

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

Fecha de ejecución : Febrero de 2021

CUE : 2020-02-0015

Código de acción : No aplica

Tipo de evaluación : Programada

Fecha de aprobación : 5 de abril de 2021

Reporte N° : REAS-015-2021-  
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 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	Febrero 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/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 febrero 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
<b>Estación de monitoreo CA - ILO - 01</b>					
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	Monitor automático de partículas	GRIMM	EDM 180	18A19094	Certificado de calibración del fabricante S/N
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM <sub>2.5</sub> )					
Dióxido de Azufre	Monitor automático de SO <sub>2</sub>	Thermo Scientific	43i	1200416204	Certificados de calibración del fabricante S/N
Dióxido de Nitrógeno	Monitor automático de NO <sub>2</sub>	Thermo Scientific	42i	1192914962	
Sulfuro de Hidrógeno	Monitor automático de H <sub>2</sub> S	Thermo Scientific	450i	CM19490141	
Monóxido de carbono	Monitor automático de CO	Thermo Scientific	48i	1193085163	
- Velocidad de viento	Estación meteorológica	Campbell Scientific	CR310	WM174404	Certificados de calibración del fabricante S/N
- Dirección de viento					
- Temperatura ambiente				1669292130	
- Humedad relativa				BPA11352	
- Presión barométrica				TB00015748	
- Precipitación				193237	018445193237
- Radiación Solar					
<b>Estación de monitoreo CA - ILO - 02</b>					
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	Monitor automático de partículas	GRIMM	EDM 180	18A19091	Certificado de calibración del fabricante S/N
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM <sub>2.5</sub> )					
Dióxido de Azufre	Monitor automático de SO <sub>2</sub>	Thermo Scientific	43i	1192914947	Certificados de calibración del fabricante S/N
Dióxido de Nitrógeno	Monitor automático de NO <sub>2</sub>	Thermo Scientific	42i	1192914960	
Sulfuro de Hidrógeno	Monitor automático de H <sub>2</sub> S	Thermo Scientific	450i	CM19490139	
Monóxido de carbono	Monitor automático de CO	Thermo Scientific	48i	1193085161	
- Velocidad de viento	Estación meteorológica	Campbell Scientific	CR300	WM174402	Certificados de calibración del fabricante S/N
- Dirección de viento					
- Temperatura ambiente				1663393889	
- Humedad relativa				BPA11350	
- Presión barométrica				TB00015746	
- Precipitación				193287	018756193287
- Radiación Solar					

Parámetro	Equipo	Marca	Modelo	Serie	Certificado calibración
Estación de monitoreo CA - ILO - 03					
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	Monitor automático de partículas	GRIMM	EDM 180	18A19093	Certificado de calibración del fabricante S/N
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> )					
Dióxido de Azufre	Monitor automático de SO <sub>2</sub>	Thermo Scientific	43i	1192914948	Certificados de calibración del fabricante S/N
Dióxido de Nitrógeno	Monitor automático de NO <sub>2</sub>	Thermo Scientific	42i	1192914961	
Sulfuro de Hidrógeno	Monitor automático de H <sub>2</sub> S	Thermo Scientific	450i	CM19490140	
Monóxido de carbono	Monitor automático de CO	Thermo Scientific	48i	1193085162	
- Velocidad de viento	Estación meteorológica	Campbell Scientific	CR300	WM174403	Certificados de calibración del fabricante S/N
- Dirección de viento				1665884185	
- Temperatura ambiente				BPA11351	
- Humedad relativa				TB00015747	
- Presión barométrica				193240	
- Precipitación				018445193240	
- Radiación Solar					

**Tabla 3.4. Métodos de análisis de aire**

Parámetro	Método	Técnica Empleada
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> )	Método automático	Dispersión de luz
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )		
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )		Fluorescencia ultravioleta
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )		Quimioluminiscencia
Sulfuro de Hidrógeno (H <sub>2</sub> 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 febrero de 2021, son presentadas en el Anexo 3.

### 4.1. Parámetros meteorológicos

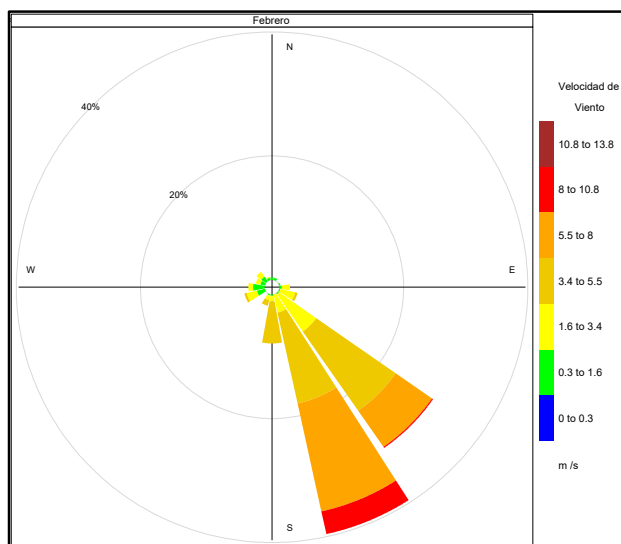
En la Tabla 4.1 se presentan los parámetros meteorológicos en la estación de monitoreo CA-ILO-01 en febrero de 2021, se aprecia que la presión barométrica varió entre una mínima de 998,6 hPa y máxima de 1007,6 hPa, y no se registraron precipitaciones. La temperatura promedio fue de 23,8 °C alcanzando una mínima de 19,9 °C y una máxima de 33,6 °C, la

humedad relativa varió entre 42,1 % y 82,9% y la velocidad del viento osciló entre 0 m/s y 9,2 m/s. El parámetro de radiación solar reporta un máximo de 1368,6 W/m<sup>2</sup> durante el mes de febrero. 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 febrero de 2021

Valores	Presión barométrica (hPa)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación Solar (W/m <sup>2</sup> )
Mínimo	998,6	0	19,9	42,1	0	0
Máximo	1007,6	0	33,6	82,9	9,2	1368,6
Promedio	1003,4	0	23,8	64,5	4,4	-

En la Figura 4.1 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-01 correspondiente a febrero de 2021. Se observa que la rosa de viento tuvo una predominancia sur-sureste (SSE). 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.



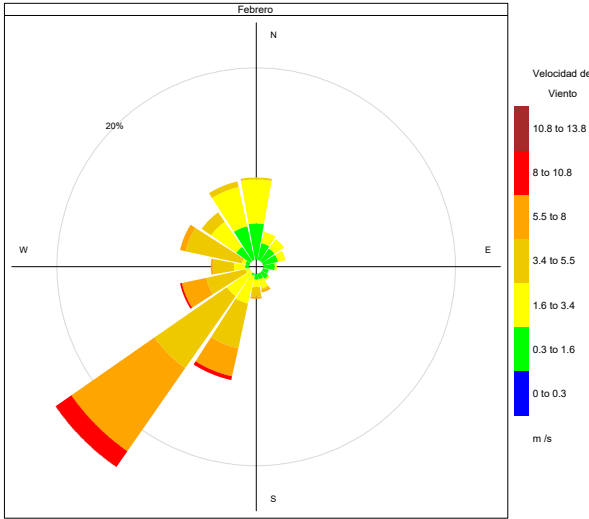
**Figura 4.1.** Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-01, en febrero de 2021

En la Tabla 4.2 se presentan los parámetros meteorológicos en la estación de monitoreo CA-ILO-02 en febrero de 2021, se aprecia que la presión barométrica varió entre una mínima de 993,4 hPa y máxima de 1010,0 hPa, y no se registraron precipitaciones. La temperatura promedio fue de 24,1 °C alcanzando una mínima de 19,2 °C y una máxima de 30,6 °C, la humedad relativa varió entre 41,1 % y 77,8% y la velocidad del viento osciló entre 0 m/s y 10,0 m/s. El parámetro de radiación solar reporta un máximo de 1073,3 W/m<sup>2</sup> durante el mes de febrero. 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 febrero de 2021

Valores	Presión barométrica (hPa)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación Solar (W/m <sup>2</sup> )
Mínimo	993,2	0	19,2	41,1	0	0
Máximo	1010,0	0	30,6	77,8	10,0	1073,3
Promedio	1005,5	0	24,1	59,8	3,6	-

En la Figura 4.2 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-02 correspondiente a febrero de 2021. Se observa que la rosa de viento tuvo una predominancia suroeste (SW). Cabe resaltar que, en la mencionada dirección se encuentra el océano pacífico, teniendo como referencia la ubicación de la estación de monitoreo CA-ILO-02.



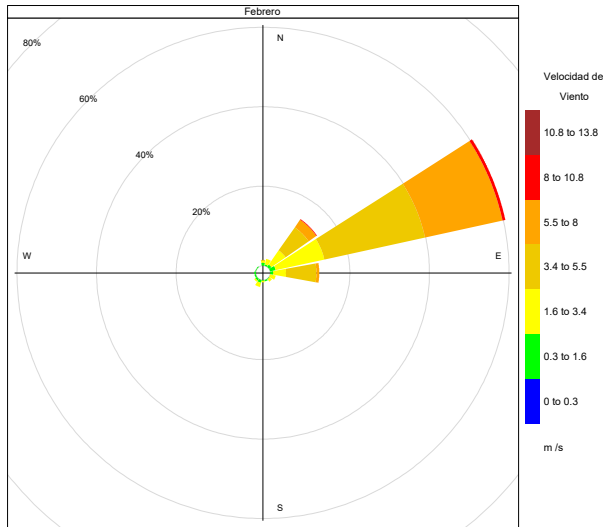
**Figura 4.2.** Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-02, en febrero de 2021

En la Tabla 4.3 se presentan los parámetros meteorológicos en la estación de monitoreo CA-ILO-03 en febrero de 2021, se aprecia que la presión barométrica varió entre una mínima de 983,2 hPa y máxima de 990,5 hPa, y no se registraron precipitaciones. La temperatura promedio fue de 22,6 °C alcanzando una mínima de 19,2 °C y una máxima de 26,8 °C, la humedad relativa varió entre 44,8 % y 77,9% y la velocidad del viento osciló entre 0,1 m/s y 8,4 m/s. El parámetro de radiación solar reporta un máximo de 1076,8 W/m<sup>2</sup> durante el mes de febrero. 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 febrero de 2021

Valores	Presión barométrica (hPa)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación Solar (W/m <sup>2</sup> )
Mínimo	983,2	0	19,2	44,8	0,1	0
Máximo	990,5	0	26,8	77,9	8,4	1076,8
Promedio	986,8	0	22,6	64,2	4,2	-

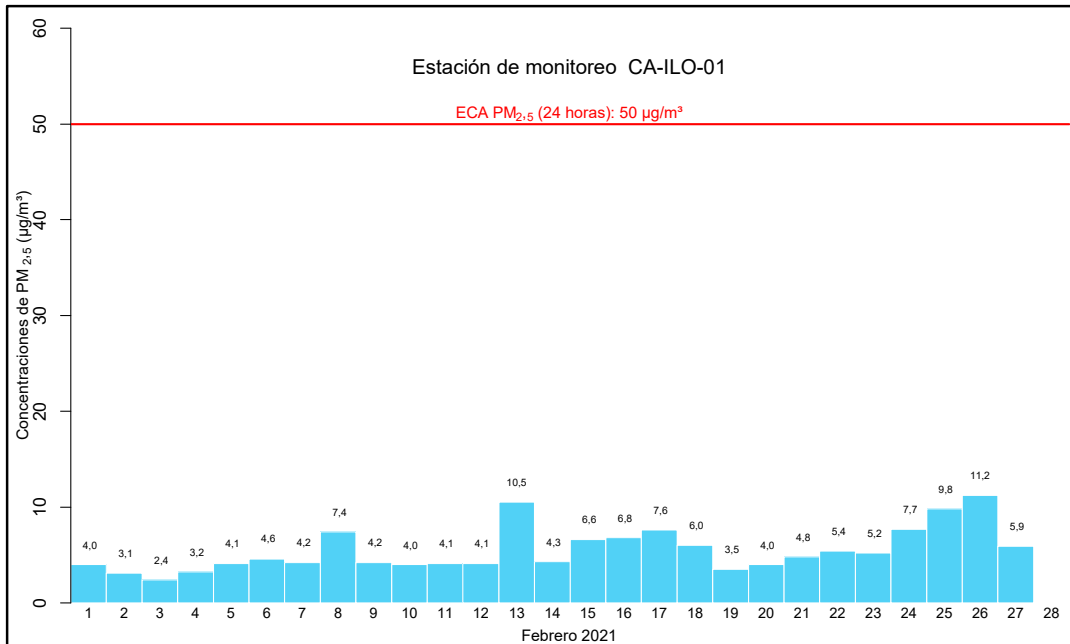
En la Figura 4.3 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-03 correspondiente a febrero de 2021. Se observa que la rosa de viento tuvo una predominancia este-noreste (ENE). Es preciso mencionar que, en la referida dirección se encuentra la zona del Algarrobal, teniendo como referencia la ubicación de la estación de monitoreo CA-ILO-03.



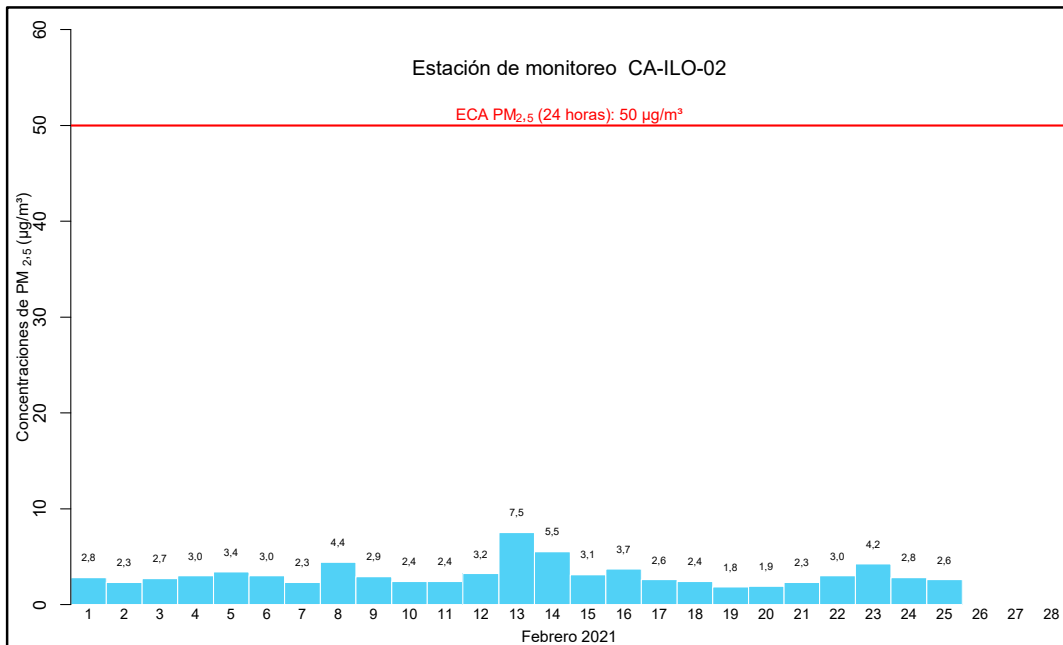
**Figura 4.3.** Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-03, en febrero de 2021

#### 4.2. Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM<sub>2,5</sub>)

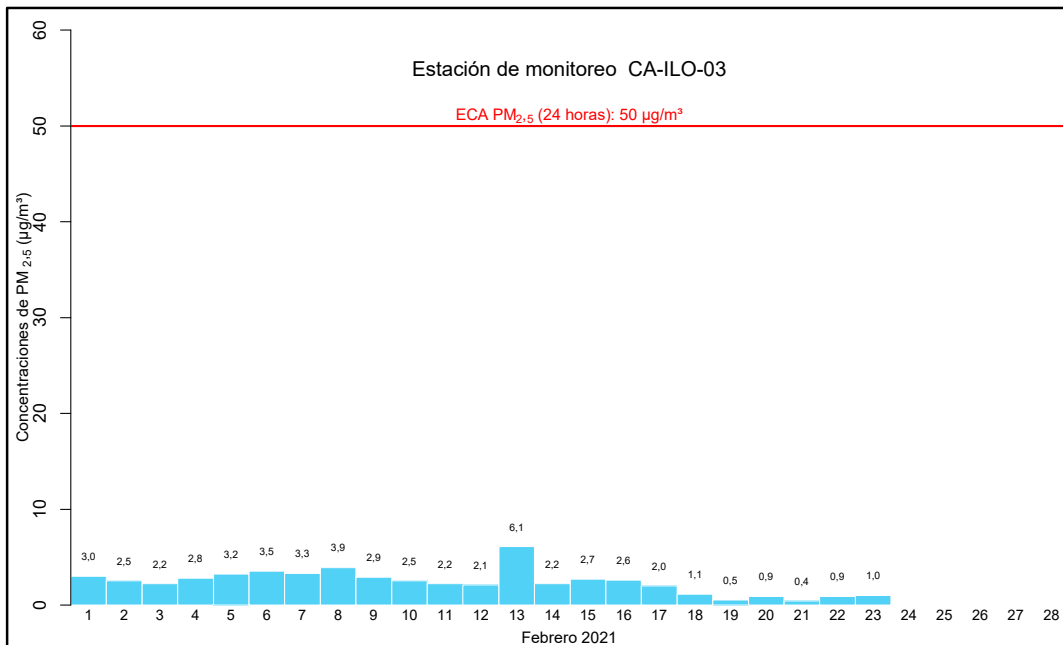
En las Figuras 4.4, 4.5 y 4.6 se presentan las concentraciones de 24 horas de PM<sub>2,5</sub> de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, respectivamente, en febrero de 2021. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para aire de PM<sub>2,5</sub> (50 µg/m<sup>3</sup> en 24 horas).



**Figura 4.4.** Concentraciones de 24 horas de PM<sub>2,5</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en febrero de 2021



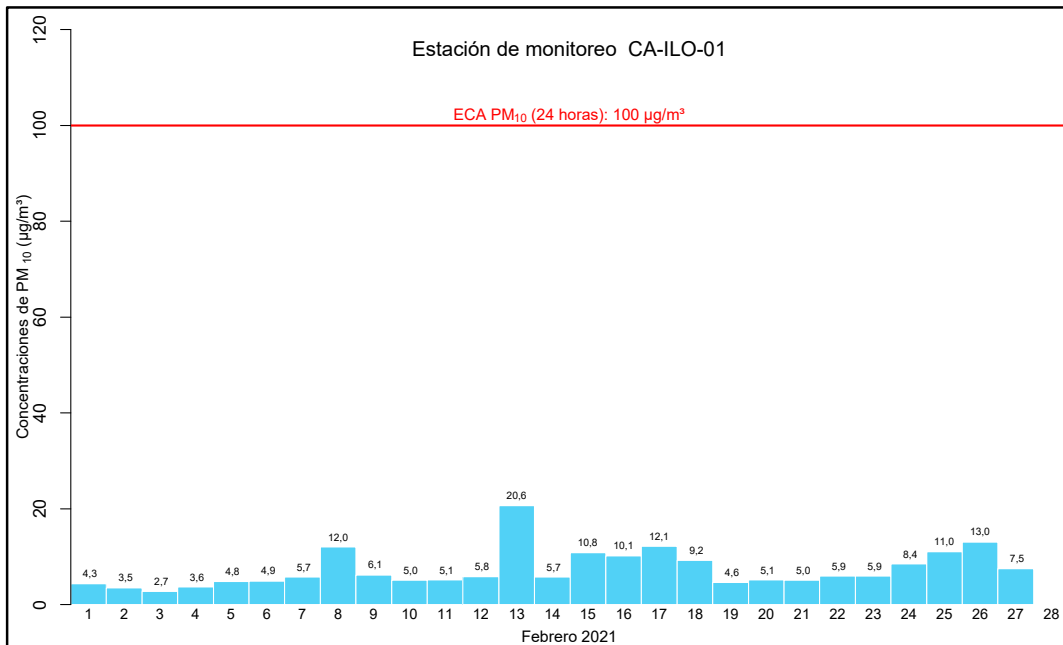
**Figura 4.5.** Concentraciones de 24 horas de PM<sub>2,5</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en febrero de 2021



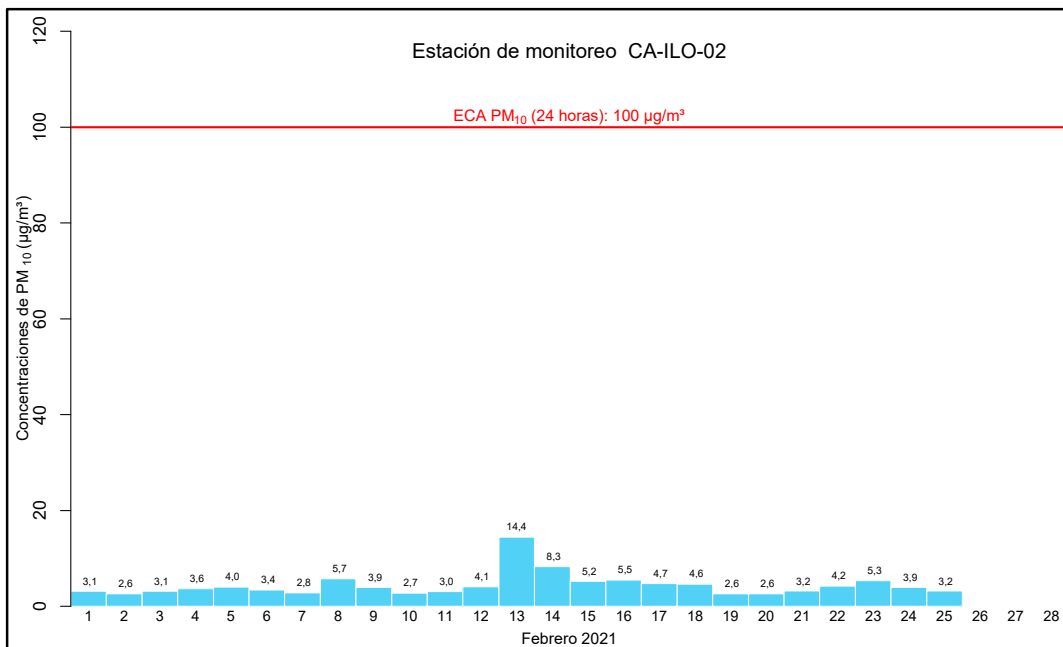
**Figura 4.6.** Concentraciones de 24 horas de PM<sub>2,5</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en febrero de 2021

### 4.3. Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM<sub>10</sub>)

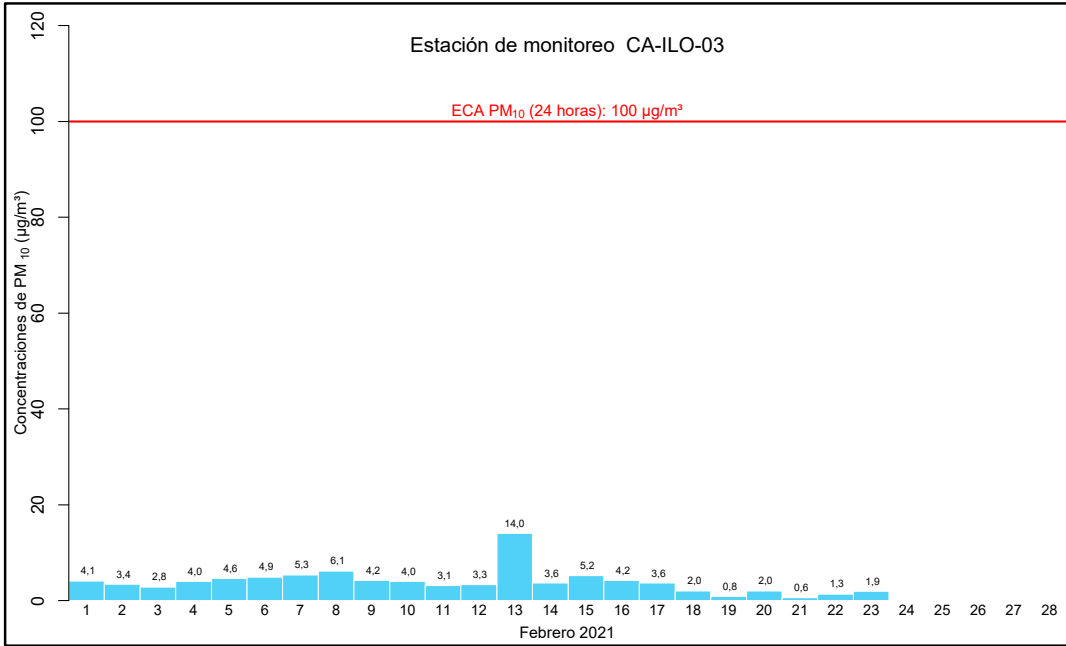
En las Figuras 4.7, 4.8 y 4.9 se presentan las concentraciones de 24 horas de PM<sub>10</sub> de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, respectivamente, en febrero de 2021. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para aire de PM<sub>10</sub> (100 µg/m<sup>3</sup> en 24 horas).



**Figura 4.7.** Concentraciones de 24 horas de PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en febrero de 2021



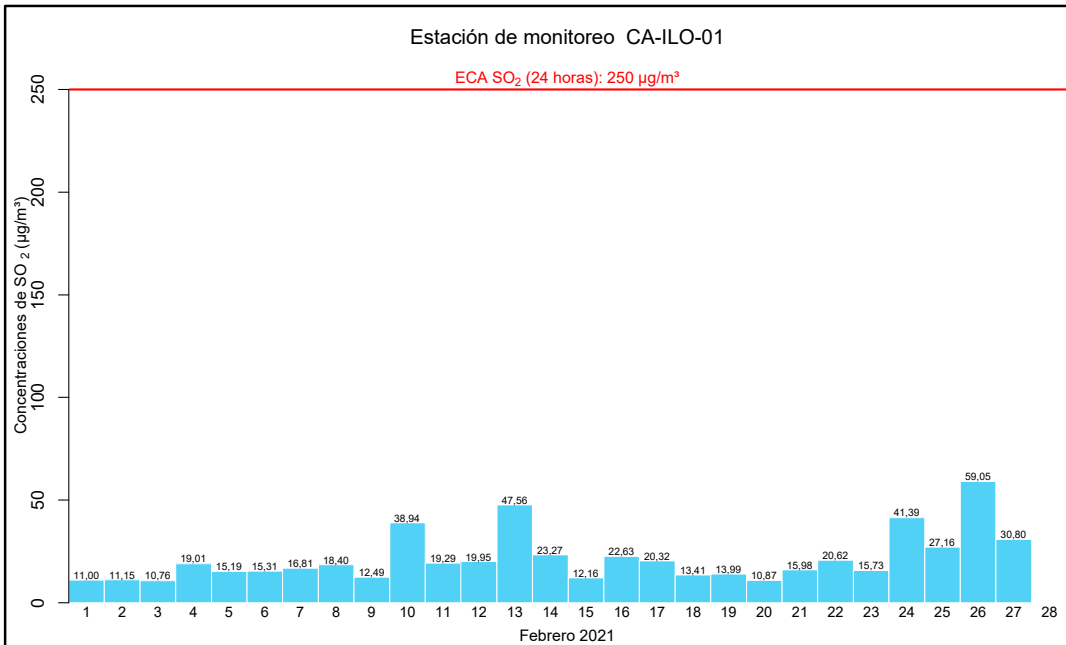
**Figura 4.8.** Concentraciones de 24 horas de PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en febrero de 2021



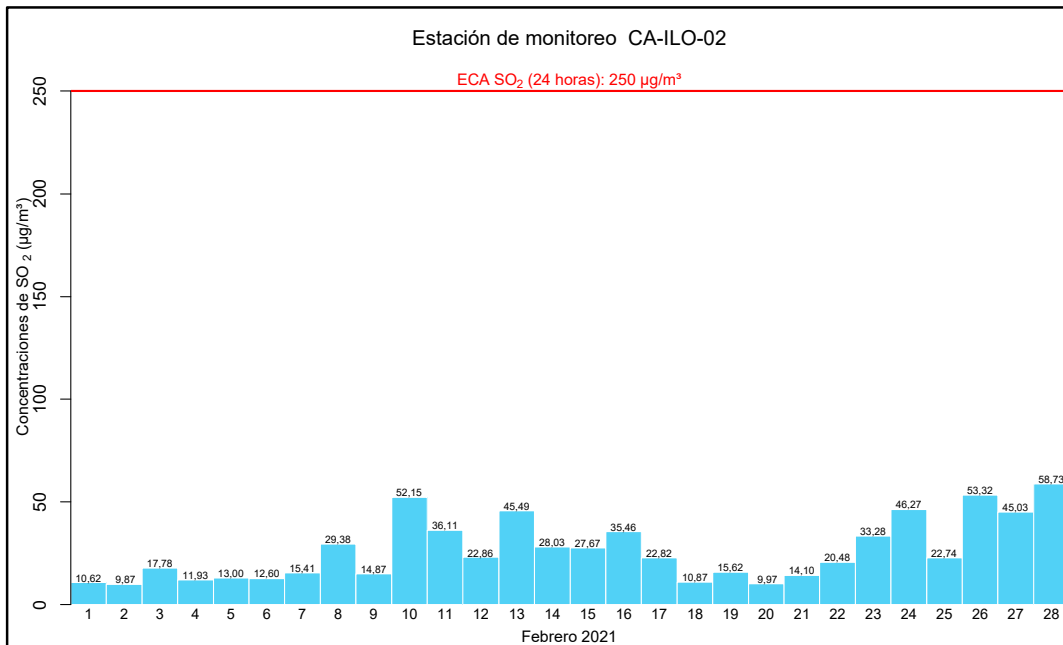
**Figura 4.9.** Concentraciones de 24 horas de PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en febrero de 2021

**4.4. Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)**

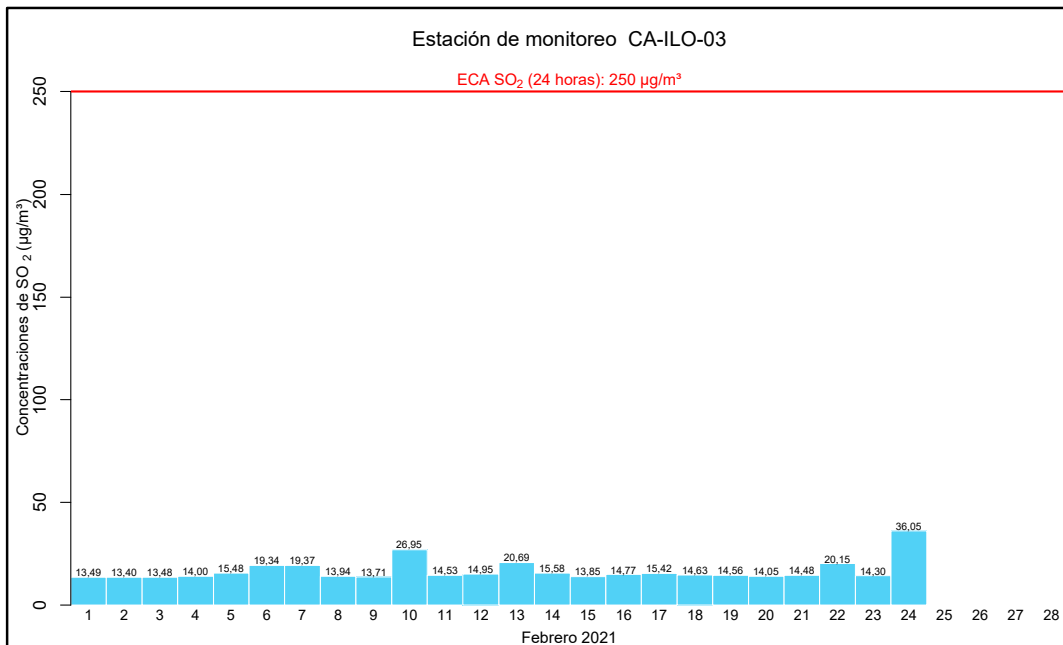
En las Figuras 4.10, 4.11 y 4.12 se presentan las concentraciones de 24 horas de SO<sub>2</sub> de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, en febrero de 2021. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para SO<sub>2</sub> (250 µg/m<sup>3</sup> en 24 horas).



**Figura 4.10.** Concentraciones de 24 horas de SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en febrero de 2021



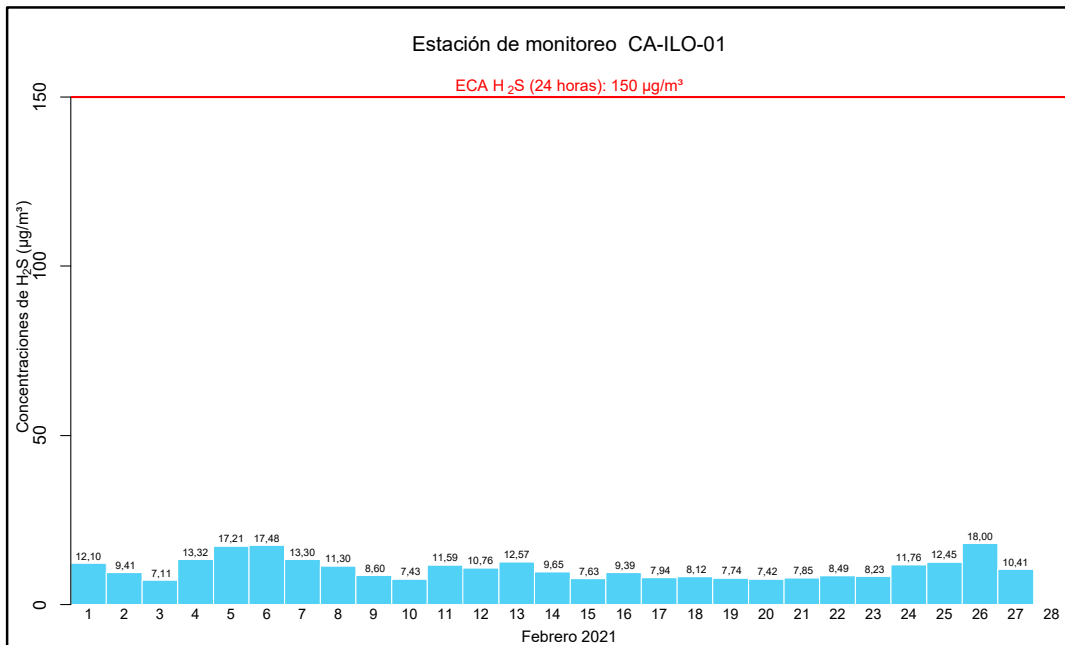
**Figura 4.11.** Concentraciones de 24 horas de SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en febrero de 2021



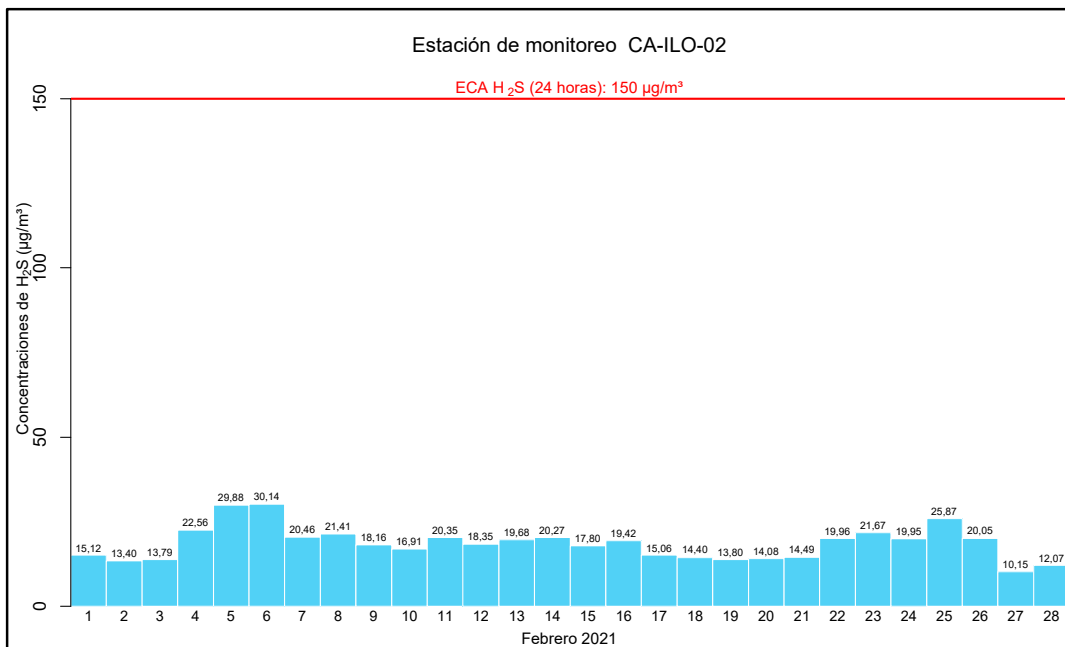
**Figura 4.12.** Concentraciones de 24 horas de SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en febrero de 2021

#### 4.5. Sulfuro de hidrogeno (H<sub>2</sub>S)

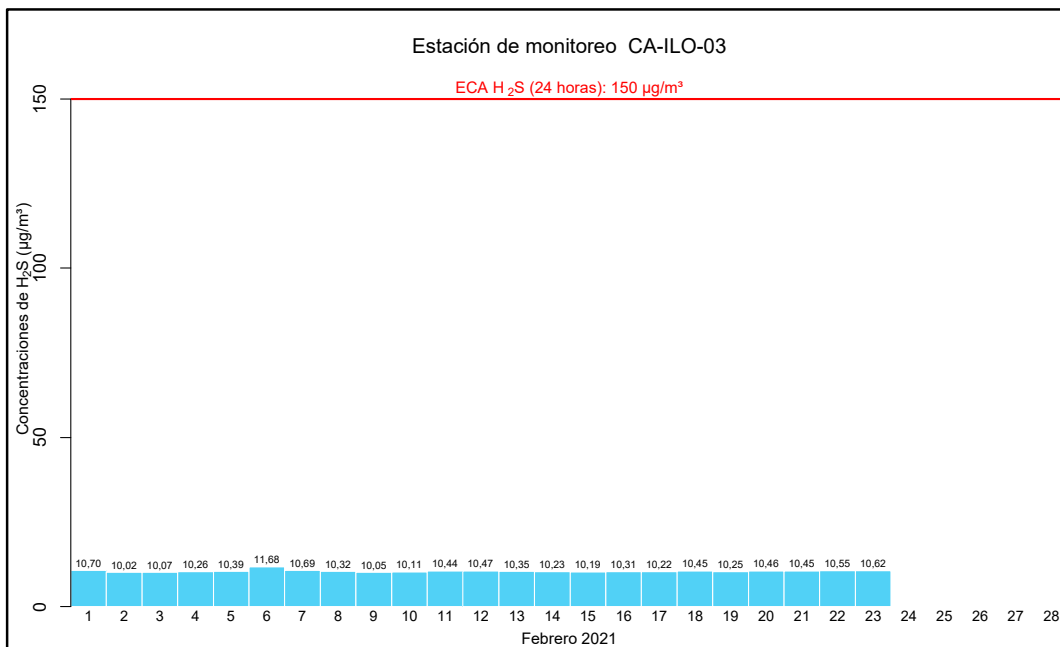
En las Figuras 4.13, 4.14 y 4.15 se presentan las concentraciones de 24 horas de H<sub>2</sub>S de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, respectivamente, en febrero de 2021. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para aire de H<sub>2</sub>S (150 µg/m<sup>3</sup> en 24 horas).



**Figura 4.13.** Concentraciones de 24 horas de H<sub>2</sub>S en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en febrero de 2021



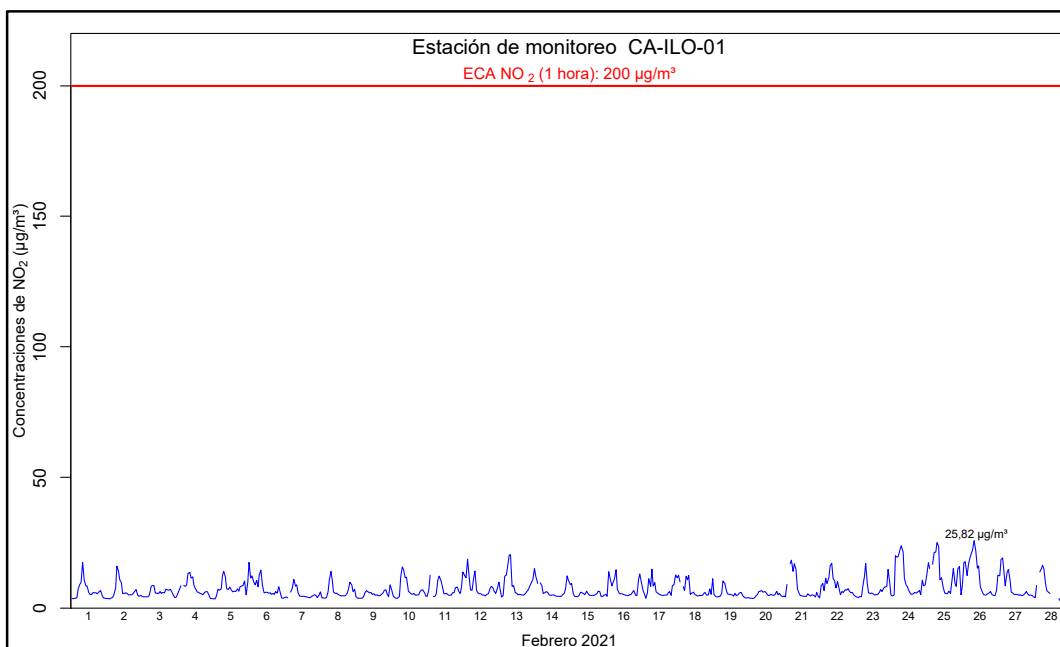
**Figura 4.14.** Concentraciones de 24 horas de H<sub>2</sub>S en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en febrero de 2021



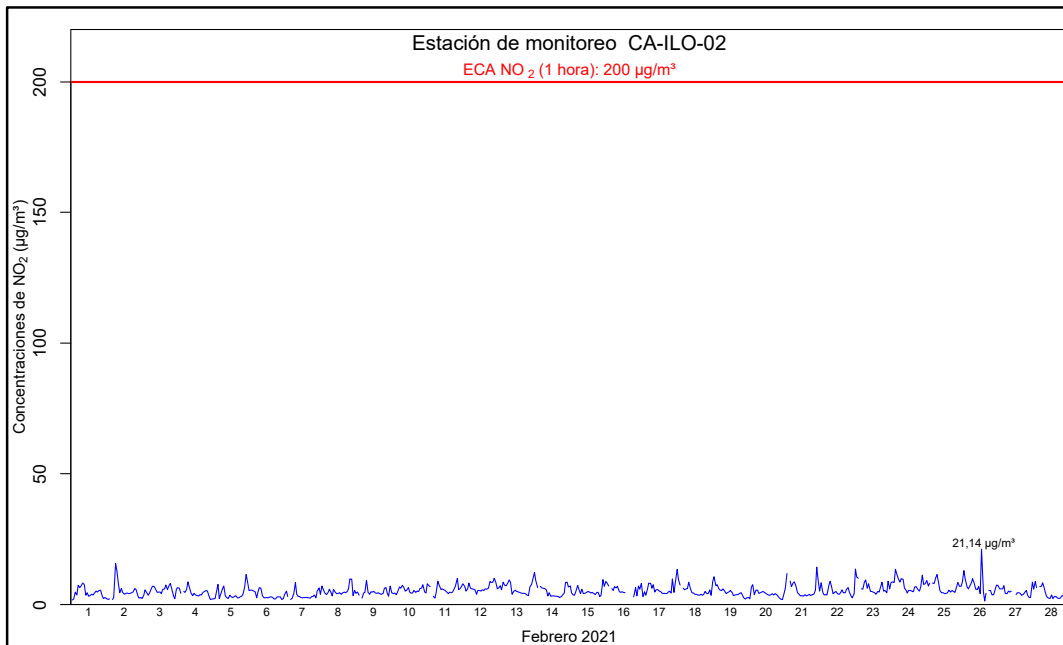
**Figura 4.15.** Concentraciones de 24 horas de H<sub>2</sub>S en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en febrero de 2021

#### 4.6. Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

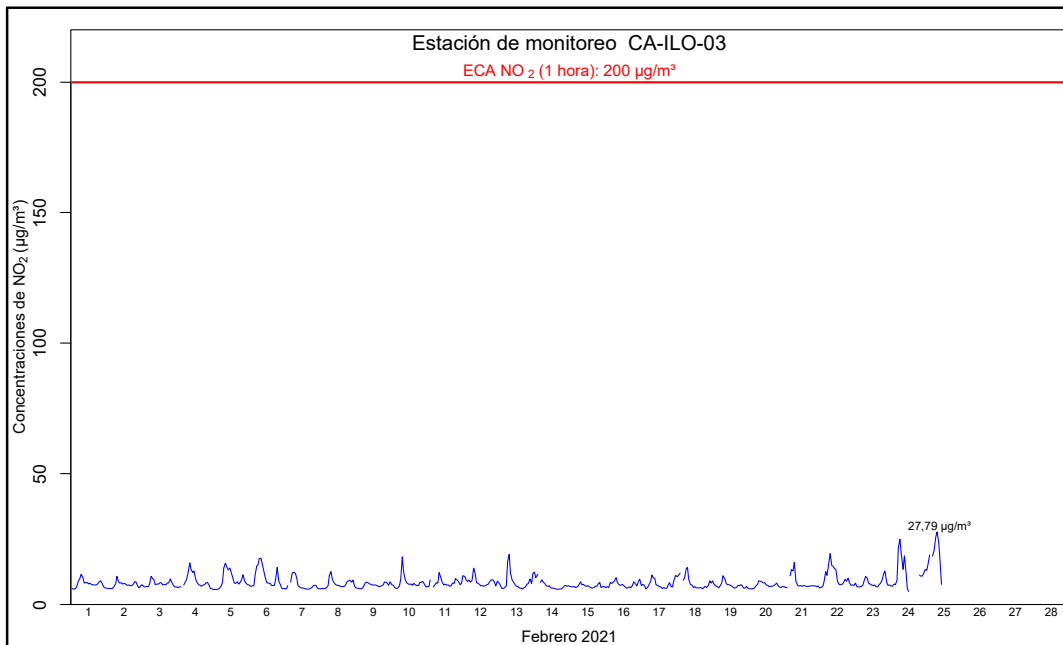
En las Figuras 4.16, 4.17 y 4.18 se presentan las concentraciones horarias de NO<sub>2</sub> de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, respectivamente, en febrero de 2021. Además, se observa que todas las concentraciones horarias no excedieron el ECA para NO<sub>2</sub> (200 µg/m<sup>3</sup> en 1 hora).



**Figura 4.16.** Concentraciones de horarias de NO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en febrero de 2021



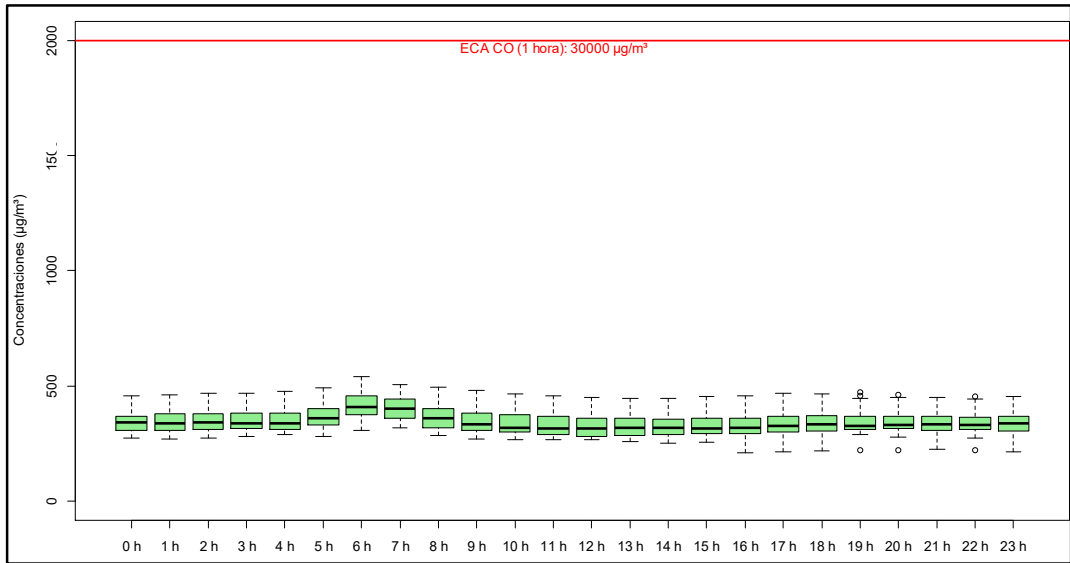
**Figura 4.17.** Concentraciones de horarias de NO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en febrero de 2021



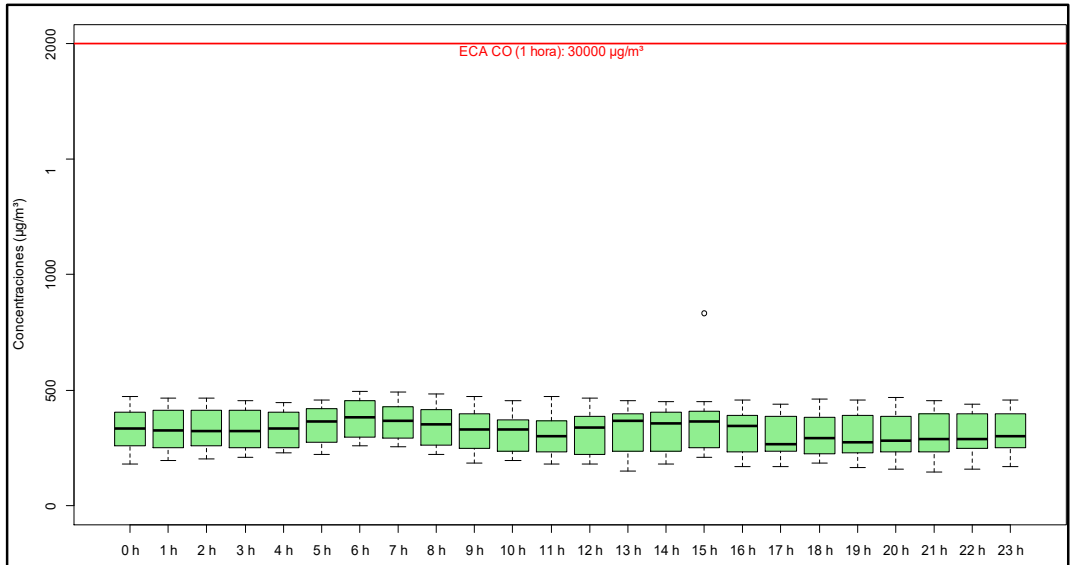
**Figura 4.18.** Concentraciones de horarias de NO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en febrero de 2021

#### 4.7. Monóxido de carbono (CO)

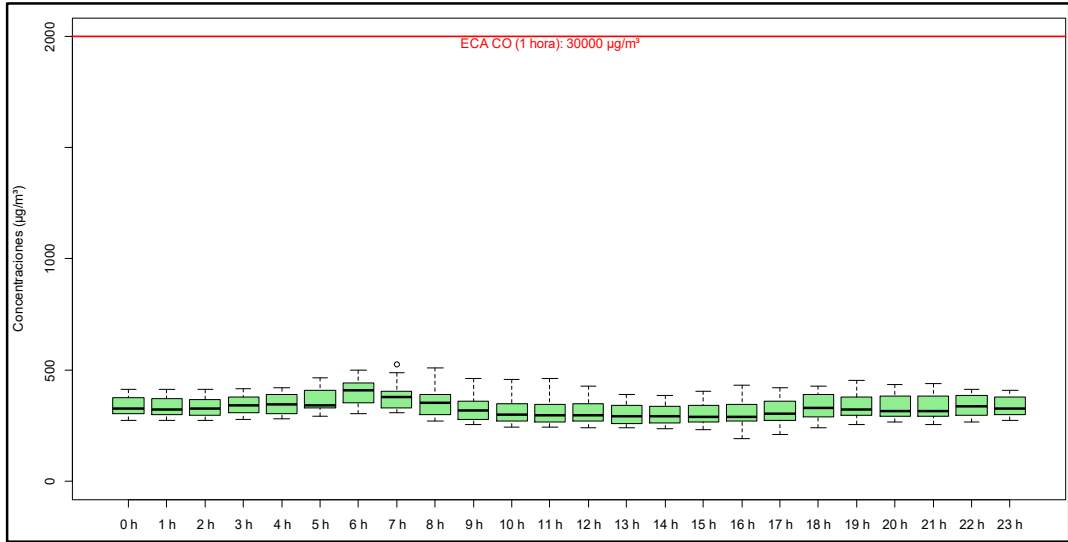
En las Figuras 4.19, 4.20 y 4.21 se presenta el diagrama de cajas por hora de las concentraciones horarias de CO correspondiente a las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, respectivamente, en febrero de 2021. Además, se observa que todas las concentraciones horarias no excedieron el ECA para CO (30 000 µg/m<sup>3</sup> en 1 hora).



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

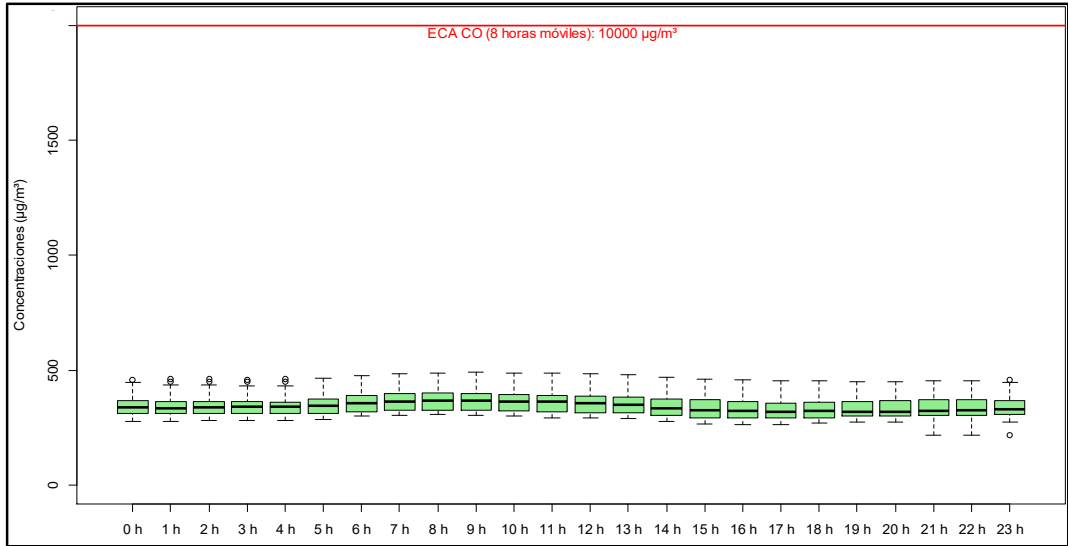


**Figura 4.20.** Concentraciones de horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en febrero de 2021

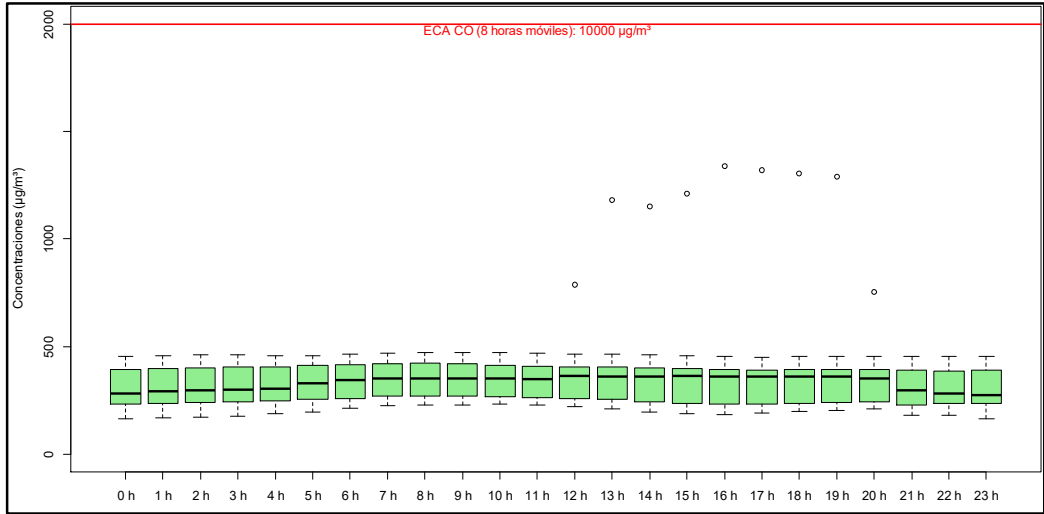


**Figura 4.21.** Concentraciones de horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en febrero de 2021

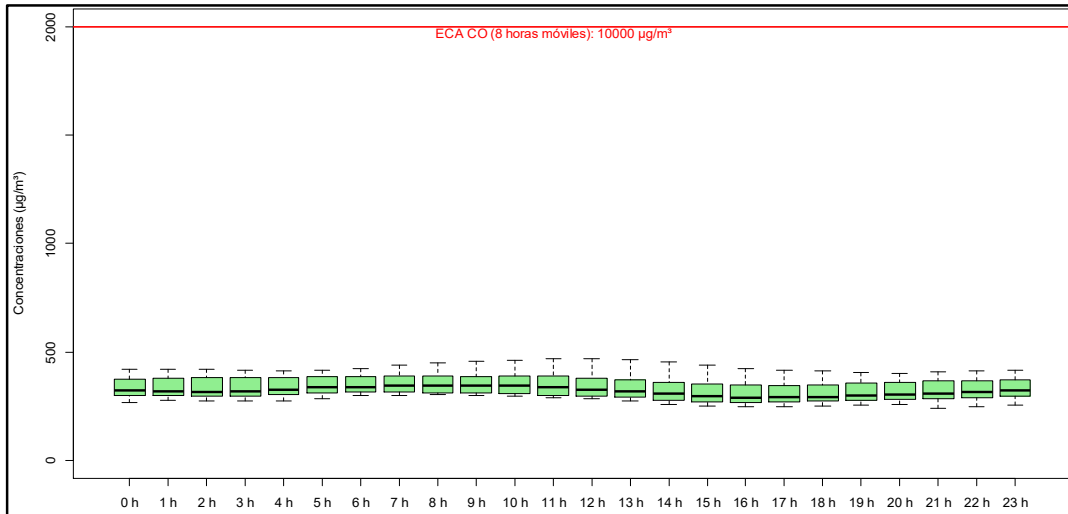
En las Figuras 4.22, 4.23 y 4.24 se presenta el diagrama de cajas por hora de las concentraciones móviles de 8 horas de CO correspondiente a las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, respectivamente, en febrero de 2021. Además, se observa que todas las concentraciones de promedio móvil de 8 horas no excedieron el ECA para CO (10 000 µg/m<sup>3</sup> 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 febrero de 2021



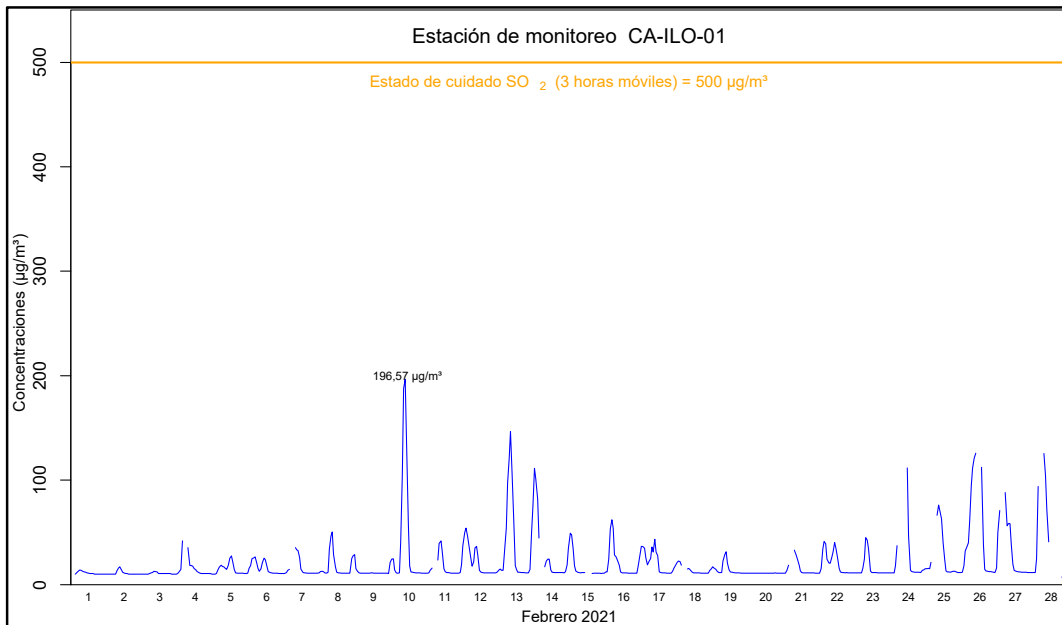
**Figura 4.23.** Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en febrero de 2021



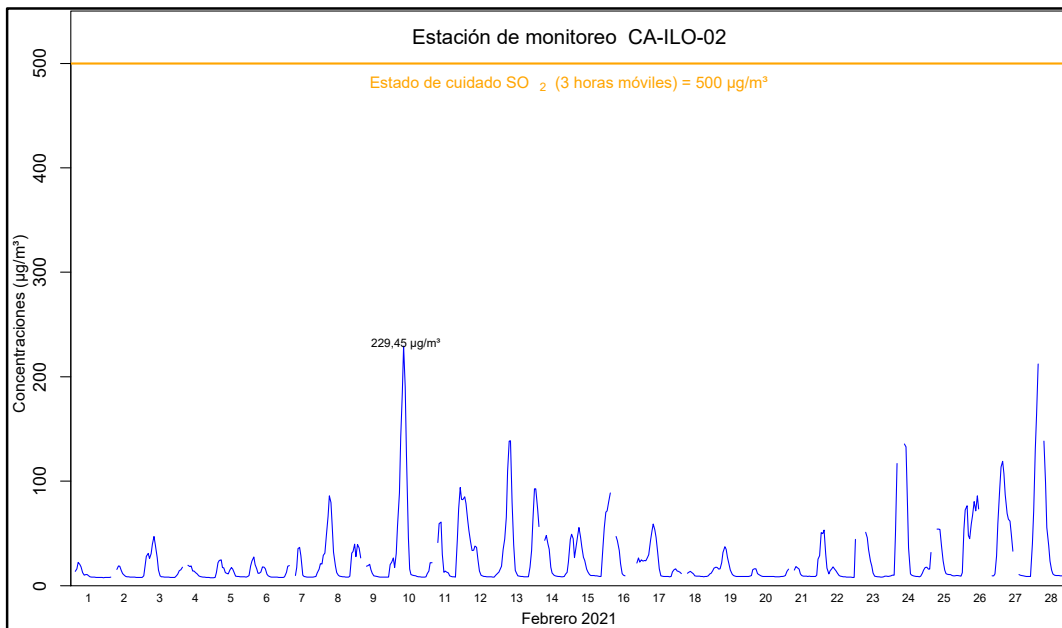
**Figura 4.24.** Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en febrero de 2021

**5. ESTADOS DE ALERTA**

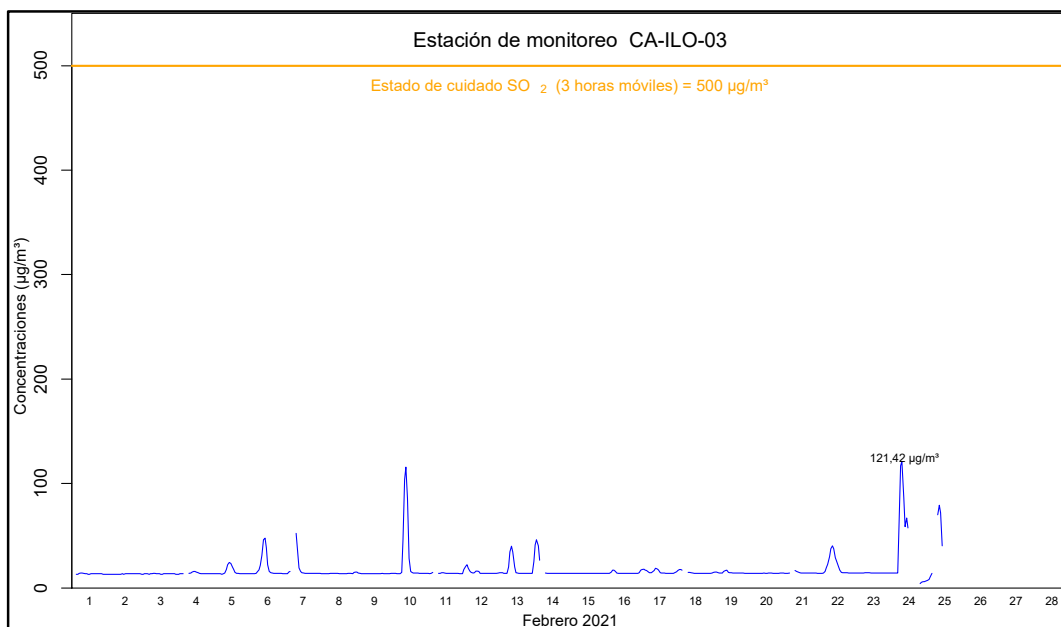
En las Figuras 4.25, 4.26 y 4.27 se presenta las concentraciones móviles de 3 horas de SO<sub>2</sub> correspondiente a las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, respectivamente, en febrero de 2021. Además, se observa que todas las concentraciones de promedio móvil de 3 horas no excedieron el estado de cuidado para SO<sub>2</sub> (500 µg/m<sup>3</sup>) según el Decreto Supremo N.º 009-2003-SA.



**Figura 4.25.** Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de  $\text{SO}_2$  en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en febrero de 2021



**Figura 4.26.** Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de  $\text{SO}_2$  en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en febrero de 2021



**Figura 4.27.** Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en febrero 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<sub>10</sub>), material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM<sub>2.5</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) no excedieron su respectivo ECA, durante febrero 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<sub>2</sub>) no excedieron su respectivo ECA, así como lo promedios móviles de 8 horas de CO, durante febrero de 2021.

No se presentaron alertas 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 febrero 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: