



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.º 358-2018-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



ASUNTO : Vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el ámbito de la zona industrial de Ventanilla–Mi Perú, en los distritos Ventanilla y Mi Perú, provincia Constitucional del Callao en el 2018.

CUE : 2018-02-0004

REFERENCIA : Planefa 2018

FECHA : Lima, 30 NOV. 2018

2018-101-43591

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

**1. INFORMACIÓN GENERAL**

**Tabla 1-1. Información general respecto de la actividad realizada**

a.	Ubicación general	Ventanilla y Mi Perú, provincia Constitucional del Callao
b.	Ámbito de influencia	Área de influencia de la zona industrial de Ventanilla – Mi Perú
c.	Problemática	Presunta contaminación del aire debido a las emisiones de la zona industrial de Ventanilla – Mi Perú
d.	Motivo por el cual se realiza la actividad	Planefa 2018
e.	Tipo de evaluación	Vigilancia Ambiental
f.	Periodo de ejecución	Del 15 de marzo hasta el 21 de octubre de 2018





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»

## 2. DATOS DE LA ACTIVIDAD REALIZADA

El número de puntos evaluados en la vigilancia realizada de marzo a octubre 2018, en el ámbito de la zona industrial de Ventanilla–Mi Perú y los principales resultados obtenidos se presentan en la Tabla 2-1.

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

Componentes evaluados	Número de estaciones	Incumplimiento de ECA u otras normas de referencia *	Parámetros que incumplen	Punto que incumplen
Aire	CA-VMP-1	No	Plomo en PM <sub>10</sub> <sup>(b)</sup>	A sotavento: CA-VMP-1
	CA-VMP-2	Si	Plomo en PM <sub>10</sub> <sup>(b)</sup> Cadmio en PM <sub>10</sub> <sup>(b)</sup>	A sotavento: CA-VMP-2
	CA-VMP-6	No	--	--
	CA-VMP-7	No	--	--

\* Norma con la cual es comparada:

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

(b) *Ontario's Ambient Air Quality Criteria Standards (AAQC)*–abril 2012, comparado de forma referencial.

## 3. ANTECEDENTES

La zona industrial de Ventanilla y sus alrededores (asentamiento humano Virgen de Guadalupe) se ubica en la parte céntrica del distrito Ventanilla, y es colindante con el distrito Mi Perú. En dicha zona se encuentran actividades de fundición de metales no ferrosos, reciclaje de baterías, fabricación de sustancias químicas, entre otros, los cuales podrían estar influenciando en la calidad ambiental de las zonas aledañas.

En el 2011, a través de una denuncia verbal, los pobladores del asentamiento humano Virgen de Guadalupe del distrito Ventanilla, indicaron la presencia de contaminantes en el aire generados por las actividades de las empresas industriales colindantes. En respuesta a ello se creó un Grupo de Trabajo para atender la queja, el cual realizó un monitoreo de calidad de aire en la zona afectada, los resultados obtenidos evidenciaron la presencia de plomo y cadmio. En esa oportunidad se identificó a las empresas generadoras de emisiones de gases que tienen como materia prima el plomo.

En el 2013, la Dirección Regional de Salud Ambiental (Diresa) y la Municipalidad Distrital de Ventanilla efectuaron un monitoreo de la calidad del aire en la zona industrial de Ventanilla, identificando la presencia de plomo y cadmio en el aire.

En el 2015, mediante Decreto Regional N.º 000003-2015-GOBIERNO REGIONAL DEL CALLAO, se aprobó la creación del Grupo Técnico Regional Para la prevención de la contaminación por metales pesados en el distrito Ventanilla Dicho Grupo Técnico está conformado por diferentes entidades del Estado, entre ellos el OEFA.

El 17 de diciembre de 2015, a través del Servicio de Información Nacional de Denuncias Ambiental (Sinada) se presentó una denuncia (código SC-0514-2015) sobre contaminación ambiental de la calidad del aire generada por las actividades de las empresas dedicadas a la fabricación de sustancias químicas, baterías, entre otros, las cuales estarían generando emisiones de gases con presencia de dióxido





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»

de azufre y material particulado con presencia de plomo y cadmio, en los distritos Ventanilla y Mi Perú.

Cabe mencionar que los resultados de los monitoreos de calidad del aire realizados por los miembros del Grupo Técnico Regional evidenciaron que la población ubicada al norte y noroeste del parque industrial del distrito Ventanilla (actualmente Mi Perú), se encontraban expuestos a concentraciones de plomo y cadmio en material particulado menor con diámetro a 10 micras ( $PM_{10}$ ), con concentraciones que excedieron los estándares internacionales de referencia<sup>1</sup>.

El 7 de abril de 2016, la Municipalidad de Ventanilla realizó una denuncia a través del Sinada (código SC-0231-2016), sobre contaminación ambiental en la zona industrial de Ventanilla<sup>2</sup>, por fabricación de motores, generadores y transformadores eléctricos; fabricación de productos químicos de uso agropecuario (plaguicidas, abono, etc.); fabricación de hierro y acero (fundición de metales no ferrosos); y fabricación de cemento, cal y yeso.

El 5 de diciembre de 2016, el Grupo Técnico Regional para la prevención de la contaminación por metales pesados en Ventanilla, emite el Informe N.º 01-2016-CAR-GTRMPV, el cual menciona que dada la situación de exposición de la población en la zona de influencia de presunta contaminación ambiental, la Diresa Callao, implementó el Plan de intervención para la atención de personas expuestas a contaminación con metales pesados en dichos asentamientos humanos, en los distritos Mi Perú y Ventanilla.

Al respecto, se realizó la toma de muestras de plomo en sangre en 500 niños entre 2 y 12 años que estudiaban y vivían en los alrededores de las fuentes de emisión de la zona industrial Ventanilla – Mi Perú. Los resultados indicaron que un 24,6 % de niños, superaba las concentraciones de los límites permisibles de plomo en sangre ( $<10 \mu\text{g}/\text{dl}$ ), según lo establecido en la Guía de Práctica Clínica para el Manejo de Pacientes con Intoxicación por Plomo – Resolución Ministerial N.º 511-2007/MINSA, de este grupo el 21,6 % de niños se encontraba en la categoría de exposición II<sup>3</sup> con valores de  $10 \mu\text{g}/\text{dl}$  a  $19,9 \mu\text{g}/\text{dl}$  de plomo en sangre; el 2,8 % de niños se encontraba en categoría de exposición III<sup>4</sup>, con valores de  $20 \mu\text{g}/\text{dl}$  a  $44,9 \mu\text{g}/\text{dl}$  de plomo en sangre y un niño que representa el 0,2 % se encontraba en categoría de exposición IV<sup>5</sup> con valores de  $45 \mu\text{g}/\text{dl}$  a  $69,9 \mu\text{g}/\text{dl}$ . Dados estos resultados, se realizó una ubicación domiciliar según las categorías de exposición obtenidas, resultando que el mayor número de niños con categorías II y III vivía en el asentamiento humano Virgen de Guadalupe, mientras que el niño con categoría IV, vivía en el asentamiento humano Sagrado Corazón.

En marzo de 2017 se llevó a cabo la evaluación ambiental en la zona industrial de Ventanilla - Mi Perú con Informe N.º 000031-2017-OEFA/DE-SDLB-CEAPIO,

- 1 *Ontrario's Ambient Air Quality Criteria Standards (AAQC) – abril 2012.*
- 2 Esta considera la zona centro del distrito, rodeada por el asentamiento humano Guadalupe al este, distrito de Mi Perú al norte, la urbanización Satélite al sur, y los asentamientos humanos 7 de Junio, Santísima Cruz de Motupe, Villamoto y las Terrazas al oeste.
- 3 Para niños, gestantes y población adulta no expuesta laboralmente la Categoría II corresponde a concentraciones entre  $10 \mu\text{g}/\text{dl}$  y  $19,9 \mu\text{g}/\text{dl}$ .
- 4 Para niños, gestantes y población adulta no expuesta laboralmente la Categoría III corresponde a concentraciones entre  $20 \mu\text{g}/\text{dl}$  y  $44,9 \mu\text{g}/\text{dl}$ .
- 5 Para niños, gestantes y población adulta no expuesta laboralmente la Categoría IV corresponde a concentraciones entre  $45 \mu\text{g}/\text{dl}$  y  $69,9 \mu\text{g}/\text{dl}$ .



*[Handwritten signature]*

*A*



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»

evaluándose el componente ambiental aire, donde los resultados excedieron la norma canadiense referencial para plomo y cadmio en el material particulado.

La población y autoridades de los distritos Ventanilla y Mi Perú de la Provincia Constitucional del Callao, exigen la adopción de medidas inmediatas por parte de las autoridades competentes frente a la presencia de metales pesados (plomo y cadmio) en el componente suelo y aire, y plomo en la sangre de los niños y niñas de los asentamientos humanos aledaños al Parque Industrial de Ventanilla.

En mérito de esta problemática, en julio de 2017, la Secretaría de Gestión Social y Diálogo (en adelante, SGSD) de la Presidencia del Consejo de Ministros instaló un Grupo de Trabajo Multisectorial, del cual formó parte el OEFA, a fin de impulsar acciones para atender el creciente interés de los dirigentes y las autoridades locales por resolver la problemática socioambiental.

En este espacio, el OEFA se comprometió a realizar acciones de supervisión de los compromisos ambientales y seguimiento de las medidas administrativas dictadas en el ámbito del Parque Industrial de Ventanilla.

El Ministerio del Ambiente mediante Resolución Ministerial N.º 307-2017-MINAM<sup>6</sup> del 19 de octubre de 2017 aprobó la Declaratoria de Emergencia Ambiental en el área geográfica ubicada en la Provincia Constitucional del Callao (en adelante, DEA Callao) –que coincide con los asentamientos humanos aledaños al Parque Industrial de Ventanilla– y su Plan de Acción Inmediato y de Corto Plazo (en adelante, Plan de Acción), que recoge parte de los compromisos suscritos en el marco del Grupo de Trabajo Multisectorial.

En atención a la función evaluadora y a lo establecido en el Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental (Planefa) 2018, dentro del plazo establecido en el Plan Operativo Institucional 2018, la Dirección de Evaluación Ambiental ha iniciado en marzo la vigilancia ambiental en el ámbito de la zona industrial de Ventanilla – Mi Perú, Provincia Constitucional del Callao (Informe N.º135-2018-OEFA/DEAM-STE<sup>7</sup>C), la cual continuará mensualmente durante todo el 2018.

En marzo de 2018 se realizó la vigilancia ambiental de la calidad del aire en el ámbito de la zona industrial de Ventanilla - Mi Perú<sup>7</sup>, en el cual se determinaron las concentraciones de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM<sub>10</sub>) y metales en PM<sub>10</sub>, concluyendo que no hubo excedencias del valor del ECA para aire de PM<sub>10</sub> en los puntos ubicados en el Asentamiento Humano( en adelante A.H.) Virgen de Guadalupe, en la Institución Educativa Particular ( en adelante IEP) Arturo Padilla Espinoza y hospital de Ventanilla. Asimismo, el promedio mensual de plomo en PM<sub>10</sub> no excedió el ECA para aire; sin embargo, las concentraciones de 24 horas de plomo en PM<sub>10</sub> y de cadmio en PM<sub>10</sub> excedieron el valor establecido por la normativa referencial canadiense<sup>8</sup> en la estación ubicada en el A.H. Virgen de Guadalupe y en la IEP Arturo Padilla Espinoza, respectivamente.

6 El periodo de vigencia de la declaratoria de emergencia ambiental - DEA Callao culminó el 1 de marzo de 2018.

7 Informe N.º 135-2018-OEFA/DEAM-STE<sup>7</sup>C. Vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el ámbito de la zona industrial de Ventanilla–Mi Perú, en los distritos Ventanilla y Mi Perú, provincia Constitucional del Callao en marzo de 2018.

8 *Ontario's Ambient Air Quality Criteria Standards (AAQC)*–abril 2012



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»  
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

En abril de 2018 se realizó la vigilancia ambiental de la calidad del aire en el ámbito de la zona industrial de Ventanilla - Mi Perú<sup>9</sup>, en el cual se determinaron las concentraciones de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM<sub>10</sub>) y metales en PM<sub>10</sub>, concluyendo que hubo excedencias del valor del ECA para aire de PM<sub>10</sub> en los puntos ubicados en el A.H. Virgen de Guadalupe y en la IEP Arturo Padilla Espinoza. Asimismo, el promedio mensual de plomo en PM<sub>10</sub> no excedió el ECA para aire; sin embargo, las concentraciones de 24 horas de plomo en PM<sub>10</sub> y de cadmio en PM<sub>10</sub> excedieron el valor establecido por la normativa referencial canadiense en la estación ubicada en el A.H. Virgen de Guadalupe y en la IEP Arturo Padilla Espinoza, respectivamente.

En mayo de 2018 se realizó la vigilancia ambiental de la calidad del aire en el ámbito de la zona industrial de Ventanilla - Mi Perú<sup>10</sup>, en el cual se determinaron las concentraciones de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM<sub>10</sub>) y metales en PM<sub>10</sub>, concluyendo que no hubo excedencias del valor del ECA para aire de PM<sub>10</sub> en los puntos ubicados en el A.H. Virgen de Guadalupe, IEP Arturo Padilla Espinoza y hospital de Ventanilla. Asimismo, el promedio mensual de plomo en PM<sub>10</sub> no excedió el ECA para aire; sin embargo, las concentraciones de 24 horas de plomo en PM<sub>10</sub> y de cadmio en PM<sub>10</sub> excedieron el valor establecido por la normativa referencial canadiense<sup>11</sup> en la estación ubicada en el A.H. Virgen de Guadalupe y en la IEP Arturo Padilla Espinoza, respectivamente.

En junio de 2018 se realizó la vigilancia ambiental de la calidad del aire en el ámbito de la zona industrial de Ventanilla - Mi Perú<sup>12</sup>, en el cual se determinaron las concentraciones de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM<sub>10</sub>) y metales en PM<sub>10</sub>, concluyendo que no hubo excedencias del valor del ECA para aire de PM<sub>10</sub> en los puntos ubicados en el A.H. Virgen de Guadalupe, I.E.P. Arturo Padilla Espinoza y hospital de Ventanilla. Asimismo, el promedio mensual de plomo en PM<sub>10</sub> no excedió el ECA para aire; sin embargo, las concentraciones de 24 horas de plomo en PM<sub>10</sub> y cadmio en PM<sub>10</sub> excedieron el valor establecido por la normativa referencial canadiense en la estación ubicada en la IEP Arturo Padilla Espinoza, respectivamente.

En julio de 2018 se realizó la vigilancia ambiental de la calidad del aire en el ámbito de la zona industrial de Ventanilla - Mi Perú<sup>13</sup>, en el cual se determinaron las concentraciones de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM<sub>10</sub>) y metales en PM<sub>10</sub>, concluyendo que se excedió el valor del ECA para aire de PM<sub>10</sub> en los puntos ubicados en el A.H. Virgen de Guadalupe. Asimismo, las concentraciones plomo en material particulado no excedieron el valor del ECA mensual para plomo ni el valor criterio de la normativa canadiense empleada de



- 9 Informe N.º 182-2018-OEFA/DEAM-STEC. Vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el ámbito de la zona industrial de Ventanilla-Mi Perú, en los distritos Ventanilla y Mi Perú, provincia Constitucional del Callao en abril de 2018.
- 10 Informe N.º 205 -2018-OEFA/DEAM-STEC. Vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el ámbito de la zona industrial de Ventanilla-Mi Perú, en los distritos Ventanilla y Mi Perú, provincia Constitucional del Callao en mayo de 2018.
- 11 *Ontario's Ambient Air Quality Criteria Standards (AAQC)*-abril 2012
- 12 Informe N.º 240 -2018-OEFA/DEAM-STEC. Vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el ámbito de la zona industrial de Ventanilla-Mi Perú, en los distritos Ventanilla y Mi Perú, provincia Constitucional del Callao en junio de 2018.
- 13 Informe N.º 269 -2018-OEFA/DEAM-STEC. Vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el ámbito de la zona industrial de Ventanilla-Mi Perú, en los distritos Ventanilla y Mi Perú, provincia Constitucional del Callao en junio de 2018.



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»

forma referencial para concentraciones de plomo de 24 horas. Sin embargo, en la estación ubicada en la IEP Arturo Padilla Espinoza se excedió el valor referencia de la normativa referencial canadiense.

En agosto de 2018 se realizó la vigilancia ambiental de la calidad del aire en el ámbito de la zona industrial de Ventanilla – Mi Perú<sup>14</sup>, en el cual se determinaron las concentraciones de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM<sub>10</sub>) y metales en PM<sub>10</sub>, concluyendo que no se excedió el valor del ECA para aire de PM<sub>10</sub> en la estación ubicada en el A.H. Virgen de Guadalupe. Asimismo, las concentraciones plomo en material particulado no excedieron el valor del ECA mensual para plomo, pero sí el valor criterio de la normativa canadiense empleada de forma referencial para concentraciones de plomo y cadmio de 24 horas en dos días en la IEP Arturo Padilla Espinoza.

En setiembre de 2018 se realizó la vigilancia ambiental de la calidad del aire en el ámbito de la zona industrial de Ventanilla – Mi Perú<sup>15</sup>, en el cual se determinaron las concentraciones de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM<sub>10</sub>) y metales en PM<sub>10</sub>, concluyendo que se excedió la normativa referencia canadiense para plomo y cadmio en las estaciones CA-VMP-1 y CA-VMP-2 respectivamente, sin embargo las concentraciones mensuales de plomo en PM<sub>10</sub> no excedieron el valor de los ECA para aire de Pb en PM<sub>10</sub>.

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

#### 4. OBJETIVO

Vigilar el comportamiento de la calidad ambiental del componente aire en el ámbito de la zona industrial de Ventanilla - Mi Perú en los distritos Ventanilla y Mi Perú, provincia Constitucional del Callao de marzo a octubre de 2018.

#### 5. ÁREA DE ESTUDIO

El distrito Ventanilla está situado al norte de la provincia Constitucional del Callao, ocupando aproximadamente el 51,2 % del territorio de la Región Callao, con una extensión de 73,52 km<sup>2</sup>.

El distrito Mi Perú se encuentra ubicado en el contexto interdistrital conformado por los distritos Lima Norte y la provincia Constitucional del Callao. De modo que, su posición geográfica en el territorio le permite compartir un escenario físico ambiental con el distrito Puente Piedra (al norte y al este) y el distrito Ventanilla (al sur y al oeste) quienes constituyen sus territorios fronterizos colindantes.

En ese contexto, el Parque Industrial del distrito Ventanilla colinda con el distrito Mi Perú, tal como se observa en el mapa de ubicación de la zona industrial de Ventanilla - Mi Perú (ver Figura 5-1).

- 14 Informe N.° 298 -2018-OEFA/DEAM-STEAC. Vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el ámbito de la zona industrial de Ventanilla-Mi Perú, en los distritos Ventanilla y Mi Perú, provincia Constitucional del Callao en agosto de 2018.
- 15 Informe N.° 317 -2018-OEFA/DEAM-STEAC. Vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el ámbito de la zona industrial de Ventanilla-Mi Perú, en los distritos Ventanilla y Mi Perú, provincia Constitucional del Callao en setiembre de 2018.



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»  
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

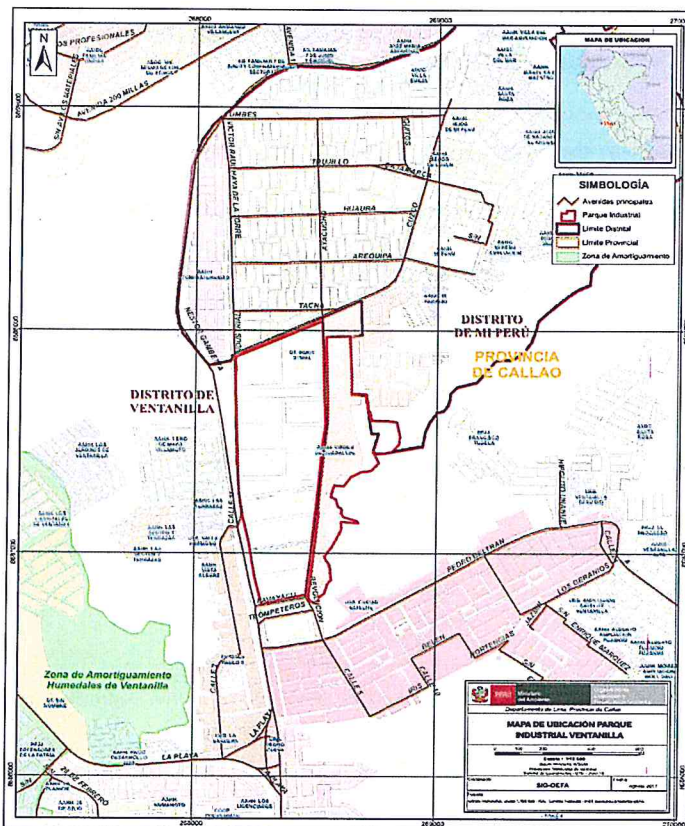


Figura 5- 1. Área de estudio del ámbito de la zona industrial de Ventanilla - Mi Perú

## 6. METODOLOGÍA

En esta sección, se describe la metodología utilizada en el monitoreo de calidad de aire, ubicación de los puntos de monitoreo, equipos y técnicas de evaluación utilizados y los estándares empleados para la comparación de los resultados obtenidos.

### 6.1. Protocolo de monitoreo

Para la vigilancia de la calidad del aire es importante el uso de guías y protocolos de monitoreo, elaborados por instituciones nacionales y de referencia internacional o extranjera para que los resultados obtenidos sean reproducibles. En tal sentido se detalla en la Tabla 6-1 estos documentos de referencia.

Tabla 6-1. Protocolo de monitoreo utilizado para el monitoreo de la calidad del aire

Protocolo	Sección	País	Institución	Dispositivo legal	Año
Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos	Todo el documento	Perú	Dirección General de Salud Ambiental <sup>16</sup> (DIGESA)	Resolución Directoral N.º 1404-2005-DIGESA/SA.	2005

16

Actualmente Dirección General de Salud Ambiental e inocuidad Alimentaria.





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»

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

En la Tabla 6-2, se presentan las cuatro estaciones de vigilancia ambiental de la calidad del aire en el ámbito de la zona industrial de Ventanilla-Mi Perú. Es importante mencionar que cuatro de las estaciones se encuentran a sotavento (CA-VMP-1, CA-VMP-2 y CA-VMP-7) y una estación se encuentra en situación de barlovento (CA-VMP-6) de la zona industrial.

Tabla 6-2. Ubicación de las estaciones de la red de vigilancia ambiental

N.º	Estación de Vigilancia	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 18L		Descripción
		Este (m)	Norte (m)	
1	CA-VMP-1	268824	8687841	Ubicado en la azotea de la vivienda del asentamiento humano – A.H. Virgen de Guadalupe-2 <sup>da</sup> etapa, Mz. O Lote 11, distrito Mi Perú.
2	CA-VMP-2	268570	8688061	Ubicado en la Institución Educativa Privada - IEP Arturo Padilla Espinoza, Av. Revolución N° 2494, distrito Ventanilla.
3	CA-VMP-6	268441	8686660	Ubicado en la azotea del Hospital de Ventanilla. Av. Pedro Beltrán S/N Urb. Satélite, distrito Ventanilla.
4	CA-VMP-7*	268736	8687699	Ubicado en la azotea de la vivienda del asentamiento humano – A.H. Virgen de Guadalupe – 2 <sup>da</sup> etapa, Mz. Y Lote 28, aproximadamente a 80 m del asentamiento humano – A.H. Las Casuarinas, distrito Mi Perú.

\*La estación CA-VMP-7 es incluida en la vigilancia ambiental de la calidad del aire en el ámbito de la zona industrial de Ventanilla – Mi Perú desde julio de 2018.

### 6.3. Parámetros evaluados y equipo utilizados

En la Tabla 6-3, se muestran los métodos de referencia utilizados en el análisis de los parámetros material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM<sub>10</sub>) y metales en PM<sub>10</sub>.

Tabla 6-3. Parámetros evaluados y métodos para el análisis de aire

Parámetro	Método de Referencia	Técnica Empleada
Material particulado con diámetro menor 10 micras (PM <sub>10</sub> )	Método manual de la EPA/625/R-96-010 <sup>a</sup> -Compendium Method IO-3.1; Ítem 4 y 5 (excepto 5.1.1; 5.2.3.7 y 5.3), june 1999- (Validad)-No incluye muestreo	<i>Reference Selection, Preparation and Extraction of Filter Material – PM<sub>10</sub> Alto volume</i>
	Método manual IC-MA-95 Rev.02 (Validado) 2017	Determinación de Peso: Filtro PM <sub>10</sub> Alto Volumen
Metales en PM <sub>10</sub>	EPA IO-3.5, June 1999	<i>Determination of Metals in Ambient Particulate Matter Using Inductively Coupled Plasma / Mass Spectrometry (ICP/MS)</i>
	EPA IO-3.4, 1999. <i>Determination of Metals in Ambient Particulate Matter Using Inductively Coupled Plasma (ICP) Spectroscopy</i>	Metales por ICP OES: Filtro PM <sub>10</sub> Alto Volumen
- Velocidad de viento - Dirección de viento - Temperatura ambiente - Humedad relativa - Precipitación - Presión barométrica	Método automático	-

Fuente: Informes de Ensayo de Anexo 5







«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»  
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

En la Tabla 6-4, se indican los equipos utilizados durante la vigilancia ambiental de la calidad del aire realizado en el ámbito de la zona industrial de Ventanilla-Mi Perú, donde se detalla la marca y modelo de cada equipo.

**Tabla 6-4.** Equipos utilizados en la vigilancia ambiental de la calidad del aire

Equipo	Marca	Modelo	Parámetro
Motor Venturi (Equipo muestreador de alto volumen de material particulado)	Thermo Scientific	G10557	Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )
Estación meteorológica	Campbell/ Davis	CR6 /Vantage Pro2	Velocidad de viento Dirección de viento Temperatura ambiente Humedad relativa Presión barométrica

#### 6.4. Criterios de evaluación

Los resultados obtenidos de la vigilancia ambiental de la calidad del aire serán comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire aprobados mediante Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM. En la Tabla 6-5 se precisan los parámetros, los periodos de evaluación y sus respectivas concentraciones expresadas en µg/m<sup>3</sup>.

**Tabla 6-5.** Estándares de calidad ambiental para aire

Parámetro	Periodo	Formato del estándar		Método de análisis	Norma
		Valor (µg/m <sup>3</sup> )	Criterios de evaluación		
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	24 horas	100	No exceder más de 7 veces al año	Separación inercial / filtración (Gravimetría)	D.S. N.º 003-2017-MINAM «Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias»
	Anual	50	Media aritmética anual		
Plomo (Pb) en PM <sub>10</sub>	Mensual	1,5	No exceder más de 4 veces al año	Método para PM <sub>10</sub> (Espectrofotometría de absorción atómica)	
	Anual	0,5	Media aritmética de los valores mensuales		

Los ECA para aire no consideran concentraciones de metales en PM<sub>10</sub> 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 que se encuentran a condiciones de 10°C y 760 mmHg.

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



*[Handwritten signature and initials]*



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»

CASRN	Contaminante	AAQC (µg/m³)	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](http://www.airqualityontario.com/downloads/AmbientAirQualityCriteria.pdf)



### 6.5. Análisis de datos

#### Cálculo de las concentraciones de PM<sub>10</sub> y metales

Las muestras de material particulado a obtenerse en los filtros de PM<sub>10</sub> fueron enviadas a un laboratorio acreditado para la determinación de su peso, así como para el análisis de metales en filtros PM<sub>10</sub>. Adicionalmente, para la determinación de PM<sub>10</sub> se calculó el flujo según la siguiente ecuación:

$$Q_{std} = Q_a \left( \frac{P_{av}}{P_{std}} \right) \left( \frac{T_{std}}{T_{av}} \right) \tag{6-1}$$

Donde:

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

$Q_a$  = Flujo promedio (m<sup>3</sup>/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 muestro (K).

$T_{std}$  = Temperatura estándar (i.e. 298 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.

$$V_{std} = (Q_{std})(t) \tag{6-2}$$



Donde:

$V_{std}$  = Total de aire muestreado en unidades patrón de volumen ( $m^3$ ).  
 $t$  = Tiempo de muestreo (min).

Sobre la base de la diferencia de pesos (muestra/filtro) reportados por el laboratorio y los parámetros meteorológicos de presión y temperatura registrados en el lugar de muestreo se calculó la concentración de material particulado en unidades de masa por unidad de volumen, de acuerdo con la ecuación 6-3 obtenida de la metodología para la determinación de material particulado indicada en la tabla anterior.

$$C_{PM_{10}} = 10^{-6} \cdot (W_f - W_i) / V_{std} \quad (6-3)$$

Dónde:

$C_{PM_{10}}$  = Concentración de  $PM_{10}$  ( $\mu g/m^3$ ).  
 $W_f - W_i$  = Diferencia de pesos final e inicial del filtro (g).  
 $V_{std}$  = Volumen de aire muestreado a condiciones estándar ( $m^3$ )<sup>17</sup>.

De manera análoga se determinó las concentraciones de metales totales en el aire en los puntos de monitoreo, de acuerdo con la ecuación 6-4.

$$C_{Metal} = 10^{-6} \cdot (W_{metal}) / V_{std} \quad (6-4)$$

Dónde:

$C_{metal}$  = Concentración del metal ( $\mu g/m^3$ ).  
 $W_{metal}$  = Peso del metal en gramos (g).  
 $V_{std}$  = Volumen total de aire muestreado a condiciones estándar en ( $m^3$ )

## 7. RESULTADOS Y ANÁLISIS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de marzo a octubre 2018, sobre los parámetros meteorológicos en el ámbito de la zona industrial de Ventanilla – Mi Perú, en los distritos Ventanilla y Mi Perú, así como los resultados de las concentraciones de material particulado y su composición con respecto a metales.

### 7.1. Parámetros meteorológicos

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.

En la Tabla 7-1, se presenta el resumen de resultados de los parámetros meteorológicos de temperatura, presión barométrica, humedad relativa y velocidad

<sup>17</sup> Condición estándar: 1 atmósfera de presión y 25 °C de temperatura para la medición de volúmenes de los gases.



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»

del viento de la estación de vigilancia ambiental donde se tiene instalada una estación meteorológica en el punto CA-VMP-1 (A.H. Virgen de Guadalupe).

Se puede observar que la temperatura en el ámbito de estudio de la zona industrial de Ventanilla–Mi Perú mantuvo una variación entre 14,2 °C y 27,7 °C. La humedad relativa se encontró en un rango comprendido entre 52,3 % y 99,6 %. La presión barométrica varió entre 743 mm Hg a 764 mm Hg.

Respecto a la velocidad del viento se presentaron vientos de hasta 2,8 m/s en el punto CA-VMP-1 (A.H. Virgen de Guadalupe). Los registros horarios de los datos meteorológicos se encuentran en el Anexo 2 del presente informe.

**Tabla 7-1.** Resumen de parámetros meteorológicos en la estación de vigilancia ambiental CA-VMP-1

Valores	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Presión barométrica (mmHg)	Velocidad del viento (m/s)
<b>Marzo</b>				
Mínimo	18,9	60,1	743	0,1
Promedio	26,5	80,6	747	1
Máximo	27,7	95,4	750	2,8
<b>Abril</b>				
Mínimo	16,9	52,3	745	0
Promedio	21,1	79,4	748	0,9
Máximo	26,1	96,2	750,6	2,7
<b>Mayo</b>				
Mínimo	16,6	61,7	746	0,1
Promedio	19,5	82,1	749	0,9
Máximo	24,9	95	752	3
<b>Junio</b>				
Mínimo	14,2	64,8	755	0
Promedio	16,3	89,3	757	0,5
Máximo	21,9	99,6	763	2,2
<b>Julio</b>				
Mínimo	14,2	62	745	0,1
Promedio	16,2	88,6	748	1
Máximo	22,4	99,6	752	3
<b>Agosto</b>				
Mínimo	14,4	65	753	0
Promedio	16,9	81	756	0,9
Máximo	21,9	92	763	2,7
<b>Setiembre</b>				
Mínimo	14,4	65	753	0
Promedio	17,3	80,9	755	1
Máximo	21,9	92	759	2,7
<b>Octubre</b>				
Mínimo	15,2	65	754	0,0
Promedio	18,7	80	758	0,9
Máximo	23,1	92	764	2,2

ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL  
SUBDIRECCIÓN TÉCNICA CIENTÍFICA

La representación gráfica de la rosa de vientos permitió obtener información estadística de la procedencia de los vientos, mediante la velocidad y dirección del viento del área de estudio. A continuación, se presentan las rosas de vientos mensual desde marzo hasta octubre de 2018 (Figura 7-1).



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»  
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

De la Figura 7-1 se puede observar las rosas de viento desde marzo hasta octubre, donde se puede apreciar que en los ocho meses evaluados la dirección de viento con mayor frecuencia relativa es la del oeste (W) seguido de la dirección oeste-suroeste (WSW) y de vientos del sur (S). En los meses de junio, julio y agosto la dirección de viento del sur (S) presenta mayor frecuencia que en los demás meses, asimismo en los meses de setiembre y octubre la mayoría de los vientos provienen del oeste (W).

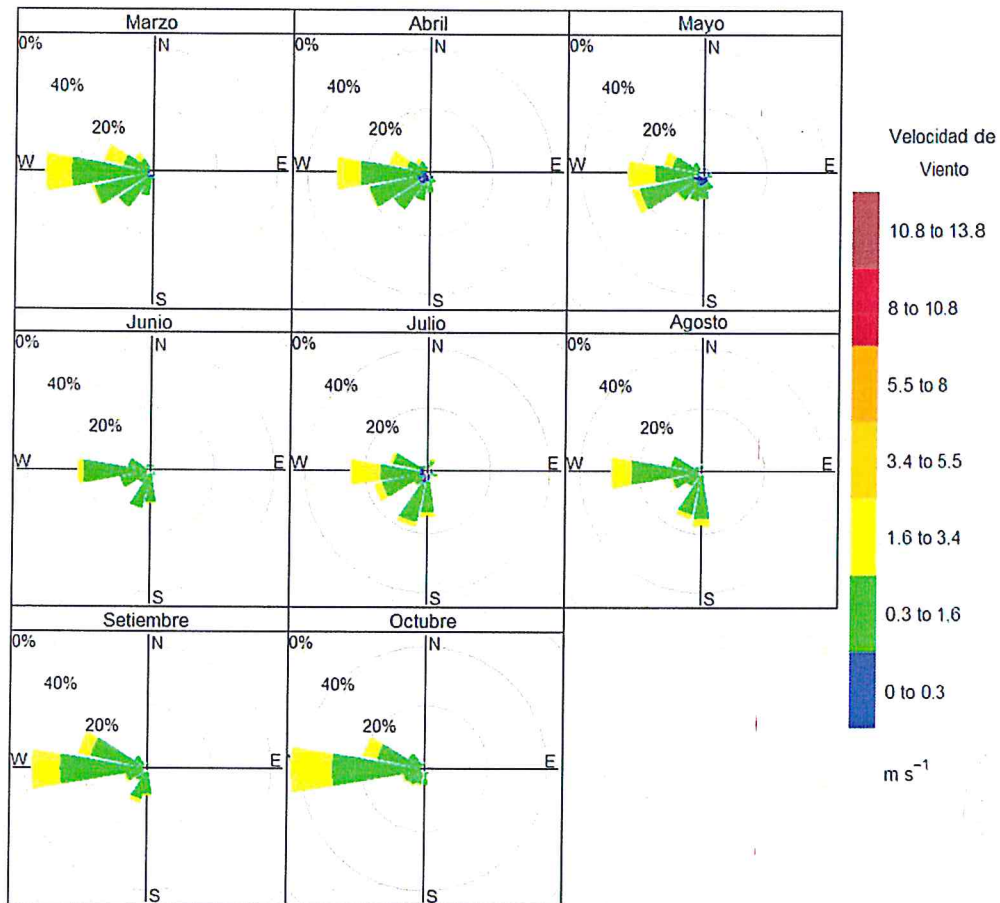


Figura 7-1. Rosas de viento mensual en la estación de vigilancia ambiental CA-VMP-1 del marzo a octubre de 2018.

En la Figura 7-2a, se presenta la rosa de vientos en horario diurno para los meses de marzo hasta octubre en donde la predominancia de los vientos fue desde el oeste (W) seguido de vientos del oeste-suroeste (WSW) con ventolina (0,3 m/s - 1,6 m/s). En la Figura 7-1b, en el horario vespertino, la predominancia de los vientos también es del oeste (W) con brisas ligeras (1,6 m/s – 3,4 m/s). En la Figura 7-1c, el horario nocturno, la predominancia fue del sur suroeste (SSW), del sur (S) y del oeste (W) con viento tipo ventolina (0,3 m/s – 1,6 m/s) principalmente.





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»

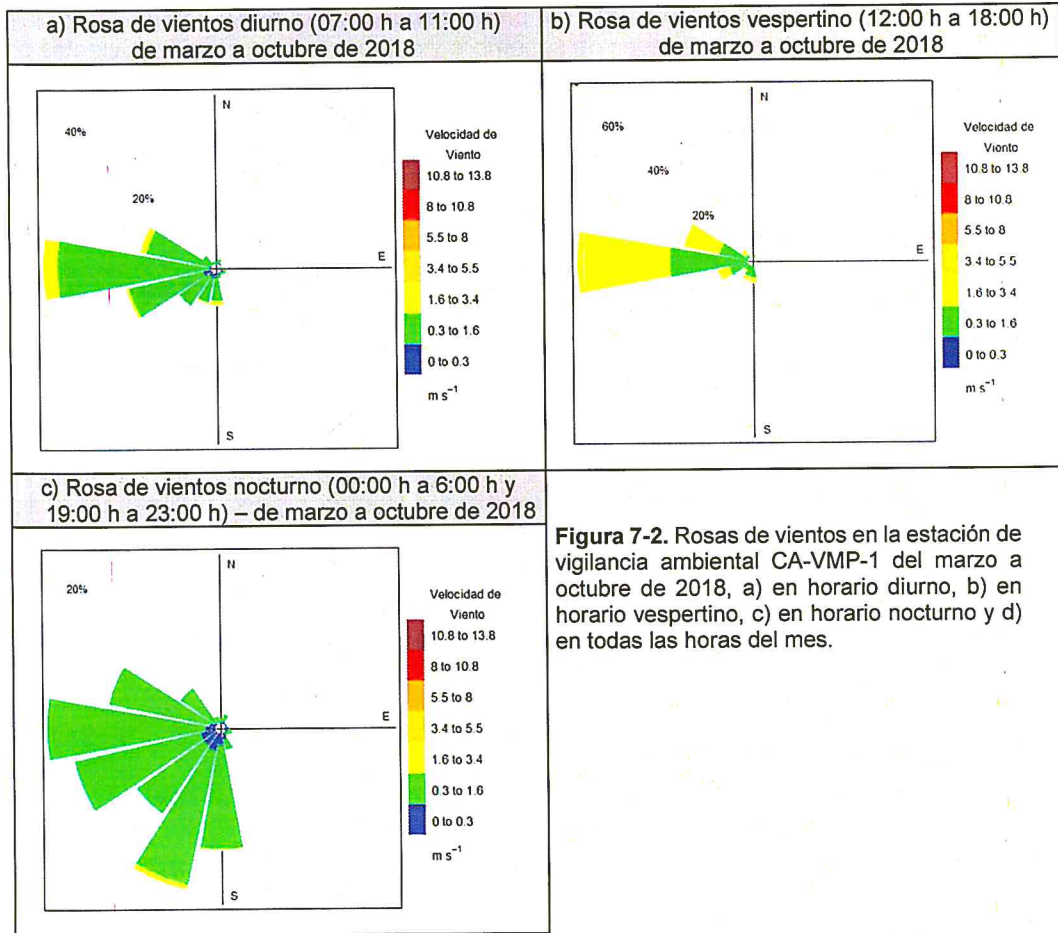


Figura 7-2. Rosas de vientos en la estación de vigilancia ambiental CA-VMP-1 del marzo a octubre de 2018, a) en horario diurno, b) en horario vespertino, c) en horario nocturno y d) en todas las horas del mes.



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

En la Tabla 7-2 se presenta el resumen de los resultados de la concentración de 24 horas de PM<sub>10</sub> en el periodo de evaluación de marzo a octubre de 2018.

Con el fin de realizar la evaluación de los resultados, la Tabla 7-2 muestra a condiciones estándar (25°C y 760 mmHg): el promedio, la desviación estándar y el rango de las concentraciones obtenidas desde marzo a octubre de 2018 por cada estación evaluada.

El registro de las concentraciones de 24 horas de cadmio en PM<sub>10</sub> tabuladas se encuentra en el Anexo 3.

Tabla 7-2. Resumen de resultados de PM<sub>10</sub> desde marzo a octubre de 2018.

Estación de monitoreo	Parámetro	Media ± SE (µg/m³)	Desviación estándar (µg/m³)	Rango (µg/m³)
CA-VMP-1	PM <sub>10</sub>	75,6 ± 3,07	17,4	46,8 – 116,1
CA-VMP-2		77 ± 3,01	16,5	47,5 – 114,2
CA-VMP-7		70,5 ± 3,6	14,4	52,5 – 103
CA-VMP-6		64,4 ± 2,58	14,6	31,9 - 96



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»

En la Figura 7-3, se presentan los resultados de la concentración de material particulado con diámetro menor a 10 micras ( $PM_{10}$ ) que fueron muestreadas en las cuatro estaciones de vigilancia ambiental de la calidad del aire que se encuentran ubicadas en los distritos Mi Perú y Ventanilla.

En la Figura 7-3a, se puede observar que en la estación del A.H. Virgen de Guadalupe (CA-VMP-1) a sotavento de la zona industrial, se excedió el valor de los ECA para aire de  $PM_{10}$  establecido en  $100 \mu g/m^3$  en 5 ocasiones, 3 veces en abril con concentraciones que variaron entre  $101,9 \mu g/m^3$  y  $116,1 \mu g/m^3$ ; 1 vez en julio y en setiembre con concentraciones de  $100,2 \mu g/m^3$  y  $101,2 \mu g/m^3$ , respectivamente.

En la Figura 7-3b se observa que las concentraciones de 24 horas de  $PM_{10}$ , se excedieron en 4 ocasiones, 3 veces en el mes de abril con concentraciones que variaron de  $100,8 \mu g/m^3$  y  $114,2 \mu g/m^3$ ; 1 vez en junio con una concentración de  $101,9 \mu g/m^3$ , respectivamente.

En la estación CA-VMP-7 (Figura 7-3c) se puede apreciar que las concentraciones de 24 horas de  $PM_{10}$  excedió el valor de los ECA para aire de  $PM_{10}$  establecido en  $100 \mu g/m^3$  en 1 ocasión el día 12 de julio llegando a un valor de  $103 \mu g/m^3$ .

En la estación CA-VMP-6 ubicada en el hospital de Ventanilla no se excedió el valor los ECA para aire de  $PM_{10}$  durante el periodo de vigilancia, obteniéndose una concentración mínima de  $31,9 \mu g/m^3$  y un máximo de  $96 \mu g/m^3$ .





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»

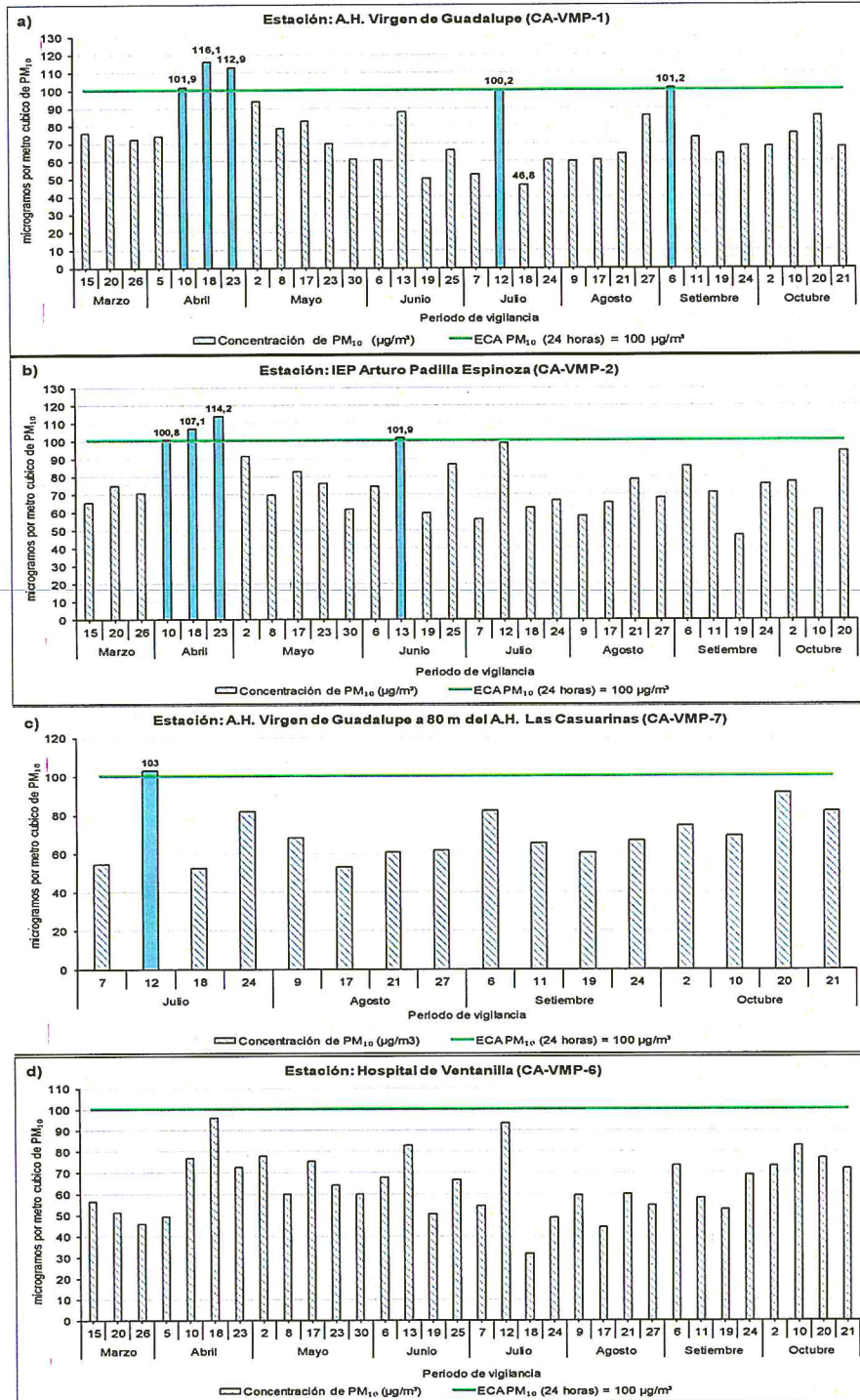


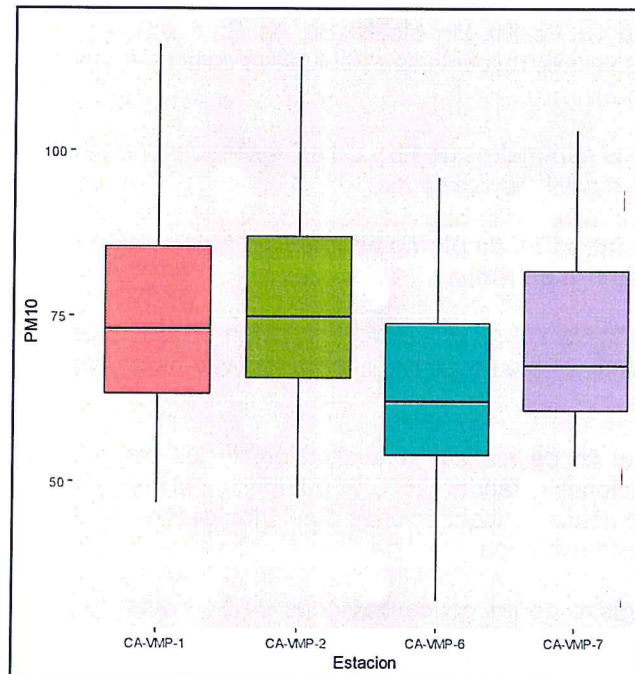
Figura 7-3. Concentraciones de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM<sub>10</sub>) en las estaciones de vigilancia ambiental de la calidad del aire de marzo a octubre de 2018 comparadas con el ECA para PM<sub>10</sub>, Decreto Supremo N.º003-2017-MINAM.

a) A.H. Virgen de Guadalupe (CA-VMP-1, a sotavento); b) IEP Arturo Padilla Espinoza (CA-VMP-2, a sotavento), c) A.H. Virgen de Guadalupe a 80 m del A.H. Las Casuarinas (CA-VMP-7, a sotavento) y d) Hospital de Ventanilla (CA-VMP-6, a barlovento).





En la Figura 7-4 se presenta el diagrama de caja de las concentraciones de 24 horas de  $PM_{10}$  para las estaciones de vigilancia ambiental de la calidad del aire desde marzo a octubre de 2018; donde se puede observar que entre las estaciones ubicadas a sotavento de la zona industrial de Ventanilla – Mi Perú presentan similares concentraciones a diferencia de la estación ubicada en en el hospital de Ventanilla, que se encuentra a barlovento de la zona industrial.



**Figura 7-4.** Diagrama de cajas comparando las concentraciones de  $PM_{10}$  entre las cuatro estaciones de vigilancia ubicadas en el A.H. Virgen de Guadalupe (CA-VMP-1, a sotavento), IEP Arturo Padilla Espinoza (CA-VMP-2, a sotavento), A.H. Virgen de Guadalupe a 80 m del A.H. Las Casuarinas (CA-VMP-7, a sotavento) y hospital de Ventanilla (CA-VMP-6, a barlovento).

### 7.3. Concentración de metales y metaloides en material particulado con diámetro menor a 10 micras ( $PM_{10}$ )

El material particulado  $PM_{10}$  se ha caracterizado desde el punto de vista químico, es así que se han reportado los metales<sup>18</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), 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 periodos de 24 horas, para metales y metaloides, se ha realizado la comparación referencial, con

<sup>18</sup> Para fines del presente informe tanto los metales como metaloides se les denominarán metales.



los valores establecidos por la normativa de la provincia de Ontario – Canadá, la *Ontario's Ambient Air Quality Criteria (2012)*<sup>19</sup>.

Los resultados de las concentraciones obtenidos de los metales Sb, As, Be, B, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Pb, Mn, Mo, Ni, Se, Ag, Sr, Sn, Ti, V y Zn; se encuentran por debajo de sus valores respectivos establecidos en la normativa referencial canadiense (ver anexo 3).

Para los parámetros de Pb y Cd se, los resultados se analizan de manera detallada en los siguientes apartados.

**7.4. Concentración de plomo en material particulado con diámetro menor a 10 micras (Pb en PM<sub>10</sub>)**

En la Tabla 7-3 se presenta el resumen de los resultados de la concentración de 24 horas de plomo en PM<sub>10</sub> en el periodo de evaluación de marzo a octubre de 2018.

Con el fin de realizar la evaluación de los resultados, la Tabla 7-3 muestra a condiciones estándar (25°C y 760 mmHg): el promedio, la desviación estándar y el rango de las concentraciones obtenidas desde marzo a octubre de 2018 por cada estación evaluada.

El registro de las concentraciones de 24 horas de plomo en PM<sub>10</sub> tabuladas se encuentra en el Anexo 3.

**Tabla 7-3.** Resumen de resultados de Pb en PM<sub>10</sub> de marzo a octubre de 2018.

Estación de monitoreo	Parámetro	Media ± SE (µg/m³)	Desviación estándar (µg/m³)	Rango (µg/m³)
CA-VMP-1	Pb en PM <sub>10</sub>	0,3 ± 0,03	0,19	0,072–0,981
CA-VMP-2		0,36 ± 0,05	0,26	0,067 – 1,39
CA-VMP-7		0,07 ± 0,01	0,03	0,033–0,155
CA-VMP-6		0,05 ± 0,005	0,03	0,016 – 0,118

Con el fin de realizar la evaluación de los resultados, la Tabla x-x muestra a condiciones estándar (25°C y 760 mmHg): el promedio, la desviación estándar y el rango de las concentraciones obtenidas desde marzo a octubre de 2018 por cada estación evaluada.

El registro de las concentraciones de 24 horas de plomo en PM<sub>10</sub> tabuladas se encuentra en el Anexo 3.

En la estación CA-VMP-1 ubicada en el A.H. Virgen de Guadalupe se obtuvo una concentración promedio de 0,3 µg/m³ comprendido en un rango entre 0,072 µg/m³ y 0,981 µg/m³, asimismo las estaciones CA-VMP-7 y CA-VMP-6 presentan concentraciones promedio de 0,07 µg/m³ y 0,05 µg/m³, valores mínimos de 0,033 µg/m³ y 0,016 µg/m³; y valores máximos de 0,155 µg/m³ y 0,118 µg/m³, respectivamente.

Asimismo, en la estación CA-VMP-2 se tiene una concentración promedio de Pb en PM<sub>10</sub> de 0,36 µg/m³ comprendido en un rango de 0,067 µg/m³ y 1,39 µg/m³.

<sup>19</sup> Ontario's Ambient Air Quality Criteria (Sorted by Contaminant Name). Standards Development Branch. Ontario Ministry of the Environment – April 2012.



Handwritten signature and date in blue ink



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»  
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

En la Figura 7-6, se presentan los resultados del promedio mensual de las concentraciones de plomo en  $PM_{10}$  determinadas en cada una de las cuatro estaciones de vigilancia ambiental de la calidad del aire. En la Figura 7-3a se puede observar que las concentraciones mensuales de Pb en  $PM_{10}$  en las estaciones CA-VMP-1, CA-VMP-2, CA-VMP-7 y CA-VMP-6 no excedieron el valor de los ECA para aire de Pb en  $PM_{10}$  de  $1,5 \mu g/m^3$  para un periodo mensual. Cabe mencionar que la estación CA-VMP-6 ubicada en el Hospital de Ventanilla se encuentra a barlovento de la zona industrial y la estación CA-VMP-7 se encuentra colindante al A.H. Las Casuarinas. Asimismo, en la estación CA-VMP-2 se obtuvieron concentraciones mayores de Pb en  $PM_{10}$  respecto a las demás estaciones de vigilancia ambiental de la calidad del aire.

En la Figura 7-5, se muestra el diagrama de caja de los resultados de plomo en  $PM_{10}$  obtenidos de marzo a octubre de 2018 en cada estación de vigilancia. Se observa que las concentraciones de Pb en las estaciones CA-VMP-1 y CA-VMP-2 presentan las mayores concentraciones respecto a las estaciones CA-VMP-7 y CA-VMP-6, esta última por encontrarse ubicada a barlovento, no estando influenciado de manera directa por la zona industrial.

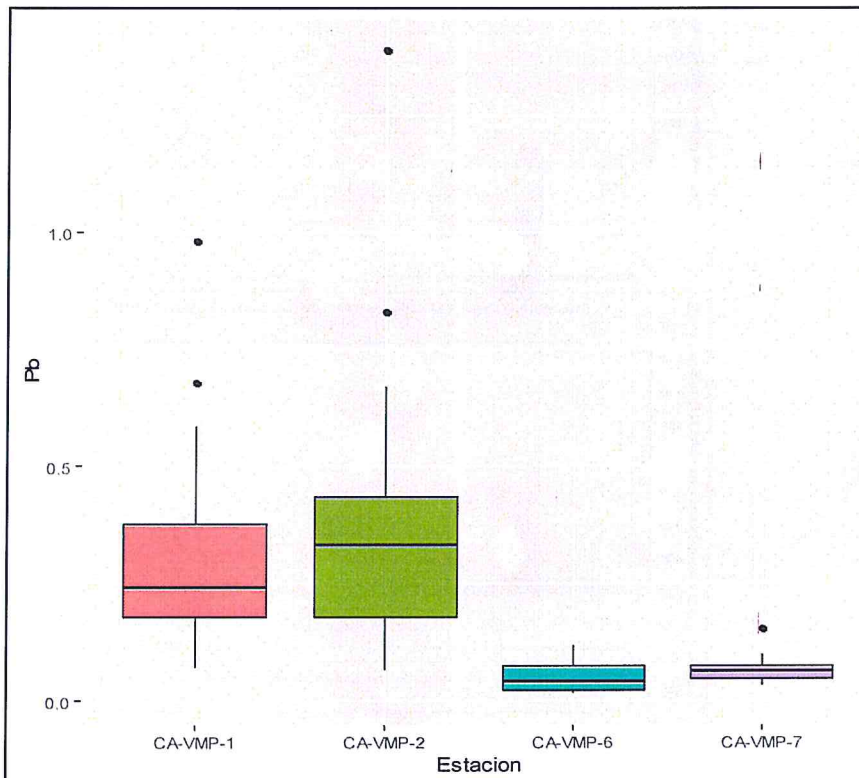


Figura 7-5. Diagrama de cajas comparando las concentraciones de plomo en  $PM_{10}$  entre las cuatro estaciones de vigilancia ubicadas en el A.H. Virgen de Guadalupe (CA-VMP-1, a sotavento), IEP Arturo Padilla Espinoza (CA-VMP-2, a sotavento), A.H. Virgen de Guadalupe a 80 m del A.H. Las Casuarinas (CA-VMP-7, a sotavento) y hospital de Ventanilla (CA-VMP-6, a barlovento).



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»

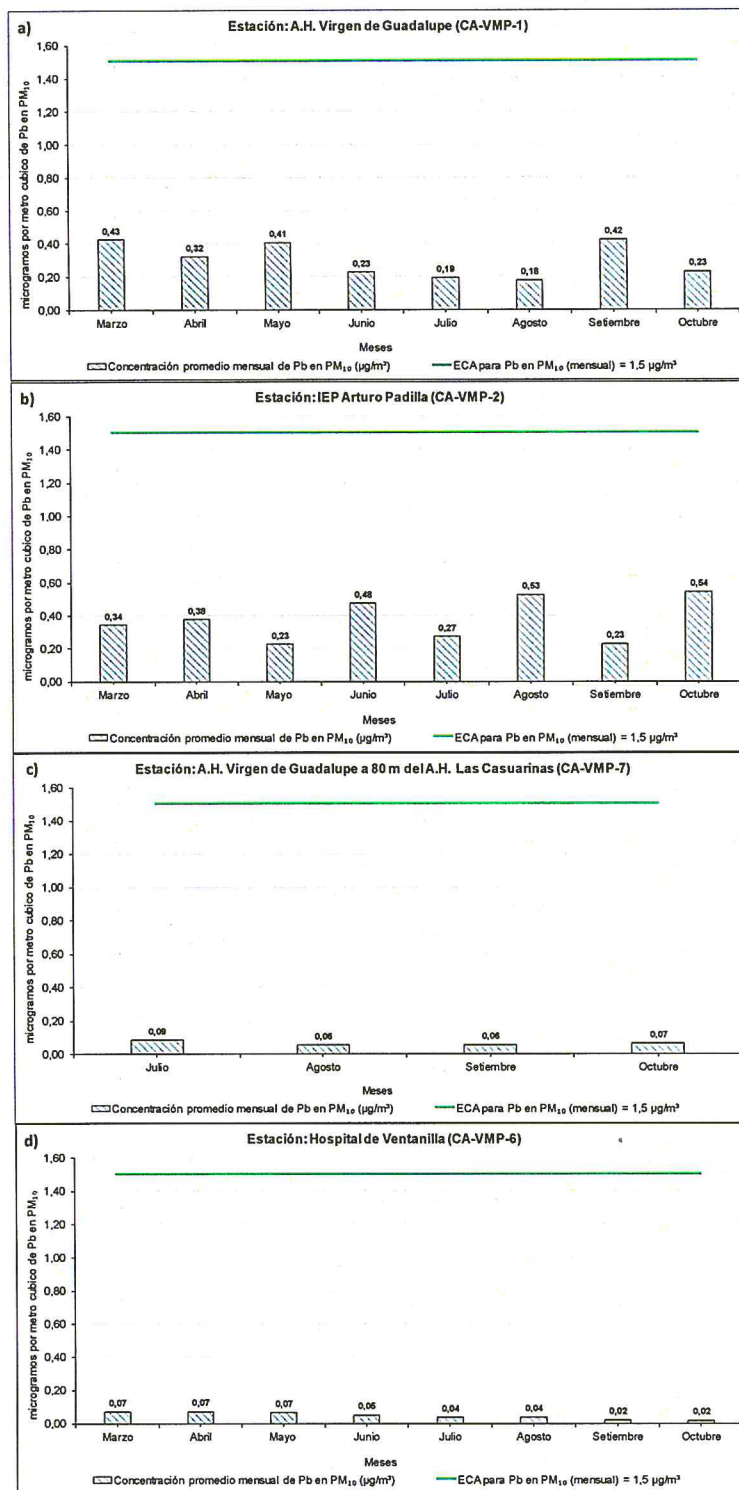


Figura 7-6. Concentración de plomo en material particulado con diámetro menor a 10 micras (Pb en PM<sub>10</sub>) mensual a condición estándar (25°C y 760 mmHg) en las estaciones de vigilancia ambiental de la calidad del aire ubicadas en el A.H. Virgen de Guadalupe (CA-VMP-1, a sotavento), IEP Arturo Padilla Espinoza (CA-VMP-2, a sotavento), A.H. Virgilla de Guadalupe a 80 m del A.H. Las Casuarinas (CA-VMP-7, a sotavento) y hospital de Ventanilla (CA-VMP-6, a barlovento) de marzo a octubre de 2018 comparada con el ECA para aire, Decreto Supremo N°003-2017-MINAM.



Handwritten signature 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»

Cabe resaltar, que las concentraciones de 24 horas de Pb en  $PM_{10}$  no se encuentra contemplado en los ECA para aire, por lo que se ha considerado tomar como referencia la norma canadiense de calidad de aire, la cual indica un estándar para la concentración de plomo para periodos de 24 horas de  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Asimismo, en esta norma los valores se encuentran a condiciones de  $10^\circ\text{C}$  de temperatura y 760 mmHg.

En la Figura 7-7, se presentan los resultados de la concentración de 24 horas de plomo en  $PM_{10}$  en cada una de las estaciones de vigilancia ambiental de la calidad del aire comparadas con valor del estándar canadiense referencial (AAQC -2012).

En la Figura 7-7a, se presenta los resultados de la concentración de 24 horas de plomo en  $PM_{10}$  en la estación ubicada en el A.H. Virgen de Guadalupe (CA-VMP-1), en el cual se excedió el valor del estándar canadiense referencial en 5 ocasiones, 1 vez en marzo, abril y setiembre; y 2 veces en mayo.

En la Figura 7-7b, se observa, que en la estación de vigilancia ubicada en la IEP Arturo Padilla Espinoza excedió el valor de  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  establecido en la normativa referencial canadiense para plomo en material particulado también en 5 ocasiones 3 de ellas en junio y 1 vez en agosto y octubre.

En la Figura 7-7c, se muestra las concentraciones de plomo en  $PM_{10}$  en la estación ubicada en el A.H. Virgen de Guadalupe a 80 m del A.H. Las Casuarinas. Estas concentraciones no exceden el valor referencial de  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  establecido por la normativa canadiense.

En la Figura 7-7d, se muestra las concentraciones de plomo en  $PM_{10}$  en la estación ubicada en el hospital de Ventanilla (Barlovento de la zona industrial Ventanilla – Mi Perú). Estas concentraciones no exceden el valor referencial de  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  establecido por la normativa canadiense.



A  
/



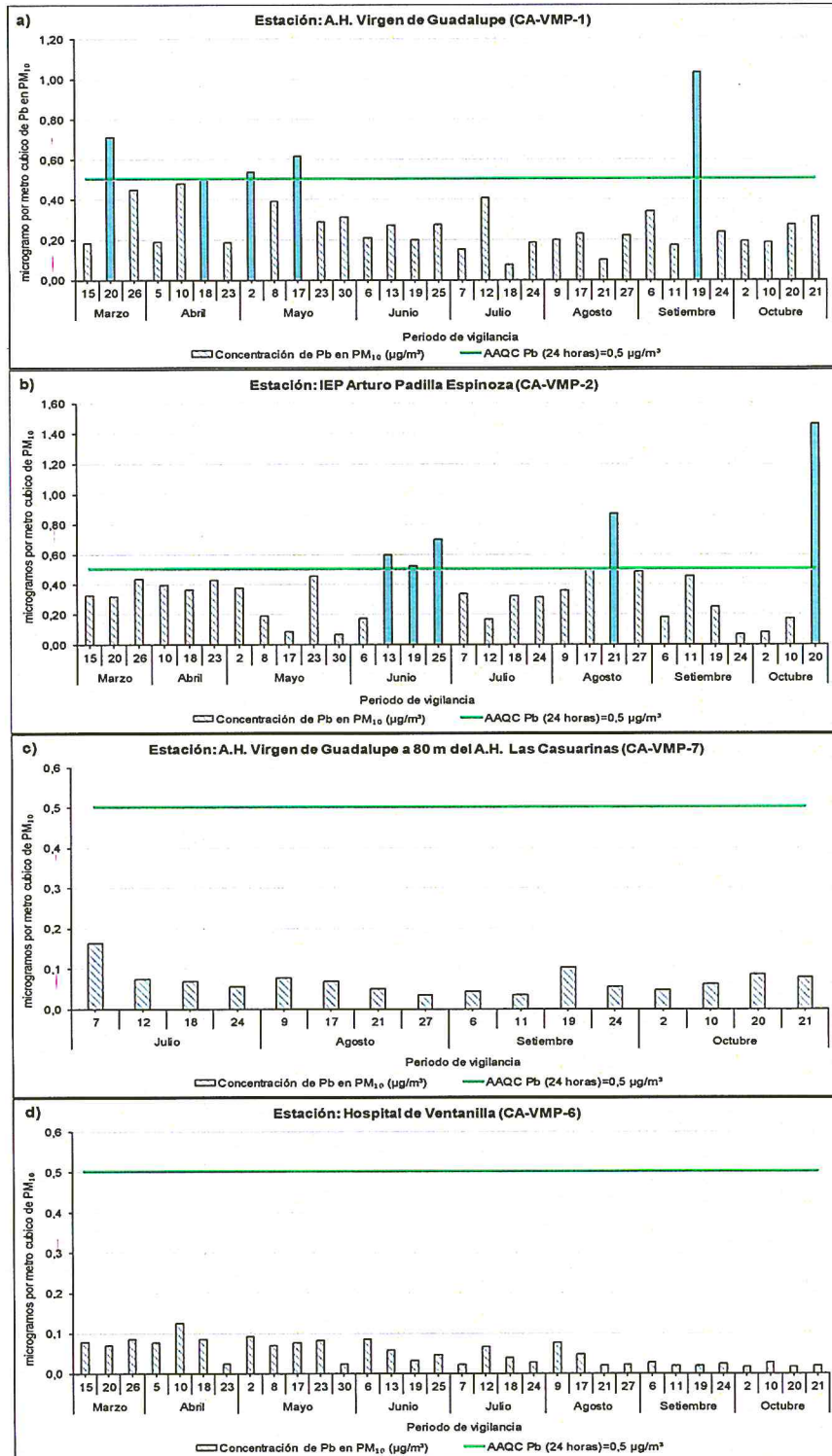
PERÚ

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»



Handwritten signature in blue ink.

Figura 7-7. Concentraciones de plomo en material particulado con diámetro menor a 10 micras (Pb en PM<sub>10</sub>) de 24 horas en las estaciones de vigilancia ambiental de la calidad del aire de marzo a agosto de 2018 comparadas de manera referencial con la normativa canadiense AAQC-2012.  
a) Asentamiento humano Virgen de Guadalupe (CA-VMP-1, a sotavento); b) IEP Arturo Padilla Espinoza (CA-VMP-2, a sotavento), c) AAHH Virgen de Guadalupe a 80 m del AAHH Las Casuarinas (CA-VMP-7, a sotavento) y d) Hospital de Ventanilla (CA-VMP-6, a barlovento).

**7.5. Concentración de cadmio en material particulado con diámetro menor a 10 micras (Cd en PM<sub>10</sub>)**

En la Tabla 7-4 se presenta el resumen de los resultados de la concentración de 24 horas de cadmio en PM<sub>10</sub> en el periodo de evaluación de marzo a octubre de 2018.

Con el fin de realizar la evaluación de los resultados, la Tabla 7-4 muestra a condiciones estándar (25°C y 760 mmHg): el promedio, la desviación estándar y el rango de las concentraciones obtenidas desde marzo a octubre de 2018 por cada estación evaluada.

El registro de las concentraciones de 24 horas de cadmio en PM<sub>10</sub> tabuladas se encuentra en el Anexo 3.

**Tabla 7-4.** Resumen de resultados de Cd en PM<sub>10</sub> de marzo a octubre de 2018.

Estación de monitoreo	Parámetro	Media ± SE (µg/m <sup>3</sup> )	Desviación estándar (µg/m <sup>3</sup> )	Rango (µg/m <sup>3</sup> )
CA-VMP-1	Cd en PM <sub>10</sub>	0,0038 ± 0,0005	0,0028	0,0012 – 0,0122
CA-VMP-2		0,0249 ± 0,0026	0,0141	0,0062 – 0,0777
CA-VMP-7		0,0014 ± 0,0003	0,0007	< LC – 0,0027
CA-VMP-6		0,0011 ± 0,0001	0,0005	< LC – 0,0020

<LC: valor menor al límite de cuantificación el método de ensayo de laboratorio.

En la estación CA-VMP-1 ubicada en el A.H. Virgen de Guadalupe se obtuvo una concentración promedio de 0,0038 µg/m<sup>3</sup> comprendido en un rango entre 0,0012 µg/m<sup>3</sup> y 0,0122 µg/m<sup>3</sup>, asimismo las estaciones CA-VMP-7 y CA-VMP-6 presentan concentraciones promedio de 0,0014 µg/m<sup>3</sup> y 0,0011 µg/m<sup>3</sup>, valores mínimos por debajo del límite de cuantificación del método de ensayo y valores máximos de 0,0027 µg/m<sup>3</sup> y 0,020 µg/m<sup>3</sup>, respectivamente. Asimismo, en la estación CA-VMP-2 se tiene una concentración promedio de Cd en PM<sub>10</sub> de 0,0249 µg/m<sup>3</sup> comprendido en un rango de 0,0062 µg/m<sup>3</sup> y 0,0777 µg/m<sup>3</sup>.

En la Figura 7-8, se presentan los resultados de las concentraciones de 24 horas de cadmio en PM<sub>10</sub> en las cuatro estaciones de vigilancia ambiental de la calidad del aire en el ámbito de la zona industrial de Ventanilla – Mi Perú.

El cadmio en material particulado no se encuentra contemplado dentro de los ECA para aire vigentes, sin embargo, se realiza la comparación de carácter referencial con normativa canadiense la cual contiene un valor criterio para concentraciones de 24 horas de cadmio en material particulado (0,025 µg/m<sup>3</sup>). En la Figura 7-5a, se observa que las concentraciones de Cd en PM<sub>10</sub> no excedieron la norma referencial en la estación ubicada en el A.H. Virgen de Guadalupe (CA-VMP-1) en ninguno de los días muestreados.

De igual forma sucede en la estación de vigilancia ubicada en el hospital de Ventanilla (barlovento, CA-VMP-6) y en la estación CA-VMP-7, donde no se excedió la normativa canadiense de referencia para cadmio en material particulado. Siendo estas las dos estaciones que presentan las menores concentraciones de cadmio en el material particulado, inclusive con valores debajo del límite de cuantificación del método de ensayo de laboratorio.

En la Figura 7-5b, que corresponde a la estación de vigilancia CA-VMP-2, ubicada en la IEP Arturo Padilla, las concentraciones de Cd en PM<sub>10</sub> excedieron en 14 ocasiones, 2 veces en marzo, 3 veces en abril, 1 vez en mayo, 2 veces en junio, 1 vez en julio, 3 veces en agosto y 1 vez en setiembre el valor criterio de 0,025





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»

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ , establecidos en la normativa referencial canadiense para cadmio en material particulado; dándose la máxima concentración en día 10 de abril de 2018.

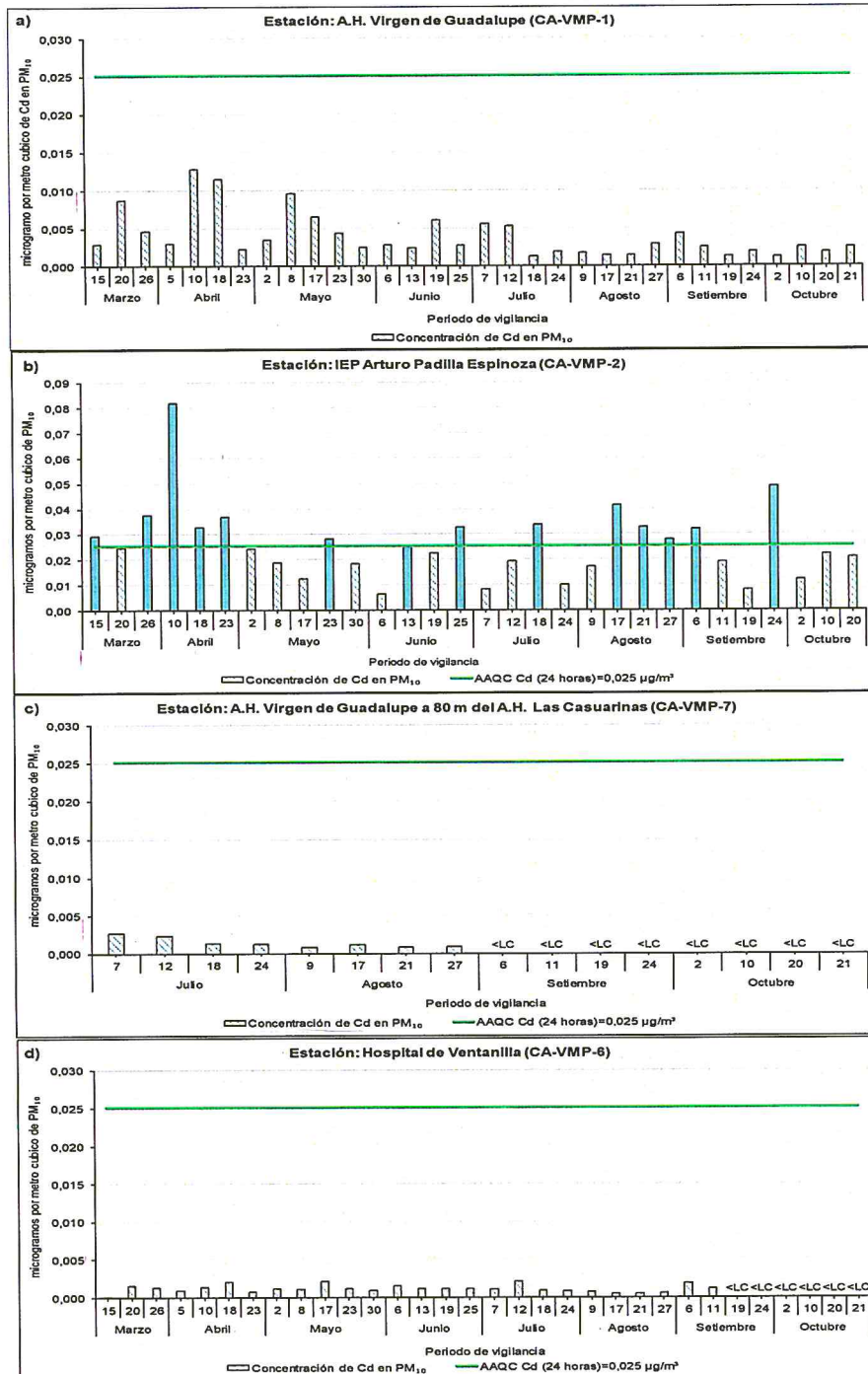


Figura 7-8. Concentraciones de cadmio en material particulado con diámetro menor a 10 micras (Cd en  $\text{PM}_{10}$ ) de 24 horas en las estaciones de vigilancia ambiental de la calidad del aire de marzo a octubre de 2018 comparadas de manera referencial con la normativa canadiense AAQC -2012. a) A.H. Virgen de Guadalupe (CA-VMP-1, a sotavento); b) IEP Arturo Padilla Espinoza (CA-VMP-2, a sotavento), c) A.H. Virgen de Guadalupe a 80m del A.H. Las Casuarinas (CA-VMP-7, a sotavento) y d) Hospital de Ventanilla (CA-VMP-6, a barlovento).



Handwritten signature and date.





En la Figura 7-9, se muestran los diagramas de cajas comparando los resultados de  $PM_{10}$  obtenidos durante de marzo a octubre de 2018 en cada estación de vigilancia ambiental de la calidad de aire en el ámbito de la zona industrial de Ventanilla – Mi Perú, en los distritos Ventanilla y Mi Perú; donde se puede observar que las concentraciones de Cd en  $PM_{10}$  en la estación ubicada en la IEP Arturo Padilla (CA-VMP-2) presenta las mayores concentraciones de cadmio, llegando a un valor máximo de  $0,0777 \mu g/m^3$ , mientras que los valores más bajos se presentan en la estación ubicada en el hospital de Ventanilla, situada a barlovento de la zona industrial de Ventanilla – Mi Perú.

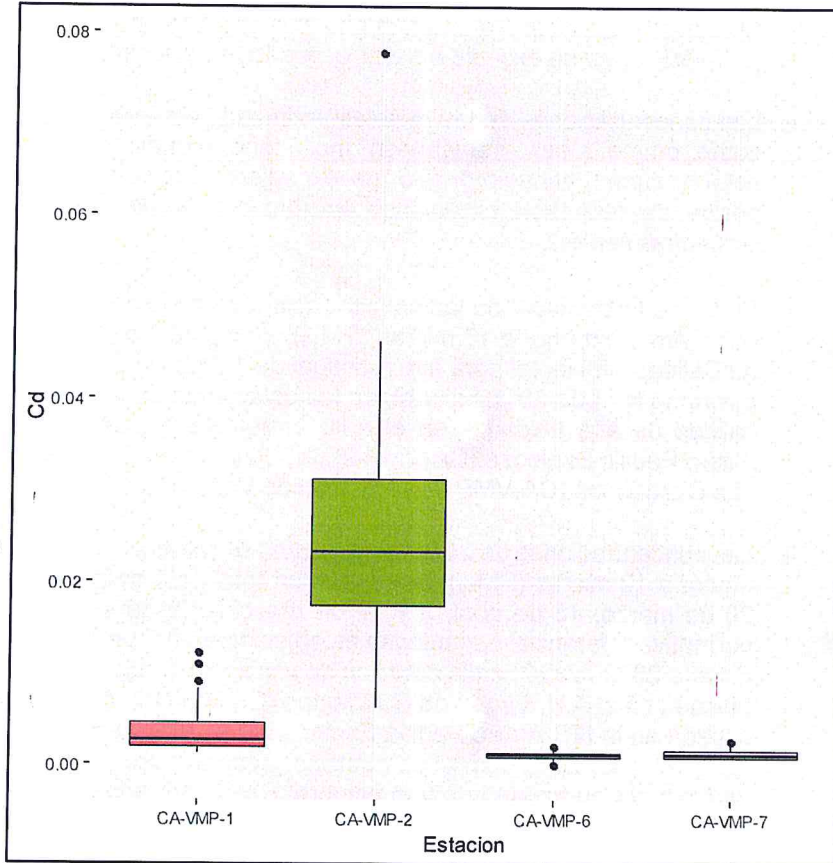


Figura 7-9. Diagrama de cajas comparando las concentraciones ( $\mu g/m^3$ ) de 24 horas de cadmio en  $PM_{10}$  entre los meses de marzo a octubre de 2018 en cuatro estaciones de vigilancia ubicadas en el A.H. Virgen de Guadalupe (CA-VMP-1, a sotavento), IEP Arturo Padilla Espinoza (CA-VMP-2, a sotavento), A.H. Virgen de Guadalupe a 80 m del A.H. Las Casuarinas (CA-VMP-7, a sotavento) y hospital de Ventanilla (CA-VMP-6, a barlovento).



*[Handwritten signatures and marks]*

### 8. CONCLUSIONES

Durante la vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el ámbito de la zona industrial de Ventanilla–Mi Perú, en los distritos Ventanilla y Mi Perú, provincia Constitucional del Callao desde marzo a octubre de 2018:

- Las concentraciones de 24 horas de material particulado con diámetro menor a 10 micras ( $PM_{10}$ ) excedieron el valor de los Estándares de Calidad Ambiental para aire de  $100 \mu g/m^3$  establecido en el Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM en la estación de vigilancia ambiental de la calidad de aire ubicada en



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»

el A.H. Virgen de Guadalupe (CA-VMP-1) durante cinco veces en los días 10, 18 y 23 de mayo, 12 de julio y 6 de setiembre de 2018. En la estación ubicada en la IEP Arturo Padilla Espinoza (CA-VMP-2) se excedió el valor de los ECA para aire de  $PM_{10}$  en cuatro ocasiones los días 10, 18 y 23 de abril, y el 13 de junio; y en la estación CA-VMP-7 ubicada en el A.H. Virgen de Guadalupe a 80 m del A.H. Las Casuarinas se excedió solo 1 día, el 12 de julio el valor de los ECA para de aire de  $PM_{10}$ . En la estación ubicada en el hospital de Ventanilla (CA-VMP-6) no se excedió el valor de los ECA para aire de  $PM_{10}$ .

- Las concentraciones de los metales antimonio, arsénico, berilio, boro, cobalto, cobre, cromo, hierro, manganeso, molibdeno, níquel, selenio, plata, estroncio, estaño, titanio, vanadio y zinc, no excedieron los valores establecidos en la norma de referencia canadiense *Air Ambient Quality Criteria* 2012 (AAQC), respectivamente.
- El promedio mensual de las concentraciones de plomo en material particulado con diámetro menor a 10 micras ( $PM_{10}$ ), no excedió el valor de los Estándares de Calidad Ambiental para aire mensual de  $1,5 \mu g/m^3$  establecido en el Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM, en las estaciones de vigilancia ambiental de la calidad de aire ubicadas en el A.H. Virgen de Guadalupe (CA-VMP-1), IEP Arturo Padilla Espinoza (CA-VMP-2), A.H. Virgen de Guadalupe a 80m del A.H. Las Casuarinas (CA-VMP-7) y Hospital de Ventanilla (CA-VMP-6).
- Las concentraciones de 24 horas de plomo en material particulado con diámetro menor a 10 micras ( $PM_{10}$ ) excedieron un total de 5 ocasiones durante los días 20 de marzo, 18 de abril, 2 y 17 de mayo, y 19 de setiembre el valor de la normativa referencial canadiense establecido en  $0,5 \mu g/m^3$  (*Air Ambient Quality Criteria* 2012-AAQC) en la estación de vigilancia ambiental de la calidad de aire ubicada en el A.H. Virgen de Guadalupe (CA-VMP-1). Asimismo, en la estación situada en la IEP Arturo Padilla Espinoza (CA-VMP-2) se excedió un total de 5 veces el valor de la normativa referencial canadiense en los días el 13, 19 y 25 de junio, 21 de agosto y 20 de octubre. Caso contrario con las estaciones CA-VMP-7 y CA-VMP-6, donde no se excedió el estándar referencial.
- Las concentraciones de 24 horas de cadmio en material particulado con diámetro menor a 10 micras ( $PM_{10}$ ) excedieron un total de 14 ocasiones, en los días 15 y 26 de marzo; 10, 18 y 23 de abril; 23 de mayo; 13 y 25 de junio; 18 de julio; 17, 21 y 27 de agosto; 6 y 24 de setiembre de 2018 el valor de la normativa referencial canadiense establecido en  $0,025 \mu g/m^3$  (*Air Ambient Quality Criteria* 2012-AAQC), en la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire ubicado en la IEP Arturo Padilla Espinoza (CA-VMP-2). Por otro lado, en las estaciones ubicadas en el A.H. Virgen de Guadalupe (CA-VMP-1), A.H. Virgen de Guadalupe a 80 m del A.H. Las Casuarinas (CA-VMP-7) y en el hospital de Ventanilla (CA-VMP-6), las concentraciones de 24 horas de cadmio  $PM_{10}$  no excedieron el valor de la normativa referencial canadiense.

Durante el periodo de vigilancia comprendida de marzo a agosto de 2018, la dirección del viento tuvo una predominancia del oeste (W), seguido de vientos del sur suroeste (SSW) con velocidad des de viento de tipo ventolina y brisa ligera.



Handwritten signature and date 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»

## 8. RECOMENDACIONES

- Informar para conocimiento y fines pertinentes a los siguientes:
  - Dirección de Supervisión Ambiental de Actividades Productivas.
  - Municipalidad distrital de Mi Perú.
  - Municipalidad distrital de Ventanilla.

Continuar con la vigilancia ambiental de la calidad del aire, en el ámbito de la zona industrial de Ventanilla – Mi Perú, Provincia Constitucional de Callao.

## 9. ANEXOS

Anexo 1: mapa de ubicación de las estaciones de vigilancia ambiental de la calidad del aire en el ámbito de la zona industrial de Ventanilla–Mi Perú.

Anexo 2: registro de datos meteorológicos

Anexo 3: sistematización de resultados de material particulado

Anexo 4: certificados de calibración de los equipos

Anexo 5: informes de ensayo de laboratorio

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

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

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

**RINA TORRES PÉREIRA**  
Especialista de Evaluaciones Ambientales  
Subdirección Técnica Científica  
Dirección de Evaluación Ambiental  
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA



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»

30 NOV. 2018

Visto el Informe N.º 358 -2018-OEFA/DEAM-STECS-TEC, 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