

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

Fecha de ejecución : Agosto de 2021

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

Tipo de evaluación : Programada

Fecha de aprobación : 07 de octubre de 2021 Reporte N° : REAS-056-2021-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	Agosto 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 agosto 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. 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})					
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	Equipo Manual Activo HiVol	TISCH	TE-6070VFC+BLX	Venturi: P10791BLX	LF-0432021
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 - Dirección de viento	Estación meteorológica	Campbell Scientific	CR310	WM174404	LM-0382021
- Temperatura ambiente - Humedad relativa				1669292130	LM-0372021 y LM-0362021
- Presión barométrica				BPA11352	LM-0402021
- Precipitación				TB00015748	LM-0392021
- Radiación Solar				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})					
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	Equipo Manual Activo HiVol	TISCH	TE-6070VFC+BLX	Venturi: P10789BLX	LF-0422021
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

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

Parámetro	Equipo	Marca	Modelo	Serie	Certificado calibración
- 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})					
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	Equipo Manual Activo HiVol	<i>TISCH</i>	TE-6070VFC+BLX	Venturi: P10790BLX	LF-0412021
Dióxido de Azufre	Monitor automático de SO ₂	<i>Thermo Scientific</i>	43i	1192914948	LG-042-2021
Dióxido de Nitrógeno	Monitor automático de NO ₂	<i>Thermo Scientific</i>	42i	1192914961	LG-044-2021
Sulfuro de Hidrógeno	Monitor automático de H ₂ S	<i>Thermo Scientific</i>	450i	CM19490140	LG-043-2021
Monóxido de carbono	Monitor automático de CO	<i>Thermo Scientific</i>	48i	1193085162	LG-041-2021
- 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 agosto 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 agosto de 2021, se aprecia que la presión barométrica varió entre una mínima de 1003,8 hPa y máxima de 1012,6 hPa, los días 24 y 25 se registraron precipitaciones con un valor máximo de 0,5 mm a las 15:00 horas del día 24. La temperatura promedio fue de 16,4 °C alcanzando una mínima de 13,8 °C y una máxima de 19,8 °C, la humedad relativa varió entre 61,7 % y 91,8% y la velocidad del viento osciló entre 0,2 m/s y 7,2 m/s. El parámetro de radiación solar reporta una Irradiancia máxima de 846,7 W/m² durante el mes de agosto. 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 agosto de 2021

Valores	Presión barométrica (hPa)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación Solar (W/m ²)
Mínimo	1003,8	0	13,8	61,7	0,2	0
Máximo	1012,6	0,5	19,8	91,8	7,2	846,7
Promedio	1008,9	0,2	16,4	74,9	2,8	--

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

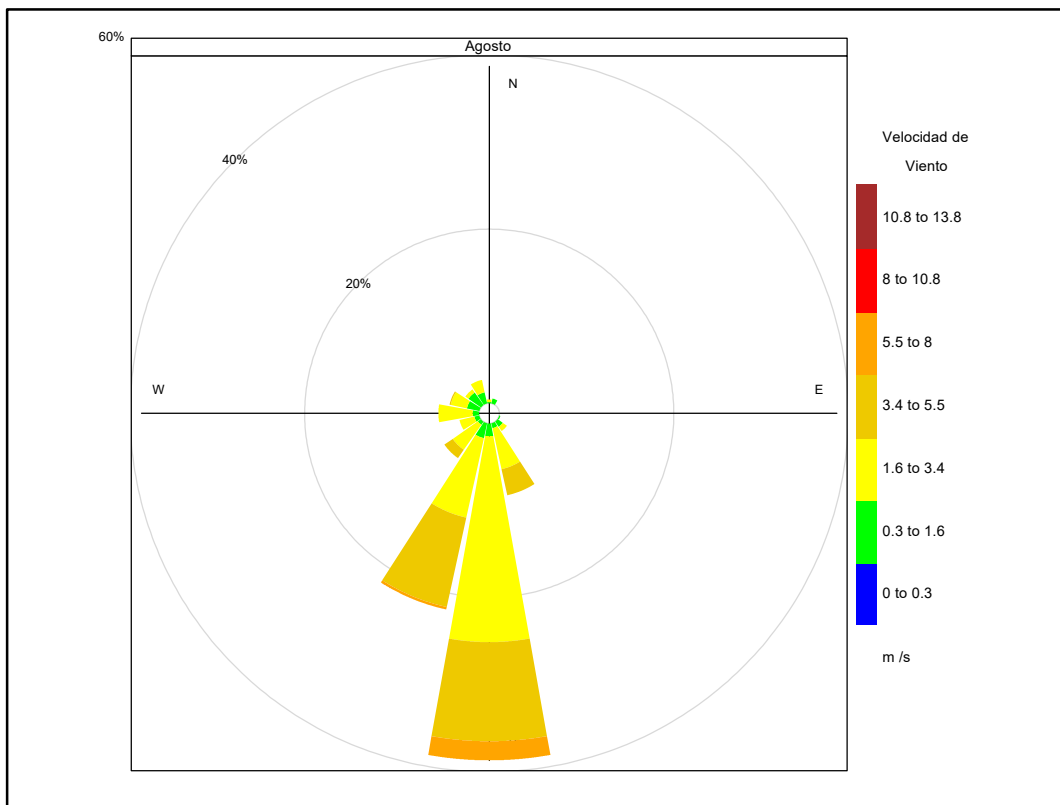


Figura 4.1. Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-01, en agosto de 2021

En la Tabla 4.2 se presentan los parámetros meteorológicos en la estación de monitoreo CA-ILO-02 en agosto de 2021, se aprecia que la presión barométrica varió entre una mínima de 1006,4 hPa y máxima de 1014,3 hPa, el día 24 se registraron precipitaciones a las 16:00 horas con un valor máximo de 0,6 mm. La temperatura promedio fue de 16,0 °C alcanzando una mínima de 13,9 °C y una máxima de 19,0 °C, la humedad relativa varió entre 58,0 % y 85,5% y la velocidad del viento osciló entre 0,8 m/s y 9,0 m/s. El parámetro de radiación solar reporta una irradiancia máxima de 870,7 W/m² durante el mes de agosto. 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 agosto de 2021

Valores	Presión barométrica (hPa)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación Solar (W/m ²)
Mínimo	1006,4	0,0	13,9	58,0	0,8	0,0
Máximo	1014,3	0,6	19,0	85,5	9,0	870,7
Promedio	1010,8	0,6	16,0	71,5	2,9	---

En la Figura 4.2 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-02 correspondiente a agosto 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.

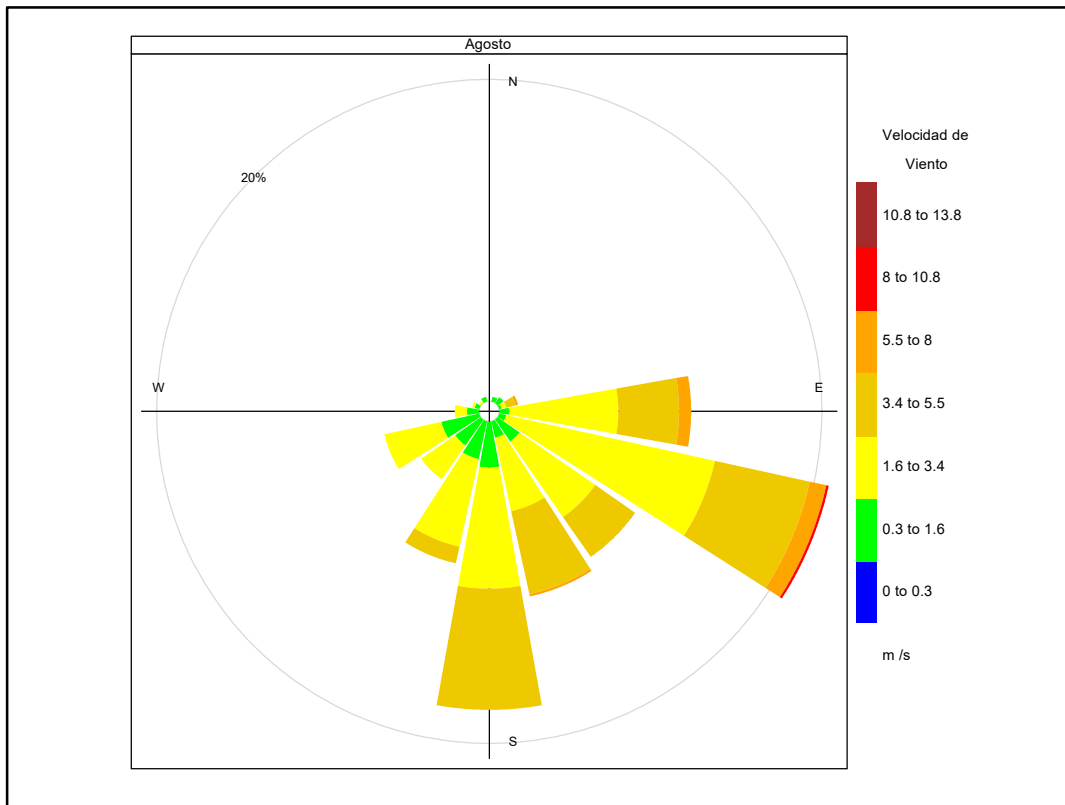


Figura 4.2. Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-02, en agosto de 2021

En la Tabla 4.3 se presentan los parámetros meteorológicos en la estación de monitoreo CA-ILO-03 en agosto de 2021, se aprecia que la presión barométrica varió entre una mínima de 986,7 hPa y máxima de 994,8 hPa, se registraron precipitaciones los días 24, 25 y 26, mostrando un valor máximo de 1,8 mm. La temperatura promedio fue de 14,7 °C alcanzando una mínima de 12,5 °C y una máxima de 17,1 °C, la humedad relativa varió entre 68,0 % y 96,7 % y la velocidad del viento osciló entre 0,9 m/s y 7,8 m/s. El parámetro de radiación solar reporta un máximo de 877,1 W/m² durante el mes de agosto. 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 agosto de 2021

Valores	Presión barométrica (hPa)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación Solar (W/m ²)
Mínimo	986,7	0,0	12,5	68,0	0,9	0,0
Máximo	994,8	1,8	17,1	96,7	7,8	877,1
Promedio	991,4	0,7	14,7	80,3	2,9	----

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

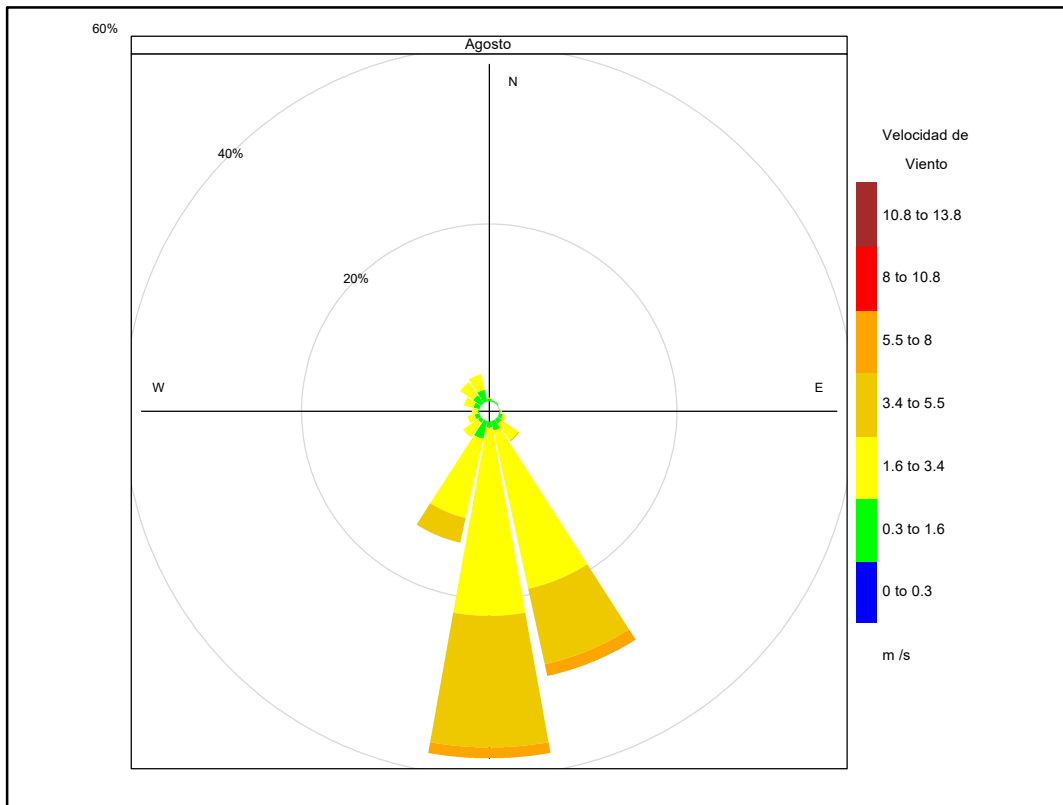


Figura 4.3. Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-03, en agosto de 2021

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 agosto de 2021. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para aire de $PM_{2,5}$ ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas).

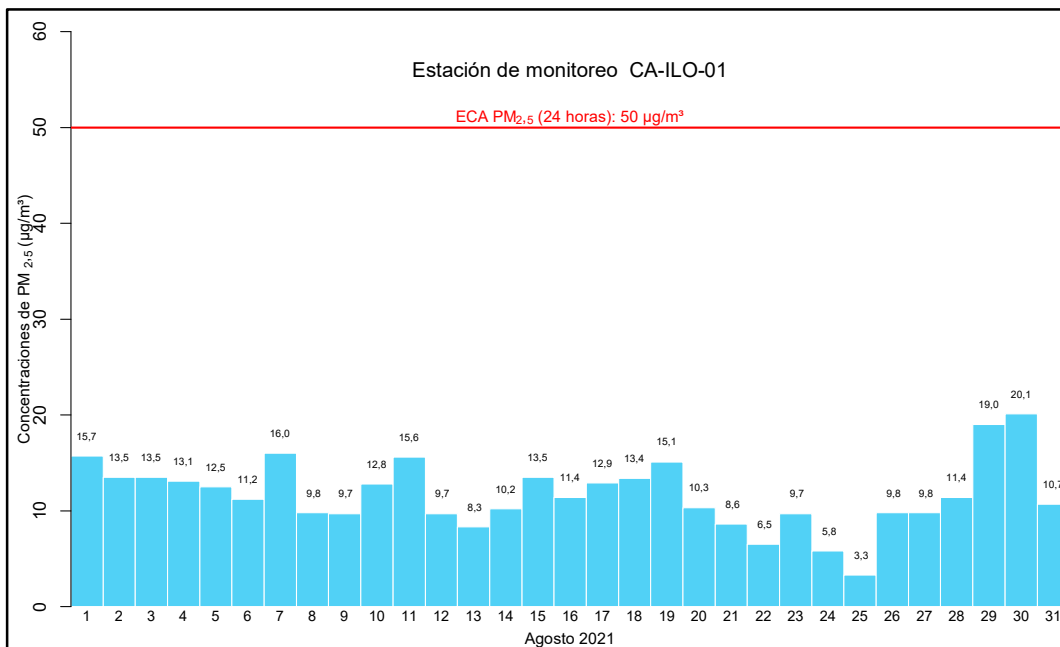


Figura 4.4. Concentraciones de 24 horas de PM_{2,5} en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en agosto de 2021

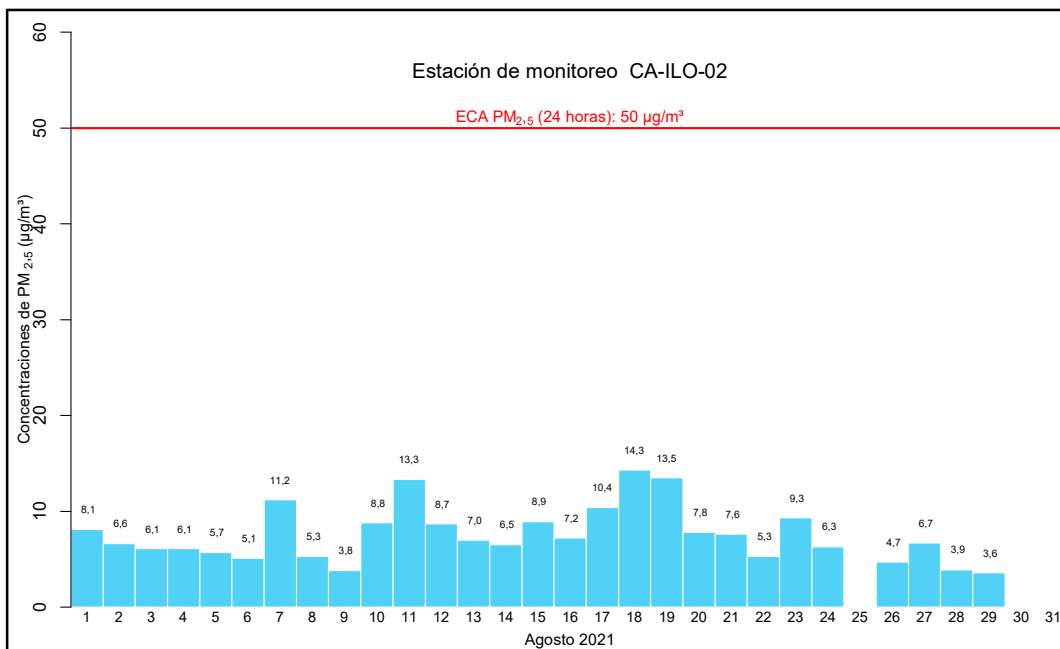


Figura 4.5. Concentraciones de 24 horas de PM_{2,5} en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en agosto de 2021¹

¹ Se invalida el promedio de 24 horas de los días 25, 30 y 31 por no contar con data suficiente debido a valores anómalos reportados por el equipo.

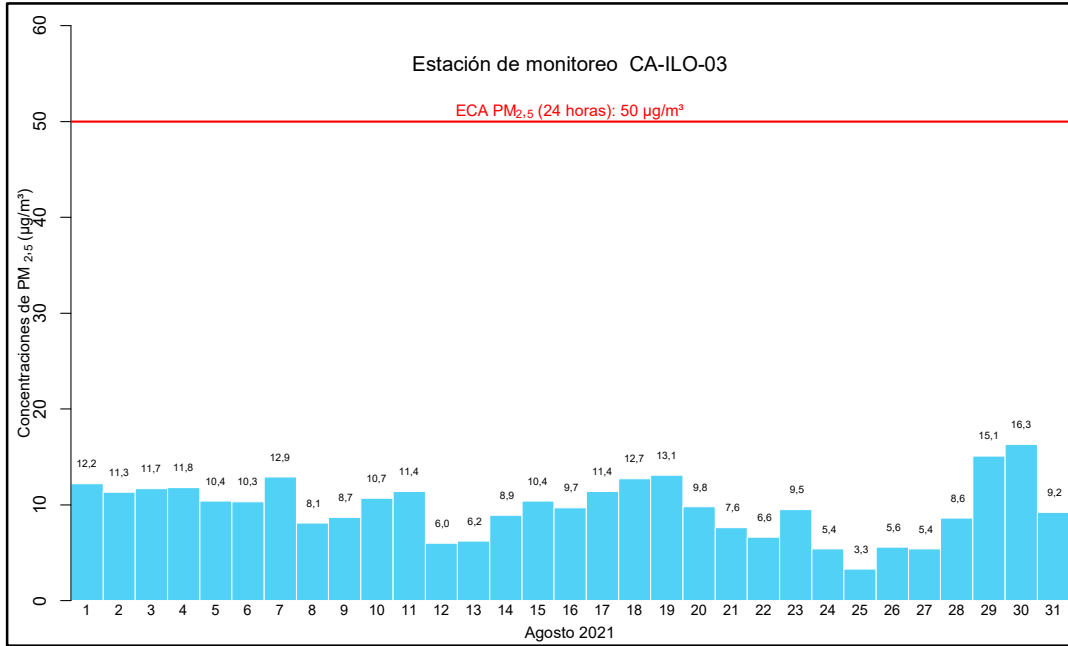


Figura 4.6. Concentraciones de 24 horas de PM_{2,5} en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en agosto de 2021

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 agosto 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).

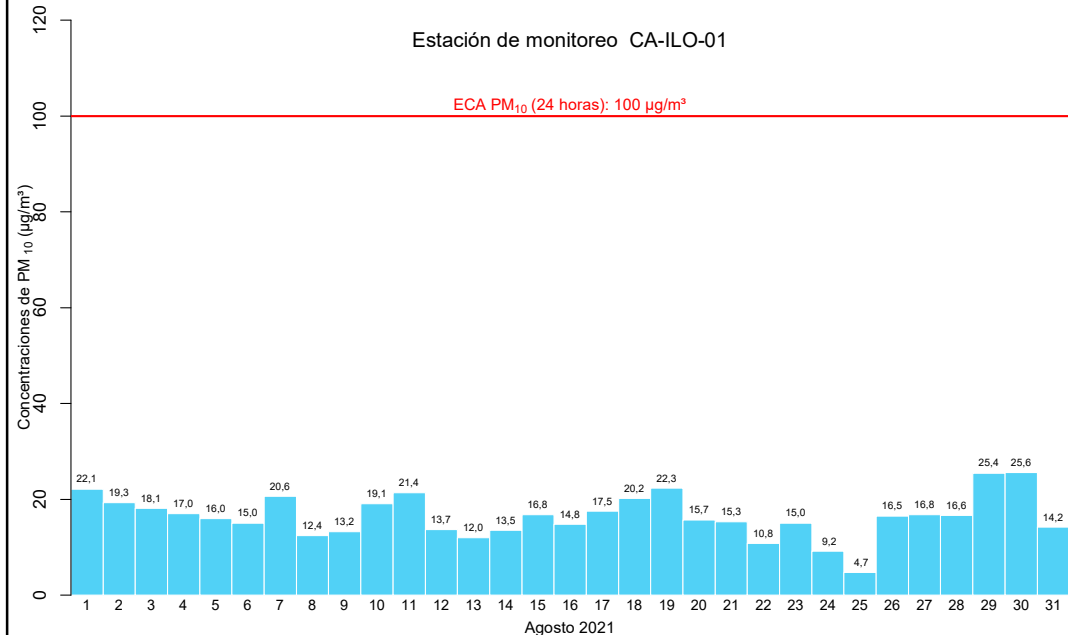


Figura 4.7. Concentraciones de 24 horas de PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en agosto de 2021

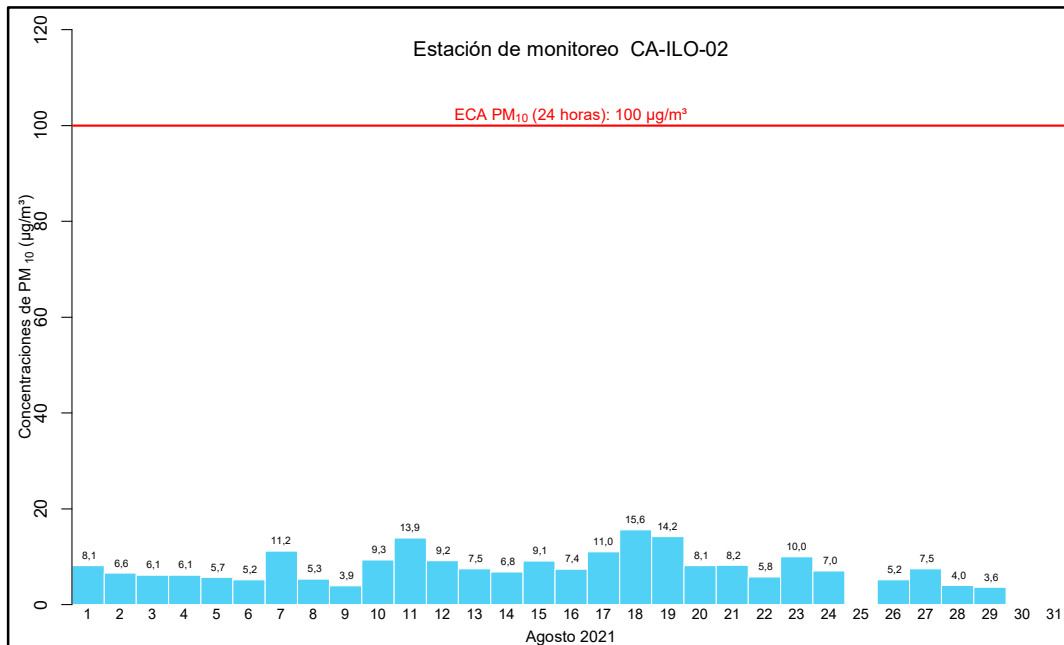


Figura 4.8. Concentraciones de 24 horas de PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en agosto de 2021²

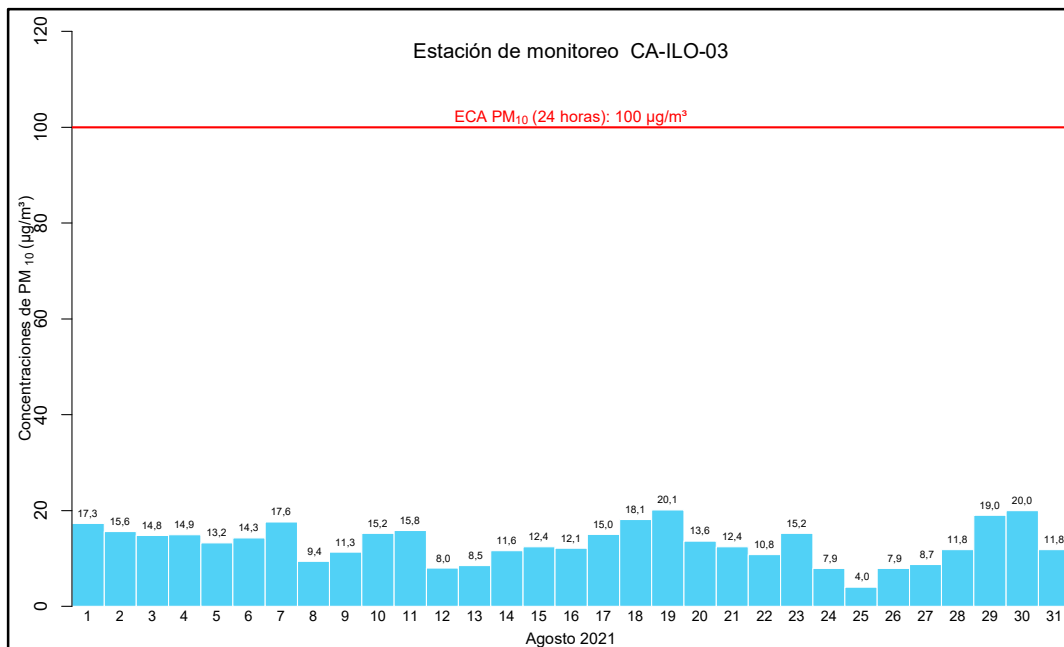


Figura 4.9. Concentraciones de 24 horas de PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en agosto de 2021

² Se invalida el promedio de 24 horas de los días 25, 30 y 31 por no contar con data suficiente debido a valores anómalos reportados por el equipo.

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 agosto de 2021. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para SO₂ (250 µg/m³ en 24 horas).

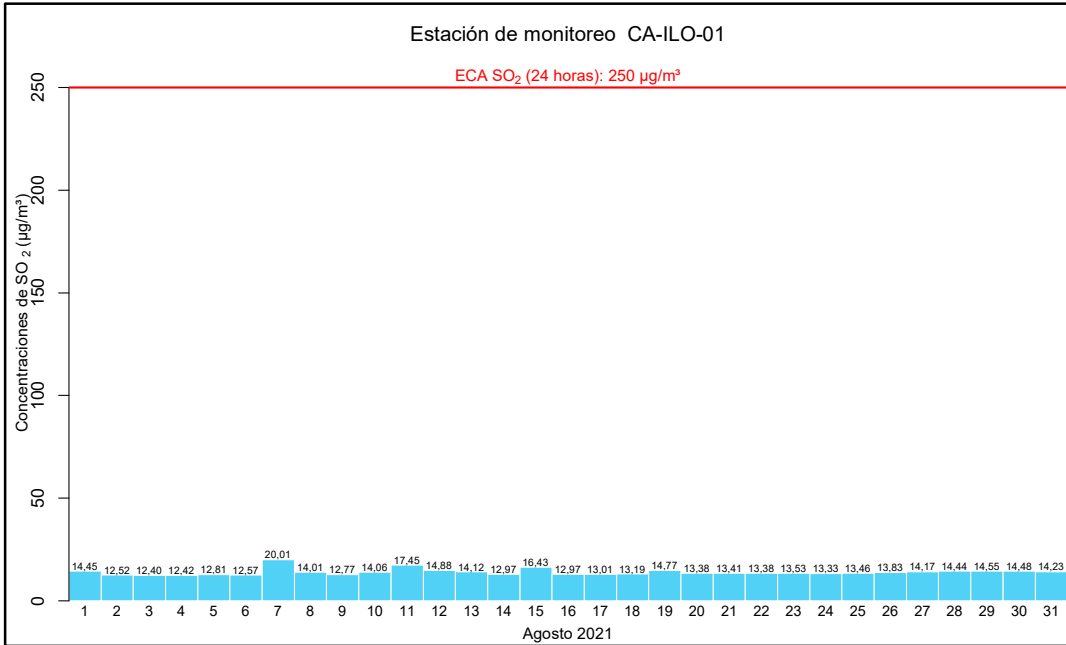


Figura 4.10. Concentraciones de 24 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en agosto de 2021

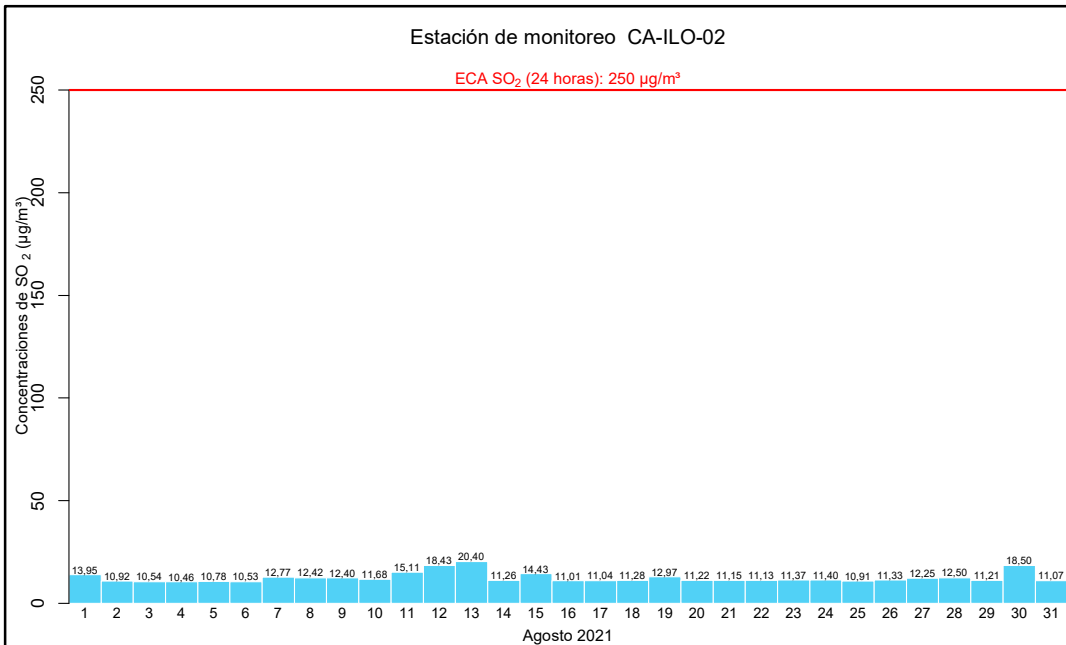


Figura 4.11. Concentraciones de 24 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en agosto de 2021

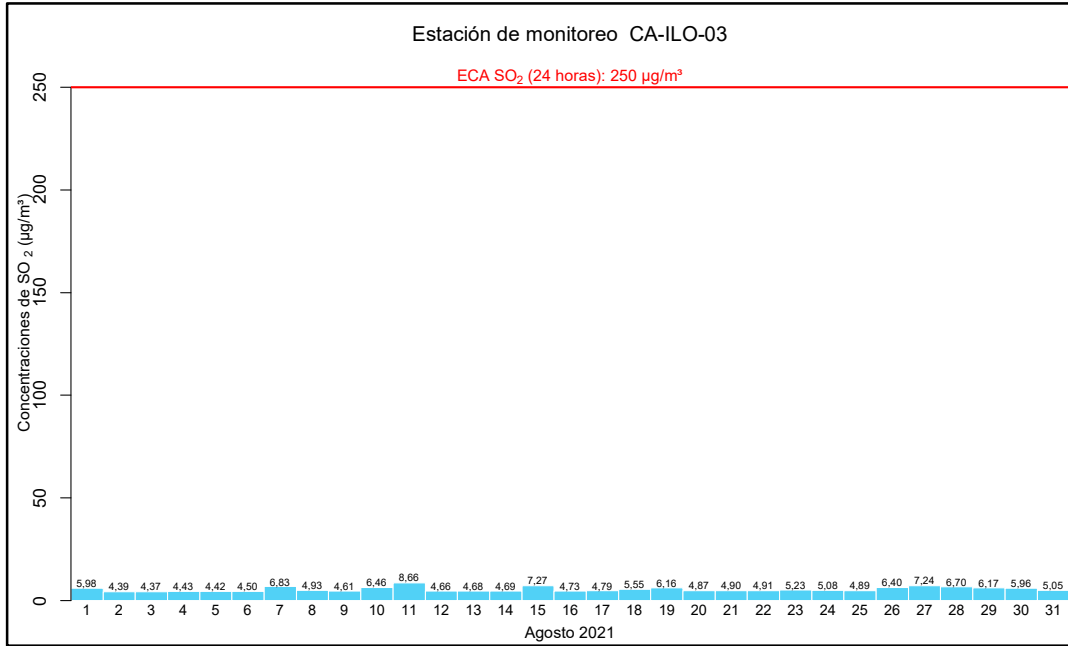


Figura 4.12. Concentraciones de 24 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en agosto de 2021

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 agosto 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).

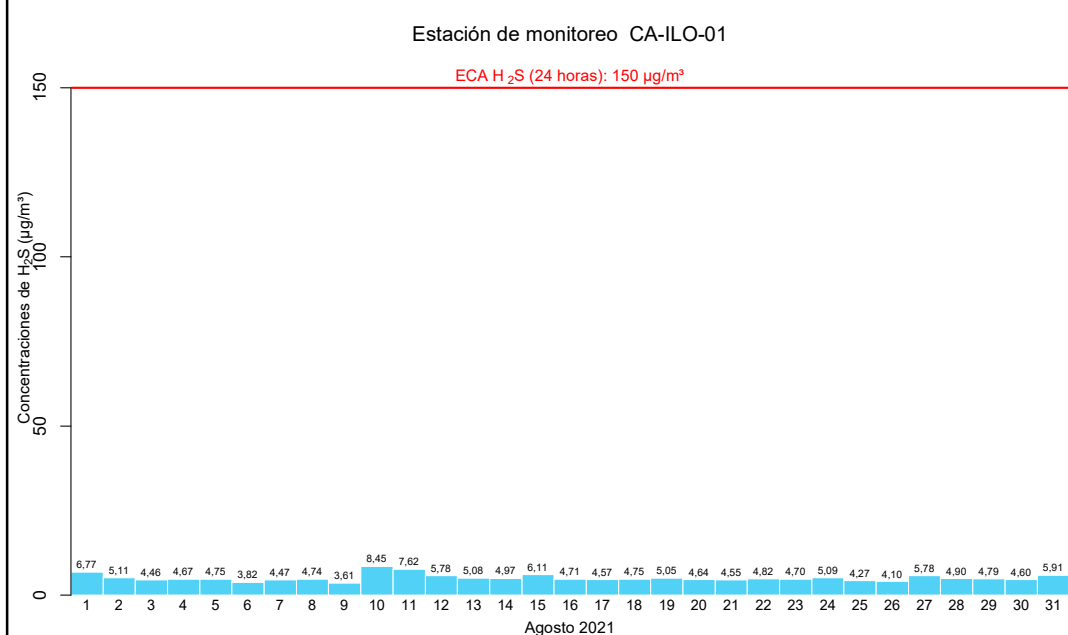


Figura 4.13. Concentraciones de 24 horas de H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en agosto de 2021

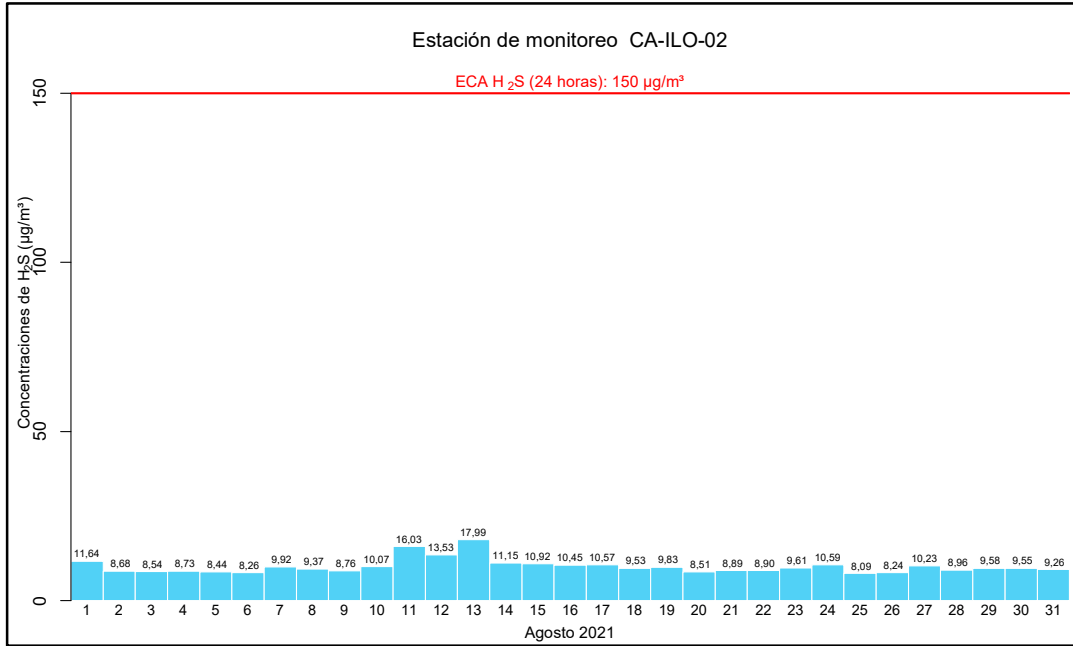


Figura 4.14. Concentraciones de 24 horas de H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en agosto de 2021

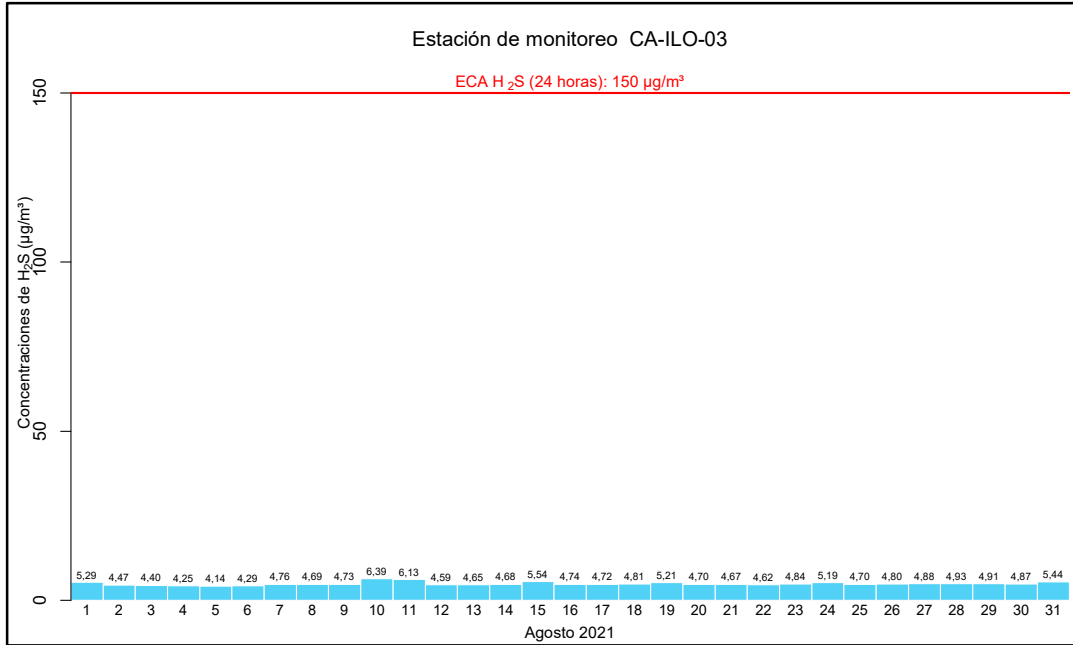


Figura 4.15. Concentraciones de 24 horas de H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en agosto de 2021

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 agosto de 2021. Además, se observa que todas las concentraciones horarias no excedieron el ECA para NO₂ (200 µg/m³ en 1 hora).

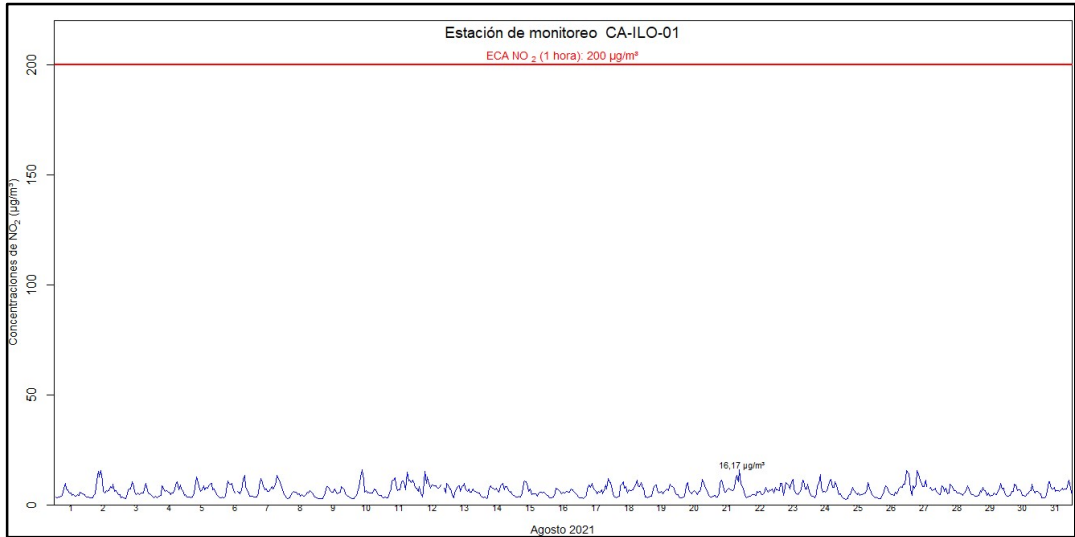


Figura 4.16. Concentraciones de horarias de NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en agosto de 2021

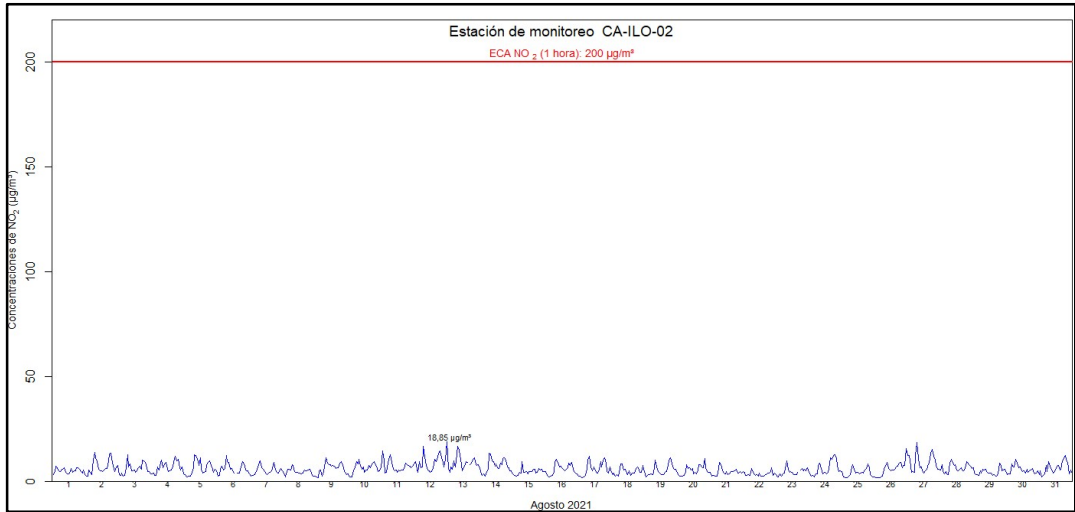


Figura 4.17. Concentraciones de horarias de NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en agosto de 2021

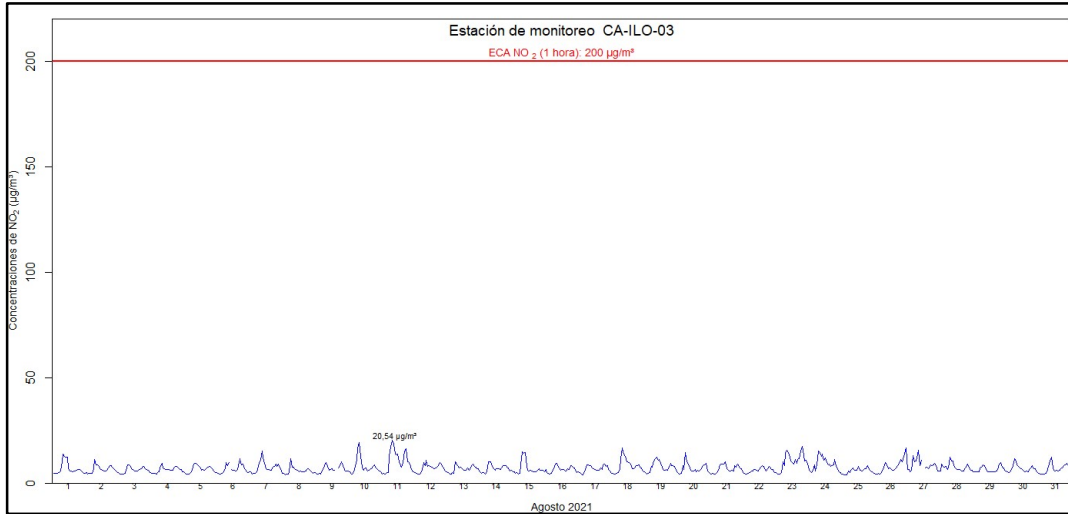


Figura 4.18. Concentraciones de horarias de NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en agosto de 2021

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 agosto de 2021. Además, se observa que todas las concentraciones horarias no excedieron el ECA para CO (30 000 µg/m³ en 1 hora).

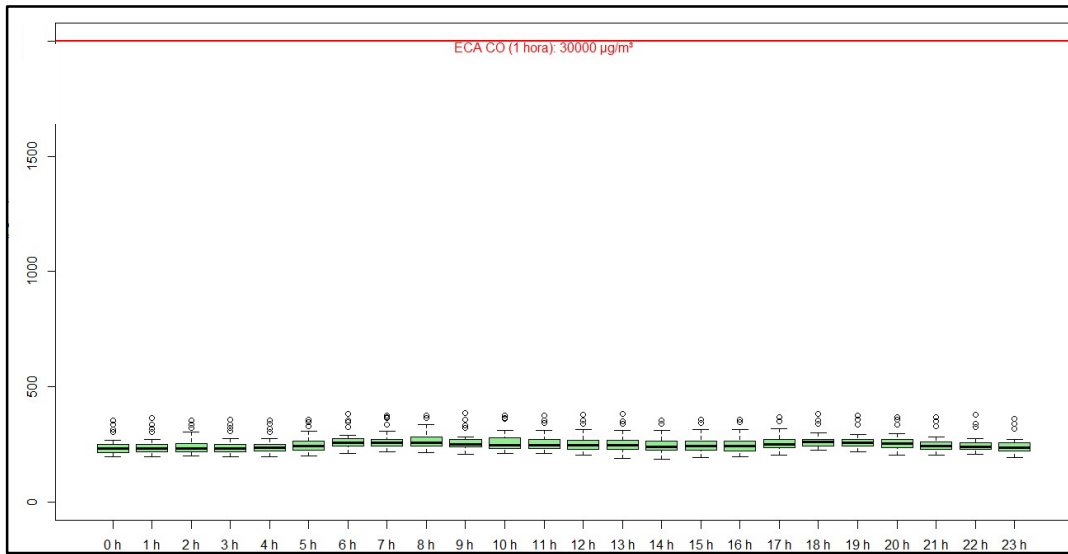


Figura 4.19. Concentraciones de horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en agosto de 2021

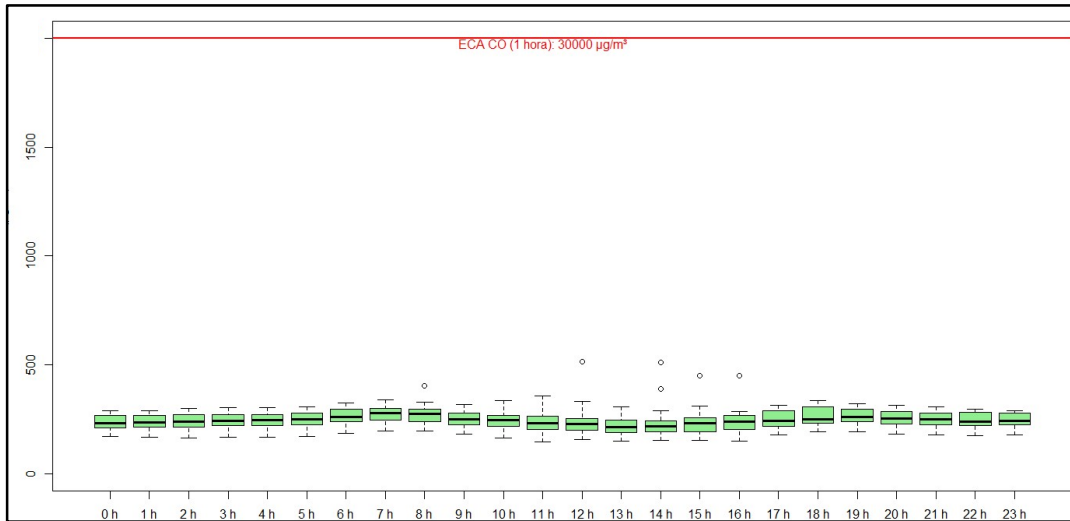


Figura 4.20. Concentraciones de horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en agosto de 2021

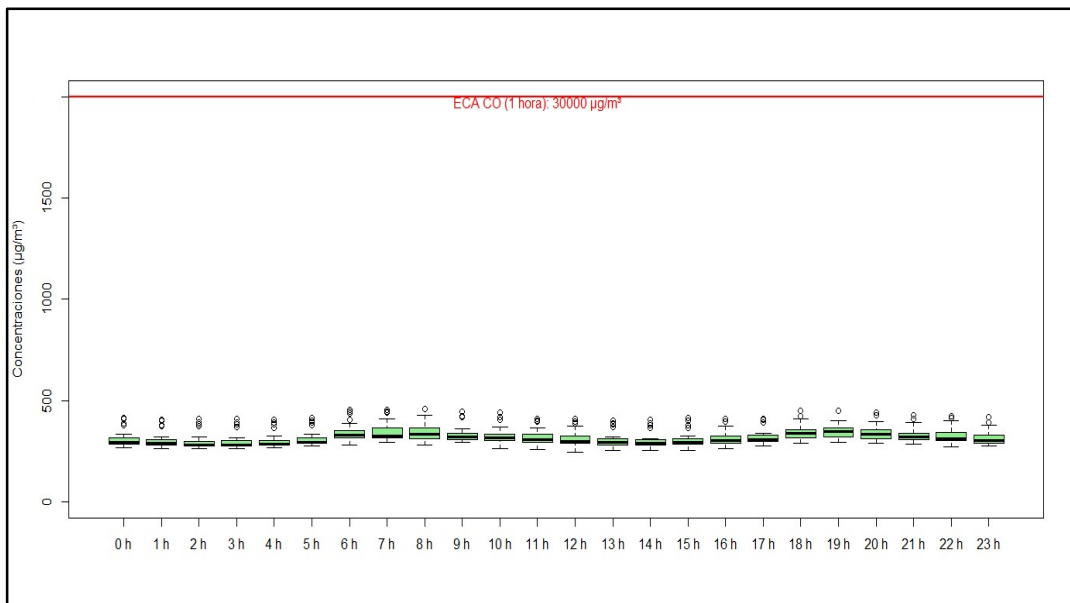


Figura 4.21. Concentraciones de horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en agosto de 2021

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 agosto 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).

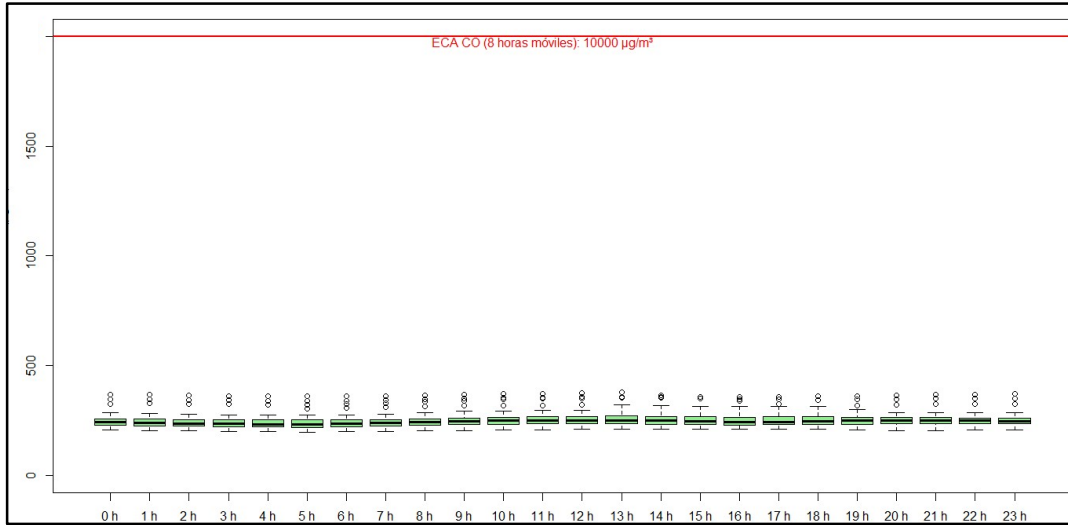


Figura 4.22. Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en agosto de 2021

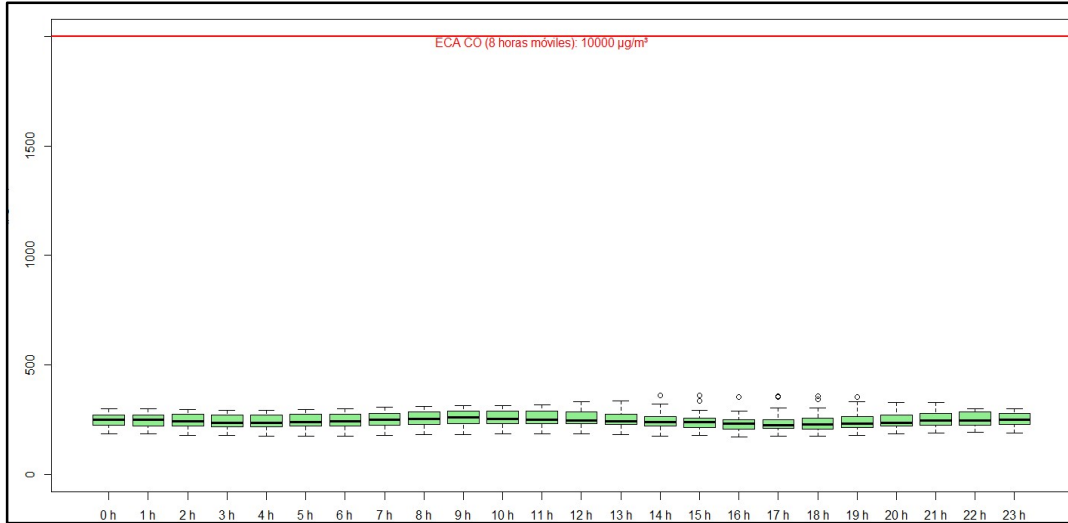


Figura 4.23. Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en agosto de 2021

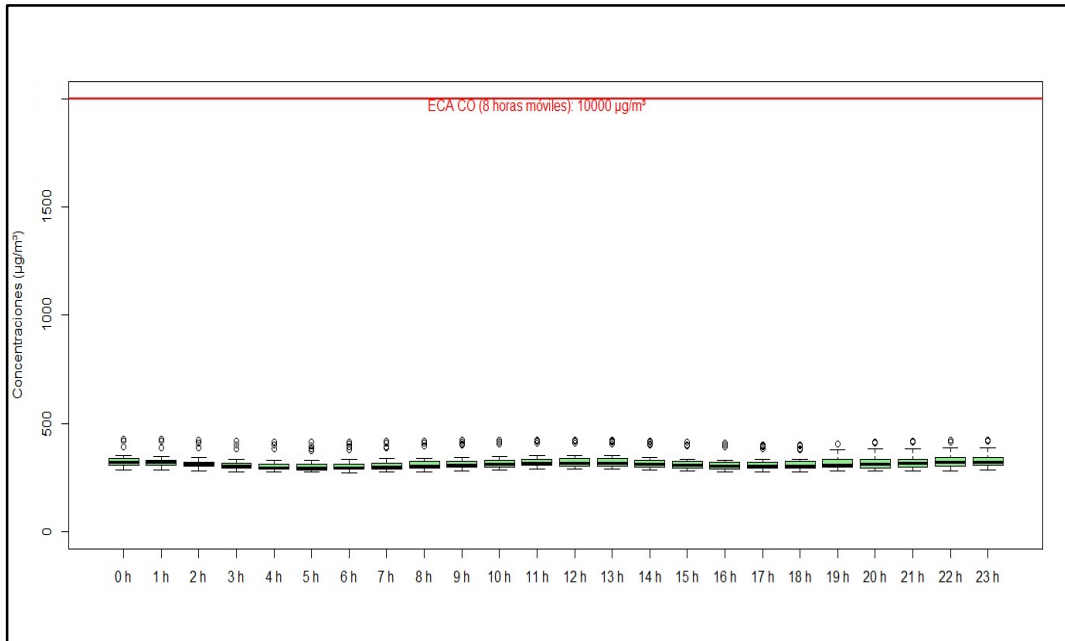


Figura 4.24. Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en agosto de 2021

4.8. Concentración de metales en PM10

En las Tablas 4.4, 4.5 y 4.6 se presentan las concentraciones de metales contenidos en el material particulado PM10 de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, en agosto de 2021. El monitoreo se realizó con el equipo manual activo de alto volumen HiVol. Además, se observa que todos los promedios aritméticos mensuales de las concentraciones no excedieron el ECA nacional para Pb ($1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mensual).

En el caso de los valores guía para las concentraciones de los metales que no cuentan con ECA nacional se usaron los Ambient Air Quality Criteria o AAQC de Ontario-Canadá, usándose en todos los casos los valores criterio para promedios de 24 horas.

Tabla 4.4. Concentración de metales registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-01 en agosto de 2021

Metal medido en PM ₁₀		Unidad	CONCENTRACIÓN DE METALES						
			CA-ILO-01					Media aritmética mensual	AAQC-Ontario 24 horas
			16/08/2021	17/08/2021	18/08/2021	19/08/2021	20/08/2021		
Aluminio	Al	µg/m ³	0,0510	0,0878	0,0675	0,0932	0,0853	0,0770	-
Antimonio	Sb	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	25
Arsénico	As	µg/m ³	0,0009	0,0020	0,0039	0,0012	0,0011	0,0018	0,3
Bario	Ba	µg/m ³	0,0018	0,0025	0,0023	0,0024	0,0028	0,0024	120
Berilio	Be	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	0,01
Bismuto	Bi	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	0,0027	< L.C.	< L.C.	<L.C.	-
Boro	B	µg/m ³	0,0012	0,0017	0,0016	0,0036	0,0023	0,0021	120
Cadmio	Cd	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	0,0014	< L.C.	< L.C.	<L.C.	0,025
Calcio	Ca	µg/m ³	0,1675	0,2888	0,2047	0,2797	0,2408	0,2363	-
Cobalto	Co	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	0,1
Cobre	Cu	µg/m ³	0,0053	0,0079	0,0130	0,0067	0,0099	0,0085	50
Cromo	Cr	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	0,5
Estaño	Sn	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	10
Estroncio	Sr	µg/m ³	0,0013	0,0032	0,0024	0,0021	0,0021	0,0022	120
Fósforo	P	µg/m ³	< L.C.	0,0066	0,0061	0,0092	0,0145	<L.C.	-
Hierro	Fe	µg/m ³	0,0758	0,1168	0,1057	0,1334	0,1379	0,1139	4
Litio	Li	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	-
Magnesio	Mg	µg/m ³	0,2277	0,3260	0,4243	0,3154	0,3228	0,3233	-
Manganeso	Mn	µg/m ³	0,0021	0,0028	0,0023	0,0032	0,0030	0,0027	0,2
Mercurio	Hg	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	-
Molibdeno	Mo	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	120
Níquel	Ni	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	0,1
Plata	Ag	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	0,0015	< L.C.	< L.C.	<L.C.	1
Plomo ³	Pb	µg/m ³	< L.C.	0,0024	0,0077	0,0023	< L.C.	<L.C.	1,5
Potasio	K	µg/m ³	0,0692	0,0949	0,1246	0,0981	0,0975	0,0968	-
Selenio	Se	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	0,0015	< L.C.	< L.C.	<L.C.	10
Silicio	Si	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	-
Sodio	Na	µg/m ³	1,6668	2,3529	3,4139	2,1033	2,1983	2,3470	-
Talio	Tl	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	-
Titanio	Ti	µg/m ³	0,0016	0,0022	0,0020	0,0030	0,0028	0,0023	120
Vanadio	V	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	0,0013	< L.C.	< L.C.	<L.C.	2
Zinc	Zn	µg/m ³	0,0038	0,0074	0,0079	0,0053	0,0068	0,0062	120

< L.C.: Debajo del límite de cuantificación del método de ensayo de laboratorio

Fuente: Informe de Ensayo N° MA2126481 del laboratorio SGS DEL PERÚ SAC .

Método de ensayo: EPA Compendium Method IO-3.5:1999; Determination Of Metals in Ambient Particulate matter using inductively Coupled Plasma/mass spectroscopy (ICP/MS)(Validado).

³ En el caso del Plomo se usa el Estándar de Calidad de Aire (ECA) Nacional, D.S.N° 003-2017 MINAM.

Tabla 4.5. Concentración de metales registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-02 en agosto de 2021

CONCENTRACIÓN DE METALES										
Metal medido en PM ₁₀	Unidad	CA-ILO-02							Media aritmética mensual	AAQC-Ontario 24 horas
		16/08/2021	17/08/2021	18/08/2021	19/08/2021	20/08/2021				
Aluminio	Al	µg/m ³	0,0772	0,0772	0,0921	0,0869	0,0939	0,0855	-	
Antimonio	Sb	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	25	
Arsénico	As	µg/m ³	0,0012	0,0023	0,0067	0,0015	0,0013	0,0026	0,3	
Bario	Ba	µg/m ³	0,0026	0,0023	0,0023	0,0022	0,0023	0,0023	120	
Berilio	Be	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	0,01	
Bismuto	Bi	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	0,0041	< L.C.	< L.C.	<L.C.	-	
Boro	B	µg/m ³	0,0024	0,0012	0,0029	0,0019	0,0023	0,0021	120	
Cadmio	Cd	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	0,0028	< L.C.	< L.C.	<L.C.	0,025	
Calcio	Ca	µg/m ³	0,3595	0,6760	0,6368	0,3600	0,4699	0,5004	-	
Cobalto	Co	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	0,1	
Cobre	Cu	µg/m ³	0,0103	0,0124	0,0199	0,0106	0,0120	0,0130	50	
Cromo	Cr	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	0,5	
Estaño	Sn	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	10	
Estroncio	Sr	µg/m ³	0,0044	0,0125	0,0118	0,0048	0,0080	0,0083	120	
Fósforo	P	µg/m ³	0,0076	0,0081	0,0082	0,0094	0,0086	0,0084	-	
Hierro	Fe	µg/m ³	0,1195	0,1291	0,1229	0,1329	0,1484	0,1306	4	
Litio	Li	µg/m ³	< L.C.	0,0003	0,0003	< L.C.	< L.C.	<L.C.	-	
Magnesio	Mg	µg/m ³	0,5480	2,1563	2,1575	0,7983	1,3592	1,4039	-	
Manganeso	Mn	µg/m ³	0,0030	0,0030	0,0029	0,0032	0,0034	0,0031	0,2	
Mercurio	Hg	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	-	
Molibdeno	Mo	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	0,0010	< L.C.	< L.C.	<L.C.	120	
Níquel	Ni	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	0,0011	< L.C.	< L.C.	<L.C.	0,1	
Plata	Ag	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	0,0020	< L.C.	< L.C.	<L.C.	1	
Plomo ⁴	Pb	µg/m ³	< L.C.	0,0032	0,0134	0,0021	< L.C.	<L.C.	1,5	
Potasio	K	µg/m ³	0,1443	0,4777	0,4852	0,2049	0,3320	0,3288	-	
Selenio	Se	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	0,0021	< L.C.	< L.C.	<L.C.	10	
Silicio	Si	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	-	
Sodio	Na	µg/m ³	4,1584	18,4297	18,8641	6,2128	11,0625	11,7455	-	
Talio	Tl	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	-	
Titanio	Ti	µg/m ³	0,0027	0,0024	0,0027	0,0034	0,0032	0,0029	120	
Vanadio	V	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	0,0019	< L.C.	< L.C.	<L.C.	2	
Zinc	Zn	µg/m ³	0,0073	0,0073	0,0169	0,0069	0,0065	0,0090	120	

< L.C.: debajo del límite de cuantificación del método de ensayo de laboratorio

Fuente: Informe de Ensayo N° MA2126482 del laboratorio SGS DEL PERÚ SAC

Método de ensayo: EPA Compendium Method IO-3.5:1999; Determination Of Metals in Ambient Particulate matter using inductively Coupled Plasma/mass spectroscopy (ICP/MS)(Validado).

⁴ En el caso del Plomo se usa el Estándar de Calidad de Aire (ECA) Nacional, D.S.N° 003-2017 MINAM.

Tabla 4.6. Concentración de metales registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-03 en agosto de 2021

Metal medido en PM10		Unidad	CONCENTRACIÓN DE METALES						
			CA-ILO-03					Media aritmética mensual	AAQC-Ontario 24 horas
			16/08/2021	17/08/2021	18/08/2021	19/08/2021	20/08/2021		
Aluminio	Al	µg/m ³	0,0966	0,0978	0,1076	0,1138	0,1083	0,1048	-
Antimonio	Sb	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	25
Arsénico	As	µg/m ³	0,0013	0,0034	0,0032	0,0012	0,0010	0,0020	0,3
Bario	Ba	µg/m ³	0,0021	0,0022	0,0025	0,0028	0,0025	0,0024	120
Berilio	Be	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	0,01
Bismuto	Bi	µg/m ³	< L.C.	0,0013	0,0025	< L.C.	< L.C.	<L.C.	-
Boro	B	µg/m ³	0,0035	0,0010	0,0025	0,0011	0,0022	0,0021	120
Cadmio	Cd	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	0,0011	< L.C.	< L.C.	<L.C.	0,025
Calcio	Ca	µg/m ³	0,4219	0,4212	0,5452	0,5248	0,5441	0,4914	-
Cobalto	Co	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	0,1
Cobre	Cu	µg/m ³	0,0087	0,0108	0,0107	0,0123	0,0067	0,0098	50
Cromo	Cr	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	0,5
Estaño	Sn	µg/m ³	< L.C.	0,0006	< L.C.	0,0007	< L.C.	<L.C.	10
Estroncio	Sr	µg/m ³	0,0026	0,0025	0,0034	0,0033	0,0040	0,0032	120
Fósforo	P	µg/m ³	0,0113	0,0104	0,0130	0,0151	0,0135	0,0127	-
Hierro	Fe	µg/m ³	0,1415	0,1563	0,1465	0,1635	0,1556	0,1527	4
Litio	Li	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	-
Magnesio	Mg	µg/m ³	0,3379	0,3226	0,3944	0,3901	0,3777	0,3645	-
Manganeso	Mn	µg/m ³	0,0037	0,0039	0,0040	0,0046	0,0041	0,0041	0,2
Mercurio	Hg	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	-
Molibdeno	Mo	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	120
Níquel	Ni	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	0,0013	< L.C.	< L.C.	<L.C.	0,1
Plata	Ag	µg/m ³	< L.C.	0,0004	0,0014	< L.C.	< L.C.	<L.C.	1
Plomo ⁵	Pb	µg/m ³	< L.C.	0,0135	0,0074	0,0033	< L.C.	<L.C.	1,5
Potasio	K	µg/m ³	0,0914	0,0975	0,1099	0,1322	0,1116	0,1085	-
Selenio	Se	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	10
Silicio	Si	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	-
Sodio	Na	µg/m ³	2,0773	1,9113	2,4629	2,1956	2,0504	2,1395	-
Talio	Tl	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	-
Titanio	Ti	µg/m ³	0,0030	0,0032	0,0035	0,0041	0,0037	0,0035	120
Vanadio	V	µg/m ³	< L.C.	< L.C.	0,0013	< L.C.	< L.C.	<L.C.	2
Zinc	Zn	µg/m ³	0,0083	0,0128	0,0093	0,0064	0,0060	0,0086	120

< L.C.: debajo del límite de cuantificación del método de ensayo de laboratorio

Fuente: Informe de Ensayo N° MA2126483 del laboratorio SGS DEL PERÚ SAC

Método de ensayo: EPA Compendium Method IO-3.5:1999; Determination Of Metals in Ambient Particulate matter using inductively Coupled Plasma/mass spectroscopy (ICP/MS)(Validado).

⁵ En el caso del Plomo se usa el Estándar de Calidad de Aire (ECA) Nacional, D.S.N° 003-2017 MINAM.

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 agosto 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.

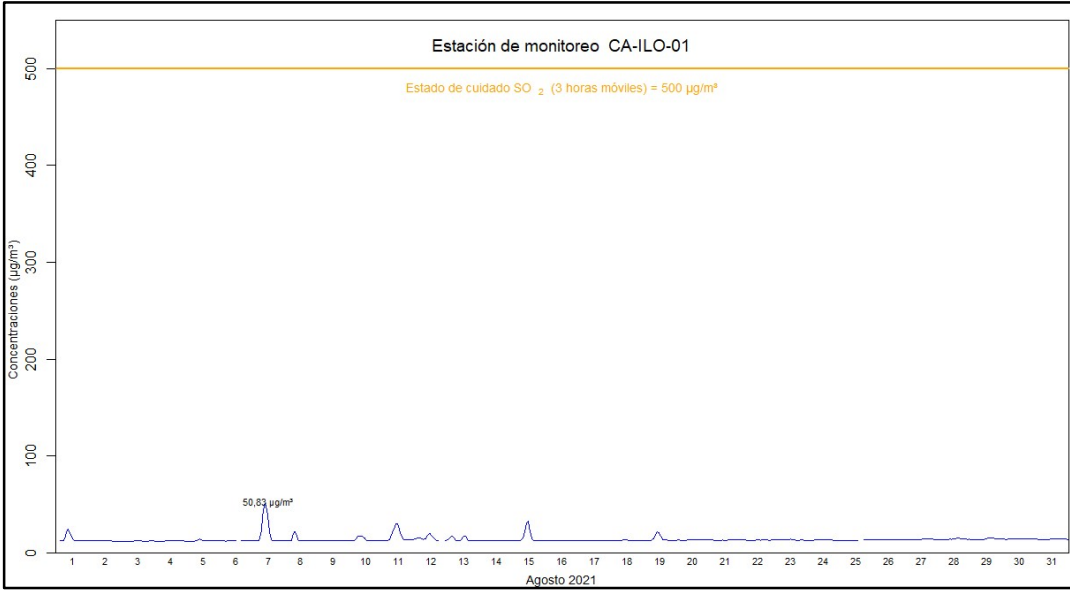


Figura 4.25. Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en agosto de 2021

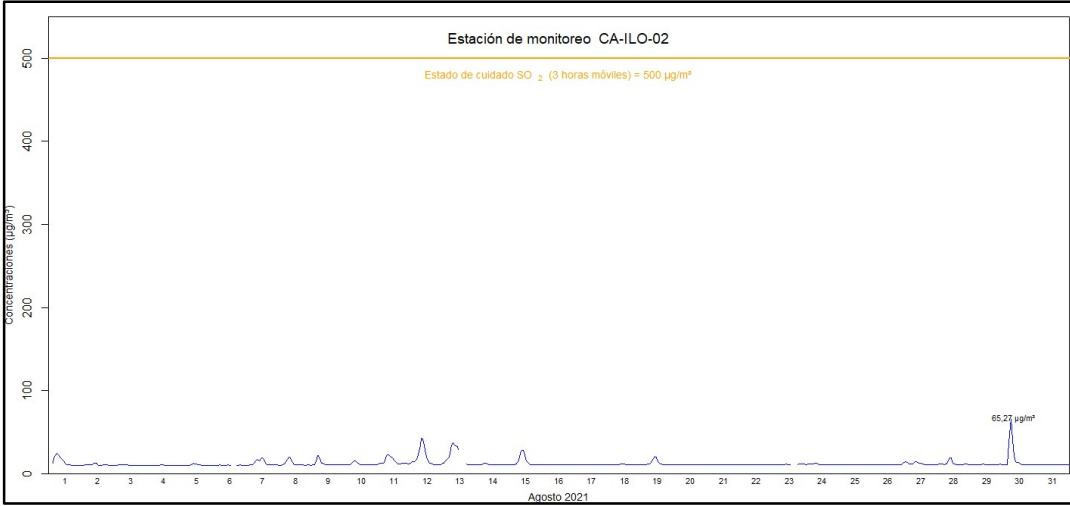


Figura 4.26. Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en agosto de 2021

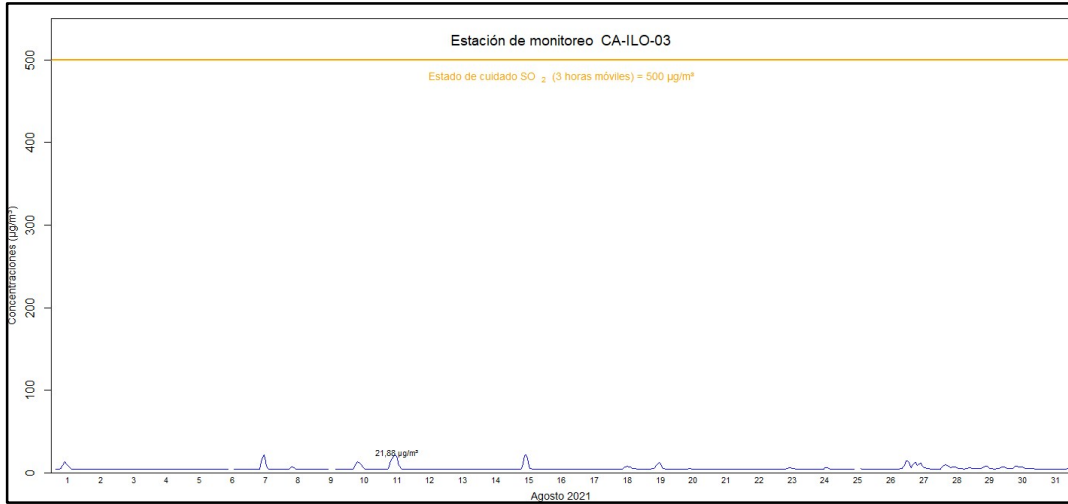


Figura 4.27. Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en agosto de 2021

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 agosto de 2021.

Respecto a los resultados de metales en PM₁₀, en las tres estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, los promedios mensuales de las concentraciones de Plomo (Pb) no excedieron el respectivo ECA. Así mismo, usando como referencia la Lista de Criterios de Calidad del Aire Ambiental (AAQC) establecidos por el Ministerio de Medioambiente, Conservación y Parques de Ontario-Canadá, las concentraciones de 24 horas de los metales como el antimonio (Sb), arsénico (As), bario (Ba), berilio (Be), boro (B), cadmio (Cd), cobalto (Co), cobre (Cu), cromo (Cr), estaño (Sn), estroncio (Sr), hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), níquel (Ni), plata (Ag), selenio (Se), titanio (Ti), vanadio (V) y zinc (Zn) no superaron el valor guía mencionado.

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, durante agosto 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 agosto 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 y manual activo

Anexo 4: Certificados de calibración de los equipos

Anexo 5: Registro de verificaciones operacionales en los equipos.

Anexo 6: Resultados de laboratorio-análisis de metales en PM10

Atentamente:



Jorge Luis Hualpa Amable
DNI: 10734302