

**INFORME N° 00194-2019-OEFA/DEAM-STEC**

- A** : **FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN**  
Director de Evaluación Ambiental
- DE** : **LÁZARO WALTHER FAJARDO VARGAS**  
Subdirector de la Subdirección Técnica Científica
- RINA TORRES PEREIRA**  
Especialista de Evaluaciones Ambientales
- ANDRÉS DANIEL BRIOS ABANTO**  
Especialista de Evaluaciones Ambientales
- ASUNTO** : Vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento Moquegua en julio de 2019.
- C.U.E.** : 2019-02-0010
- FECHA** : Lima, 28 de agosto de 2019

Tenemos el agrado de dirigirnos a usted en atención al asunto indicado, a fin de informarle lo siguiente:

**1. INFORMACIÓN GENERAL**

Los aspectos generales de la vigilancia ambiental realizada en el distrito de Torata, provincia Mariscal Nieto, departamento Moquegua son presentados en la Tabla 1.1.

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

a.	Ubicación general	Distrito de Torata, provincia Mariscal Nieto, departamento Moquegua.
b.	Unidades fiscalizables en la zona de estudio o actividades	Unidad Minera Cuajone.
c.	Ámbito de influencia	Centro poblado de Torata, Alta, distrito de Torata, provincia Mariscal Nieto, departamento de Moquegua, ubicada en el Área de influencia directa de la unidad minera Cuajone.
d.	Marco para la realización de la evaluación	Planefa 2019
e.	Tipo de evaluación	Vigilancia ambiental
f.	Periodo de ejecución	Del 1 al 31 de julio de 2019



Profesionales que aporta 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	Andrés Daniel Brios Abanto	Ingeniero Ambiental	Gabinete
4	Jorge Iván García Riega	Ingeniero electrónico	Gabinete

## 2. DATOS DE LA ACTIVIDAD REALIZADA

Los parámetros evaluados en la vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el área de influencia de la Unidad Minera Cuajone 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 en el área de influencia de la Unidad Minera Cuajone, en el distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento de Moquegua en julio 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 aire usado en la vigilancia ambiental

Protocolo	Sección	País	Institución	Dispositivo legal	Año
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

El monitoreo ambiental de aire se realizó en la estación ambiental de la calidad del aire identificado con código CA-TO-01, las coordenadas y descripción se visualizan en la Tabla 4.2.

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



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres  
Año de la lucha contra la corrupción e impunidad

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

Lugar	Código	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 19K		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
		Este (m)	Norte (m)		
Vivienda El fundo la Pampita Centro poblado de Torata Alta, distrito de Torata.	CA-TO-01	305512	8111192	2516	Aproximadamente a 6 km lineales a la Unidad Minera Cuajone

### 4.3. Equipos utilizados y metodologías de análisis

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

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

Parámetros	Equipo	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	1405A208321003
- Velocidad de viento - Dirección de viento - Temperatura ambiente - Humedad relativa - Precipitación - Presión barométrica	Estación meteorológica	<i>Campbell</i>	CR1000	25512

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

Parámetros	Métodos	Técnicas Empleadas
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	Método automático	Micro balanza oscilante de elementos cónicos <sup>(1)</sup>
- Velocidad de viento - Dirección de viento - Temperatura ambiente - Humedad relativa - Precipitación - Presión barométrica	Método automático	-

(1): 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  $\text{PM}_{10}$ , consistió en promediar las concentraciones horarias con un 75% de datos válidos (18 horas como mínimo) de las 24 horas los cuales fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental para Aire (en adelante, ECA para aire).

#### 4.5. Criterios de evaluación

Las concentraciones obtenidas de  $\text{PM}_{10}$  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 ( $\text{PM}_{10}$ )	24 horas	100	NE más de 7 veces al año

NE: No exceder

## 5. RESULTADOS DE MAYO

En esta sección se presentan los resultados obtenidos de los parámetros meteorológicos, concentraciones horarias y de 24 horas de  $\text{PM}_{10}$  realizada del 1 al 31 de julio de 2019 en la estación de vigilancia ambiental ubicado en Torata Alta (CA-TO-01).

### 5.1. Condiciones meteorológicas

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

**Tabla 5.1.** Parámetros meteorológicos registrados en la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01 en julio de 2019

Valores	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Presión barométrica (mmHg)	Velocidad del viento (m/s)	Precipitación (mm)
Mínimo	6,7	2,3	564,8	0,1	0,0
Máximo	21,9	49,4	569,3	6,3	0,0
Promedio	15,9	15,9	567,3	1,7	0,0

En cuanto a la velocidad y dirección del viento, en la Figura 5.1 se observan las rosas de vientos para el periodo del 1 al 31 de julio, elaboradas con el fin de obtener información estadística de la estación CA-TO-01.

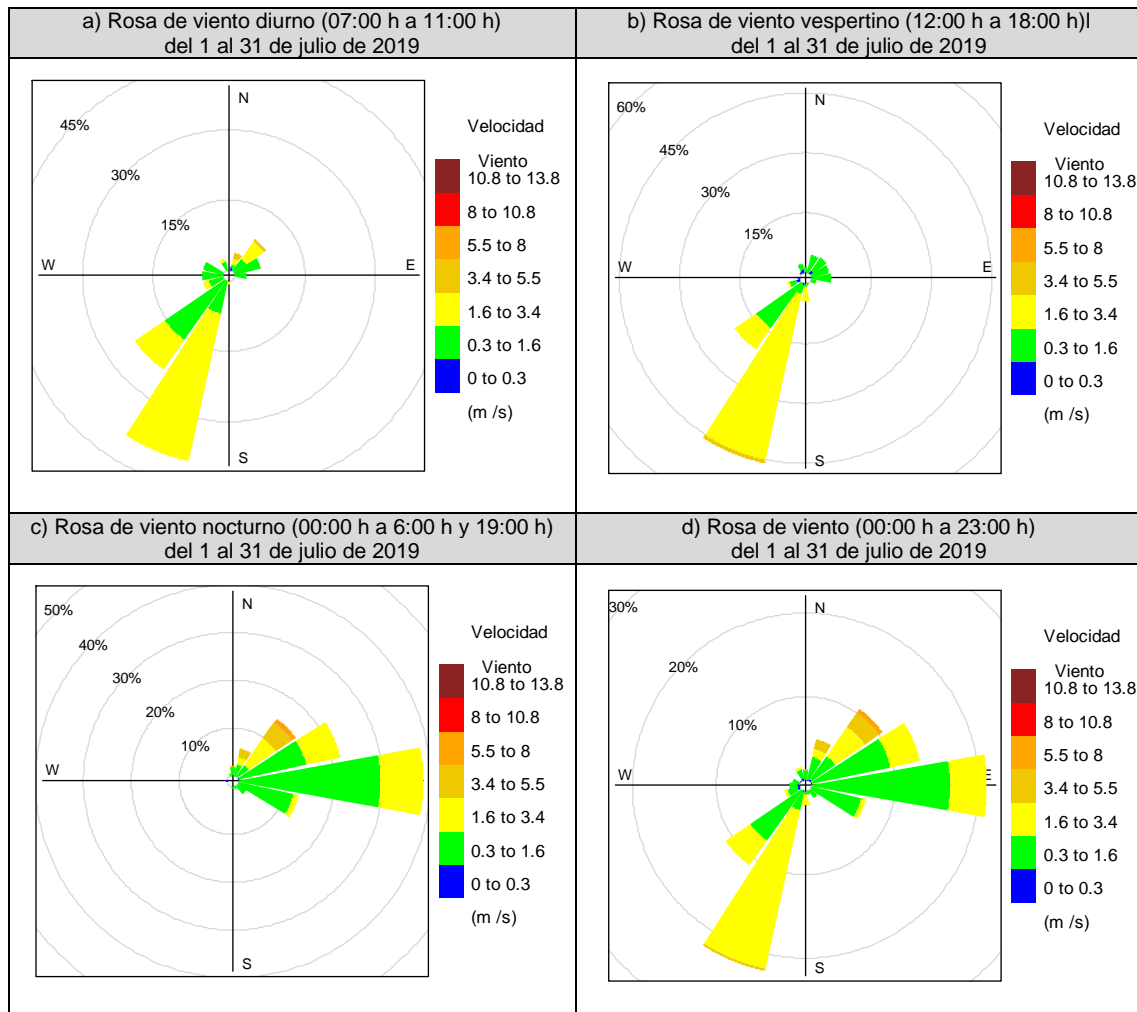
En la Figura 5.1a se presenta la rosa de vientos en horario diurno; donde se observa vientos del tipo ventolina (paleta verde) y brisas ligeras (paleta amarilla), procedentes



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres  
Año de la lucha contra la corrupción e impunidad

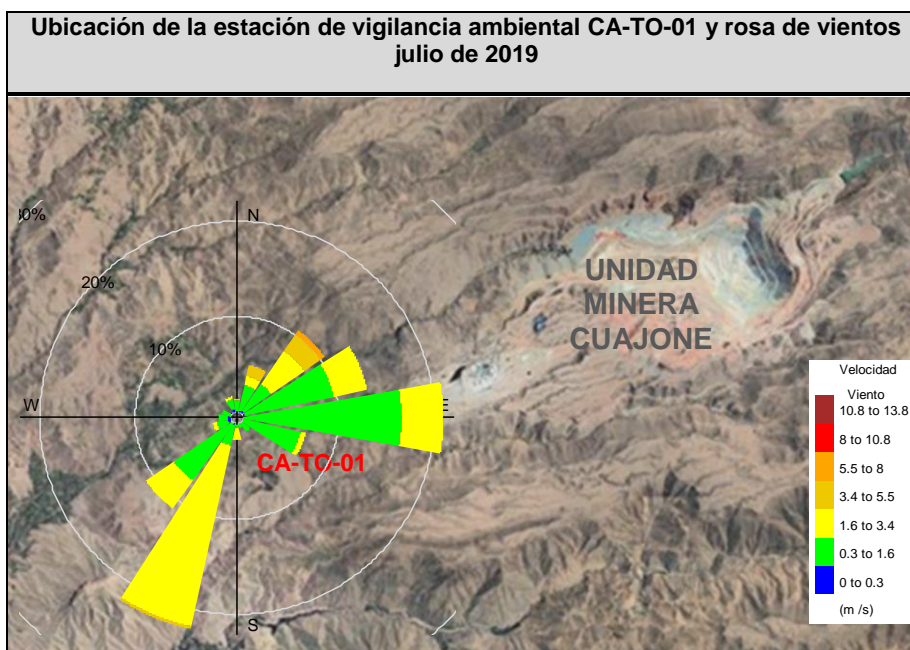
predominantemente, del sur-suroeste (SSW) y suroeste (SW) con frecuencias de 39% y 23%, respectivamente. En la Figura 5-1b se presenta la rosa de vientos en horario vespertino; donde se muestra vientos del tipo ventolina, brisa ligera y brisa suave (paleta mostaza), procedentes predominantemente del sur-suroeste (SSW) y suroeste (SW) con frecuencias de 46% y 20%, respectivamente.

En la Figura 5.1c se presenta la rosa de vientos en horario nocturno; donde se aprecia vientos del tipo ventolina y brisas ligeras, procedentes predominantemente del este (E) con una frecuencia de 39%. En la Figura 5.1d se presenta la rosa de vientos de todas las horas; donde se observa vientos del tipo ventolina, brisa ligera y brisas suaves procedentes, predominantemente, del sur-suroeste (SSW) y este (E) con frecuencias de 22% y 21%, respectivamente.



**Figura 5.1.** Rosas de vientos en la estación de vigilancia CA-TO-01 en julio 2019 a) en horario diurno, b) en horario vespertino, c) en horario nocturno y d) en todas las horas del mes de julio

La Figura 5.2 muestra la ubicación de la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01 con respecto a la Unidad Minera Cuajone (distanziata aproximada de 6 km lineales entre ellas), y la distribución de los vientos registrados en la vigilancia. Durante los días monitoreados, además, de los vientos predominantes (SSW) se registraron vientos del tipo ventolina y brisas ligeras provenientes de la Unidad Minera Cuajone, desde el este (E) y este-noreste (ENE) con frecuencias de 21% y 13%, respectivamente.

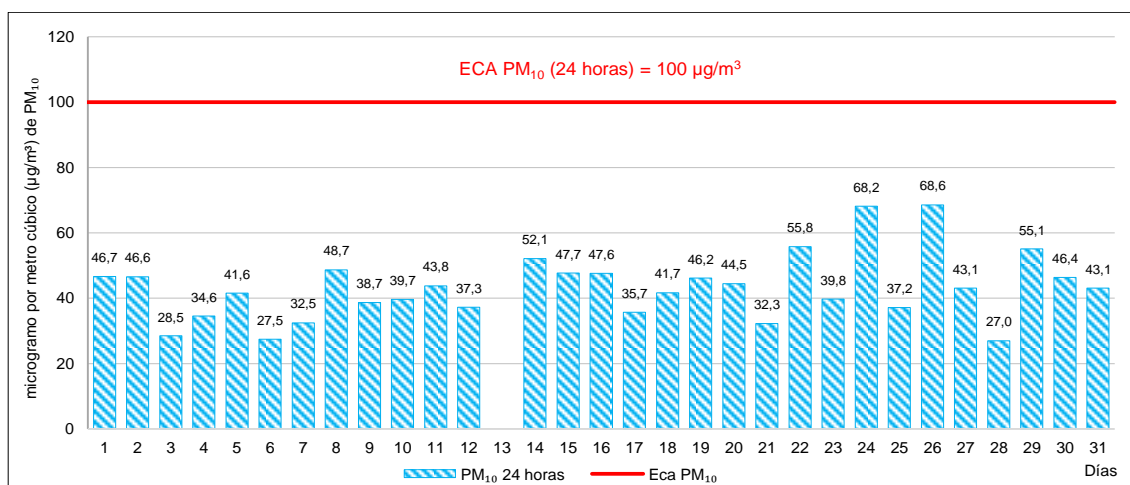


**Figura 5-2.** Rosa de vientos en la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01 en julio 2019.

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 observa que las concentraciones de 24 horas de PM<sub>10</sub> en la estación de vigilancia CA-TO-01 no excedieron el valor establecido en los ECA para aire (100 µg/m<sup>3</sup>). Las concentraciones oscilaron entre una mínima de 27,0 µg/m<sup>3</sup> (28 de julio) y máxima de 68,6 µg/m<sup>3</sup> (26 de julio). El detalle del registro de concentraciones se presenta en el Anexo 2 (Tabla N.º 1. Concentración de PM<sub>10</sub>). Es preciso indicar que, el 13 de julio de 2019, el equipo no registró datos desde las 00:00 a 06:00 horas por corte de energía eléctrica y la información registrada no alcanzó el mínimo requerido (75%) para el cálculo del promedio de 24 horas ver Anexo N.º 2 (Tabla N.º 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-TO-01, en julio de 2019

En la Figura 5.4 se presentan las concentraciones horarias de PM<sub>10</sub>, en la estación de vigilancia CA-TO-01, cuyo valor más alto fue 336,1 µg/m<sup>3</sup> y se registró el 24 de julio a las 16:00 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.

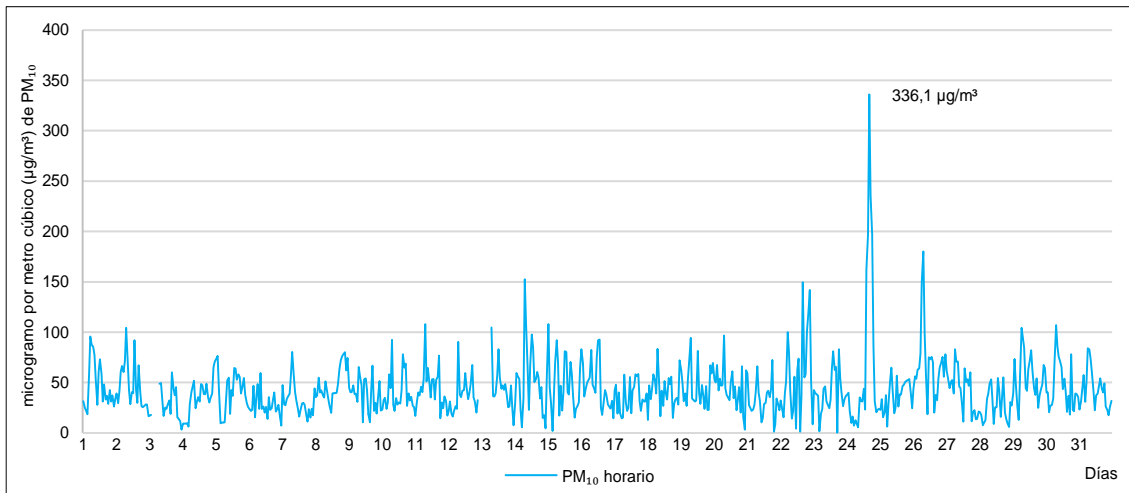


Figura 5.4. Concentraciones horarias de PM<sub>10</sub> en la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01 en julio de 2019

En la Figura 5.5 se grafican las rosas de concentración por horas para el PM<sub>10</sub>, desde las 00:00 hasta las 23:00 horas, correspondientes al mes de julio de 2019. Se puede apreciar que a las 07:00 horas, y entre las 14:00 y 16:00 horas se alcanzó el rango de concentración de PM<sub>10</sub> más alto (paleta morada, 200 µg/m<sup>3</sup> – 336,1 µg/m<sup>3</sup>), los vientos provenían del noreste (NE), sur-suroeste (SSW) y suroeste (SW). Cabe precisar que, la Unidad Minera Cujajone se encuentra en dirección este (E) y este-noreste (ENE) de la estación CA-TO-01.

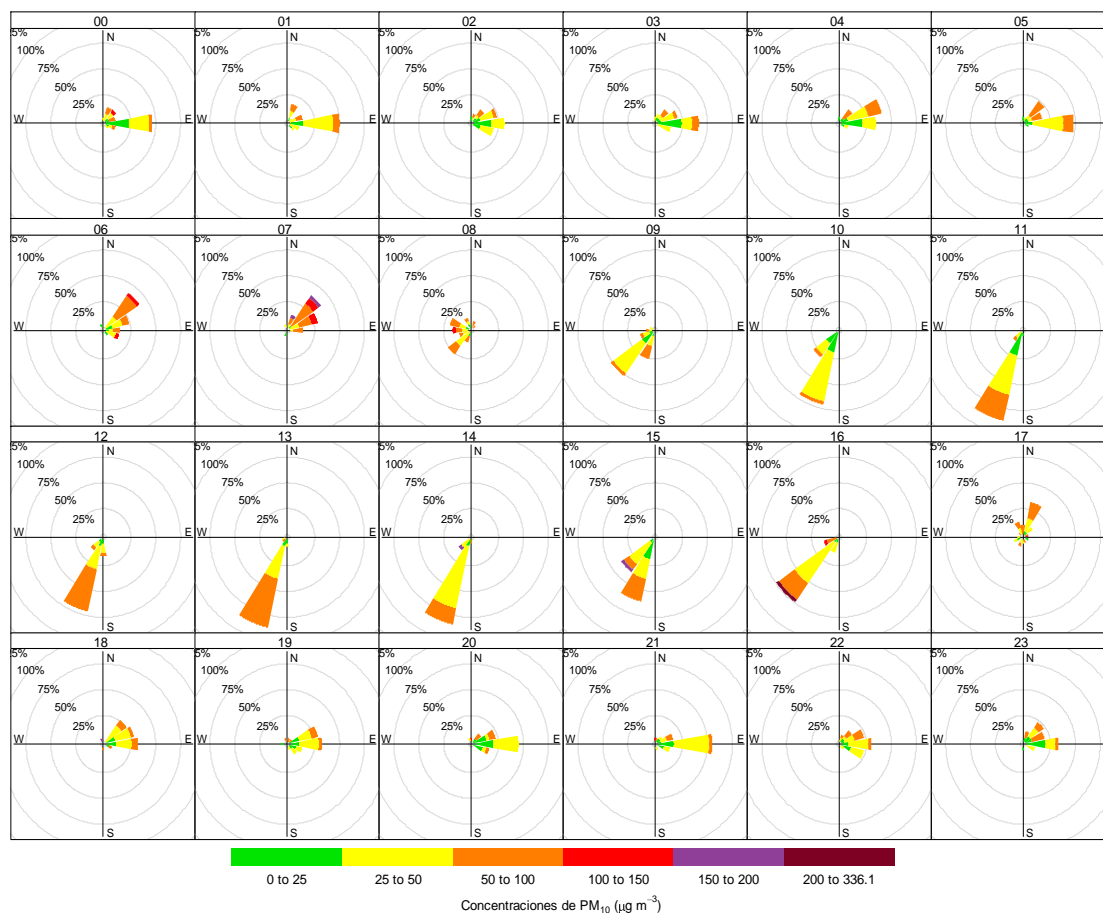
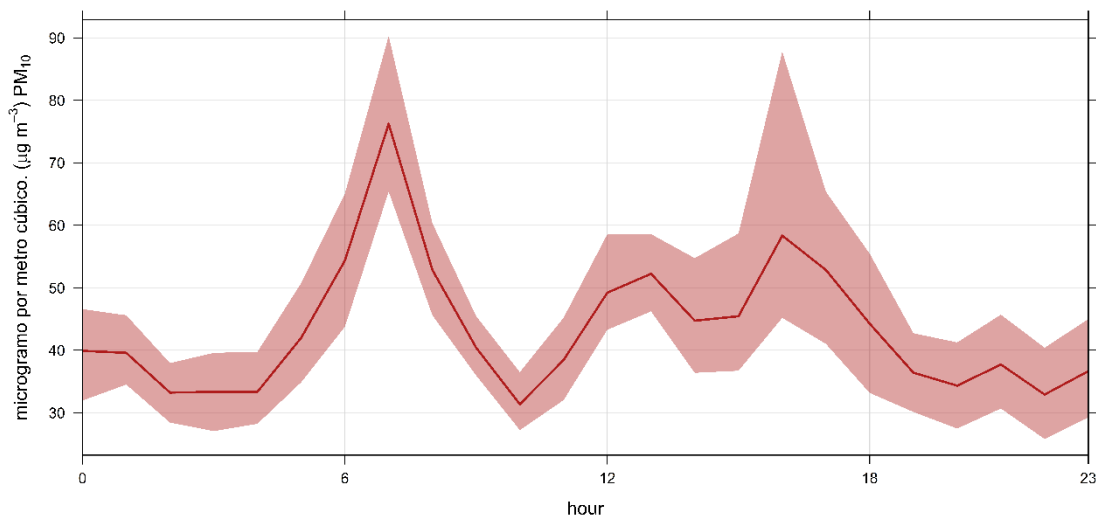


Figura 5.5. Rosas de concentración por horas de PM<sub>10</sub> en la estación de vigilancia CA-TO-01, desde las 00:00 horas hasta las 23:00 horas, en julio de 2019

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



En la Figura 5.6 se muestra los promedios por hora y el intervalo de confianza (95%) de las concentraciones de  $PM_{10}$ , correspondiente al mes de julio, en la estación de vigilancia CA-TO-01. El mayor promedio de las concentraciones de  $PM_{10}$  fue de  $76,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , se presentó a las 07:00 horas, mientras que, el menor promedio fue de  $31,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y se presentó a las 10:00 horas. Por otro lado, el mayor intervalo de confianza sucedió a las 16:00 horas, es decir, la mayor variabilidad de las concentraciones de  $PM_{10}$ .



**Figura 5.6.** Promedios por hora y el intervalo de confianza (95%) de las concentraciones horarias de  $PM_{10}$  en la estación de vigilancia CA-TO-01 durante el mes de julio de 2019

## 6. CONCLUSIONES

- Los vientos, durante el periodo de vigilancia ambiental, fueron de tipo ventolina, brisas ligeras y brisas suaves, provenientes predominantemente del sur-suroeste (SSW) y con una frecuencia 22%. Además, se registraron vientos del tipo ventolina y brisas ligeras provenientes desde el este (E) y este-noreste (ENE), dirección donde se encuentra la Unidad Minera Cuajone.
- Las concentraciones de 24 horas de  $PM_{10}$  registradas en la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire CA-TO-01 en julio de 2019, no 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 julio de 2019, el valor más alto de las concentraciones horarias de  $PM_{10}$  fue de  $336,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y se registró 24 de julio a las 16:00 horas. Estas concentraciones no fueron comparadas con los ECA para Aire porque esta norma no contempla concentraciones de  $PM_{10}$  para periodo de 1 hora.
- La rosa de concentraciones de  $PM_{10}$  alcanzaron el rango más alto ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  –  $336,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a las 07:00 horas, y entre las 14:00 y 16:00 horas; los vientos provinieron del noreste (NE), sur-suroeste (SSW) y suroeste (SW). Cabe señalar que, la Unidad Minera Cuajone se encuentra en dirección este (E) y este-noreste (ENE) de la estación CA-TO-01.
- En julio de 2019, el mayor promedio de las concentraciones horarias de  $PM_{10}$  fue de  $76,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y se presentó a las 07:00 horas, mientras que, el menor promedio fue de  $31,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y se presentó a las 10:00 horas.





## 7. RECOMENDACIONES

- Informar para conocimiento y fines pertinentes a los siguientes:
  - Dirección de Supervisión Ambiental en Energía y Minas del OEFA.
  - Oficina Desconcentrada de Moquegua.
  - Municipalidad Distrital de Torata.
- Continuar con la vigilancia ambiental de la calidad de aire en el Centro Poblado de Torata Alta, distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento de Moquegua.

## 8. ANEXOS

**Anexo 1:** Mapa de ubicación de la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01

**Anexo 2:** Sistematización de resultados

**Anexo 3:** Certificados de calibración

Es cuanto informamos a usted para los fines pertinentes,

Atentamente:

[ACORTIJO]

[RITORRES]

[ABRIOS]

Visto el Informe, 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: 09853123"



09853123