

**INFORME N° 00318-2019-OEFA/DEAM-STEC**

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

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

**RINA TORRES PEREIRA**  
Especialista de Evaluaciones Ambientales

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

**RULMAN RAPHAEL ALIAGA MARTÍNEZ**  
Asistente de Evaluaciones Ambientales

**ASUNTO** : Vigilancia ambiental de la calidad del aire realizada en el distrito Velille, provincia Chumbivilcas, departamento de Cusco, en octubre de 2019.

**C.U.E.** : 2019-02-0025

**REFERENCIA** : POI 2019

**FECHA** : Lima, 29 de noviembre de 2019

Tenemos el agrado de dirigirnos a usted para informar lo siguiente:

**1. INFORMACIÓN GENERAL**

Los aspectos generales de la vigilancia ambiental realizada en el distrito Velille, provincia Chumbivilcas y departamento Cusco son presentados en la Tabla 1.1.

**Tabla 1.1.** Información general respecto de la actividad realizada

a.	Ubicación general	Distrito Velille, provincia Chumbivilcas y departamento Cusco.
b.	Unidades fiscalizables en la zona de estudio o actividades económicas	Transporte de camiones de concentrado de minerales de la unidad fiscalizable Las Bambas, por el corredor vial Apurímac- Cusco ámbito de la provincia de Chumbivilcas.
c.	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 concentrados.
d.	La actividad se realizó en el marco de	POI 2019
e.	Tipo de evaluación	Vigilancia ambiental
f.	Periodo de ejecución	Del 01 al 31 de octubre de 2019

Profesionales que aportan a este documento:

N.º	Nombres y Apellidos	Profesión	Actividad desarrollada
1	Lázaro Walther Fajardo Vargas	Ingeniero químico	Gabinete
2	Rina Torres Pereira	Bióloga	Gabinete
3	Jorge Iván García Riega	Ingeniero electrónico	Gabinete
4	Rulman Raphael Aliaga Martínez	Bachiller en ingeniería ambiental	Gabinete
5	Xiomara Solanch Mandujano Reyes	Ingeniera ambiental	Gabinete



## 2. DATOS DE LA ACTIVIDAD REALIZADA

El componente ambiental y los parámetros evaluados en la vigilancia realizada en el distrito Velille se presentan en la Tabla 2.1.

**Tabla 2.1.** Parámetros evaluados

Matriz evaluada	Parámetros Evaluados	Cantidad de estaciones
Aire	Material particulado con diámetro menor a 10 micras - PM <sub>10</sub>	1

## 3. OBJETIVO

Evaluar el comportamiento y la calidad ambiental del aire por el transporte de concentrados en el corredor vial Apurímac - Cusco, en la urbanización Patacsillo, distrito Velille, provincia Chumbivilcas, departamento Cusco, en octubre de 2019.

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1. Protocolo de monitoreo

El protocolo de monitoreo utilizado se describe en la Tabla 4.1.

**Tabla 4.1.** Protocolo de monitoreo utilizado para la vigilancia ambiental de la calidad del aire

Matriz	Protocolo	Sección	País	Institución	Dispositivo legal	Año
Aire	Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos	Todo el documento	Perú	Dirección General de Salud Ambiental <sup>1</sup> (Digesa)	Resolución Directoral N.º 1404-2005-DIGESA	2005

### 4.2. Ubicación de la estación de vigilancia ambiental

La vigilancia ambiental de la calidad del aire se realizó en la estación identificada con código CA-VE-01. El código, coordenadas y descripción de la estación se visualizan en la Tabla 4.2.

**Tabla 4.2.** Ubicación de la estación de vigilancia ambiental de calidad del aire

Lugar	Código	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 19L		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
		Este (m)	Norte (m)		
Av. Pacifico 112, Urbanización Patacsillo	CA-VE-01	189037	8394335	3768	Contiguo al corredor vial y frente al estadio municipal de Velille.

### 4.3. Equipos utilizados y metodologías de análisis

Los equipos, métodos y técnicas empleadas en la vigilancia ambiental de la calidad del aire, se presenta en la Tabla 4.3 y Tabla 4.4.

**Tabla 4.3.** Equipos utilizados en el monitoreo de aire

Parámetro	Equipos	Marca	Modelo	Serie
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	Monitor automático de partículas	<i>Thermo Scientific</i>	TEOM 1405	1405A208421003

<sup>1</sup> Actualmente Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria.



Parámetro	Equipos	Marca	Modelo	Serie
- Velocidad del viento - Dirección del viento - Temperatura ambiente - Humedad relativa - Precipitación - Presión barométrica	Estación meteorológica	<i>Davis Instruments</i>	<i>Vantage Pro 2</i>	BB171204030

**Tabla 4.4.** Métodos para el análisis de aire

Parámetro	Método de Referencia	Técnica Empleada
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	Método automático	<i>Micro balanza oscilante de elementos cónicos (*)</i>
- Velocidad de viento - Dirección de viento - Temperatura ambiente - Humedad relativa - Precipitación - Presión barométrica	Método automático	-

(\*) Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos, de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA)

(-): No aplica

#### 4.4. Procesamiento de datos

Los datos meteorológicos fueron procesados para la elaboración de los diagramas denominados rosas de vientos. Estos diagramas representan la dirección y velocidad de viento en un plano polar, con las coordenadas geográficas de la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire, con el fin de evaluar la influencia de la meteorología local sobre los parámetros ambientales y su posible procedencia, evolución y transporte local.

Los datos meteorológicos fueron procesados en base a las horas diurnas (07:00 h - 11:00 h), horas vespertinas (12:00 h - 18:00 h) y horas nocturnas (00:00 h - 6:00 h y 19:00 h - 23:00 h) con el fin de analizar y evaluar la influencia de la meteorología local sobre los contaminantes monitoreados y su posible procedencia, evolución y transporte local durante la mañana, tarde y noche.

Los datos de calidad de aire son transmitidos vía internet a la base de datos del OEFA, donde se realiza la validación de las concentraciones de los parámetros ambientales a través de un sistema de validación de datos, obteniéndose como producto los datos validados. Estos resultados se encuentran expresados en microgramo por metro cúbico ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a condiciones estándar de temperatura y presión (298,15 K y 760 mmHg).

El procesamiento de datos de 24 horas obtenidos de PM<sub>10</sub>, consistió en promediar las concentraciones horarias con un 75% de datos válidos (18 horas como mínimo) de las 24 horas, las cuales fueron comparadas con los Estándares de Calidad Ambiental para Aire (en adelante, ECA para aire).

#### 4.5. Criterios de evaluación

Las concentraciones obtenidas de PM<sub>10</sub> fueron comparadas con los ECA para aire, aprobados mediante Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM, según se indica en la Tabla 4.5.

**Tabla 4.5.** Estándares de calidad ambiental para aire de acuerdo al Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM

Parámetro	Periodo	Valor ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Criterio de evaluación
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras	24 horas	100	NE más de 7 veces al año

NE: No exceder

## 5. RESULTADOS DE OCTUBRE

En esta sección se presenta el registro de las condiciones meteorológicas, los resultados del promedio de las concentraciones de 24 horas para  $\text{PM}_{10}$  y el análisis de la calidad de aire, realizado del 01 al 31 de octubre de 2019, en la estación de vigilancia ambiental CA-VE-01.

### 5.1. Condiciones meteorológicas

Las condiciones meteorológicas registradas en la estación de vigilancia ambiental CA-VE-01 son presentadas en la Tabla 5.1 y el detalle del registro de los parámetros en el Anexo 2. (Tabla 2. Datos meteorológicos).

**Tabla 5.1.** Parámetros meteorológicos registrados en la estación de vigilancia ambiental CA-VE-01, octubre 2019.

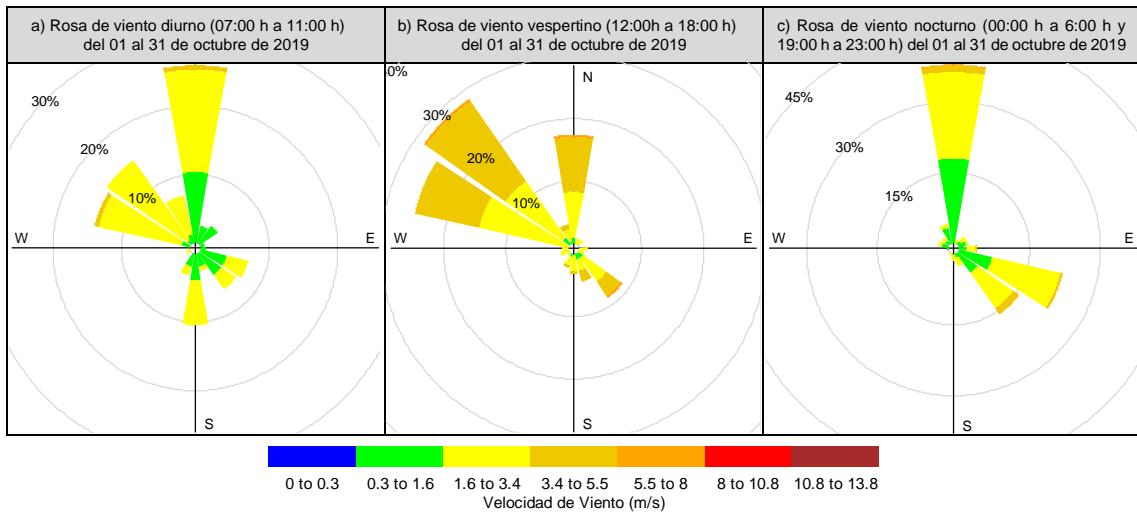
Valor	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Precipitación (mm)	Humedad relativa (%)	Presión barométrica (mmHg)	Velocidad del viento (m/s)
Mínimo	-2,1	0,0	1,0	485,3	0,0
Máximo	21,1	5,6	82,0	491,2	6,7
Promedio	10,4	0,04	43,3	488,9	2,2

En cuanto a la velocidad y dirección del viento, en la Figura 5.1 se observan las rosas de vientos para el periodo del 01 al 31 de octubre, elaboradas con el fin de obtener información estadística de la estación de vigilancia ambiental CA-VE-01. En la Figura 5.1a se presenta la rosa de vientos en horario diurno; donde se observa principalmente vientos del tipo ventolina (paleta verde) y brisas ligeras (paleta amarilla) procedentes, predominantemente, del norte (N) con una frecuencia de 25%.

En la figura 5.1b se presenta la rosa de vientos en el horario vespertino; donde se observa vientos del tipo brisas ligeras y brisas suaves (paleta mostaza) procedentes, predominantemente, del noroeste (NW), oeste-noroeste (WNW) y norte (N) con frecuencias de 29%, 25% y 18%, respectivamente. En la Figura 5.1c se presenta la rosa de vientos en horario nocturno; donde se muestra vientos del tipo ventolina, brisas ligeras y brisas suaves procedentes, predominantemente, del norte (N), este-sureste (ESE) y sureste (SE) con frecuencias de 38%, 22% y 16%, respectivamente.



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»  
«Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad»



**Figura 5.1.** Representación gráfica de las rosas de vientos en la estación de vigilancia ambiental CA-VE-01, en octubre de 2019 a) en horario diurno, b) en horario vespertino, c) en horario nocturno. Nota: Las paletas indican la dirección desde donde provienen los vientos

La Figura 5.2 muestra la ubicación de la estación de vigilancia ambiental CA-VE-01, respecto al corredor vial Apurímac – Cusco y la distribución de los vientos registrados en la vigilancia. Durante los días monitoreados, los vientos predominantes fueron del tipo ventolina, brisas ligeras y brisas suaves provenientes de la dirección donde está ubicado el corredor vial, del norte (N) con una frecuencia de 29%, además, se registraron, vientos de tipo ventolina, brisas ligeras y brisas suaves provenientes del corredor vial, del este-sureste (ESE), sureste (SE), sur (S), sur-sureste (SSE), noreste (NE) y norte-noreste (NNE) con frecuencias de 13%, 12%, 4%, 3%, 2% y 1%, respectivamente.



**Figura 5.2.** Ubicación de la estación de vigilancia ambiental CA-VE-01 y rosa de vientos en octubre de 2019

Referencia: Imágenes satelital extraídas de Google Earth.



### 5.2. Concentración de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM<sub>10</sub>)

En la Figura 5.3 se muestra las concentraciones de 24 horas de PM<sub>10</sub>, en la estación de vigilancia CA-VE-01, las cuales excedieron el valor establecido en los ECA para aire de 100 µg/m<sup>3</sup>, en dos oportunidades, el 08 de octubre (101,7 µg/m<sup>3</sup>) y 13 de octubre (105,4 µg/m<sup>3</sup>). Las concentraciones oscilaron entre una mínima de 5,5 µg/m<sup>3</sup>, registrada el 18 de octubre y máxima de 105,4 µg/m<sup>3</sup>, registrada el 13 de octubre. Es preciso indicar que, el equipo automático no registró datos validos el 01 de octubre desde las 00:00 horas hasta las 12:00 horas, y la información registrada en el día no alcanzó los datos mínimos requeridos (75%) para el cálculo del promedio de 24 horas. El detalle del registro de concentraciones se presenta en el Anexo 2. (Tabla 1. Concentración de PM<sub>10</sub>).

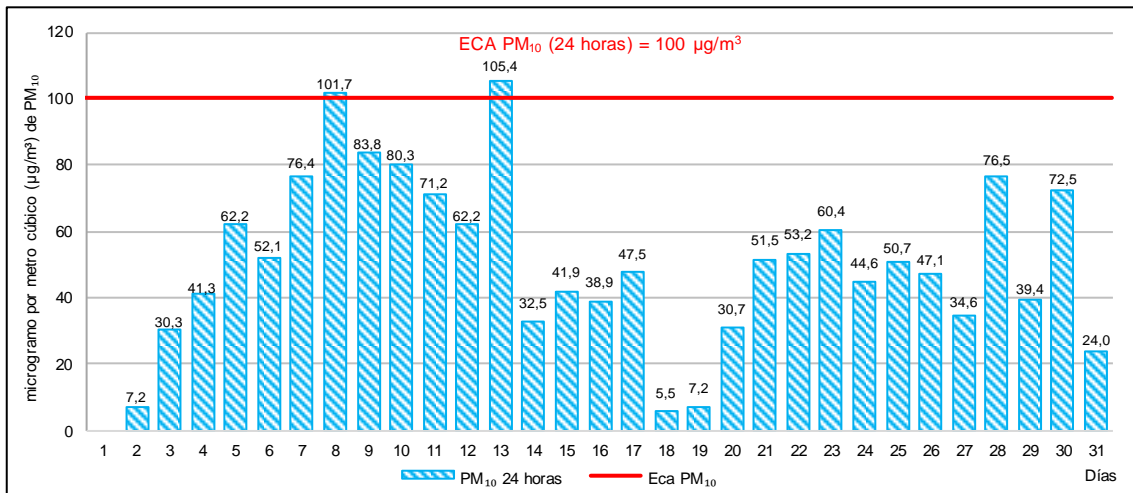


Figura 5.3. Concentraciones de 24 horas de PM<sub>10</sub> en la estación de vigilancia ambiental CA-VE-01 en octubre de 2019.

En la Figura 5.4 se presentan las concentraciones horarias de PM<sub>10</sub>, en la estación de vigilancia CA-VE-01, cuyo valor más alto fue 748,9 µg/m<sup>3</sup> y se registró el 30 de octubre a las 18:00 horas. Cabe precisar que, las concentraciones horarias de PM<sub>10</sub> no fueron comparados con los ECA para Aire porque esta norma no contempla concentraciones de PM<sub>10</sub> para periodo de 1 hora.

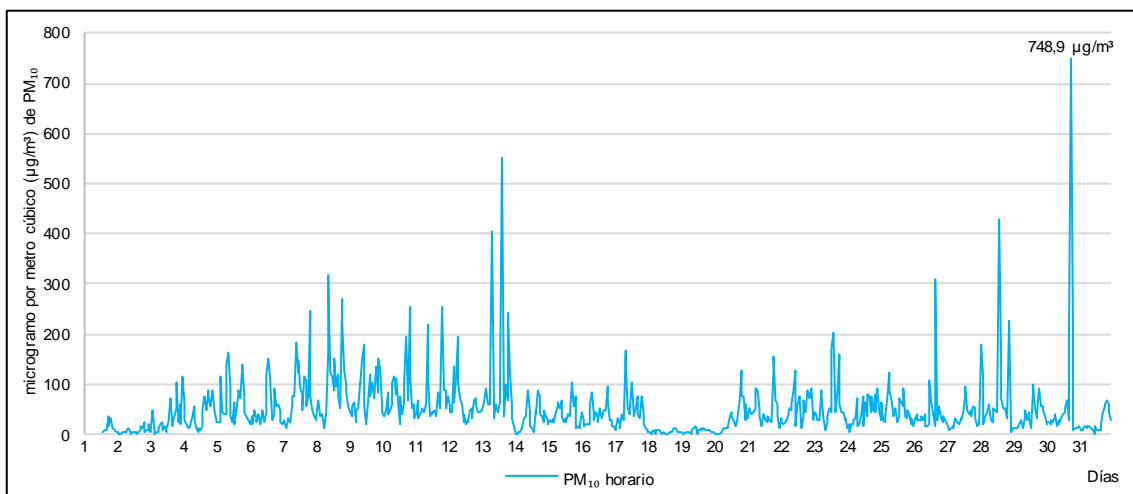


Figura 5.4. Concentraciones horarias de PM<sub>10</sub> en la estación de vigilancia ambiental CA-VE-01 en octubre de 2019.

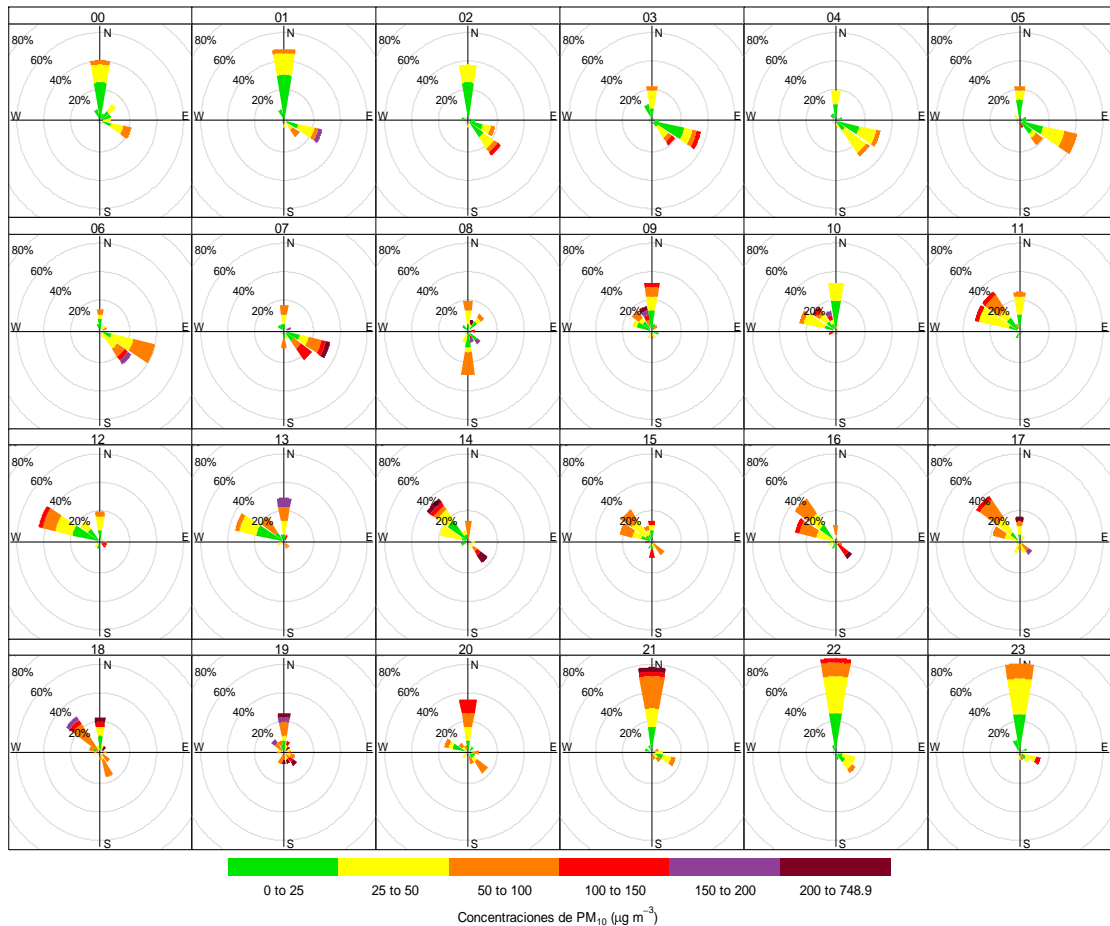
En la Figura 5.5 se grafican las rosas de concentración por horas para PM<sub>10</sub>, desde las 00:00 horas hasta las 23:00 horas, correspondientes a octubre de 2019. Se puede apreciar que a las 07:00, 08:00, 14:00, 16:00, 17:00, 18:00, 19:00 y 21:00 horas se alcanzó el rango de concentración de PM<sub>10</sub> más alto (paleta marrón, 200 µg/m<sup>3</sup> – 748,9 µg/m<sup>3</sup>) provenientes



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»  
«Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad»

del norte (N), noreste (NE), norte-noreste (NNE), este-sureste (ESE), sureste (SE), sur-sureste (SSE) y sur (S), en cuyas direcciones se encuentra el corredor vial Apurímac - Cusco; existiendo una relación directa de la concentración de PM<sub>10</sub> y el tránsito de vehículos por el corredor vial, en las horas indicadas.

Cabe indicar que, a las 14:00 horas, también, se registraron altas concentraciones provenientes del noroeste (NW) y a las 09:00 horas, provenientes del norte-noroeste (NNW); en cuyas direcciones se encuentra una vía sin asfaltar por donde transitan vehículos locales.

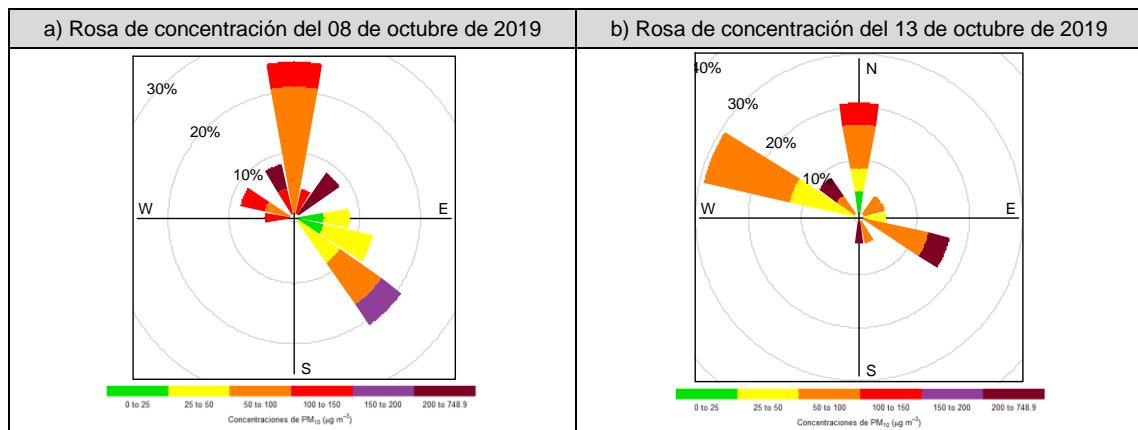


**Figura 5.5.** Rosas de concentración por horas de PM<sub>10</sub> en la estación de vigilancia CA-VE-01, desde las 00:00 horas hasta las 23:00 horas, en octubre de 2019.

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

En la Figura 5.6 se muestran las rosas de concentración de PM<sub>10</sub> de los días que se excedió el valor de los ECA para aire de 100 µg/m<sup>3</sup>. En la Figura 5.5a se observa que, el 08 de octubre, se alcanzó el rango de concentración de PM<sub>10</sub> más alto (paleta marrón, 200 µg/m<sup>3</sup> – 748,9 µg/m<sup>3</sup>) proveniente, principalmente, del noreste (NE), dirección en el que se encuentra el corredor vial Apurímac – Cusco entre las 18:00 y 19:00 horas. En la Figura 5.5b se observa que, el 13 de octubre, se alcanzó el rango de concentración de PM<sub>10</sub> más alto (paleta marrón, 200 µg/m<sup>3</sup> – 748,9 µg/m<sup>3</sup>) proveniente, principalmente, del este-sureste (ESE) y sur (S), direcciones en las que se encuentra el corredor vial Apurímac – Cusco, a las 7:00 y 19:00 horas.

De esta manera, se confirma que los días donde se excedió el valor de los ECA para aire de 100 µg/m<sup>3</sup>, el mayor aporte de las concentraciones de PM<sub>10</sub> proviene de las direcciones en la que se encuentra el corredor vial Apurímac – Cusco, producto del tránsito de vehículos. Es preciso indicar que, en estos dos días, también se registraron altas concentraciones de PM<sub>10</sub> provenientes del norte-noroeste (NNW) y noroeste (NW).



**Figura 5.6.** Rosas de concentración de  $PM_{10}$  de los días que se excedieron los ECA para aire en la estación de vigilancia CA-VE-01.

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

## 6. CONCLUSIONES

- Los vientos, durante el periodo de vigilancia ambiental, fueron del tipo ventolina, brisas ligeras y brisas suaves procedentes, predominantemente, del norte (N) y este-sureste (ESE) con frecuencias de 29% y 13% en cuyas direcciones se encuentra el corredor vial Apurímac - Cusco.
- Las concentraciones de 24 horas de  $PM_{10}$ , registradas en la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire CA-VE-01 durante octubre de 2019, excedieron el valor establecido en los ECA para aire de  $PM_{10}$  de  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  aprobado mediante Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM, en dos oportunidades, el 08 de octubre con  $101,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y el 13 de octubre con  $105,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- En octubre de 2019, el valor más alto de las concentraciones horarias de  $PM_{10}$  fue  $748,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y se registró el 30 de octubre a las 18:00 horas proveniente del norte (N). Estas concentraciones no fueron comparadas con los ECA para Aire porque esta norma no contempla concentraciones de  $PM_{10}$  para periodo de 1 hora.
- Las rosas de concentraciones por horas de  $PM_{10}$  alcanzaron el rango más alto ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  –  $748,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a las 07:00, 08:00, 14:00, 16:00, 17:00, 18:00, 19:00 y 21:00 horas provenientes, predominantemente, del este-sureste (ESE), norte-noreste (NNE), sureste (SE) y norte (N), en cuyas direcciones se encuentra el corredor vial Apurímac - Cusco; existiendo una relación directa entre la concentración de  $PM_{10}$  y el tránsito de vehículos por el corredor vial, en las horas indicadas.
- Las rosas de concentración de  $PM_{10}$  de los días que se excedió el valor de los ECA para aire de  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , muestran el aporte de las concentraciones de  $PM_{10}$  proveniente del noreste (NE), este-sureste (ESE) y sur (S), direcciones en la que se encuentra el corredor vial Apurímac – Cusco, producto del tránsito de vehículos.

## 7. RECOMENDACIONES

- Informar para conocimiento y fines pertinentes a los siguientes:
  - Dirección de Supervisión Ambiental en Energía y Minas del OEFA.
  - Oficina Desconcentrada de Cusco del OEFA.
  - Oficina de Enlace Espinar
  - Municipalidad Distrital de Velille.



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 Lucha contra la Corrupción y la Impunidad»

- Continuar con la vigilancia ambiental de la calidad del aire, en el distrito de Velille, provincia Chumbivilcas y departamento de Cusco.
- Instalar cámaras de vídeo en la estación de vigilancia ambiental ubicado en el distrito de Velille, provincia Chumbivilcas y departamento de Cusco, para determinar si la mayor fuente de generación del material particulado en el corredor vial Apurímac – Cusco, es el transporte de concentrados.

## 8. ANEXOS

**Anexo N.º 1:** Mapa de ubicación de la estación de vigilancia ambiental CA-VE-01

**Anexo N.º 2:** Sistematización de resultados

**Anexo N.º 3:** Certificados de calibración de equipos

Es cuanto informamos a usted para los fines pertinentes,

Atentamente:

[LFAJARDO]

[RITORRES]

[JGARCIA]

[RALIAGA]

Visto el Informe, la Dirección de Evaluación Ambiental ha dispuesto su aprobación,

Atentamente:

[DRAMOS]



"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: 04651062"



04651062