



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFASTEC: Subdirección  
Técnica Científica

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»  
«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»  
«Año del bicentenario del Congreso de la República del Perú»

2022-I01-044847

**REPORTE Nº 00010-2022-OEFA/DEAM-STEC**

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

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

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

**JORGE IVAN GARCIA RIEGA**  
Especialista de Monitoreo y Vigilancia Ambiental

**ASUNTO :** Evaluación ambiental de seguimiento de la calidad del aire en el corredor vial Apurímac – Cusco, distrito Pitic, Mara y Chalhahuacho, provincia de Cotabambas, departamento Apurímac,

**REFERENCIA:** Expediente de evaluación 013-2021-DEAM.EAS

**FECHA :** Lima 30 de noviembre de 2022

Tenemos el agrado de dirigirnos a usted para saludarlo cordialmente y, con relación al asunto de la referencia, informar lo siguiente:

**1. INFORMACIÓN GENERAL****Tabla 1.1.** Información general respecto de la actividad realizada

a.	Zona evaluada	Distritos de Pitic, Mara y Chalhahuacho, provincia Cotabambas, departamento Apurímac
b.	Unidades fiscalizables o actividades económicas en la zona	Transporte de camiones de concentrado de minerales de la Unidad fiscalizable Unidad Mineras Las Bambas, por el corredor vial Apurímac – Cusco ámbito de la provincia de Cotabambas.
c.	Problemática identificada	Posible alteración de la calidad de aire en zonas aledañas al corredor vial Apurímac – Cusco en el ámbito de la provincia Cotabambas, departamento Apurímac, por la generación de material particulado durante el transporte de camiones de concentrados de minerales.
d.	La actividad se realizó en el marco de	PLANEFA 2022
e.	Tipo de evaluación	Evaluación ambiental de seguimiento
f.	Periodo de ejecución	Del 1 al 31 de enero de 2022 (Código de acción: 0004-1-2022-412) Del 1 al 28 de febrero de 2022 (Código de acción: 0008-2-2022-412) Del 1 al 10 de marzo de 2022 (Código de acción: 0005-3-2022-412) Del 22 al 30 de abril de 2022 (Código de acción: 0012-4-2022-412) Del 1 al 31 de mayo de 2022 (Código de acción: 0008-5-2022-412) Del 1 al 30 de junio de 2022 Del 1 al 6 de julio de 2022 (Código de acción: 0013-7-2022-417) Del 17 al 31 de agosto de 2022 (Código de acción: 0011-8-2022-417) Del 1 al 30 de setiembre de 2022 Del 1 al 1 de octubre de 2022

Formato PM0304-F01

Versión: 00

Fecha de aprobación: 29/12/2020



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del bicentenario del Congreso de la República del Perú»

g.	Documentos generados de la EAS	REAS-017-2022-STEC REAS-032-2022-STEC REAS-050-2022-STEC REAS-061-2022-STEC REAS-084-2022-STEC REAS-109-2022-STEC REAS-125-2022-STEC REAS-149-2022-STEC REAS-164-2022-STEC
----	--------------------------------	--

**Tabla 1.2.** Listado de profesionales

	Nombres y apellidos	Profesión	Actividad desarrollada	N° de Colegiatura
1	Lázaro Walther Fajardo Vargas	Ingeniero químico	Gabinete	CIP 33273
2	Andrés Daniel Brios Abanto	Ingeniero ambiental y de recursos naturales	Gabinete	CIP 172502
3	Mariella Rossana Atala Alvarez	Ingeniera ambiental	Gabinete	CIP 96971
4	Jorge Ivan Garcia Riega	Ingeniero electrónico	Campo	CIP 180700
5	Jean Darw in Campana Zela	Bachiller en ingeniería ambiental	Gabinete y campo	CIP
6	Clara Madeleine Rojas Villagra	Bióloga	Gabinete y campo	CBP 10561
6	Erslim Pinares Palomino	Bachiller en ingeniería ambiental	Gabinete y campo	-

## 2. OBJETIVOS

Realizar la evaluación ambiental de seguimiento de la calidad de aire en corredor vial Apurímac – Cusco, en el ámbito de la provincia Cotabambas, departamento Apurímac; a través del monitoreo continuo de parámetros que permitan identificar, registrar y alertar posibles alteraciones en la calidad del aire de enero a setiembre de 2022.

## 3. METODOLOGÍA

### 3.1. Protocolo de monitoreo

**Tabla 2.1.** 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-PIT-01	815921	8444623	18L	3487	Aproximadamente a 200 metros al sureste del campo deportivo de Pitic y contiguo al corredor vial
2	CA-MAR-01	797713	8438314	18L	3711	Calle Cotabambas S/N - Sector Miraflores encima de la carretera



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFASTEC: Sub Dirección  
Técnica Científica

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del bicentenario del Congreso de la República del Perú»

3	CA-CHA-01	812486	8440725	18L	3805	Punto está ubicado en calle manantes S/N Lote 19. Urb. San Marcos cerca al Ruedo de toros
---	-----------	--------	---------	-----	------	---

### 3.3. Equipos y metodologías de análisis

**Tabla 3.3.** Equipos utilizados en las estaciones de monitoreo

Parámetro	Equipo	Marca	Modelo	Serie	Certificado de calibración
Estación de monitoreo CA - PIT- 01					
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	Monitor automático de partículas	GRIMM	EDM 180	18A20137	LF-1002022
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> )					
Temperatura	Medidor de temperatura termohigrómetro	LSI LASTEM	DMA975	21020250	LM-1332022
Humedad	Medidor de humedad termohigrómetro	LSI LASTEM	DMA975	21020250	LM-1342022
Dirección del viento	Anemómetro ultrasónico	LSI LASTEM	DNB105.2	21020358/21005919	LM-1352022
Precipitación pluvial	Pluviómetro	LSI LASTEM	DQA231.1	21020281	LM-1362022
Presión atmosférica	Barómetro	LSI LASTEM	DQA2551	21040122+3000836	LM-1372022
Estación de monitoreo CA - MAR- 01					
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	Monitor automático de partículas	GRIMM	EDM 180	18A20139	LF-0962022
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> )					
Temperatura	Medidor de temperatura termohigrómetro	LSI LASTEM	DMA 975	21020257	LM-2372022
Humedad	Medidor de humedad termohigrómetro	LSI LASTEM	DMA975	21020257	LM-2382022
Dirección del viento	Anemómetro ultrasónico	LSI LASTEM	DNB105.2	21020361/21005929	LM-2392022
Precipitación pluvial	Pluviómetro	LSI LASTEM	DQA231.1	21020277	LM-2402022
Presión atmosférica	Barómetro	LSI LASTEM	DQA2551	21040122+3000836	LM-2412022
Estación de monitoreo CA - CHA- 01					
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	Monitor automático de partículas	GRIMM	EDM 180	18A20140	LF-0972022
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> )					
Temperatura	Medidor de temperatura termohigrometro	LSI LASTEM	DMA 975	21020255	LM-2422022
Humedad	Medidor de humedad termohigrometro	LSI LASTEM	DMA975	21020255	LM-2432022



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del bicentenario del Congreso de la República del Perú»

Parámetro	Equipo	Marca	Modelo	Serie	Certificado de calibración
Dirección del viento	Anemómetro ultrasónico	LSI LASTEM	DNB105.2	21020361/21005916	LM-2442022
Precipitación pluvial	Pluviómetro	LSI LASTEM	DQA231.1	21020283	LM-2452022
Presión atmosférica	Barómetro	LSI LASTEM	DQA2551	21040122+3000837	LM-2462022

Los certificados de calibración de los monitores automáticos de partículas y estación meteorológica se encuentran en el Anexo 4

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

Parámetro	Método	Técnica Empleada	Estación de monitoreo
Material particulado con diámetro menor a 10 micras ( $PM_{10}$ )	Método automático	Dispersión de luz	CA-PIT-01 CA-MAR-01 CA-CHA-01
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras ( $PM_{2,5}$ )			

Fuente: Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire (Minam)

### 3.4. Criterios de evaluación

**Tabla 3.5.** Estándares de calidad ambiental (ECA) para aire

Parámetro	Periodo	Formato del estándar		Método de análisis	Norma
		Valor ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Criterios de evaluación		
Material particulado con diámetro menor a 10 micras ( $PM_{10}$ )	24 horas	100	No exceder más de 7 veces al año	Separación inercial / filtración (Gravimetría)	D.S. N.º 003-2017-MINAM
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras ( $PM_{2,5}$ )	24 horas	50	No exceder más de 7 veces al año	Separación inercial / filtración (Gravimetría)	«Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y Disposiciones Complementarias»

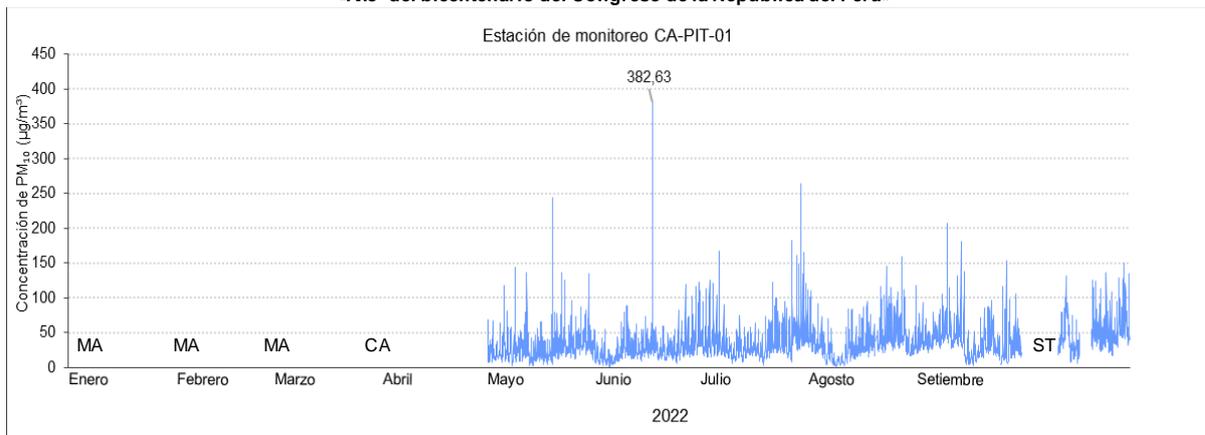
## 4. RESULTADOS

### 4.1. Estación de monitoreo Pitic (CA-PIT-01)

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de calidad de aire y parámetros meteorológicos de la evaluación ambiental de seguimiento, en el área de influencia del corredor vial, correspondiente a Cotabambas Apurímac de enero a octubre de 2022.

En la Figura 4.1. se presentan las concentraciones horarias de  $PM_{10}$  de enero a octubre de 2022. Las concentraciones oscilaron entre una mínima de  $1,26 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (registrada el 08 de agosto a las 22:00 horas) y una máxima de  $382,63 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (registrada el 17 de julio a las 07:00 horas). Las concentraciones horarias de  $PM_{10}$  no fueron comparadas con los Estándares de calidad ambiental (ECA) para aire porque esta norma no contempla concentraciones de  $PM_{10}$  para periodo de una hora. Ver detalle en el Anexo 3.1: Sistematización de datos de aire (en las tablas de Concentraciones horarias y de 24 horas de  $PM_{10}$ , las cuales son: Tabla 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6).

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»  
«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»  
«Año del bicentenario del Congreso de la República del Perú»



**Figura 4.1.** Concentraciones horarias de  $PM_{10}$  en la estación de monitoreo CA-PIT-01, de enero a setiembre de 2022

CA: calibración de equipos de 29 de marzo al 24 de mayo 2022

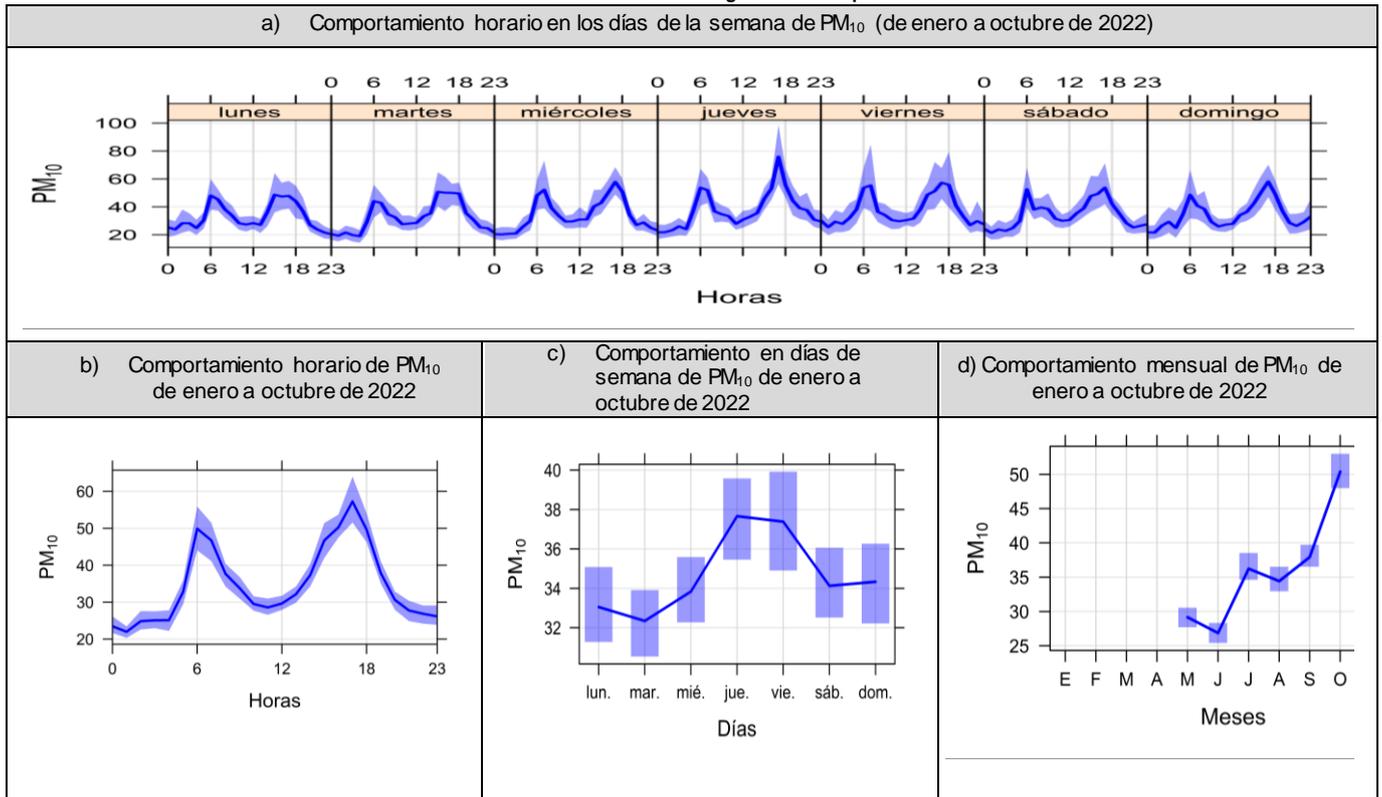
MA: Mantenimiento de equipos

ST: Sin transmisión

En la Figura 4.2. se grafican las medias de las concentraciones de  $PM_{10}$  bajo cuatro escenarios: horario y por días de la semana (a), horario (b), por días de la semana (c) y mensual (d), de enero a setiembre de 2022, obtenidas desde la estación de monitoreo de Pitic.

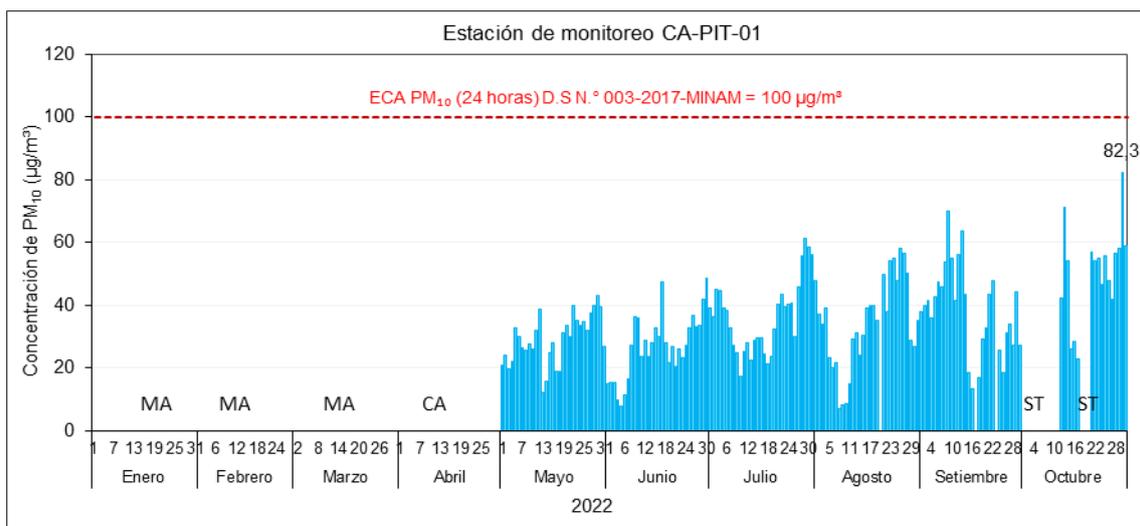
En la representación gráfica por días de la semana (c) se observa que en los días jueves se registraron las mayores concentraciones de  $PM_{10}$  y en los días martes se registraron las menores. En el caso de comportamiento horario (b) se observa que las concentraciones de  $PM_{10}$  desde las 05:00 hasta las 07:00 y de 16:00 a 19:00 horas se incrementan de forma significativa mostrando el pico más alto a las 15:00 horas. En la gráfica de comportamiento mensual (d), se un ascenso significativo de concentración de  $PM_{10}$  desde el mes de julio hasta el mes de octubre.

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»  
 «Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»  
 «Año del bicentenario del Congreso de la República del Perú»



**Figura 4.2.** Concentraciones promedio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) de  $\text{PM}_{10}$ : horarias en los días de la semana, horarias, semanal y mensual, en la estación de monitoreo Pitic, de enero a octubre 2022

En la Figura 4.3. se presentan las concentraciones promedio de 24 horas de  $\text{PM}_{10}$  en la estación de monitoreo CA-PIT-01, de enero a setiembre 2022, las cuales oscilaron de  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a  $82,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , no excedieron el valor de los ECA para aire ( $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 24 horas). Ver Anexo 3.1: Sistematización de datos de aire (en las tablas de Concentraciones horarias y de 24 horas de  $\text{PM}_{10}$ , las cuales son: Tabla 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6).

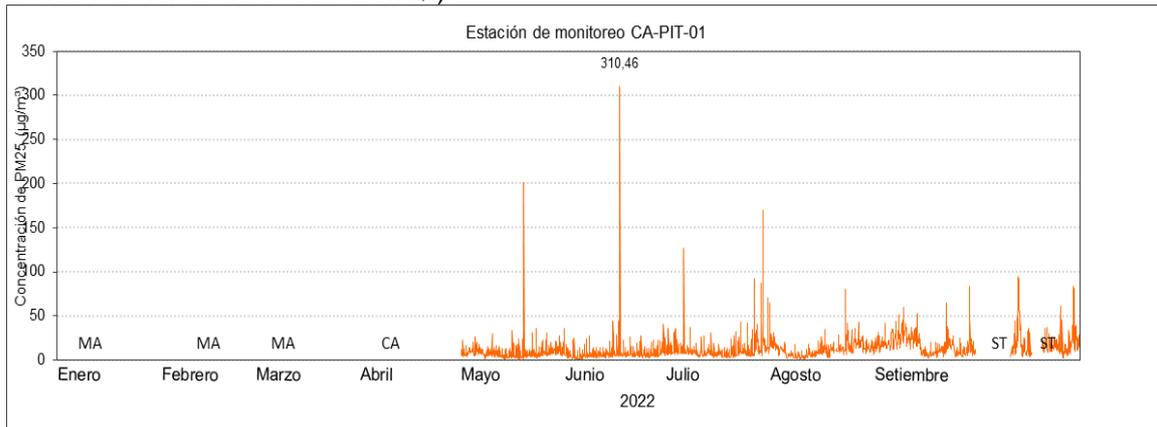


**Figura 4.3.** Concentraciones de 24 horas de  $\text{PM}_{10}$  en la estación de monitoreo Pitic, de enero a octubre de 2022.

CA: Calibración de quipos del 29 de marzo al 24 de mayo 2022  
 MA: Mantenimiento de quipos

ST: Sin transmisión

En la Figura 4.4 se presentan las concentraciones horarias de  $PM_{2.5}$  de enero a octubre 2022, obtenidas desde la estación de monitoreo CA-PIT-01. La mayor concentración horaria de  $PM_{2.5}$  fue de 310,46  $\mu g/m^3$ , registrada con fecha 16 de junio de 2022 a las 07:00 horas. Las concentraciones horarias de  $PM_{2.5}$  no fueron comparadas con los Estándares de calidad ambiental (ECA) para aire porque esta norma no contempla periodos de una hora para ese parámetro. Ver detalle en el Anexo 3: Sistematización de datos de aire (en la tabla concentraciones horarias de  $PM_{2.5}$ ).



**Figura 4.4.** Concentraciones horarias de  $PM_{2.5}$  de enero a octubre estación CA-PIT-01

MA: Mantenimiento de equipos

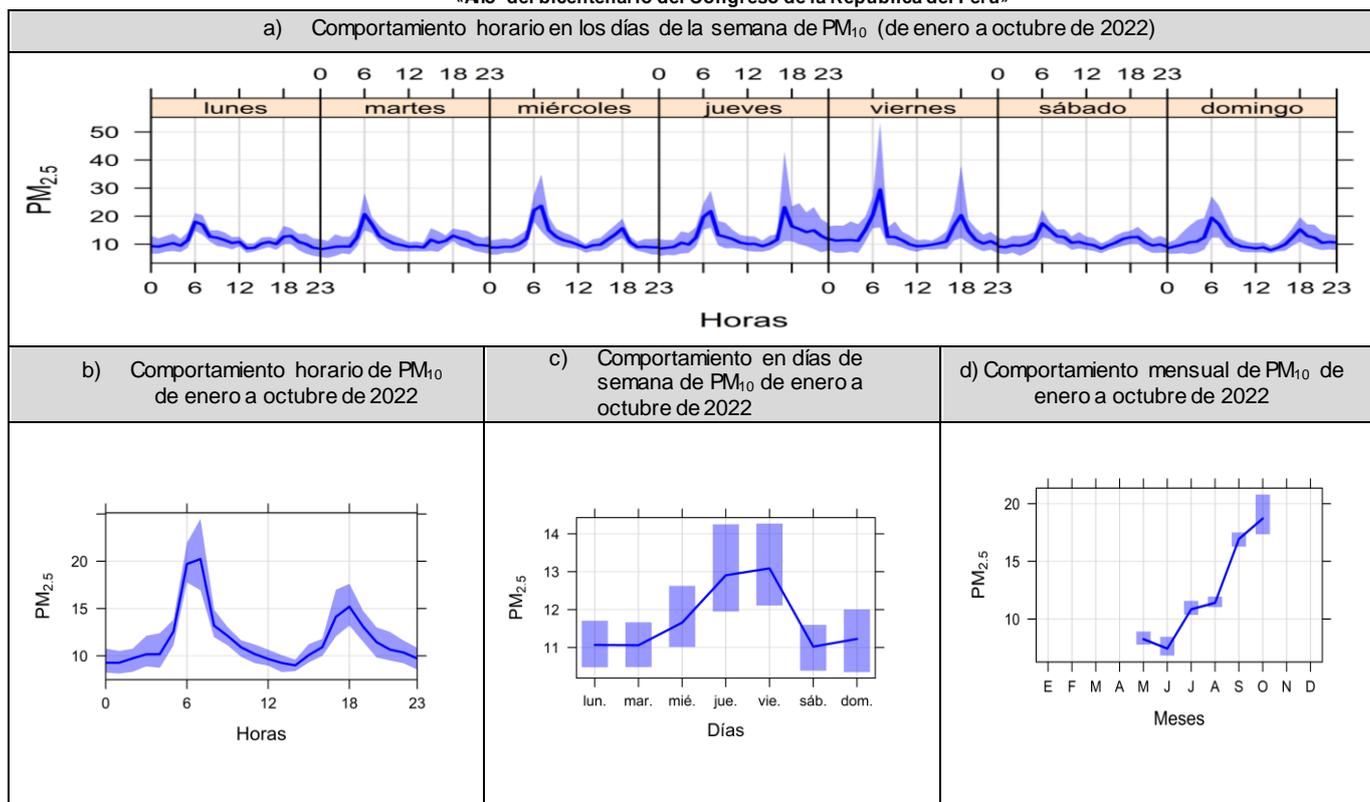
CA: Calibración del equipo Grimm EDM 180

ST: Sin transmisión

En la Figura 4.5. se grafican las medias de las concentraciones de  $PM_{2.5}$  bajo cuatro escenarios: horario y por día de la semana (a), horario (b), por días de la semana (c), mensual (d), de enero a septiembre de 2022, obtenidas desde la estación de monitoreo de Pitic.

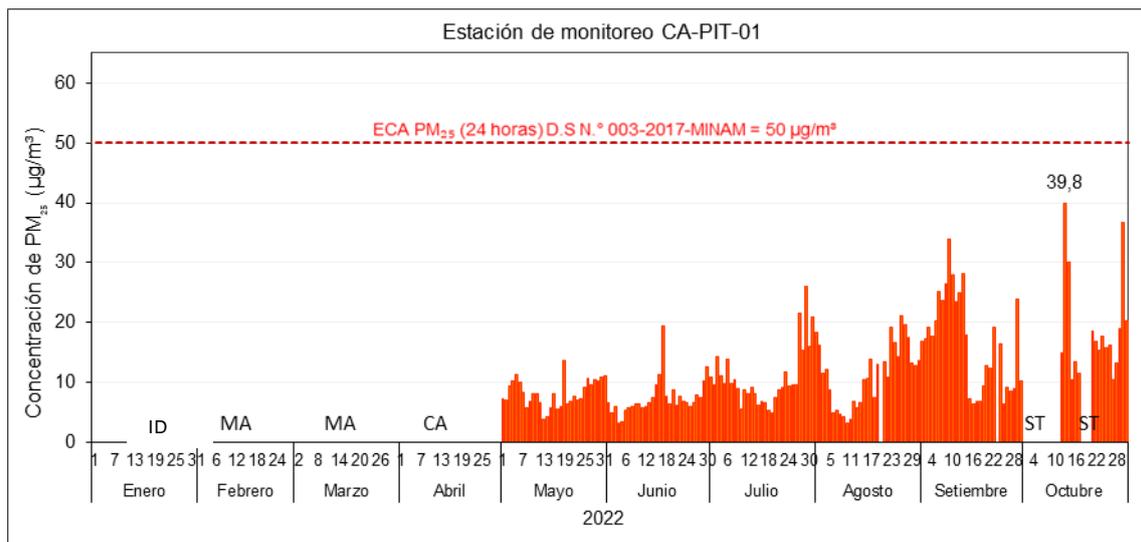
En la representación gráfica por días de la semana (c), se observa que en los días viernes se registraron las mayores concentraciones de  $PM_{2.5}$  y en los días sábados se registraron las menores. En el caso de las medias horarias (b) se observa que las concentraciones de  $PM_{2.5}$  tiene su mayor pico entre las 6 y 7 horas. En la gráfica del comportamiento mensual (d) se observa un ascenso significativo en los meses de setiembre a octubre. Ver detalle en el Anexo 3: Sistematización de datos de aire (en las tablas de Concentraciones horarias y de 24 horas de  $PM_{2.5}$ , las cuales son: Tabla 3.7; 3.8; 3.9; 3.10; 3.11; 3.12)

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»  
 «Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»  
 «Año del bicentenario del Congreso de la República del Perú»



**Figura 4.5.** Concentraciones ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) de  $PM_{2.5}$  promediadas: horas en días de semana, horarios en el día y días de semana, de mayo 2022 en la estación de monitoreo Pitic.

En la Figura 4.6. se presentan las concentraciones promedio de 24 horas de  $PM_{2.5}$  en la estación de monitoreo CA-PIT-01 de enero a octubre 2022, oscilaron de  $3,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a  $39,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , las cuales no excedieron el valor de los ECA para aire  $PM_{2.5}$  ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 24 horas).



**Figura 4.6.** Concentraciones de 24 horas de  $PM_{2.5}$  en la estación de monitoreo Pitic de enero a octubre 2022.

MA: Mantenimiento de equipos  
 CA: Calibración del equipo Grimm EDM 180

ST: Sin transmisión

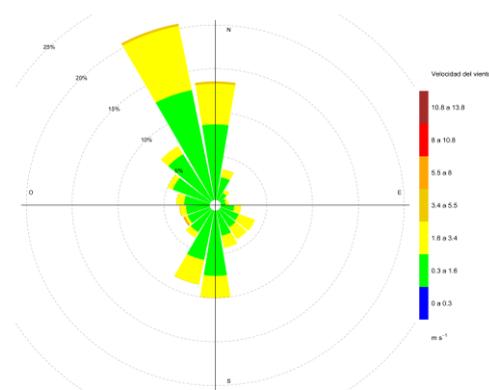
#### 4.1.1 Parámetros meteorológicos Estación CA-PIT-01

En la Tabla 4.7 se presenta un resumen de los resultados de los parámetros meteorológicos de mayo a octubre de 2022: presión atmosférica, precipitación, temperatura ambiental, humedad relativa y velocidad del viento. Los valores horarios de dichos parámetros se presentan en el Anexo 3.1: Sistematización de datos de aire (en las tablas de Datos meteorológicos, las cuales son: Tabla 3.13)

**Tabla 4.7.** Resultados de los parámetros meteorológicos registrados de mayo a septiembre 2022 en la estación de monitoreo CA-PIT-01

Mes	Valores	Presión barométrica (mmHg)	Precipitación (mm)	Temperatura ambiental (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)
Mayo	Mínimo	502,9	-	3,8	25,5	0,4
	Máximo	508,4	-	18,4	80,7	3,2
	Promedio	505,7	-	10,7	53,0	1,3
Junio	Mínimo	502,9	0	1,5	9,1	0,5
	Máximo	508,9	47,0	20,2	87,6	5,4
	Promedio	506,0	0,3	10,3	44,1	1,4
Julio	Mínimo	502,7	0	3,0	7,2	0,4
	Máximo	509,5	4,8	21,5	83,6	5,6
	Promedio	506,3	0,5	11,6	39,3	1,4
Agosto	Mínimo	488,7	1,6	-5,9	4,4	0,3
	Máximo	495,0	0	19,5	91,4	5,8
	Promedio	492,0	0,1	9,0	48,3	1,6
Septiembre	Mínimo	482,7	0,0	1,2	12,6	0,5
	Máximo	488,5	2,0	18,5	98,2	5,8
	Promedio	485,7	0,1	9,1	56,7	1,9

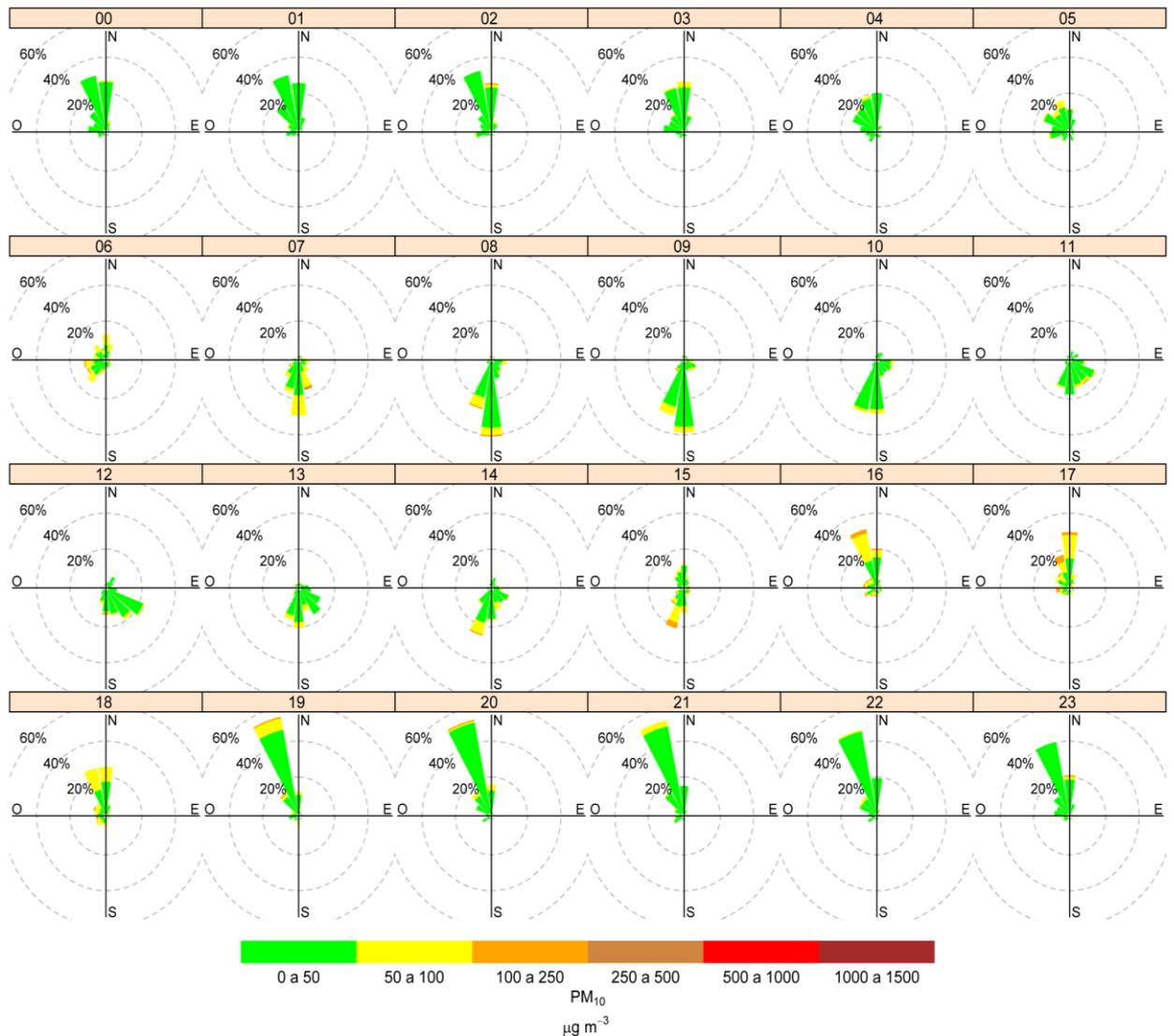
en la Figura 4.7 se presenta la rosa de los vientos anual para el periodo de mayo a septiembre, de la estación de monitoreo CA-PIT-01. Se observa que la predominancia de los vientos provinieron del nor noroeste (NNW) con una frecuencia de 21 %, norte (N) con una frecuencia de 14% y del sur (S) con una frecuencia de 10%, con vientos del tipo, brisa ligera (de 1,6 a 3,4 m/s), brisa suave (de 3,4 a 5,5 m/s) y brisa moderada (de 5,5 a 8,0 m/s).



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»  
«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»  
«Año del bicentenario del Congreso de la República del Perú»

**Figura 4.7.** Rosa de vientos de la estación de monitoreo Pitic (CA-PIT-01), enero a octubre 2022

la Figura 4.8, se presentan las rosas de concentraciones promedio para cada hora para el material particulado con diámetro menor a 10 micras ( $PM_{10}$ ) resultados del periodo de mayo a octubre de 2022, desde las 00:00 horas hasta las 23:00 horas. De acuerdo con las rosas de concentraciones se puede determinar que entre las 00:00 horas y 05:00 horas en promedio los vientos predominaron en dirección nor noroeste (NNW) norte (N), de 07:00 a 11:00 horas los vientos predominaron en dirección sur (S) y sur suroeste (SSW), de 19:00 a 23:00 horas los vientos predominaron en dirección nor noroeste (NNW).



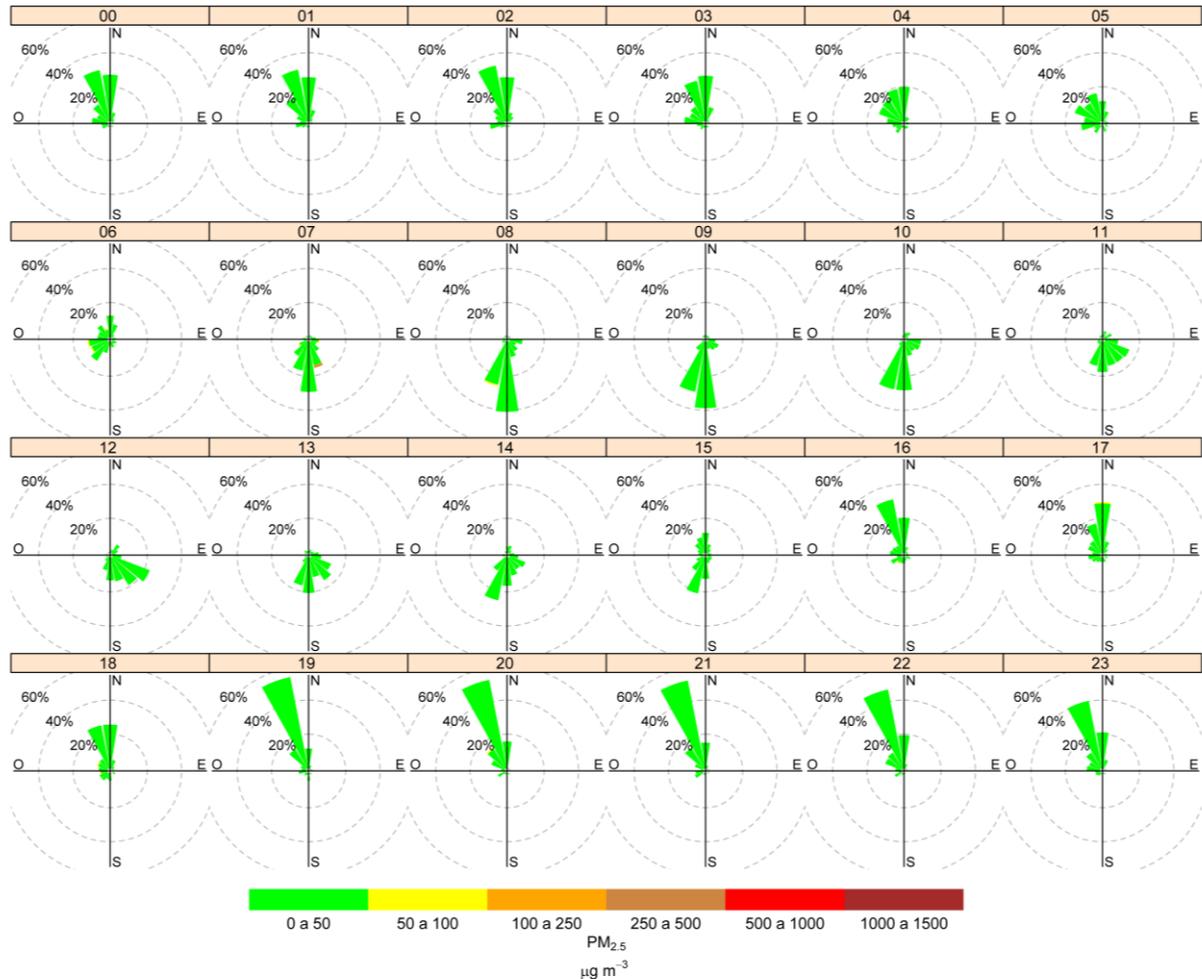
**Figura 4.8.** Rosas de concentración por horas para el  $PM_{10}$ , de las 00:00 horas hasta las 23:00 horas en mayo de 2022

Nota: Las paletas indican la dirección de donde provienen las concentraciones de  $PM_{10}$

En la Figura 4.9, se presentan las rosas de concentraciones promedio para cada hora para el material particulado con diámetro menor a 2,5 micras ( $PM_{2,5}$ ) resultados del periodo del

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»  
 «Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»  
 «Año del bicentenario del Congreso de la República del Perú»

mayo a octubre de 2022, desde las 00:00 horas hasta las 23:00 horas. De acuerdo con las rosas de concentraciones se puede determinar que entre las 00:00 horas y 05:00 horas en promedio los vientos predominaron en dirección nor noroeste (NNW) norte (N), de 07:00 a 11:00 horas los vientos predominaron en dirección sur (S) y sur suroeste (SSW), de 19:00 a 23:00 horas los vientos predominaron en dirección nor noroeste (NNW).



**Figura 4.9.** Rosas de concentración por horas para el  $PM_{2,5}$ , de las 00:00 horas hasta las 23:00 horas de mayo a octubre de 2022

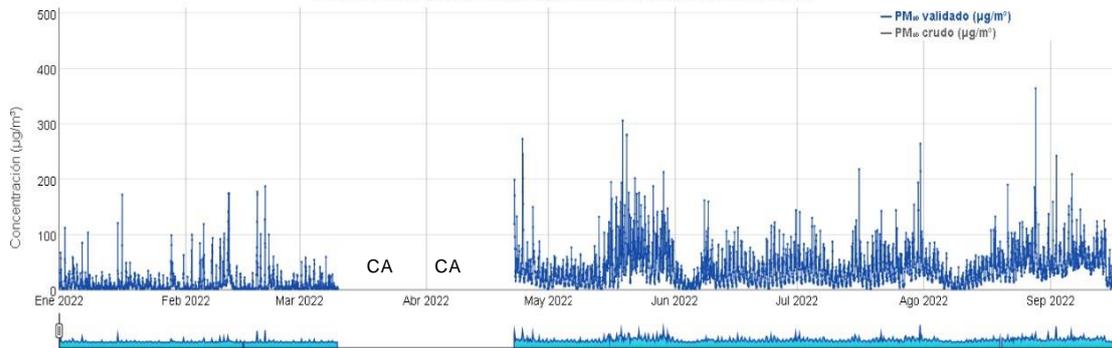
Nota: Las paletas indican la dirección de donde provienen las concentraciones de  $PM_{2,5}$

#### 4.2. Estación de monitoreo Mara (CA-MAR-01)

En la Figura 4.10. se presentan las concentraciones horarias de  $PM_{10}$  de enero a setiembre de 2022. Las concentraciones oscilaron de una mínima de  $0,1 \mu g/m^3$  registrado el 31 de enero a las 03:00 horas y máxima concentración de  $364,59 \mu g/m^3$  que se registró el 28 de agosto a las 12:00 horas. Las concentraciones horarias de  $PM_{10}$  no fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire porque esta norma no contempla concentraciones de  $PM_{10}$  para periodo de 1 hora, ver detalle en el Anexo 3.2 (Tabla 3.1., 3.2., 3.3., 3.4., 3.5., 3.6., 3.7., 3.8., 3.9. Concentraciones horarias de  $PM_{10}$ ).

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»  
«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»  
«Año del bicentenario del Congreso de la República del Perú»

Evolución horaria para material particulado con diámetro menor de 10 micras (PM<sub>10</sub>)



**Figura 4.10.** Concentraciones horarias de PM<sub>10</sub> de enero a setiembre de 2022 en la estación de Mara

CA: Calibración del equipo Grimm EDM 180, se instaló los equipos de monitoreo el 22 de mayo a las 16:00 horas

En la Figura 4.11. se presentan las concentraciones promedio de 24 horas de PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo CA-MAR-01 de enero a octubre de 2022, que oscilaron de 2,8 µg/m<sup>3</sup> a 95,8 µg/m<sup>3</sup>, por lo cual no se excedió el valor de los ECA para aire (100 µg/m<sup>3</sup> en 24 horas). Ver Anexo 3.2 (Tabla 3.1., 3.2., 3.3., 3.4., 3.5., 3.6., 3.7., 3.8., 3.9. Concentraciones horarias de PM<sub>10</sub>).

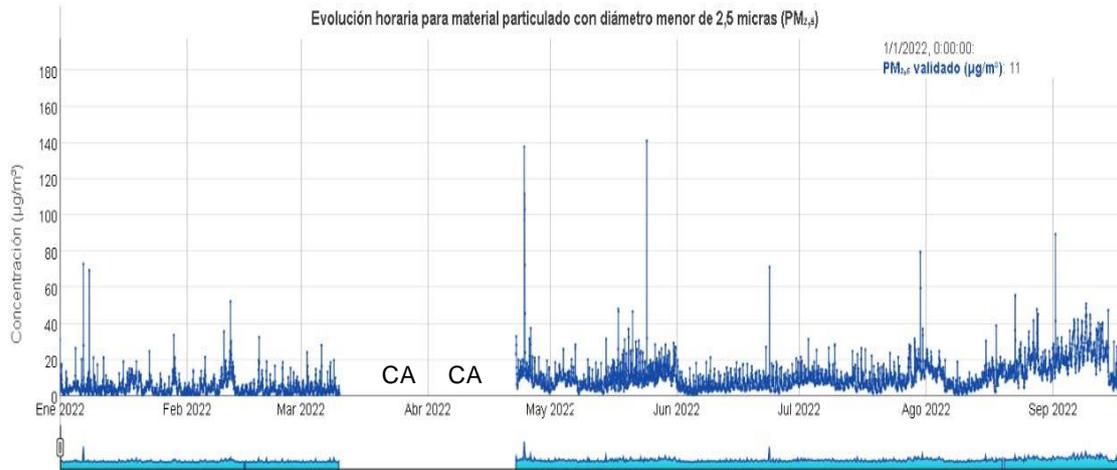


**Figura 4.11.** Concentraciones de 24 horas de PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo Mara de enero a setiembre 2022.

CA: Calibración de equipos

En la Figura 4.12. se presentan las concentraciones horarias de PM<sub>2.5</sub> de enero a setiembre de 2022. Las concentraciones oscilaron de una mínima de 0,1 µg/m<sup>3</sup> registrado el 31 de enero a las 03:00 horas y máxima concentración de 141,1 µg/m<sup>3</sup> que se registró el 24 de mayo a las 17:00 horas. Las concentraciones horarias de PM<sub>2.5</sub> no fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire porque esta norma no contempla concentraciones de PM<sub>10</sub> para periodo de 1 hora, ver detalle en el Anexo 3 (Tabla 3.10, 3.11, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15, 3.16, 3.17, 3.18 Concentraciones horarias de PM<sub>2.5</sub>).

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»  
«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»  
«Año del bicentenario del Congreso de la República del Perú»



**Figura 4.12.** Concentraciones horarias de  $PM_{2.5}$  de enero a setiembre de 2022  
CA: Calibración del equipo Grimm EDM 180

En la Figura 4.13. se presentan las concentraciones promedio de 24 horas de  $PM_{2.5}$  en la estación de monitoreo CA-MAR-01 de enero a setiembre de 2022, que oscilaron de  $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a  $35,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  las cuales no excedieron el valor de los ECA para aire  $PM_{2.5}$  ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 24 horas).



**Figura 4.13.** Concentraciones de 24 horas de  $PM_{2.5}$  en la estación de monitoreo Mara de enero a setiembre 2022.  
CA: Calibración de equipos

#### 4.1.1 Parámetros meteorológicos Estación CA-MAR-01

En la Tabla 4.8 se muestran los resultados de las condiciones meteorológicas registradas desde enero hasta setiembre de 2022. El detalle del registro se presenta en el Anexo 3: Sistematización de catos de aire (en la Tabla 3.3. Datos Meteorológicos).

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

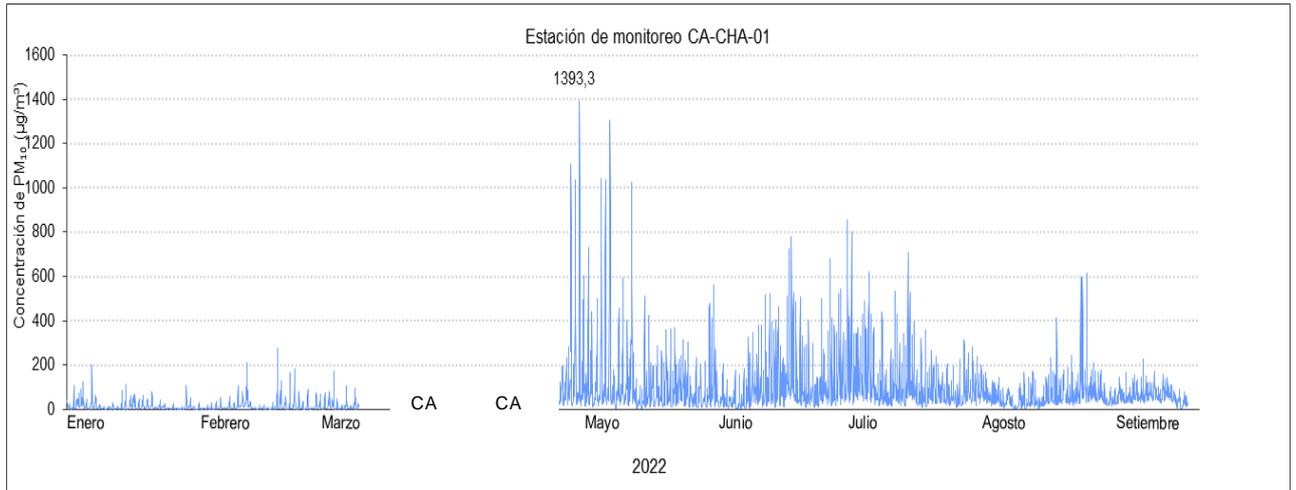
«Año del bicentenario del Congreso de la República del Perú»

**Tabla 4.8.** Resultados y parámetros meteorológicos registrados en la estación de monitoreo CA-MAR-01, de abril a setiembre de 2022

Mes	Valores	Presión barométrica (mmHg)	Precipitación (mm)	Temperatura ambiental (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)
Abril	Mínimo	644,8	0,0	2,3	2,7	0,6
	Máximo	650,8	2,6	17,4	97,1	3,1
	Promedio	648,1	0,21	9,0	65,0	1,5
Mayo	Mínimo	483,5	-	-1,1	18,4	0,3
	Máximo	488,7	-	17,5	98,2	4,1
	Promedio	486,3	-	7,9	63,4	1,7
Junio	Mínimo	483,4	0	-1,9	11,4	,4
	Máximo	488,4	2	16,5	96,1	4,1
	Promedio	485,9	0,2	6,7	54,5	1,8
Julio	Mínimo	443,7	0	-0,8	9,0	0,7
	Máximo	489,2	11,60	18,5	94,4	3,9
	Promedio	486,2	1,38	7,8	49,3	1,8
Agosto	Mínimo	482,7	0,0	-1,0	5,1	0,4
	Máximo	788,5	0,80	18,0	95,0	4,8
	Promedio	485,8	0,09	8,5	53,7	1,8
Septiembre	Mínimo	482,7	0,0	1,2	12,6	0,5
	Máximo	488,5	2,0	18,5	98,2	5,8
	Promedio	485,7	0,1	9,1	56,7	1,9

### 4.3 Estación de monitoreo Challhuahuacho (CA-CHA-01)

En la Figura 4.14. se presentan las concentraciones horarias de  $PM_{10}$  de enero a setiembre de 2022 de la estación de monitoreo de Challhuahuacho. Las concentraciones oscilaron de una mínima de  $0,20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  registrado el 15 de enero a las 00:00 horas y máxima concentración de  $1393,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  que se registró el 29 de abril a las 19:00 horas. Las concentraciones horarias de  $PM_{10}$  no fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire porque esta norma no contempla concentraciones de  $PM_{10}$  para periodo de 1 hora, ver detalle en el Anexo 3 (Tabla 3.4. Concentraciones horarias de  $PM_{10}$ ).

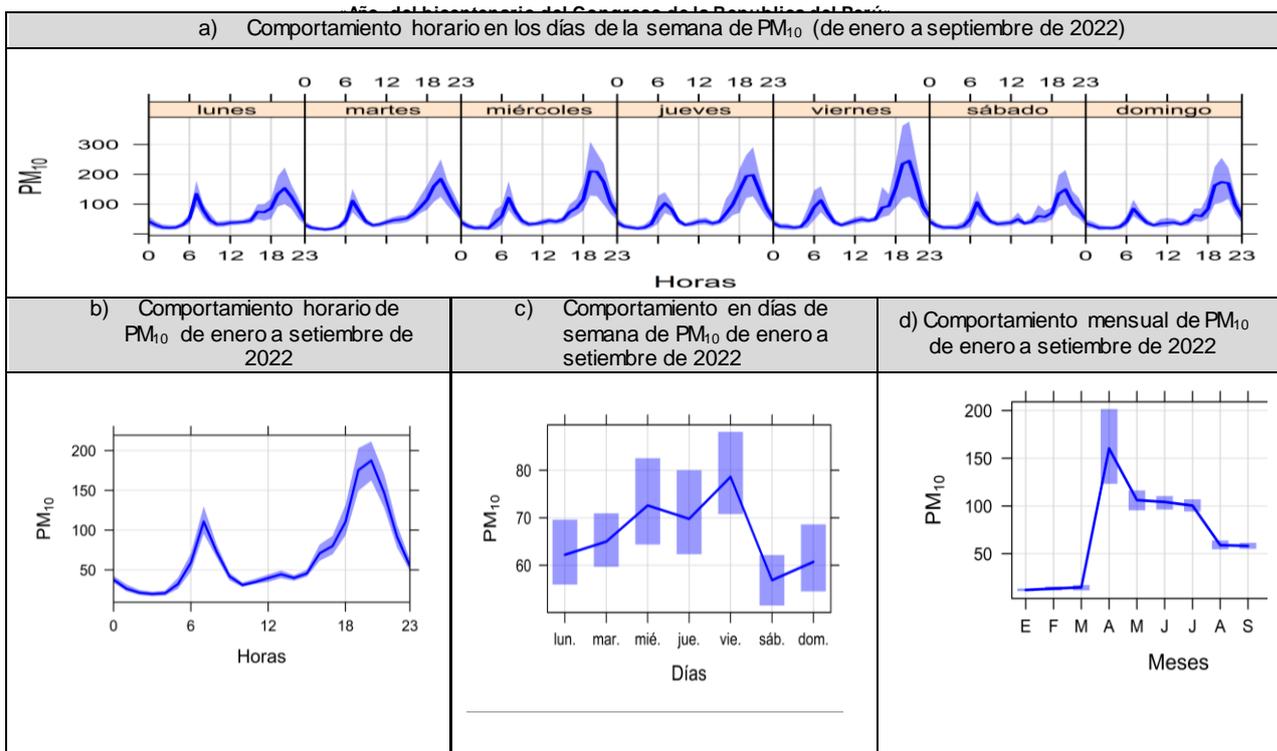


**Figura 4.14.** Concentraciones horarias de  $PM_{10}$  del enero a setiembre de 2022

CA: Calibración del equipo

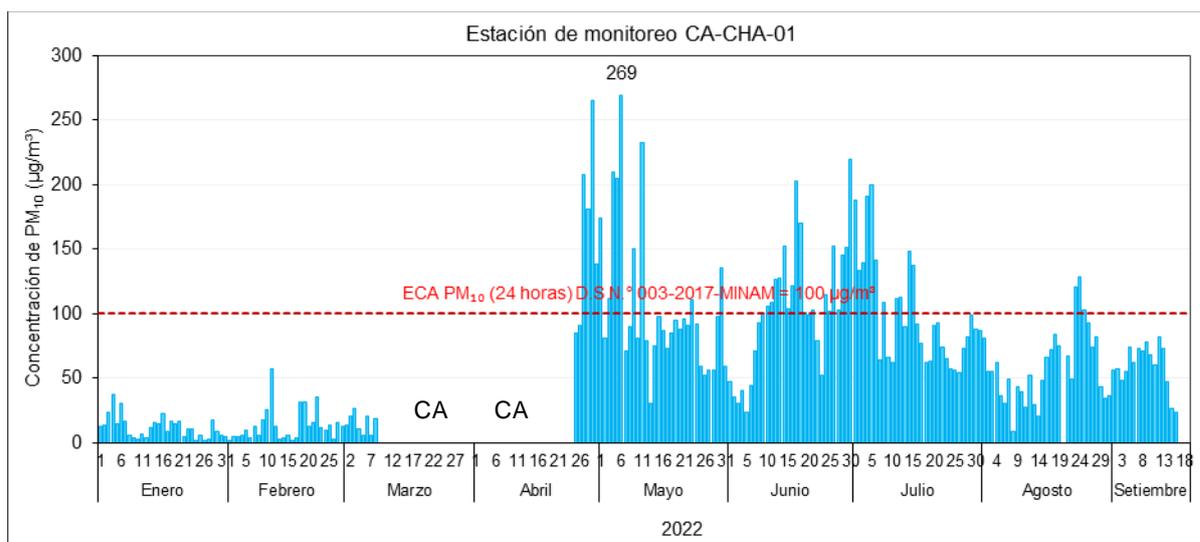
En la Figura 4.15 se grafican las medias de las concentraciones de  $PM_{10}$  bajo cuatro comportamientos: horario y por días de la semanas (a), horario (b), por días de la semana (c) y mensual (d), de enero a setiembre 2022. En la representación gráfica por días de la semana (c), se observa que en los días viernes se registraron las mayores concentraciones de  $PM_{10}$  y en los días sábados se registraron las menores concentraciones. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de  $PM_{2,5}$  tiene su pico de 19:00 a 21:00 horas. En la gráfica del comportamiento mensual (d), se observa que la tendencia de las concentraciones de  $PM_{10}$  mostro un ascenso significativo los meses de abril a julio de 2022.

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»  
«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»



**Figura 4.15.** Concentraciones ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) de PM<sub>10</sub> promediadas: horas en días de semana, horarios en el día, días de semana y meses de enero a setiembre 2022 en la estación de monitoreo Challhuahuacho.

En la Figura 4.16. se presentan las concentraciones de 24 horas de PM<sub>10</sub> de enero a setiembre 2022, Las concentraciones oscilaron entre una mínima de 1,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  registrada el 01 de febrero y una máxima de 269,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  registrada el 06 de mayo, este último valor excede el valor de los ECA para aire de PM<sub>10</sub> (100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 24 horas) generando las alertas correspondientes. El detalle del registro de las concentraciones se presenta en el Anexo 3.3: Sistematización de datos validados (Tabla Concentraciones horarias y 24 horas de PM<sub>10</sub>).



**Figura 4.16.** Concentraciones de 24 horas de PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo de Challhuahuacho de enero a setiembre de 2022.

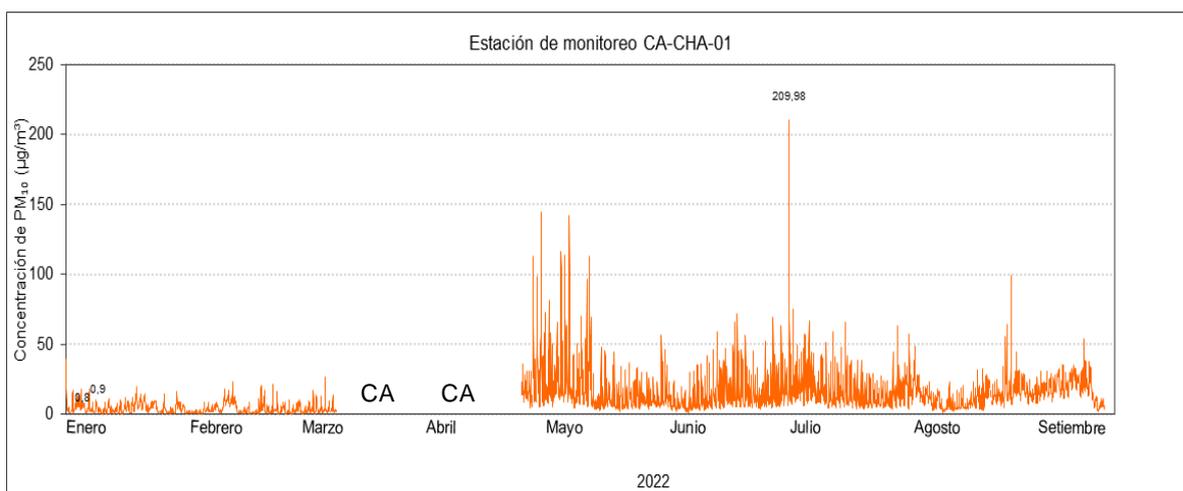
CA: calibración de equipos

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del bicentenario del Congreso de la República del Perú»

En la Figura 4.17 se presentan las concentraciones horarias de  $PM_{2.5}$  de noviembre 2021 a octubre 2022, obtenidas desde la estación de monitoreo CA-CP-01. La mayor concentración horaria de  $PM_{2.5}$  fue de 209,98  $\mu g/m^3$ , registrada con fecha de 30 de junio de 2022 a las 19:00 horas. Las concentraciones horarias de  $PM_{2.5}$  no fueron comparadas con los Estándares de calidad ambiental (ECA) para aire porque esta norma no contempla periodos de una hora para ese parámetro. Ver detalle en el Anexo 3: Sistematización de datos de aire (en la tabla concentraciones horarias de  $PM_{2.5}$ ).

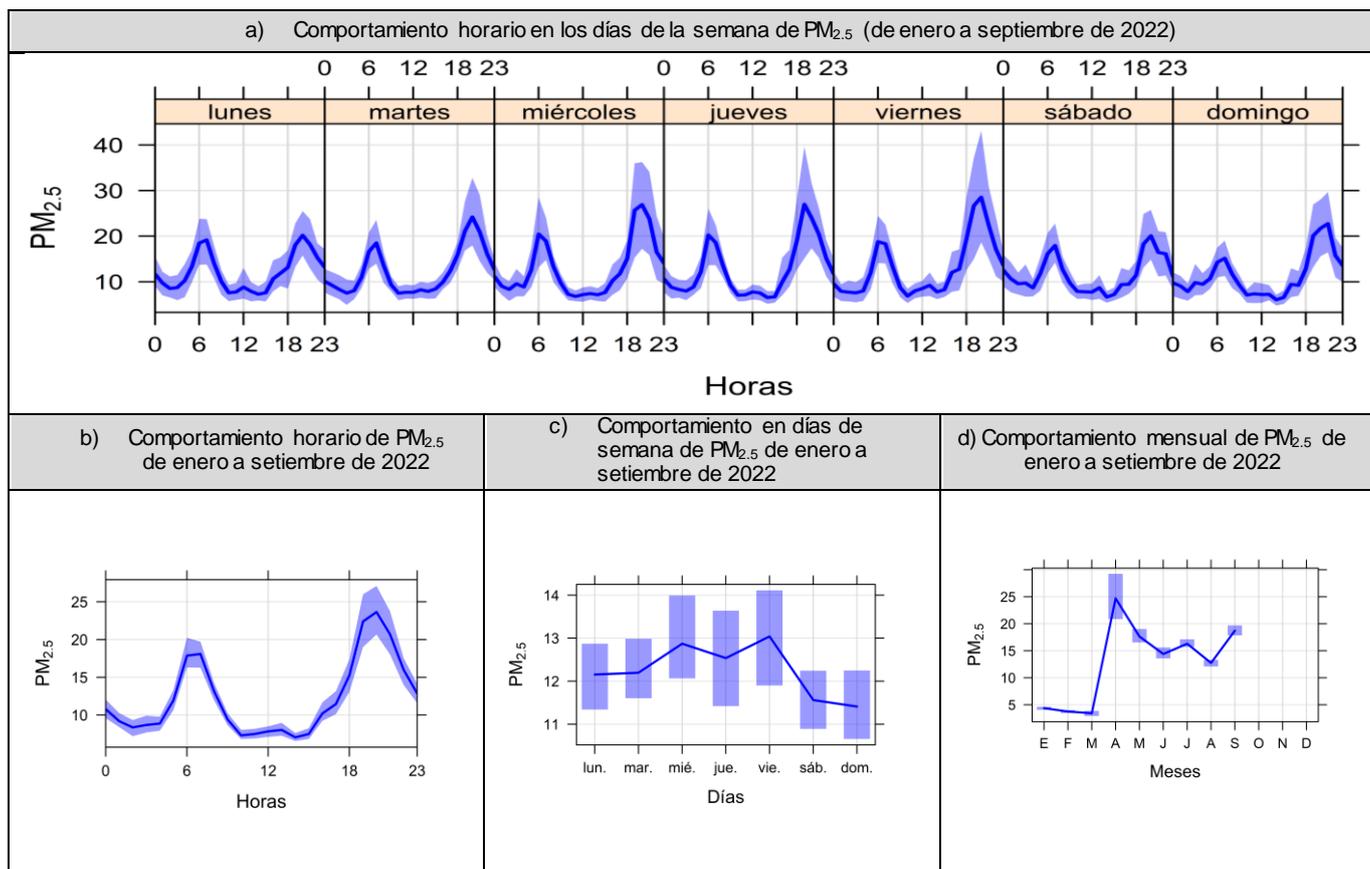


**Figura 4.17** Concentraciones de 24 horas de  $PM_{2.5}$  en la estación de monitoreo CA-CHA-01 (ubicada en Challhuahuacho), de enero a setiembre 2022.

CA: calibración de equipos

En la Figura 4.18 se grafican las medias de las concentraciones de  $PM_{2.5}$  bajo cuatro comportamientos: horario y por días de la semana (a), horario (b), por días de la semana (c) y mensual (d), de enero a octubre 2022. En la representación gráfica por días de la semana (c), se observa que en los días viernes se registraron las mayores concentraciones de  $PM_{2.5}$  y en los días domingo se registraron las menores concentraciones. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de  $PM_{2.5}$  tiene su pico a las 21:00 horas. En la gráfica del comportamiento mensual (3.3d), se observa que la tendencia de las concentraciones de  $PM_{10}$  fue a descender de enero a marzo, con un ascenso significativo los meses de abril a julio.

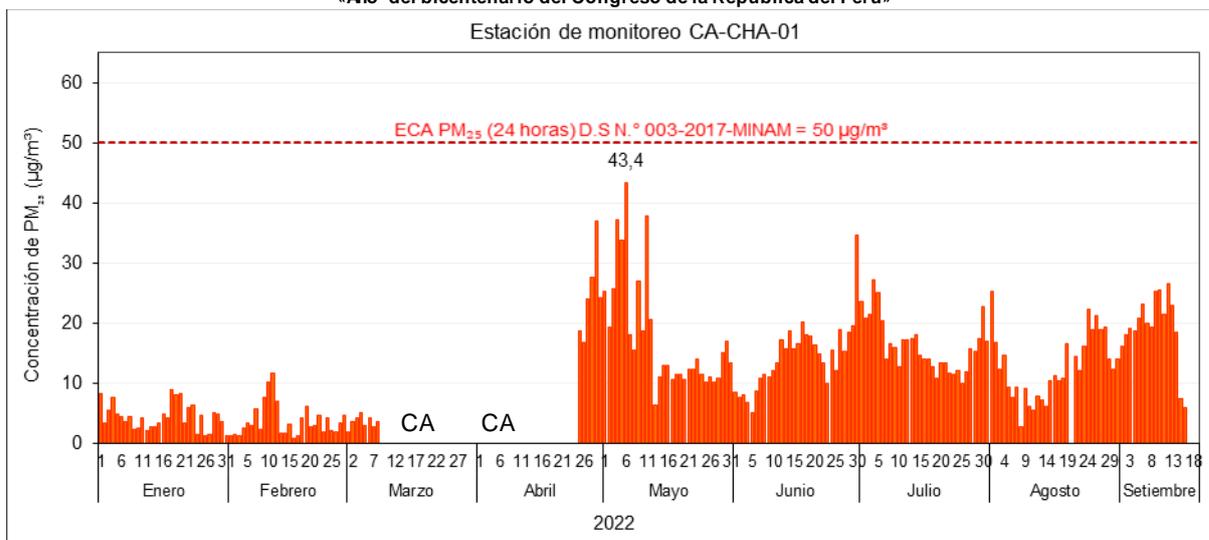
«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»  
 «Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»  
 «Año del bicentenario del Congreso de la República del Perú»



**Figura 4.18** Concentraciones promedio horarias, diario y semanal y mensual de  $PM_{2.5}$  en la estación de monitoreo CA-CHA-01 (ubicada en Challhuahuacho), de enero a setiembre 2022.

En la Figura 4.19 se presentan las concentraciones de 24 horas de  $PM_{2.5}$  de enero a setiembre de 2022, obtenidas desde la estación CA-CHA-01. Estas oscilaron entre una mínima de  $0,9 \mu g/m^3$  (registrada el 16 de febrero de 2022) y una máxima de  $43,4 \mu g/m^3$  (registrada el 06 de mayo), las cuales no excedieron el valor de los ECA para aire de  $PM_{2.5}$  ( $50 \mu g/m^3$  en 24 horas). El detalle del registro de las concentraciones se presenta en el Anexo 3.3: Sistematización de datos de aire (en la tabla concentraciones horarias y 24 horas de  $PM_{2.5}$ ).

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»  
 «Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»  
 «Año del bicentenario del Congreso de la República del Perú»



**Figura 4.19.** Concentraciones de 24 horas de PM<sub>2,5</sub> en la estación de monitoreo Challhuahuacho de enero a setiembre 2022.  
 CA: Calibración de equipos

**4.2.1 Parámetros meteorológicos Estación CA-CHA-01**

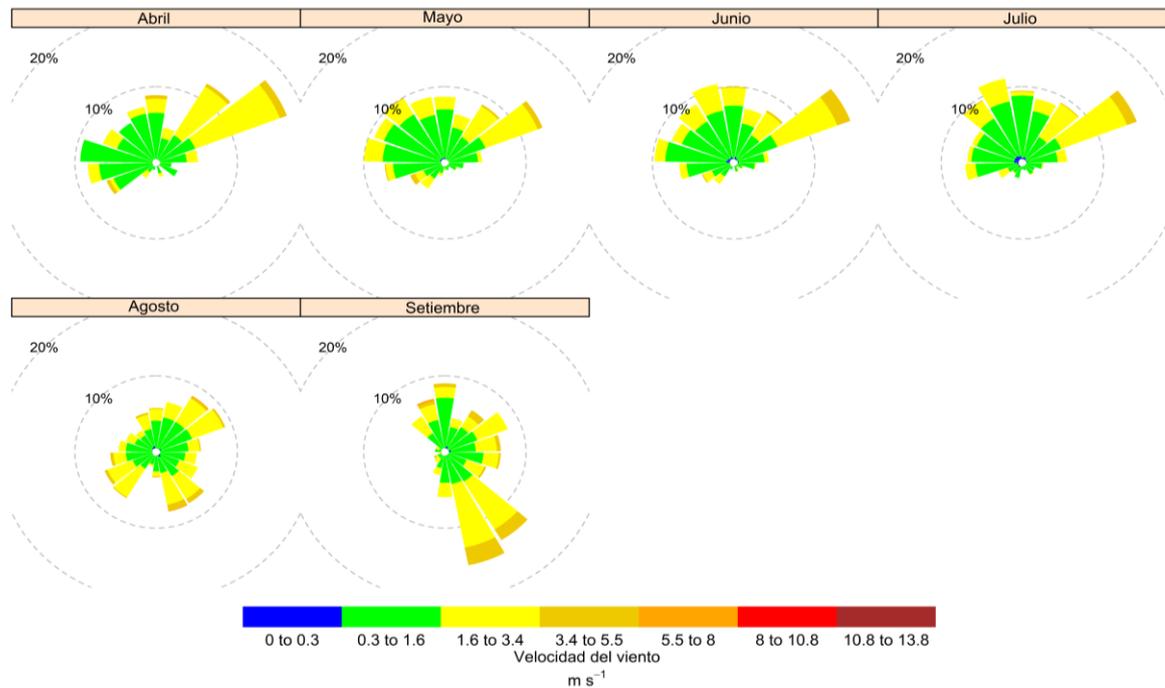
En la Tabla 4.9 se muestran los resultados de las condiciones meteorológicas registradas de enero a setiembre de 2022. El detalle del registro se presenta en el Anexo 3.3: Sistematización de catos de aire (en la Tabla 3.3. Datos Meteorológicos).

**Tabla 4.9.** Resultados y parámetros meteorológicos registrados en la estación de monitoreo CA-CHA-01, de abril a setiembre de 2022

Mes	Valores	Presión barométrica (mmHg)	Precipitación (mm)	Temperatura ambiental (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)
Abril 2022	Mínimo	490,1	0,0	1,2	14,4	0,4
	Máximo	658,8	3,2	19,4	94,0	4,6
	Promedio	592,4	0,15	9,8	59,4	1,4
Mayo	Mínimo	489,6	-4,0	-	14,6	0,3
	Máximo	495,2	18,3	-	96,3	4,9
	Promedio	492,5	8,1	-	59,6	1,3
Junio	Mínimo	489,3	-	-5,1	9,5	0,3
	Máximo	495,0	-	18,3	93,3	5,1
	Promedio	492,2	-	6,4	53,	1,3
Julio	Mínimo	489,4	-	-4,4	6,9	0,2
	Máximo	495,6	-	19,6	92,2	4,1
	Promedio	492,5	-	7,2	48,3	1,2
Agosto	Mínimo	48,7	-	-5,9	4,4	0,3
	Máximo	495,0	-	19,5	91,4	5,8
	Promedio	492,0	-	9,0	48,3	1,8
Septiembre	Mínimo	488,5	0,0	-0,9	13,9	0,3
	Máximo	495,0	0,6	21,0	87,2	7,3
	Promedio	491,9	0,1	9,9	48,6	1,8

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»  
 «Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»  
 «Año del bicentenario del Congreso de la República del Perú»

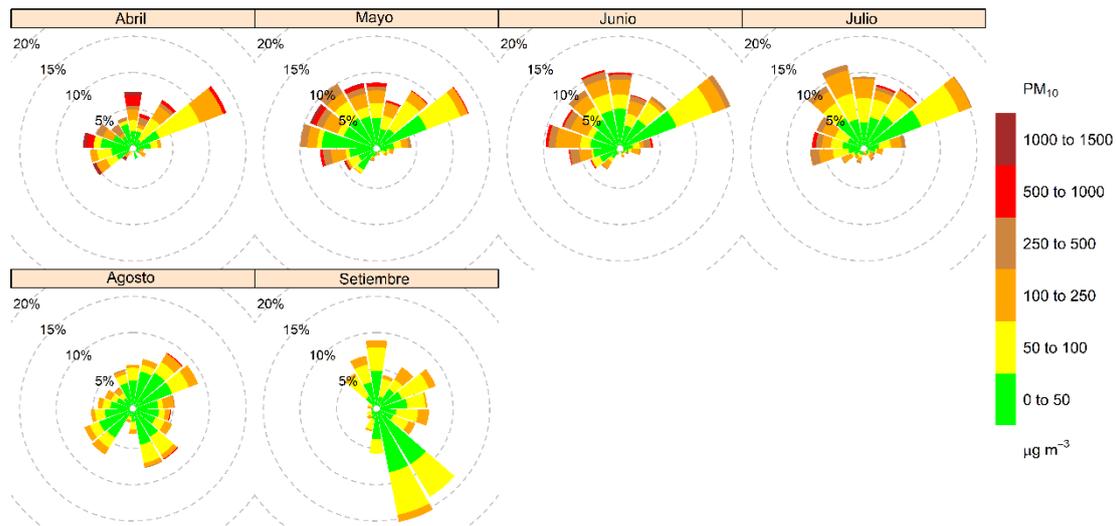
En cuanto a la velocidad y dirección del viento, en la Figura 4.25 se presenta la rosa de vientos para el periodo de abril a setiembre de 2022, de la estación CA-CHA-01, se observa que la predominancia de los vientos los meses de abril, mayo, junio y julio provino noreste (NE) y de sur sureste (SSE) los meses de agosto y setiembre con vientos del tipo ventolina (0,3 m/s a 1,5 m/s), brisa ligera (1,6 m/s a 3,1 m/s) y brisa suave (3,4 m/s a 5,4 m/s) con frecuencias de 17% y 18% respectivamente.



**Figura 4.20.** Rosa de vientos de la estación de monitoreo Challhuahuacho (CA-CHA-01), abril a setiembre de 2022

En la Figura 4.21 se grafica las rosas de concentración de PM<sub>10</sub> por meses, de abril a setiembre de 2022, de la estación de monitoreo CA-CHA-01. Se observa que los meses de abril, mayo junio y julio las direcciones predominantes fueron las de este noreste (ENE) y los meses de agosto y setiembre predominaron de la dirección sursureste (SSE), y las concentraciones predominantes de PM<sub>10</sub> variaron entre 0,2 µg/m<sup>3</sup> y 1393,30 µg/m<sup>3</sup>.

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»  
«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»  
«Año del bicentenario del Congreso de la República del Perú»

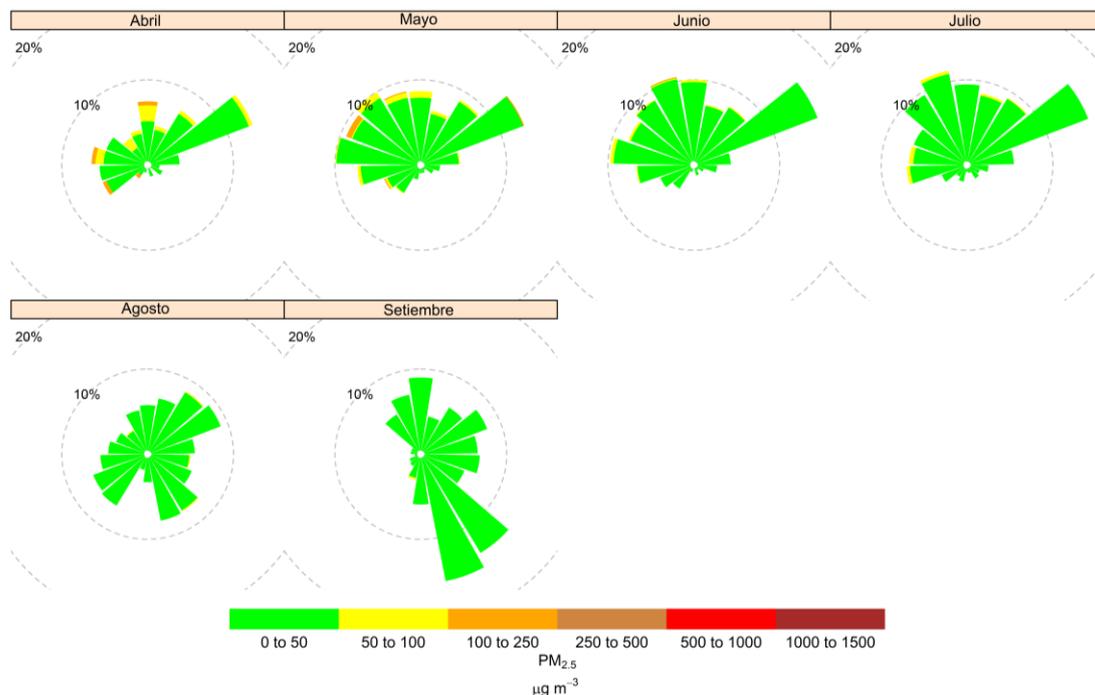


**Figura 4.21.** Rosas de concentración por horas para el PM<sub>10</sub>, por mes de enero a setiembre de 2022

Nota: Las paletas indican la dirección de donde provienen las concentraciones de PM<sub>10</sub>

En la Figura 4.22 se grafica las rosas de concentración de PM<sub>2.5</sub> por meses, de abril a setiembre de 2022, de la estación de monitoreo CA-CHA-01. Se observa que las direcciones predominantes fueron las de este noreste (ENE) y los meses de agosto y setiembre predominaron de la dirección sursureste (SSE), variaron entre 0,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 209,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»  
«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»  
«Año del bicentenario del Congreso de la República del Perú»



**Figura 4.22.** Rosas de concentración por horas para el  $PM_{2.5}$ , por meses de abril a setiembre de 2022

Nota: Las paletas indican la dirección de donde provienen las concentraciones de  $PM_{2.5}$

## 5. ALERTAS

Durante la evaluación ambiental de seguimiento de la calidad del aire, se presentaron excedencias de los valores establecidos para el ECA de  $PM_{10}$  D.S. N°003-2017-MINAM ( $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 24 horas) en la estación de monitoreo de calidad de aire Challhuahuacho (CA-CHA-01) por consiguiente se generó la alerta correspondiente en la Tabla 5.1 se detalla la alerta reportada.



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»

«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»

«Año del bicentenario del Congreso de la República del Perú»

**Tabla 5.1** Excedencias de ECA para aire presentadas en la estación CA-CHA-01

Lugar	Matriz	Código Estación	Coordenadas UTM WGS-84 Zona		Parámetro	Fecha	Valor ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Estándar de Calidad Ambiental para Aire	Sustento
			18L						
			Este (m)	Norte (m)					
Challhuahuacho	Aire	CA-CHA-01	797713	8438314	Material particulado con diámetro menor a 10 micras ( $\text{PM}_{10}$ )	27/04/2022	208,0	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM
						28/04/2022	181,3		
						29/04/2022	265,2		
						30/04/2022	138,9		
						01/05/2022	173,9		
						03/05/2022	111,2		
						04/05/2022	209,7		
						05/05/2022	204,8		
						06/05/2022	269,0		
						09/05/2022	150,6		
						11/05/2022	232,4		
						23/05/2022	110,9		
						30/05/2022	135,4		
						10/06/2022	106,2		
						11/06/2022	108,3		
						12/06/2022	126,2		
						13/06/2022	127,5		
						14/06/2022	152,4		
						15/06/2022	104,0		
						17/06/2022	202,5		
						18/06/2022	169,8		
						19/06/2022	101,2		
						21/06/2022	103,2		
						24/06/2022	114,6		
						25/06/2022	101,8		
						26/06/2022	152,3		
						27/06/2022	102,9		
						28/06/2022	145,6		
						29/06/2022	151,4		
						30/06/2022	219,7		
01/07/2022	187,5								
02/07/2022	133,5								
03/07/2022	139,1								
04/07/2022	190,4								
05/07/2022	199,7								
06/07/2022	141,4								

## 6. CONCLUSIONES

- Las concentraciones de material particulado  $PM_{10}$  registradas en la estación CA-PIT-01 de enero a setiembre 2022, oscilaron de  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a  $82,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , las cuales no excedieron el valor de los ECA para aire ( $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 24 horas).
- Las concentraciones de material particulado  $PM_{2.5}$  en la estación de monitoreo CA-PIT-01 de enero a octubre 2022, oscilaron de  $3,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a  $39,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , las cuales no excedieron el valor de los ECA para aire  $PM_{2.5}$  ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 24 horas).
- Los resultados de la rosa de los vientos anual para el periodo de mayo a setiembre, de la estación de monitoreo CA-PIT-01 los vientos provinieron del noroeste (NNW) con una frecuencia de 21 %, norte (N) con una frecuencia de 14% y del sur (S) con una frecuencia de 10%, con vientos del tipo, brisa ligera (de 1,6 a 3,4 m/s), brisa suave (de 3,4 a 5,5 m/s) y brisa moderada (de 5,5 a 8,0 m/s).
- Las concentraciones de 24 horas de material particulado  $PM_{10}$  registradas en la estación de monitoreo CA-MAR-01 de enero a octubre de 2022, que oscilaron de  $2,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a  $95,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no excedieron el valor de los ECA para aire ( $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 24 horas).
- Las concentraciones de material particulado  $PM_{2.5}$  registradas en la estación de monitoreo CA-MAR-01 de enero a setiembre de 2022, que oscilaron de  $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a  $35,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  las cuales no excedieron el valor de los ECA para aire  $PM_{2.5}$  ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 24 horas).
- Las concentraciones de material particulado  $PM_{10}$  de 24 horas de  $PM_{10}$  en la estación CA-CHA-01 oscilaron entre una mínima de  $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  registrada el 01 de febrero y una máxima de  $269,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  superando el valor de los ECA para aire de  $PM_{10}$  ( $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 24 horas) en 36 ocasiones los cuales se detallan en la tabla 5.1.
- Las concentraciones de 24 horas de  $PM_{2.5}$  de enero a setiembre de 2022, obtenidas desde la estación CA-CHA-01 oscilaron entre una mínima de  $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (registrada el 16 de febrero de 2022) y una máxima de  $43,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (registrada el 06 de mayo), las cuales no excedieron el valor de los ECA para aire de  $PM_{2.5}$  ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 24 horas).
- La rosa de vientos para el periodo de abril a setiembre de 2022, de la estación CA-CHA-01, se observa que la predominancia de los vientos los meses de abril, mayo, junio y julio provino noreste (NE) y de sur sureste (SSE) los meses de agosto y setiembre con vientos del tipo ventolina ( $0,3 \text{ m/s}$  a  $1,5 \text{ m/s}$ ), brisa ligera ( $1,6 \text{ m/s}$  a  $3,1 \text{ m/s}$ ) y brisa suave ( $3,4 \text{ m/s}$  a  $5,4 \text{ m/s}$ ) con frecuencias de 17% y 18% respectivamente.
- En la gráfica de las rosas de concentración de  $PM_{10}$  por meses, de abril a setiembre de 2022, de la estación de monitoreo CA-CHA-01. Se observa que los meses de abril, mayo, junio y julio las direcciones predominantes fueron las de este noreste (ENE) donde se registraron las mayores concentraciones de  $PM_{10}$  y los meses de agosto y setiembre predominaron de la dirección sursureste (SSE).



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC: Sub Dirección  
Técnica Científica

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»  
«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»  
«Año del bicentenario del Congreso de la República del Perú»

## 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 y fichas de verificación de los equipos.

Atentamente,

[LFAJARDO]

[ABRIOS]

[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: 01171004"



01171004