

**INFORME N° 00316-2019-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

ANDRÉS DANIEL BRIOS ABANTO
Especialista de Evaluaciones Ambientales

RULMAN RAPHAEL ALIAGA MARTÍNEZ
Asistente de Evaluaciones Ambientales

ASUNTO : Vigilancia ambiental de la calidad del aire realizada en el centro poblado Paragsha, distrito Simón Bolívar, provincia y departamento Pasco en el 2019.

C.U.E. : 2019-02-0009

CÓDIGO DE ACCIÓN : 0003-1-2019-401, 0010-2-2019-401, 0010-3-2019-401
0008-4-2019-401, 0012-5-2019-401, 0010-6-2019-401
0003-7-2019-401, 0005-8-2019-401, 0011-9-2019-412
0006-10-2019-412.

REFERENCIA : Planefa 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 de Simón Bolívar, provincia y departamento de Pasco son presentados en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1. Información general respecto de la actividad realizada

a.	Ubicación general	Distrito de Simón Bolívar, provincia y departamento de Pasco
b.	Unidades fiscalizables en la zona de estudio o actividades económicas	Unidad minera Cerro de Pasco de la Empresa Administradora Cerro S.A.C.
c.	Problemática	Presunta afectación de la calidad del aire debido a actividades de remoción de material particulado en la zona aledaña al parque infantil por parte de la Empresa Administradora Cerro S.A.C.
d.	Antecedentes	Planefa 2019
e.	Tipo de evaluación	Vigilancia ambiental
f.	Periodo de ejecución	Enero – octubre de 2019



Profesionales que aportaron 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 Bríos Abanto	Ingeniero ambiental	Gabinete
4	Rulman Raphael Aliaga Martínez	Bachiller en ingeniería ambiental	Campo/Gabinete
5	James Manolo Tamara Trinidad	Ingeniero ambiental	Campo

2. DATOS DE LA ACTIVIDAD REALIZADA

El componente ambiental y los parámetros evaluados en la vigilancia realizada en el centro poblado Paragsha, distrito Simón Bolívar 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 ₁₀	1
	metales en PM ₁₀	

3. ANTECEDENTES

En el 2018 se inició la vigilancia ambiental de la calidad del aire a tiempo real de los parámetros SO₂ (enero - diciembre) y PM₁₀ (abril, mayo - diciembre), cuyos resultados de las concentraciones no excedieron los ECA para aire (D.S. N.º 003-2017-MINAM), en ninguno de los meses monitoreados. También se evaluó metales en PM₁₀ (mayo, julio - diciembre) cuyos resultados de las concentraciones no excedieron la normativa referencial canadiense (Air Ambient Quality Criteria 2012 (AAQC)). Se generó los siguientes informes detallados en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Informes de vigilancia ambiental de calidad del aire 2018.

Informe	Fechas de monitoreo
N.º 0082-2018-OEFA-DEAM-STEC	1 al 31 de enero de 2018
N.º 0083-2018-OEFA-DEAM-STEC	1 al 28 de febrero de 2018
N.º 0161-2018-OEFA-DEAM-STEC	1 al 31 de marzo de 2018
N.º 0181-2018-OEFA-DEAM-STEC	1 al 30 de abril de 2018
N.º 0215-2018-OEFA-DEAM-STEC	1 al 31 de mayo de 2018
N.º 0229-2018-OEFA-DEAM-STEC	1 al 30 de junio de 2018
N.º 0265-2018-OEFA-DEAM-STEC	1 al 31 de julio de 2018
N.º 0296-2018-OEFA-DEAM-STEC	1 al 9 y 20 al 22 de agosto de 2018
N.º 0321-2018-OEFA-DEAM-STEC	1 al 30 de setiembre de 2018
N.º 0359-2018-OEFA-DEAM-STEC	1 al 31 de octubre de 2018
N.º 0370-2018-OEFA-DEAM-STEC	1 al 11 de Noviembre de 2018
N.º 0010-2019-OEFA-DEAM-STEC	6 al 31 de Diciembre de 2019

En el 2019, la Dirección de Evaluación Ambiental del OEFA, en cumplimiento del Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental - 2019 (en adelante, Planefa 2019), continuó ejecutando la vigilancia ambiental de la calidad del aire en la estación de vigilancia ubicado en el centro poblado de Paragsha, distrito de Simón Bolívar, provincia y departamento de Pasco.

En informe N.º 0019-2019-OEFA-DEAM-STEC, vigilancia ambiental de calidad del aire (CA-SB-01), realizado en enero de 2019, en el centro poblado de Paragsha, en el distrito de Simón Bolívar, provincia y departamento de Pasco, se indica que las concentraciones de 24 horas de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀), no excedieron el valor del ECA para aire de 100 µg/m³ establecido mediante Decreto Supremo N.º 003-2017-



MINAM. Respecto a las concentraciones de plomo y metales en PM₁₀, monitoreado los días 23, 24, 25, 28, 29 y 30 de enero, no excedieron la normativa referencial canadiense *Air Ambient Quality Criteria* 2012 (AAQC).

En informe N.º 0048-2019-OEFA-DEAM-STEC, vigilancia ambiental de calidad del aire (CA-SB-01), realizado en febrero de 2019, en el centro poblado de Paragsha, en el distrito de Simón Bolívar, provincia y departamento de Pasco, se indica que las concentraciones de 24 horas de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀), no excedieron el valor del ECA para aire de 100 µg/m³ establecido mediante Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM. Respecto a las concentraciones de plomo y metales en PM₁₀, monitoreado los días 14, 15, 18, 19 y 20 de febrero, no excedieron la normativa referencial canadiense *Air Ambient Quality Criteria* 2012 (AAQC).

En informe N.º 0068-2019-OEFA-DEAM-STEC, vigilancia ambiental de calidad del aire (CA-SB-01), realizado en marzo de 2019, en el centro poblado de Paragsha, en el distrito de Simón Bolívar, provincia y departamento de Pasco, se indica que las concentraciones de 24 horas de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀), no excedieron el valor del ECA para aire de 100 µg/m³ establecido mediante Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM. Respecto a las concentraciones de plomo y metales en PM₁₀, monitoreado los días 25, 26, 27 y 28 de marzo, no excedieron la normativa referencial canadiense *Air Ambient Quality Criteria* 2012 (AAQC).

En informe N.º 0101-2019-OEFA-DEAM-STEC, vigilancia ambiental de calidad del aire (CA-SB-01), realizado en abril de 2019, en el centro poblado de Paragsha, en el distrito de Simón Bolívar, provincia y departamento de Pasco, se indica que las concentraciones de 24 horas de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀), no excedieron el valor del ECA para aire de 100 µg/m³ establecido mediante Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM. Respecto a las concentraciones de plomo y metales en PM₁₀, monitoreado los días 9, 10, 11, 12 y 15 de abril, no excedieron la normativa referencial canadiense *Air Ambient Quality Criteria* 2012 (AAQC).

En informe N.º 0146-2019-OEFA-DEAM-STEC, vigilancia ambiental de calidad del aire (CA-SB-01), realizado en mayo de 2019, en el centro poblado de Paragsha, en el distrito de Simón Bolívar, provincia y departamento de Pasco, se indica que las concentraciones de 24 horas de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀), no excedieron el valor del ECA para aire de 100 µg/m³ establecido mediante Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM. Respecto a las concentraciones de plomo y metales en PM₁₀, monitoreado los días del 20, 21, 22, 23 y 24 de mayo, no excedieron la normativa referencial canadiense *Air Ambient Quality Criteria* 2012 (AAQC).

En informe N.º 0168-2019-OEFA-DEAM-STEC, vigilancia ambiental de calidad del aire (CA-SB-01), realizado en junio de 2019, en el centro poblado de Paragsha, en el distrito de Simón Bolívar, provincia y departamento de Pasco, se indica que las concentraciones de 24 horas de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀), no excedieron el valor del ECA para aire de 100 µg/m³ establecido mediante Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM. Respecto a las concentraciones de plomo y metales en PM₁₀, monitoreado los días del 24, 25, 26, 27 y 28 de junio, no excedieron la normativa referencial canadiense *Air Ambient Quality Criteria* 2012 (AAQC).

En informe N.º 0190-2019-OEFA-DEAM-STEC, vigilancia ambiental de calidad del aire (CA-SB-01), realizado en julio de 2019, en el centro poblado de Paragsha, en el distrito de Simón Bolívar, provincia y departamento de Pasco, se indica que las concentraciones de 24 horas de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀), no excedieron el valor del ECA para aire de 100 µg/m³ establecido mediante Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM. Respecto a las concentraciones de plomo y metales en PM₁₀, monitoreado los días del 22, 23, 24 y 25 de julio, no excedieron la normativa referencial canadiense *Air Ambient Quality Criteria* 2012 (AAQC).



En informe N.º 0205-2019-OEFA-DEAM-STEC, vigilancia ambiental de calidad del aire (CA-SB-01), realizado en agosto de 2019, en el centro poblado de Paragsha, en el distrito de Simón Bolívar, provincia y departamento de Pasco, se indica que las concentraciones de 24 horas de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM_{10}), no excedieron el valor del ECA para aire de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ establecido mediante Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM. Respecto a las concentraciones de plomo y metales en PM_{10} , monitoreado los días del 12, 13, 14, 15 y 16 de agosto, no excedieron la normativa referencial canadiense *Air Ambient Quality Criteria 2012* (AAQC).

En informe N.º 0263-2019-OEFA-DEAM-STEC, vigilancia ambiental de calidad del aire (CA-SB-01), realizado en setiembre de 2019, en el centro poblado de Paragsha, en el distrito de Simón Bolívar, provincia y departamento de Pasco, se indica que las concentraciones de 24 horas de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM_{10}), no excedieron el valor del ECA para aire de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ establecido mediante Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM. Respecto a las concentraciones de plomo y metales en PM_{10} , monitoreado los días del 18, 19, 20, 23 y 24 de setiembre, no excedieron la normativa referencial canadiense *Air Ambient Quality Criteria 2012* (AAQC).

La vigilancia ambiental de calidad del aire en el centro poblado de Paragasha (CA-SB-01) se ejecutó para PM_{10} del 1 al 31 de octubre y, el monitoreo de metales en PM_{10} del 15, 16, 17, 21 y 22 de octubre de 2019, los cuales son analizados en el presente informe.

4. OBJETIVO

Evaluar el comportamiento y la calidad ambiental del aire en el área de influencia de la unidad minera Cerro de Pasco, en el centro poblado Paragsha, distrito Simón Bolívar, provincia y departamento Pasco, durante el 2019.

5. AREA DE ESTUDIO

El centro poblado Paragsha se encuentra ubicado en el extremo noreste del distrito de Simón Bolívar; limita al norte con el distrito de San Francisco de Asís de Yarusyacan, al este con los distritos de Yanacancha y Chaupimarca y al sur con el distrito Tinyahuarco, de la provincia y departamento de Pasco. (Ver Anexo 1).

La zona de estudio se enmarca en el área de influencia de la unidad minera Cerro de Pasco del administrado Empresa Administradora Cerro S.A.C., por lo cual la ubicación de la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire está situada en el centro poblado Paragsha, distrito de Simón Bolívar, provincia y departamento de Pasco.



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

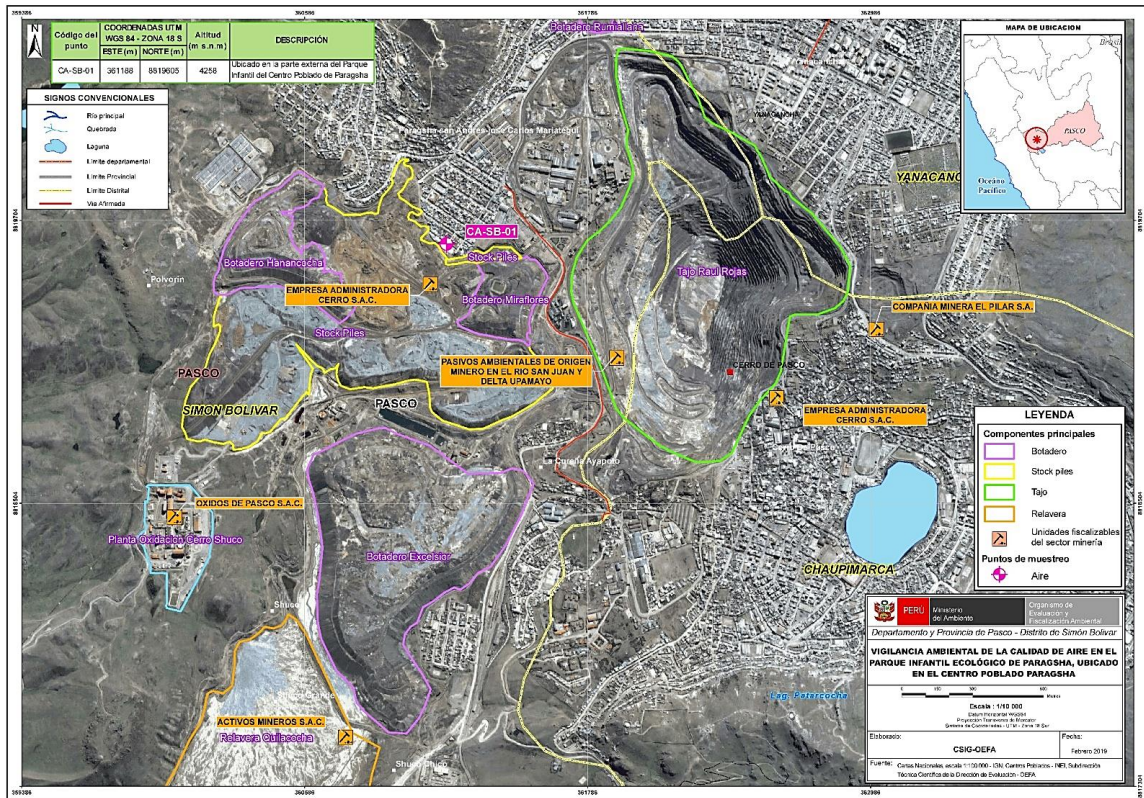


Figura 5.1. Mapa de ubicación geográfica de la unidad minera Cerro de Pasco

6. METODOLOGÍA

6.1. Protocolo de monitoreo

El protocolo de monitoreo utilizado se describe en la Tabla 6.1.

Tabla 6.1. 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 ¹ (Digesa)	Resolución Directoral N.º 1404-2005-DIGESA	2005

6.2. Ubicación de la estación de vigilancia ambiental

La vigilancia ambiental de la calidad del aire se realizó en la estación identificada con código CA-SB-01. El código, coordenadas y descripción de la estación se visualizan en la Tabla 6.2.

Tabla 6.2. Estación de vigilancia ambiental de calidad del aire

Lugar	Código	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 18L		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
		Este (m)	Norte (m)		
Calle Huancavelica S/N Centro poblado Paragsha, distrito Simón Bolívar, provincia y departamento Pasco	CA-SB-01	361188	8819005	4258	A lado del parque infantil Ecológico. Aproximadamente a 100 m de los Stockpiles

6.3. Equipos utilizados y metodologías de análisis

¹ Actualmente Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria.



Los equipos, métodos y técnicas empleadas en la vigilancia ambiental de la calidad del aire, se presenta en la Tabla 6.3 y Tabla 6.4.

Tabla 6.3. Equipos utilizados en el monitoreo de aire

Parámetro	Equipos	Marca	Modelo	Serie
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	Monitor automático de partículas	<i>Thermo Scientific</i>	TEOM 1405	1405A208441003
Metales en PM ₁₀	Muestreador manual de alto volumen de material particulado	<i>Thermo Scientific</i>	G10557	P9308X
<ul style="list-style-type: none"> - Velocidad del viento - Dirección del viento - Temperatura ambiente - Humedad relativa - Precipitación - Presión barométrica 	Estación meteorológica	<i>Campbell Scientific</i>	CR1000	25509
		<i>Davis Instruments</i>	Vantage Pro 2	BE181010021

Tabla 6.4. Métodos para el análisis de aire

Parámetro	Método de Referencia	Técnica Empleada
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	Método automático	<i>Micro balanza oscilante de elementos cónicos (*)</i>
Metales en PM ₁₀ (**)	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</i>
<ul style="list-style-type: none"> - 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)

(**) Fuente: Informe de ensayo N° FEB1088.R19, FEB1174.R19, ABR1083.R19, ABR1182.R19, MAY1168.R19, JUL1099.R19, AGO1010.R19, AGO1165.R19, SEP1252.R19 y OCT1224.R19 del Laboratorio CERTIMIN S.A.

(-): No aplica

6.4. 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_{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).

6.5. Cálculo de las concentraciones de metales en PM_{10}

Las muestras de material particulado a obtenerse en los filtros de PM_{10} fueron enviadas a un laboratorio acreditado para el análisis de metales. Adicionalmente, para la determinación de PM_{10} se calculó el flujo según la siguiente ecuación:

$$Q_{std} = Q_a \left(\frac{P_{av}}{P_{std}} \right) \left(\frac{T_{std}}{T_{av}} \right) \quad (6.1)$$

Donde:

Q_{std} = Flujo promedio (m^3/min) a condiciones de referencia indicadas (i.e. 10 °C, 25°C y 101,3 kPa).

Q_a = Flujo promedio (m^3/min) a condiciones ambientales.

P_{av} = Presión barométrica promedio durante el período de muestreo o presión barométrica promedio para el lugar de muestreo (kPa o mmHg).

T_{av} = Temperatura ambiente promedio durante el período de muestreo o temperatura ambiente estacional promedio para el lugar de muestreo (K).

T_{std} = Temperatura estándar para metales a 25 °C o 10°C (i.e. 298 K o 283 K).

P_{std} = Presión estándar (i.e. 101,3 kPa o 760 mmHg).

Una vez calculado el flujo promedio se procedió a calcular el volumen total de aire muestreado, el cual se obtiene de la ecuación 6.2.

$$V_{std} = (Q_{std})(t) \quad (6.2)$$

Donde:

V_{std} = Total de aire muestreado en unidades de volumen (m^3).

t = Tiempo de muestreo (min).

A partir del análisis de metales en los filtros de PM_{10} se obtuvieron las concentraciones de metales en el aire, de acuerdo con la ecuación 6.3.

$$C_{Metal} = 10^{-6} \cdot (W_{metal})/V_{std} \quad (6.3)$$

Dónde:

C_{metal} = Concentración del metal ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

W_{metal} = Peso del metal en gramos (g).

V_{std} = Volumen total de aire muestreado a condiciones estándar en (m^3)

Para el cálculo del volumen de aire muestreado de los metales en PM_{10} se empleó la temperatura de 10°C como temperatura estándar, para su comparación con la norma de referencia *Ontario's Ambient Air Quality Criteria Standards (AAQC)* - abril 2012 (ver Anexo 2, tablas 12 a 21).



6.6. Criterios de evaluación

Las concentraciones obtenidas de PM₁₀ fueron comparadas con los ECA para aire, aprobados mediante 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 (µg/m ³)	Criterio de evaluación
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras	24 horas	100	NE más de 7 veces al año
Plomo (Pb) en PM ₁₀	Mensual	1,5	NE más de 4 veces al año

NE: No exceder

Los ECA para aire no consideran concentraciones de metales en PM₁₀, para un periodo de 24 horas; por lo que, se tomó la guía de calidad del aire de Canadá (*Ontario's Ambient Air Quality Criteria - 2012*) como estándares de referencia para los parámetros evaluados (Tabla 6.6). Las notas de esta norma indican que las concentraciones expresadas en µg/m³ se encuentran a condiciones de 10 °C y 760 mmHg.

Tabla 6.6. Estándares de calidad de aire de Canadá para los contaminantes

CASRN	Contaminante	AAQC (µg/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
7439-92-1	Plomo y compuestos de plomo	0,5	24
7439-96-5	Manganeso y compuestos de manganeso	0,2	24
7439-97-6	Mercurio (Hg)	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
7440-61-1	Uranio y compuestos de uranio	0,15	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

7. RESULTADOS Y ANALISIS

En esta sección se presenta el registro de las condiciones meteorológicas, los resultados del promedio de las concentraciones de 24 horas para PM₁₀, concentraciones de metales en PM₁₀ y el análisis de la calidad de aire, durante el periodo de monitoreo de octubre de 2019 en la estación de vigilancia ambiental CA-SB-01.



7.1. Condiciones meteorológicas

Las condiciones meteorológicas registradas en la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire CA-SB-01 son presentadas en la Tabla 7.1 y el detalle del registro de los parámetros en el Anexo 2. (Tabla 2. Datos meteorológicos).

Tabla 7.1. Parámetros meteorológicos registrados en la estación de vigilancia ambiental CA-SB-01, en octubre de 2019.

Valores	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Presión barométrica (mmHg)	Velocidad del viento (m/s)	Precipitación (mm)
Mínimo	-1,8	16,0	453,0	0,0	0,0
Máximo	15,0	92,0	459,7	2,7	6,4
Promedio	5,5	71,7	457,8	0,9	0,1

En cuanto a la velocidad y dirección del viento, en la Figura 7.1 se observan las rosas de vientos para el periodo de octubre de 2019, elaboradas con el fin de obtener información estadística de la estación CA-SB-01.

En la Figura 7.1a se presenta la rosa de vientos en horario diurno; donde se muestra vientos del tipo ventolina (paleta verde) y brisas ligeras (paleta amarilla) procedentes, predominantemente, del noreste (NE) y sureste (SE) con frecuencias de 18,4% y 17,6%, respectivamente. En la figura 7.1b se presenta la rosa de vientos en el horario vespertino; donde se observa vientos del tipo ventolina y brisas ligeras procedentes, predominantemente, noreste (NE) y norte-noreste (NNE) con frecuencias de 25% y 22%, respectivamente.

En la Figura 7.1c se presenta la rosa de vientos en horario nocturno; donde se observa principalmente vientos del tipo ventolina del noreste con frecuencia de 16% y brisas ligeras del este-noreste (ENE) con frecuencia de 9%.

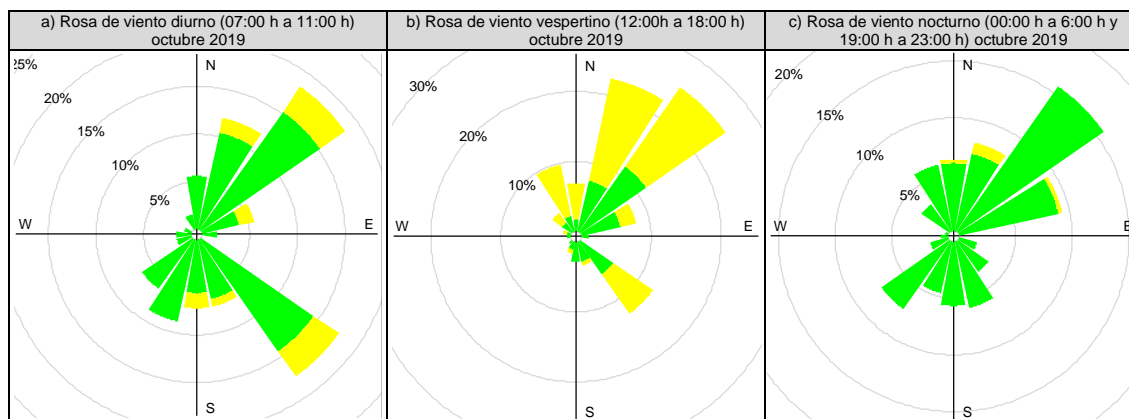


Figura 7.1. Representación gráfica de las rosas de vientos en la estación de vigilancia ambiental CA-SB-01, en octubre de 2019 a) en horario diurno, b) en horario vespertino y c) en horario nocturno. Nota: Las paletas indican la dirección desde donde provienen los vientos.

La Figura 7.2 muestra la ubicación de la estación de vigilancia ambiental CA-SB-01, con respecto a los *stocks piles* de la Empresa Administradora Cerro S.A.C., y la distribución de los vientos registrados en la vigilancia. Durante los días monitoreados, además, de los vientos predominantes (NE y NNE), se registraron también vientos del tipo ventolina y brisas ligeras, provenientes de las direcciones donde están ubicados los *stocks piles*, es decir desde el sureste (SE), sur (S) y suroeste (SW) con frecuencias de 9%, 5,2% y 4,6%, respectivamente.



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

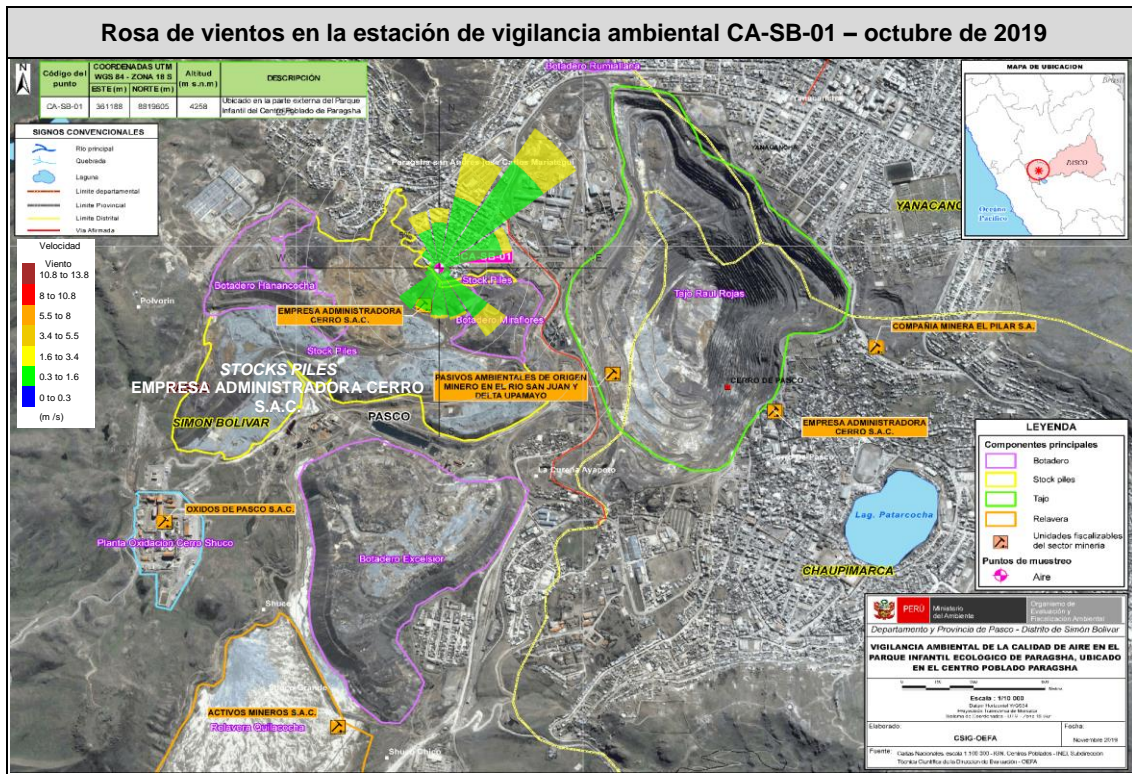


Figura 7.2. Ubicación de la estación de vigilancia ambiental CA-SB-01 y rosa de vientos en octubre de 2019
Referencia: Imagen satelital extraída de Google Earth.

7.2. Concentración de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀)

En la Figura 7.3 se observa que las concentraciones de 24 horas de PM₁₀, en la estación de vigilancia CA-SB-01, no excedieron el valor establecido en los ECA para aire (100 µg/m³). Las concentraciones oscilaron entre una mínima de 6,1 µg/m³ (18 de octubre) y máxima de 19,5 µg/m³ (28 de octubre). El detalle del registro de concentraciones se presenta en el Anexo 2. (Tabla 10. Concentración de PM₁₀).

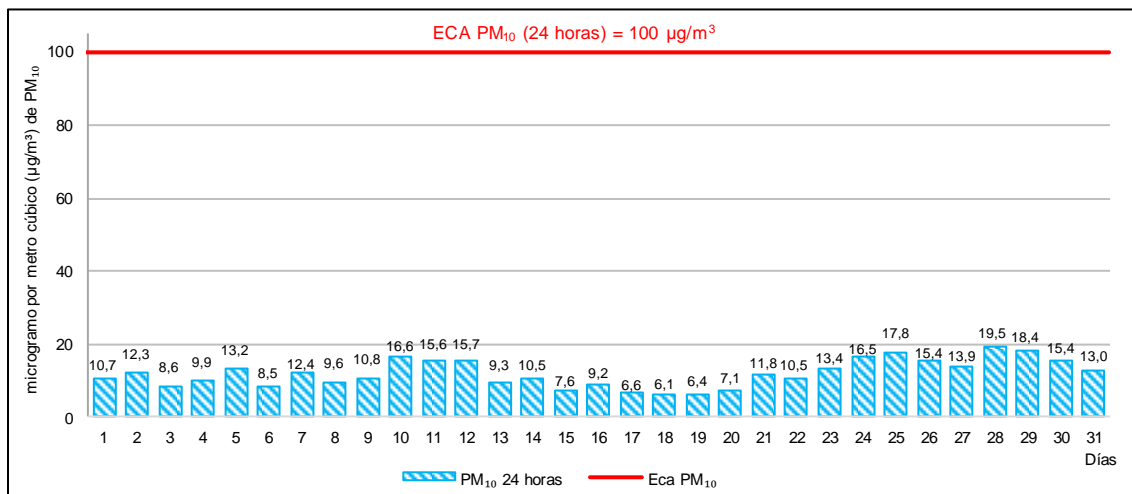


Figura 7.3. Concentraciones de 24 horas de PM₁₀ en la estación de vigilancia ambiental CA-SB-01, octubre de 2019.

En la Figura 7.4. se presentan las concentraciones horarias de PM₁₀, en la estación de vigilancia CA-SB-01, cuyo valor más alto fue 48,2 µg/m³ y se registró el 31 de octubre a las 11:00 horas. Cabe precisar que, las concentraciones horarias de PM₁₀ no fueron comparados con los ECA para Aire porque esta norma no contempla concentraciones de PM₁₀ para periodo de 1 hora.



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

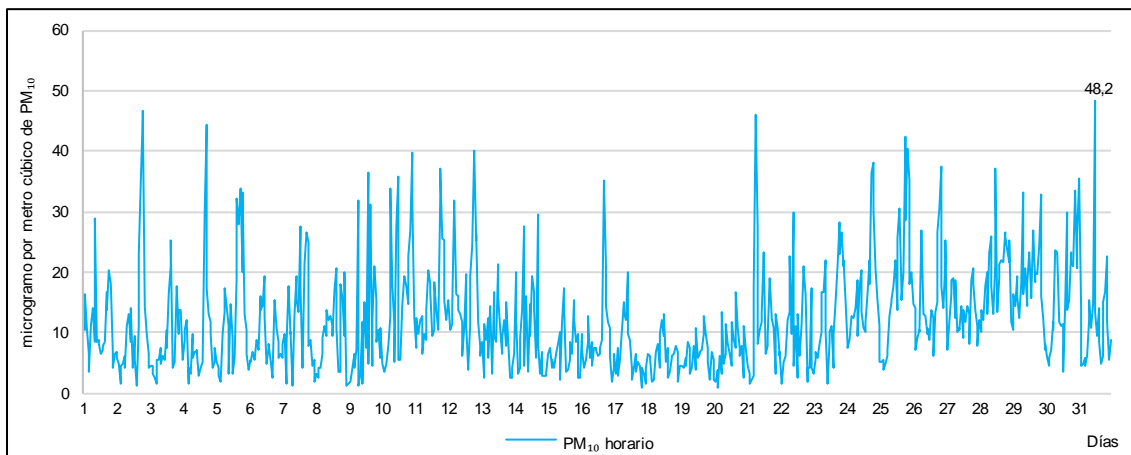


Figura 7.4. Concentraciones horarias de PM₁₀ en la estación de vigilancia ambiental CA-SB-01 en octubre de 2019.

En la Figura 7.5 se grafican las rosas de concentración por horas para PM₁₀, desde las 00:00 horas hasta las 23:00 horas, correspondientes a octubre de 2019. Se puede apreciar que entre las 06:00 horas y 10:00 horas se alcanzó el rango de concentración de PM₁₀ más alto (paleta amarilla, 25 µg/m³ – 48.2 µg/m³) provenientes del sureste (SE), sur (S) y suroeste (SW), en cuya dirección se encuentran los *stocks piles* de la Empresa Administradora Cerro S.A.C.; existiendo una relación directa entre los trabajos de la empresa y las concentraciones de PM₁₀ en las horas indicadas.

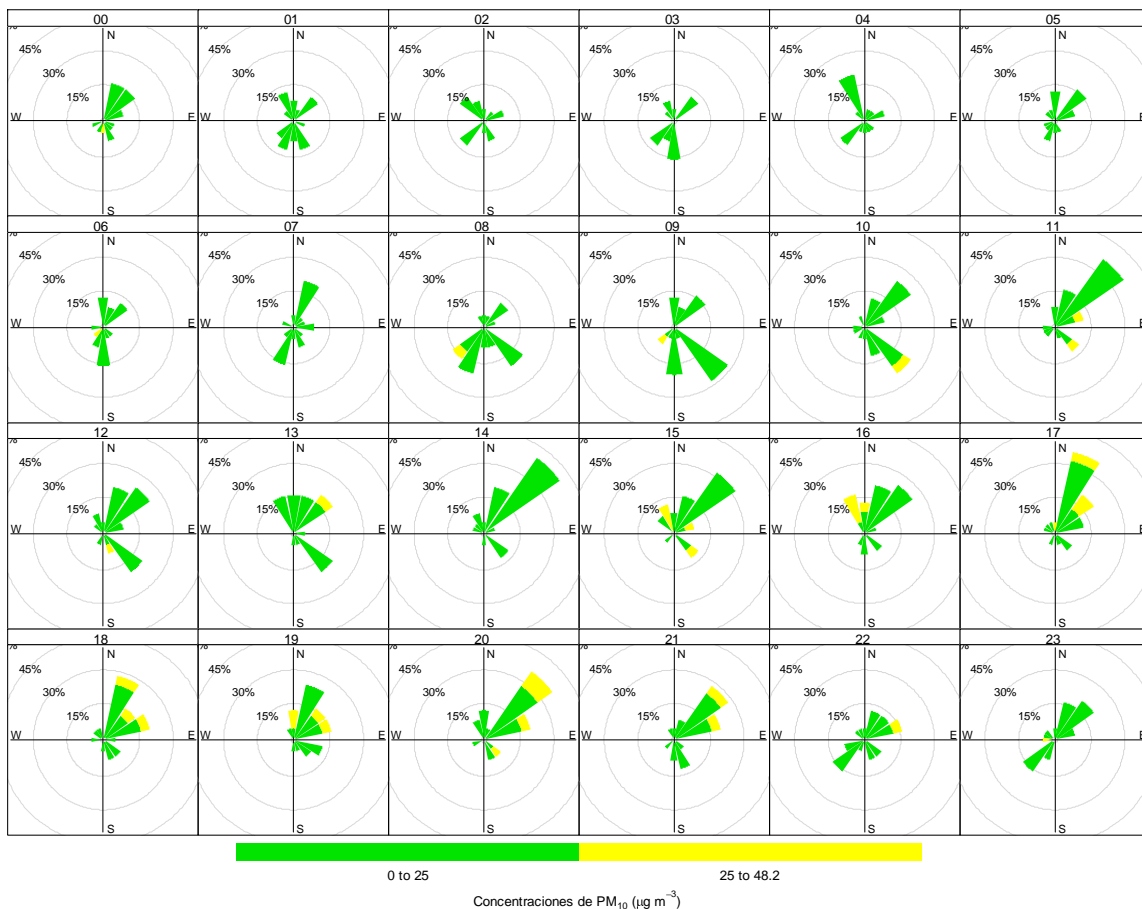


Figura 7.5. Rosas de concentración por horas de PM₁₀ en la estación de vigilancia CA-SB-01, desde las 00:00 horas hasta las 23:00 horas, en octubre de 2019.
Nota: Las paletas indican la dirección de donde provienen las concentraciones de PM₁₀



7.3. Concentraciones de metales en material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀)

El material particulado PM₁₀ se caracterizó químicamente, es así que, se han reportado los metales²: 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), 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).

Los resultados de las concentraciones de los metales Sb, As, Be, B, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Pb, Mn, Mo, Ni, Se, Ag, Sr, Sn, Ti, V y Zn no excedieron los valores establecidos en la norma canadiense de referencia y se pueden cotejar en la Tabla 7.2.

Tabla 7.2. Concentraciones de metales en PM₁₀ a 10° C y 1 atmósfera, en la estación de vigilancia ambiental CA-SB-01.

Metales en PM ₁₀		Unidad	Concentración de metales – Volumen a 10 °C					AAQC Ontario (µg/m ³)
			15/10/2019	16/10/2019	17/10/2019	21/10/2019	22/10/2019	
			997,4	1002,7	995,8	995,6	999,6	
Plata	Ag	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	1
Aluminio	Al	µg/m ³	0,100	0,088	0,052	0,072	0,083	-
Arsénico	As	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,3
Boro	B	µg/m ³	0,038	0,028	0,022	0,048	0,037	120
Bario	Ba	µg/m ³	0,006	0,006	0,013	0,005	0,005	-
Berilio	Be	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,01
Bismuto	Bi	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	-
Calcio	Ca	µg/m ³	2,092	1,380	0,582	1,014	0,882	-
Cadmio	Cd	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,025
Cobalto	Co	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,1
Cromo	Cr	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,5
Cobre	Cu	µg/m ³	0,036	0,039	0,032	0,029	0,029	50
Hierro	Fe	µg/m ³	0,606	0,516	0,145	0,426	0,333	4
Potasio	K	µg/m ³	0,229	0,104	0,204	<LC	0,106	-
Litio	Li	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	-
Magnesio	Mg	µg/m ³	0,169	0,148	0,049	0,095	0,102	-
Manganeso	Mn	µg/m ³	0,078	0,057	0,016	0,050	0,040	0,2
Mercurio	Hg	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	2
Molibdeno	Mo	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	120
Sodio	Na	µg/m ³	0,315	0,158	0,139	0,187	0,213	-
Níquel	Ni	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,1
Fosforo	P	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	-
Plomo	Pb	µg/m ³	0,036	0,031	<LC	0,046	<LC	0,5
Antimonio	Sb	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	25
Selenio	Se	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	10
Silicio	Si	µg/m ³	0,889	0,594	0,497	0,412	0,618	-
Estaño	Sn	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	10
Estroncio	Sr	µg/m ³	0,010	0,005	0,006	0,004	0,004	120
Titanio	Ti	µg/m ³	0,002	0,002	0,002	0,001	0,003	120
Talio	Tl	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	-
Vanadio	V	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	2
Zinc	Zn	µg/m ³	0,100	0,071	<LC	0,068	0,063	120

*<LC: debajo del límite de cuantificación del método de ensayo de laboratorio

7.4. Concentración de plomo en material particulado con diámetro menor a 10 micras (Pb en PM₁₀)

Los ECA para aire establece el nivel de concentración de Pb en PM₁₀, para un periodo mensual y anual pero no contempla un valor para un periodo de 24 horas; por lo que, el resultado de la concentración de plomo fue comparado de manera referencial con la norma canadiense Air Ambient Quality Criteria 2012 (AAQC).

² Para fines del presente informe tanto los metales como metaloides se les denominarán metales.



En la Figura 7.6 se presentan los resultados de la concentración de 24 horas de plomo en PM_{10} en la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire CA-SB-01, donde se observa que los días monitoreados, del 15 al 18 y del 21 al 23 de octubre, los valores de Pb en PM_{10} no excedieron el valor del estándar canadiense referencial de $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

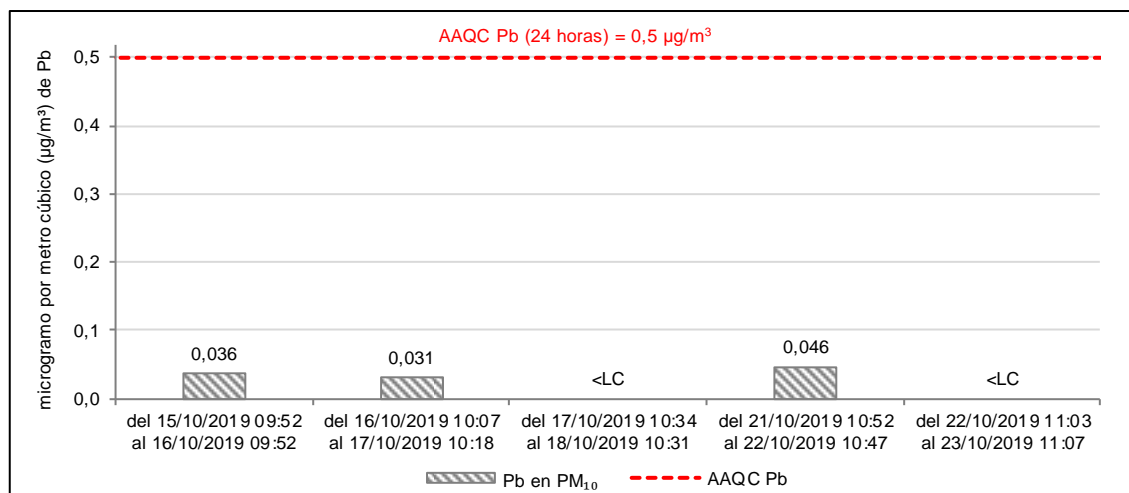


Figura 7.6. Concentraciones de plomo en material particulado con diámetro menor a 10 micras (Pb en PM_{10}) a 10°C y de 24 horas en octubre 2019, de la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire CA-SB-01, comparadas de manera referencial con la normativa canadiense AAQC-2012.

La concentración mensual de plomo en PM_{10} (25°C y 760 mmHg) fue de $0,036 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y no excedió el valor establecido en los ECA para aire de $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el detalle de las concentraciones de metales se presenta en el Anexo 2 (Tabla 52. Concentración mensual de plomo en PM_{10} a 25°C y 1 atmosfera). Cabe precisar que la concentración mensual fue calculado con los datos de 24 horas disponibles.

8. DISCUSIONES

8.1. Condiciones meteorológicas

Las condiciones meteorológicas registradas en la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire CA-SB-01 de enero a octubre de 2019 son presentadas en la Tabla 8.1 y el detalle del registro de los parámetros en el Anexo 2. (Tabla 2. Datos meteorológicos).

Tabla 8.1. Parámetros meteorológicos registrados en la estación de vigilancia ambiental CA-SB-01, de enero a octubre de 2019.

Valores	Temperatura ($^\circ\text{C}$)	Humedad relativa (%)	Presión barométrica (mmHg)	Velocidad del viento (m/s)	Precipitación (mm)
ENERO					
Mínimo	0,5	40,4	455,8	0,0	0,0
Máximo	13,3	99,3	460,0	2,6	0,3
Promedio	5,7	83,0	458,3	0,9	0,0
FEBRERO					
Mínimo	1,0	50,6	456,2	0,0	0,0
Máximo	13,8	99,3	460,5	3,0	0,3
Promedio	6,0	84,3	458,3	0,9	0,0
MARZO					
Mínimo	0,6	50,7	456,2	0,0	0,0
Máximo	13,7	99,3	460,2	2,8	10,8
Promedio	6,2	84,7	458,6	0,9	0,5



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

Valores	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Presión barométrica (mmHg)	Velocidad del viento (m/s)	Precipitación (mm)
ABRIL					
Mínimo	-0,3	25,9	456,5	0,0	0,0
Máximo	14,1	99,3	460,7	2,6	16,3
Promedio	6,3	81,0	458,8	0,8	0,2
MAYO					
Mínimo	-1,4	20,2	457,1	0,0	0,0
Máximo	13,3	99,4	460,7	2,6	9,6
Promedio	5,61	78,3	458,9	0,8	0,1
JUNIO					
Mínimo	-4,0	9,5	456,7	0,0	0,0
Máximo	13,8	99,4	461,2	2,7	3,4
Promedio	4,8	71,4	459,3	0,9	0,03
JULIO					
Mínimo	-4,2	5,8	456,9	0,0	0,0
Máximo	13,0	99,4	460,3	2,6	3,5
Promedio	4,1	75,2	458,9	1,0	0,1
AGOSTO					
Mínimo	-5,2	5,4	457,4	0,0	0,0
Máximo	13,7	99,4	461,2	3,0	3,4
Promedio	4,1	64,4	459,3	1,0	0,03
SETIEMBRE					
Mínimo	-2,9	17,0	456,0	0,0	0,0
Máximo	15,4	99,4	461,4	3,2	5,3
Promedio	5,3	72,9	458,9	1,2	0,1
OCTUBRE					
Mínimo	-1,8	16,0	453,0	0,0	0,0
Máximo	15,0	92,0	459,7	2,7	6,4
Promedio	5,5	71,7	457,8	0,9	0,1

En cuanto a la velocidad y dirección del viento, en la Figura 8.1. se presentan las rosas de vientos en las temporadas estacionales de verano (enero-marzo), otoño (abril-junio), invierno (julio-setiembre) y primavera (solo octubre) correspondiente al 2019, elaboradas con el fin de obtener información estadística de la estación CA-SB-01.

En la Figura 8.1a se observa que la rosa de vientos en verano presento vientos de calma (paleta azul), ventolina (paleta verde) y brisa ligera (paleta amarilla) con procedencia principalmente del norte-noreste (NNE) y noreste (NE) con frecuencias de 21% y 15% respectivamente. En la Figura 8.1b la rosa de vientos en otoño con vientos de calma, ventolina y brisa ligera que provienen de la dirección norte-noreste (NNE) y noreste (NE) con frecuencias de 24% y 13% respectivamente. En la Figura 8.1c la rosa de vientos de invierno con vientos de ventolina y brisa ligera provinieron del norte-noreste (NNE) y noreste (NE) con frecuencias de 27% y 14% respectivamente. En la Figura 8.1d la rosa de vientos en primavera con vientos ventolina y brisa ligera, con predominancia del noreste (NE) y norte-noreste (NNE) con frecuencias de 19% y 13% respectivamente.



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

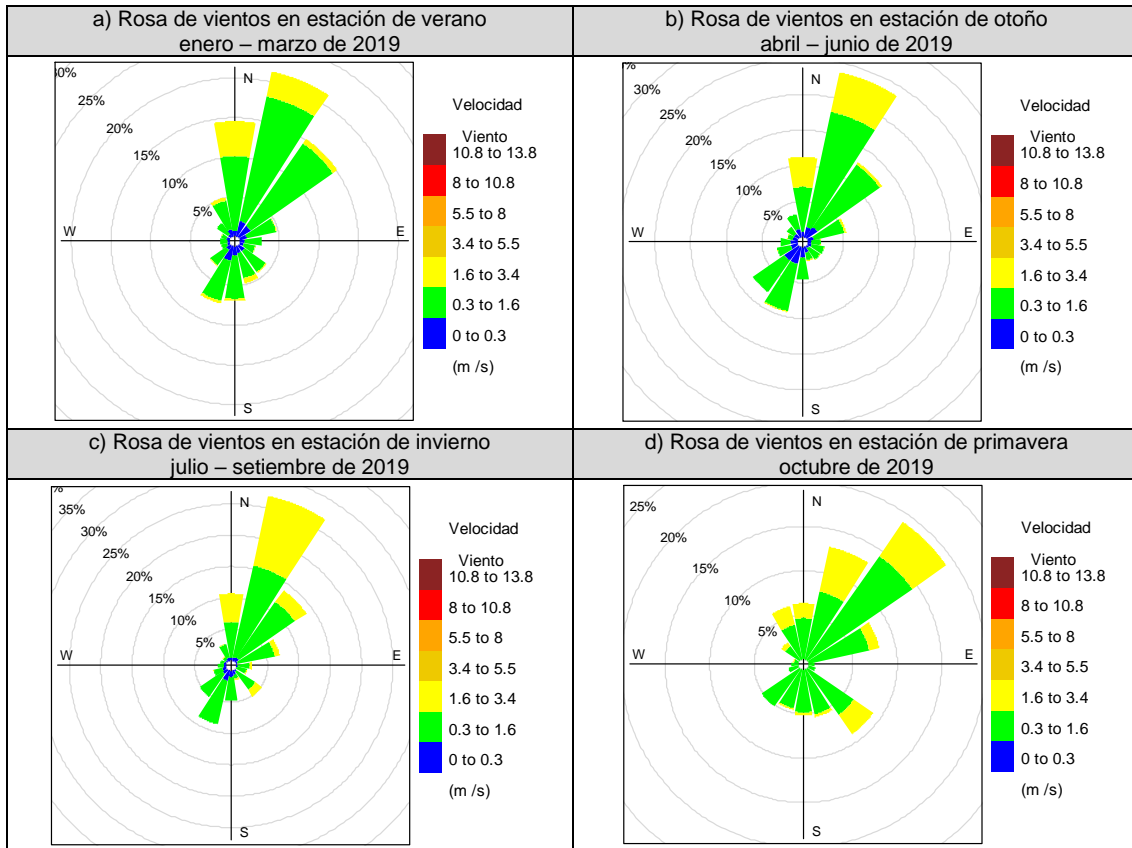


Figura 8.1. Representación gráfica de las rosas de vientos en la estación de vigilancia ambiental CA-SB-01, divididos en las estaciones del 2019 a) verano, b) otoño, c) invierno y d) primavera (solo octubre)
Nota: Las paletas indican la dirección desde donde provienen los vientos

En la figura 8.2a, la rosa de viento diurno muestra vientos del tipo ventolina y brisa ligera con predominancia del norte-noreste (NNE) y noreste (NE) con frecuencias de 20% y 13% respectivamente; en la figura 7.2b, en horario vespertino se presentó vientos ventolina y brisa ligera provienen del norte-noreste (NNE) y norte (N) con frecuencias de 35% y 16% respectivamente; en la figura 7.2c, en horario nocturno los vientos fueron del tipo ventolina con predominancia del norte-noreste (NNE) y noreste (NE), con frecuencias de 17% y 14% respectivamente.

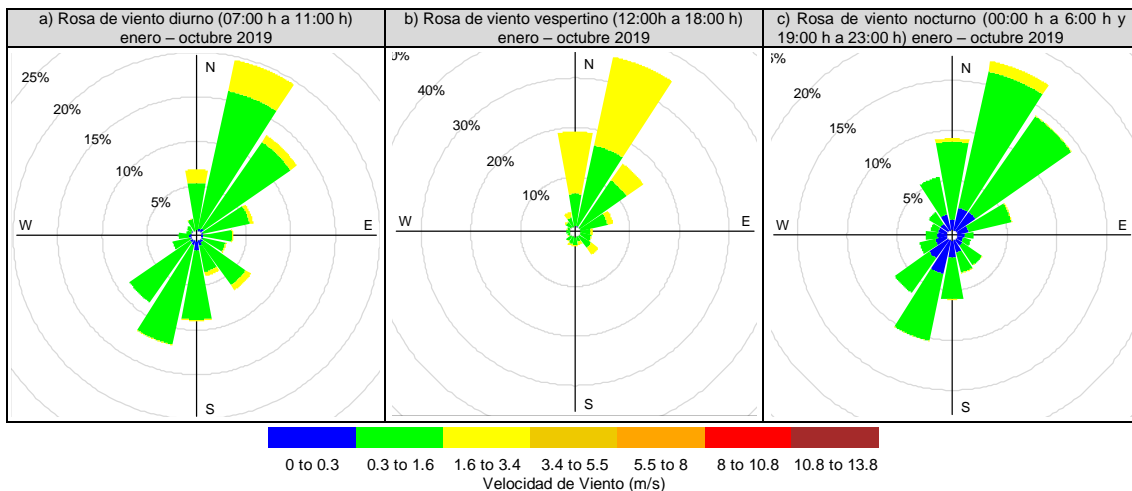


Figura 8.2. Rosa de viento en el distrito de Simón Bolívar, durante el periodo de evaluación enero – octubre 2019, clasificados en a) En horario diurno (07:00 h a 11:00 h), b) En horario vespertino (12:00 h a 18:00 h), c) En horario nocturno (00:00 h a 6:00 h y 19:00 h a 23:00 h)



8.2. Concentración de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀)

En la Figura 8.3. se presentan las concentraciones de 24 horas de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀), de la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire CA-SB-01, de enero – octubre de 2019, donde se observa que no excedió el valor del ECA para aire de 100 µg/m³. Las concentraciones osciló de una mínima de 6,1 µg/m³ que fue el 18 de octubre y una máxima de 53,1 µg/m³ el 5 de abril. El detalle del registro de concentraciones se presenta en el Anexo N.º 2. (Tablas 12 al 21, Cálculo del volumen muestreado).

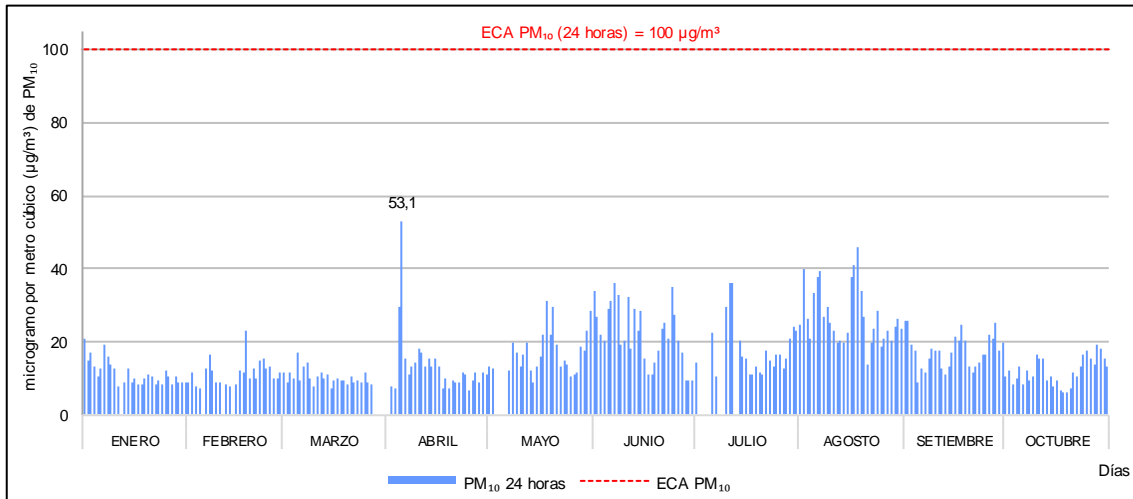


Figura 8.3. Concentraciones de 24 horas de PM₁₀ en la estación de vigilancia ambiental CA-SB-01, en los meses de enero – octubre de 2019.

En la Figura 8.4. se presenta la evolución semanal dividida por días de la semana y a su vez en horas del día de PM₁₀ en la estación de vigilancia CA-SB-01 de enero a octubre de 2019; se observa que el comportamiento en los días de la semana osciló principalmente entre 8,3 µg/m³ y 31 µg/m³; la evolución horaria del PM₁₀ presenta un comportamiento similar en todos los días de la semana, los incrementos se dieron aproximadamente en horas de la mañana entre las 5:00 a 9:00 y en horas de la tarde de 12:00 a 18:00 horas.

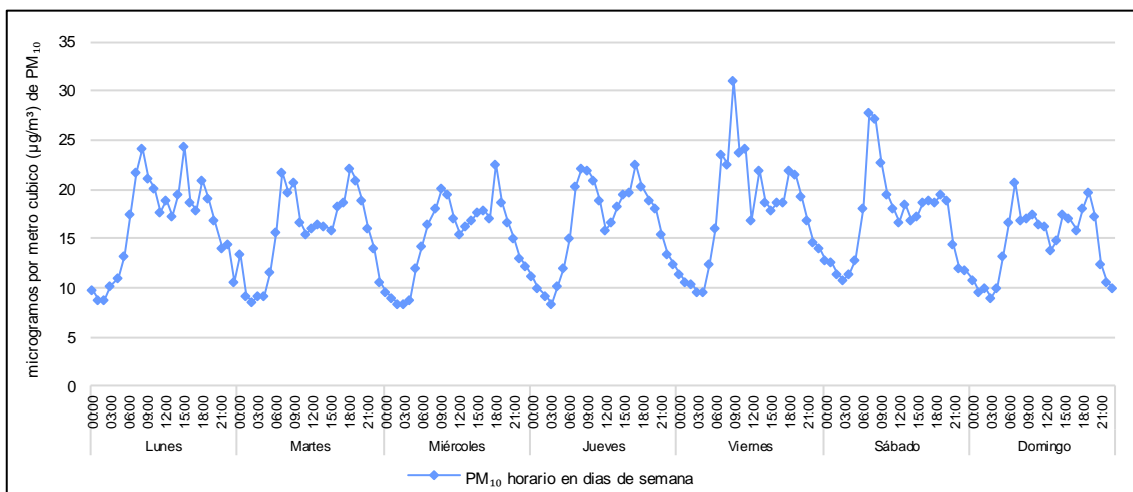


Figura 8.4. Concentraciones horarias promediadas en los días de semana, en la estación de vigilancia ambiental CA-SB-01 de enero – octubre 2019.

En la Figura 8.5 se grafican las rosas de concentración por horas para PM₁₀, desde las 00:00 horas hasta las 23:00 horas, correspondientes a enero – octubre de 2019. Se puede apreciar que entre las 07:00 horas y 09:00 horas se alcanzó los rangos de concentraciones de PM₁₀ más altos (paleta naranja y morada) provenientes del sureste (SE) y sur-suroeste (SSW), en cuya dirección se encuentran los *stocks piles* de la Empresa Administradora



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

Cerro S.A.C.; existiendo una relación directa entre los trabajos de la empresa y las concentraciones de PM₁₀ en las horas indicadas.

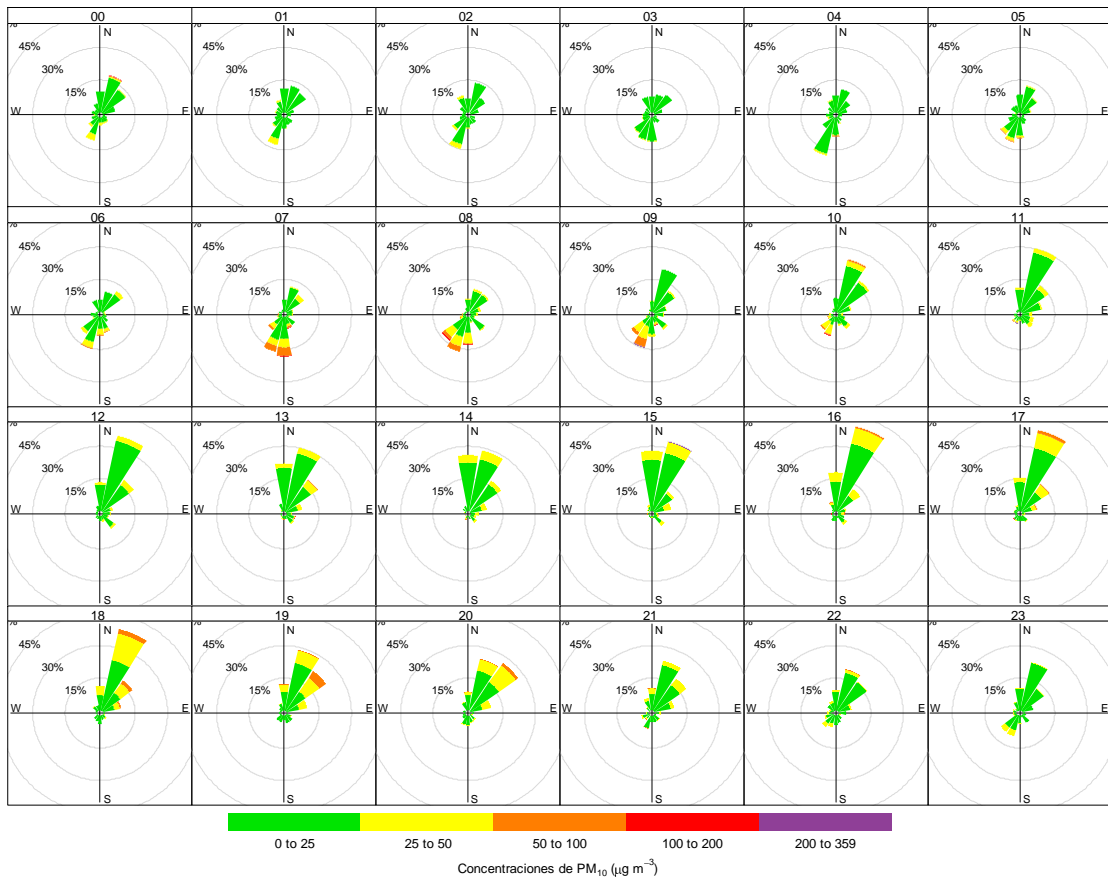


Figura 8.5. Rosas de concentración por horas de PM₁₀ en la estación de vigilancia CA-SB-01, desde las 00:00 horas hasta las 23:00 horas, de enero – octubre de 2019.

Nota: Las paletas indican la dirección de donde provienen las concentraciones de PM₁₀

8.3. Concentraciones de metales en material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀)

El material particulado PM₁₀ se caracterizó químicamente, es así que, se han reportado los metales³: 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), 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), monitoreado de manera mensual de enero a octubre de 2019.

Los resultados de las concentraciones de los metales Sb, As, Be, B, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Pb, Mn, Mo, Ni, Se, Ag, Sr, Sn, Ti, V y Zn no excedieron los valores establecidos en la norma canadiense de referencia, en ninguno de los meses monitoreados y se pueden cotejar en la Tabla 8.2, 8.3, 8.4, 8.5, 8.6, 8.7, 8.8, 8.9 y 8.10.

³ Para fines del presente informe tanto los metales como metaloides se les denominarán metales.



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

Tabla 8.2. Concentraciones de metales en PM₁₀ a 10° C y 1 atmósfera, en la estación de vigilancia ambiental CA-SB-01, el 23, 24, 25, 28, 29 y 30 de enero de 2019.

Metales en PM ₁₀		Unidad	Concentración de metales - Volumen 10 °C						AAQC Ontario (µg/m ³)
			CA-SB-01						
			23/01/19	24/01/19	25/01/19	28/01/19	29/01/19	30/01/19	
Plata	Ag	µg/m ³	0,0101	0,0152	0,0060	0,0021	0,0010	<LC	1
Aluminio	Al	µg/m ³	0,034	0,051	0,055	0,041	0,034	0,038	-
Arsénico	As	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,3
Boro	B	µg/m ³	0,0172	0,0112	<LC	<LC	0,0233	<LC	120
Bario	Ba	µg/m ³	0,0020	0,0030	0,0040	0,0021	0,0020	0,0020	-
Berilio	Be	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,01
Bismuto	Bi	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	-
Calcio	Ca	µg/m ³	0,56	0,87	1,02	1,39	0,94	0,97	-
Cadmio	Cd	µg/m ³	<LC	0,0020	<LC	<LC	<LC	<LC	0,025
Cobalto	Co	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,1
Cromo	Cr	µg/m ³	0,0304	0,0315	0,0272	0,0226	0,0172	0,0251	0,5
Cobre	Cu	µg/m ³	0,0294	0,0284	0,0191	0,0113	0,0152	0,0100	50
Hierro	Fe	µg/m ³	0,359	0,637	0,712	0,235	0,265	0,259	4
Potasio	K	µg/m ³	0,079	0,086	0,095	0,084	0,102	<LC	-
Litio	Li	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	-
Magnesio	Mg	µg/m ³	0,034	0,086	0,093	0,043	0,036	0,036	-
Manganeso	Mn	µg/m ³	0,021	0,075	0,084	0,009	0,011	0,011	0,2
Mercurio	Hg	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	2
Molibdeno	Mo	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	120
Sodio	Na	µg/m ³	0,108	0,137	0,151	0,097	0,140	0,090	-
Níquel	Ni	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,1
Fosforo	P	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	-
Plomo	Pb	µg/m ³	<LC	0,016	0,013	<LC	<LC	<LC	0,5
Antimonio	Sb	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	25
Selenio	Se	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	10
Silicio	Si	µg/m ³	0,519	0,479	0,561	0,498	0,483	0,482	-
Estaño	Sn	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	10
Estroncio	Sr	µg/m ³	0,0020	0,0030	0,0028	0,0039	0,0030	0,0024	120
Titanio	Ti	µg/m ³	0,0010	<LC	0,0010	0,0010	<LC	<LC	120
Talio	Tl	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	-
Vanadio	V	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	2
Zinc	Zn	µg/m ³	<LC	0,049	0,050	<LC	<LC	<LC	120

*< LC: debajo del límite de cuantificación del método de ensayo de laboratorio

Tabla 8.3. Concentraciones de metales en PM₁₀ a 10° C y 1 atmósfera, en la estación de vigilancia ambiental CA-SB-01, el 14, 15, 18, 19 y 20 de febrero.

Metales en PM ₁₀		Unidad	Concentración de metales - Volumen 10 °C					AAQC Ontario (µg/m ³)
			CA-SB-01					
			14/02/2019	15/02/2019	18/02/2019	19/02/2019	20/02/2019	
			991,9	997,1	994,2	958,0	1001,5	
Plata	Ag	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	1
Aluminio	Al	µg/m ³	0,073	0,044	0,098	0,084	0,082	-
Arsénico	As	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,3
Boro	B	µg/m ³	<LC	0,0241	<LC	<LC	<LC	120
Bario	Ba	µg/m ³	0,0040	0,0020	0,0040	0,0031	0,0040	-
Berilio	Be	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,01
Bismuto	Bi	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	-
Calcio	Ca	µg/m ³	1,14	0,69	1,39	1,18	1,14	-
Cadmio	Cd	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,025
Cobalto	Co	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,1
Cromo	Cr	µg/m ³	0,052	0,039	0,021	0,026	0,024	0,5
Cobre	Cu	µg/m ³	0,013	0,011	0,023	0,015	0,011	50
Hierro	Fe	µg/m ³	0,541	0,407	0,575	0,511	0,490	4
Potasio	K	µg/m ³	0,077	<LC	0,086	0,094	0,087	-
Litio	Li	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	-



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

Concentración de metales - Volumen 10 °C								AAQC Ontario (µg/m ³)
Metales en PM ₁₀		Unidad	CA-SB-01					
			14/02/2019	15/02/2019	18/02/2019	19/02/2019	20/02/2019	
			991,9	997,1	994,2	958,0	1001,5	
Magnesio	Mg	µg/m ³	0,080	0,044	0,108	0,089	0,088	-
Manganeso	Mn	µg/m ³	0,022	0,020	0,050	0,052	0,047	0,2
Mercurio	Hg	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	2
Molibdeno	Mo	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	120
Sodio	Na	µg/m ³	0,134	0,119	0,127	0,169	0,115	-
Níquel	Ni	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,1
Fosforo	P	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	-
Plomo	Pb	µg/m ³	0,027	0,026	0,027	0,018	0,024	0,5
Antimonio	Sb	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	25
Selenio	Se	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	10
Silicio	Si	µg/m ³	1,242	0,649	1,028	0,822	0,893	-
Estaño	Sn	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	0,0209	<LC	10
Estroncio	Sr	µg/m ³	0,0043	0,0028	0,0033	0,0038	0,0039	120
Titanio	Ti	µg/m ³	0,0020	0,0010	0,0030	0,0021	0,0020	120
Talio	Tl	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	-
Vanadio	V	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	2
Zinc	Zn	µg/m ³	<LC	<LC	0,047	<LC	0,047	120

* < LC: debajo del límite de cuantificación del método de ensayo de laboratorio

Tabla 8.4. Concentraciones de metales en PM₁₀ a 10° C y 1 atmósfera, en la estación de vigilancia ambiental CA-SB-01, el 25, 26, 27 y 28 de marzo de 2019.

Concentración de metales - Volumen 10 °C								AAQC Ontario (µg/m ³)
Metales en PM ₁₀		Unidad	CA-SB-01					
			25/03/2019	26/03/2019	27/03/2019	28/03/2019		
			990,9	981,5	974,5	958,9		
Plata	Ag	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	1	
Aluminio	Al	µg/m ³	0,067	0,026	0,023	0,059	-	
Arsénico	As	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	0,3	
Boro	B	µg/m ³	0,0696	0,0540	0,0133	0,0594	120	
Bario	Ba	µg/m ³	0,0030	0,0020	0,0021	0,0031	-	
Berilio	Be	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	0,01	
Bismuto	Bi	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	-	
Calcio	Ca	µg/m ³	1,386	0,828	0,559	1,536	-	
Cadmio	Cd	µg/m ³	<LC	0,005	<LC	<LC	0,025	
Cobalto	Co	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	0,1	
Cromo	Cr	µg/m ³	0,025	0,029	0,031	0,037	0,5	
Cobre	Cu	µg/m ³	0,022	0,012	0,010	0,016	50	
Hierro	Fe	µg/m ³	0,421	0,311	0,308	0,897	4	
Potasio	K	µg/m ³	0,105	<LC	<LC	<LC	-	
Litio	Li	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	-	
Magnesio	Mg	µg/m ³	0,083	0,053	0,042	0,165	-	
Manganeso	Mn	µg/m ³	0,028	0,014	0,014	0,097	0,2	
Mercurio	Hg	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	2	
Molibdeno	Mo	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	120	
Sodio	Na	µg/m ³	0,225	0,133	0,073	0,123	-	
Níquel	Ni	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	0,1	
Fosforo	P	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	-	
Plomo	Pb	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	0,024	0,5	
Antimonio	Sb	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	25	
Selenio	Se	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	10	
Silicio	Si	µg/m ³	0,981	0,704	0,890	0,734	-	
Estaño	Sn	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	10	
Estroncio	Sr	µg/m ³	0,0046	0,0033	0,0027	0,0046	120	
Titanio	Ti	µg/m ³	0,0030	0,0010	<LC	0,0021	120	
Talio	Tl	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	-	
Vanadio	V	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	2	



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

Concentración de metales - Volumen 10 °C							AAQC Ontario (µg/m ³)
Metales en PM ₁₀		Unidad	CA-SB-01				
			25/03/2019	26/03/2019	27/03/2019	28/03/2019	
Zinc	Zn	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	0,073	120

* < LC: debajo del límite de cuantificación del método de ensayo de laboratorio

Tabla 8.5. Concentraciones de metales en PM₁₀ a 10° C y 1 atmósfera, en la estación de vigilancia ambiental CA-SB-01, el 9, 10, 11, 12 y 15 de abril de 2019.

Metales en PM ₁₀		Unidad	Concentración de metales – Volumen a 10 °C					AAQC Ontario (µg/m ³)
			9/04/2019	10/04/2019	11/04/2019	12/04/2019	15/04/2019	
Plata	Ag	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	0,0020	1
Aluminio	Al	µg/m ³	0,163	0,101	0,111	0,127	0,094	-
Arsénico	As	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,3
Boro	B	µg/m ³	0,0273	<LC	0,0554	<LC	0,0311	120
Bario	Ba	µg/m ³	0,0061	0,0060	0,0040	0,0050	0,0050	-
Berilio	Be	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,01
Bismuto	Bi	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	-
Calcio	Ca	µg/m ³	2,801	2,479	1,935	1,839	1,577	-
Cadmio	Cd	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,025
Cobalto	Co	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,1
Cromo	Cr	µg/m ³	0,037	0,043	0,056	0,036	0,037	0,5
Cobre	Cu	µg/m ³	0,027	0,025	0,027	0,032	0,038	50
Hierro	Fe	µg/m ³	1,033	0,886	0,802	0,869	0,859	4
Potasio	K	µg/m ³	0,162	0,099	0,113	0,134	0,127	-
Litio	Li	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	-
Magnesio	Mg	µg/m ³	0,234	0,194	0,195	0,212	0,172	-
Manganeso	Mn	µg/m ³	0,078	0,074	0,051	0,074	0,084	0,2
Mercurio	Hg	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	2
Molibdeno	Mo	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	120
Sodio	Na	µg/m ³	0,245	0,180	0,194	0,146	0,192	-
Níquel	Ni	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,1
Fosforo	P	µg/m ³	0,040	<LC	<LC	<LC	0,040	-
Plomo	Pb	µg/m ³	0,032	0,036	0,021	0,033	0,038	0,5
Antimonio	Sb	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	25
Selenio	Se	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	10
Silicio	Si	µg/m ³	0,806	0,657	0,920	0,724	0,773	-
Estaño	Sn	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	10
Estroncio	Sr	µg/m ³	0,0068	0,0064	0,0048	0,0047	0,0050	120
Titanio	Ti	µg/m ³	0,0040	0,0030	0,0030	0,0030	0,0020	120
Talio	Tl	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	-
Vanadio	V	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	2
Zinc	Zn	µg/m ³	0,086	0,077	0,057	0,093	0,077	120

* < LC: debajo del límite de cuantificación del método de ensayo de laboratorio

Tabla 8.6. Concentraciones de metales en PM₁₀ a 10° C y 1 atmósfera, en la estación de vigilancia ambiental CA-SB-01, el 20, 21, 22, 23 y 24 de mayo de 2019.

Metales en PM ₁₀		Unidad	Concentración de metales – Volumen a 10 °C					AAQC Ontario (µg/m ³)
			20/05/2019	21/05/2019	22/05/2019	23/05/2019	24/05/2019	
Plata	Ag	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	1
Aluminio	Al	µg/m ³	0,129	0,148	0,110	0,087	0,081	-
Arsénico	As	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,3
Boro	B	µg/m ³	0,0146	0,0201	0,0121	<LC	0,0211	120
Bario	Ba	µg/m ³	0,0042	0,0050	0,0040	0,0040	0,0030	-
Berilio	Be	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,01
Bismuto	Bi	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	-



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

Metales en PM ₁₀		Unidad	Concentración de metales – Volumen a 10 °C					AAQC Ontario (µg/m ³)
			20/05/2019	21/05/2019	22/05/2019	23/05/2019	24/05/2019	
			960,8	994,2	995,3	989,8	993,4	
Calcio	Ca	µg/m ³	2,041	1,623	1,899	1,348	1,155	-
Cadmio	Cd	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,025
Cobalto	Co	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,1
Cromo	Cr	µg/m ³	0,031	0,019	0,028	0,032	0,040	0,5
Cobre	Cu	µg/m ³	0,025	0,108	0,058	0,119	0,046	50
Hierro	Fe	µg/m ³	0,617	0,552	0,513	0,663	0,560	4
Potasio	K	µg/m ³	0,137	0,130	0,131	0,084	0,129	-
Litio	Li	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	-
Magnesio	Mg	µg/m ³	0,157	0,150	0,148	0,117	0,092	-
Manganeso	Mn	µg/m ³	0,042	0,036	0,029	0,047	0,028	0,2
Mercurio	Hg	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	2
Molibdeno	Mo	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	120
Sodio	Na	µg/m ³	0,271	0,178	0,223	0,119	0,161	-
Níquel	Ni	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,1
Fosforo	P	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	-
Plomo	Pb	µg/m ³	0,016	<LC	<LC	0,022	<LC	0,5
Antimonio	Sb	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	25
Selenio	Se	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	10
Silicio	Si	µg/m ³	0,646	0,712	0,617	0,491	0,721	-
Estaño	Sn	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	10
Estroncio	Sr	µg/m ³	0,0062	0,0035	0,0059	0,0037	0,0034	120
Titanio	Ti	µg/m ³	0,0031	0,0040	0,0030	0,0020	0,0020	120
Talio	Tl	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	-
Vanadio	V	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	2
Zinc	Zn	µg/m ³	0,057	<LC	<LC	0,051	<LC	120

* < LC: debajo del límite de cuantificación del método de ensayo de laboratorio

Tabla 8.7. Concentraciones de metales en PM₁₀ a 10° C y 1 atmósfera, en la estación de vigilancia ambiental CA-SB-01, el 24, 25, 26, 27 y 28 de junio de 2019.

Metales en PM ₁₀		Unidad	Concentración de metales – Volumen a 10 °C					AAQC Ontario (µg/m ³)
			24/06/2019	25/06/2019	26/06/2019	27/06/2019	28/06/2019	
			999,0	988,5	996,2	991,3	1001,1	
Plata	Ag	µg/m ³	0,0010	<LC	<LC	<LC	<LC	1
Aluminio	Al	µg/m ³	0,305	0,182	0,147	0,121	0,049	-
Arsénico	As	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,3
Boro	B	µg/m ³	0,0160	0,0121	0,0130	0,0111	0,0380	120
Bario	Ba	µg/m ³	0,0741	0,0071	0,0050	0,0050	0,0030	-
Berilio	Be	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,01
Bismuto	Bi	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	-
Calcio	Ca	µg/m ³	3,033	1,762	1,255	1,331	0,670	-
Cadmio	Cd	µg/m ³	0,002	<LC	<LC	<LC	<LC	0,025
Cobalto	Co	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,1
Cromo	Cr	µg/m ³	<LC	<LC	0,007	0,007	<LC	0,5
Cobre	Cu	µg/m ³	0,114	0,196	0,127	0,106	0,105	50
Hierro	Fe	µg/m ³	1,300	0,595	0,477	0,439	0,152	4
Potasio	K	µg/m ³	1,389	0,174	0,202	0,123	0,152	-
Litio	Li	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	-
Magnesio	Mg	µg/m ³	0,446	0,188	0,128	0,117	0,045	-
Manganeso	Mn	µg/m ³	0,129	0,054	0,040	0,039	0,014	0,2
Mercurio	Hg	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	2
Molibdeno	Mo	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	120
Sodio	Na	µg/m ³	0,304	0,082	0,141	0,095	0,205	-
Níquel	Ni	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,1
Fosforo	P	µg/m ³	0,041	<LC	<LC	<LC	<LC	-
Plomo	Pb	µg/m ³	0,094	0,032	0,029	0,020	<LC	0,5
Antimonio	Sb	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	25



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

Metales en PM ₁₀		Unidad	Concentración de metales – Volumen a 10 °C					AAQC Ontario (µg/m ³)
			24/06/2019	25/06/2019	26/06/2019	27/06/2019	28/06/2019	
			999,0	988,5	996,2	991,3	1001,1	
Selenio	Se	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	10
Silicio	Si	µg/m ³	0,855	0,565	0,601	0,519	0,599	-
Estaño	Sn	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	10
Estroncio	Sr	µg/m ³	0,0487	0,0038	0,0029	0,0032	0,0022	120
Titanio	Ti	µg/m ³	0,0130	0,0040	0,0030	0,0030	0,0010	120
Talio	Tl	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	-
Vanadio	V	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	2
Zinc	Zn	µg/m ³	0,124	<LC	<LC	<LC	<LC	120

*< LC: debajo del límite de cuantificación del método de ensayo de laboratorio

Tabla 8.8. Concentraciones de metales en PM₁₀ a 10° C y 1 atmósfera, en la estación de vigilancia ambiental CA-SB-01, el 22, 23, 24 y 25 de julio de 2019.

Metales en PM ₁₀		Unidad	Concentración de metales – Volumen a 10 °C				AAQC Ontario (µg/m ³)
			22/07/2019	23/07/2019	24/07/2019	25/07/2019	
			998,2	988,9	1001,1	979,3	
Plata	Ag	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	1
Aluminio	Al	µg/m ³	0,1813	0,1456	0,1179	0,1297	-
Arsénico	As	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	0,3
Boro	B	µg/m ³	0,0250	0,0233	0,0170	0,0143	120
Bario	Ba	µg/m ³	0,0050	0,0051	0,0050	0,0061	-
Berilio	Be	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	0,01
Bismuto	Bi	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	-
Calcio	Ca	µg/m ³	1,4867	1,6615	2,0358	1,7207	-
Cadmio	Cd	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	0,025
Cobalto	Co	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	0,1
Cromo	Cr	µg/m ³	0,0200	0,0324	0,0200	0,0194	0,5
Cobre	Cu	µg/m ³	0,2154	0,4288	0,4006	0,3298	50
Hierro	Fe	µg/m ³	0,5760	0,6027	0,6273	0,5974	4
Potasio	K	µg/m ³	0,3056	0,2073	0,1169	0,1164	-
Litio	Li	µg/m ³	0,0130	0,0071	0,0060	0,0061	-
Magnesio	Mg	µg/m ³	0,1733	0,1578	0,1718	0,1552	-
Manganeso	Mn	µg/m ³	0,0351	0,0354	0,0460	0,0439	0,2
Mercurio	Hg	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	2
Molibdeno	Mo	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	120
Sodio	Na	µg/m ³	0,3937	0,3378	0,2487	0,1746	-
Níquel	Ni	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	0,1
Fosforo	P	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	-
Plomo	Pb	µg/m ³	0,0150	<LC	0,0320	0,0235	0,5
Antimonio	Sb	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	25
Selenio	Se	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	10
Silicio	Si	µg/m ³	1,2994	0,9526	0,7412	0,8966	-
Estaño	Sn	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	10
Estroncio	Sr	µg/m ³	0,0066	0,0075	0,0077	0,0058	120
Titanio	Ti	µg/m ³	0,0050	0,0040	0,0030	0,0031	120
Talio	Tl	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	-
Vanadio	V	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	2
Zinc	Zn	µg/m ³	<LC	<LC	0,0519	0,0551	120

*< LC: debajo del límite de cuantificación del método de ensayo de laboratorio

Tabla 8.9. Concentraciones de metales en PM₁₀ a 10° C y 1 atmósfera, en la estación de vigilancia ambiental CA-SB-01, el 12, 13, 14, 15 y 16 de agosto de 2019.

Metales en PM ₁₀		Unidad	Concentración de metales – Volumen a 10 °C					AAQC Ontario (µg/m ³)
			12/08/2019	13/08/2019	14/08/2019	15/08/2019	16/08/2019	
			998,6	989,4	1006,8	989,6	1000,8	
Plata	Ag	µg/m ³	<LC	<LC	0,0020	0,0202	0,0030	1
Aluminio	Al	µg/m ³	0,190	0,131	0,155	0,296	0,393	-



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

Metales en PM ₁₀		Unidad	Concentración de metales – Volumen a 10 °C					AAQC Ontario (µg/m ³)
			12/08/2019	13/08/2019	14/08/2019	15/08/2019	16/08/2019	
			998,6	989,4	1006,8	989,6	1000,8	
Arsénico	As	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,3
Boro	B	µg/m ³	0,051	0,055	0,076	0,096	0,049	120
Bario	Ba	µg/m ³	0,008	0,007	0,009	0,014	0,016	-
Berilio	Be	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,01
Bismuto	Bi	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	-
Calcio	Ca	µg/m ³	1,844	1,629	2,558	4,359	4,208	-
Cadmio	Cd	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	0,006	<LC	0,025
Cobalto	Co	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,1
Cromo	Cr	µg/m ³	0,015	<LC	<LC	<LC	<LC	0,5
Cobre	Cu	µg/m ³	0,099	0,106	0,132	0,214	0,151	50
Hierro	Fe	µg/m ³	0,892	0,941	1,304	2,392	2,748	4
Potasio	K	µg/m ³	0,302	0,228	0,168	0,220	0,450	-
Litio	Li	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	-
Magnesio	Mg	µg/m ³	0,243	0,218	0,336	0,678	0,695	-
Manganeso	Mn	µg/m ³	0,085	0,129	0,167	0,316	0,302	0,2
Mercurio	Hg	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	2
Molibdeno	Mo	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	120
Sodio	Na	µg/m ³	0,194	0,221	0,286	0,294	0,237	-
Níquel	Ni	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,1
Fosforo	P	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	0,044	-
Plomo	Pb	µg/m ³	0,054	0,052	0,106	0,207	0,230	0,5
Antimonio	Sb	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	25
Selenio	Se	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	10
Silicio	Si	µg/m ³	0,697	0,646	0,721	0,885	1,186	-
Estaño	Sn	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	0,018	0,016	10
Estroncio	Sr	µg/m ³	0,0061	0,0064	0,0079	0,0117	0,0102	120
Titanio	Ti	µg/m ³	0,0040	0,0030	0,0030	0,0040	0,0080	120
Talio	Tl	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	-
Vanadio	V	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	2
Zinc	Zn	µg/m ³	0,086	0,091	0,172	0,312	0,381	120

*< LC: debajo del límite de cuantificación del método de ensayo de laboratorio

Tabla 8.10. Concentraciones de metales en PM₁₀ a 10° C y 1 atmósfera, en la estación de vigilancia ambiental CA-SB-01, el 18, 19, 20, 23 y 24 de setiembre de 2019.

Metales en PM ₁₀		Unidad	Concentración de metales – Volumen a 10 °C					AAQC Ontario (µg/m ³)
			18/09/2019	19/09/2019	20/09/2019	23/09/2019	24/09/2019	
			989,1	980,8	987,9	996,8	990,6	
Plata	Ag	µg/m ³	<LC	0,006	<LC	0,001	<LC	1
Aluminio	Al	µg/m ³	0,144	0,109	0,072	0,095	0,123	-
Arsénico	As	µg/m ³	0,010	<LC	<LC	<LC	<LC	0,3
Boro	B	µg/m ³	0,032	0,052	0,016	0,015	0,021	120
Bario	Ba	µg/m ³	0,007	0,006	0,004	0,006	0,006	-
Berilio	Be	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,01
Bismuto	Bi	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	-
Calcio	Ca	µg/m ³	1,982	1,117	1,025	1,547	1,596	-
Cadmio	Cd	µg/m ³	<LC	0,003	<LC	<LC	<LC	0,025
Cobalto	Co	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,1
Cromo	Cr	µg/m ³	0,005	0,006	0,007	0,004	0,005	0,5
Cobre	Cu	µg/m ³	0,038	0,046	0,026	0,031	0,036	50
Hierro	Fe	µg/m ³	0,818	0,695	0,861	0,961	1,199	4
Potasio	K	µg/m ³	0,436	0,257	0,189	0,128	0,213	-
Litio	Li	µg/m ³	0,003	<LC	<LC	0,003	<LC	-
Magnesio	Mg	µg/m ³	0,267	0,153	0,166	0,260	0,301	-
Manganeso	Mn	µg/m ³	0,124	0,074	0,141	0,149	0,184	0,2
Mercurio	Hg	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	2



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

Table with 9 columns: Metales en PM10, Unidad, Concentración de metales - Volumen a 10 °C (18/09/2019 to 24/09/2019), and AAQC Ontario (µg/m³). Rows include Molibdeno, Sodio, Níquel, Fosforo, Plomo, Antimonio, Selenio, Silicio, Estaño, Estroncio, Titanio, Talio, Vanadio, and Zinc.

* < LC: debajo del límite de cuantificación del método de ensayo de laboratorio

8.4. Concentración de plomo en material particulado con diámetro menor a 10 micras (Pb en PM10)

Los ECA para aire establece el nivel de concentración de Pb en PM10, para un periodo mensual y anual pero no contempla un valor para un periodo de 24 horas; por lo que, el resultado de la concentración de plomo fue comparado de manera referencial con la norma canadiense Air Ambient Quality Criteria 2012 (AAQC).

En la Figura 8.6 se presentan los resultados de la concentración de 24 horas de plomo en PM10 en la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire CA-SB-01 de enero a octubre de 2019, donde se observa que los valores de Pb en PM10 no excedieron el valor del estándar canadiense referencial de 0,5 µg/m³ en ninguno de los meses monitoreados.

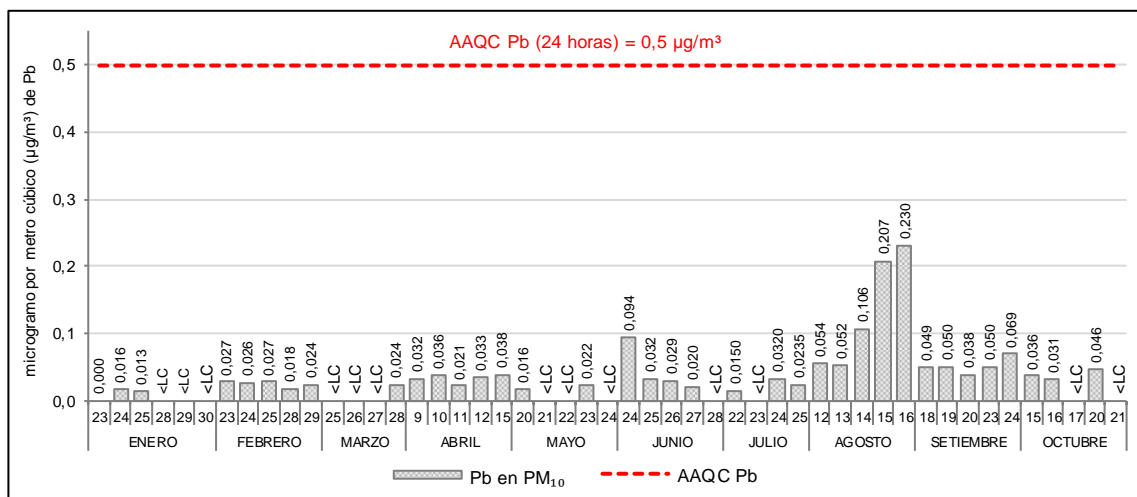


Figura 8.6. Concentraciones de plomo en material particulado con diámetro menor a 10 micras (Pb en PM10) a 10°C y de 24 horas de enero a octubre de 2019, de la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire CA-SB-01, comparadas de manera referencial con la normativa canadiense AAQC-2012. <LC: debajo del límite de cuantificación del método de ensayo de laboratorio

En la Figura 8.7. se observa las concentraciones mensuales de plomo en material particulado con diámetro menor a 10 micras (Pb en PM10) en la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire CA-SB-01, de enero a octubre, donde se aprecia que no excedió el valor del ECA para aire de 1,5 µg/m³. El detalle del registro de concentraciones se presenta en el Anexo N.º 2. (Tabla 52. Concentraciones de plomo en PM10 a 25°C y 1 atmosfera).



Cabe precisar que las concentraciones mensuales fueron calculadas con los datos de 24 horas disponibles.

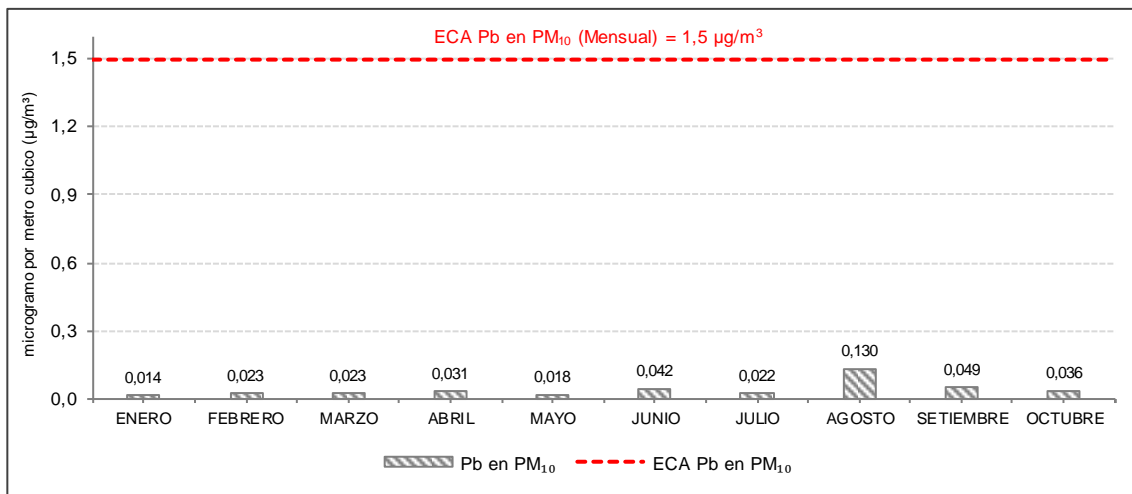


Figura 8.7. Concentraciones mensuales de plomo en material particulado con diámetro menor a 10 micras (Pb en PM₁₀) a 25°C, de enero a octubre de 2019, de la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire CA-SB-01, comparadas referencialmente con el ECA para aire de 1,5 µg/m³.

9. CONCLUSIONES

- Los vientos, durante el periodo de vigilancia ambiental, en la temporada de verano (enero-marzo), otoño, invierno y primavera (octubre) durante el 2019, fueron de tipo calma, ventolina y brisa ligera, procedentes predominantemente, del norte-noreste (NNE), noreste (NE) y norte (N), además, se registraron vientos del tipo ventolina y brisas ligeras, provenientes de las direcciones donde están ubicados los *stocks piles* de la Empresa Administradora Cerro S.A.C., es decir desde el sur-suroeste (SSW), sur (S) y suroeste (SW) en las horas de la mañana entre las 7:00 y 11:00 horas.
- Las concentraciones de 24 horas de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀), registradas en la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire CA-SB-01 de enero a octubre de 2019, no excedieron el valor establecido en los ECA para aire de PM₁₀ de 100 µg/m³, aprobado mediante Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM.
- De enero a octubre de 2019, la evolución horaria de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀) presentó un comportamiento similar en todos los días de la semana; los incrementos se dieron aproximadamente en horas de la mañana entre las 5:00 a 9:00 y en horas de la tarde de 12:00 a 18:00 horas. Estas concentraciones no fueron comparadas con los ECA para Aire porque esta norma no contempla concentraciones de PM₁₀ para periodo de 1 hora.
- Las rosas de concentraciones de PM₁₀ de enero a octubre de 2019 alcanzó los rangos más altos (100 µg/m³ – 359 µg/m³) entre las 07:00 horas y 09:00 horas provenientes del sureste (SE) y sur-suroeste (SSW), en cuyas direcciones se encuentran los *stocks piles* de la Empresa Administradora Cerro S.A.C.; existiendo una relación directa entre los trabajos de la empresa y las concentraciones de PM₁₀ en las horas indicadas.
- Las concentraciones de los metales: plata, aluminio, arsénico, boro, berilio, bario, bismuto, calcio, cadmio, cobalto, cromo, cobre, hierro, mercurio, potasio, litio, magnesio, manganeso, molibdeno, sodio, níquel, fósforo, antimonio, selenio, silicio, estaño, estroncio, titanio, talio, uranio, vanadio, zinc, monitoreados de enero a octubre de 2019, no excedieron los valores establecidos en la norma de referencia canadiense *Air Ambient Quality Criteria* 2012 (AAQC).



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

- Las concentraciones de 24 horas de plomo en PM_{10} registradas de enero a octubre de 2019, en la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire CA-SB-01, no excedieron el valor establecido en la normativa referencial canadiense Air Ambient Quality Criteria 2012 (AAQC) de $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Las concentraciones mensuales de plomo en PM_{10} registradas en la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire CA-SB-01 durante enero a octubre de 2019, no excedieron el valor establecido en los ECA para aire de $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, aprobado mediante Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM. Las concentraciones mensuales fueron calculadas con datos de 24 horas disponibles.

10. RECOMENDACIONES

- Informar para conocimiento y fines pertinentes a los siguientes:
 - Dirección de Supervisión Ambiental en Energía y Minas del OEFA.
 - Oficina Desconcentrada de Pasco del OEFA.
 - Municipalidad Distrital de Simón Bolívar.
- Continuar con la vigilancia ambiental de la calidad del aire, en el centro poblado de Paragsha, distrito Simón Bolívar, provincia y departamento de Pasco.

1. ANEXOS

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

Anexo N.º 2: Sistematización de resultados

Anexo N.º 3: Certificados de calibración de equipos

Anexo N.º 4: Cadenas de custodia

Anexo N.º 5: Informes de ensayo de laboratorio

Es cuanto informamos a usted para los fines pertinentes,

Atentamente:

[LFAJARDO]

[RITORRES]



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»

[ABRIOS]

[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: 01046313"



01046313