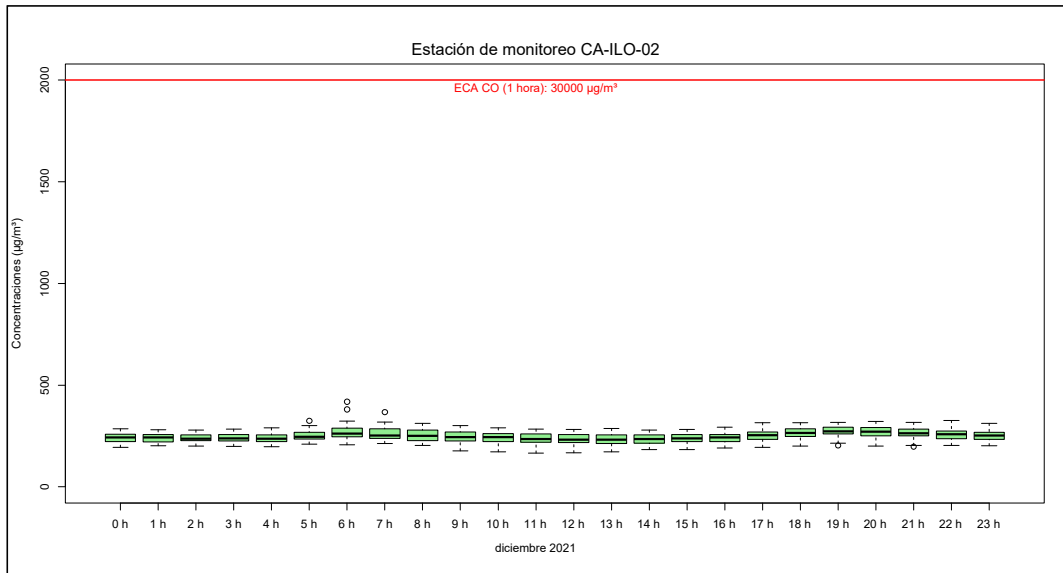


Figura 4.18. Concentraciones de horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en diciembre de 2021

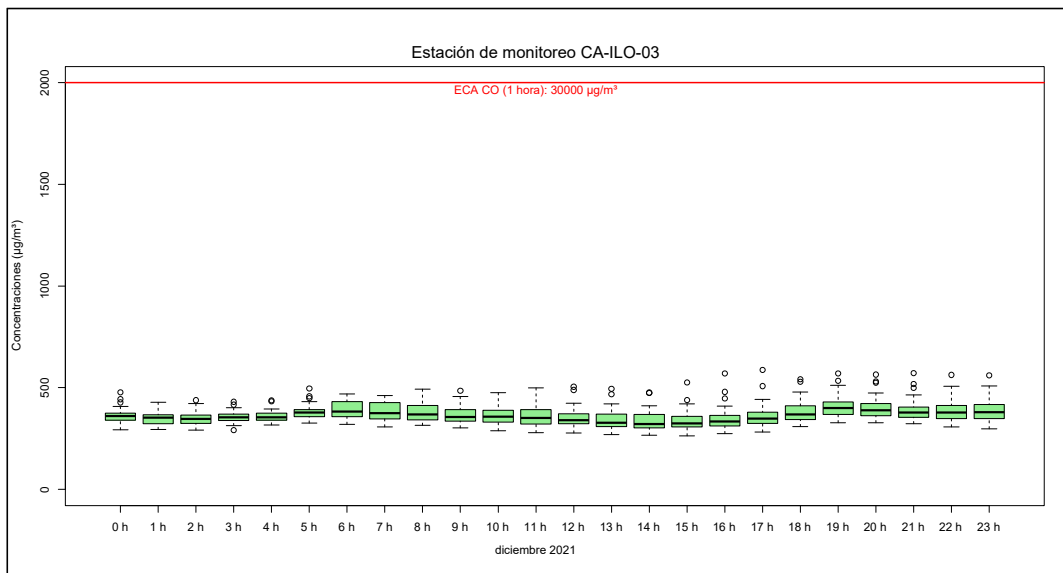


Figura 4.19. Concentraciones de horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en diciembre de 2021

En las Figuras 4.20, 4.21 y 4.22 se presenta el diagrama de cajas por hora de las concentraciones móviles de 8 horas de CO correspondiente a las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, respectivamente, en diciembre de 2021. Además, se observa que todas las concentraciones de promedio móvil de 8 horas no excedieron el ECA para CO (10 000 µg/m³ en 8 horas móviles).

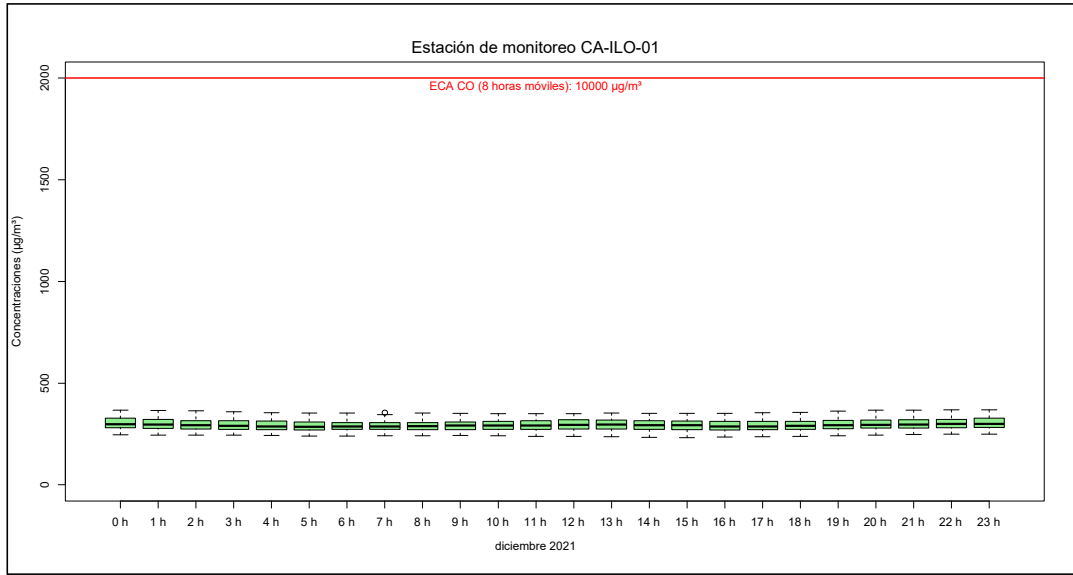


Figura 4.20. Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en diciembre de 2021

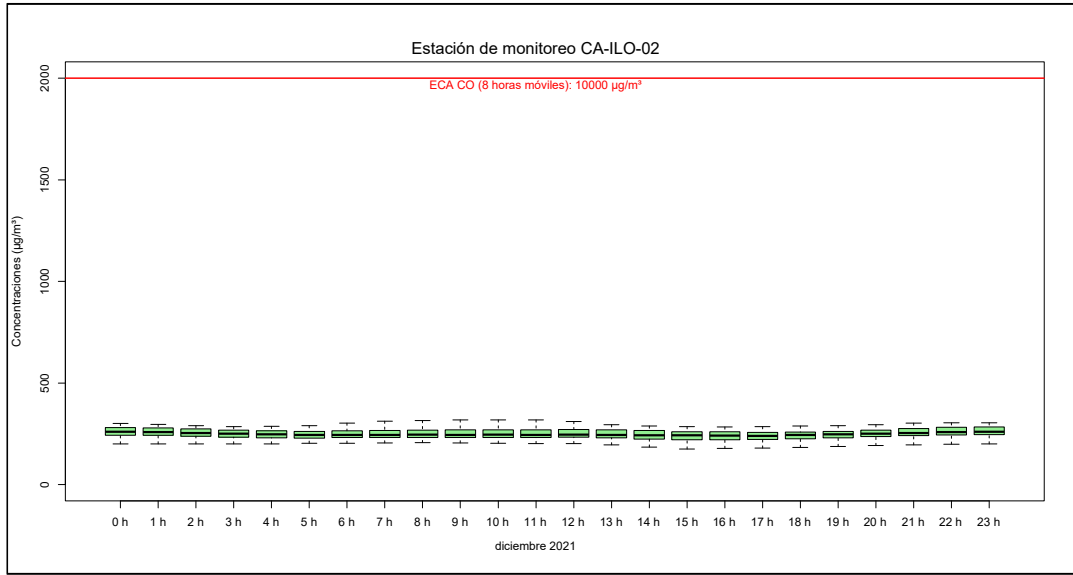


Figura 4.21. Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en diciembre de 2021

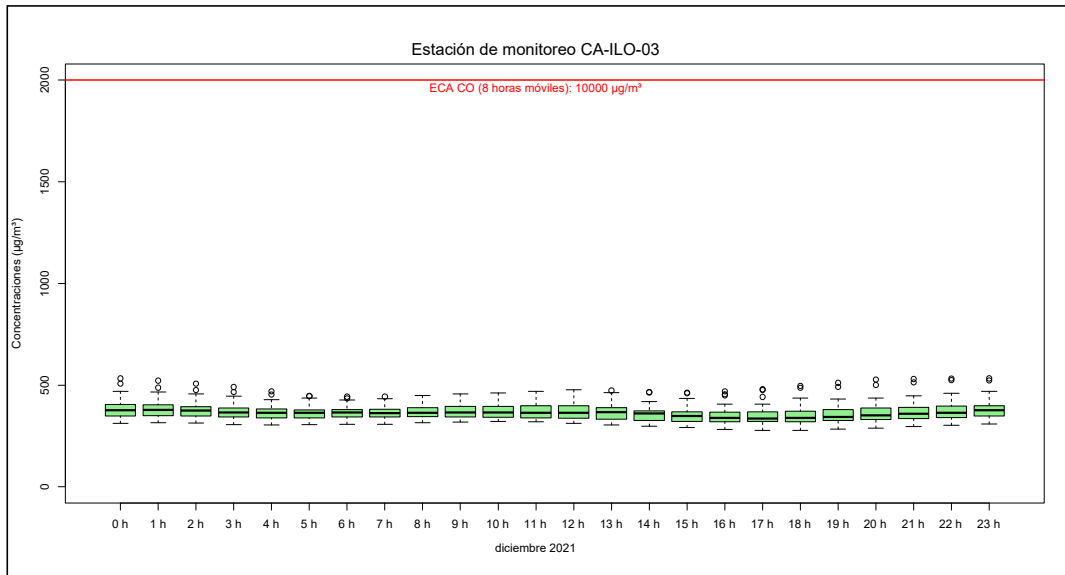


Figura 4.22. Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en diciembre de 2021

5. ESTADOS DE ALERTA

En las Figuras 4.23, 4.24 y 4.25 se presenta las concentraciones móviles de 3 horas de SO₂ correspondiente a las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, respectivamente, en diciembre de 2021. 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.

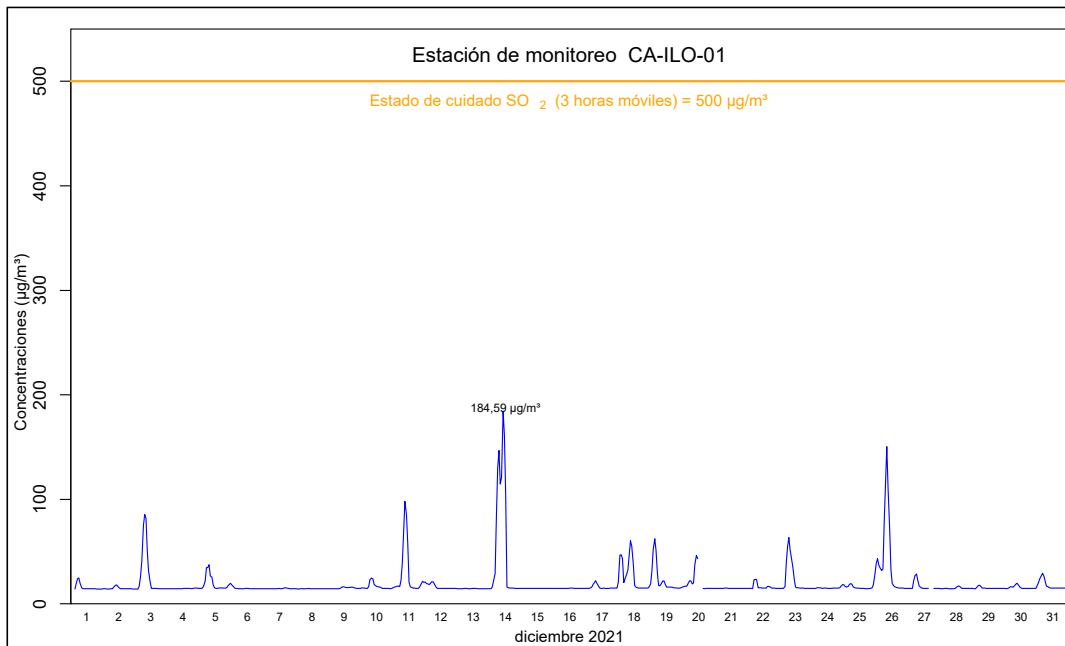


Figura 4.23. Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en diciembre de 2021

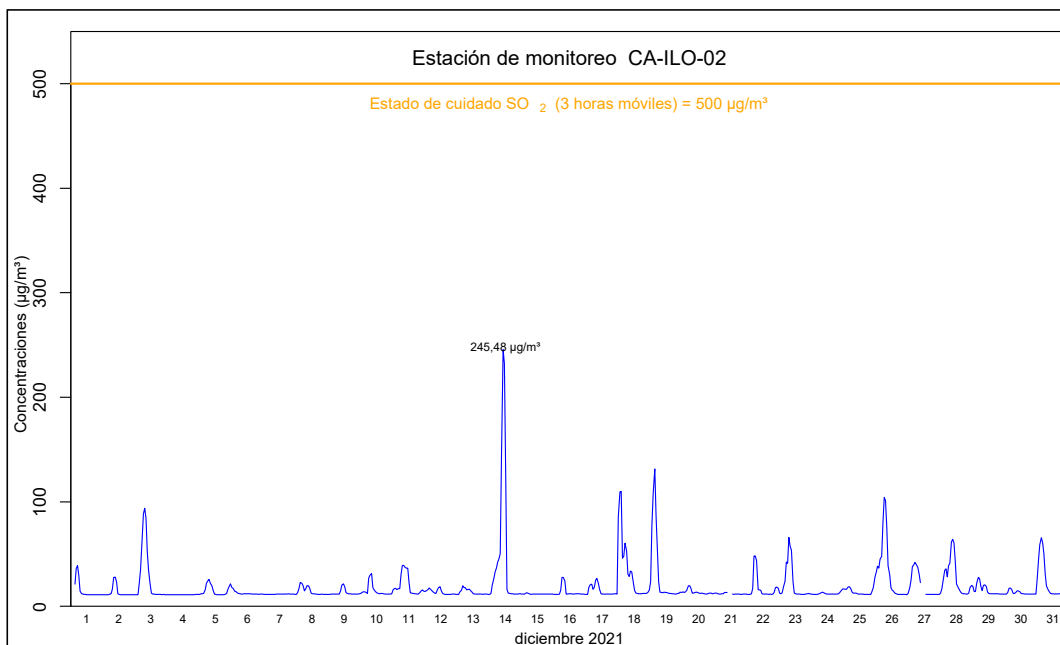


Figura 4.24. Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en diciembre de 2021

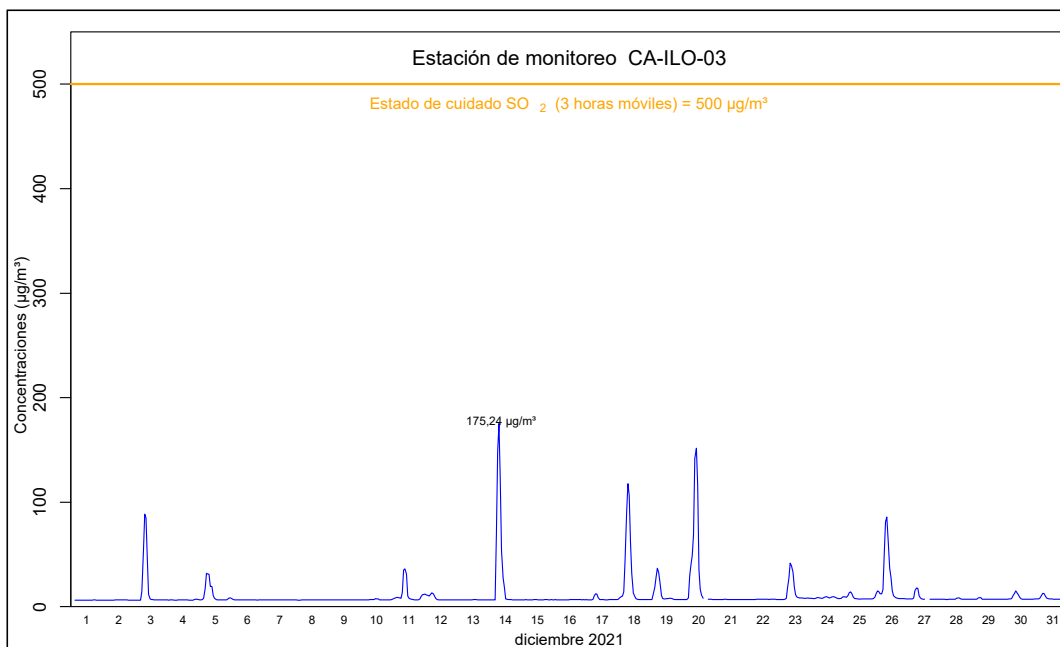


Figura 4.25. Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en diciembre de 2021

6. CONCLUSIONES

En las tres estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, ubicadas en la provincia de Ilo, las concentraciones de 24 horas de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀), material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM_{2,5}), dióxido

de azufre (SO₂) y sulfuro de hidrógeno (H₂S) no excedieron su respectivo ECA, durante diciembre de 2021.

En las tres estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, las concentraciones horarias de monóxido de carbono (CO) y dióxido de nitrógeno (NO₂) no excedieron su respectivo ECA, así como lo promedios móviles de 8 horas de CO, diciembre de 2021.

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 CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03 ubicadas en la provincia de Ilo, en diciembre de 2021.

7. ANEXOS

Anexo 1: Mapa de ubicación

Anexo 2: Registro de datos crudos

Anexo 3: Sistematización de datos de aire de equipos automáticos

Anexo 4: Certificados de calibración de los equipos

Anexo 5: Registro de verificaciones operacionales en los equipos.

Atentamente:



Jorge Luis Hualpa Amable
DNI 10734302