

**REPORTE N° 00009-2022-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 BRÍOS 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, distritos Velille y Ccapacmarca, provincia Chumbivilcas, departamento Cusco, de noviembre 2021 a octubre 2022.

**REFERENCIA:** Expediente de evaluación 2020-02-0005

**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. DATOS GENERALES**

Los aspectos generales de la evaluación ambiental de seguimiento realizada en el corredor vial Apurímac - Cusco, distritos Velille y Ccapacmarca, provincia Chumbivilcas, departamento Cusco son presentados en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1. Información general de la evaluación ambiental del Corredor vial Apurimac Cusco distritos de Velille y Ccapacmarca provincia de Chumbivilcas Departamento de Cusco

Zona evaluada	Distritos de Velille y Ccapacmarca, provincia Chumbivilcas, departamento Cusco.
Unidades fiscalizables o actividades económicas en la zona	Transporte de camiones de concentrado de minerales de la unidad fiscalizable Unidad Minera Las Bambas, por el corredor vial Apurímac – Cusco, ámbito de la provincia de Chumbivilcas.
Problemática identificada	Posible alteración de la calidad de aire en zonas aledañas al corredor vial Apurímac – Cusco en el ámbito de la provincia Chumbivilcas, departamento Cusco, por la generación de material particulado durante el transporte de camiones de concentrados de minerales.
La actividad se realizó en el marco de	PLANEFA 2022



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»

	Tipo de evaluación	Evaluación ambiental de seguimiento
	Periodo de ejecución	Del 01 al 30 de noviembre de 2021 Del 01 al 31 de diciembre de 2021 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 31 de marzo de 2022 (Código de acción: 0015-3-2022-412) Del 1 al 30 de abril de 2022 Del 1 al 31 de mayo de 2022 (Código de acción: 0014-5-2022-412) Del 1 al 30 de junio de 2022 Del 1 al 31 de julio de 2022 (Código de acción: 0011-7-2022-417) Del 01 al 31 de agosto de 2022 (Código de acción: 0012-8-2022-417) Del 1 al 30 de setiembre de 2022 Del 1 al 31 de octubre de 2022 (Código de acción: 0014-10-2022-417)
	Documentos generados de la EAS	Informe 0002-2020-OEFA/DEAM-STEC REAS-077-2021-STEC REAS-007-2022-STEC REAS-030-2022-STEC REAS-051-2022-STEC REAS-080-2022-STEC REAS-108-2022-STEC REAS-126-2022-STEC REAS-141-2022-STEC REAS-162-2022-STEC

Profesionales que aportaron a este documento:

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 Álvarez	Ingeniera ambiental	Gabinete	CIP 96971
4	Jorge Ivan Garcia Riega	Ingeniero eléctrico	Campo	CIP 180700
5	Clara Madeleine Rojas Villagra	Bióloga	Gabinete y campo	CBP 10561
6	Erslim Pinares Palomino	Bachiller en ingeniería ambiental	Gabinete y campo	-
7	Steven Bendezu Bendezu	Ingeniero ambiental y de recursos naturales	Gabinete y campo	CIP 137996
8	Edgar Escriba Gutiérrez	Ingeniero electrónico	Campo	CIP 129597

## 2. OBJETIVOS

Realizar la evaluación ambiental de seguimiento de la calidad de aire en el corredor vial Cusco Apurímac ubicada en los distritos de Velille y Ccapacmarca, provincia Chumbivilcas, departamento Cusco; a través del monitoreo continuo de parámetros que permitan identificar, registrar y alertar posibles alteraciones en la calidad del aire de noviembre de 2021 hasta octubre de 2022.



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»

### 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

Ubicación de las 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-VE-01	189037	8394335	19L	3768	En la Av. Pacífico, urbanización Patacsillo, contiguo al corredor vial y frente al estadio municipal de Velille, distrito Velille, provincia Chumbivilcas, departamento Cusco.
2	CA-CP-01	823956	8449261	18L	3600	Aproximadamente a 220 metros, al sureste, de la plaza de armas de Ccapacmarca y contiguo al corredor vial, distrito de Ccapacmarca, provincia Chumbivilcas, departamento Cusco.

#### 3.2. Equipos y metodologías de análisis

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

Parámetro	Equipo	Marca	Modelo	Serie	Certificado de calibración
<b>Estación de monitoreo CA-VE-01</b>					
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	Monitor automático de partículas	<i>Thermo Scientific</i>	TEOM 1405	1405A208421003	Equipos en mantenimiento
- Velocidad de viento - Dirección de viento - Temperatura ambiente - Humedad relativa - Precipitación - Presión atmosférica	Estación meteorológica	<i>Campbell Scientific</i>	CR1000	30822	
<b>Estación de monitoreo CA-CP-01</b>					
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	Monitor automático de partículas	<i>GRIMM</i>	EDM 180	8HG19095	-Certificado de calibración LF-1252021
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> )					-Reporte de Verificación de muestreador automático de material particulado (18/09/2022) -Reporte de Verificación de muestreador automático de material particulado (17/07/2022) -Reporte de Verificación de muestreador automático de material particulado (19/08/2022)



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»

Parámetro	Equipo	Marca	Modelo	Serie	Certificado de calibración
- Velocidad de viento - Dirección de viento - Temperatura ambiente - Humedad relativa - Precipitación - Presión atmosférica	Estación meteorológica	Campbell Scientific	CR1000	30821	Certificado de Calibración -LM-3072021 L-M-3082021 -LM-3092021 -LM-3102021 -LM-3112021

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

Parámetro	Método	Técnica Empleada	Estación de monitoreo
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	Método automático	Dispersión de luz	CA-CP-01
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> )			
Velocidad de viento	Método automático	-	CA-CP-01
Dirección de viento			
Temperatura ambiente			
Humedad relativa			
Precipitación			
Presión atmosférica			

Fuente: Protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire (Decreto Supremo N.º 010-2019-MINAM)  
(-): No aplica

### 3.3. Criterios de evaluación

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

Parámetro	Periodo	Formato del estándar		Método de análisis	Norma
		Valor (µg/m <sup>3</sup> )	Criterios de evaluación		
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	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 <sub>2,5</sub> )	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 Y ANALISIS

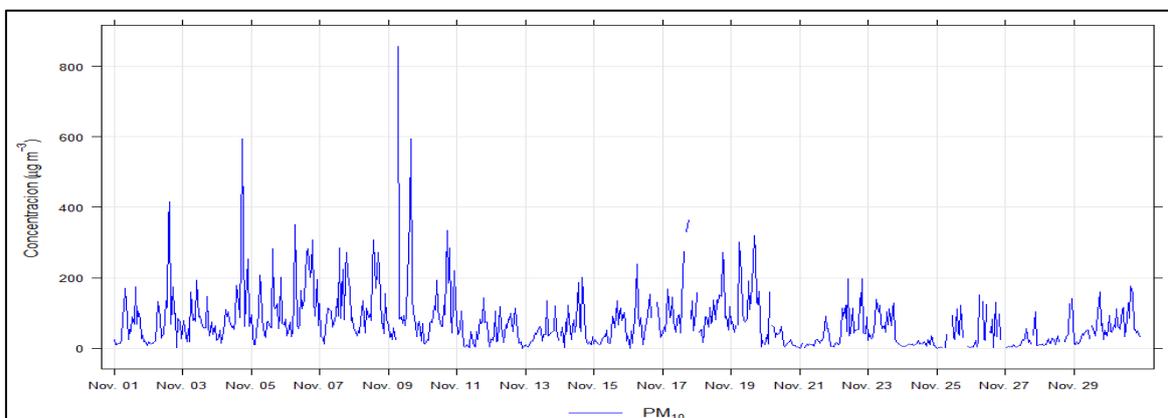
### 4.1. Estación de monitoreo CA-VE-01 (Velille)

Respecto a las condiciones meteorológicas registradas en noviembre de 2021 se aprecia que la presión barométrica varió entre una mínima de 484,0 mmHg y máxima de 490,0 mmHg, registrándose una precipitación máxima de 17,6 mm. La temperatura promedio fue de 10,7 °C alcanzando una mínima de 1,5 °C y una máxima de 21,8 °C, la humedad relativa varió entre 11,0 % y 96,0 % y la velocidad del viento osciló entre 0 m/s y 4,9 m/s. Los valores se presentan en la Tabla 3.5 y el detalle del registro en el Anexo 3 (Tabla 3.5. Datos Meteorológicos).

**Tabla 4.1.** Parámetros meteorológicos registrados en la estación CA-VE-01 en noviembre de 2021

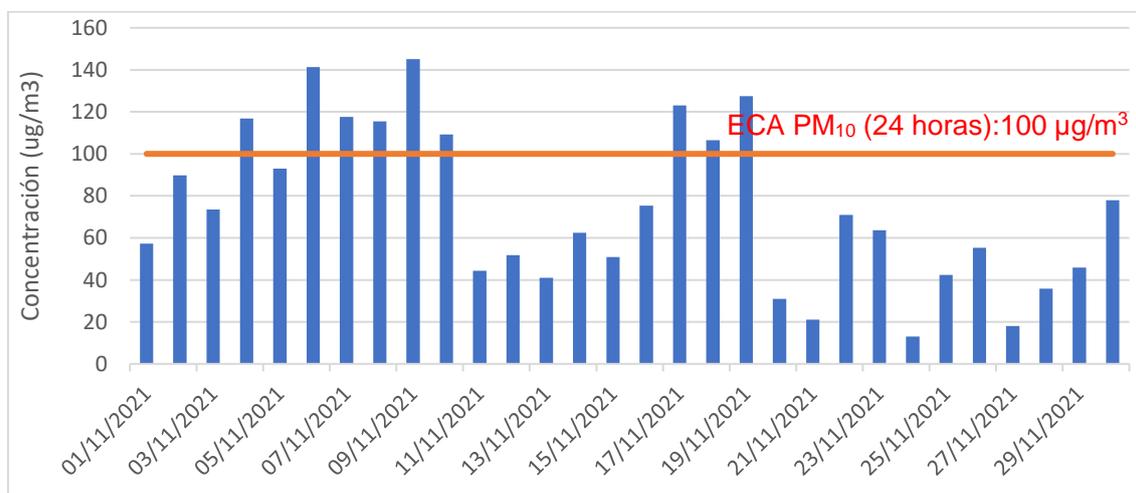
Valores	Presión barométrica (mmHg)	Precipitación (mm)	Temperatura ambiental (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)
Mínimo	484,0	0	1,5	11,0	0
Máximo	490,0	17,6	21,8	96,0	4,9
Promedio	487,9	0,5	10,7	58,4	1,7

En la Figura 4.1. se presentan las concentraciones horarias de PM<sub>10</sub> en noviembre de 2021 en la estación CA-CP-01. La mayor concentración horaria de PM<sub>10</sub> fue de 856,5 µg/m<sup>3</sup> y se registró el 9 de noviembre a las 7:00 h. Las concentraciones horarias de PM<sub>10</sub> no fueron comparadas 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 3.4. Concentraciones horarias de PM<sub>10</sub>).



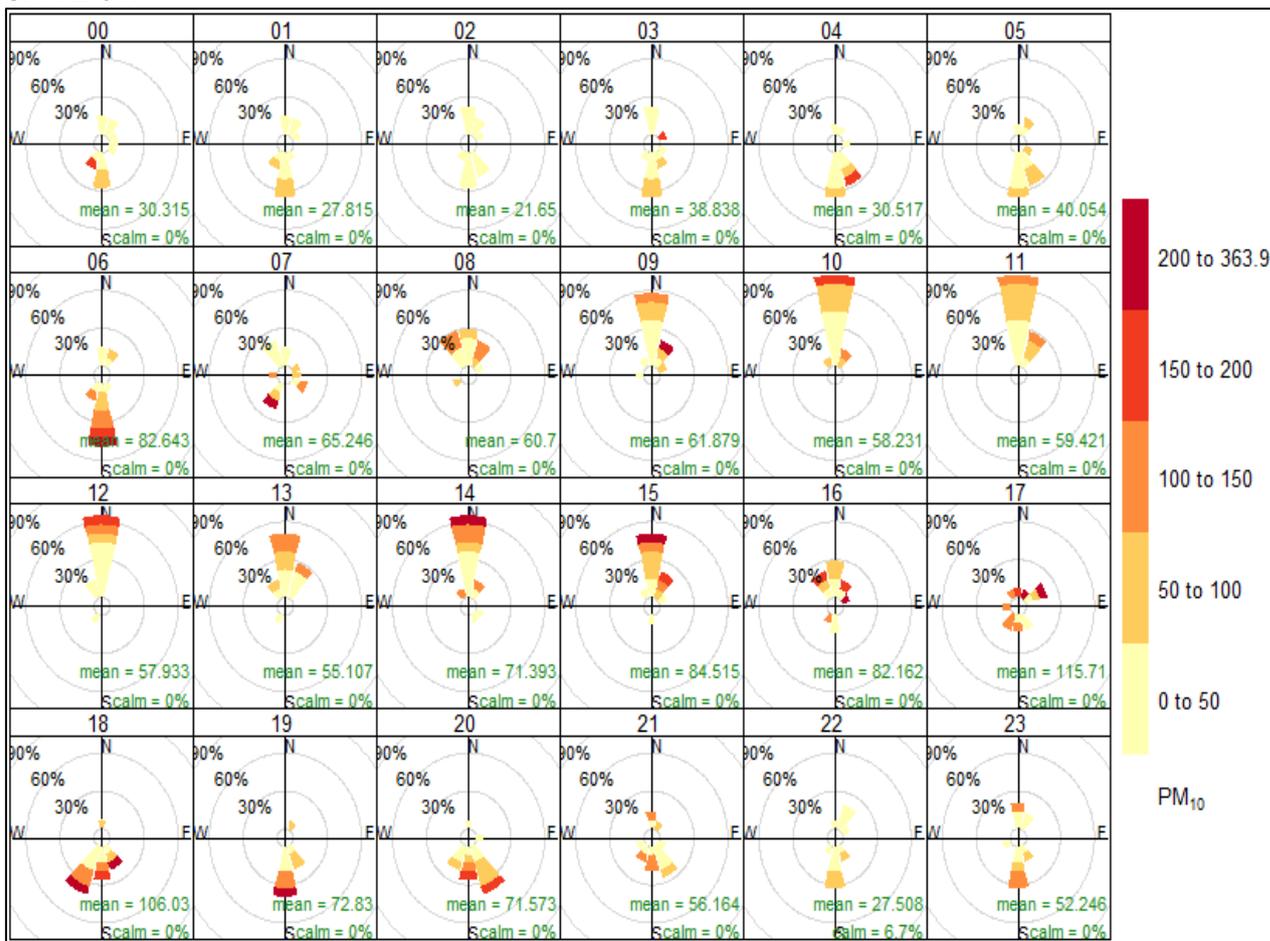
**Figura 4.1.** Concentraciones horarias de PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo Velille (CA-VE-01) en noviembre de 2021

En la Figura 4.2. se presentan las concentraciones de 24 horas de PM<sub>10</sub> en noviembre de 2021, donde se observa que las concentraciones del día 4; 6; 7; 8; 9; 10; 17; 18; 19 de noviembre excedieron el valor de los ECA para aire (100 µg/m<sup>3</sup>). Las concentraciones oscilaron entre una mínima de 13 µg/m<sup>3</sup> registrada el 24 de noviembre y máxima de 145,1 µg/m<sup>3</sup> registrada el 09 de noviembre.



**Figura 4.2.** Concentraciones de 24 horas de PM<sub>10</sub>, en la estación de monitoreo Velille (CA-VE-01) en noviembre de 2021

En la Figura 4.3. se grafica las rosas de concentración por horas para el PM<sub>10</sub> desde las 00:00 horas hasta las 23:00 horas de noviembre de 2021 en la estación de monitoreo CA-VE-01. Se observa que a las 10:00h, 14:00h, 15:00h y 18:00h se alcanzó el rango de concentración de PM<sub>10</sub> entre 200 µg/m<sup>3</sup> y 363 µg/m<sup>3</sup> (paleta marrón oscuro) provenientes predominantemente del norte (N), y sur-suroeste (SSW). Es preciso mencionar que el corredor vial Apurímac - Cusco abarca el sector que comprenden los puntos cardinales sur-sureste (SSE) y norte (N), teniendo como referencia la ubicación de la estación de monitoreo CA-VE-01.



**Figura 4.3.** Rosas de concentración por horas para el PM<sub>10</sub> de las 00:00 horas a las 23:00 horas, en la estación de monitoreo Velille (CA-VE-01) en noviembre de 2021

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

En el 2022, la estación de monitoreo CA-VE-01, ubicada en el distrito de Velille, no registró concentraciones de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, y variables meteorológicas porque los equipos fueron desinstalados debido a que la vía fue asfaltada por lo que no presenta resuspensión de material particulado.

#### 4.2. Estación de monitoreo CA-CP-01 (Ccapacmarca)

En la Tabla 4.4 se muestran los resultados de las condiciones meteorológicas registradas desde noviembre de 2021 hasta octubre de 2022. El detalle del registro se presenta en el Anexo 3: Sistematización de datos de aire (Tablas 3.3; 3.18; 3.21; 3.24; 3.27. Datos Meteorológicos).



PERÚ

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

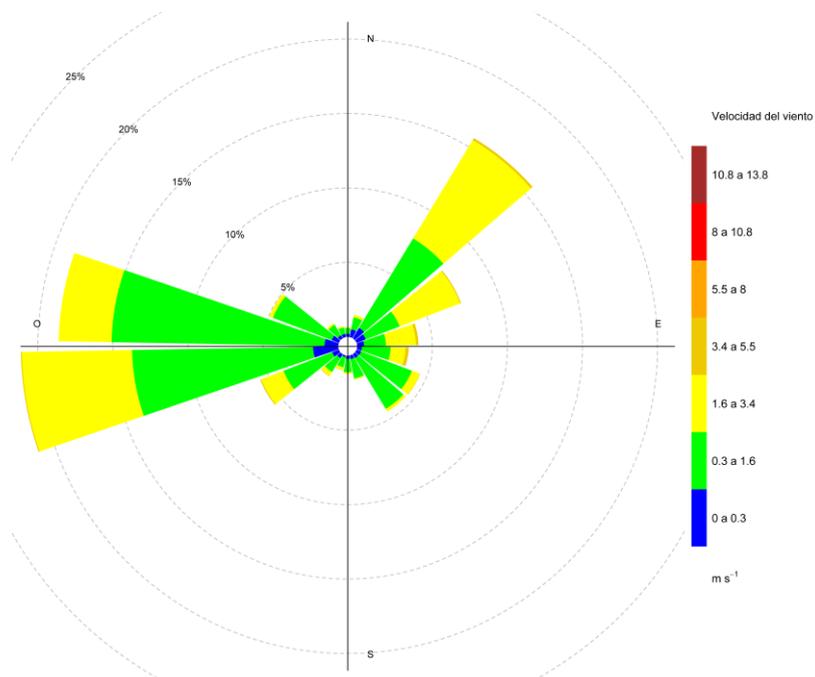
«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»  
«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»  
«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»

**Tabla 4.4.** Resultados y parámetros meteorológicos registrados en la estación de monitoreo CA-CP-01, de noviembre 2021 a octubre de 2022

Mes	Valores	Presión atmosférica (mmHg)	Precipitación (mm)	Temperatura ambiental (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)
Noviembre 2021	Mínimo	493,7	0	5,8	17,9	0,0
	Máximo	500,0	14,4	20,8	86,1	5,3
	Promedio	497,4	0,3	11,6	54,3	1,3
Diciembre 2021	Mínimo	494,8	0	5,1	21,2	0,1
	Máximo	499,9	15,6	20,0	85,6	4,2
	Promedio	497,9	0,3	11,6	56,7	1,2
Enero 2022	Mínimo	494,2	0	3,5	16,2	0,0
	Máximo	500,6	12,9	20,6	87,4	6,0
	Promedio	498,1	0,6	10,0	65,7	1,1
Febrero 2022	Mínimo	495	0	3,4	29,1	0,0
	Máximo	499,9	25	17,8	87,5	3,4
	Promedio	497,7	0,4	4,3	70,3	1,0
Junio 2022	Mínimo	661,1	0,0	1,8	12,8	0,0
	Máximo	668,3	0,0	18,5	89,5	2,9
	Promedio	664,6	0,0	9,2	50,7	1,3
Julio 2022	Mínimo	498,5	0,0	2,9	10,1	0,1
	Máximo	502,0	6,4	19,4	87,9	3,2
	Promedio	498,9	0,1	10,2	46,6	1,4
Agosto 2022	Mínimo	495,1	0,0	2,6	7,2	0,0
	Máximo	501,3	3,6	19,9	92,6	4,1
	Promedio	498,5	0,0	10,7	51,5	1,4
Septiembre 2022	Mínimo	494,4	0,0	4,2	10,6	0,1
	Máximo	501,4	2,7	20,9	95,9	4,3
	Promedio	498,2	0,0	11,6	52,6	1,5
Octubre 2022	Mínimo	493,5	0	3,7	5,7	0
	Máximo	501,2	4,6	22,3	92,0	4,0
	Promedio	497,6	0,0	12,8	44,20	1,5

En la Figura 4.4 se presenta la rosa de los vientos anual para el periodo de noviembre de 2021 a octubre 2022, de la estación de monitoreo CA-CP-01. Se observa que la predominancia de los vientos provino del noreste (NE) con una frecuencia de 16%, Oeste sur oeste (WSW) con una frecuencia del 22% y del oeste noroeste (WNW) con una frecuencia de 18% con vientos del tipo ventolina (de 0,3 a 1,6 m/s), brisa ligera (de 1,6 a 3,4 m/s), brisa suave (de 3,4 a 5,5 m/s).

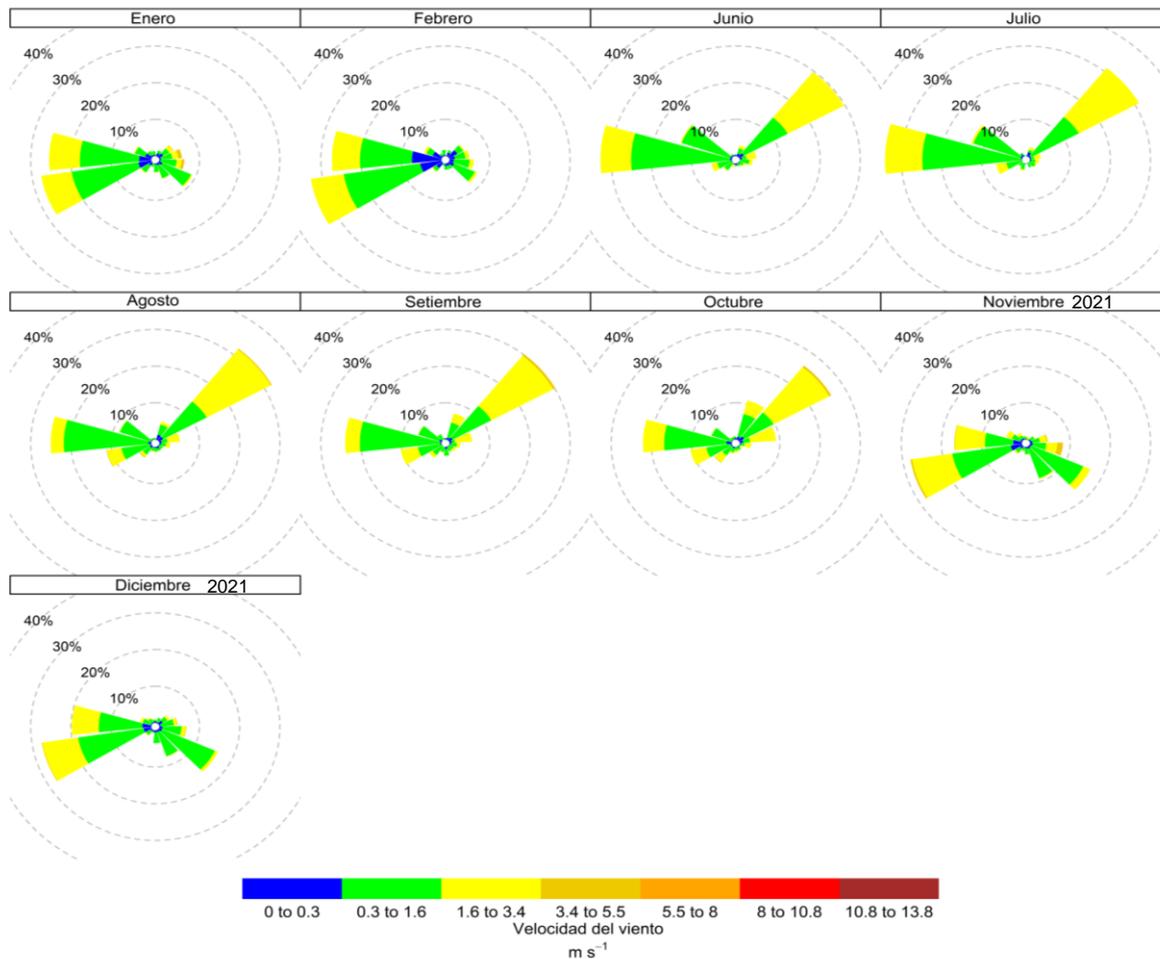
«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»  
 «Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»  
 «Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»



**Figura 4.4.** Rosa de los vientos anual de noviembre de 2021 a octubre de 2022 de la estación de monitoreo CA-CP-01 (ubicada en Ccapacmarca)

En la Figura 4.5 se presenta la rosa de los vientos por meses, de noviembre de 2021 a octubre de 2022, para la estación CA-CP-01. Se observa que la predominancia de los vientos los meses de noviembre y diciembre de 2021 y enero y febrero provino de 2022 del oeste sur oeste (WSW) con una frecuencia de 28%; 28%; 28% y 32% respectivamente; del noreste (NE) con una frecuencia aproximada de 30% los meses de junio, julio, agosto y setiembre y octubre de 2022; con vientos del tipo calma (0 m/s a 0.3m/s), ventolina (0,3 m/s a 1,6 m/s), brisa ligera (1,6 m/s a 3,4 m/s) y brisa suave (3,4 a 5,5 m/s).

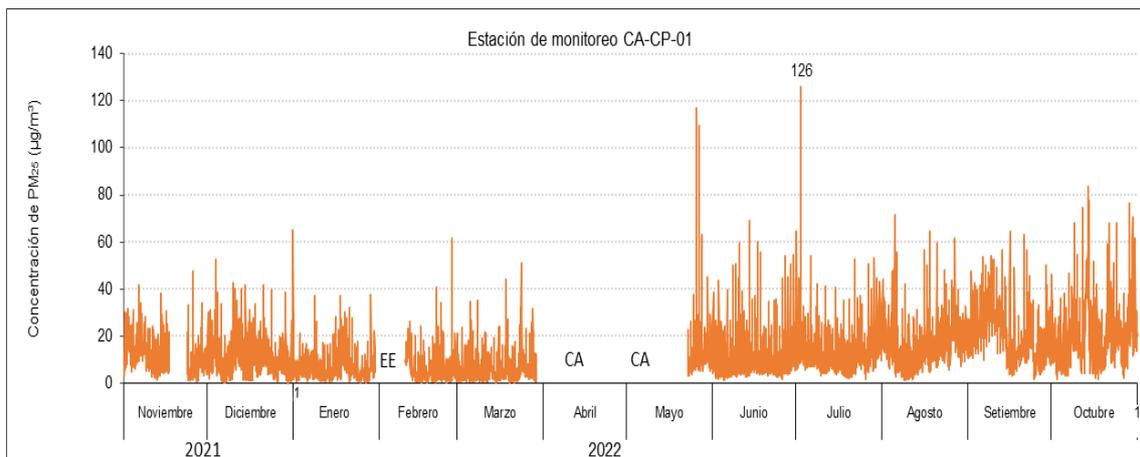
«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»  
«Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»  
«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»



**Figura 4.5.** Diagrama de rosa de los vientos de la estación de monitoreo CA-CP-01, de noviembre 2021 a octubre 2022.

En la Figura 4.6 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  $126,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , registrada con fecha de 2 de julio de 2022 a las 18:00 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 (Tablas 3.2; 3.6; 3.8 3.10; 3.12; 3.14; 3.16; 3.19; 3.22; 3.26 concentraciones horarias 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»



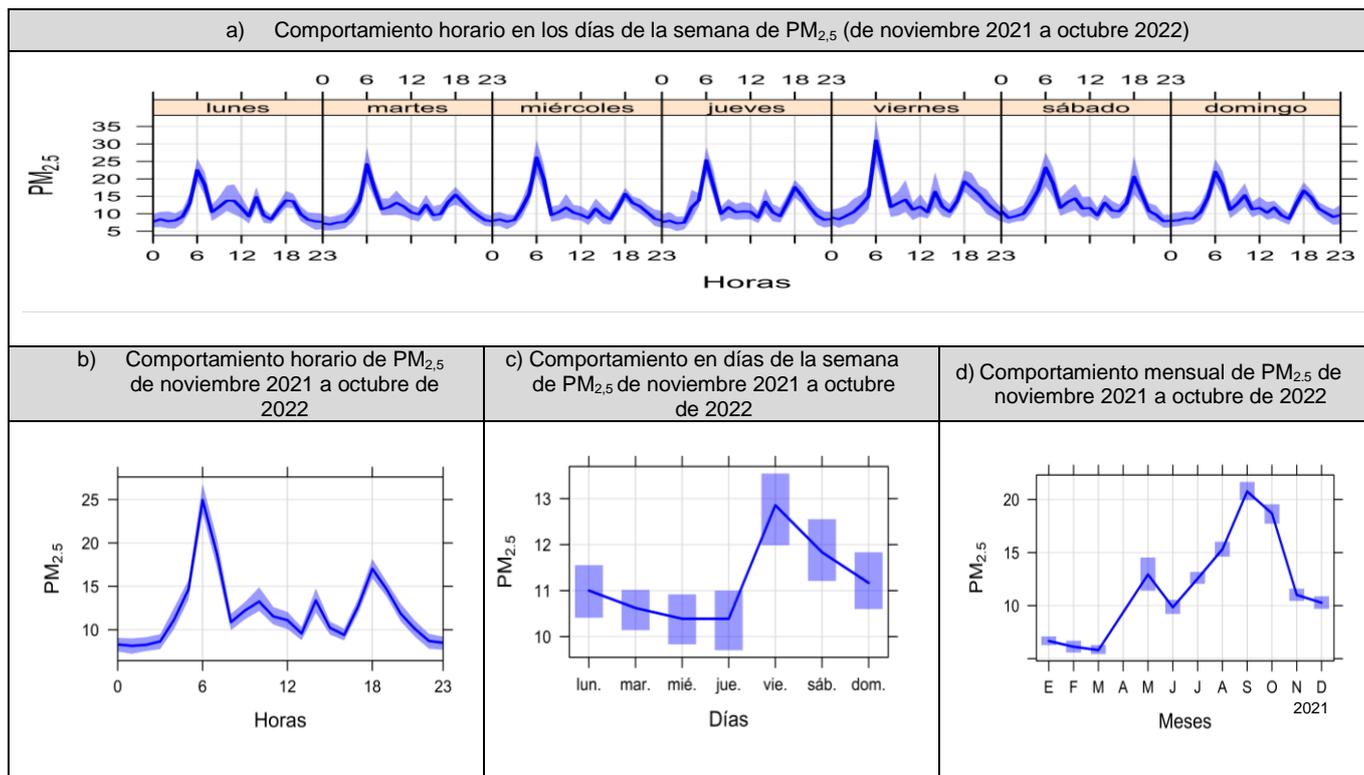
**Figura 4.6.** Concentraciones horarias de  $PM_{2.5}$  en la estación de monitoreo CA-CP-01 (ubicada en Ccapacmarca), de noviembre 2021 a octubre de 2022.

CA: Calibración de equipos  
EE: Evaluación del especialista

En la Figura 4.7 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 noviembre 2021 a octubre 2022.

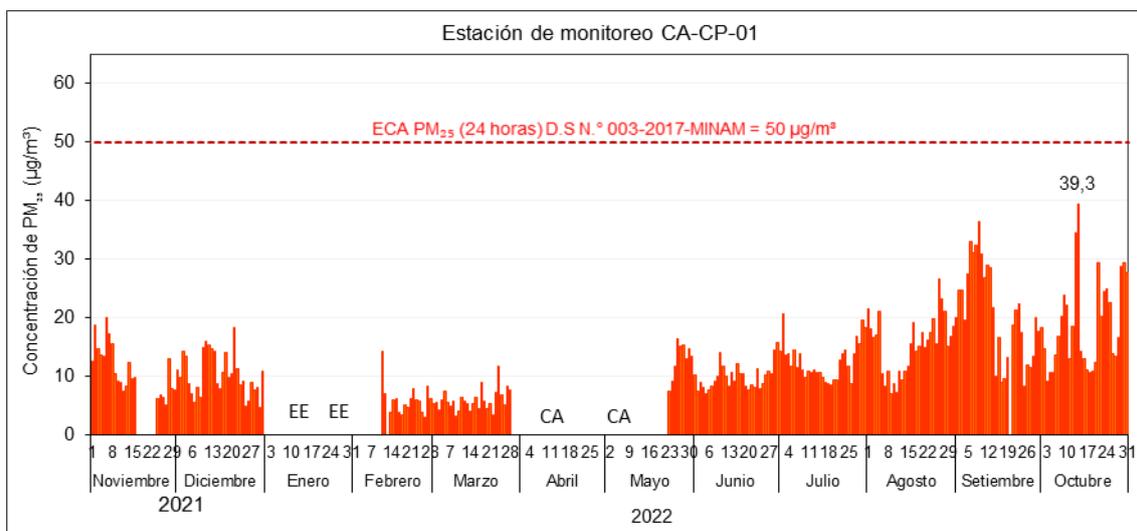
En la representación gráfica por días de la semana (c), se observa que en los días viernes se registraron las mayores concentraciones de  $PM_{2.5}$  y en los días jueves se registraron las menores concentraciones. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de  $PM_{2.5}$  tiene su pico a las 6:00 horas. En la gráfica del comportamiento mensual (d), se observa que la tendencia de las concentraciones de  $PM_{10}$  fue a descender de enero a marzo, con un ascenso significativo en los meses de setiembre y octubre de 2022.

«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.** Concentraciones promedio horarios, diario semanal y mensual de  $PM_{2,5}$  en la estación de monitoreo CA-CP-01 (ubicada en Ccapacmarca), de noviembre 2021 a octubre 2022.

En la Figura 4.8 se presentan las concentraciones de 24 horas de  $PM_{2,5}$  de noviembre 2021 a octubre 2022, obtenidas desde la estación CA-CP-01. Estas oscilaron entre una mínima de  $3,0 \mu g/m^3$  (registrada el 26 de febrero de 2022) y una máxima de  $39,3 \mu g/m^3$  (registrada el 14 de octubre), 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: Sistematización de datos de aire (Tablas 3.2; 3.6; 3.8 3.10; 3.12; 3.14; 3.16; 3.19; 3.22; 3.26 concentraciones horarias de  $PM_{2,5}$ ).



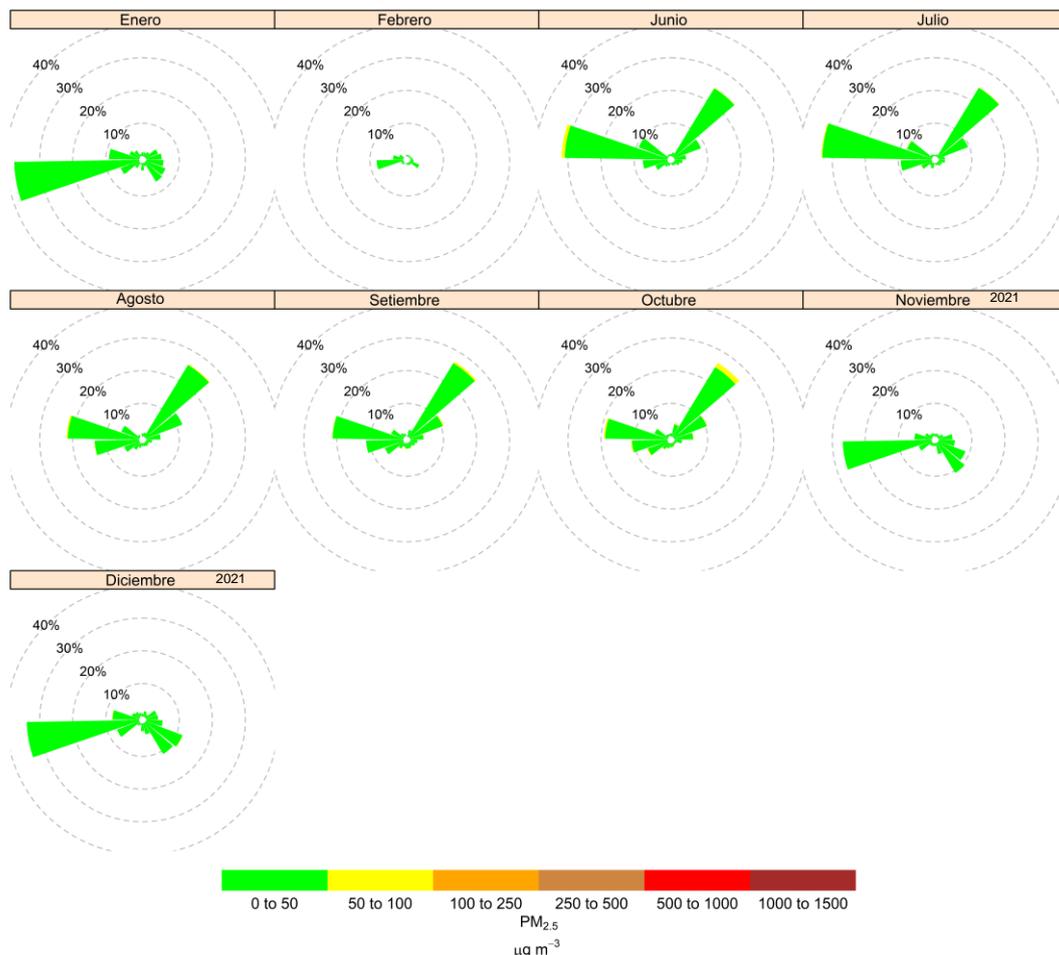
**Figura 4.8.** Concentraciones de 24 horas de  $PM_{2,5}$  en la estación de monitoreo CA-CP-01 (ubicada en Ccapacmarca), de noviembre 2021 a octubre 2022.

EE: Evaluación del Especialista

«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»

CA: Calibración de equipos

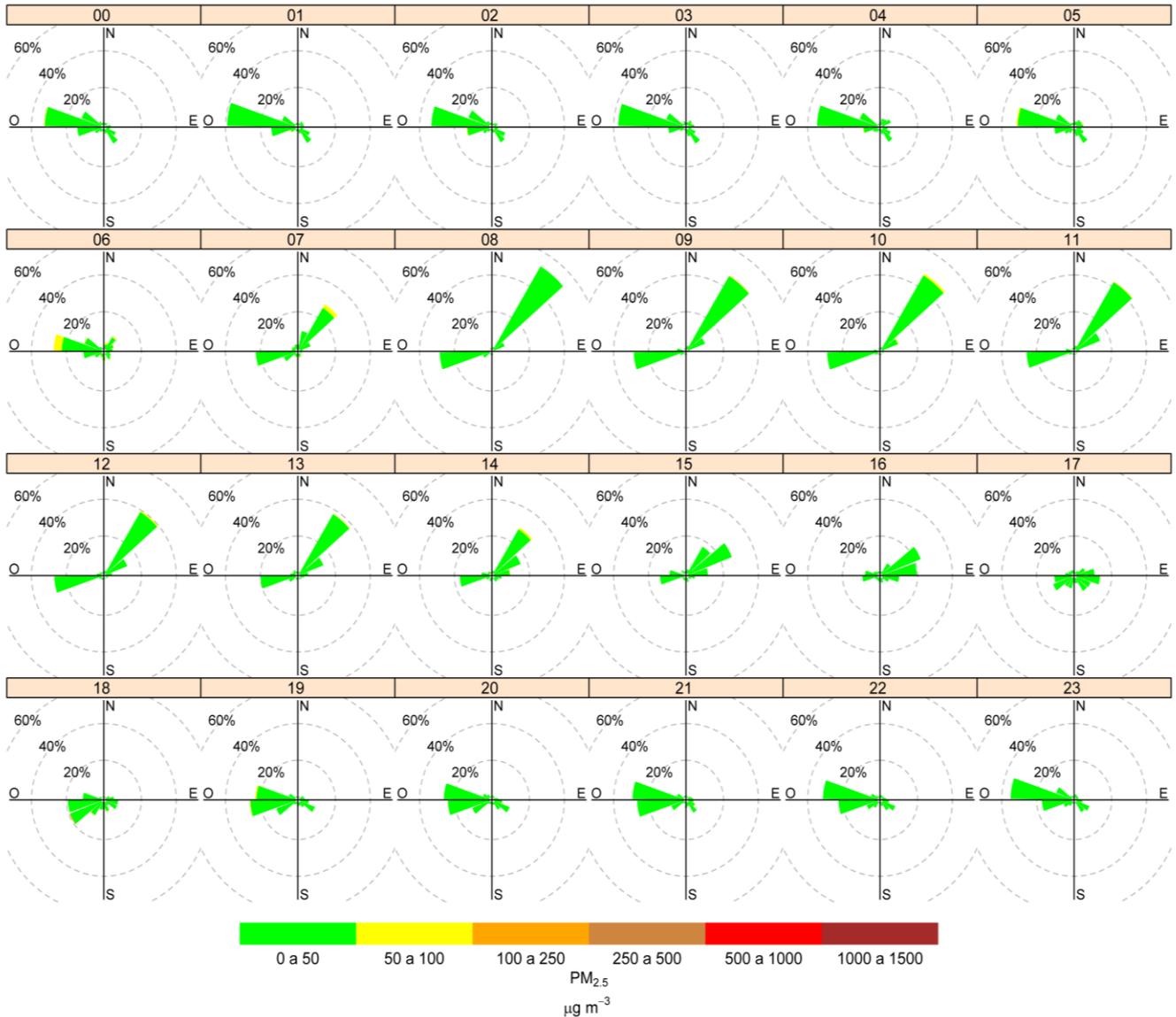
En la Figura 4.9 se grafica las rosas de concentración de PM<sub>2.5</sub> por meses, de noviembre de 2021 a octubre de 2022, de la estación de monitoreo CA-CP-01. Se observa que las direcciones predominantes fueron las de noreste (NE) y oeste (O), y las concentraciones predominantes de PM<sub>2.5</sub> variaron entre 0 µg/m<sup>3</sup> y 100 µg/m<sup>3</sup>.



**Figura 4.9.** Rosas de concentración de PM<sub>2.5</sub> por meses en la estación de monitoreo CA-CP-01 (ubicada en Ccapacmarca), de noviembre 2021 a octubre 2022.

En la Figura 4.10 se presentan las rosas de concentraciones promedio anual para cada hora para el material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM<sub>2.5</sub>) resultados del periodo de noviembre 2021 a octubre 2022, desde las 00:00 horas hasta las 23:00 horas. De acuerdo con las rosas de concentraciones se puede determinar que de 01:00 a 06:00 horas los vientos predominaron en dirección oeste (W); de 08:00 a 16:00 horas los vientos predominaron en dirección nor este (NE); de 18:00 a 23:00 horas los vientos predominaron en dirección oeste (W).

«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»

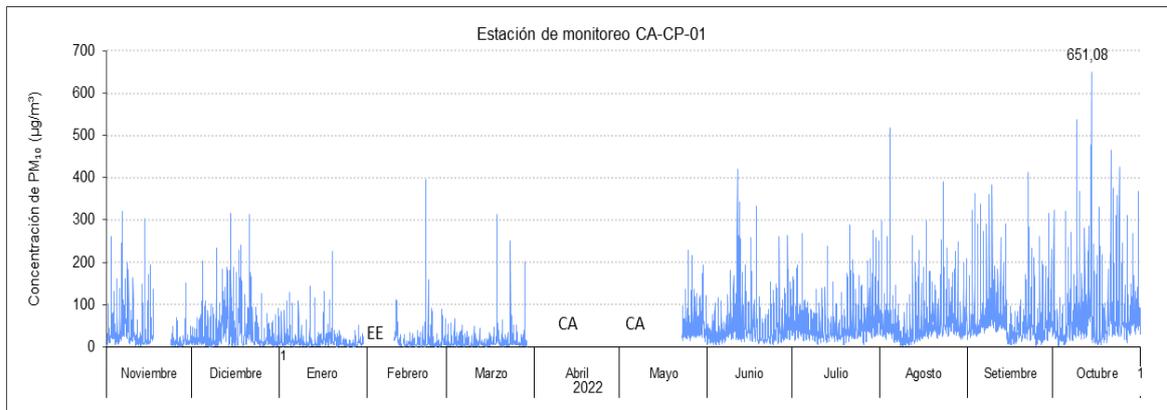


**Figura 4.10.** Rosas de concentración anual por horas para  $PM_{2,5}$ , de las 00:00 horas hasta las 23:00 horas de noviembre a diciembre de 2022 estación CA-CP-01

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

En la Figura 4.11 se presentan las concentraciones horarias de  $PM_{10}$  de noviembre 2021 a octubre de 2022, obtenidas desde la estación de monitoreo CA-CP-01. La mayor concentración horaria de  $PM_{10}$  fue de  $651,08 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , registrada con fecha de 14 de octubre a las 14:00 horas. Las concentraciones horarias de  $PM_{10}$  no fueron comparadas con los Estándares de calidad ambiental (ECA) para aire porque esta norma no contempla periodos de una hora para ese parámetro. Ver detalle en el Anexo 3: Sistematización de datos de aire (Tablas: 3.1; 3.7; 3.9; 3.11; 3.1; 3.15; 3.17; 3.20; 3.23; 3.25 concentraciones horarias y 24 horas de  $PM_{10}$ ).

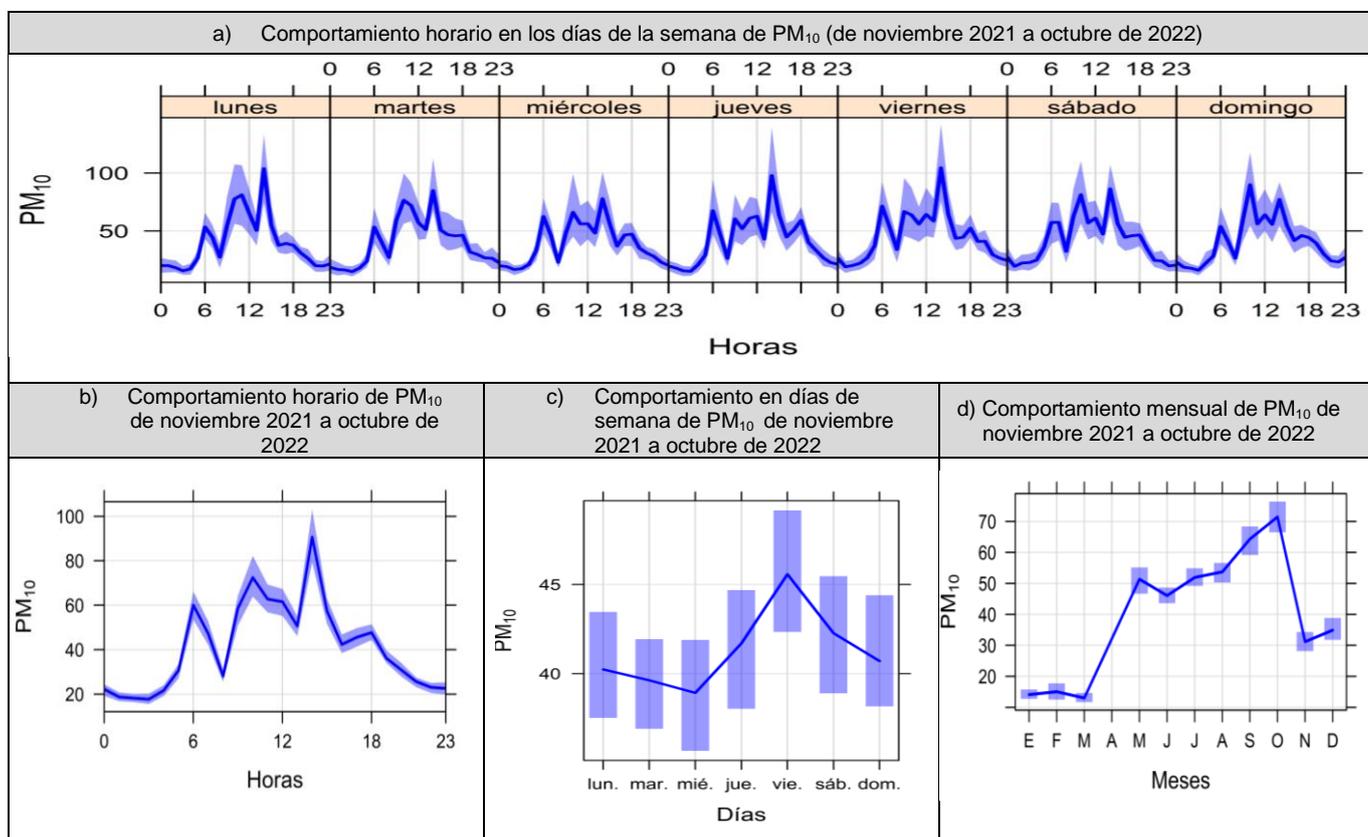
«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»  
 «Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»  
 «Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»



**Figura 4.11.** Concentraciones horarias de PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo CA-CP-01 (ubicada en Ccapacmarca), de noviembre 2021 a octubre de 2022.

CA: calibración de equipos  
 EE: Evaluación del especialista

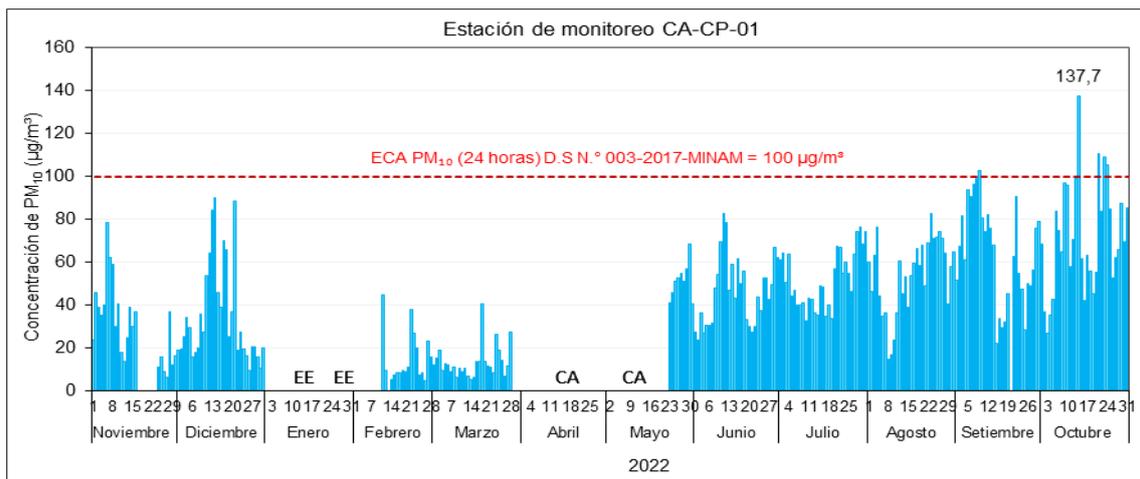
En la Figura 4.12 se grafican las medias de las concentraciones de PM<sub>10</sub> bajo cuatro comportamientos: horario y por días de la semana (a), horario (b), por días de la semana (c) y mensual (d), de noviembre 2021 a octubre de 2022. En la representación gráfica por días de la semana (c), se observa que los viernes se registraron las mayores concentraciones de PM<sub>10</sub> y en los días miércoles se registraron las menores. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de PM<sub>10</sub> desde las 13:00 hasta las 15:00 horas se incrementan de forma significativa. En la gráfica del comportamiento mensual (d), se observa que la tendencia de las concentraciones de PM<sub>10</sub> fue a descender de enero a marzo, con un ascenso significativo en los meses de mayo a octubre.



**Figura 4.12.** Concentraciones promedio horario, diario, semanal y mensual de PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo CA-CP-01 (ubicada en Ccapacmarca), de noviembre 2021 a octubre 2022.

«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 4.13. se presentan las concentraciones de 24 horas de  $PM_{10}$  de noviembre 2021 a octubre 2022, las concentraciones oscilaron entre una mínima de  $4,3 \mu g/m^3$  registrada el 26 de febrero y una máxima de  $137,7 \mu g/m^3$  registrada el 14 de octubre, este último valor excede el valor de los ECA para aire de  $PM_{10}$  ( $100 \mu g/m^3$  en 24 horas). El detalle del registro de las concentraciones se presenta en el Anexo 3: Sistematización de datos validados ((Tablas: 3.1; 3.7; 3.9; 3.11; 3.13; 3.15; 3.17; 3.20; 3.23; 3.25 concentraciones horarias y 24 horas de  $PM_{10}$ ).

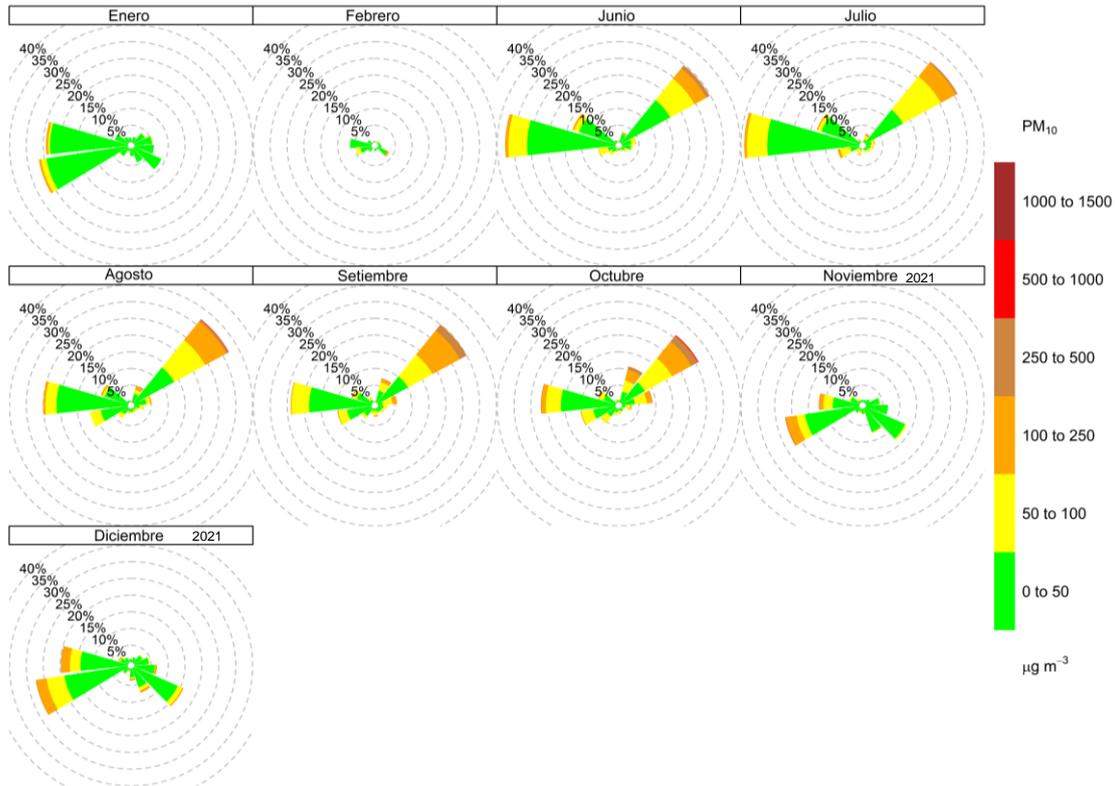


**Figura 4.13.** Concentraciones de 24 horas de  $PM_{10}$  en la estación de monitoreo CA-CP-01 (ubicada en Ccapacmarca), de noviembre 2021 a octubre 2022.

CA: calibración de equipos  
 EE: Evaluación del especialista

En la Figura 4.14 se grafica las rosas de concentración de  $PM_{10}$  por meses, de noviembre de 2021 a octubre de 2022, de la estación de monitoreo CA-CP-01. Se observa que las direcciones predominantes son las de noreste (NE) y oeste (O), y las concentraciones predominantes de  $PM_{10}$  variaron entre  $50 \mu g/m^3$  a  $298 \mu g/m^3$ .

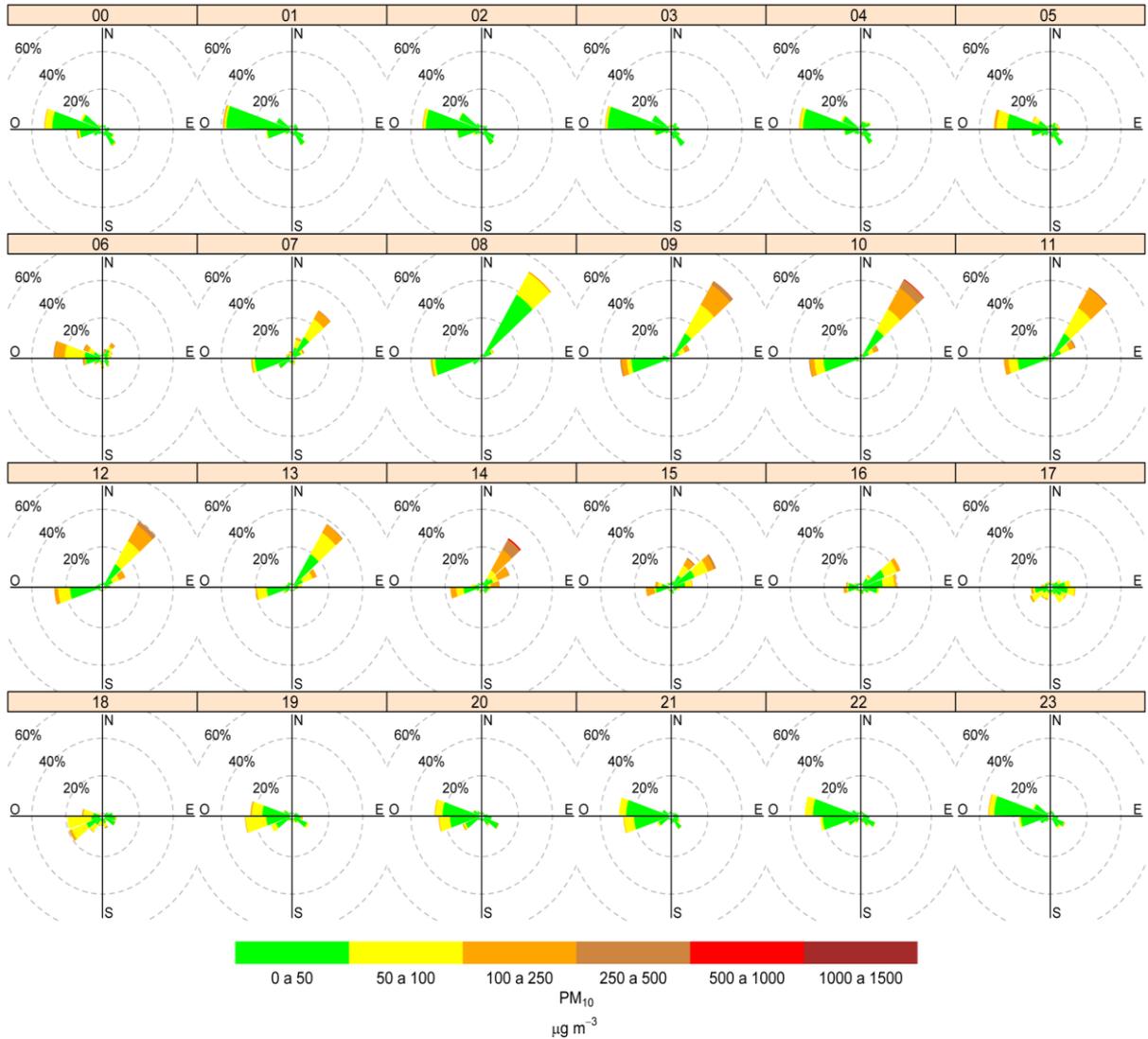
«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»  
 «Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»  
 «Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»



**Figura 4.14.** Rosas de concentración de PM<sub>10</sub> por meses en la estación de monitoreo CA-CP-01 (ubicada en Ccapacmarca), de noviembre 2021 a octubre 2022.

En la Figura 4.15. se presentan las rosas de concentraciones promedio para cada hora para el material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM<sub>10</sub>) resultados del periodo de noviembre 2021 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 de 01:00 a 06:00 horas los vientos predominaron en dirección oeste (W); de 08:00 a 16:00 horas los vientos predominaron en dirección nor este (NE) y de oeste suroeste (WSW) donde se registraron las máximas concentraciones de PM<sub>10</sub> cabe precisar que en la dirección oeste sur oeste tomando como referencia la estación CA-CP-01 se encuentra el corredor vial Cusco Apurímac por donde transitan los vehículos de transporte de mineral concentrado del administrado; de 18:00 a 23:00 horas los vientos predominaron en dirección oeste (W).

«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 4.15.** Rosas de concentración por horas para el PM<sub>10</sub>, de las 00:00 horas hasta las 23:00 horas de noviembre 2021 a octubre 2022

### 5. ALERTAS

Durante la evaluación ambiental de seguimiento de la calidad del aire en la estación de monitoreo CA-CP-01 (ubicada en Ccapacmarca), se presentaron concentraciones de PM<sub>10</sub> que superaron al valor del Estándar de calidad ambiental (ECA) de aire, de acuerdo con el Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM (100 µg/m<sup>3</sup> en 24 horas), por esta razón se generó la alerta En la Tabla 4.1 se presenta el detalle:



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»

**Tabla 5.1** Alertas en la estación CA-VE-01 y CA-CP-01

Lugar	Matriz	Código Estación	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 18L		Parámetro	Fecha	Valor ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Estándar de Calidad Ambiental para Aire	Sustento
			Este (m)	Norte (m)					
Velille	Aire	CA-VE-01	189037	8394335	Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10)	04/11/21	116,9	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Decreto Supremo N.° 003-2017-MINAM
						06/11/21	141,3		
						07/11/21	117,6		
						08/11/21	115,5		
						09/11/21	145,1		
						10/11/21	109,2		
						17/11/21	123,1		
						18/11/21	106,5		
Capacmarca	Aire	CA-CP-01	823956	8449261	Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10)	09/09/22	102,6	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Decreto Supremo N.° 003-2017-MINAM
						14/10/22	137,7		
						21/10/22	110,6		
						23/10/22	109,1		
						24/10/22	105,1		

## 6. CONCLUSIONES

- El promedio de 24 horas de  $\text{PM}_{10}$  en noviembre de 2021 obtenidos de la estación CA-VE-01, las concentraciones del día 4; 6; 7; 8; 9; 10; 17; 18; 19 de noviembre excedieron el valor de los ECA para aire ( $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , el detalle en la Tabla 5.1); las concentraciones oscilaron entre una mínima de  $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$  registrada el 24 de noviembre y máxima de  $145,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  registrada el 09 de noviembre.
- La rosa de concentraciones de  $\text{PM}_{10}$  en la estación CA-VE-01 muestra que de las 10:00h, 14:00h, 15:00h y 18:00h alcanzó el rango de concentración de  $\text{PM}_{10}$  entre  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $363 \mu\text{g}/\text{m}^3$  provenientes predominantemente del norte (N), y sur-suroeste (SSW). Es preciso mencionar que el corredor vial Apurímac - Cusco abarca el sector que comprenden los puntos cardinales sur-sureste (SSE) y norte (N), teniendo como referencia la ubicación de la estación de monitoreo CA-VE-01.
- Las concentraciones de 24 horas de  $\text{PM}_{2,5}$ , obtenidas desde noviembre de 2021 hasta octubre de 2022 en la estación CA-CP-01, no excedieron el valor de los Estándares de Calidad Ambiental para aire de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (según el Decreto Supremo N.°003-2017-MINAM).
- Las concentraciones de 24 horas de  $\text{PM}_{10}$ , obtenidas desde noviembre 2021 hasta octubre de 2022 en la estación CA-CP-01, oscilaron entre  $4,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $137,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , de los cuales cinco valores (uno del mes de setiembre 2022, cuatro del mes de octubre 2022) excedieron el valor de los Estándares de calidad ambiental para aire de  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (según el Decreto Supremo N.°003-2017-MINAM), lo que generó alertas (el detalle en la Tabla 5.1).
- La rosa de concentraciones de  $\text{PM}_{10}$  en la estación CA-CP-01 muestra que de 08:00 a 16:00 horas los vientos predominaron en dirección nor este (NE) y de oeste suroeste (WSW) donde se registraron las máximas concentraciones de  $\text{PM}_{10}$  cabe precisar que en la dirección oeste sur oeste tomando como referencia la estación CA-CP-01 se encuentra el corredor vial Cusco Apurímac por donde transitan los vehículos de transporte de mineral concentrado del administrado
- De noviembre de 2021 a octubre de 2022, la predominancia de los vientos en la estación CA-CP-01 provino del noreste (NE) con una frecuencia de 16%, Oeste sur oeste (WSW)



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 del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional»  
«Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú»

con una frecuencia del 22% y del oeste noroeste (WNW) con una frecuencia de 18% con vientos del tipo ventolina (de 0,3 a 1,6 m/s), brisa ligera (de 1,6 a 3,4 m/s), brisa suave (de 3,4 a 5,5 m/s).

## 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 y ficha de verificación de 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: 08517317"



08517317