

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

Fecha de ejecución : Julio de 2021

CUE : 2020-02-0015

Código de acción : No aplica

Tipo de evaluación : Programada

Fecha de aprobación : 31 de agosto de 2021 Reporte N° : REAS-048-2021-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	Fundición y refinería de cobre - Ilo, Central Termoeléctrica Ilo1, Central Termoeléctrica Ilo21, Central Termoeléctrica Nodo energético Del Sur – Planta Ilo , Central Termoeléctrica Reserva Fría 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	Julio 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 Iván García Riega	Ingeniero electrónico	Gabinete
4	Jorge Luis Hualpa Amable	Ingeniero Químico	Gabinete/campo

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 julio 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.º 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. Pacífico Mz. L Lote 1 UPIS Miramar, distrito de Ilo
2	CA-ILO-02	251618	8051342	19K	30	Ubicado en la Av. Ingeniera Mz. C Lote SC2, Agrupación Familiar Pueblo Nuevo (Plaza El Minero), distrito de Pacocha
3	CA-ILO-03	253350	8047344	19K	174	Ubicado en 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
Dióxido de Nitrógeno	Monitor automático de NO ₂	Thermo Scientific	42i	1192914962	LG-052-2021
Sulfuro de Hidrógeno	Monitor automático de H ₂ S	Thermo Scientific	450i	CM19490141	LG-051-2021
Monóxido de carbono	Monitor automático de CO	Thermo Scientific	48i	1193085163	LG-049-2021
- Velocidad de viento	Estación meteorológica	Campbell Scientific	CR310	WM174404	LM-0382021
- Dirección de viento				1669292130	LM-0372021 y LM-0362021
- Temperatura ambiente				BPA11352	LM-0402021
- Humedad relativa				TB00015748	LM-0392021
- Presión barométrica				193237	LM-0352021
- Precipitación					
- Radiación Solar					
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
Dióxido de Nitrógeno	Monitor automático de NO ₂	Thermo Scientific	42i	1192914960	LG-048-2021
Sulfuro de Hidrógeno	Monitor automático de H ₂ S	Thermo Scientific	450i	CM19490139	LG-047-2021
Monóxido de carbono	Monitor automático de CO	Thermo Scientific	48i	1193085161	LG-045-2021
- Velocidad de viento	Estación meteorológica	Campbell Scientific	CR300	WM174402	LM-0322021
- Dirección de viento				1663393889	LM-0312021 y LM-0302021
- Temperatura ambiente				BPA11350	LM-0342021
- Humedad relativa				TB00015746	LM-0332021
- Presión barométrica				193287	LM-0292021
- Precipitación					
- Radiación Solar					

Parámetro	Equipo	Marca	Modelo	Serie	Certificado calibración
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-0442021
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5})					
Dióxido de Azufre	Monitor automático de SO ₂	Thermo Scientific	43i	1192914948	LG-042-2021
Dióxido de Nitrógeno	Monitor automático de NO ₂	Thermo Scientific	42i	1192914961	LG-044-2021
Sulfuro de Hidrógeno	Monitor automático de H ₂ S	Thermo Scientific	450i	CM19490140	LG-043-2021
Monóxido de carbono	Monitor automático de CO	Thermo Scientific	48i	1193085162	LG-041-2021
- Velocidad de viento - Dirección de viento	Estación meteorológica	Campbell Scientific	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
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 julio 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 julio de 2021, se aprecia que la presión barométrica varió entre una mínima de 1002,4 hPa y máxima de 1012,3 hPa, el día 18 se registraron precipitaciones entre las 20:00 y 22:00 horas con un valor máximo de 0,7 mm. La temperatura promedio fue de 16,6

°C alcanzando una mínima de 14,1 °C y una máxima de 21,7 °C, la humedad relativa varió entre 59,2 % y 93,2% y la velocidad del viento osciló entre 0,1 m/s y 6,3 m/s. El parámetro de radiación solar reporta una Irradiancia máxima de 731,5 W/m² durante el mes de julio. 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 julio de 2021

Valores	Presión barométrica (hPa)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación Solar (W/m ²)
Mínimo	1002,4	0	14,1	59,2	0,1	0
Máximo	1012,3	0,7	21,7	93,2	6,3	731,5
Promedio	1008,1	0,4	16,6	75,5	2,6	--

En la Figura 4.1 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-01 correspondiente a julio 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.

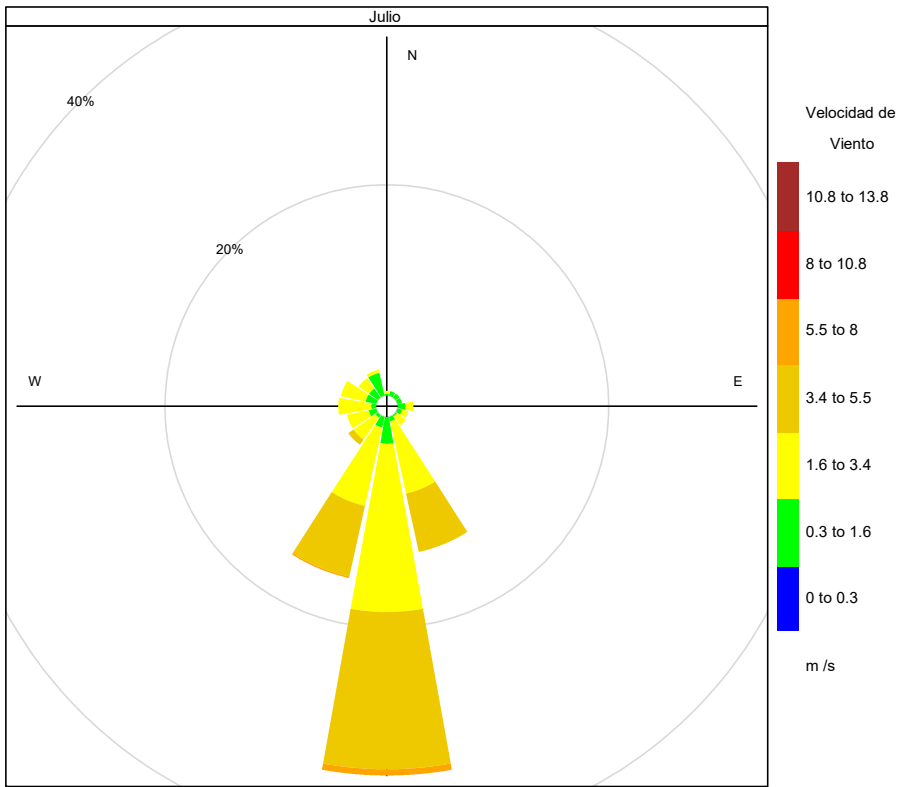


Figura 4.1. Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-01, en julio de 2021

En la Tabla 4.2 se presentan los parámetros meteorológicos en la estación de monitoreo CA-ILO-02 en julio de 2021, se aprecia que la presión barométrica varió entre una mínima de 1004,6 hPa y máxima de 1014,3 hPa, el día 18 se registraron precipitaciones entre las 21:00 y 23:00 horas con un valor máximo de 0,6 mm. La temperatura promedio fue de 16,3 °C alcanzando una mínima de 13,0 °C y una máxima de 20,9 °C, la humedad relativa varió entre 55,8 % y 87,9% y la velocidad del viento osciló entre 0,4 m/s y 5,7 m/s. El parámetro de radiación solar reporta una Irradiancia máxima de 801,7 W/m² durante el mes de julio. 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 julio de 2021

Valores	Presión barométrica (hPa)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación Solar (W/m ²)
Mínimo	1004,6	0,0	13,0	55,8	0,4	0,0
Máximo	1014,3	0,6	20,9	87,9	5,7	801,7
Promedio	1010,1	0,6	16,3	71,9	2,5	---

En la Figura 4.2 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-02 correspondiente a julio de 2021. Se observa que la rosa de viento tuvo una predominancia sur (S). 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.

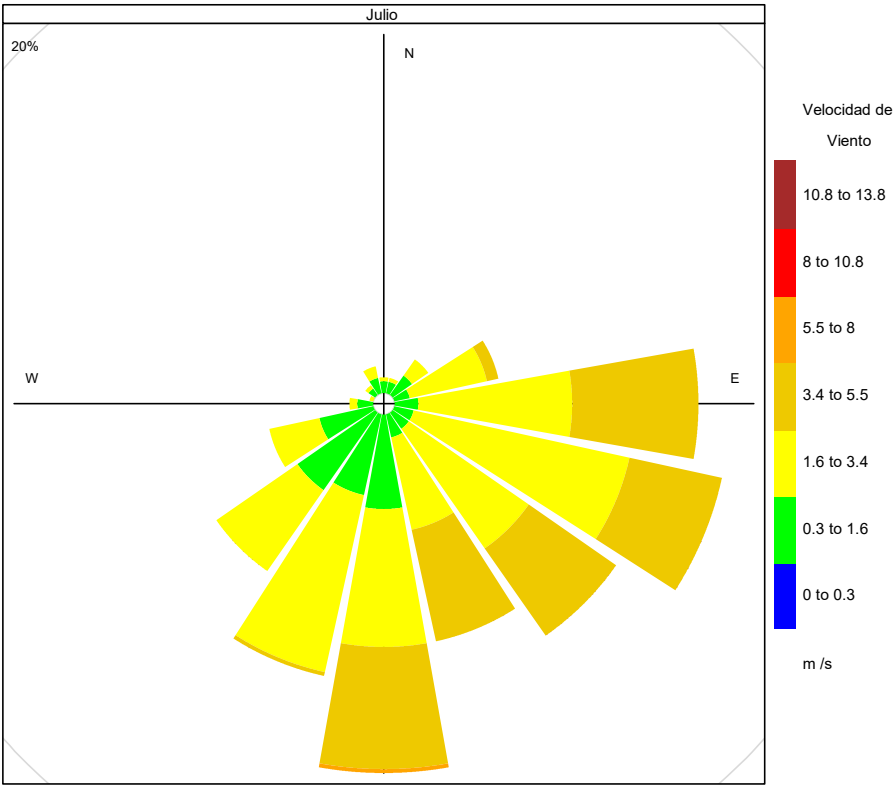


Figura 4.2. Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-02, en julio de 2021

En la Tabla 4.3 se presentan los parámetros meteorológicos en la estación de monitoreo CA-ILO-03 en julio de 2021, se aprecia que la presión barométrica varió entre una mínima de 984,8 hPa y máxima de 994,6 hPa, se registraron precipitaciones los días 18, 19 y 26, mostrando un valor máximo de 1,2 mm. La temperatura promedio fue de 15,0 °C alcanzando una mínima de 12,7 °C y una máxima de 18,7 °C, la humedad relativa varió entre 64,7 % y 94,7 % y la velocidad del viento osciló entre 0,4 m/s y 6,2 m/s. El parámetro de radiación solar reporta un máximo de 771,3 W/m² durante el mes de julio. 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 julio de 2021

Valores	Presión barométrica (hPa)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación Solar (W/m ²)
Mínimo	984,8	0,0	12,7	64,7	0,4	0,0
Máximo	994,6	1,2	18,7	94,7	6,2	771,3
Promedio	990,3	0,8	15,0	79,6	2,6	----

En la Figura 4.3 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-03 correspondiente a julio 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.

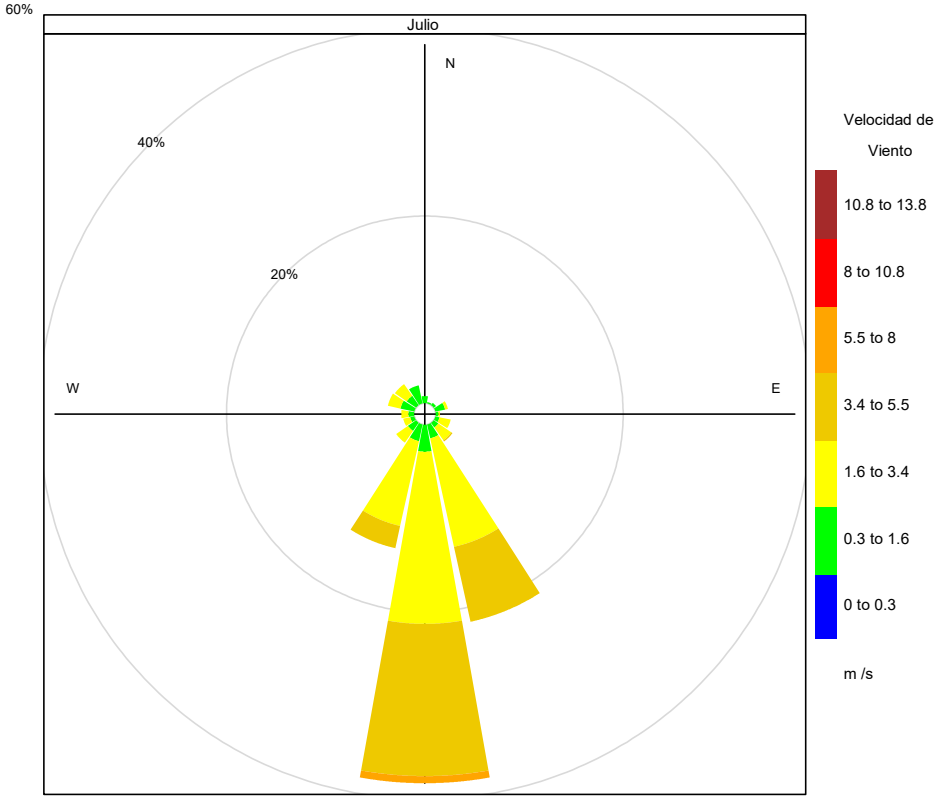


Figura 4.3. Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-03, en julio de 2021

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

En las Figuras 4.4, 4.5 y 4.6 se presentan las concentraciones de 24 horas de PM_{2,5} de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, respectivamente, en julio 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).

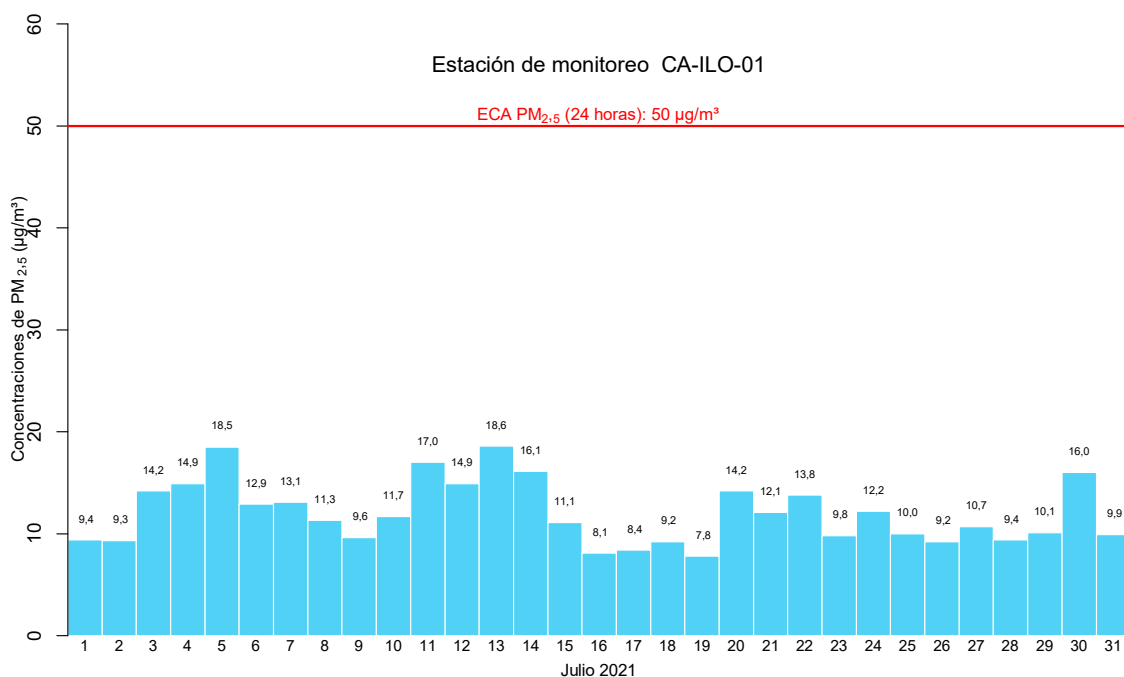


Figura 4.4. Concentraciones de 24 horas de PM_{2.5} en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en julio de 2021

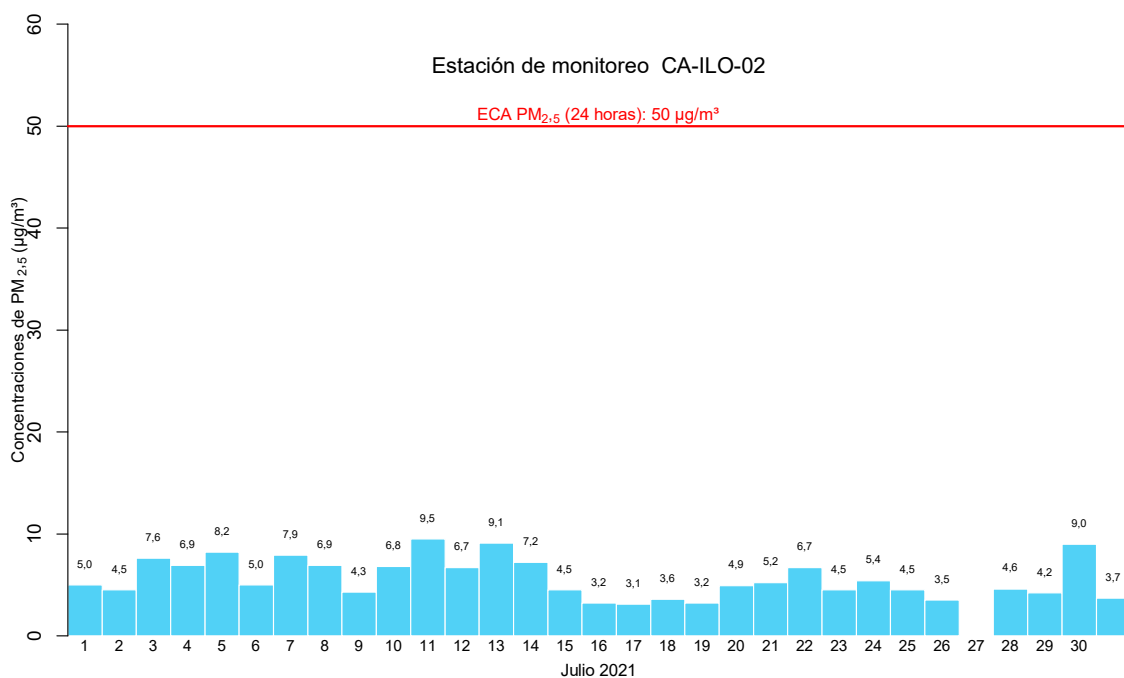


Figura 4.5. Concentraciones de 24 horas de PM_{2.5} en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en julio de 2021¹

¹ Se invalida el promedio de 24 horas del día 27, por no contar con data suficiente debido a verificaciones con el field test kit, flujo, limpieza de partes y mantenimiento correctivo.

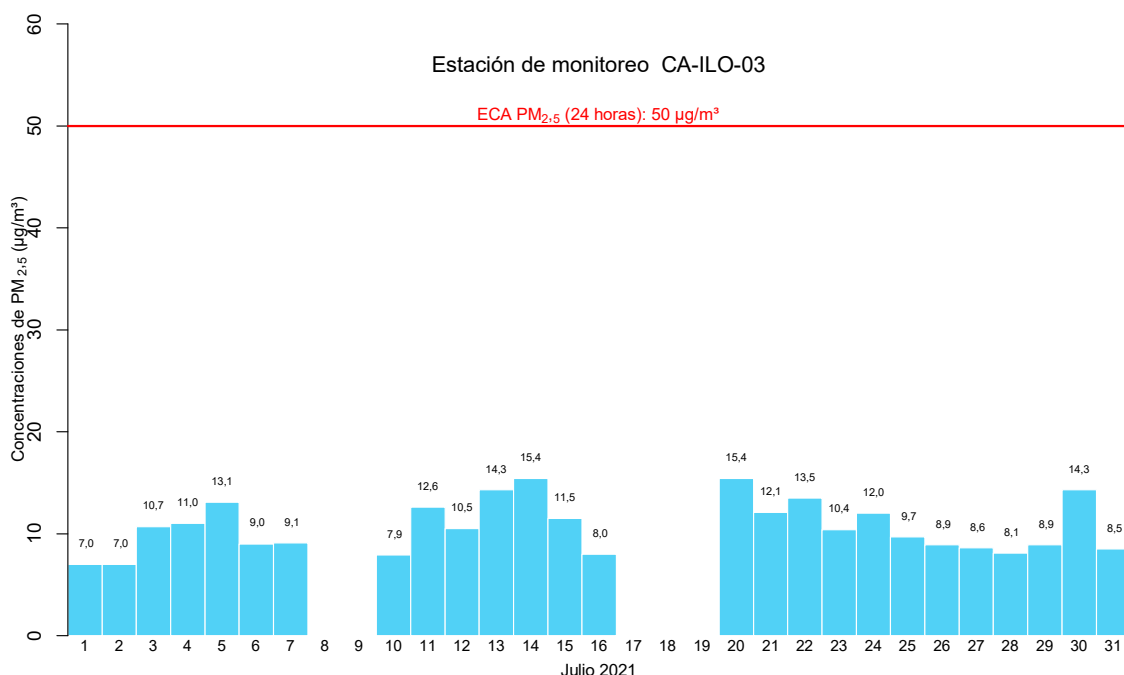


Figura 4.6. Concentraciones de 24 horas de PM_{2.5} en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en julio de 2021

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

En las Figuras 4.7, 4.8 y 4.9 se presentan las concentraciones de 24 horas de PM₁₀ de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, respectivamente, en julio 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).

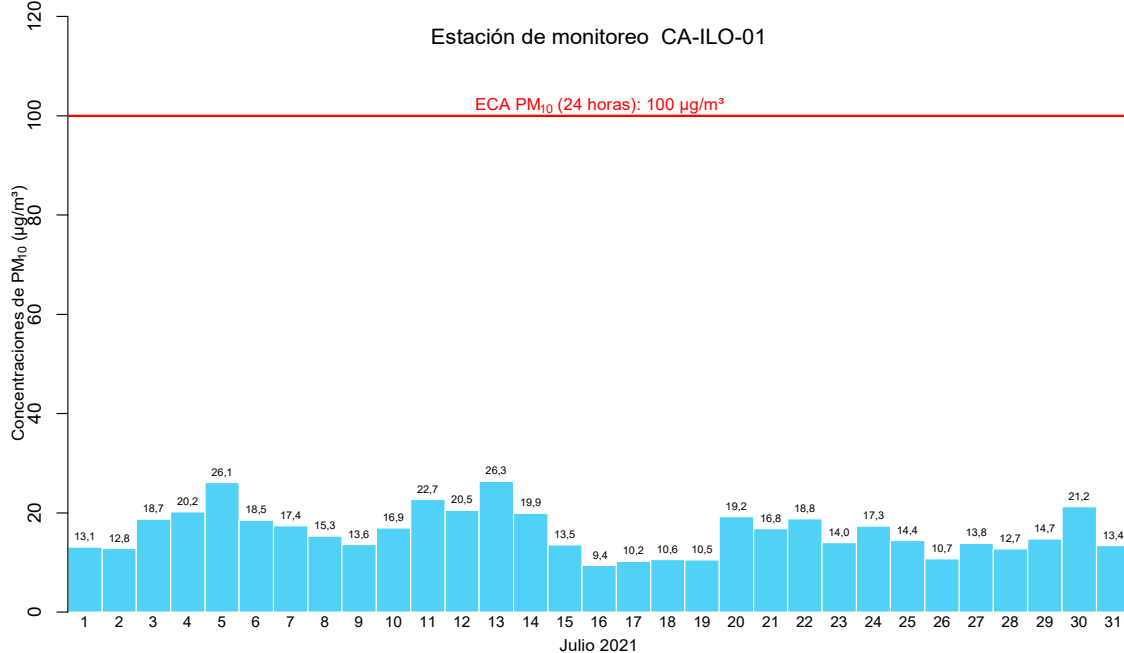


Figura 4.7. Concentraciones de 24 horas de PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en julio de 2021

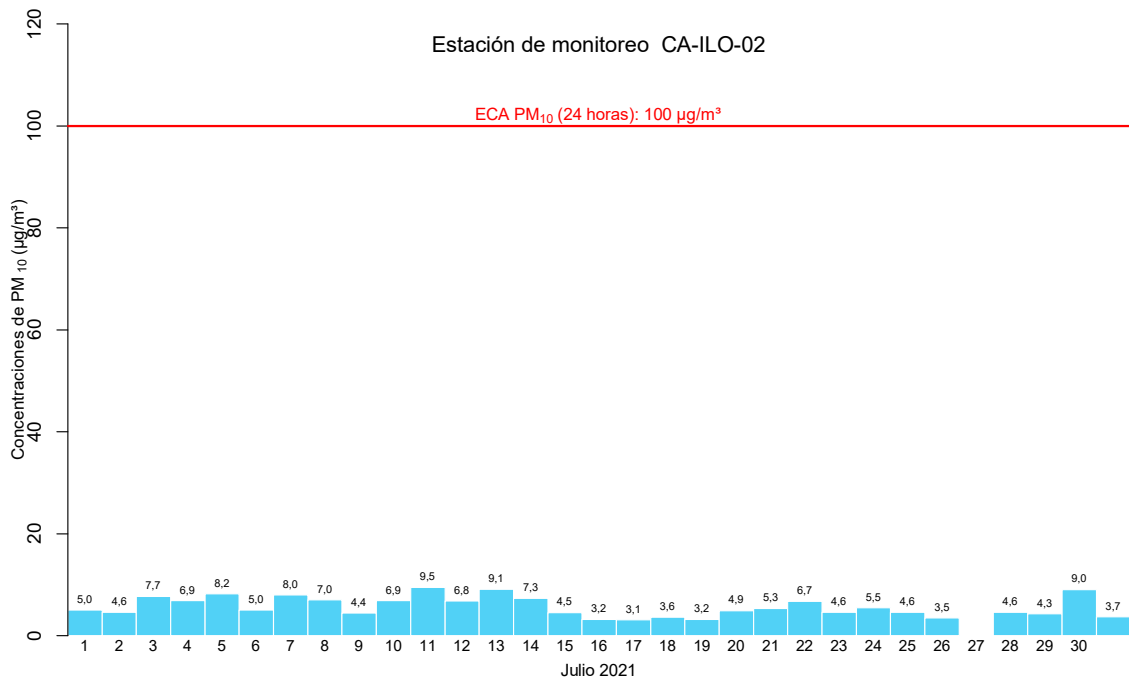


Figura 4.8. Concentraciones de 24 horas de PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en julio de 2021²

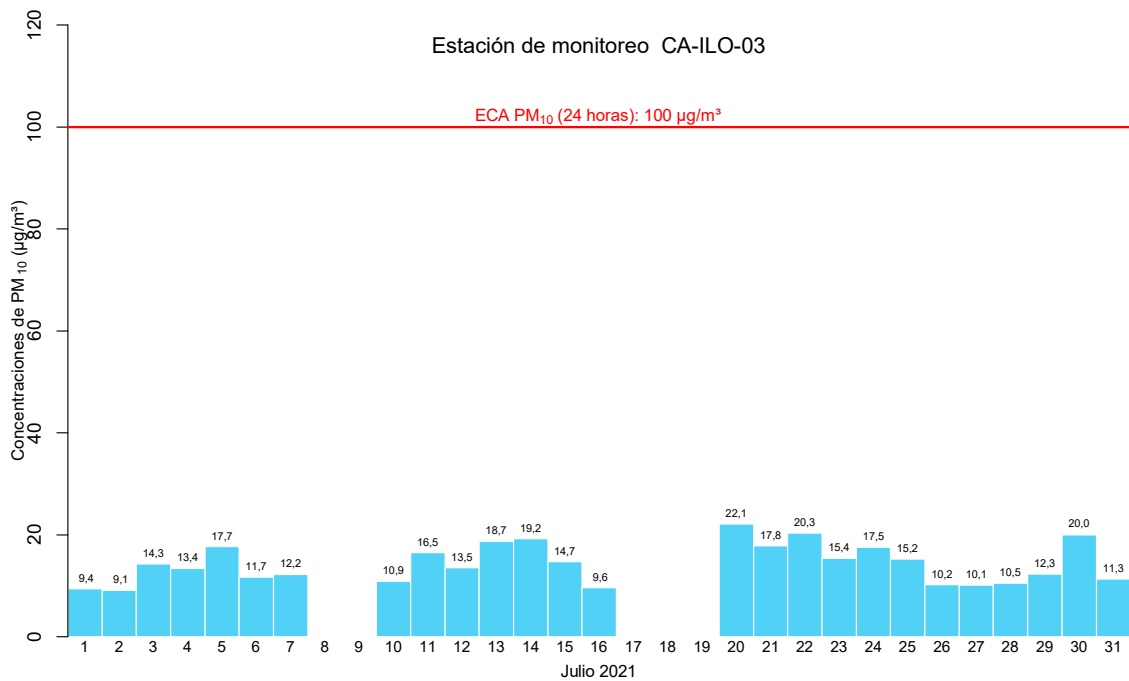


Figura 4.9. Concentraciones de 24 horas de PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en julio de 2021

² Se invalida el promedio de 24 horas del día 27, por no contar con data suficiente debido a verificaciones con el field test kit, flujo, limpieza de partes y mantenimiento correctivo.

4.4. Dióxido de azufre (SO₂)

En las Figuras 4.10, 4.11 y 4.12 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 julio de 2021. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para SO₂ (250 µg/m³ en 24 horas).

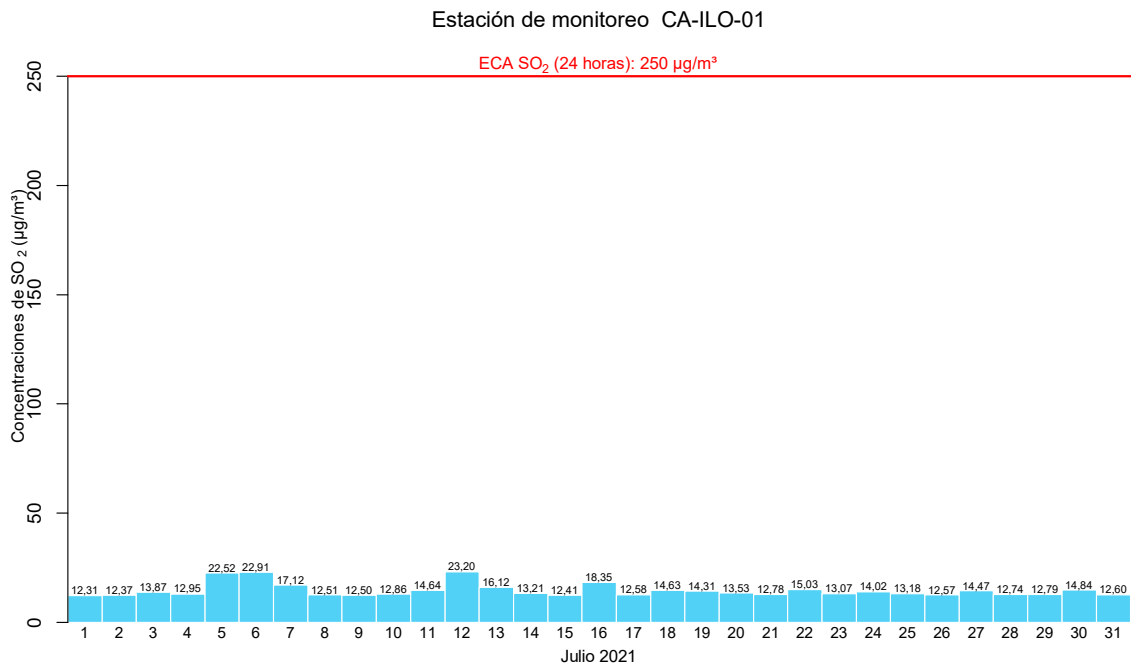


Figura 4.10. Concentraciones de 24 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en julio de 2021

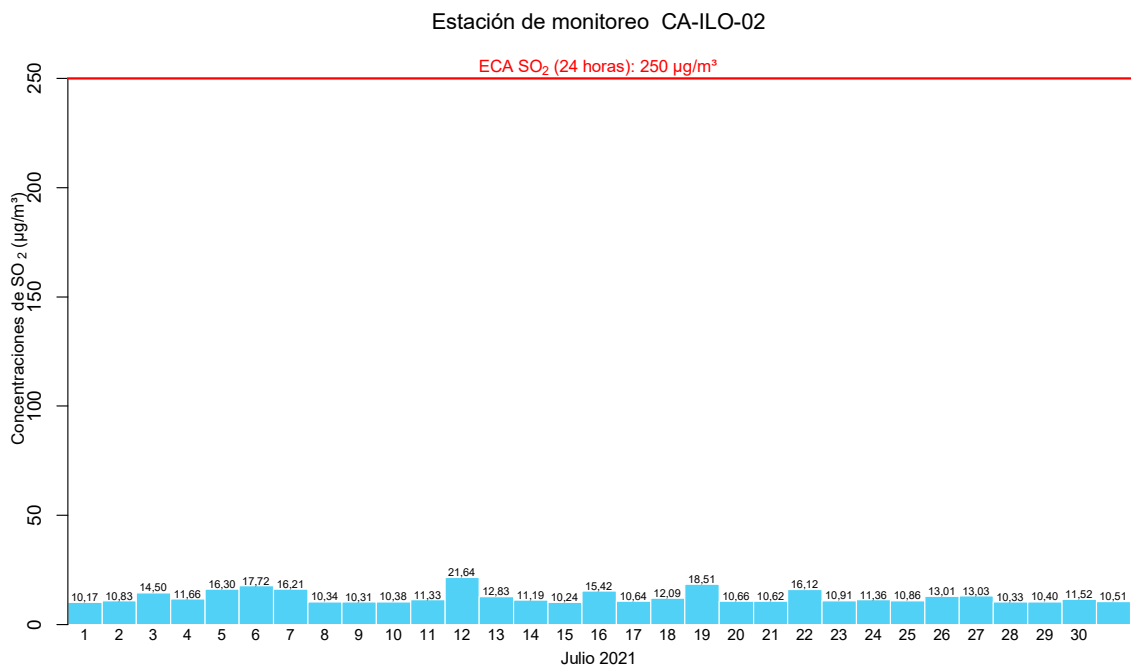


Figura 4.11. Concentraciones de 24 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en julio de 2021

Estación de monitoreo CA-ILO-03

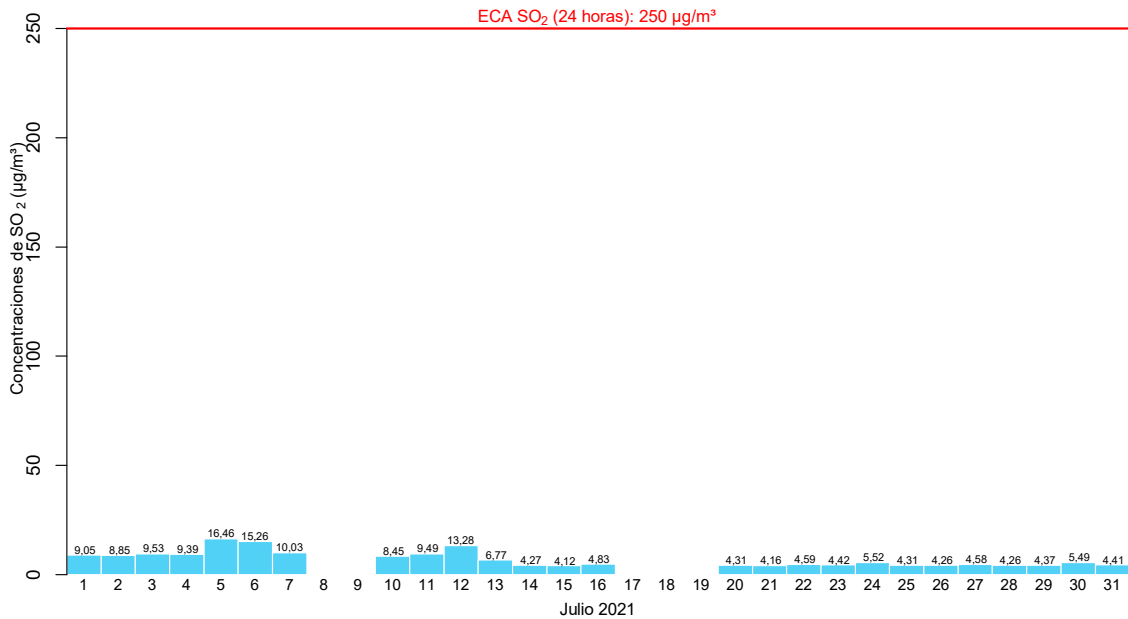


Figura 4.12. Concentraciones de 24 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en julio de 2021

4.5. Sulfuro de hidrogeno (H₂S)

En las Figuras 4.13, 4.14 y 4.15 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 julio 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).

Estación de monitoreo CA-ILO-01

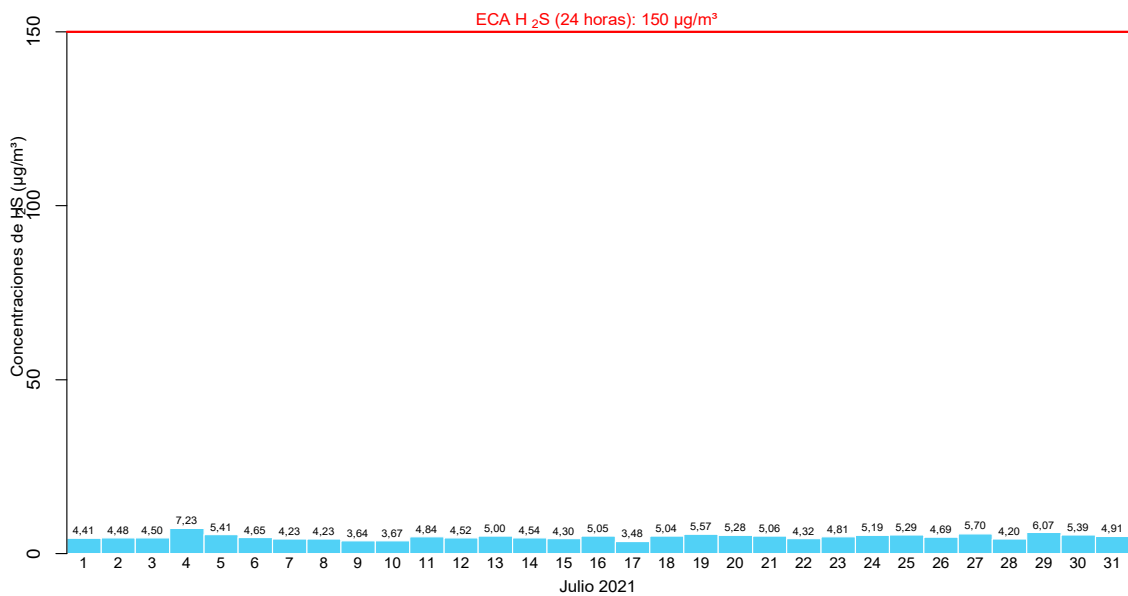


Figura 4.13. Concentraciones de 24 horas de H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en julio de 2021

Estación de monitoreo CA-ILO-02

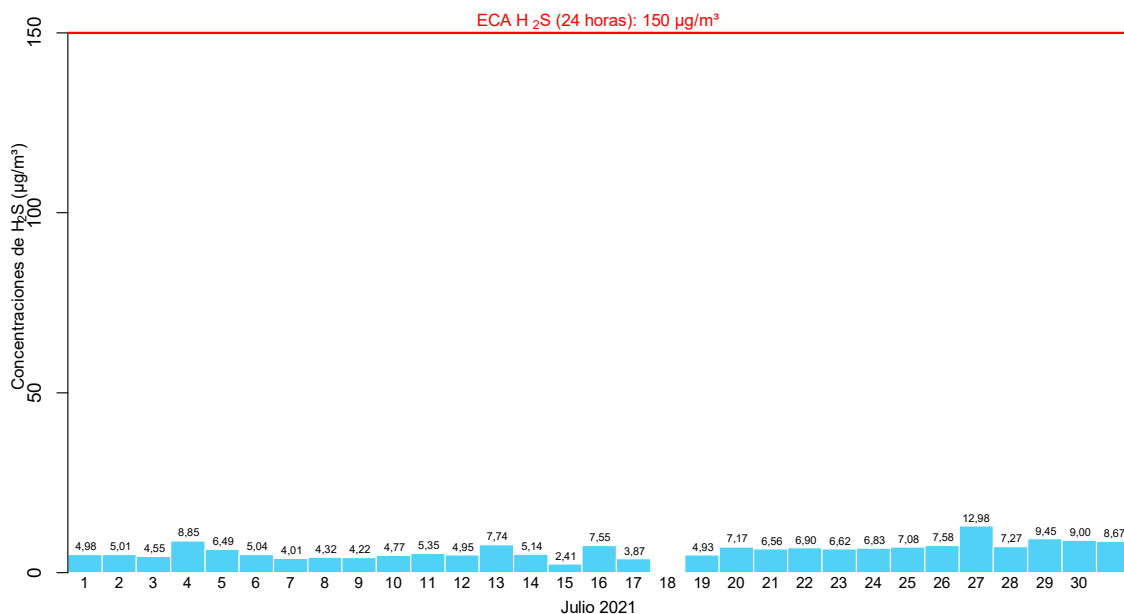


Figura 4.14. Concentraciones de 24 horas de H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en julio de 2021³

Estación de monitoreo CA-ILO-03

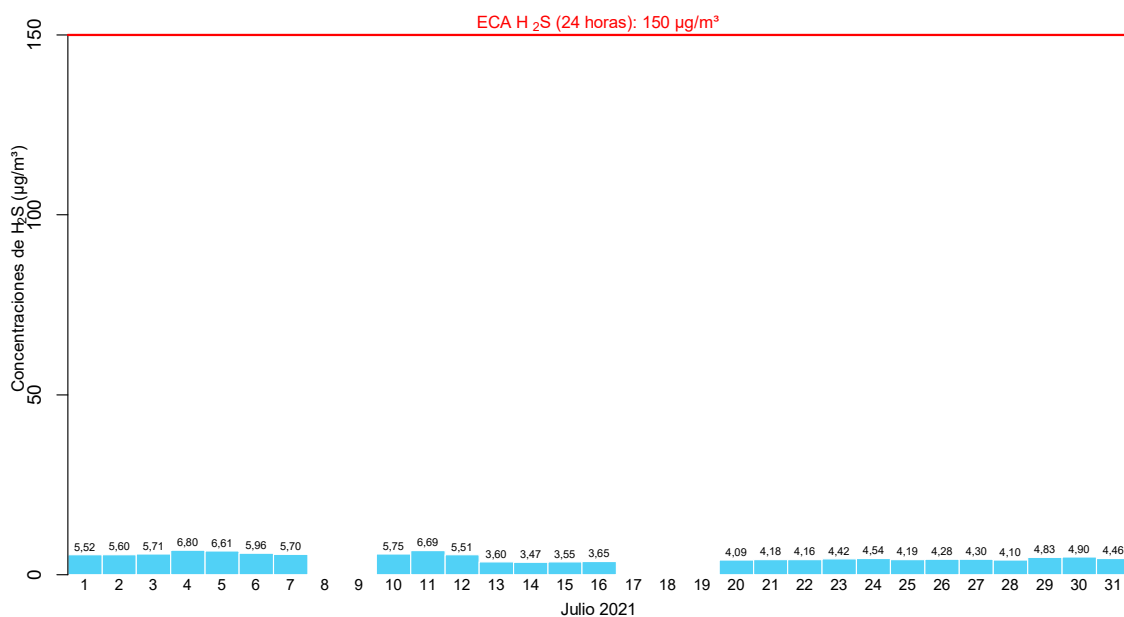


Figura 4.15. Concentraciones de 24 horas de H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en julio de 2021

³ Se invalida el promedio de 24 horas del día 18, por no contar con la data suficiente debido al reporte temporal de valores negativos en el analizador.

4.6. Dióxido de nitrógeno (NO₂)

En las Figuras 4.16, 4.17 y 4.18 se presentan las concentraciones horarias de NO₂ de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, respectivamente, en julio de 2021. Además, se observa que todas las concentraciones horarias no excedieron el ECA para NO₂ (200 µg/m³ en 1 hora).

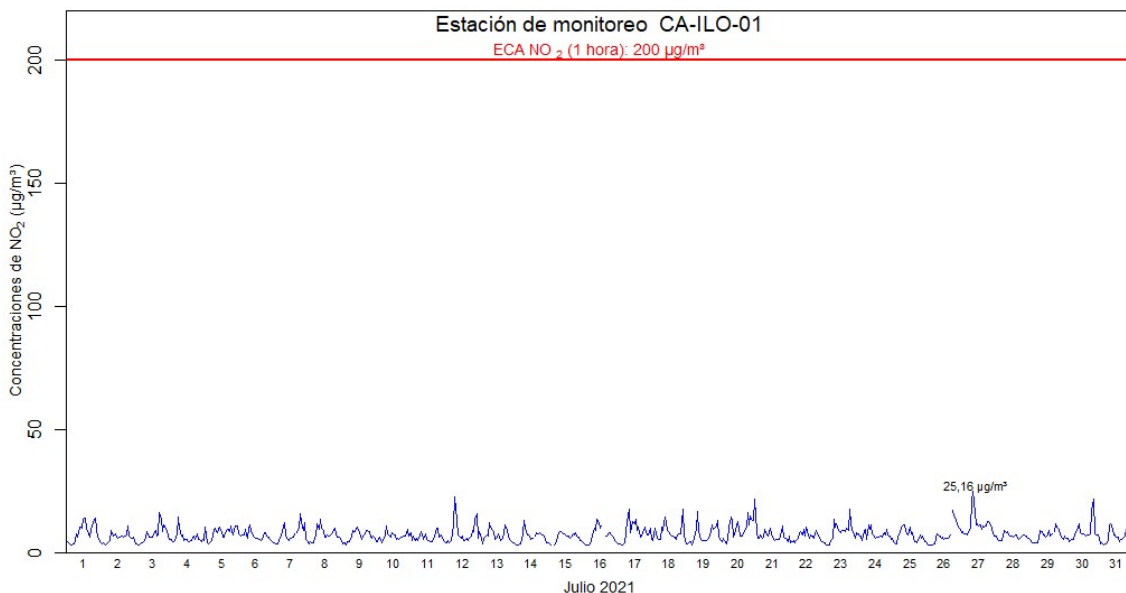


Figura 4.16. Concentraciones de horarias de NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en julio de 2021

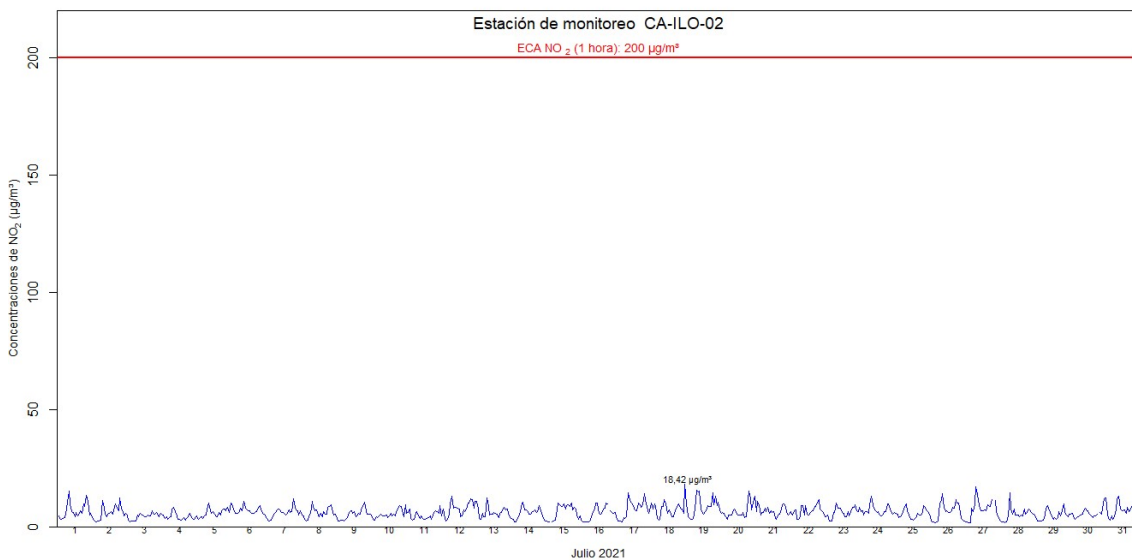


Figura 4.17. Concentraciones de horarias de NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en julio de 2021

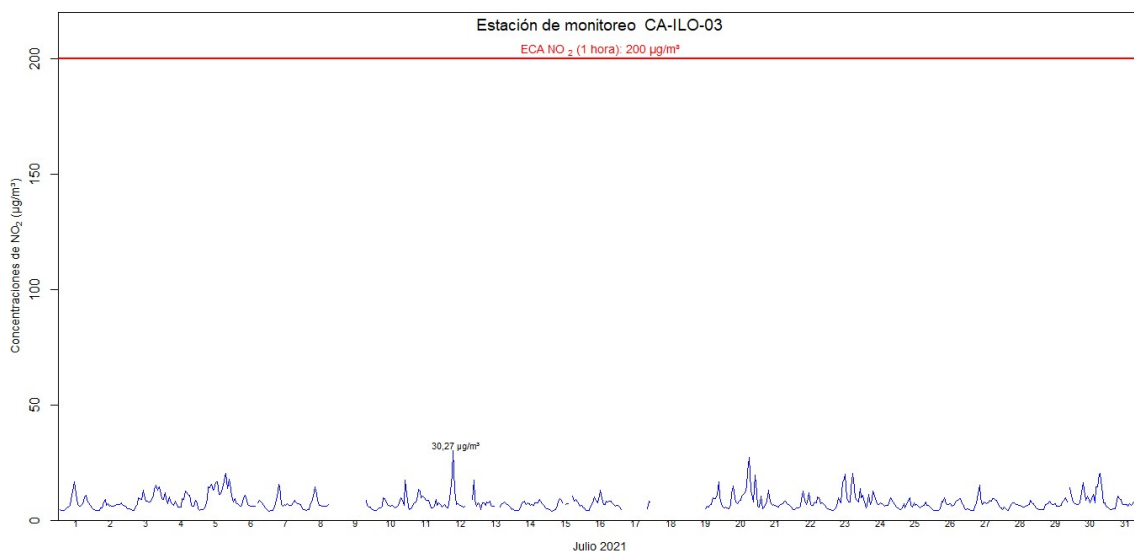


Figura 4.18. Concentraciones de horarias de NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en julio de 2021

4.7. Monóxido de carbono (CO)

En las Figuras 4.19, 4.20 y 4.21 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 julio de 2021. Además, se observa que todas las concentraciones horarias no excedieron el ECA para CO (30 000 µg/m³ en 1 hora).

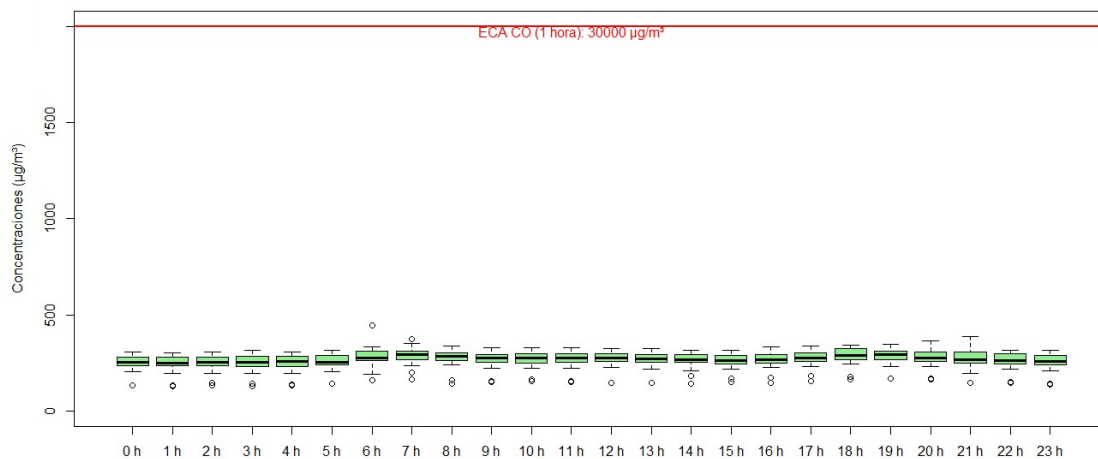


Figura 4.19. Concentraciones de horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en julio de 2021

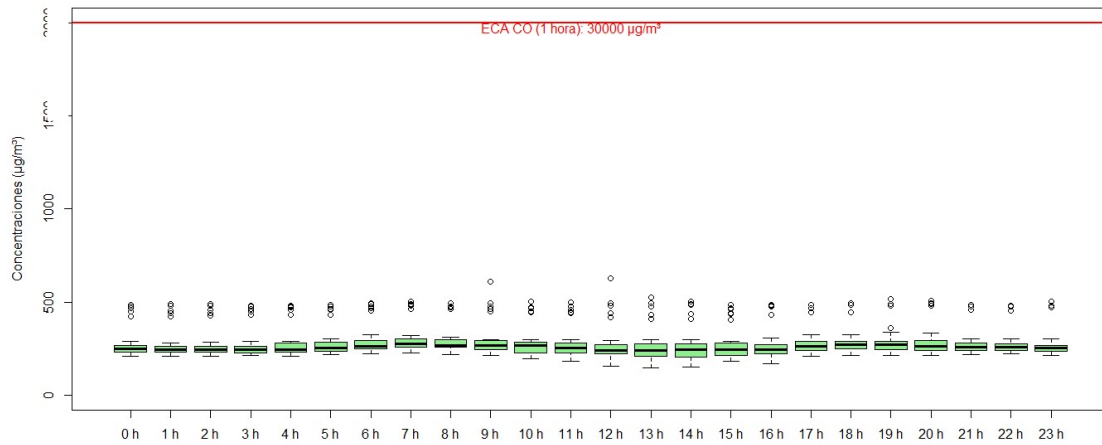


Figura 4.20. Concentraciones de horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en julio de 2021

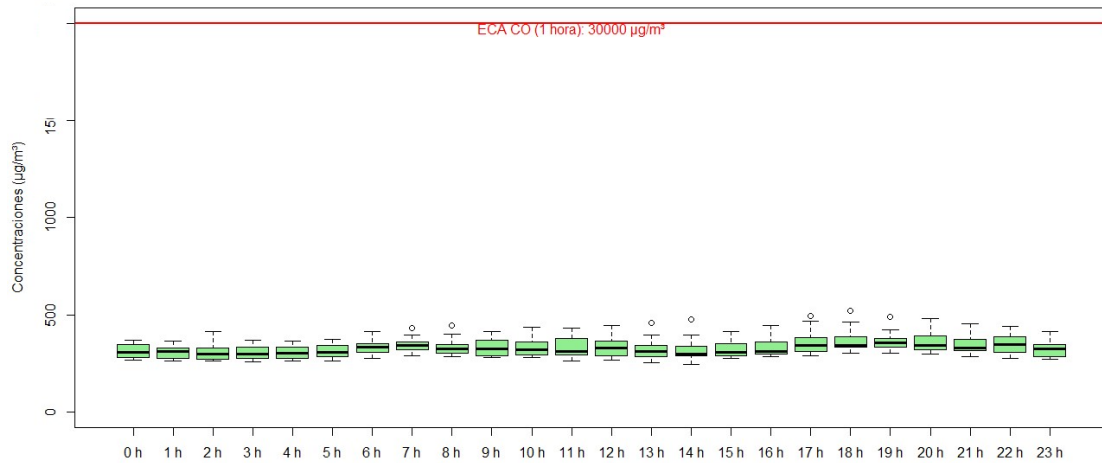


Figura 4.21. Concentraciones de horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en julio de 2021

En las Figuras 4.22, 4.23 y 4.24 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 julio de 2021. Además, se observa que todas las concentraciones de promedio móvil de 8 horas no excedieron el ECA para CO ($10\,000\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 8 horas móviles).

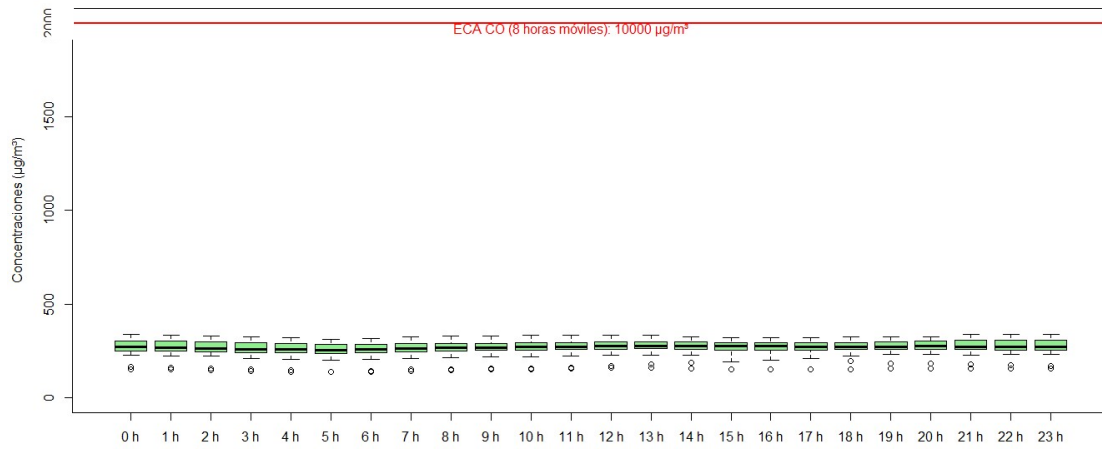


Figura 4.22. Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en julio de 2021

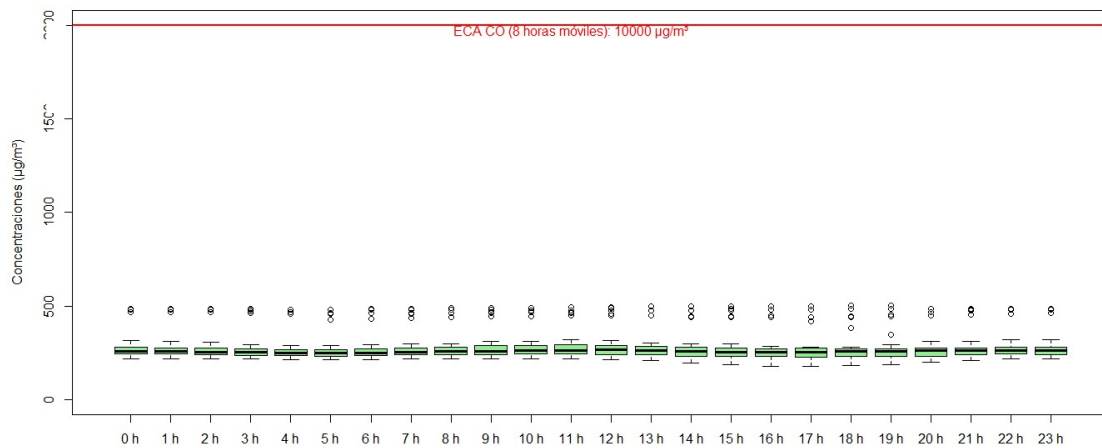


Figura 4.23. Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en julio de 2021

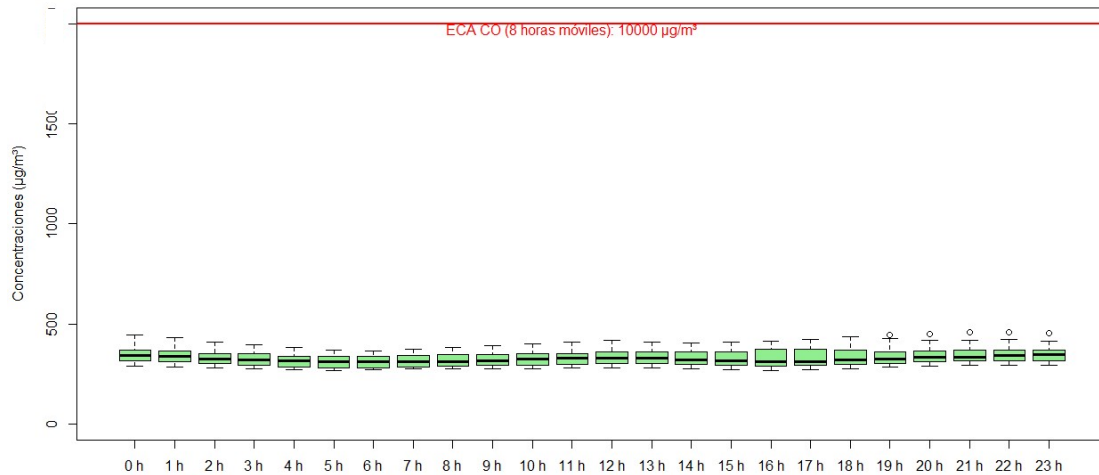


Figura 4.24. Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en julio de 2021

5. ESTADOS DE ALERTA

En las Figuras 4.25, 4.26 y 4.27 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 julio 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.

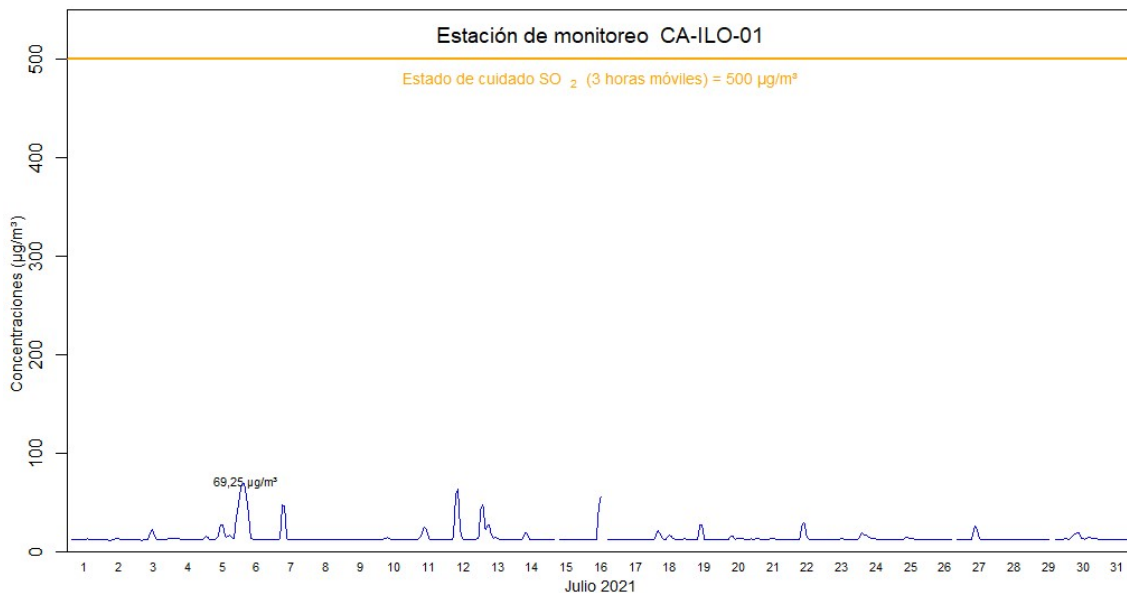


Figura 4.25. Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en julio de 2021

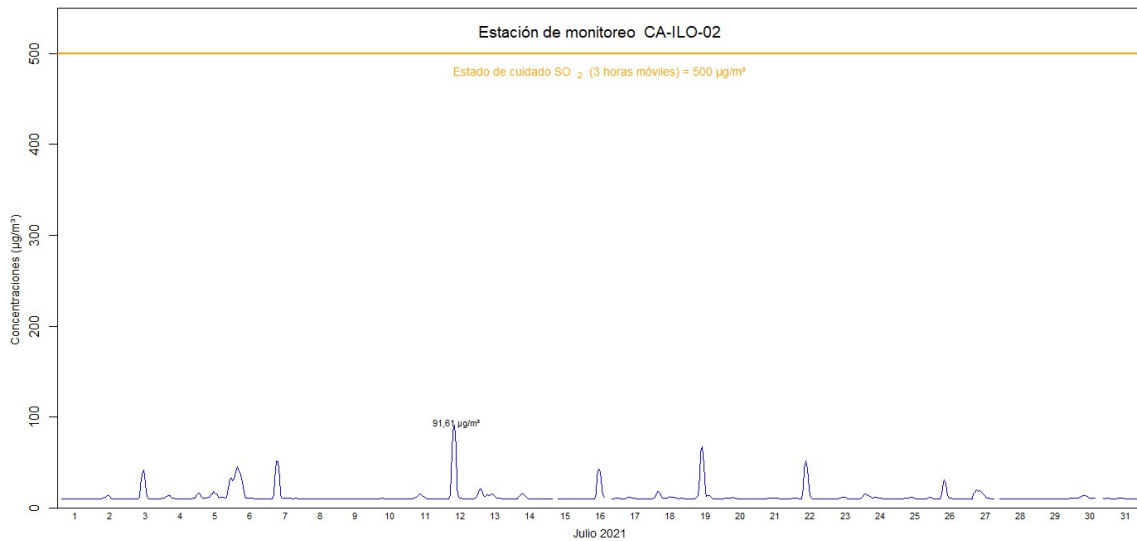


Figura 4.26. Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de SO_2 en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en julio de 2021

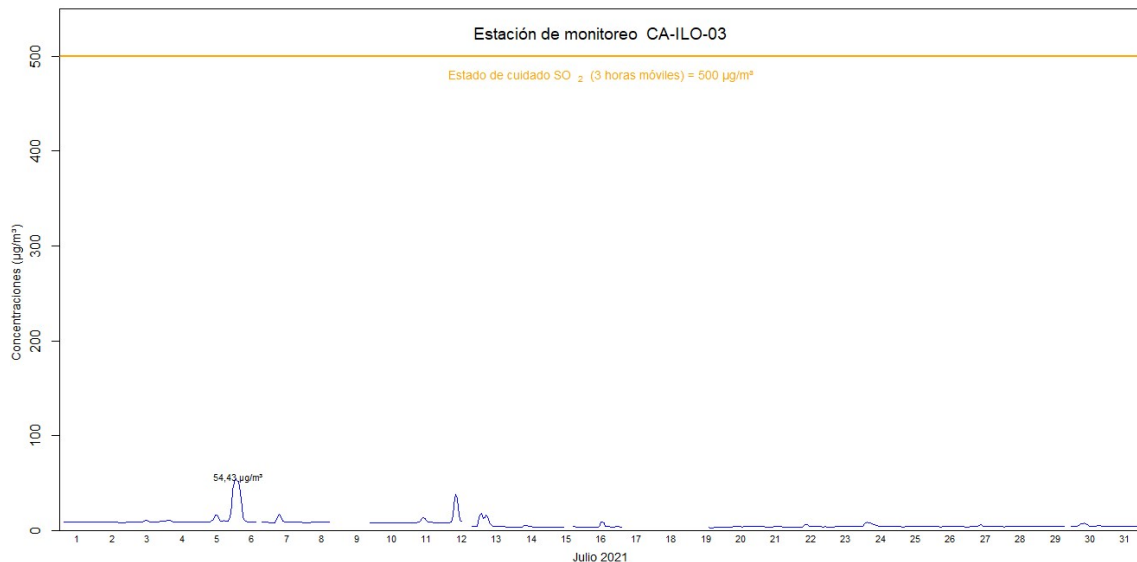


Figura 4.27. Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de SO_2 en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en julio de 2021

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 (PM_{10}), material particulado con diámetro menor a 2,5 micras ($\text{PM}_{2,5}$), dióxido de azufre (SO_2) y sulfuro de hidrógeno (H_2S) no excedieron su respectivo ECA, durante julio 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 (NO_2) no excedieron su respectivo ECA, así como lo promedios móviles de 8 horas de CO, durante julio de 2021.

No se presentaron Estados de Alerta sobre los niveles de cuidado de SO₂ (500 ug/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 julio de 2021.

7. ANEXOS

Anexo 1: Mapa de ubicación

Anexo 2: Registro de datos crudos

Anexo 3: Sistematización de datos de aire

Anexo 4: Certificados de calibración de los equipos

Atentamente:



Jorge Luis Hualpa Amable

DNI:10734302