



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres»  
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

**INFORME N. ° 361 -2018-OEFA/DEAM-STE**

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

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

**PABEL DALMIRO DEL SOLAR PALOMINO**  
Coordinador de Monitoreo y Vigilancia Ambiental

**RINA TORRES PEREIRA**  
Especialista de Evaluaciones Ambientales

**ANDRÉS DANIEL BRIOS ABANTO**  
Especialista de Evaluaciones Ambientales

**JORGE IVÁN GARCÍA RIEGA**  
Tercero Evaluador



**ASUNTO :** Vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento de Moquegua, durante el 2018.

**C.U.E. :** 2018-02-0003

**FECHA :** Lima, 30 NOV. 2018



2018- I01- 43596

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. | 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, de Southern Perú Cooper Corporation. |
| c. | Problemática         | Posible contaminación atmosférica por actividades de la unidad minera Cuajone.   |
| d. | Antecedentes         | Plan de Evaluación Ambiental   |
| e. | Tipo de evaluación   | Vigilancia ambiental   |
| f. | Periodo de ejecución | Del 1 de marzo al 31 de octubre de 2018.   |

Handwritten marks on the left margin: a vertical line, a cross-like symbol, and a signature.



## 2. DATOS DE LA ACTIVIDAD REALIZADA

El componente ambiental, parámetros evaluados y los principales resultados obtenidos, en la estación de vigilancia del centro poblado de Torata Alta, se presentan en la Tabla 2-1.

**Tabla 2-1.** Resumen de los componentes evaluados y los resultados obtenidos

| Componente evaluado | Número de puntos evaluados | Incumplimiento de ECA u otras normas de referencia | Parámetros Evaluados            | Parámetros que incumplen      |
|---------------------|----------------------------|--|---------------------------------|-------------------------------|
| Aire                | 1                          | No   | PM <sub>10</sub> <sup>(a)</sup> | -                             |
|                     |                            | No   | SO <sub>2</sub> <sup>(a)</sup>  | -                             |
|                     |                            | No   | NO <sub>2</sub> <sup>(a)</sup>  | -                             |
|                     |                            | No   | CO <sup>(a)</sup>               | -                             |
|                     |                            | Si   | O <sub>3</sub> <sup>(a)</sup>   | O <sub>3</sub> <sup>(a)</sup> |

«-»: Sin excedencias

(a) Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire, Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM

## 3. ANTECEDENTES

En el informe N.º 126-2018-OEFA/DEAM-STEAC, visita de reconocimiento para el desarrollo del plan de evaluación ambiental para la vigilancia de la calidad del aire en el centro poblado de Torata Alta, distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento de Moquegua, realizada del 27 de febrero al 6 de marzo de 2018, se determinó la ubicación de la estación de vigilancia de la calidad de aire, en el centro poblado de Torata Alta.

Mediante Informe N.º 131-2018-OEFA/DEAM-STEAC se aprueba el Plan de Evaluación Ambiental para la vigilancia ambiental de la calidad del aire en el distrito de Torata, provincia Mariscal Nieto, departamento Moquegua durante el año 2018.

En los informes de vigilancia ambiental de los meses de marzo (Informe N.º 132-2018-OEFA/DEAM-STEAC), abril (Informe N.º 177-2018-OEFA/DEAM-STEAC), mayo (Informe N.º 213-2018-OEFA/DEAM-STEAC), junio (Informe N.º 239-2018-OEFA/DEAM-STEAC), julio (Informe N.º 263-2018-OEFA/DEAM-STEAC), agosto (Informe N.º 297-2018-OEFA/DEAM-STEAC) y setiembre (Informe N.º 315-2018-OEFA/DEAM-STEAC) de 2018, se indica que las concentraciones horarias y móvil de 8 horas de CO, así como también los promedios diarios de SO<sub>2</sub> y PM<sub>10</sub>, no excedieron el estándar de calidad para aire (Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM). En relación al parámetro O<sub>3</sub>, excedieron el valor del ECA, en mayo un (1) día, en junio siete (7) días, en julio doce (12) días, en agosto dieciocho (18) días y en setiembre, todos los días del mes.

En el presente informe, se incluyen también los resultados obtenidos en la vigilancia ambiental realizada del 01 al 31 de octubre de 2018.

## 4. OBJETIVO

Evaluar el comportamiento de la vigilancia ambiental de la calidad del aire en el centro poblado de Torata Alta, distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento Moquegua, del 1 marzo al 31 de octubre de 2018.

## 5. ÁREA DE ESTUDIO

Las actividades de vigilancia ambiental de la calidad del aire en el distrito de Torata se circunscriben al área de influencia de las actividades operativas de la UM Cuajone, de Southern Perú Cooper Corporation, que integra las áreas urbanas y rurales del distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento de Moquegua. En el Anexo 1 se adjunta el mapa del punto de vigilancia de aire del área de estudio.



El distrito de Torata tiene una población de 5727 habitantes y cuenta con una superficie de 1793,37 km<sup>2</sup>, según el INEI 2017 La actividad primordial es la agricultura seguida por la actividad pecuaria y actividades recientes como el turismo y la acuicultura además de la actividad minera.

## 6. METODOLOGÍA

En esta sección, se describe la metodología utilizada en la vigilancia ambiental de la calidad del aire en distrito de Torata, en la cual se precisa el protocolo de monitoreo utilizado, ubicación de la estación de vigilancia, parámetros evaluados, criterios de evaluación, así como el procesamiento de datos realizado.

### 6.1. Protocolo de monitoreo

El protocolo de monitoreo utilizado se describe en la tabla 6-1.

**Tabla 6-1.** 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 (Digesa) <sup>1</sup> | Resolución Directoral N.º 1404-2005-DIGESA. | 2005 |

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

En la Tabla 6-2, se indica el código, ubicación y referencia del punto donde se encuentra establecida la estación de vigilancia ambiental de calidad de aire. Asimismo, en el Anexo 1 se adjunta el mapa ubicación de la estación.

**Tabla 6-2.** Ubicación de la estación de vigilancia ambiental de calidad de aire en el distrito de Torata

| Código   | Coordenadas UTM<br>WGS-84 Zona 19K |           | Altitud<br>(m s.n.m.) | Descripción  |
|----------|------------------------------------|-----------|-----------------------|--|
|          | Este (m)                           | Norte (m) |                       |  |
| CA-TO-01 | 305512                             | 8111192   | 2516                  | Ubicado en el centro poblado de Torata Alta, distrito de Torata; Aproximadamente a 6 km lineales a la Unidad Minera Cuajone. |

### 6.3. Parámetros evaluados y equipos utilizados

Los parámetros evaluados y equipos utilizados en la vigilancia ambiental de la calidad de aire en el centro poblado de Torata Alta, son presentados en tabla 6-3 y tabla 6-4, respectivamente.

**Tabla 6-3.** Parámetros evaluados y métodos para el análisis de aire en el distrito de Torata

| Parámetro   | Método de Referencia | Técnica Empleada  |
|---|----------------------|---|
| Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> ) | Método automático    | Micro balanza oscilante de elementos cónicos <sup>(1)</sup> |
| Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )                                    | Método automático    | Fluorescencia ultravioleta                                  |
| Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )                                 | Método automático    | Quimioluminiscencia   |
| Ozono troposférico (O <sub>3</sub> )                                    | Método automático    | Fotometría de absorción ultravioleta                        |

<sup>1</sup>

Actualmente denominado Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria.



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres»  
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

| Parámetro  | Método de Referencia   | Técnica Empleada  |
|--|--|---|
| Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> ) – Alto Volumen   | IC-MA-95 Rev.02 (Validado) 2017.<br>Determinación de Peso:<br>Filtro M10 y PM2.5 Alto Volumen  | Determinación de Peso: Filtro PM10 Alto Volumen   |
| Metales en PM <sub>10</sub> – Alto Volumen   | EPA IO-3.5, June 1999  | <i>Determination of Metals in Ambient Particulate Matter Using Inductively Coupled Plasma / Mass Spectrometry (ICP/MS)*</i> |
| Metales en PM <sub>10</sub> – Alto Volumen   | <i>EPA Compendium method IO-3.4 1999. Determination of Metals in Ambient Particulate Matter using Inductively Coupled Plasma (ICP) Spectroscopy.</i> | Metales por ICP OES Filtro PM10 Alto Volumen**  |
| - Velocidad de viento<br>- Dirección de viento<br>- Temperatura ambiente<br>- Humedad relativa<br>- Precipitación<br>- Presión barométrica | Método automático  | --  |

\* Según informes de ensayo N.º 28051/2018 y N.º 46161/2018, laboratorio ALS LS Perú S.A.C.

\*\* Según informes de ensayo N.º OCT1146.R18 y OCT1147.R18, laboratorio CERTMIN S.A

--: No aplica

En la tabla 6-4 se listan los equipos de medición y certificados de calibración se encuentran en el Anexo 3.



**Tabla 6-4.** Equipos utilizados en el monitoreo de calidad del aire en el distrito de Torata

| Equipo                           | Marca             | Modelo     | Parámetro  |
|----------------------------------|-------------------|------------|--|
| Monitor automático de partículas | Thermo Scientific | TEOM 1405  | Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )  |
| Analizador automático de gases   | Thermo Scientific | 450i       | Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )   |
| Analizador automático de gases   | Ecotech           | Serinus 40 | Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )  |
| Analizador automático de gases   | Thermo Scientific | 49i        | Ozono troposférico (O <sub>3</sub> )   |
| Analizador automático de gases   | Thermo Scientific | 48i        | Monóxido de carbono (CO)   |
| Estación meteorológica           | Campbell          | CR1000     | - Velocidad de viento<br>- Dirección de viento<br>- Temperatura ambiente<br>- Humedad relativa<br>- Precipitación<br>- Presión barométrica |

#### 6.4. Criterios de comparación

Las concentraciones obtenidas fueron comparadas con los Estándares de Calidad Ambiental para Aire (en adelante, ECA para aire) establecidos en el Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM, según se indica en la Tabla 6-5.

**Tabla 6-5.** 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                         |
| Dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ )                                      | 24 horas | 250                                | NE más de 7 veces al año                         |
| Dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ )                                   | 1 hora   | 200                                | NE más de 24 veces al año                        |
| Ozono ( $\text{O}_3$ )   | 8 horas  | 100                                | Máxima media diaria<br>NE más de 24 veces al año |
| Monóxido de carbono ( $\text{CO}$ )                                      | 1 hora   | 30 000                             | NE más de 1 veces al año                         |
|  | 8 horas  | 10 000                             | Mediá aritmética móvil                           |

NE: No exceder

Los ECA para aire no consideran concentraciones de metales en  $\text{PM}_{10}$  para un periodo de 24 horas, se ha tomado la guía de calidad de aire de Canadá (*Ontario's Ambient Air Quality Criteria - 2012*) como estándares de referencia para los parámetros evaluados (Tabla 6-6). Asimismo, en las notas de dicha norma se indica que las concentraciones se encuentran a condiciones de  $10^\circ\text{C}$  y  $760\text{ mmHg}$ .

**Tabla 6-6.** Estándares de calidad de aire de Canadá para los contaminantes

| CASRN      | Contaminante                        | AAQC ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Tiempo promedio (h) |
|------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 7440-36-0  | Antimonio y compuestos de antimonio | 25                                | 24                  |
| 7784-42-1  | Arsénico y compuestos de arsénico   | 0,3                               | 24                  |
| 7440-41-7  | Berilio y compuestos de berilio     | 0,01                              | 24                  |
| 7440-42-8  | Boro                                | 120                               | 24                  |
| 7440-43-9  | Cadmio y compuestos de cadmio       | 0,025                             | 24                  |
| 7440-48-4  | Cobalto                             | 0,1                               | 24                  |
| 7440-50-8  | Cobre                               | 50                                | 24                  |
| 7440-47-3  | Cromo y compuestos                  | 0,5                               | 24                  |
| 15438-31-0 | Hierro (metálico)                   | 4                                 | 24                  |
| 7439-97-6  | Mercurio                            | 2                                 | 24                  |
| 7439-92-1  | Plomo y compuestos de plomo         | 0,5                               | 24                  |
| 7439-96-5  | Manganeso y compuestos de manganeso | 0,2                               | 24                  |
| 7439-98-7  | Molibdeno                           | 120                               | 24                  |
| 7440-02-0  | Níquel y compuestos de níquel       | 0,1                               | 24                  |
| 7782-49-2  | Selenio                             | 10                                | 24                  |
| 7440-22-4  | Plata                               | 1                                 | 24                  |
| 7440-24-6  | Estroncio                           | 120                               | 24                  |
| 7440-31-5  | Estaño                              | 10                                | 24                  |
| 7440-32-6  | Titanio                             | 120                               | 24                  |
| 7440-62-2  | Vanadio                             | 2                                 | 24                  |
| 7440-66-6  | Zinc                                | 120                               | 24                  |

CASRN: Chemical Abstracts Services Registry Number o Número de Registro CAS.

Fuente: *Ontario's Ambient Air Quality Criteria Standards (AAQC)* – abril 2012:  
[www.airqualityontario.com/downloads/AmbientAirQualityCriteria.pdf](http://www.airqualityontario.com/downloads/AmbientAirQualityCriteria.pdf)

### 6.5. Procesamiento de datos

El procesamiento de datos obtenidos, se realizó en base a su criterio de evaluación. Para  $\text{PM}_{10}$  y  $\text{SO}_2$  se obtuvieron concentraciones de 24 horas, en el caso de  $\text{O}_3$  promedios de 8 horas, por último, para el  $\text{CO}$  y  $\text{NO}_2$  se consideraron las concentraciones horarias.

Los datos meteorológicos fueron procesados para la elaboración de los diagramas denominados rosas de viento, los cuales 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 mencionados y poder establecer su posible procedencia, evolución y transporte local.

**7. RESULTADOS Y ANÁLISIS**

En esta sección, se presentan los resultados de las condiciones meteorológicas, concentraciones de PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub> y NO<sub>2</sub> para su análisis respectivo, realizada del 1 de marzo al 31 de octubre de 2018, en la estación de vigilancia ambiental de calidad de aire CA-TO-01.

**7.1. 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 7-1 y el detalle del registro de los parámetros en el Anexo 2.

**Tabla 7-1.** Parámetros meteorológicos registrados en la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01 del 1 de marzo al 31 de octubre de 2018

| Valores          | Temperatura (°C) | Humedad relativa (%) | Presión barométrica (mmHg) | Velocidad del viento (m/s) | Precipitación diaria (mm) |
|------------------|------------------|----------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| <b>Marzo</b>     |                  |                      |                            |                            |                           |
| Mínimo           | 8,9              | 13,3                 | 564,8                      | 0                          | 0                         |
| Máximo           | 20,7             | 84,1                 | 568,3                      | 3,8                        | 0                         |
| Promedio         | 14,7             | 55,5                 | 566,4                      | 1,4                        | 0                         |
| <b>Abril</b>     |                  |                      |                            |                            |                           |
| Mínimo           | 8,9              | 13,4                 | 565,5                      | 0,1                        | 0,0                       |
| Máximo           | 14,4             | 52,8                 | 567,2                      | 1,4                        | 0,01                      |
| Promedio         | 19,6             | 87,7                 | 569,0                      | 4,3                        | 2,6                       |
| <b>Mayo</b>      |                  |                      |                            |                            |                           |
| Mínimo           | 9,6              | 5,2                  | 565,6                      | 0,1                        | 0,0                       |
| Máximo           | 15,2             | 28,0                 | 567,4                      | 1,5                        | 0,0                       |
| Promedio         | 21,3             | 75,4                 | 569,4                      | 4,6                        | 0,0                       |
| <b>Junio</b>     |                  |                      |                            |                            |                           |
| Mínimo           | 9,9              | 2,8                  | 564,9                      | 0,0                        | 0,0                       |
| Máximo           | 20,7             | 63,6                 | 570,7                      | 6,3                        | 0,7                       |
| Promedio         | 15,5             | 23,0                 | 567,6                      | 1,7                        | 0,001                     |
| <b>Julio</b>     |                  |                      |                            |                            |                           |
| Mínimo           | 8,6              | 8,7                  | 564,9                      | 0,1                        | 0,0                       |
| Máximo           | 21,1             | 58,5                 | 569,7                      | 5,7                        | 1,0                       |
| Promedio         | 15,0             | 23,8                 | 567,4                      | 1,5                        | 0,001                     |
| <b>Agosto</b>    |                  |                      |                            |                            |                           |
| Mínimo           | 9,7              | 3,4                  | 565,5                      | 0                          | 0                         |
| Máximo           | 21,7             | 54,0                 | 569,1                      | 5,7                        | 0                         |
| Promedio         | 15,9             | 15,9                 | 567,3                      | 1,5                        | 0                         |
| <b>Setiembre</b> |                  |                      |                            |                            |                           |
| Mínimo           | 9,9              | 5,1                  | 562,6                      | 0,1                        | 0                         |
| Máximo           | 21,5             | 63,0                 | 567,8                      | 3,9                        | 0                         |
| Promedio         | 15,7             | 21,0                 | 566,4                      | 1,7                        | 0                         |
| <b>Octubre</b>   |                  |                      |                            |                            |                           |
| Mínimo           | 10,5             | 8,4                  | 564,6                      | 0                          | 0                         |
| Máximo           | 20,8             | 68,4                 | 568,8                      | 4,0                        | 0                         |
| Promedio         | 15,3             | 28,8                 | 566,9                      | 1,7                        | 0                         |





«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres»  
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

En relación a las condiciones meteorológicas registradas en la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire CA-TO-01 del 1 de marzo al 31 de octubre de 2018 (ver Tabla 7-1), se aprecia que la velocidad del viento osciló entre una mínima de 0 m/s (mes de abril) y una máxima de 6,3 m/s (mes de junio). Asimismo, la temperatura promedio fue de 15,2 °C, alcanzando una mínima de 8,6 °C (mes de julio) y una máxima de 21,7 °C (mes de agosto), con una humedad relativa mínima y máxima de 2,8 % (mes de junio) y 84,1 % (mes de marzo), respectivamente. La presión barométrica varió entre una mínima de 562,6 mmHg (mes de setiembre) y una máxima de 570,7 mmHg (mes de junio), mientras que la precipitación osciló entre 0 a 2,6 mm (mes de abril).

La representación gráfica de la rosa de vientos se realizó con el propósito de obtener información estadística relativa a la estación de vigilancia ambiental de calidad de aire CA-TO-01. La rosa de vientos para el periodo del 1 de marzo al 31 de octubre de 2018 (Figura 7-1), presentó una dirección predominante de los vientos del oeste-suroeste (WSW), con una frecuencia relativa de 24,9 %. También se registró la presencia de vientos provenientes desde la unidad minera Cuajone hacia el centro poblado de Torata Alta, desde el este (E) y este-noreste (ENE) con una frecuencia relativa de 13,6 % (Figura 7-1).

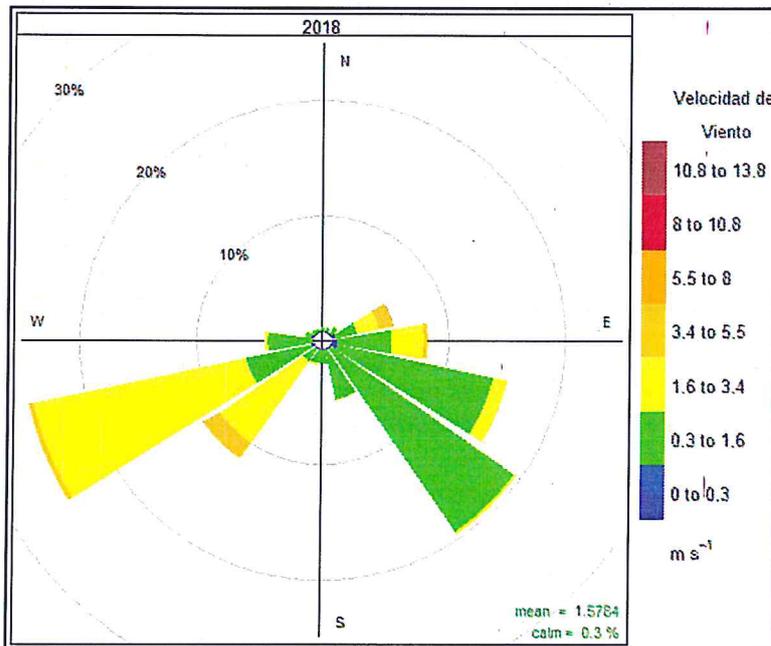


Figura 7-1. La representación gráfica de rosa de vientos en la estación de vigilancia CA-TO-01, del 1 de marzo al 31 de octubre.

La Figura 7-2, muestra la ubicación de la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01 con respecto a la unidad minera Cuajone (distanciada aproximada de 6 km lineales entre ellas), así como la distribución de los vientos registrados durante dicha vigilancia. Además de los vientos predominantes, se registraron vientos provenientes desde la ubicación de la unidad minera Cuajone hacia la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01.



Handwritten signature and date: 28



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres»  
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

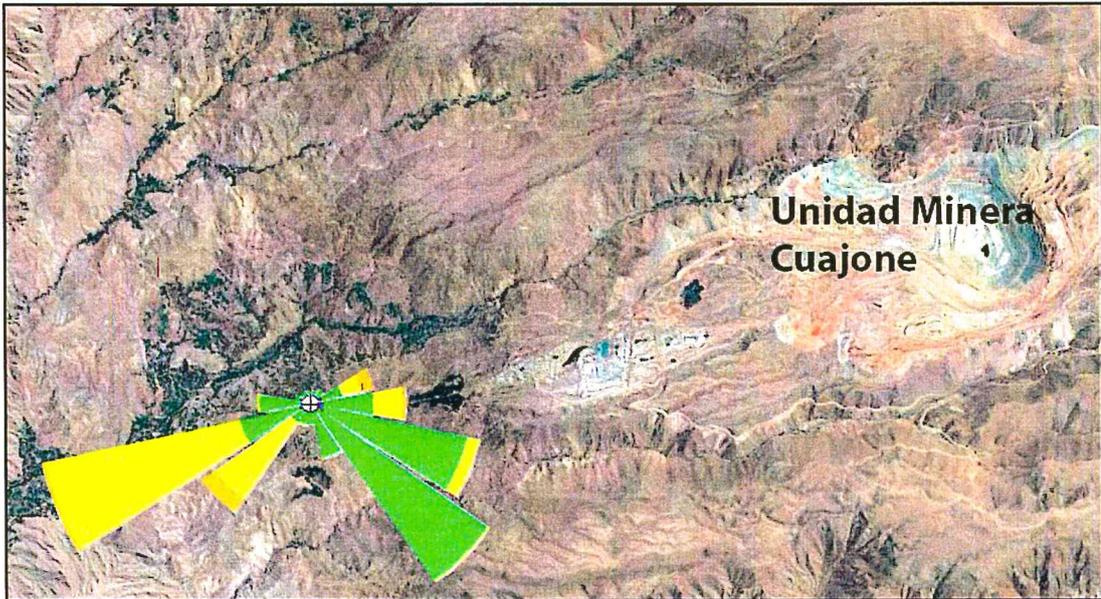


Figura 7-2. La representación gráfica de rosa de vientos en la estación de vigilancia CA-TO-01, del 1 de marzo al 31 de octubre.

En la Figura 7-3 se representa las rosa de vientos mensuales para el intervalo de tiempo desde el 1 de marzo hasta el 31 de octubre de 2018, por lo que se aprecia que las rosa de vientos correspondiente a los meses de marzo, abril, mayo, junio, agosto setiembre y octubre de 2018, tienen un comportamiento similar, en la cual se aprecia dos componentes resaltantes en todos los meses, la primera y con mayor predominancia es del oeste-suroeste (WSW), la segunda y con menor porcentaje es del sureste (SE).

En relación al tipo de viento para las rosas de viento mensuales, la dirección predominante es oeste-suroeste (WSW), la cual es el común denominador de todos los meses y tiene principalmente un tipo de viento denominado brisa muy ligera.



Handwritten signature or initials in blue ink.



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres»  
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

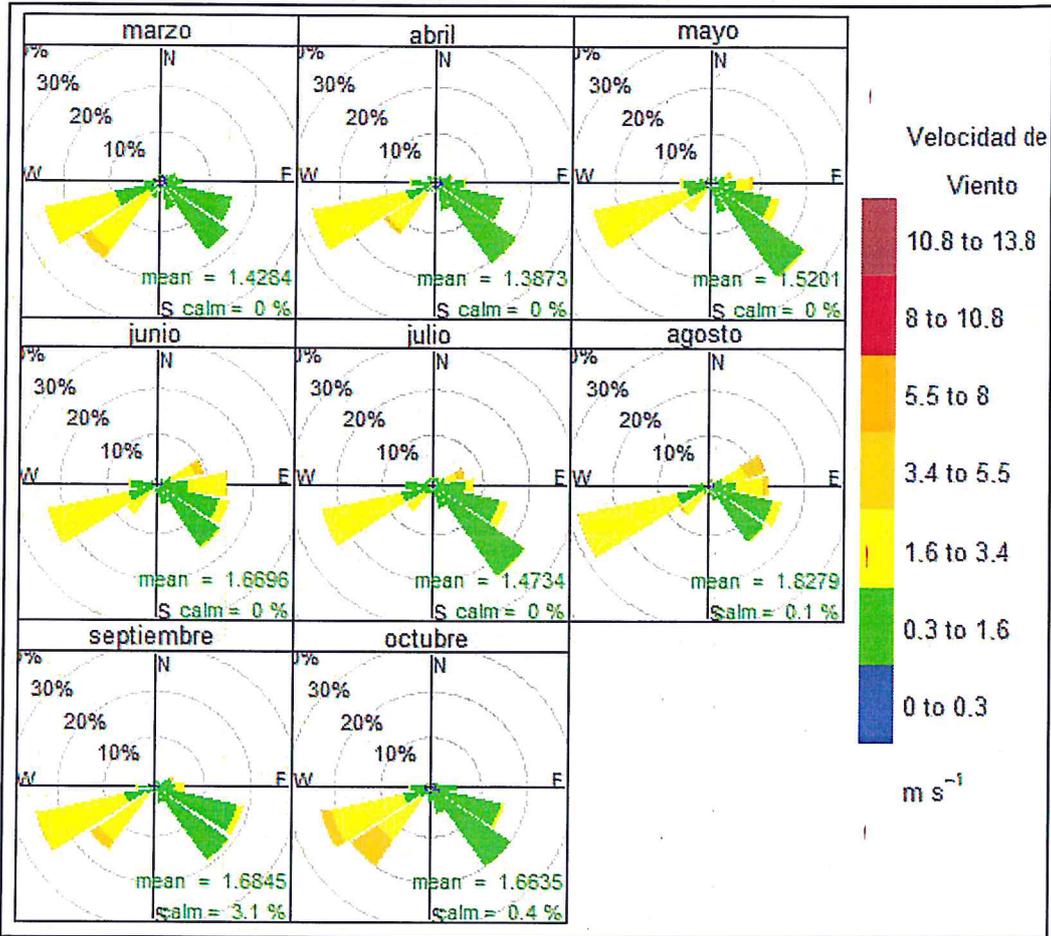


Figura 7-3. Rosas de vientos en la estación de vigilancia ambiental CA-CC-1, por periodos mensuales, desde marzo hasta octubre de 2018.

7.2. Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM<sub>10</sub>) - método automático

En la Figura 7-3, se observa que en los meses de marzo a octubre de 2018 se registraron concentraciones promedio de 24 horas de PM<sub>10</sub> en la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01, que no excedieron el ECA para aire correspondiente al parámetro PM<sub>10</sub>. En el mes de agosto se registró la mayor concentración (99,0 µg/m<sup>3</sup>), respecto a los otros meses.





«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres»  
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

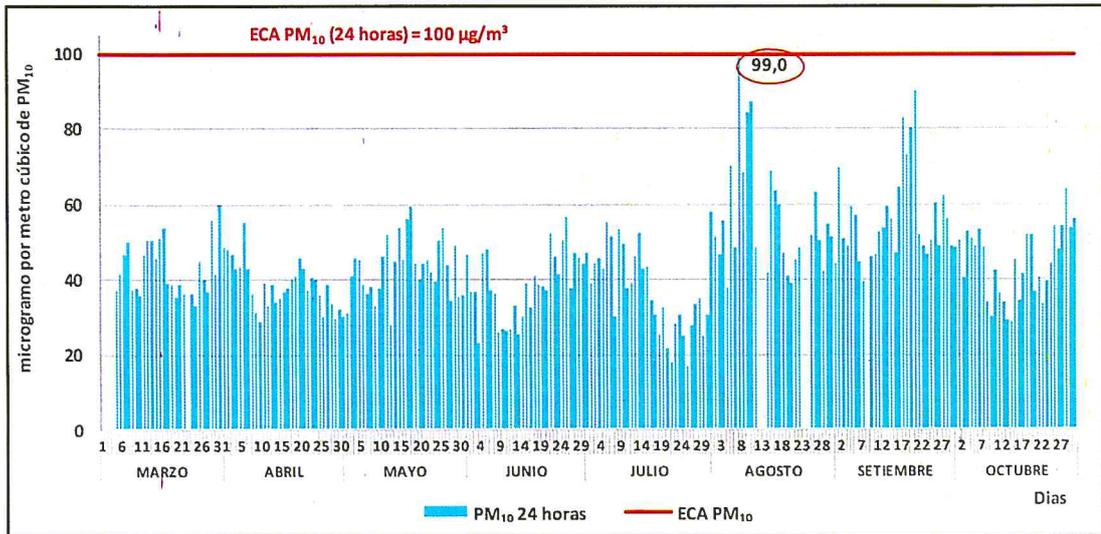


Figura 7-4. Concentraciones diarias de PM<sub>10</sub> en la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01, del 1 de marzo al 31 de octubre de 2018.

En la Figura 7-5, se aprecian gráficas estadísticas de la mediana de las concentraciones de PM<sub>10</sub>, por días de la semana y mensuales, desde el 1 de marzo al 31 de octubre de 2018.

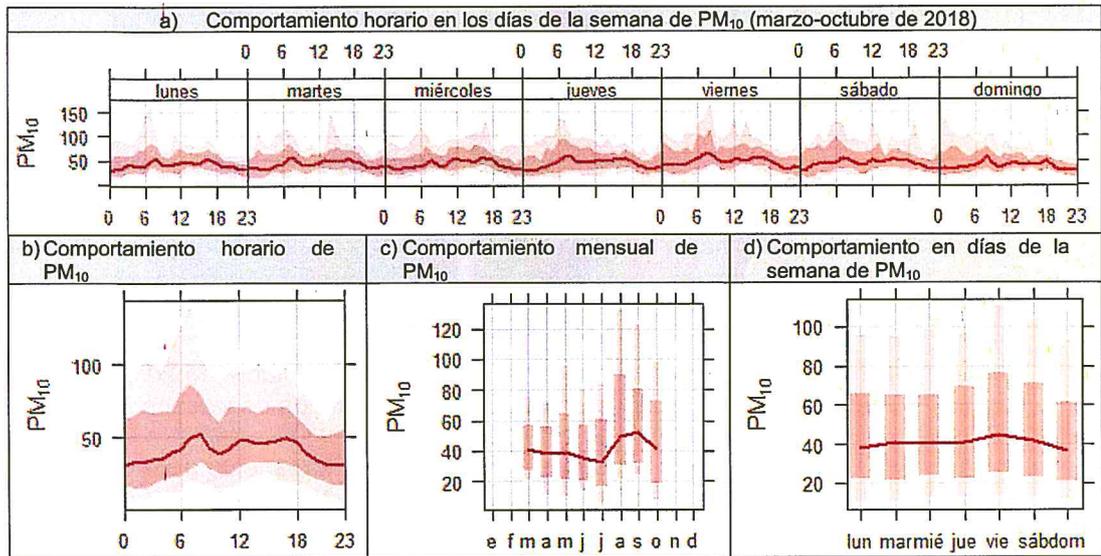


Figura 7-5. Medianas horarias, por días de la semana y mensuales de las concentraciones de PM<sub>10</sub> en la estación de vigilancia ambiental CA-CC-01, del 1 de enero al 31 de octubre de 2018

En la representación por días de la semana (Figura 7-5d) se observa que los días viernes, es donde se registraron las mayores concentraciones de PM<sub>10</sub> y las menores se registraron los días domingos. En el caso de las medianas horarias (Figura 7-5b) del intervalo de tiempo mencionado, se aprecia que las concentraciones de PM<sub>10</sub> a partir de las 6 hasta las 10 horas se incrementan, para luego regresar a su comportamiento diario.

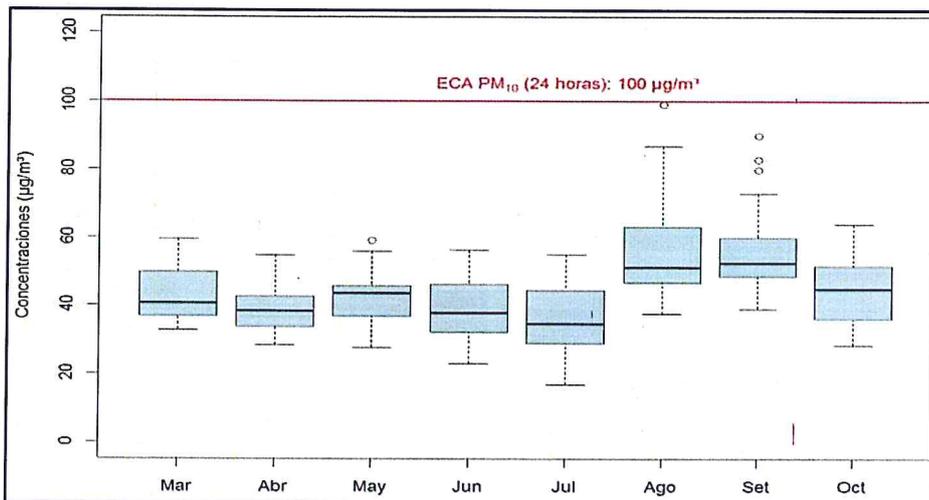
En la Figura 7-6, se presenta el diagrama de cajas de las concentraciones promedio diarias de PM<sub>10</sub> obtenidas del 1 de marzo al 31 de octubre de 2018 en la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01. Cabe destacar que el diagrama de cajas nos permite determinar valores atípicos y la mediana de las concentraciones de PM<sub>10</sub>.



Handwritten blue ink marks and signatures on the left margin.



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres»  
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

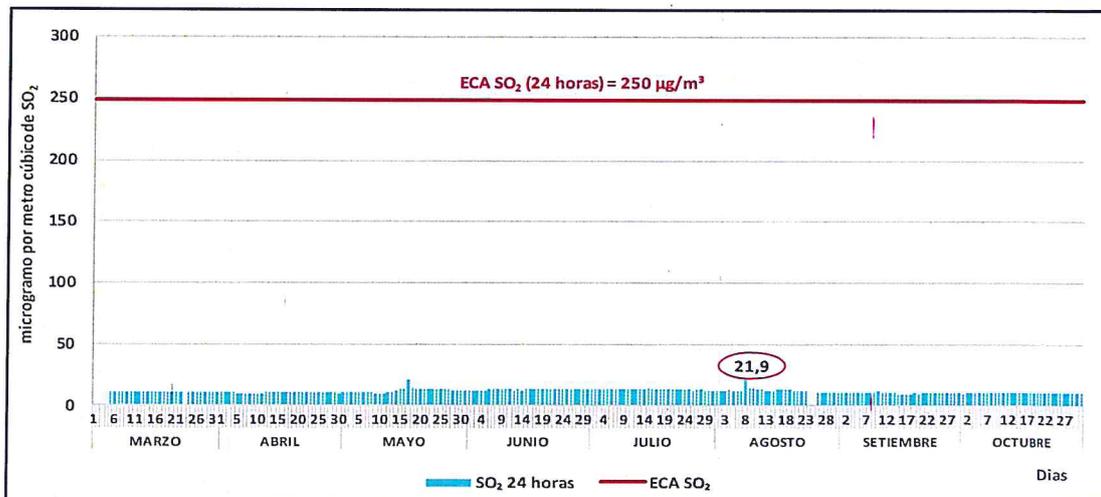


**Figura 7-6.** Diagrama de cajas de las concentraciones promedio diarias de PM<sub>10</sub>, del 1 de marzo hasta el 31 octubre de 2018  
 ECA PM<sub>10</sub> (24 horas): Estándar de calidad ambiental establecido en el D.S. N. 003-2017-MINAM  
 (o): Valor atípico: Valor se extiende más allá de los bigotes (más 1,5 veces la altura de la caja)

Es importante destacar, que la mediana de setiembre (52,6 µg/m<sup>3</sup>) fue mayor a las obtenidas en marzo (40,7 µg/m<sup>3</sup>), abril (38,5 µg/m<sup>3</sup>), mayo (43,6 µg/m<sup>3</sup>), junio (37,9 µg/m<sup>3</sup>), julio (34,6 µg/m<sup>3</sup>), agosto (51,3 µg/m<sup>3</sup>), octubre (44,9 µg/m<sup>3</sup>) de 2018, por lo que se infiere que las mayores concentraciones de 24 horas de PM<sub>10</sub> fueron registradas en el mes de setiembre y las menores en el mes de julio.

### 7.3. Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

De acuerdo con la Figura 7-7, en los meses de marzo a octubre de 2018 se registraron concentraciones promedio de 24 horas de SO<sub>2</sub>, en la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01, que no excedieron su respectivo valor del ECA para aire. En el mes de agosto se registró la mayor concentración (21,9 µg/m<sup>3</sup>), respecto a los otros meses.



**Figura 7-7.** Concentraciones diarias de SO<sub>2</sub> en la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01, del 1 de marzo al 31 de octubre de 2018.

En la Figura 7-8, se aprecian gráficas estadísticas de la mediana de las concentraciones de SO<sub>2</sub>, por días de la semana y mensuales, desde el 1 de marzo al 31 de octubre de 2018.



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres»  
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

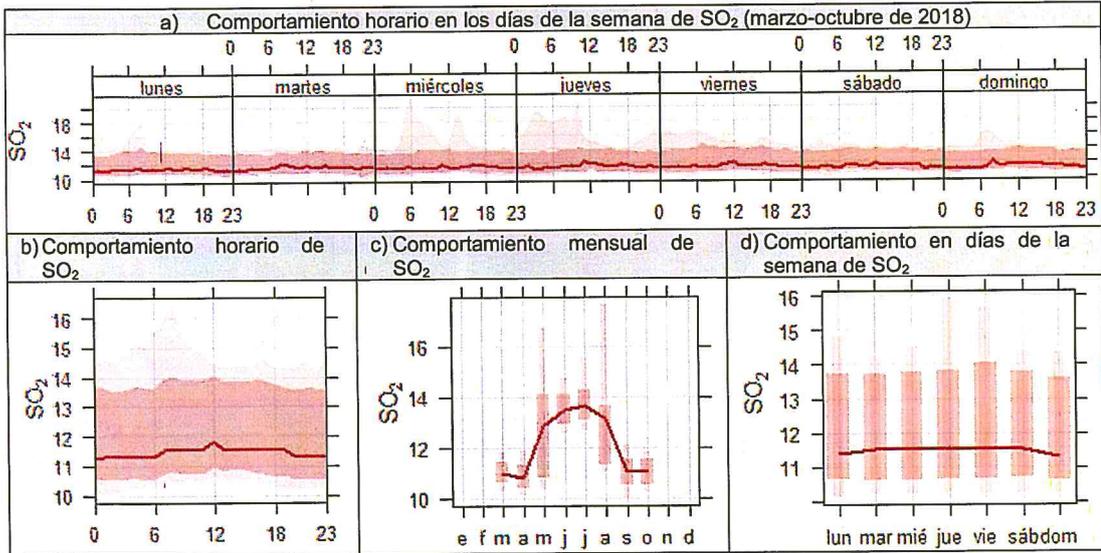


Figura 7-8. Medianas horarias, por días de la semana y mensuales de las concentraciones de SO<sub>2</sub> en la estación de vigilancia ambiental CA-CC-01, del 1 de enero al 31 de octubre de 2018

En la representación por días de la semana (Figura 7-5d) se observa que los días viernes, es donde se registraron las mayores concentraciones de SO<sub>2</sub> y las menores se registraron los días domingos. En el caso de las medianas horarias (Figura 7-5b) del intervalo de tiempo mencionado, se aprecia que las concentraciones de SO<sub>2</sub> a partir de las 6 hasta las 18 horas se incrementan sin cambios importantes, para luego regresar a su comportamiento diario.

#### 7.4. Monóxido de Carbono (CO)



De acuerdo con la Figura 7-9, en los meses de marzo a agosto de 2018 se registraron concentraciones horarias de CO, en la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01, que no excedieron el valor del ECA para aire de CO. Es preciso indicar que las concentraciones horarias no fueron superiores a 3600 µg/m<sup>3</sup>, durante el referido periodo de evaluación de calidad de aire en la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01.

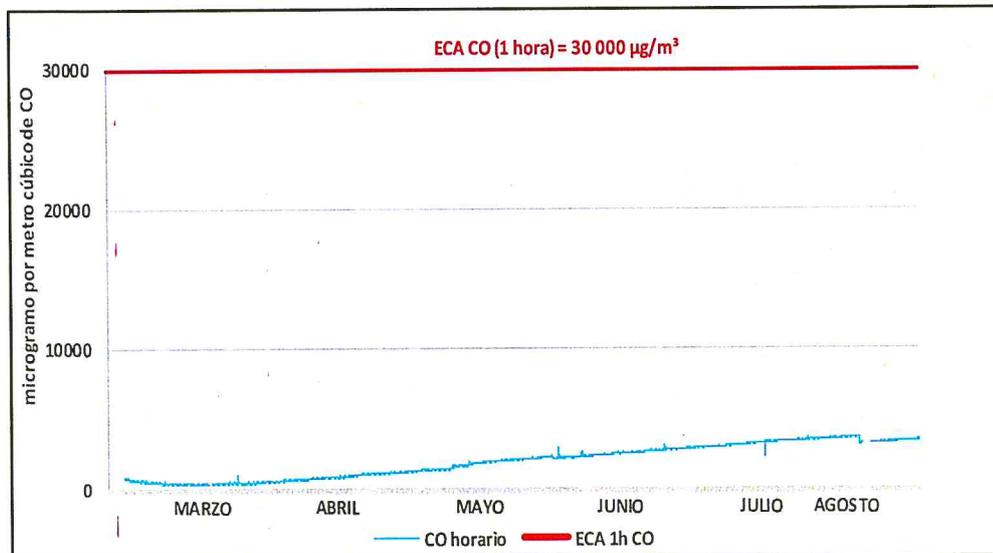


Figura 7-9. Concentraciones horarias de CO en la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01, del 1 de marzo al 23 de agosto de 2018

Handwritten signatures and initials in blue ink on the left margin.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres»  
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

### 7.5. Ozono (O<sub>3</sub>)

En la Figura 7-10, se presenta las concentraciones promedio de 8 horas de los meses de marzo a octubre de 2018, observando que en los meses de mayo (1 día), junio (6 días), julio (12 días), agosto (18 días), setiembre (todos los días) y octubre (22 días) excedieron el valor del ECA para aire establecido para ozono, alcanzando una mayor concentración (140,0 µg/m<sup>3</sup>) en el mes de octubre respecto a los otros meses.

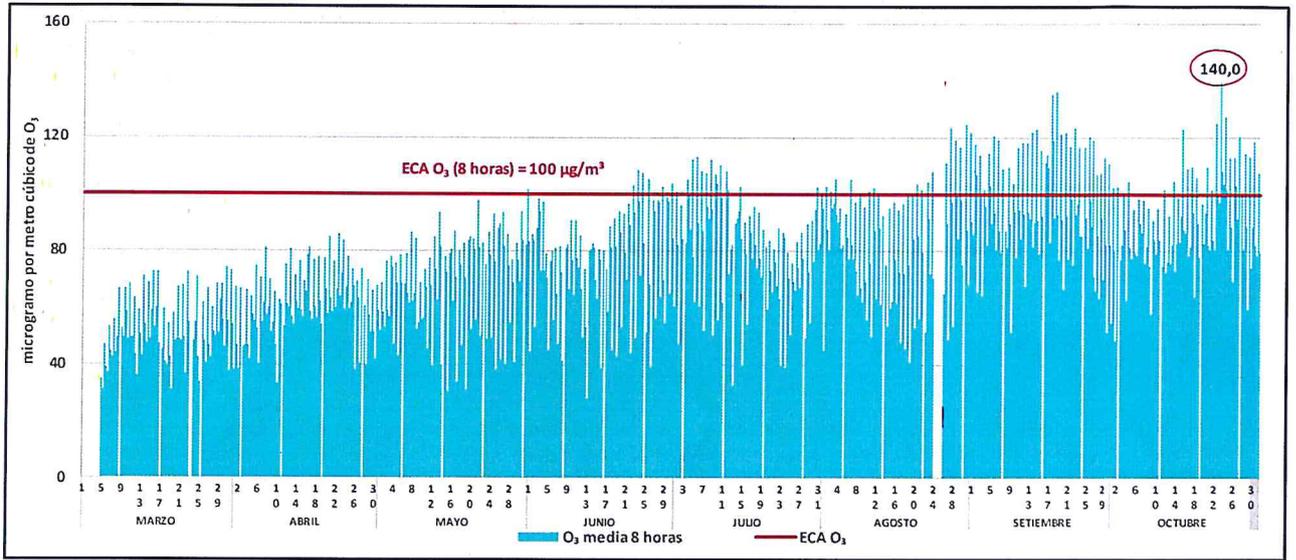


Figura 7-10. Concentraciones promedio de 8 horas de O<sub>3</sub> en la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01, del 1 de enero al 31 de octubre de 2018

En la Figura 7-11, se presenta el diagrama de cajas de las concentraciones promedio de 8 horas de O<sub>3</sub> obtenidas del 1 de marzo al 31 de octubre de 2018 en la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01. Cabe destacar que el diagrama de cajas nos permite determinar valores atípicos y la mediana de las concentraciones de O<sub>3</sub>.

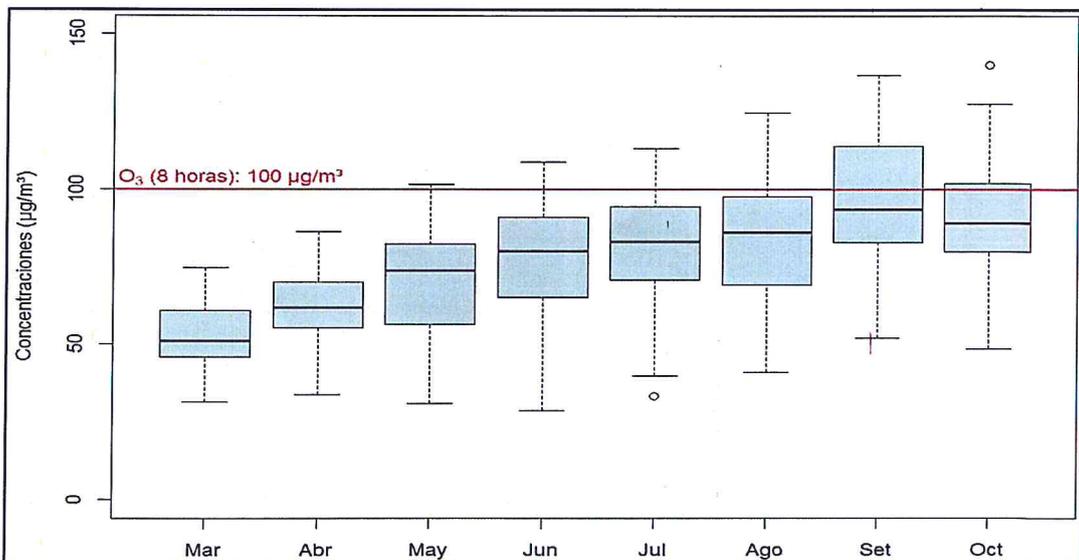


Figura 7-11. Diagrama de cajas de las concentraciones promedio 8 horas de O<sub>3</sub>, del 1 de marzo hasta el 31 octubre de 2018

ECA O<sub>3</sub> (8 horas): Estándar de calidad ambiental establecido en el D.S. N. 003-2017-MINAM  
(o): Valor atípico: Valor se extiende más allá de los bigotes (más 1,5 veces la altura de la caja)



Handwritten signatures and initials in blue ink.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres»  
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Es importante destacar, que la mediana de setiembre ( $93,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) fue mayor a las obtenidas en marzo ( $50,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), abril ( $61,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), mayo ( $73,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), junio ( $80,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), julio ( $83,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), agosto ( $85,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), octubre ( $89,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) de 2018, por lo que se infiere que las mayores concentraciones de 24 horas de  $\text{O}_3$  fueron registradas en el mes de setiembre y las menores en el mes de marzo.

### 7.6. Dióxido de Nitrógeno ( $\text{NO}_2$ )

De acuerdo con la Figura 7-12, en los meses de abril y mayo de 2018 se registraron concentraciones horarias de  $\text{NO}_2$ , en la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01, que no excedieron el valor del ECA para aire de  $\text{NO}_2$ . Es preciso indicar que en los dos meses mencionados se aprecia un comportamiento similar y durante el mes de mayo, es donde se produjo la mayor concentración de  $\text{NO}_2$  y fue de  $57,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

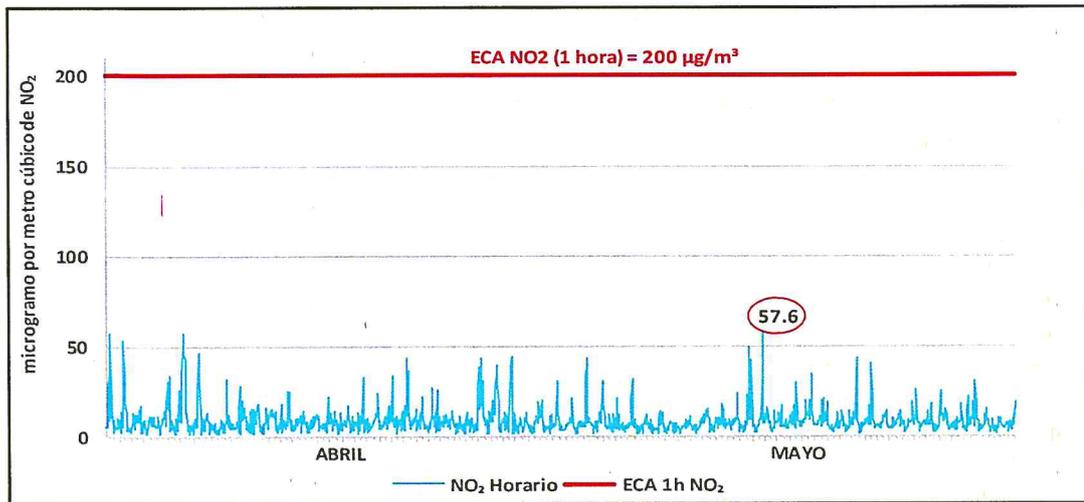


Figura 7-12. Concentraciones horarias de  $\text{NO}_2$  en la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01, del 1 de abril al 31 de mayo de 2018

En la Figura 7-13, se aprecian gráficas estadísticas de la mediana de las concentraciones de  $\text{NO}_2$ , por días de la semana y mensuales, desde el 1 de abril al 31 de mayo de 2018.

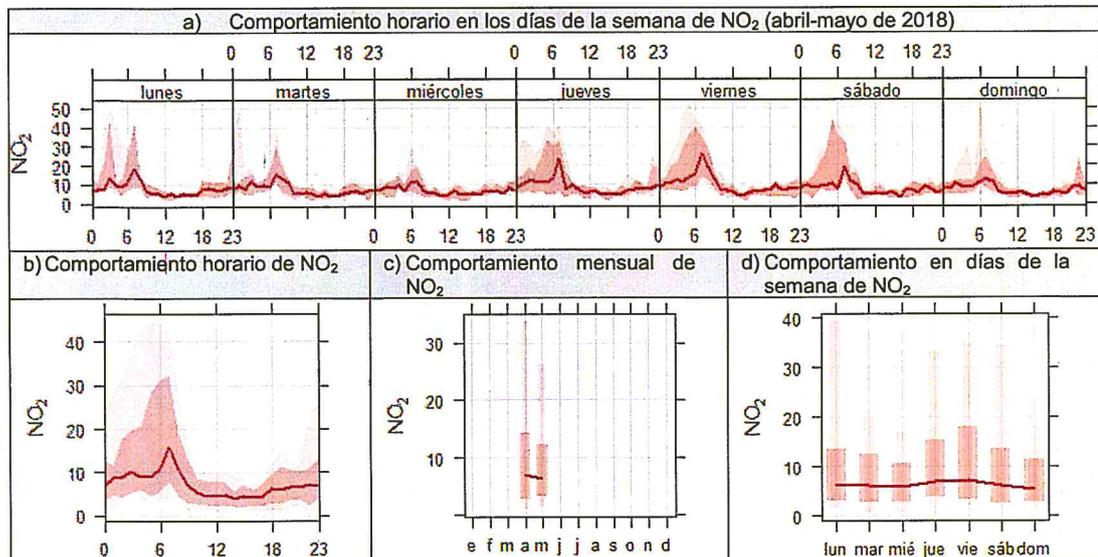


Figura 7-13. Medianas horarias, por días de la semana y mensuales de las concentraciones de  $\text{NO}_2$  en la estación de vigilancia ambiental CA-CC-01, del 1 de abril al 31 de mayo de 2018





En la representación por días de la semana (Figura 7-13d) se observa que los días viernes, es donde se registraron las mayores concentraciones de NO<sub>2</sub> y las menores se registraron los días miércoles. En el caso de las medianas horarias (Figura 7-13b) del intervalo de tiempo mencionado, se aprecia que las concentraciones de NO<sub>2</sub> a partir de las 3 hasta las 9 horas se incrementan, para luego regresar a su comportamiento diario.

### 7.7. Concentraciones de metales en material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM<sub>10</sub>)

El material particulado PM<sub>10</sub> se ha caracterizado químicamente, es así que se han reportado los metales<sup>2</sup>: aluminio (Al), antimonio (Sb), arsénico (As), bario (Ba), berilio (Be), bismuto (Bi), boro (B), cadmio (Cd), calcio (Ca), cobalto (Co), cobre (Cu), cromo (Cr), estaño (Sn), estroncio (Sr), fósforo (P), hierro (Fe), mercurio (Hg), litio (Li), magnesio (Mg), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), níquel (Ni), plata (Ag), plomo (Pb), potasio (K), selenio (Se), silicio (Si), sodio (Na), talio (Tl), titanio (Ti), vanadio (V), y zinc (Zn) además de los metaloides boro, (B), silicio (Si) y arsénico (As).

En vista que, en los ECA para aire, no contempla un valor para periodo de 24 horas, para metales y metaloides, se ha realizado la comparación referencial, con los valores establecidos por la normativa de la provincia de Ontario – Canadá, la *Ontario's Ambient Air Quality Criteria* (2012)<sup>3</sup>.

Los resultados de las concentraciones obtenidos de los metales Sb, As, Be, B, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Hg, Pb, Mn, Mo, Ni, Se, Ag, Sr, Sn, Ti, V y Zn se encontraron por debajo de sus valores respectivos establecidos en la normativa referencial canadiense, los cuales se presentan en las tablas 7-2, 7-3 y 7-4, correspondientes a los monitoreos realizados en los meses de mayo, agosto y octubre, respectivamente.

Para el parámetro Pb se analiza sus resultados con detalle en el siguiente apartado.

**Tabla 7-2.** Concentraciones de metales en PM<sub>10</sub> a 10° C y 1 atmósfera en la estación de vigilancia ambiental CA-CC-01 correspondiente al mes de mayo de 2018

| Metales en PM <sub>10</sub> |    | Unidades          | CONCENTRACIÓN DE METALES – Volumen 10° C (m <sup>3</sup> ) |            |            | AAQC-Ontario (µg/m <sup>3</sup> ) |
|-----------------------------|----|-------------------|--|------------|------------|-----------------------------------|
|                             |    |                   | CA-TO-01   |            |            |                                   |
|                             |    |                   | 15/05/2018   | 16/05/2018 | 17/05/2018 |                                   |
| Aluminio                    | Al | µg/m <sup>3</sup> | 0,5  | 0,85       | 0,877      | -                                 |
| Antimonio                   | Sb | µg/m <sup>3</sup> | <LC  | <LC        | <LC        | 25                                |
| Arsénico                    | As | µg/m <sup>3</sup> | 0,0016   | 0,0036     | 0,0028     | 0,3                               |
| Bario                       | Ba | µg/m <sup>3</sup> | 0,0091   | 0,0141     | 0,013      | -                                 |
| Berilio                     | Be | µg/m <sup>3</sup> | <LC  | <LC        | <LC        | 0,01                              |
| Bismuto                     | Bi | µg/m <sup>3</sup> | 0,00029  | 0,00051    | 0,00037    | -                                 |
| Boro                        | B  | µg/m <sup>3</sup> | <LC  | <LC        | <LC        | 120                               |
| Cadmio                      | Cd | µg/m <sup>3</sup> | 0,00028  | 0,00042    | 0,00034    | 0,025                             |
| Calcio                      | Ca | µg/m <sup>3</sup> | 0,88   | 1,33       | 1,32       | -                                 |
| Cobalto                     | Co | µg/m <sup>3</sup> | 0,00025  | 0,00063    | 0,00058    | 0,1                               |
| Cobre                       | Cu | µg/m <sup>3</sup> | 0,065  | 0,155      | 0,155      | 50                                |
| Cromo                       | Cr | µg/m <sup>3</sup> | <LC  | <LC        | <LC        | 0,5                               |
| Estaño                      | Sn | µg/m <sup>3</sup> | <LC  | <LC        | <LC        | 10                                |
| Estroncio                   | Sr | µg/m <sup>3</sup> | 0,0048   | 0,0078     | 0,0075     | 120                               |
| Fosforo                     | P  | µg/m <sup>3</sup> | 0,0855   | 0,0984     | 0,117      | -                                 |
| Hierro                      | Fe | µg/m <sup>3</sup> | <LC  | <LC        | <LC        | 4                                 |

<sup>2</sup> Para fines del presente informe tanto los metales como metaloides se les denominarán metales.

<sup>3</sup> *Ontario's Ambient Air Quality Criteria (Sorted by Contaminant Name). Standards Development Branch. Ontario Ministry of the Environment – April 2012.*



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres»  
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

| CONCENTRACIÓN DE METALES – Volumen 10° C (m <sup>3</sup> ) |    |                   |            |            |            | AAQC-<br>Ontario<br>(µg/m <sup>3</sup> ) |
|--|----|-------------------|------------|------------|------------|--|
| Metales en PM <sub>10</sub>                                |    | Unidades          | CA-TO-01   |            |            |  |
|  |    |                   | 15/05/2018 | 16/05/2018 | 17/05/2018 |  |
| Litio  | Li | µg/m <sup>3</sup> | 0,0011     | 0,0022     | 0,002      | 20                                       |
| Magnesio   | Mg | µg/m <sup>3</sup> | 0,28       | 0,47       | 0,48       | -  |
| Manganeso  | Mn | µg/m <sup>3</sup> | 0,029      | 0,063      | 0,069      | 0,2                                      |
| Mercurio   | Hg | µg/m <sup>3</sup> | 0,00002    | <LC        | <LC        | 2  |
| Molibdeno  | Mo | µg/m <sup>3</sup> | 0,0009     | 0,0015     | 0,0019     | 120                                      |
| Níquel   | Ni | µg/m <sup>3</sup> | <LC        | <LC        | <LC        | 0,1                                      |
| Plata  | Ag | µg/m <sup>3</sup> | LC         | 0,00031    | 0,00028    | 1  |
| Plomo  | Pb | µg/m <sup>3</sup> | 0,005      | 0,009      | 0,008      | 0,5                                      |
| Potasio  | K  | µg/m <sup>3</sup> | 0,25       | 0,37       | 0,38       | -  |
| Selenio  | Se | µg/m <sup>3</sup> | <LC        | <LC        | <LC        | 10                                       |
| Silicio  | Si | µg/m <sup>3</sup> | 1,12       | 1,84       | 1,83       | -  |
| Sodio  | Na | µg/m <sup>3</sup> | <LC        | <LC        | <LC        | -  |
| Talio  | Tl | µg/m <sup>3</sup> | <LC        | <LC        | <LC        | -  |
| Titanio  | Ti | µg/m <sup>3</sup> | 0,0170     | 0,0266     | 0,0271     | 120                                      |
| Uranio   | U  | µg/m <sup>3</sup> | <LC        | <LC        | <LC        | 0,15                                     |
| Vanadio  | V  | µg/m <sup>3</sup> | 0,0013     | <LC        | 0,0020     | 2  |
| Zinc   | Zn | µg/m <sup>3</sup> | 0,015      | 0,034      | 0,030      | 120                                      |

<LC: debajo del límite de cuantificación del método de ensayo indicado en el informe N.º 28051/2018 del laboratorio ALS LS Perú S.A.C.

**Tabla 7-3. Concentraciones de metales en PM<sub>10</sub> a 10° C y 1 atmósfera en la estación de vigilancia ambiental CA-CC-01 correspondiente al mes de agosto de 2018**

| Concentración de metales - Volumen 10 °C |    |                   |            |            |            | AAQC<br>Ontario<br>(µg/m <sup>3</sup> ) |
|--|----|-------------------|------------|------------|------------|---|
| Metales en PM <sub>10</sub>              |    | Unidades          | CA-CC-01   |            |            |   |
|  |    |                   | 13/08/2018 | 14/08/2018 | 15/08/2018 |   |
| Plata                                    | Ag | µg/m <sup>3</sup> | <LC        | <LC        | <LC        | 1                                       |
| Aluminio                                 | Al | µg/m <sup>3</sup> | 0,92652    | 0,70299    | 0,89233    | -                                       |
| Arsénico                                 | As | µg/m <sup>3</sup> | <LC        | <LC        | <LC        | 0,3                                     |
| Boro                                     | B  | µg/m <sup>3</sup> | 0,00506    | 0,00394    | 0,00527    | 120                                     |
| Bario                                    | Ba | µg/m <sup>3</sup> | 0,01364    | 0,01129    | 0,01467    | -                                       |
| Berilio                                  | Be | µg/m <sup>3</sup> | <LC        | < 0,00001  | < 0,00001  | 0,01                                    |
| Bismuto                                  | Bi | µg/m <sup>3</sup> | <LC        | <LC        | <LC        | -                                       |
| Calcio                                   | Ca | µg/m <sup>3</sup> | 1,26539    | 1,00011    | 1,26823    | -                                       |
| Cadmio                                   | Cd | µg/m <sup>3</sup> | < LD       | <LC        | <LC        | 0,025                                   |
| Cobalto                                  | Co | µg/m <sup>3</sup> | 0,00112    | 0,00086    | 0,00149    | 0,1                                     |
| Cromo                                    | Cr | µg/m <sup>3</sup> | 0,00189    | 0,00137    | 0,00088    | 0,5                                     |
| Cobre                                    | Cu | µg/m <sup>3</sup> | 0,15116    | 0,12371    | 0,14167    | 50                                      |
| Hierro                                   | Fe | µg/m <sup>3</sup> | 1,57766    | 1,20030    | 1,51415    | 4                                       |
| Potasio                                  | K  | µg/m <sup>3</sup> | 0,30335    | 0,25495    | 0,33533    | -                                       |
| Litio                                    | Li | µg/m <sup>3</sup> | <LC        | <LC        | <LC        | -                                       |
| Magnesio                                 | Mg | µg/m <sup>3</sup> | 0,45520    | 0,35932    | 0,42851    | -                                       |
| Manganeso                                | Mn | µg/m <sup>3</sup> | 0,06932    | 0,05244    | 0,06877    | 0,2                                     |
| Molibdeno                                | Mo | µg/m <sup>3</sup> | 0,00395    | 0,00462    | 0,00281    | 120                                     |
| Sodio                                    | Na | µg/m <sup>3</sup> | 1,41981    | 1,42188    | 1,43247    | -                                       |
| Níquel                                   | Ni | µg/m <sup>3</sup> | <LC        | <LC        | <LC        | 0,1                                     |
| Fosforo                                  | P  | µg/m <sup>3</sup> | 1,04663    | 0,96076    | 0,94854    | -                                       |
| Plomo                                    | Pb | µg/m <sup>3</sup> | 0,00798    | <LC        | 0,00878    | 0,5                                     |
| Antimonio                                | Sb | µg/m <sup>3</sup> | <LC        | <LC        | <LC        | 25                                      |
| Selenio                                  | Se | µg/m <sup>3</sup> | <LC        | <LC        | <LC        | 10                                      |
| Silicio                                  | Si | µg/m <sup>3</sup> | 1,84189    | 1,33462    | 1,66873    | -                                       |
| Estaño                                   | Sn | µg/m <sup>3</sup> | <LC        | <LC        | <LC        | 10                                      |
| Estroncio                                | Sr | µg/m <sup>3</sup> | 0,00909    | 0,00702    | 0,00869    | 120                                     |
| Titanio                                  | Ti | µg/m <sup>3</sup> | 0,02711    | 0,02019    | 0,02661    | 120                                     |
| Talio                                    | Tl | µg/m <sup>3</sup> | <LC        | <LC        | <LC        | -                                       |
| Vanadio                                  | V  | µg/m <sup>3</sup> | 0,00180    | 0,00163    | 0,00184    | 2                                       |



1  
2  
A  
B



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres»  
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

| Concentración de metales - Volumen 10 °C |    |          |            |            |            | AAQC Ontario (µg/m³) |
|--|----|----------|------------|------------|------------|----------------------|
| Metales en PM <sub>10</sub>              |    | Unidades | CA-CC-01   |            |            |                      |
| Zinc                                     | Zn |          | 13/08/2018 | 14/08/2018 | 15/08/2018 |                      |
|  |    | µg/m³    | 0,03337    | 0,02746    | 0,03513    | 120                  |

<LC: debajo del límite de cuantificación del método de ensayo indicado en el informe N.º 46161/2018 del laboratorio ALS LS Perú S.A.C.

**Tabla 7-4.** Concentraciones de metales en PM<sub>10</sub> a 10° C y 1 atmósfera en la estación de vigilancia ambiental CA-CC-01 correspondiente al mes de octubre de 2018

| Concentración de metales - Volumen 10 °C |    |        |            |            |            |            |            | AAQC Ontario (µg/m³) |            |
|--|----|--------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------------|------------|
| Metales en PM <sub>10</sub>              |    | Unidad | CA-CC-01   |            |            |            |            |                      |            |
|  |    |        | 01/10/2018 | 02/10/2018 | 03/10/2018 | 04/10/2018 | 05/10/2018 |                      | 06/10/2018 |
| Plata                                    | Ag | µg/m³  | <LC        | <LC        | <LC        | <LC        | <LC        | <LC                  | 1          |
| Aluminio                                 | Al | µg/m³  | 0,4516     | 0,3478     | 0,5784     | 0,5439     | 0,8779     | 0,8194               | -          |
| Arsénico                                 | As | µg/m³  | <LC        | <LC        | <LC        | <LC        | <LC        | <LC                  | 0,3        |
| Boro                                     | B  | µg/m³  | <LC        | <LC        | <LC        | 0,0179     | 0,0234     | 0,0180               | 120        |
| Bario                                    | Ba | µg/m³  | 0,0098     | 0,0073     | 0,0098     | 0,0057     | 0,0094     | 0,0070               | -          |
| Berilio                                  | Be | µg/m³  | <LC        | <LC        | <LC        | <LC        | <LC        | <LC                  | 0,01       |
| Bismuto                                  | Bi | µg/m³  | <LC        | <LC        | <LC        | <LC        | <LC        | <LC                  | -          |
| Calcio                                   | Ca | µg/m³  | 1,3319     | 1,0565     | 1,1234     | 0,9116     | 1,1703     | 1,0280               | -          |
| Cadmio                                   | Cd | µg/m³  | <LC        | <LC        | <LC        | <LC        | <LC        | <LC                  | 0,25       |
| Cobalto                                  | Co | µg/m³  | <LC        | <LC        | <LC        | <LC        | <LC        | <LC                  | 0,1        |
| Cromo                                    | Cr | µg/m³  | 0,0106     | 0,0122     | 0,0098     | 0,0367     | 0,0172     | 0,0250               | 0,5        |
| Cobre                                    | Cu | µg/m³  | 0,0614     | 0,0496     | 0,0620     | 0,0538     | 0,0507     | 0,0516               | 50         |
| Hierro                                   | Fe | µg/m³  | 0,6185     | 0,4202     | 0,7889     | 0,7543     | 0,9068     | 0,9436               | 4          |
| Mercurio                                 | Hg | µg/m³  | <LC        | <LC        | <LC        | <LC        | <LC        | <LC                  | 2          |
| Potasio                                  | K  | µg/m³  | 0,2340     | 0,2576     | 0,2978     | 0,3107     | 0,5590     | 0,3211               | -          |
| Litio                                    | Li | µg/m³  | <LC        | <LC        | <LC        | <LC        | <LC        | <LC                  | -          |
| Magnesio                                 | Mg | µg/m³  | 0,3272     | 0,3015     | 0,4104     | 0,3686     | 0,5240     | 0,4898               | -          |
| Manganeso                                | Mn | µg/m³  | 0,0286     | 0,0171     | 0,0294     | 0,0163     | 0,0234     | 0,0227               | 0,2        |
| Molibdeno                                | Mo | µg/m³  | <LC        | <LC        | <LC        | <LC        | <LC        | <LC                  | 120        |
| Sodio                                    | Na | µg/m³  | 0,5105     | 0,7339     | 0,6788     | 0,9051     | 1,0900     | 0,8546               | -          |
| Níquel                                   | Ni | µg/m³  | <LC        | <LC        | <LC        | <LC        | <LC        | <LC                  | 0,1        |
| Fósforo                                  | P  | µg/m³  | 0,0319     | 0,0301     | 0,0571     | <LC        | 0,0476     | 0,0367               | -          |
| Plomo                                    | Pb | µg/m³  | <LC        | <LC        | <LC        | <LC        | <LC        | <LC                  | 0,5        |
| Antimonio                                | Sb | µg/m³  | <LC        | <LC        | <LC        | <LC        | <LC        | <LC                  | 25         |
| Selenio                                  | Se | µg/m³  | <LC        | <LC        | <LC        | <LC        | <LC        | <LC                  | 10         |
| Silicio                                  | Si | µg/m³  | 1,1143     | 1,0435     | 1,4669     | 1,7156     | 2,5512     | 2,4974               | -          |
| Estaño                                   | Sn | µg/m³  | <LC        | <LC        | <LC        | <LC        | <LC        | <LC                  | 10         |
| Estroncio                                | Sr | µg/m³  | 0,0091     | 0,0067     | 0,0077     | 0,0057     | 0,0085     | 0,0069               | 120        |
| Titanio                                  | Ti | µg/m³  | 0,0155     | 0,0138     | 0,0261     | 0,0204     | 0,0327     | 0,0289               | 120        |
| Talio                                    | Tl | µg/m³  | <LC        | <LC        | <LC        | <LC        | <LC        | <LC                  | -          |
| Uranio                                   | U  | µg/m³  | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000     | 0,0000               | 0,15       |
| Vanadio                                  | V  | µg/m³  | <LC        | <LC        | <LC        | <LC        | <LC        | 0,0021               | 2          |
| Zinc                                     | Zn | µg/m³  | <LC        | <LC        | <LC        | <LC        | <LC        | <LC                  | 120        |

<LC: debajo del límite de cuantificación del método de ensayo indicado en los informes N.º OCT1146.R18 y OCT1147.R18, laboratorio CERTMIN S.A.

## 8. CONCLUSIONES

- Las concentraciones de material particulado menor a 10 micras (PM<sub>10</sub>) y dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) registradas del 1 de marzo al 31 de octubre de 2018 como parte de la vigilancia ambiental de la calidad del aire en el distrito de Torata, no excedieron el valor de los Estándares de Calidad Ambiental para aire establecidos en el Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM.
- La concentración promedio de 8 horas para ozono (O<sub>3</sub>), excedió el valor del Estándar de Calidad Ambiental para Aire (100 µg/m³), establecido en el Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM, en al menos una vez al mes para el periodo comprendido entre el



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres»  
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

1 de marzo al 31 de octubre 2018, y durante todos los días en el mes de setiembre. Es preciso indicar que la mayor concentración fue 140,0 µg/m<sup>3</sup> y se registró el 23 de octubre de 2018.

- Las concentraciones horarias de monóxido de carbono (CO) y dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) registradas del 1 de marzo al 23 de agosto de 2018, no excedieron el valor de los Estándares de Calidad Ambiental para aire establecidos en el Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM.
- La rosa de vientos para el periodo del 1 de marzo al 31 de octubre de 2018, presentó una dirección predominante de los vientos del oeste-suroeste (WSW), con una frecuencia relativa de 24,9 %. También se registró la presencia de vientos provenientes desde la unidad minera Cuajone hacia el centro poblado de Torata Alta, desde el este (E) y este-noreste (ENE) con una frecuencia relativa de 13,6 %.

## 9. 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.

## 10. ANEXOS

**Anexo 1:** mapa de ubicación de la estación de vigilancia ambiental

**Anexo 2:** sistematización de resultados

**Anexo 3:** certificados de calibración de equipos

**Anexo 4:** informe de ensayo





PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres»  
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Es cuanto informamos a usted para los fines pertinentes,

Atentamente:

**LÁZARO WALTHER FAJARDO VARGAS**  
Subdirector de la Subdirección Técnica Científica  
Dirección de Evaluación Ambiental  
Organismo de Evaluación y Fiscalización  
Ambiental - OEFA

**ANDRÉS DANIEL BRIOS ABANTO**  
Especialista de Evaluaciones Ambientales  
Dirección de Evaluación Ambiental  
Organismo de Evaluación y Fiscalización  
Ambiental - OEFA

**RINA TORRES PEREIRA**  
Especialista de Evaluaciones Ambientales  
Dirección de Evaluación Ambiental  
Organismo de Evaluación y Fiscalización  
Ambiental - OEFA

**PABEL DALMIRO DEL SOLAR PALOMINO**  
Coordinador de Monitoreo y Vigilancia Ambiental  
Dirección de Evaluación Ambiental  
Organismo de Evaluación y Fiscalización  
Ambiental - OEFA

**JORGE IVÁN GARCÍA RIEGA**  
Tercero Evaluador  
Dirección de Evaluación Ambiental  
Organismo de Evaluación y Fiscalización  
Ambiental - OEFA

Lima, 30 NOV. 2018

Visto el Informe N.º 361 -2018-OEFA/DEAM-STEAC, la Dirección de Evaluación Ambiental ha dispuesto su aprobación.

Atentamente:

**POR: FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN**  
Director de Evaluación Ambiental  
Dirección de Evaluación Ambiental  
Organismo de Evaluación y Fiscalización  
Ambiental - OEFA