

**REPORTE N° 00009-2020-OEFA/DEAM-STEC**

**A** : **FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN**  
Director de Evaluación Ambiental

**DE** : **LÁZARO WALTHER FAJARDO VARGAS**  
Ejecutivo de la Subdirección Técnica Científica

**ANDRÉS DANIEL BRIOS ABANTO**  
Coordinador de Vigilancia Ambiental

**JORGE IVÁN GARCÍA RIEGA**  
Especialista en Monitoreo y Vigilancia Ambiental

**ASUNTO** Evaluación ambiental de seguimiento de la calidad del aire en los distritos de Ilo y Pacocha, provincia Ilo, departamento Moquegua de julio a noviembre de 2020.

**REFERENCIA** : Expediente de Evaluación - 2020-02-0015

Códigos de acción:

- 0001-06-2020-403
- 0002-10-2020-403
- 0018-09-2020-412
- 0004-11-2020-412
- 0001-12-2020-412

**FECHA** : Lima, 29 de diciembre de 2020

**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	De julio a noviembre de 2020

**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, durante el 2020.

## 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.°	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 el techo del pabellón B de la I.E. Francisco Bolognesi, en la Av. Pacífico Mz. L Lote 1 UPIS Miramar, distrito Ilo
2	CA-ILO-02	251618	8051342	19K	30	Ubicado en el techo del edificio de la Municipalidad distrital Pacocha, en la Av. Ingeniera Mz. C Lote SC2, Agrupación Familiar Pueblo Nuevo (Plaza El Minero), distrito Pacocha
3	CA-ILO-03	253350	8047344	19K	174	Ubicado en el pabellón para talleres, en e CEBA José Pardo y Barreda, en la 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 <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 - Dirección de viento - Temperatura ambiente - Humedad relativa - Presión barométrica	Estación meteorológica	Campbell Scientific	CR310	WM174404	Certificados de calibración del fabricante S/N
				1669292130	
				BPA11352	

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Universalización de la Salud

Parámetro	Equipo	Marca	Modelo	Serie	Certificado calibración
- Precipitación				TB00015748	
Estación de monitoreo CA - ILO - 02					
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				1663393889	
- Temperatura ambiente				BPA11350	
- Humedad relativa				TB00015746	
- Presión barométrica					
- Precipitación					
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					
- Precipitación					

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		



Parámetro	Método	Técnica Empleada
Humedad relativa		
Precipitación		
Presión barométrica		

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, de julio a noviembre de 2020, son presentadas en el Anexo 3.

##### 4.1. Estación de monitoreo I.E. Francisco Bolognesi (CA-ILO-01)

En la Tabla 4.1 se presentan los parámetros meteorológicos en la estación de monitoreo CA-ILO-01 de julio a setiembre (tercer trimestre), donde la temperatura varió entre una mínima y máxima de 13,8 °C y 21,9 °C respectivamente, la velocidad del viento entre 0,1 m/s a 7,6 m/s y sin presencia de precipitaciones; de octubre a noviembre (cuarto trimestre) la temperatura se incrementa respecto al tercer trimestre variando entre 15,0 °C a 23,8 °C, la velocidad de viento entre 0 m/s a 8,1 m/s y sin registro de precipitaciones. En el parámetro de radiación solar desde julio hasta noviembre se ha venido incrementando hasta llegar a un máximo de 1159,1 W/m<sup>2</sup>.

**Tabla 4.1.** Parámetros meteorológicos registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-01 de julio a noviembre de 2020

Meses	Valores	Presión barométrica (hPa)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación Solar (W/m <sup>2</sup> )
Julio	Mínimo	1027,8	0	13,8	56,0	0,2	0
	Máximo	1037,8	0	20,3	84,5	7,5	811,0
	Promedio	1032,7	0	16,9	70,5	2,4	-
Agosto	Mínimo	1028,9	0	14,2	56,0	0,1	0
	Máximo	1037,5	0	20,5	98,0	6,9	901,4
	Promedio	1033,2	0	16,8	74,9	2,8	-
Setiembre	Mínimo	1027,9	0	14,3	52,9	0,3	0
	Máximo	1037,2	0	21,9	93,2	7,6	1078,9
	Promedio	1032,9	0	17,2	73,6	3,1	-
Octubre	Mínimo	1024,3	0	15,0	55,2	0	0
	Máximo	1034,8	0	23,2	93,3	6,7	1098,2
	Promedio	1030,6	0	18,6	73,8	2,8	-
Noviembre	Mínimo	1024,3	0	16,8	51,8	0,1	0
	Máximo	1035,4	0	23,8	82,9	8,1	1159,1
	Promedio	1031,4	0	19,8	68,2	3,3	-

En la Figura 4.1 se grafican las rosas de viento mensuales en la estación de monitoreo CA-ILO-01 de julio a noviembre de 2020. Se observa que las rosas de viento de julio a octubre tuvieron una predominancia este-sureste (ESE) y en noviembre se tuvo una predominancia sur-sureste (SSE). Es preciso mencionar que, en ésta última dirección se encuentran los almacenes de Céticos Ilo, teniendo como referencia la ubicación de la estación de monitoreo CA-ILO-01.



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Universalización de la Salud

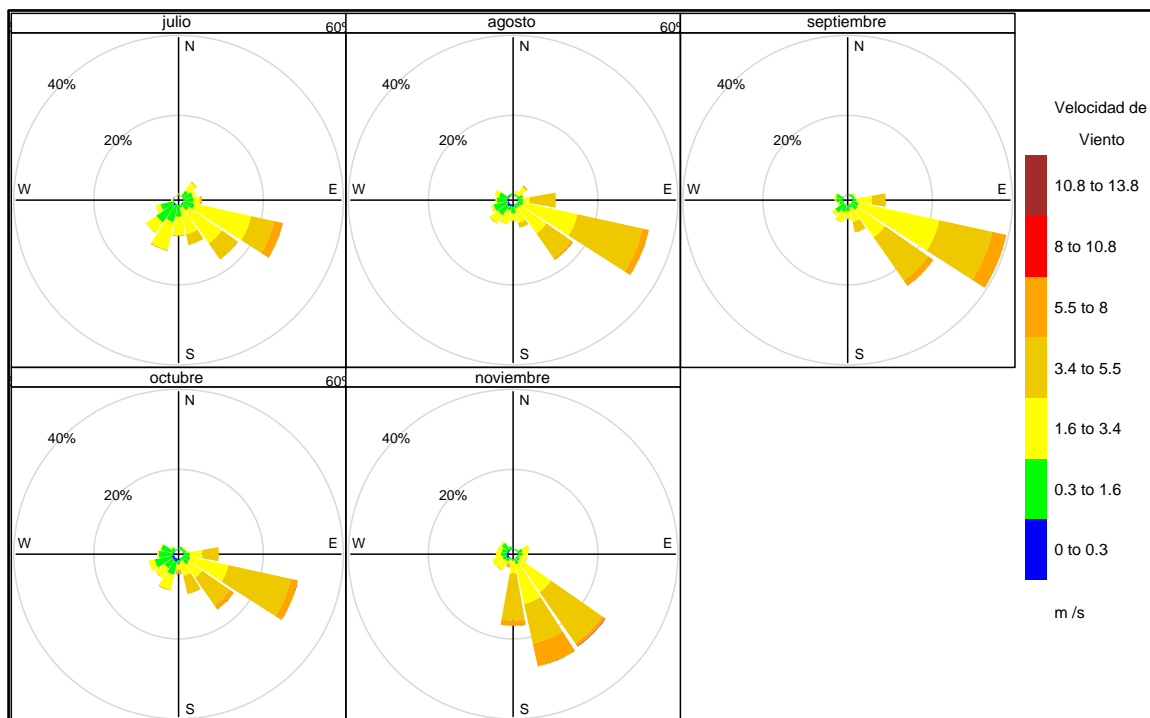


Figura 4.1. Rosas de viento mensuales en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de julio a noviembre de 2020

En la Figura 4.2 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día de semanas (Figura 4.2a), horarias (Figura 4.2b), por días de la semana (Figura 4.2d) y mensuales (Figura 4.2c) en relación a las concentraciones de  $PM_{2.5}$  desde julio a noviembre de 2020. En la representación por días de la semana se observa que los días lunes, es donde se registraron las mayores concentraciones de  $PM_{2.5}$  y las menores se registraron los días miércoles. En el caso de las medias horarias del período de tiempo mencionado se aprecia que las concentraciones de  $PM_{2.5}$  tiene su mayor pico a las 6 horas.

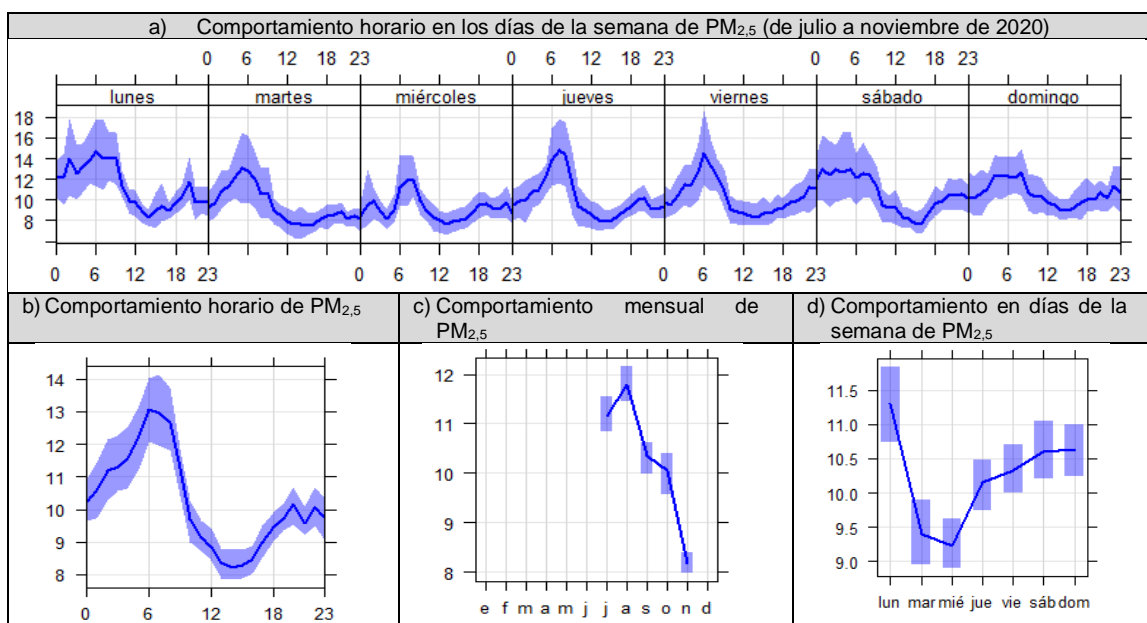
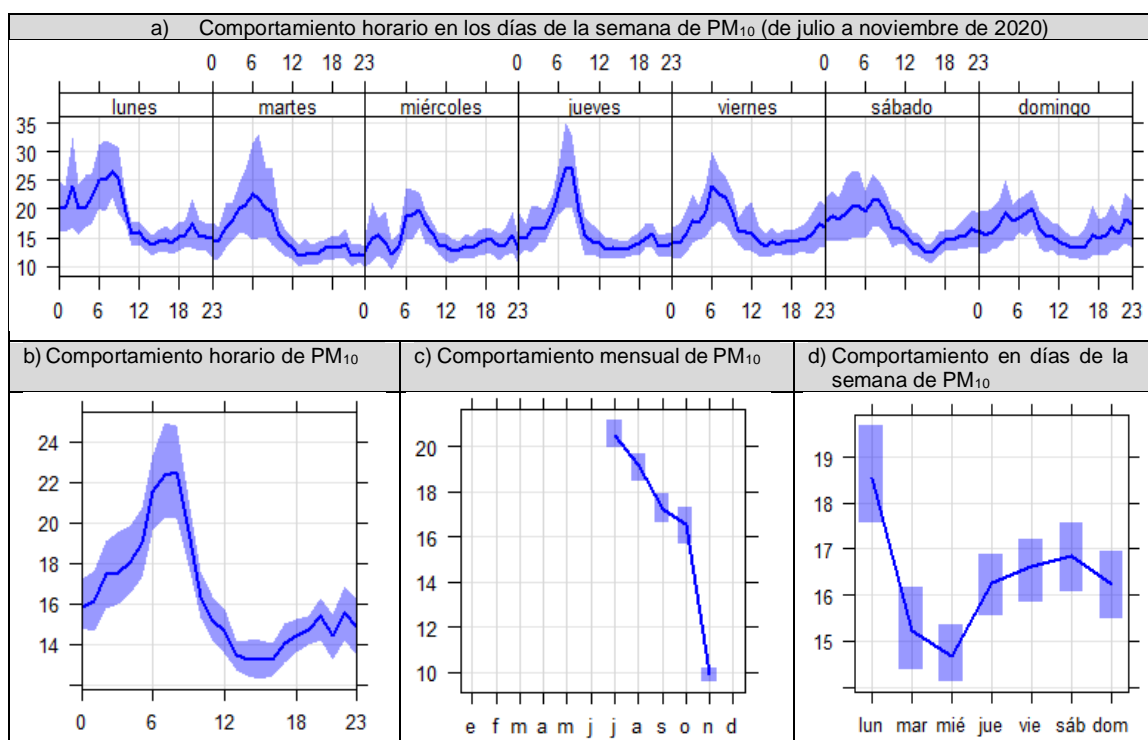


Figura 4.2. Concentraciones horarias, diarias, semanales y mensuales de  $PM_{2.5}$  en la estación de monitoreo CA-ILO-01 de julio a noviembre de 2020

En la Figura 4.3 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día de semanas (Figura 4.3a), horarias (Figura 4.3b), por días de la semana (Figura 4.3d) y mensuales (Figura 4.3c) en relación a las concentraciones de PM<sub>10</sub> de julio a noviembre de 2020. En la representación por días de la semana se observa que los días lunes es donde se registraron las mayores concentraciones de PM<sub>10</sub> y las menores se registraron los días miércoles. En el caso de las medias horarias del período de tiempo mencionado se aprecia que las concentraciones de PM<sub>10</sub> tiene su mayor pico a las 8 horas.

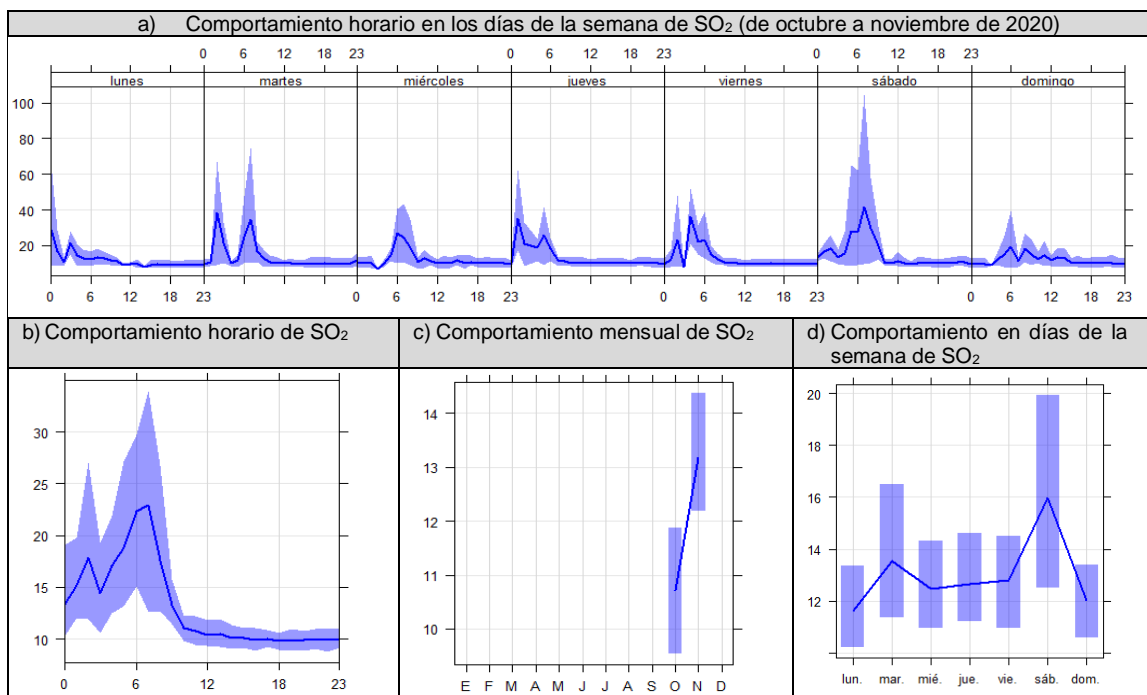


**Figura 4.3.** Concentraciones horarias, diarias, semanales y mensuales de PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01 de julio a noviembre de 2020

En la Figura 4.4 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día de semanas (Figura 4.4a), horarias (Figura 4.4b), por días de la semana (Figura 4.4d) y mensuales (Figura 4.4c) en relación a las concentraciones de SO<sub>2</sub> de octubre a noviembre de 2020. En la representación por días de la semana se observa que los días sábados es donde se registraron las mayores concentraciones de SO<sub>2</sub> y las menores se registraron los días lunes. En el caso de las medias horarias del período de tiempo mencionado se aprecia que las concentraciones de SO<sub>2</sub> tiene su mayor pico a las 7 horas.

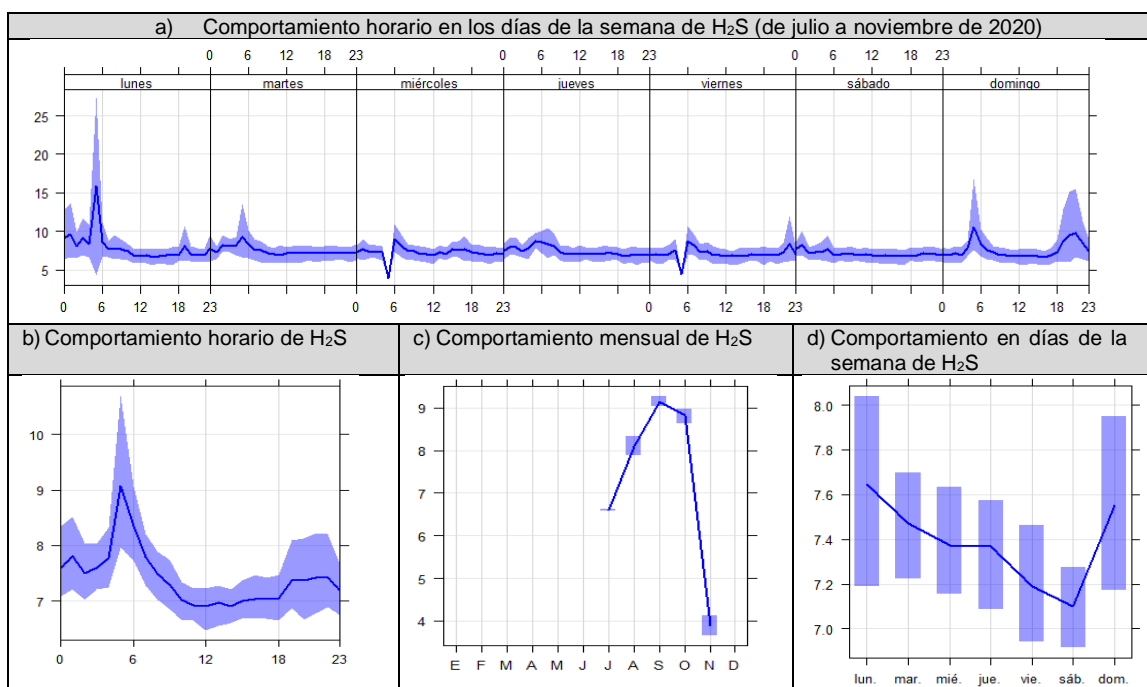


Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Universalización de la Salud



**Figura 4.4.** Concentraciones horarias, diarias, semanales y mensuales de SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de octubre a noviembre de 2020

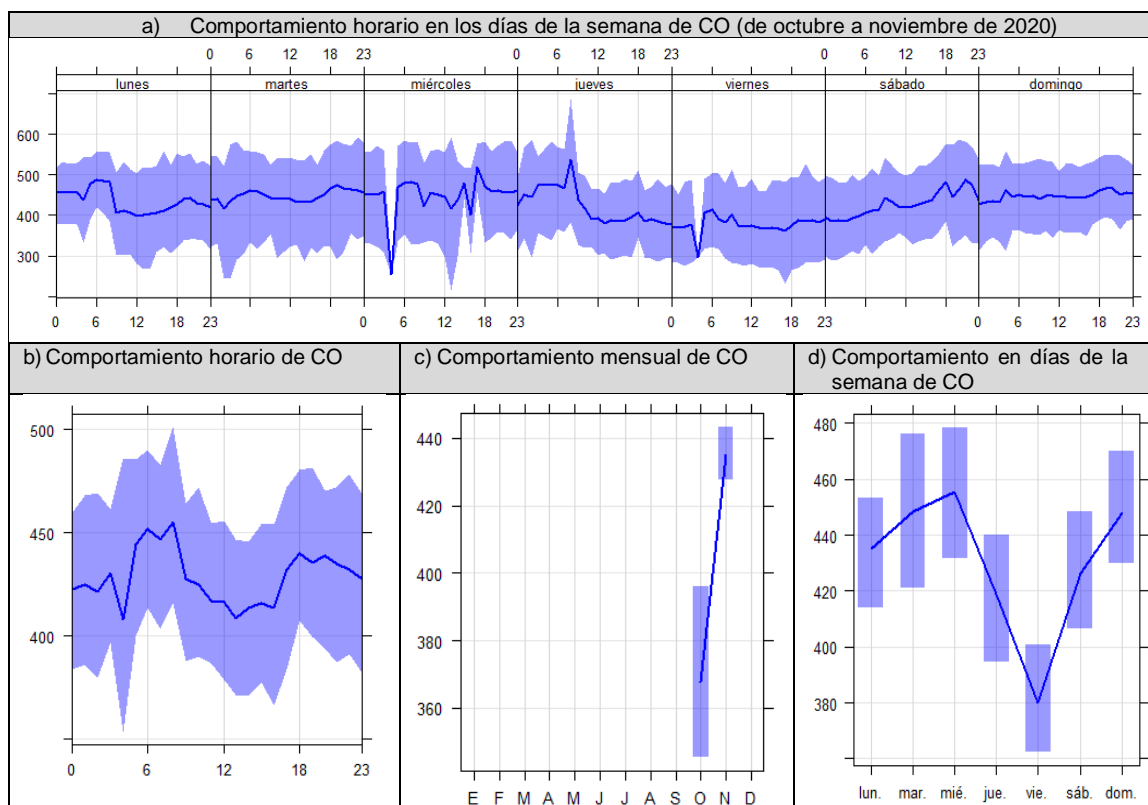
En la Figura 4.5 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día de semanas (Figura 4.5a), horarias (Figura 4.5b), por días de la semana (Figura 4.5d) y mensuales (Figura 4.5c) en relación a las concentraciones de H<sub>2</sub>S de julio a noviembre de 2020. En la representación por días de la semana se observa que los días lunes es donde se registraron las mayores concentraciones de H<sub>2</sub>S y las menores se registraron los días sábados. En el caso de las medias horarias del período de tiempo mencionado se aprecia que las concentraciones de H<sub>2</sub>S tiene su mayor pico a las 5 horas.



**Figura 4.5.** Concentraciones horarias, diarias, semanales y mensuales de H<sub>2</sub>S en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de julio a noviembre de 2020



En la Figura 4.6 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día de semanas (Figura 4.6a), horarias (Figura 4.6b), por días de la semana (Figura 4.6d) y mensuales (Figura 4.6c) en relación a las concentraciones de CO de octubre a noviembre de 2020. En la representación por días de la semana se observa que los días miércoles es donde se registraron las mayores concentraciones de CO y las menores se registraron los días viernes. En el caso de las medias horarias del período de tiempo mencionado se aprecia que las concentraciones de CO tienen su mayor pico a las 8 horas.



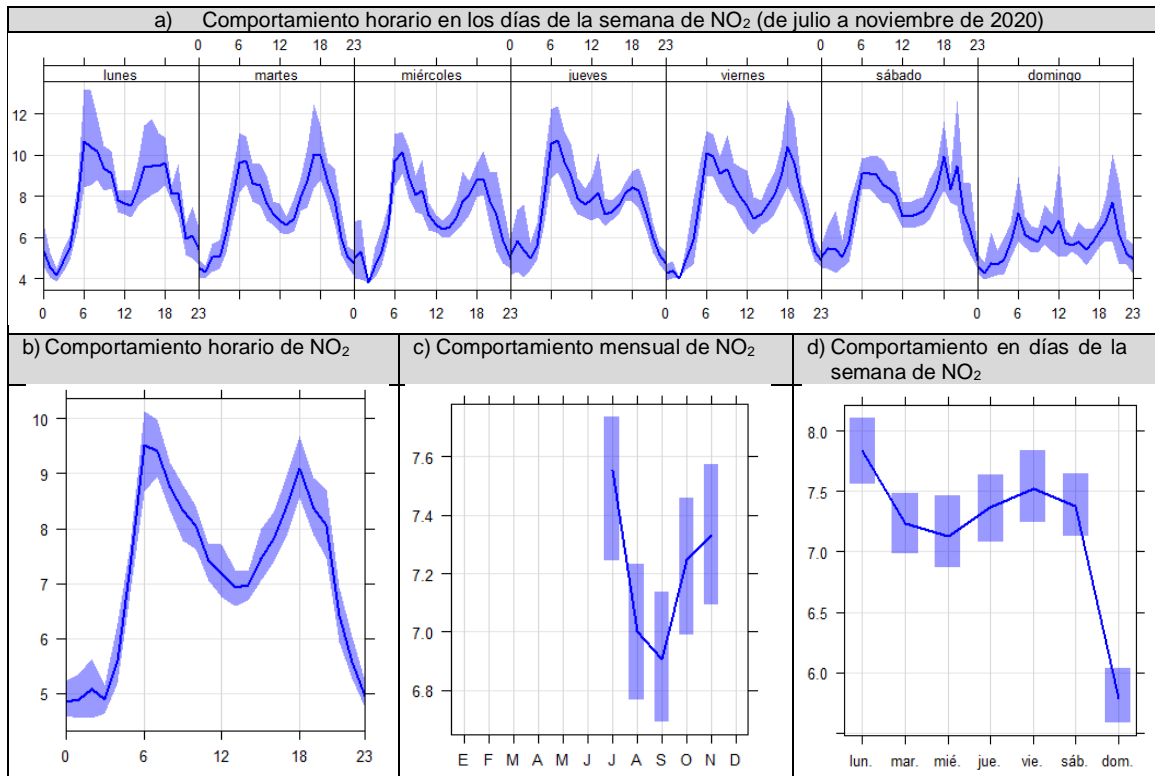
**Figura 4.6.** Concentraciones horarias, diarias, semanales y mensuales de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de octubre a noviembre de 2020

En la Figura 4.7 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día de semanas (Figura 4.7a), horarias (Figura 4.7b), por días de la semana (Figura 4.7d) y mensuales (Figura 4.7c) en relación a las concentraciones de NO<sub>2</sub> de julio a noviembre de 2020. En la representación por días de la semana se observa que los días lunes es donde se registraron las mayores concentraciones de NO<sub>2</sub> y las menores se registraron los días domingos. En el caso de las medias horarias del período de tiempo mencionado se aprecia que las concentraciones de NO<sub>2</sub> tiene su mayor pico a las 6 horas.



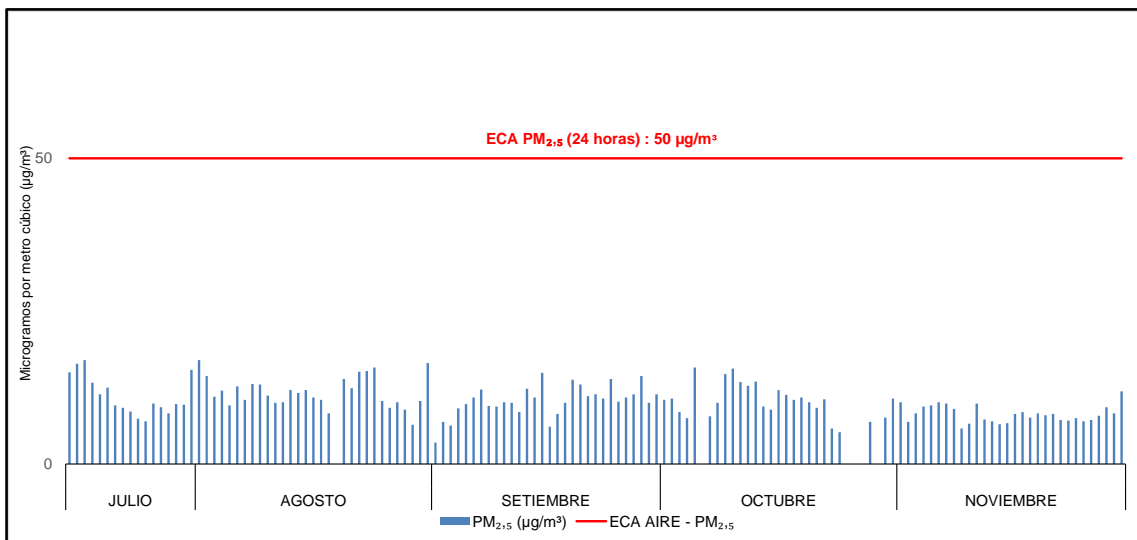


Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Universalización de la Salud



**Figura 4.7.** Concentraciones horarias, diarias, semanales y mensuales de NO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de julio a noviembre de 2020

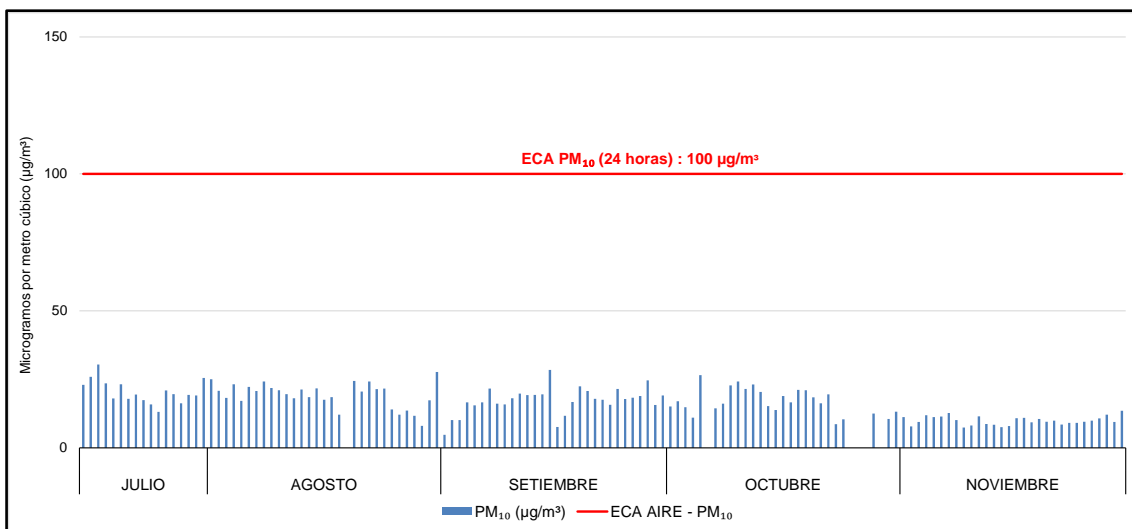
En la Figura 4.8 se presentan las concentraciones de 24 horas de PM<sub>2,5</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de julio a noviembre de 2020. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para aire de PM<sub>2,5</sub> (50 µg/m<sup>3</sup> en 24 horas).



**Figura 4.8.** Concentraciones de 24 horas de PM<sub>2,5</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01 de julio a noviembre de 2020

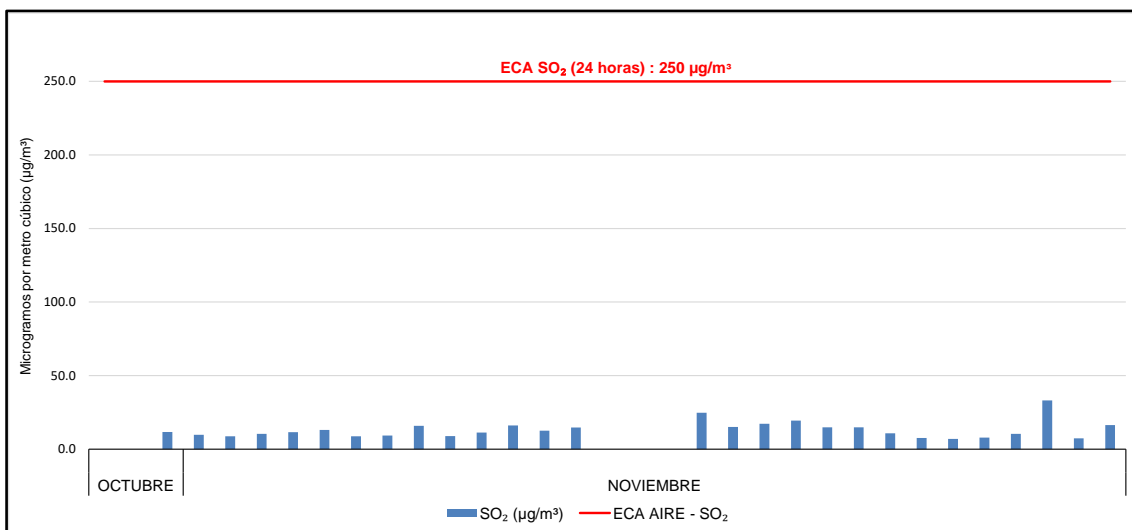


En la Figura 4.9 se presentan las concentraciones de 24 horas de PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de julio a noviembre de 2020. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para aire de PM<sub>10</sub> (100 µg/m<sup>3</sup> en 24 horas).



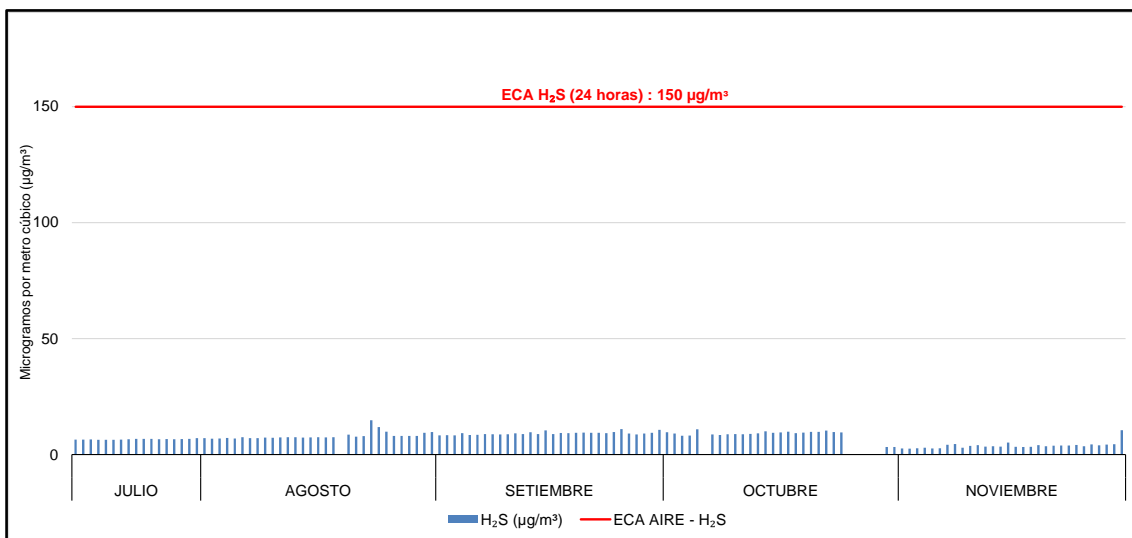
**Figura 4.9.** Concentraciones de 24 horas de PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de julio a noviembre de 2020

En la Figura 4.10 se presentan las concentraciones de 24 horas de SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de octubre a noviembre de 2020. 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).



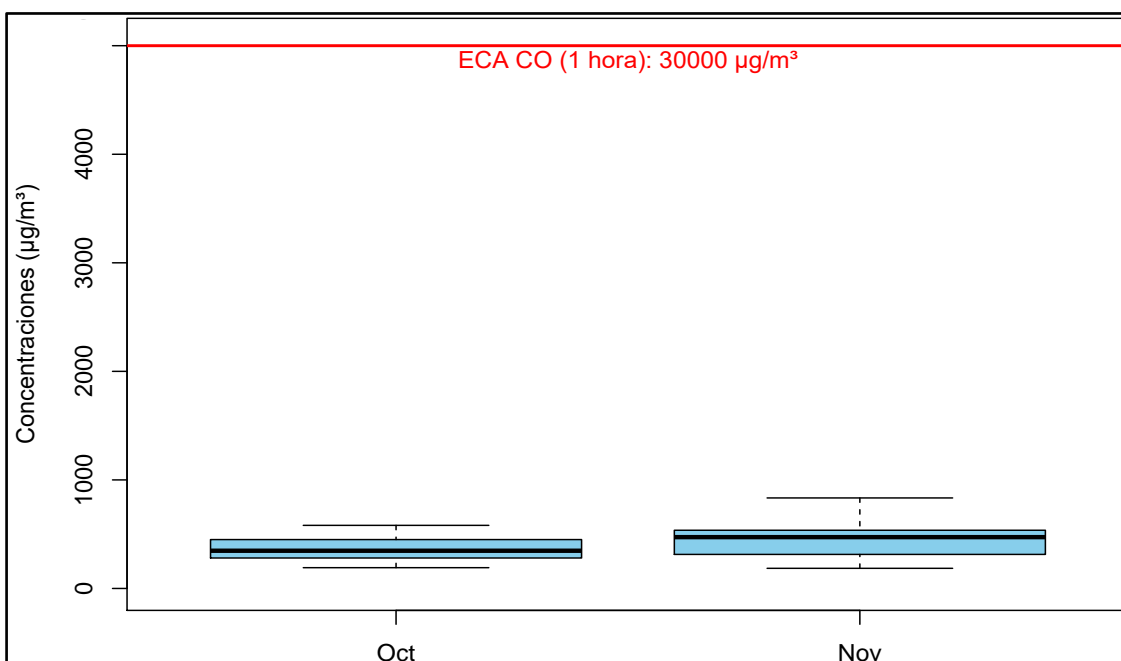
**Figura 4.10.** Concentraciones de 24 horas de SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de octubre a noviembre de 2020

En la Figura 4.11 se presentan las concentraciones de 24 horas de H<sub>2</sub>S en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de julio a noviembre de 2020. 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 4.11.** Concentraciones de 24 horas de H<sub>2</sub>S en la estación de monitoreo CA-ILO-01 de julio a noviembre de 2020

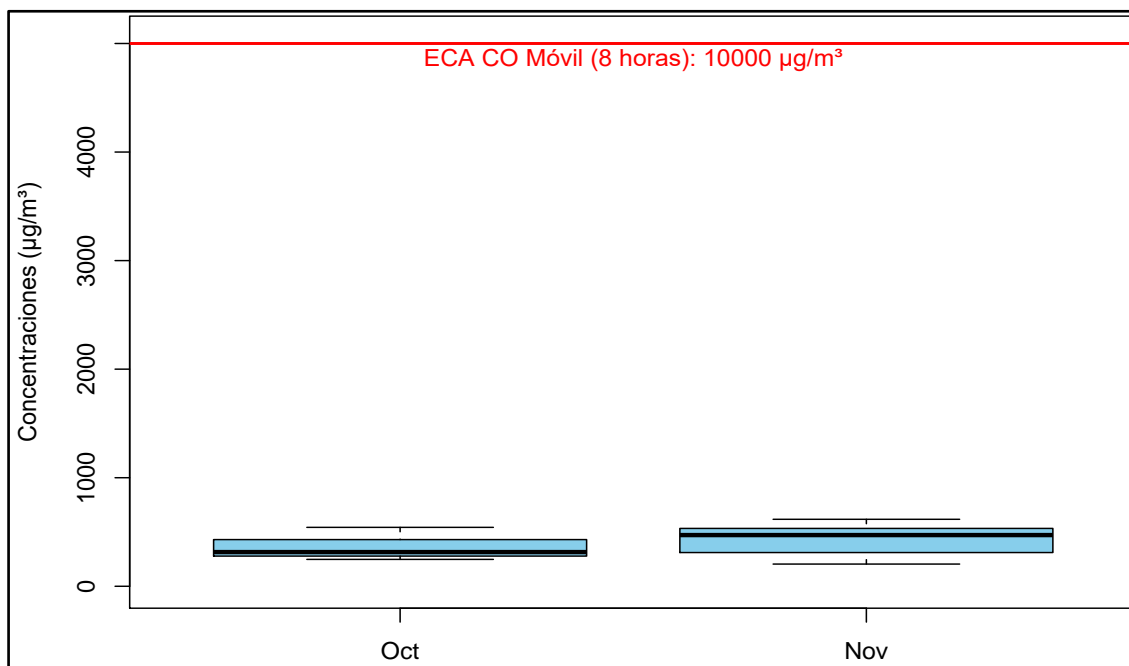
En la Figura 4.12 se presenta el diagrama de cajas mensual de las concentraciones horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de octubre a noviembre de 2020. Además, se observa que todas las concentraciones horarias no excedieron el ECA para CO (30 000 µg/m<sup>3</sup> en 1 hora).



**Figura 4.12.** Concentraciones de horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de julio a noviembre de 2020

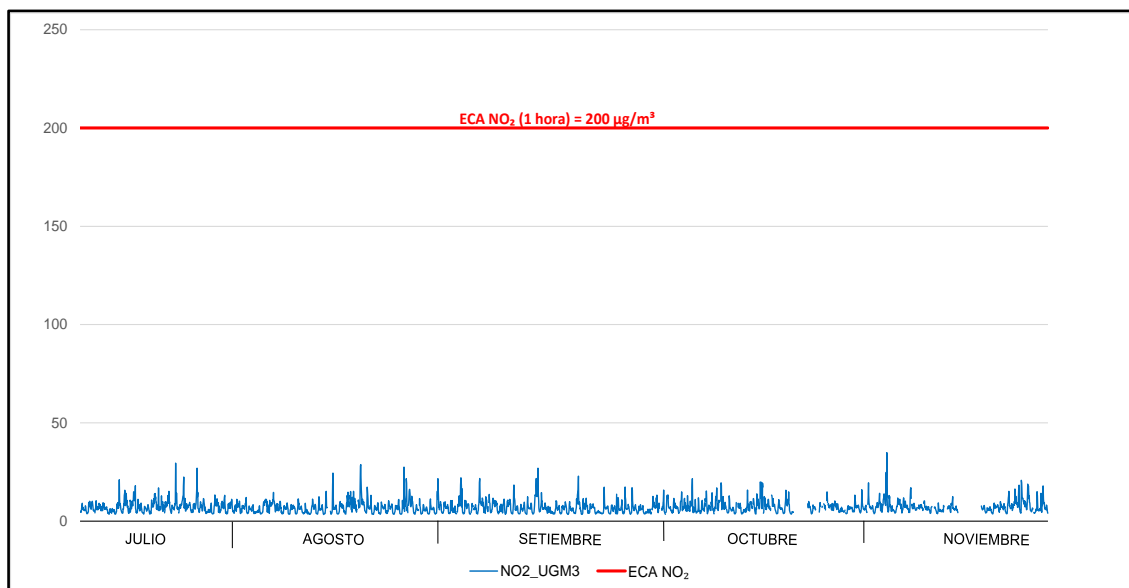


En la Figura 4.13 se presenta el diagrama de cajas mensual de las concentraciones de móviles de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de octubre a noviembre de 2020. Además, se observa que todas las concentraciones de promedio móvil de 8 horas no excedieron el ECA para CO (10 000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 8 horas).



**Figura 4.13.** Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de julio a noviembre de 2020

En la Figura 4.14 se presentan las concentraciones horarias de NO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de julio a noviembre de 2020. Además, se observa que todas las concentraciones horarias no excedieron el ECA para NO<sub>2</sub> (200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 1 hora).



**Figura 4.14.** Concentraciones de horarias de NO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de julio a noviembre de 2020



#### 4.2. Estación de monitoreo Municipalidad Distrital de Pacocha (CA-ILO-02)

En la Tabla 4.2, se observa las condiciones meteorológicas en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de julio a setiembre (tercer trimestre) la temperatura varió entre una mínima y máxima de 14,2 °C y 20,3 °C respectivamente, la velocidad del viento entre 1,8 m/s a 9,8 m/s y sin presencia de precipitaciones; de octubre a noviembre (cuarto trimestre) la temperatura se incrementan respecto al tercer trimestre variando entre 14,5 °C a 23,6 °C, la velocidad de viento entre 0 m/s a 8,6 m/s y sin registro de precipitaciones. En el parámetro de radiación solar desde julio hasta noviembre se ha venido incrementando hasta llegar un máximo de 1115,6 W/m<sup>2</sup>.

**Tabla 4.2.** Parámetros meteorológicos registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-02 de julio a noviembre de 2020

Meses	Valores	Presión barométrica (hPa)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación Solar (W/m <sup>2</sup> )
Julio	Mínimo	1025,2	0	14,4	54,6	2,0	0
	Máximo	1034,9	0	19,4	77,1	9,8	805,9
	Promedio	1029,8	0	16,6	66,5	4,6	-
Agosto	Mínimo	1025,9	0	14,2	56,4	1,8	0
	Máximo	1034,6	0	19,0	88,9	8,2	820,7
	Promedio	1030,3	0	16,3	69,9	4,7	-
Setiembre	Mínimo	1025,2	0	14,5	51,5	2,1	0
	Máximo	1034,1	0	20,3	86,1	9,1	971,2
	Promedio	1030,1	0	16,7	68,7	4,9	-
Octubre	Mínimo	1024,2	0	14,5	54,9	1,9	0
	Máximo	1032,0	0	21,9	85,1	8,5	1028,0
	Promedio	1028,7	0	18,0	69,4	4,5	-
Noviembre	Mínimo	1008,8	0	16,0	45,8	0	0
	Máximo	1032,5	0	23,6	77,6	8,6	1115,6
	Promedio	1027,2	0	19,4	63,1	4,7	-

En la Figura 4.15 se grafican las rosas de viento mensuales en la estación de monitoreo CA-ILO-02 de julio a noviembre de 2020. Se observa que las rosas de viento de julio y octubre tuvieron una predominancia oeste-noroeste (WNW), en los meses de agosto, setiembre y noviembre se tuvo la predominancia sur-suroeste (SSW). Es preciso mencionar que la zona urbana del distrito de Ilo se encuentra al sur (S), teniendo como referencia la ubicación de la estación de monitoreo CA-ILO-02.



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Universalización de la Salud

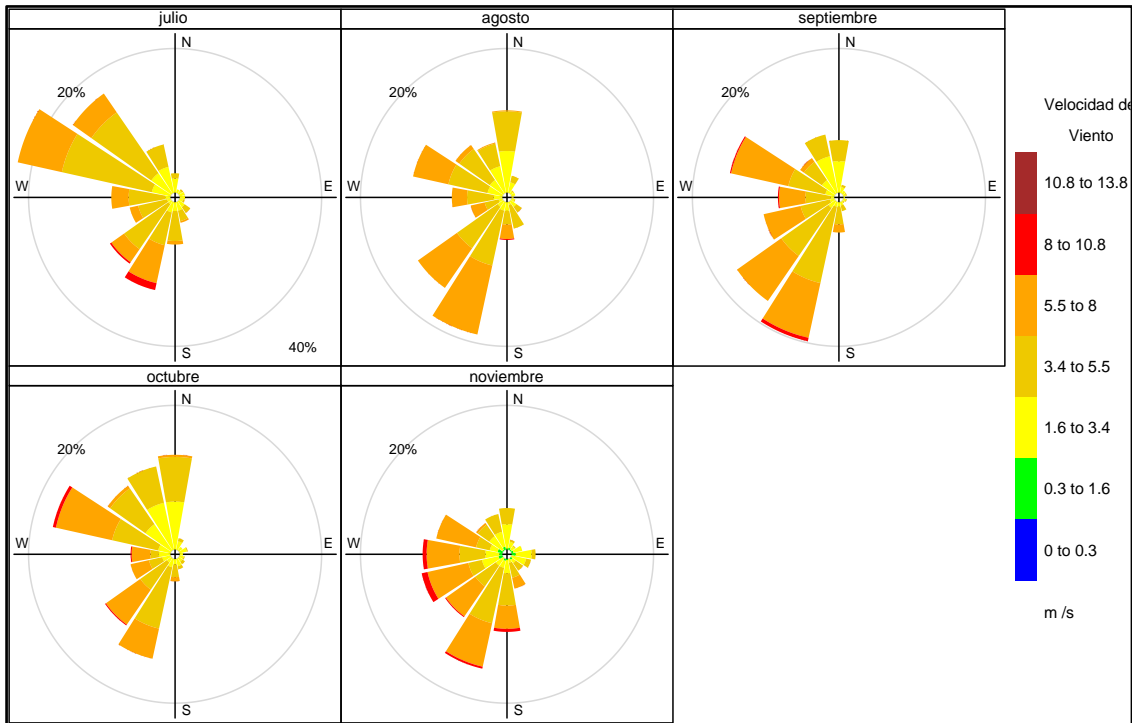
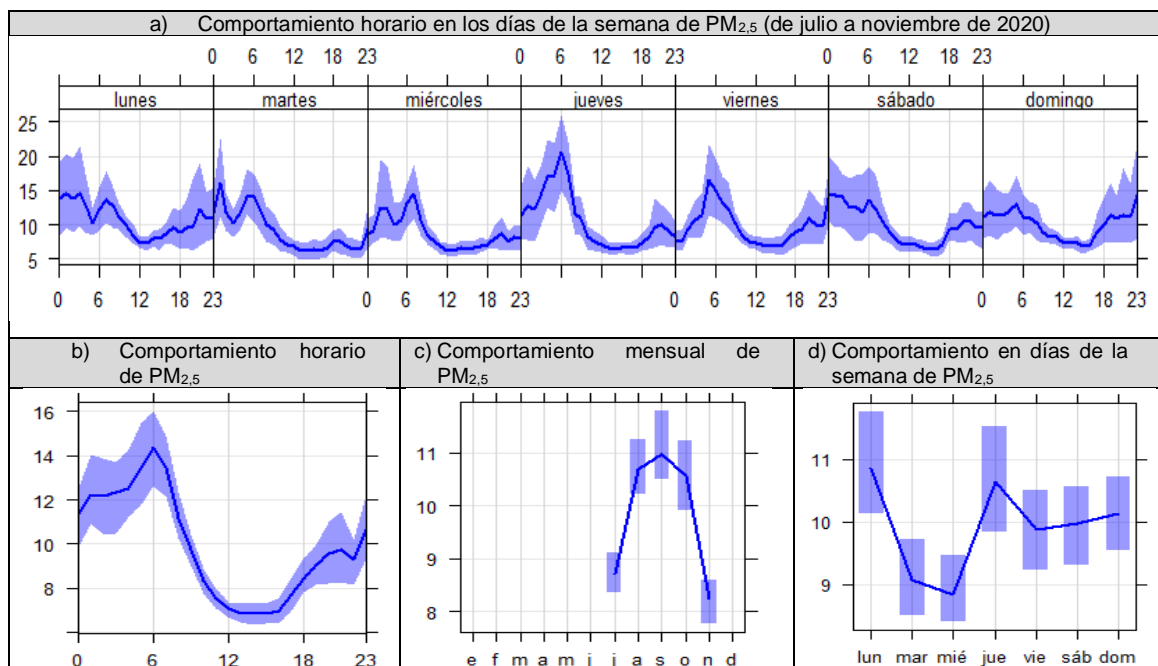


Figura 4.15. Rosas de viento mensuales en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de julio a noviembre de 2020

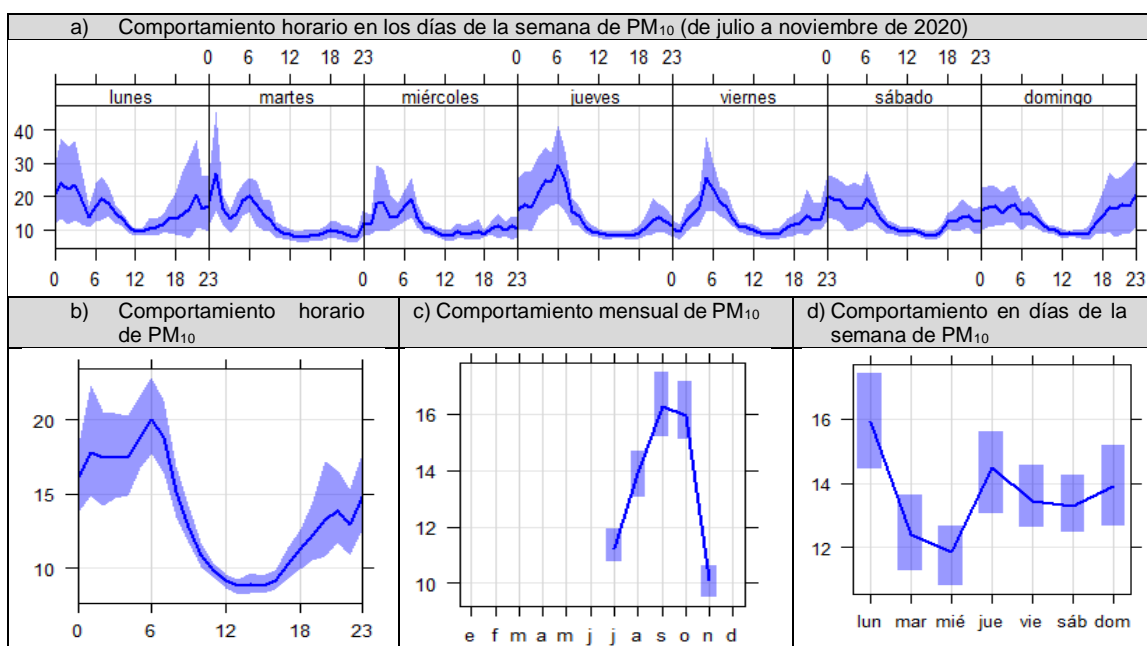
En la Figura 4.16 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día de semanas (Figura 4.16a), horarias (Figura 4.16b), por días de la semana (Figura 4.16d) y mensuales (Figura 4.16c) en relación a las concentraciones de  $PM_{2.5}$  desde julio a noviembre de 2020. En la representación por días de la semana se observa que los días lunes, es donde se registraron las mayores concentraciones de  $PM_{2.5}$  y las menores se registraron los días miércoles. En el caso de las medias horarias del período de tiempo mencionado se aprecia que las concentraciones de  $PM_{2.5}$  tiene su mayor pico a las 6 horas.





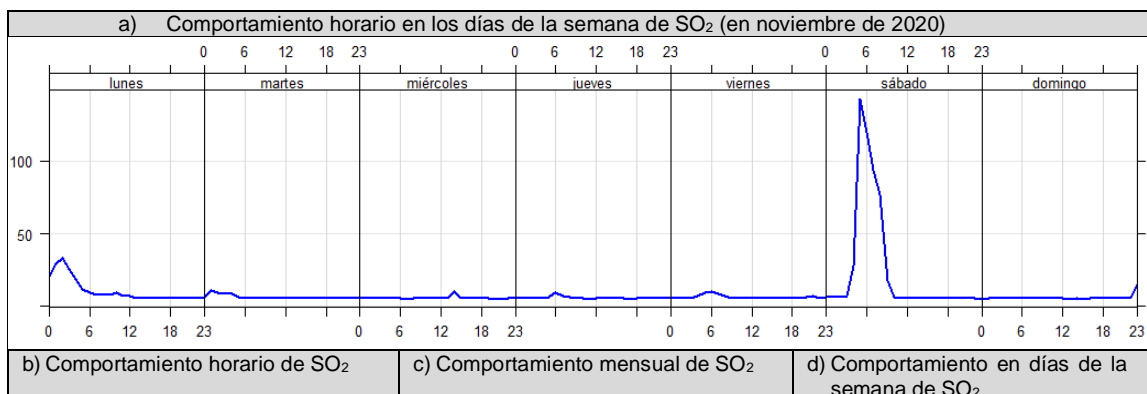
**Figura 4.16.** Concentraciones horarias, diarias, semanales y mensuales de PM<sub>2.5</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de julio a noviembre de 2020

En la Figura 4.17 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día de semanas (Figura 4.17a), horarias (Figura 4.17b), por días de la semana (Figura 4.17d) y mensuales (Figura 4.17c) en relación a las concentraciones de PM<sub>10</sub> de julio a noviembre de 2020. En la representación por días de la semana se observa que los días lunes es donde se registraron las mayores concentraciones de PM<sub>10</sub> y las menores se registraron los días miércoles. En el caso de las medias horarias del período de tiempo mencionado se aprecia que las concentraciones de PM<sub>10</sub> tiene su mayor pico a las 6 horas.



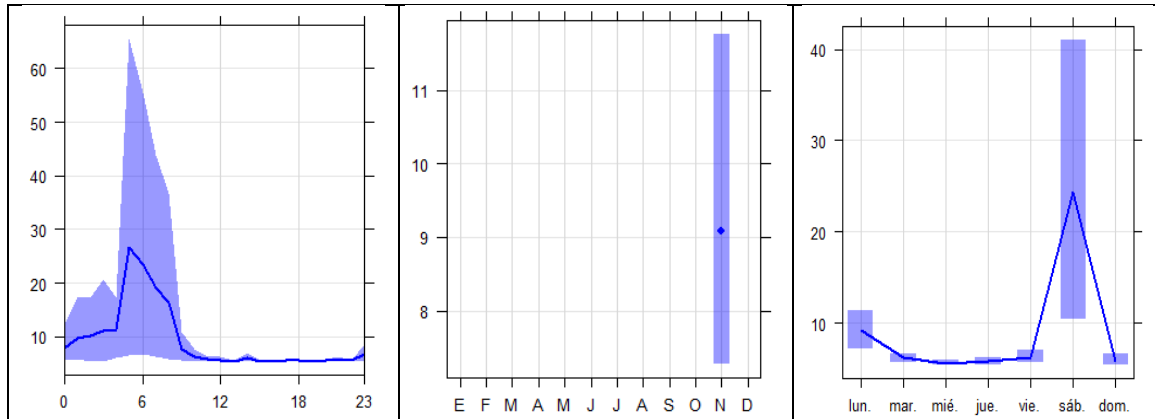
**Figura 4.17.** Concentraciones horarias, diarias, semanales y mensuales de PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de julio a noviembre de 2020

En la Figura 4.18 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día de semanas (Figura 4.18a), horarias (Figura 4.18b), por días de la semana (Figura 4.18d) y mensuales (Figura 4.18c) en relación a las concentraciones de SO<sub>2</sub> en noviembre de 2020. En la representación por días de la semana se observa que los días sábados es donde se registraron las mayores concentraciones de SO<sub>2</sub> y las menores se registraron los días miércoles. En el caso de las medias horarias del período de tiempo mencionado se aprecia que las concentraciones de SO<sub>2</sub> tiene su mayor pico a las 5 horas.



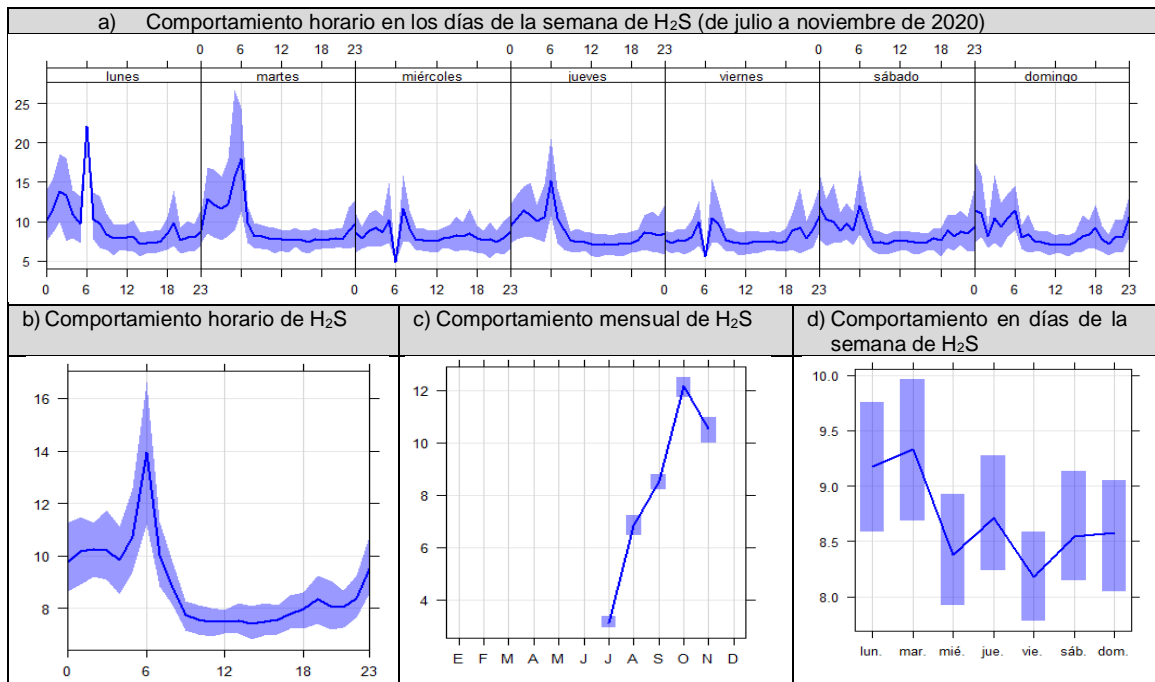


Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Universalización de la Salud



**Figura 4.18.** Concentraciones horarias, diarias, semanales y mensuales de SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en noviembre de 2020

En la Figura 4.19 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día de semanas (Figura 4.19a), horarias (Figura 4.19b), por días de la semana (Figura 4.19d) y mensuales (Figura 4.19c) en relación a las concentraciones de H<sub>2</sub>S de julio a noviembre de 2020. En la representación por días de la semana se observa que los días martes es donde se registraron las mayores concentraciones de H<sub>2</sub>S y las menores se registraron los días viernes. En el caso de las medias horarias del período de tiempo mencionado se aprecia que las concentraciones de H<sub>2</sub>S tiene su mayor pico a las 6 horas.

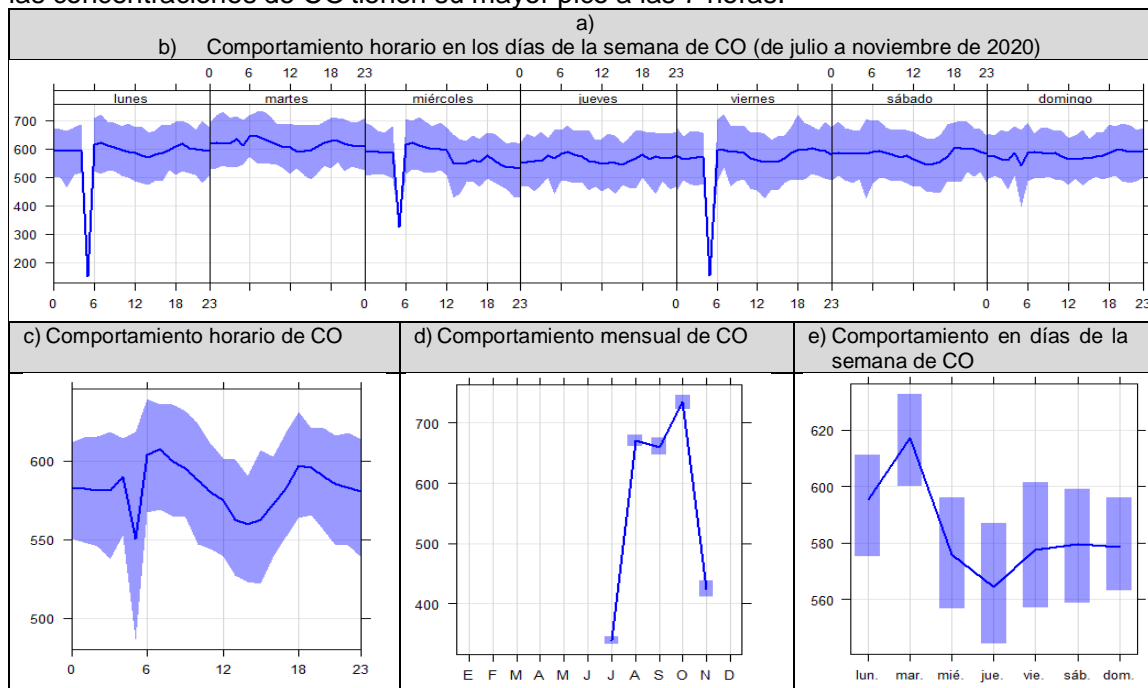


**Figura 4.19.** Concentraciones horarias, diarias, semanales y mensuales de H<sub>2</sub>S en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de julio a noviembre de 2020



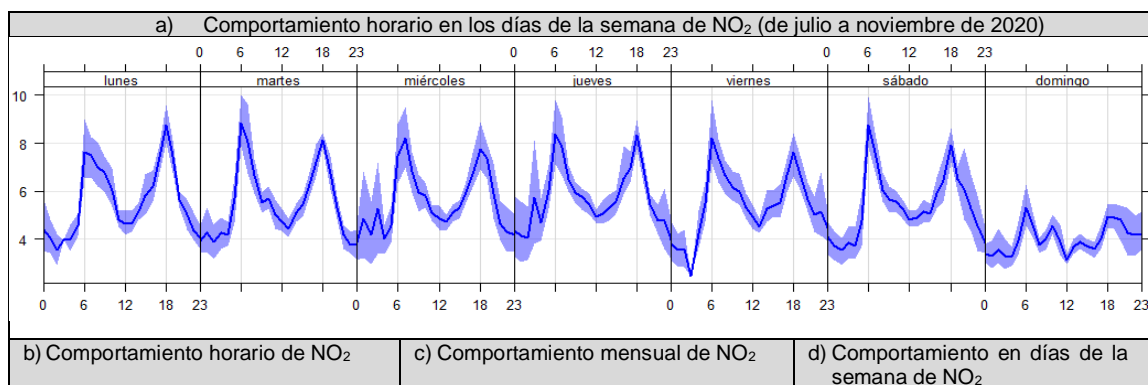


En la Figura 4.20 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día de semanas (Figura 4.20a), horarias (Figura 4.20b), por días de la semana (Figura 4.20d) y mensuales (Figura 4.20c) en relación a las concentraciones de CO de julio a noviembre de 2020. En la representación por días de la semana se observa que los días martes es donde se registraron las mayores concentraciones de CO y las menores se registraron los días jueves. En el caso de las medias horarias del período de tiempo mencionado se aprecia que las concentraciones de CO tienen su mayor pico a las 7 horas.



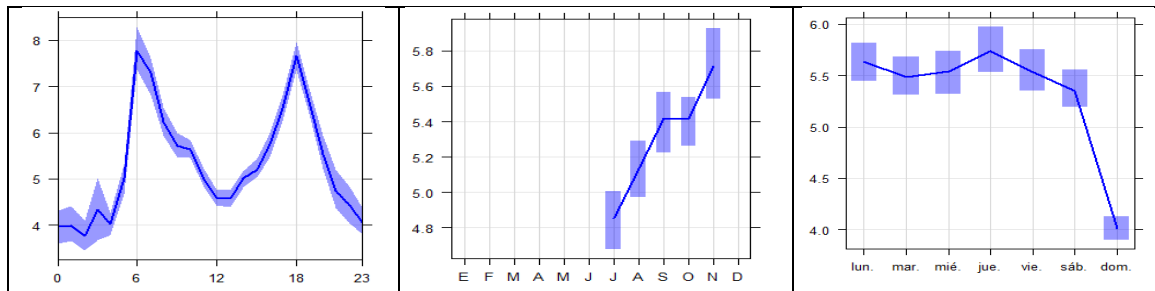
**Figura 4.20.** Concentraciones horarias, diarias, semanales y mensuales de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de julio a noviembre de 2020

En la Figura 4.21 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día de semanas (Figura 4.21a), horarias (Figura 4.21b), por días de la semana (Figura 4.21d) y mensuales (Figura 4.21c) en relación a las concentraciones de NO<sub>2</sub> de julio a noviembre de 2020. En la representación por días de la semana se observa que los días jueves es donde se registraron las mayores concentraciones de NO<sub>2</sub> y las menores se registraron los días domingos. En el caso de las medias horarias del período de tiempo mencionado se aprecia que las concentraciones de NO<sub>2</sub> tiene su mayor pico a las 6 horas.



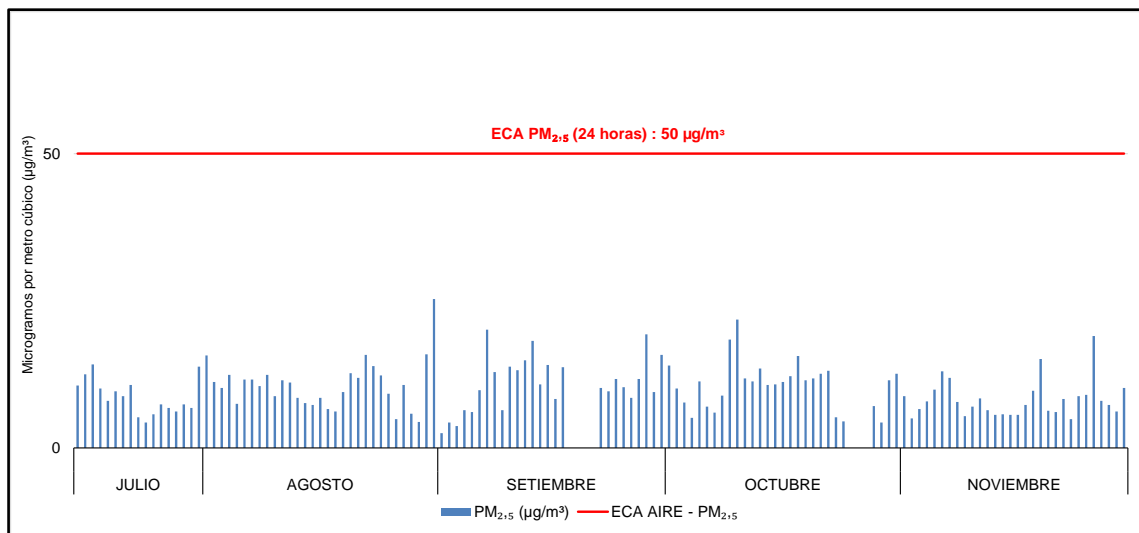


Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Universalización de la Salud



**Figura 4.21.** Concentraciones horarias, diarias, semanales y mensuales de NO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de julio a noviembre de 2020

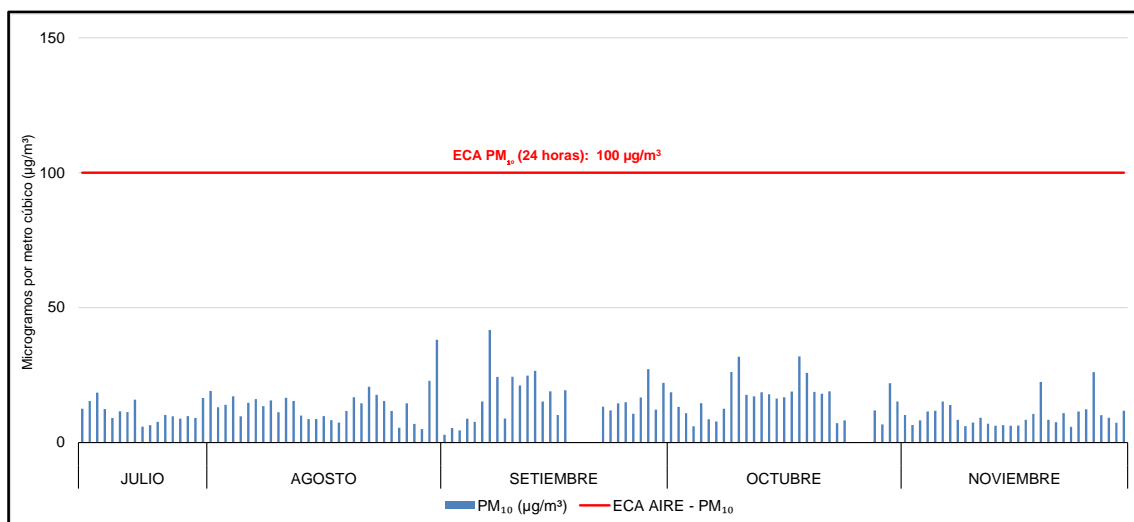
En la Figura 4.22 se presentan las concentraciones de 24 horas de PM<sub>2,5</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de julio a noviembre de 2020. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para PM<sub>2,5</sub> (50 µg/m<sup>3</sup> en 24 horas).



**Figura 4.22.** Concentraciones de 24 horas de PM<sub>2,5</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de julio a noviembre de 2020

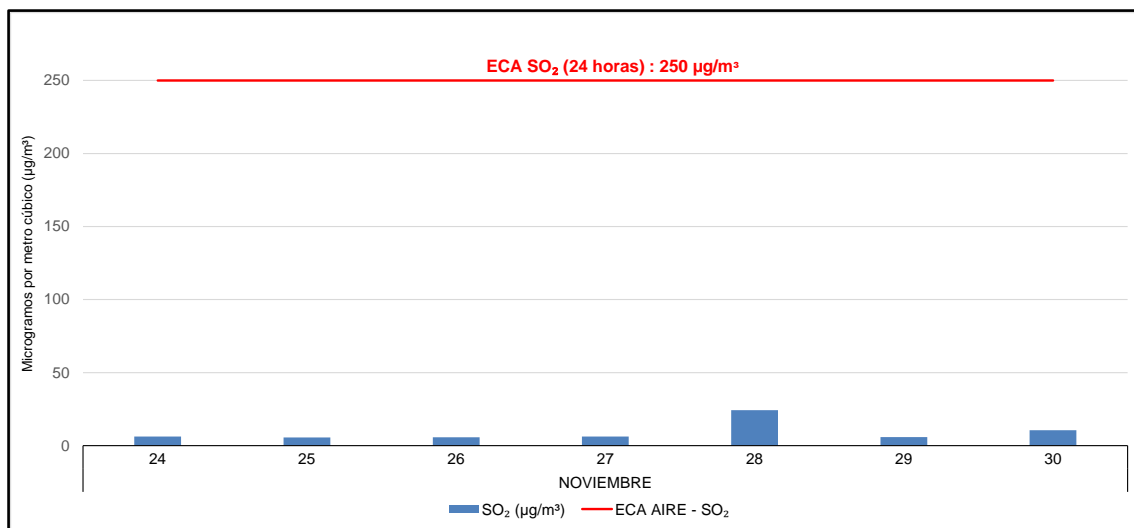


En la Figura 4.23 se presentan las concentraciones de 24 horas de  $PM_{10}$  en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de julio a noviembre de 2020. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para  $PM_{10}$  ( $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 24 horas).



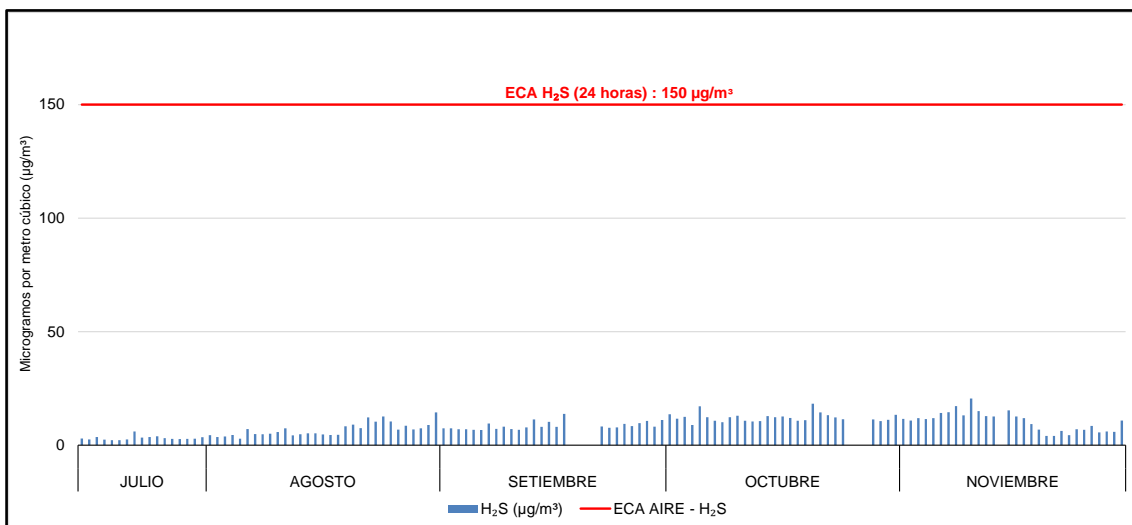
**Figura 4.23.** Concentraciones de 24 horas de  $PM_{10}$  en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de julio a noviembre de 2020

En la Figura 4.24 se presentan las concentraciones de 24 horas de  $SO_2$  en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en noviembre de 2020. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para  $SO_2$  ( $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 24 horas).



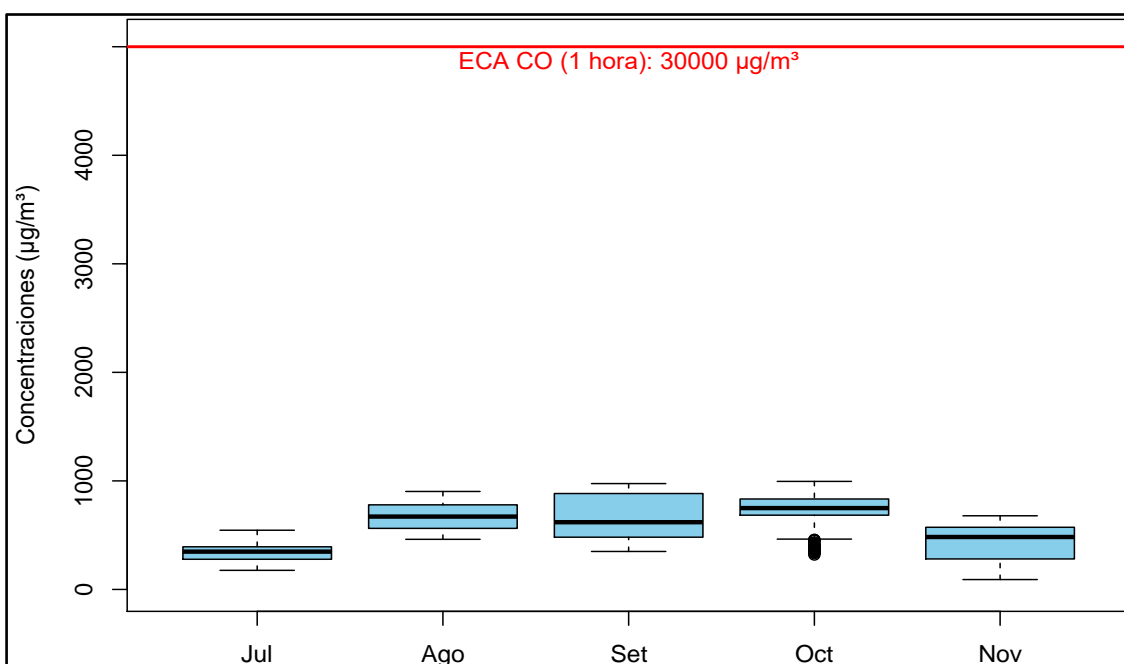
**Figura 4.24.** Concentraciones de 24 horas de  $SO_2$  en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en noviembre 2020

En la Figura 4.25 se presentan las concentraciones de 24 horas de  $H_2S$  en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de julio a noviembre de 2020. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para  $H_2S$  ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 24 horas).



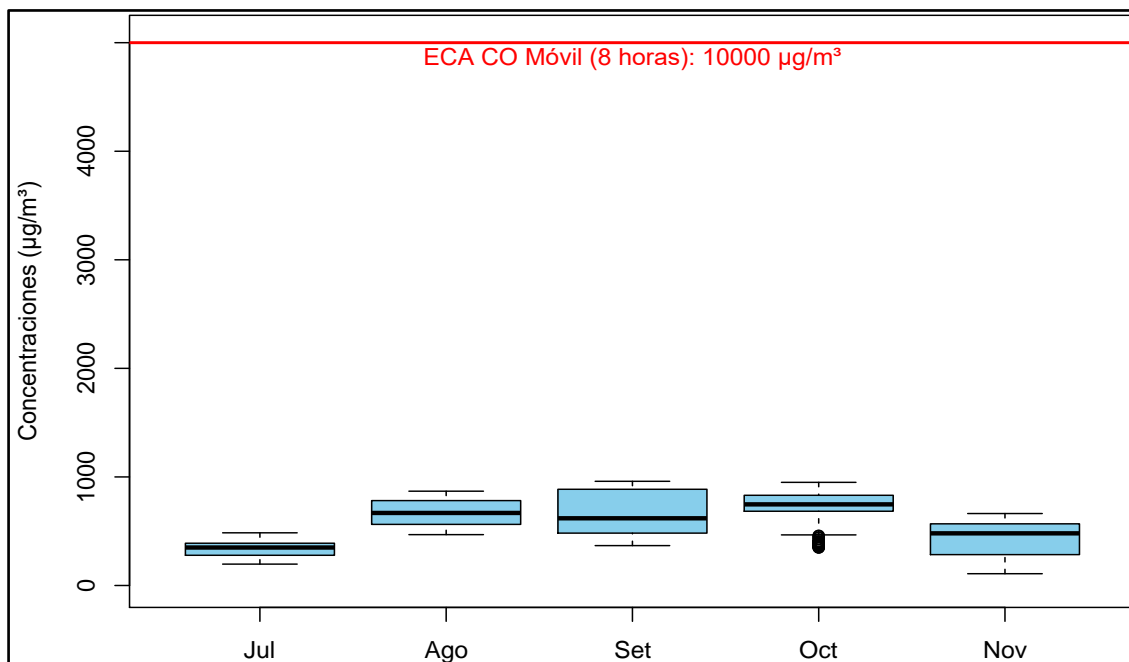
**Figura 4.25.** Concentraciones de 24 horas de H<sub>2</sub>S en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de julio a noviembre de 2020

En la Figura 4.26 se presenta el diagrama de cajas mensual de las concentraciones horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de julio a noviembre de 2020. Además, se observa que todas las concentraciones horarias no excedieron el ECA para CO (30 000 µg/m<sup>3</sup> en 1 hora).



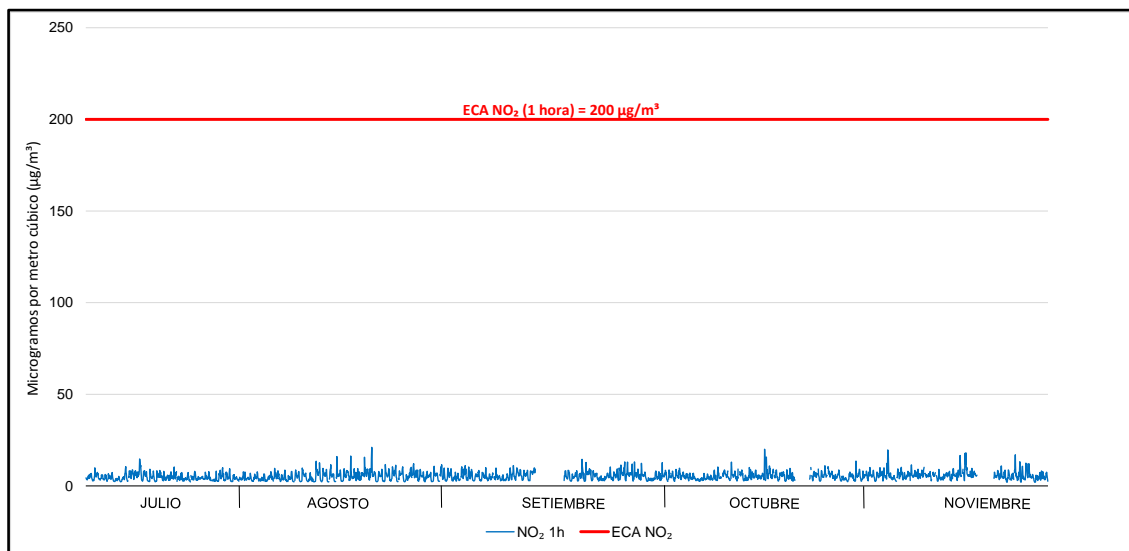
**Figura 4.26.** Concentraciones de horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de julio a noviembre de 2020

En la Figura 4.27 se presenta el diagrama de cajas mensual de las concentraciones móviles de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de julio a noviembre de 2020. 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).



**Figura 4.27.** Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de julio a noviembre de 2020

En la Figura 4.28 se presentan las concentraciones horarias de NO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de julio a noviembre de 2020. 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 4.28.** Concentraciones de horarias de NO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de julio a noviembre de 2020

### 4.3. Estación de monitoreo CEBA (CA-ILO-03)

En la Tabla 4.3, se observa las condiciones meteorológicas en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de julio a setiembre (tercer trimestre) la temperatura varió entre una mínima y máxima de 12,4 °C y 18,2 °C respectivamente, la velocidad del viento entre 2,4 m/s a 10,8 m/s y sin presencia de precipitaciones; de octubre a noviembre (cuarto trimestre) la temperatura se incrementan respecto al tercer trimestre variando entre 13,7 °C a 21,6 °C, la velocidad de viento entre 1,2 m/s a 10,8 m/s y sin registro de precipitaciones. En el parámetro

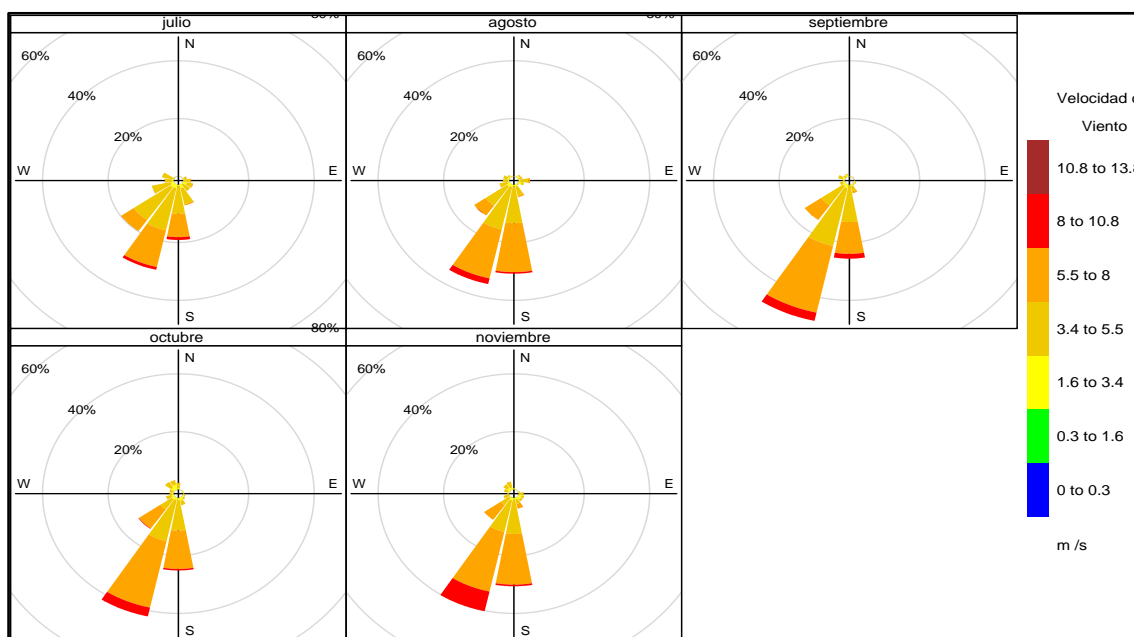


de radiación solar desde julio hasta noviembre se ha venido incrementando hasta llegar un máximo de 1969,1 W/m<sup>2</sup>.

**Tabla 4.3.** Parámetros meteorológicos registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-03 de julio a noviembre de 2020

Meses	Valores	Presión barométrica (hPa)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación Solar (W/m <sup>2</sup> )
Julio	Mínimo	1009,8	0	12,4	62,0	2,9	0
	Máximo	1020,3	0	17,6	89,6	10,8	822,2
	Promedio	1015,1	0	15,2	75,5	5,0	-
Agosto	Mínimo	1011,2	0	13,0	66,0	2,4	0
	Máximo	1020,0	0	17,2	98,2	9,5	883,1
	Promedio	1015,7	0	15,0	79,8	5,3	-
Setiembre	Mínimo	1010,5	0	12,5	64,2	2,4	0
	Máximo	1020,0	0	18,2	97,9	9,6	1039,5
	Promedio	1015,5	0	15,3	79,5	5,5	-
Octubre	Mínimo	1009,9	0	13,7	64,7	2,2	0
	Máximo	1017,4	0	19,8	95,0	9,1	1088,5
	Promedio	1014,3	0	16,8	78,9	5,4	-
Noviembre	Mínimo	1009,7	0	15,4	57,1	1,2	0
	Máximo	1018,4	0	21,6	82,5	10,8	1969,0
	Promedio	1012,8	0	18,3	71,8	5,7	-

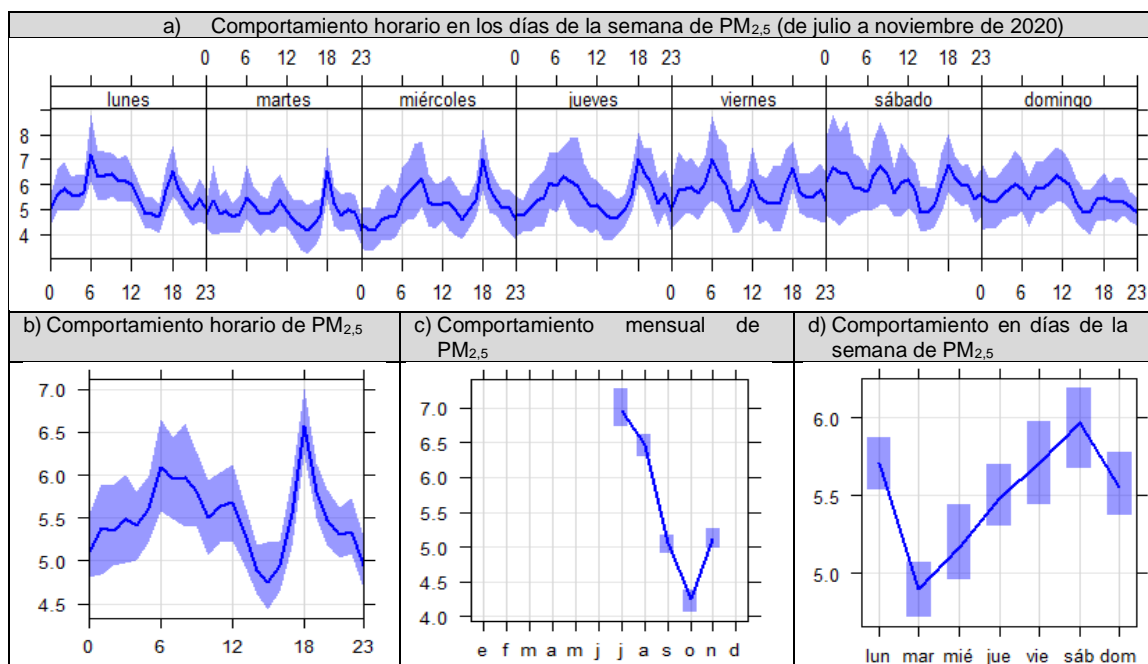
En la Figura 4.29 se grafican las rosas de viento mensuales en la estación de monitoreo CA-ILO-03 de julio a noviembre de 2020. Se observa que las rosas de viento en el intervalo de meses mencionado tuvieron la predominancia en común y fue sur-suroeste (SSW). Es preciso mencionar que la empresa TRAMARSA (desarrolla actividades de almacenamiento y embarque de líquidos) se encuentra en la dirección sur-suroeste, teniendo como referencia la ubicación de la estación de monitoreo CA-ILO-03.



**Figura 4.29.** Rosas de viento mensuales en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de julio a noviembre de 2020

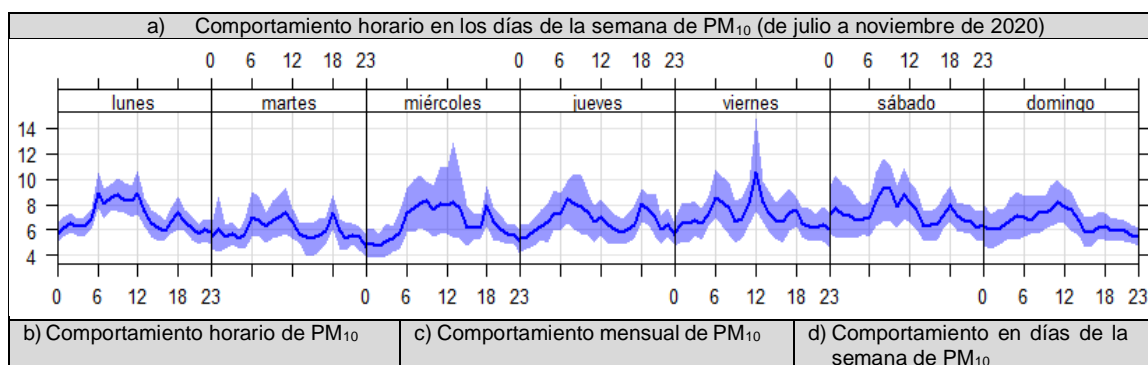


En la Figura 4.30 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día de semanas (Figura 4.30a), horarias (Figura 4.30b), por días de la semana (Figura 4.30d) y mensuales (Figura 4.30c) en relación a las concentraciones de  $PM_{2.5}$  desde julio a noviembre de 2020. En la representación por días de la semana se observa que los días sábados, es donde se registraron las mayores concentraciones de  $PM_{2.5}$  y las menores se registraron los días martes. En el caso de las medias horarias del período de tiempo mencionado se aprecia que las concentraciones de  $PM_{2.5}$  tiene su mayor pico a las 18 horas.



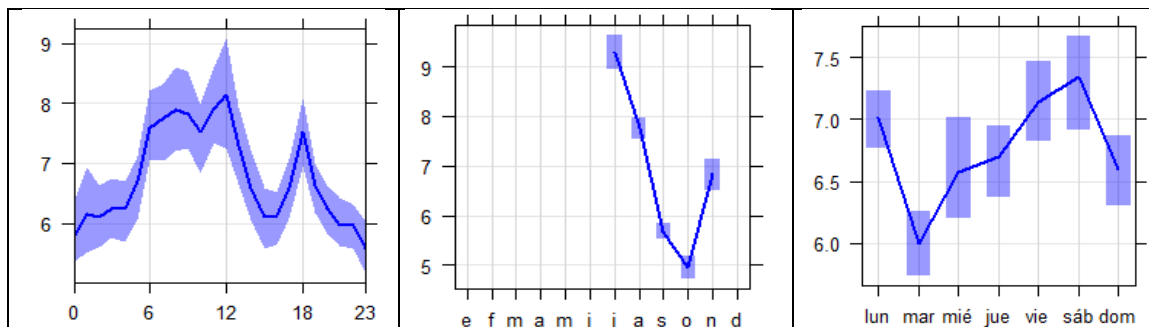
**Figura 4.30.** Concentraciones horarias, diarias, semanales y mensuales de  $PM_{2.5}$  en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de julio a noviembre de 2020

En la Figura 4.31 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día de semanas (Figura 4.31a), horarias (Figura 4.31b), por días de la semana (Figura 4.31d) y mensuales (Figura 4.31c) en relación a las concentraciones de  $PM_{10}$  de julio a noviembre de 2020. En la representación por días de la semana se observa que los días sábados es donde se registraron las mayores concentraciones de  $PM_{10}$  y las menores se registraron los días martes. En el caso de las medias horarias del período de tiempo mencionado se aprecia que las concentraciones de  $PM_{10}$  tiene su mayor pico a las 12 horas.



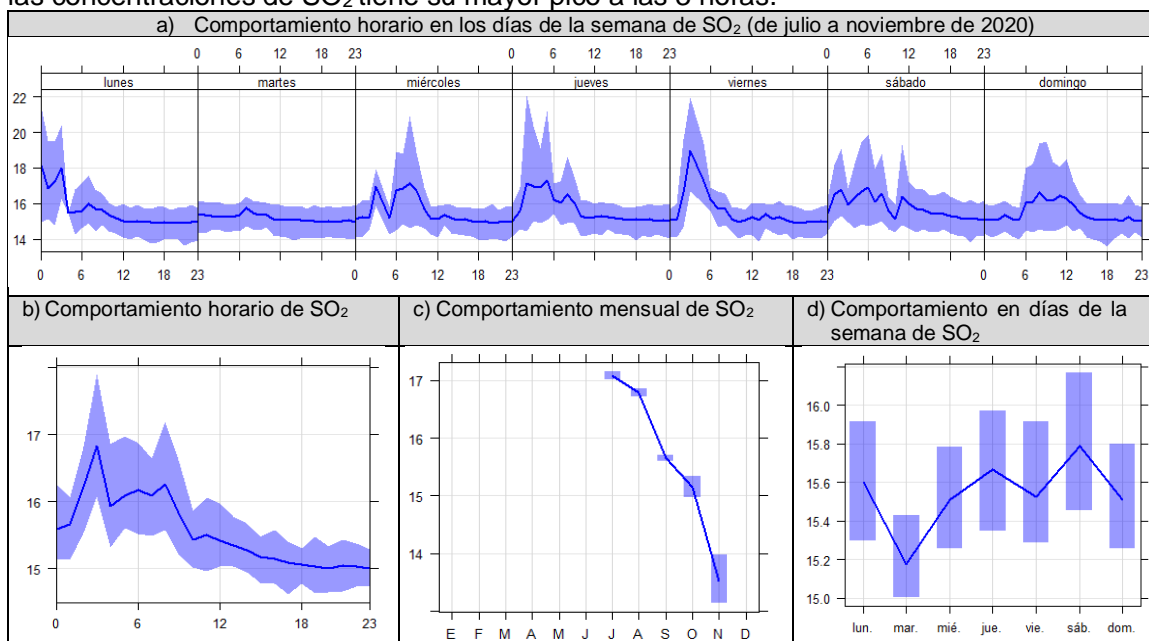


Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Universalización de la Salud



**Figura 4.31.** Concentraciones horarias, diarias, semanales y mensuales de PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de julio a noviembre de 2020

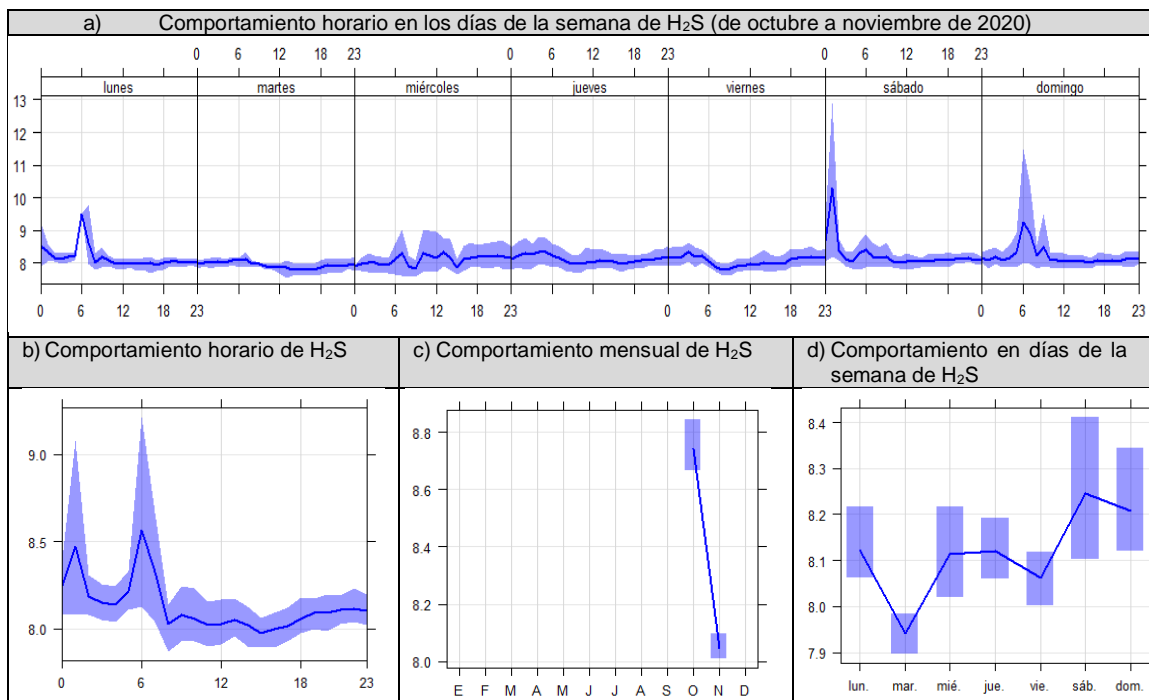
En la Figura 4.32 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día de semanas (Figura 4.32a), horarias (Figura 4.32b), por días de la semana (Figura 4.32d) y mensuales (Figura 4.32c) en relación a las concentraciones de SO<sub>2</sub> de julio a noviembre de 2020. En la representación por días de la semana se observa que los días sábados es donde se registraron las mayores concentraciones de SO<sub>2</sub> y las menores se registraron los días martes. En el caso de las medias horarias del período de tiempo mencionado se aprecia que las concentraciones de SO<sub>2</sub> tiene su mayor pico a las 3 horas.



**Figura 4.32.** Concentraciones horarias, diarias, semanales y mensuales de SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de julio a noviembre de 2020

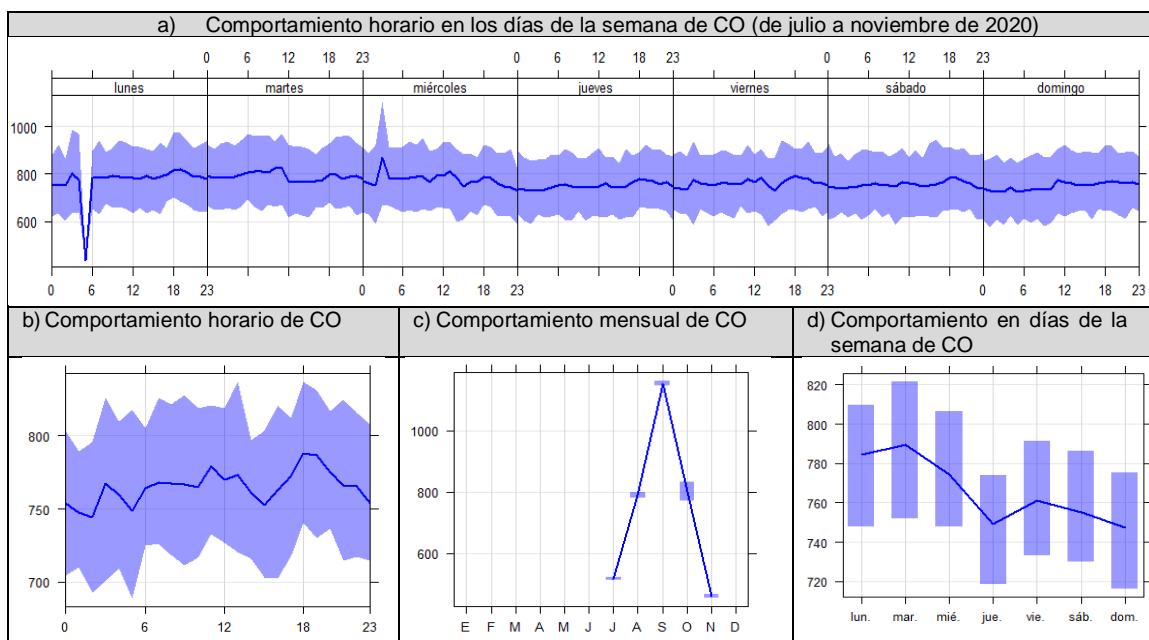
En la Figura 4.33 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día de semanas (Figura 4.33a), horarias (Figura 4.33b), por días de la semana (Figura 4.33d) y mensuales (Figura 4.33c) en relación a las concentraciones de H<sub>2</sub>S de octubre a noviembre de 2020. En la representación por días de la semana se observa que los días sábados es donde se registraron las mayores concentraciones de H<sub>2</sub>S y las menores se registraron los días martes. En el caso de las medias horarias del período de tiempo mencionado se aprecia que las concentraciones de H<sub>2</sub>S tiene su mayor pico a las 6 horas.





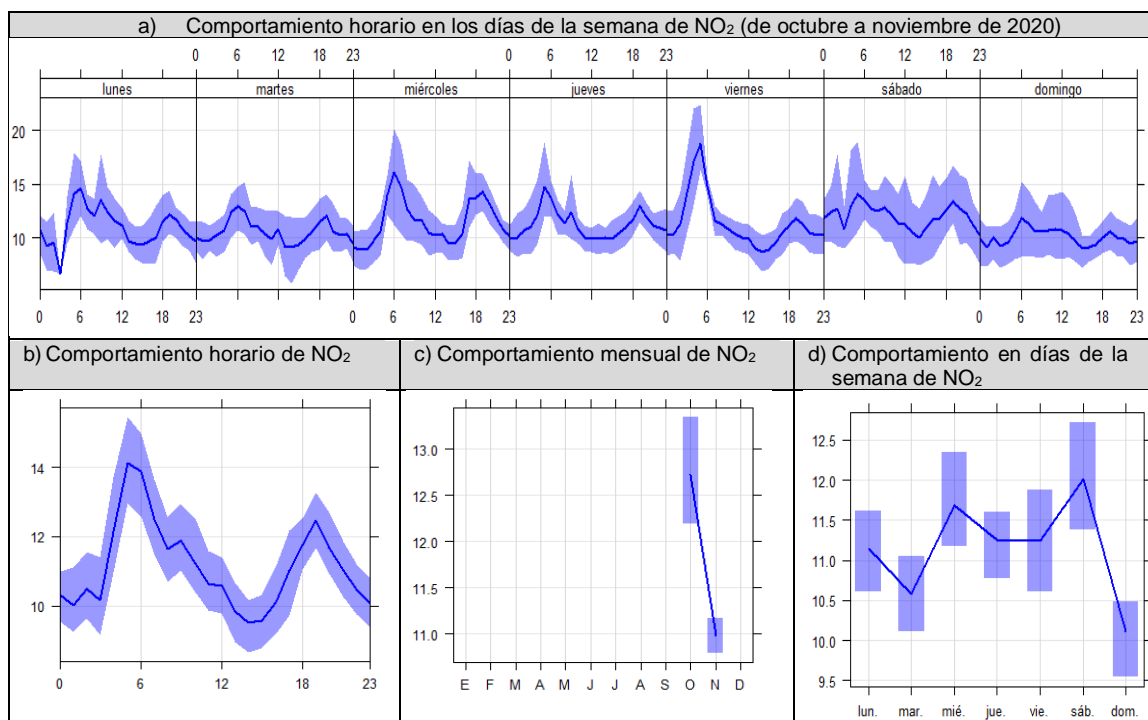
**Figura 4.33.** Concentraciones horarias, diarias, semanales y mensuales de H<sub>2</sub>S en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de octubre a noviembre de 2020

En la Figura 4.34 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día de semanas (Figura 4.34a), horarias (Figura 4.34b), por días de la semana (Figura 4.34d) y mensuales (Figura 4.34c) en relación a las concentraciones de CO de julio a noviembre de 2020. En la representación por días de la semana se observa que los días martes es donde se registraron las mayores concentraciones de CO y las menores se registraron los días domingos. En el caso de las medias horarias del período de tiempo mencionado se aprecia que las concentraciones de CO tienen su mayor pico a las 18 horas.



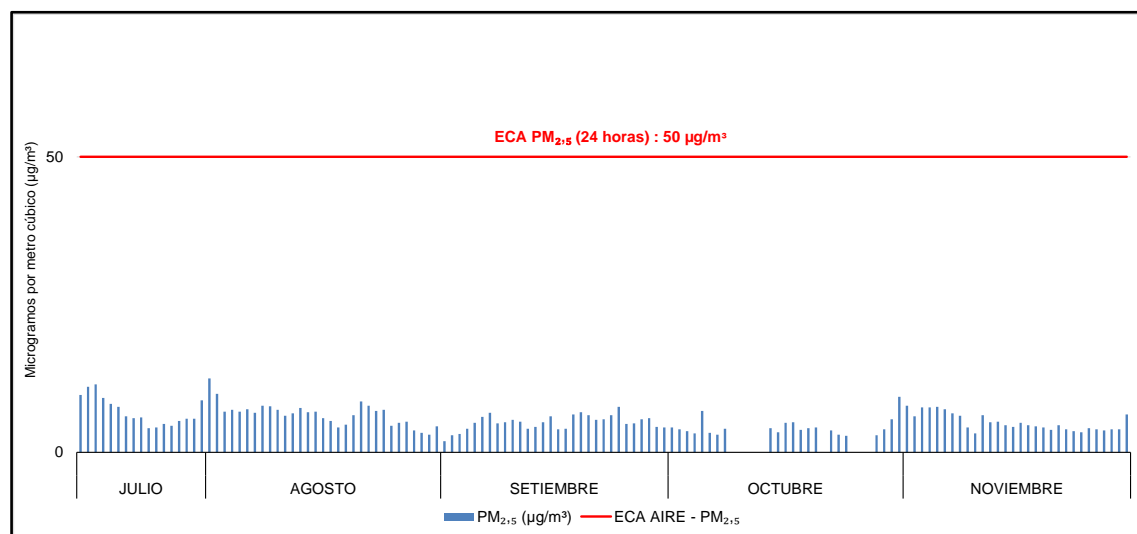
**Figura 4.34.** Concentraciones horarias, diarias, semanales y mensuales de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de julio a noviembre de 2020

En la Figura 4.35 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día de semanas (Figura 4.35a), horarias (Figura 4.35b), por días de la semana (Figura 4.35d) y mensuales (Figura 4.35c) en relación a las concentraciones de NO<sub>2</sub> de octubre a noviembre de 2020. En la representación por días de la semana se observa que los días sábados es donde se registraron las mayores concentraciones de NO<sub>2</sub> y las menores se registraron los días martes. En el caso de las medias horarias del período de tiempo mencionado se aprecia que las concentraciones de NO<sub>2</sub> tiene su mayor pico a las 5 horas.



**Figura 4.35.** Concentraciones horarias, diarias, semanales y mensuales de NO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de octubre a noviembre de 2020

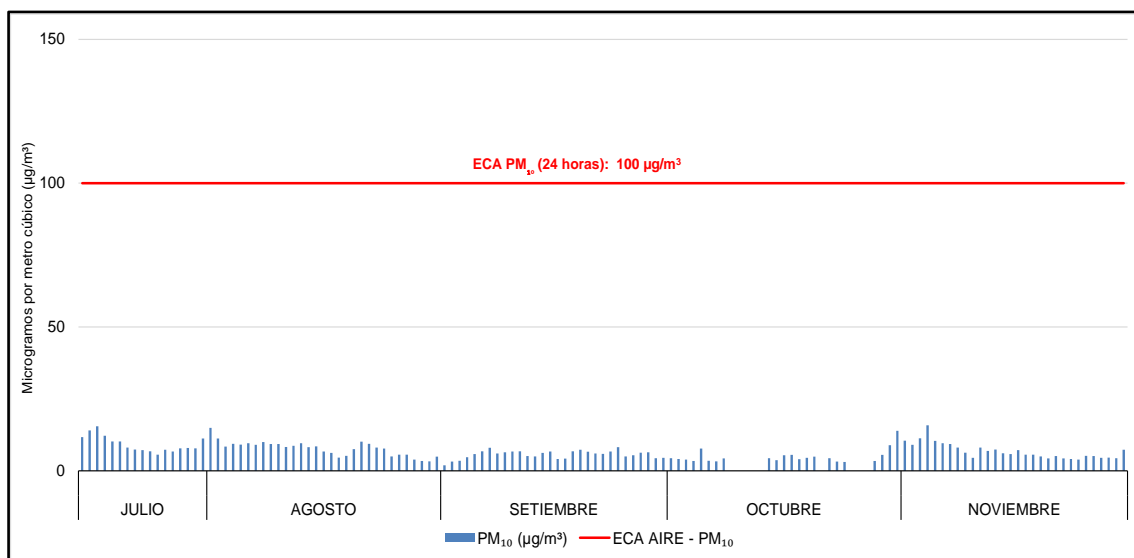
En la Figura 4.36 se presentan las concentraciones de 24 horas de PM<sub>2,5</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de julio a noviembre de 2020. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para PM<sub>2,5</sub> (50 µg/m<sup>3</sup> en 24 horas).



**Figura 4.36.** Concentraciones de 24 horas de PM<sub>2,5</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de julio a noviembre de 2020

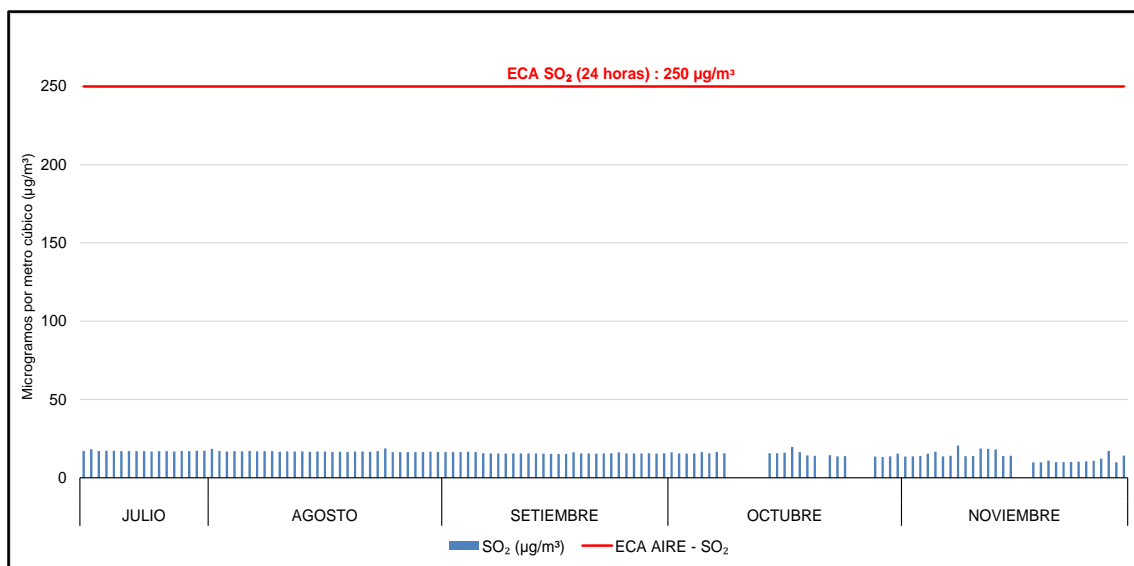


En la Figura 4.37 se presentan las concentraciones de 24 horas de  $PM_{10}$  en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de julio a noviembre de 2020. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para  $PM_{10}$  ( $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 24 horas).



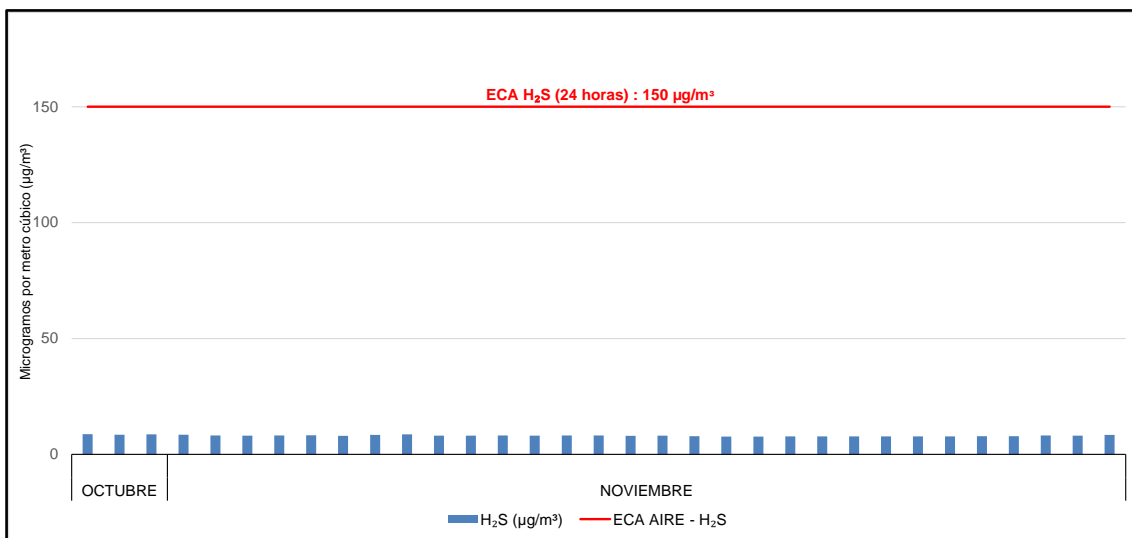
**Figura 4.37.** Concentraciones de 24 horas de  $PM_{10}$  en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de julio a noviembre de 2020

En la Figura 4.38 se presentan las concentraciones de 24 horas de  $SO_2$  en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de julio a noviembre de 2020. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para  $SO_2$  ( $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 24 horas).



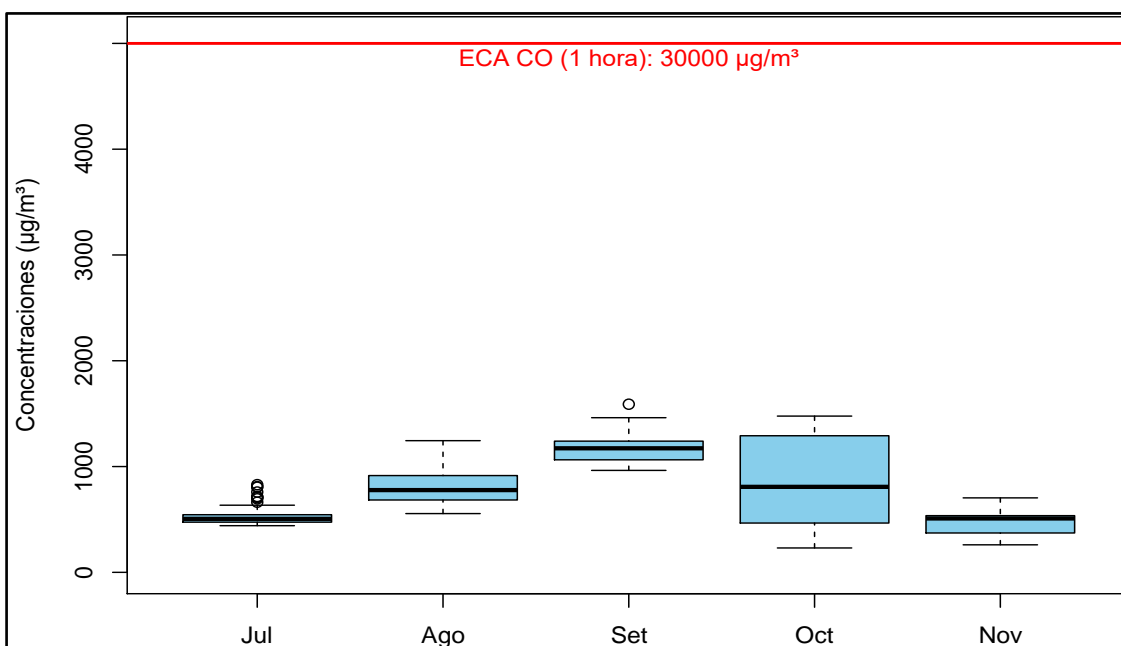
**Figura 4.38.** Concentraciones de 24 horas de  $SO_2$  en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de julio a noviembre de 2020

En la Figura 4.39 se presentan las concentraciones de 24 horas de  $H_2S$  en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de octubre a noviembre de 2020. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para  $H_2S$  ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 24 horas).



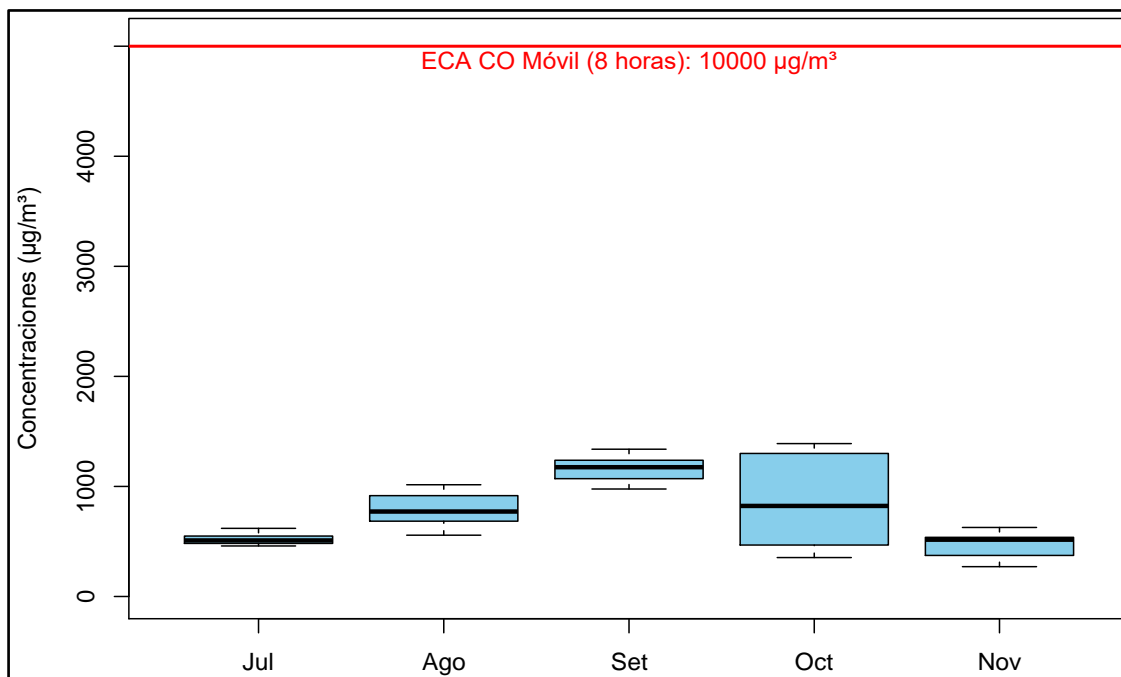
**Figura 4.39.** Concentraciones de 24 horas de H<sub>2</sub>S en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de octubre a noviembre de 2020

En la Figura 4.40 se presenta el diagrama de cajas mensual de las concentraciones horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de julio a noviembre de 2020. Además, se observa que todas las concentraciones horarias no excedieron el ECA para CO (30 000 µg/m<sup>3</sup> en 1 hora).



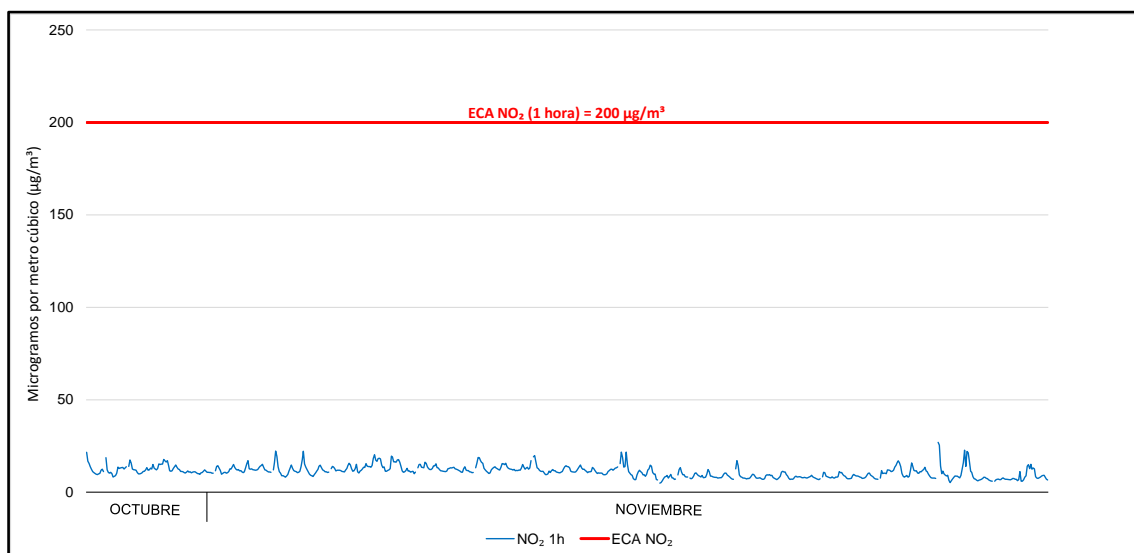
**Figura 4.40.** Concentraciones de horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de julio a noviembre de 2020

En la Figura 4.41 se presenta el diagrama de cajas mensual de las concentraciones móviles de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de julio a noviembre de 2020. 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).



**Figura 4.41.** Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de julio a noviembre de 2020

En la Figura 4.42 se presentan las concentraciones horarias de NO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de octubre a noviembre de 2020. 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 4.42.** Concentraciones de horarias de NO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de octubre a noviembre de 2020

## 5. ALERTAS

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, de julio a noviembre de 2020.



## 6. CONCLUSIONES

En las 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 ( $PM_{2,5}$ ), dióxido de azufre ( $SO_2$ ) y sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ) no excedieron su respectivo ECA para aire, durante el período de julio a noviembre de 2020.

En las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, las concentraciones horarias de monóxido de carbono (CO), promedios móviles de 8 horas de monóxido de carbono (CO) y las concentraciones horarias de dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ) no excedieron su respectivo ECA para aire durante el período de julio a noviembre de 2020.

## 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:

[LFAJARDO]

[ABRIOS]



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC: Subdirección Técnica  
Científica

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Universalización de la Salud

**[JGARCIA]**

Visto este reporte la Dirección de Evaluación Ambiental ha dispuesto su aprobación.

Atentamente:

**[FGARCIA]**



"Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por el OEFA, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. N° 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: <https://sistemas.oefa.gob.pe/verifica> e ingresando la siguiente clave: 09251109"



09251109