

**INFORME N° 256 -2016-OEFA/DE-SDCA**

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

De : **FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN**
Subdirector (e) de Evaluación de la Calidad Ambiental

JORGE IVÁN GARCÍA RIEGA
Tercero Evaluador

PABEL DALMIRO DEL SOLAR PALOMINO
Tercero Evaluador

Asunto : Informe de monitoreo de la calidad de aire realizado del 27 de junio al 2 de julio de 2016 en la ciudad de La Oroya, ubicada en el distrito de La Oroya, provincia de Yauli, departamento de Junín.

Referencia : CUC N° 0007-06-2016-22

Fecha : Lima, 29 DIC. 2016

2016-201-052796

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

I. INFORMACIÓN GENERAL

1. A continuación, en la Tabla N° 1 se presenta información relevante respecto al monitoreo de la calidad del aire en la ciudad de La Oroya.

Tabla N° 1. Información general respecto de la actividad realizada

a.	Ubicación general	Ciudad de La Oroya, distrito de La Oroya, provincia de Yauli, departamento de Junín.	
b.	Ámbito de influencia	Ciudad de La Oroya, en el ámbito de influencia de las operaciones del Complejo Metalúrgico de La Oroya	
c.	Problemática	Presunta afectación de la calidad del aire debido a actividades de fundición y refinación por parte del Complejo Metalúrgico de La Oroya.	
d.	Motivo por el cual se realiza la actividad	Plan Operativo Institucional 2016.	
e.	Tipo de Monitoreo Ambiental	Participativo	
		No Participativo	X
f.	Periodo de ejecución	Del 27 de junio al 2 de julio de 2016	

Fuente: Elaboración propia



II. DATOS DE LA ACTIVIDAD REALIZADA

2. En la Tabla N° 2 se muestra un breve resumen del componente evaluado.

Tabla N° 2. Resumen de los componentes evaluados y los resultados obtenidos

Componente evaluado	Número de puntos	¿Incumplió los ECA u otras normas de referencia?			Parámetros Evaluados	¿En qué puntos se incumplió los ECA u otras normas de referencia?	
Calidad del aire	1	Sí		No	X	PM-2,5	-
		Sí		No	X	PM-10	-
		Sí		No	X	SO ₂	-

Fuente: Elaboración propia

III. OBJETO

3. Evaluar la calidad del aire en el ámbito de influencia de las operaciones del Complejo Metalúrgico de La Oroya, ubicado en la ciudad de La Oroya, ubicada en el distrito de La Oroya, provincia de Yauli, departamento de Junín, entre el 27 de junio al 2 de julio de 2016.

IV. ANTECEDENTES

4. En el 2011, la Dirección de Evaluación del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), como parte de su Plan Operativo Institucional (POI), realizó dos monitoreos de calidad del aire en la ciudad de La Oroya, analizándose parámetros como dióxido de azufre (SO₂) y material particulado con diámetro menor o igual a 10 micras (PM-10). El primer monitoreo se efectuó del 16 al 23 de febrero de 2011 (época húmeda) y el segundo monitoreo del 19 al 24 de setiembre de 2011 (época seca), siendo que los resultados de ambos monitoreos no excedieron los Estándares de Calidad Ambiental (ECA). Cabe mencionar que, durante las actividades de los monitoreos, el Complejo Metalúrgico de La Oroya (CMLO) se encontraba paralizado, evidenciándose un estado de calidad del aire sin influencia del CMLO.
5. Del 5 al 9 de junio de 2012, la Dirección de Evaluación del OEFA como parte de su Plan Operativo Institucional, realizó un tercer monitoreo de calidad del aire de los parámetros SO₂ y PM-10, cuando el CMLO también se encontraba inoperativo, dando como resultado que en este monitoreo tampoco se incumpliera con los ECA.
6. Mediante la Resolución N° 251-2012-MEM-DGM/V del 26 de julio de 2012, el Ministerio de Energía y Minas (Minem) autorizó la continuidad de las operaciones de los circuitos de zinc y plomo del CMLO. Por lo tanto, el 28 de julio de 2012, se reiniciaron las actividades operativas en el CMLO correspondientes al circuito de zinc, con la posterior reactivación del circuito de plomo.
7. A su vez, el 30 de julio de 2012, la Dirección de Evaluación del OEFA, trasladó una unidad móvil para la vigilancia de la calidad del aire que incluyó la medición continua de dióxido de azufre (SO₂) y material particulado con diámetro menor o igual a 10 micras (PM-10). Siendo que a partir del 1 de agosto del 2012, la unidad móvil del OEFA estuvo ubicada en la cuadra N° 2 de la calle Arequipa (al costado del mercado 3 de Febrero), donde se realizó el monitoreo de dichos parámetros, finalizando el 10 de julio de 2014. En dicho periodo los resultados de PM-10 no excedieron el ECA, mientras que para el caso del SO₂, los resultados si excedieron el ECA respectivo.



8. Además, de la vigilancia de la calidad del aire, y como parte de las acciones que la Dirección de Evaluación ejecuta en el marco de la función evaluadora del OEFA, en el 2015 se programó en la ciudad de La Oroya cuatro monitoreos puntuales de calidad del aire, los cuales se llevaron a cabo del 7 al 12 de abril, del 2 al 7 de julio, del 25 al 30 de octubre y del 2 al 7 de diciembre.
9. Por otro lado, debido a la sensibilidad socioambiental existente en la ciudad de La Oroya¹, la Dirección de Evaluación del OEFA decidió reanudar el monitoreo de la calidad del aire en dicha zona, mediante la instalación de una unidad móvil en la misma ubicación que se estableció durante el monitoreo continuo comprendido entre agosto de 2012 a julio de 2014 (calle Arequipa, cuadra N° 2, al costado del mercado 3 de Febrero). Cabe resaltar que este monitoreo inició en noviembre de 2015 y forma parte de una vigilancia ambiental para la medición continua de dióxido de azufre (SO₂) y material particulado con diámetro menor o igual a 10 micras (PM-10).
10. En adición a lo señalado, el OEFA había previsto la implementación de una caseta fija para la vigilancia ambiental de la calidad del aire en La Oroya; y con el fin de concretar este objetivo, la Dirección de Evaluación realizó varias gestiones que permitieron la suscripción de un Convenio de Cooperación Interinstitucional con la Municipalidad Provincial de Yauli, mediante el cual se le concedió al OEFA el espacio físico necesario para el funcionamiento de la caseta fija de monitoreo en La Oroya.
11. En virtud de este Convenio, el 22 de enero de 2016, se instaló e implementó una estación fija en la azotea de la Casa de la Cultura de la Municipalidad Provincial de Yauli (cuarto piso), por lo que a partir de esta fecha se continuó la labor de vigilancia que venía siendo ejecutada con una unidad móvil hasta el 21 de enero de 2016.

V. ZONA DE MONITOREO

12. El monitoreo de calidad del aire se realizó en el ámbito de influencia de las operaciones propias del CMLO, compuesto por un conjunto de fundiciones y refinerías. El CMLO posee tres circuitos independientes, pero totalmente integrados para el procesamiento de cobre, plomo y zinc, y un subcircuito para el procesamiento de metales preciosos.
13. Las operaciones del CMLO reiniciaron en el 2012 hasta el 2014, periodo en el cual estuvieron operativos los circuitos de zinc (desde agosto de 2012) y plomo (desde noviembre de 2012)². Sin embargo, de acuerdo con la Declaración Estadística Mensual presentada por el Titular del CMLO ante el Minem concerniente a los meses de junio y julio de 2016, se declararon diferentes productos y subproductos obtenidos a partir de los procesos de fundición y refinación³. Lo que indicaría que dicho complejo habría estado realizando operaciones durante la ejecución del monitoreo.



1. Al respecto, dicha sensibilidad socioambiental volvió a cobrar coyuntura en agosto de 2015 como resultado de protestas por parte de los trabajadores de Doe Run. Puede revisarse la nota en línea publicada por la Sociedad Peruana de Derecho Ambiental:
Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (11 de agosto de 2015). *La Oroya: pobladores bloquean carreteras y exigen reducir estándares ambientales*. Recuperado de <http://www.spda.org.pe/>
2. Ministerio de Energía y Minas (2015). *Evaluación final del Instrumento de Gestión Ambiental Correctivo de la unidad minera La Oroya (Complejo Metalúrgico de La Oroya – CMLO), y su Anexo N° 1, el Plan de Adecuación de las Actividades Minero-Metalúrgicas a los Estándares de Calidad Ambiental del Aire* (Informe N° 581-2015-MEM-DGAAM/DNAM/DGAM/CMLO).
3. La Declaración Estadística Mensual sobre la producción del Complejo Metalúrgico La Oroya, presentada por Doe Run Perú S.R.L. en Liquidación en Marcha, se encuentra disponible en el Intranet del portal web del Ministerio de Energía y Minas.

14. Asimismo, se observaron vías pavimentadas, aledañas a la estación de monitoreo, con presencia de tránsito vehicular, compuesto por vehículos livianos y pesados, circulando tanto al interior de la ciudad de La Oroya como por la Carretera Central, ubicado aproximadamente a 160 m al sur de la estación de monitoreo.

VI. CALIDAD DEL AIRE

15. En la presente sección se detalla la metodología y el análisis de resultados correspondientes al monitoreo de la calidad del aire en la ciudad de La Oroya, ubicada en el distrito de La Oroya, provincia de Yauli, departamento de Junín.

VI.1. Metodología

16. A continuación, se describe la metodología utilizada en el monitoreo de la calidad del aire realizado en la ciudad de La Oroya realizado del 27 de junio al 2 de julio de 2016, en donde se indicó la localización de la estación de monitoreo, los equipos utilizados y técnicas de evaluación aplicadas; y los estándares utilizados para la comparación de los resultados obtenidos.

VI.1.1. Ubicación de la estación de monitoreo

17. Las actividades de monitoreo de calidad del aire se desarrollaron en una caseta fija, ubicada en la azotea de la Casa de la Cultura de la Municipalidad Provincial de Yauli, espacio que fue concedido en el marco del Convenio de Cooperación Interinstitucional entre el OEFA y la Municipalidad Provincial de Yauli⁴.
18. En la Tabla N° 3 se indica el código, ubicación y referencia del punto donde se encuentra establecida la estación de monitoreo (caseta fija). Asimismo, en el Anexo N° 2 se adjunta el mapa de ubicación de la estación de monitoreo denominada CA-CC-01.

Tabla N° 3. Descripción de la estación de monitoreo de calidad del aire

Código	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18L		Altitud (m.s.n.m.)	Referencia
	Este (m)	Norte (m)		
CA-CC-01	401 757	8 726 374	3 728	Calle Comandante Zárate cuadra N° 1 - La Oroya, azotea de la Casa de la Cultura de la Municipalidad Provincial de Yauli, a aproximadamente 700 m del CMLO

Fuente: Elaboración propia



⁴ Tal como se menciona en la sección IV. Antecedentes, el monitoreo de la calidad del aire se ejecutó con la estación fija a partir del 22 de enero de 2016. Por lo tanto, el monitoreo que se realizó mediante la unidad móvil desde noviembre de 2015 en La Oroya, finalizó el 21 de enero de 2016.

VI.1.2. Equipos y técnicas de evaluación

19. Con respecto a los métodos y criterios utilizados para el monitoreo ambiental de la calidad del aire, se consideró lo señalado en el Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos de la Dirección General de Salud Ambiental (Digesa)⁵.
20. Los parámetros de la calidad del aire que se midieron en el presente monitoreo fueron material particulado con diámetro menor o igual a 10 micras (PM-10), material particulado con diámetro menor o igual a 2,5 micras (PM-2,5) y dióxido de azufre (SO₂), en donde se utilizaron muestreadores de alto volumen para los dos primeros parámetros y para el último se utilizó un equipo automático. La determinación de metales en PM-10 se realizó en laboratorio utilizando un espectrómetro de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente (espectrómetro ICP). Asimismo, se instaló una estación meteorológica para la medición de velocidad y dirección de viento, temperatura, precipitación, humedad relativa y presión barométrica. La Tabla N° 4 contiene la descripción de los equipos, parámetros y métodos de análisis anteriormente citados.

Tabla N° 4. Equipos de monitoreo y metodología utilizada

Equipos	Marca	Modelo	Parámetro	Método de Análisis
Muestreador de alto volumen para partículas menores o iguales a 10 micras	Thermo	G10557	Material particulado con diámetro menor o igual a 10 micras (PM-10)	Separación inercial / filtración (gravimetría)
Muestreador de alto volumen para partículas menores o iguales a 2,5 micras			Material particulado con diámetro menor o igual a 2,5 micras (PM-2,5)	
Analizador automático de gases ambientales	Thermo	43i	Dióxido de azufre (SO ₂)	Fluorescencia ultravioleta
Estación meteorológica	Campbell	CR 1000	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad y dirección de viento. • Temperatura ambiente. • Humedad relativa. • Precipitación. • Presión barométrica. 	—

— No aplica

Fuente: Elaboración propia



VI.1.3. Estándares de comparación

21. Los resultados del monitoreo de los contaminantes atmosféricos PM-10, PM-2,5 y SO₂ fueron comparados con los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad del Aire (ECA), aprobados mediante Decreto Supremo N° 074-2001-PCM⁶ y Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM, tal como se indica en la Tabla N° 5.

⁵ El Protocolo de Monitoreo de Calidad del Aire y Gestión de Datos fue aprobado el 7 de setiembre de 2005, mediante Resolución Directoral N° 1404/2005/DIGESA/SA.

⁶ Tal como se indica en el informe N° 581-2015-MEM-DGAAM/DNAM/DGAM/CMLO, el ECA para SO₂ que se aplica en el caso de las operaciones del CMLO para un periodo diario es 365 µg/m³. Esto se sustenta en el tercer párrafo del artículo 4° del D.S. N° 003-2014-MINAM, en el que señala que les resulta aplicable el ECA vigente antes de la aprobación del nuevo ECA, es decir, el ECA considerado en la R.M. N° 257-2006-MEM/DM será aplicado en la Unidad Minera La Oroya – Complejo Metalúrgico La Oroya, hasta que cumpla su plazo de adecuación (14 años). Luego de ello deberán cumplir el nuevo ECA de 80 µg/m³ (promedio diario).

22. Los resultados obtenidos para plomo se compararon de manera referencial con el valor para 24 horas establecido en los Criterios de Calidad Ambiental del Aire de Ontario – Canadá (AAQC)⁷, debido a que la normativa nacional en el caso del plomo solo considera una metodología de medición mensual y anual, mas no diaria (ver Tabla N° 5). En el caso de los demás metales, los resultados también fueron comparados referencialmente con los AAQC de Ontario, puesto que no se cuenta con valores establecidos como Estándar de Calidad Ambiental (ECA) en la normativa nacional.

Tabla N° 5. Estándares nacionales de calidad ambiental del aire

Parámetro	Periodo	Valor ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Formato	Norma
Dióxido de azufre (SO_2)	24 horas	365	No exceder más de una vez al año	Decreto Supremo N° 074-2001-PCM
Material particulado con diámetro menor o igual a 2,5 micras (PM-2,5)	24 horas	25	Promedio aritmético	Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM
Material particulado con diámetro menor o igual a 10 micras (PM-10)	24 horas	150	No exceder más de tres veces al año	Decreto Supremo N° 074-2001-PCM
Plomo (Pb)	24 horas	0,5	-	Ontario's Ambient Aire Quality Criteria (AAQC)
Otros metales	24 horas	(a)	-	

(a) Los valores de los AAQC con los que se comparan referencialmente los resultados obtenidos de cada metal se muestran en la tabla N° 6.
Fuente: Elaboración propia

VI.2. Análisis de resultados

23. En la presente sección se analizaron los resultados obtenidos de los parámetros meteorológicos, las concentraciones promedio diarias de los parámetros PM-10, PM-2,5 y SO_2 , así como también las concentraciones horarias tan solo del parámetro SO_2 , del 27 de junio al 2 de julio de 2016 en la estación de monitoreo CA-CC-01.

VI.2.1. Dióxido de azufre (SO_2)

24. En esta sección se presentan los resultados de las concentraciones promedio diarias de dióxido de azufre (SO_2), así como el comportamiento horario de las concentraciones desde el 27 de junio al 2 de julio de 2016 en la estación de monitoreo CA-CC-01. Es importante resaltar que las concentraciones de dióxido de azufre se encuentran estandarizadas o normalizadas.

25. En Gráfico N° 1 contiene los resultados obtenidos para la concentraciones promedio diarias de dióxido de azufre (SO_2) en la estación de monitoreo CA-CC-01.

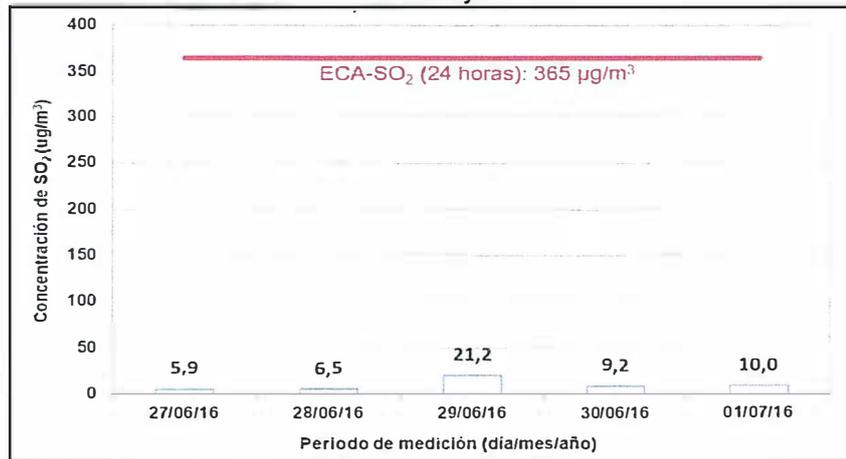


Handwritten signature and initials in blue ink.

7

Los Criterios de Calidad Ambiental del Aire de Ontario AAQC (versión de abril 2012) fueron desarrollados por el Ministerio del Ambiente de Ontario y en ellos se establecen estándares para un gran número de agentes tóxicos del aire. El AAQC se define como la concentración deseable de un contaminante en el aire, basado en la protección contra los efectos adversos a la salud y el ambiente. El término "ambiente" es usado para reflejar la calidad del aire en general, independientemente de la ubicación o la fuente de un contaminante.

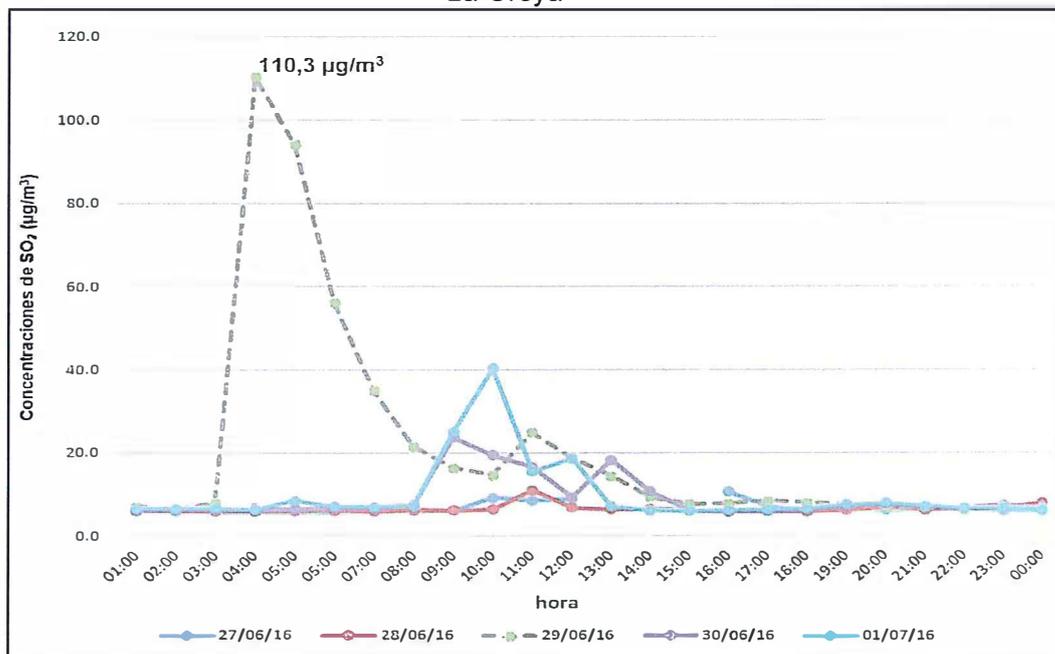
Gráfico N° 1. Concentraciones promedio diarias de SO₂ en CA-CC-01, ciudad de La Oroya



Fuente: Elaboración propia.

26. Las concentraciones reportadas en la estación de monitoreo CA-CC-01 cumplieron con el Estándar de Calidad Ambiental para SO₂ equivalente a 365 µg/m³ para un periodo de 24 horas. La mínima concentración se registró el 27 de junio con un valor de 5,9 µg/m³; mientras que la máxima concentración se registró el 29 de junio con un valor de 21,2 µg/m³, equivalente al 5,8 % del valor del ECA. Es importante resaltar que las concentraciones de SO₂ tendrían como posible fuente las actividades antropogénicas realizadas en la zona de monitoreo como son el tránsito vehicular, actividades esporádicas realizadas por el CMLO, así como también podría considerarse a las actividades domésticas y comerciales, entre otras.
27. El Gráfico N° 2 muestra las concentraciones horarias de SO₂ obtenidas en la estación de monitoreo CA-CC-01.

Gráfico N° 2. Concentraciones horarias de SO₂ en CA-CC-01, ciudad de La Oroya



Fuente: Elaboración propia.

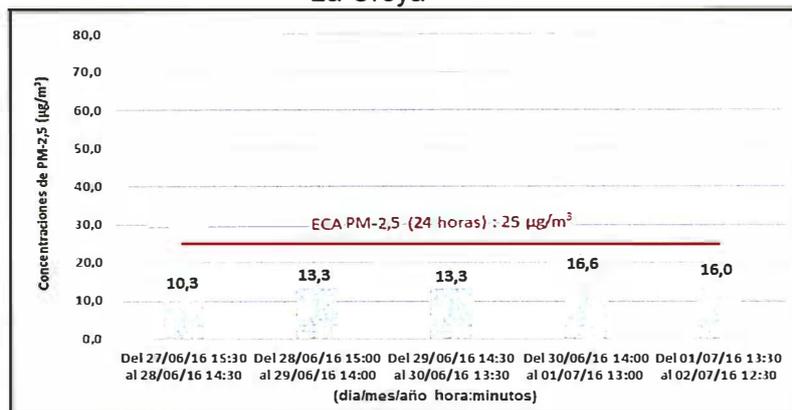


28. La concentración horarias más elevada obtenida en la estación de monitoreo CA-CC-01 fue de $110,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el día 29 de junio de 2016 a las 04:00 horas.
29. Es importante resaltar que las concentraciones horarias no se compararon con el ECA, debido a que el estándar se encuentra establecido para periodos diarios y anuales, mas no horarios, de acuerdo con lo indicado en el Decreto Supremo N° 074-2001-PCM.

VI.2.2. Material particulado con diámetro menor o igual a 2,5 micras (PM-2,5)

30. Los resultados obtenidos para las concentraciones diarias de PM-2,5 en la estación de monitoreo CA-CC-01 son presentados en el Gráfico N° 3.

Gráfico N° 3. Concentraciones diarias de PM-2,5 en CA-CC-01, ciudad de La Oroya



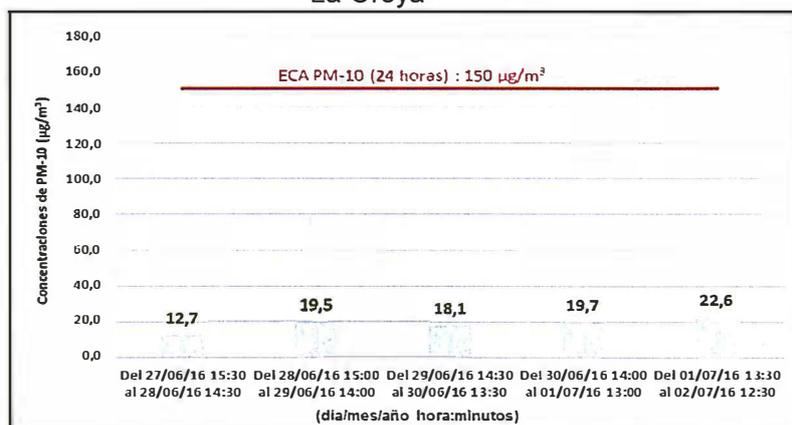
Fuente: Elaboración propia.

31. Las concentraciones reportadas en la estación de monitoreo CA-CC-01 cumplieron con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para PM-2,5 equivalente a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para un periodo de 24 horas. (Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM). Las concentraciones se encontraron entre el 41,2 % y 66,4 % del valor de ECA.

VI.2.3. Material particulado con diámetro menor o igual a 10 micras (PM-10)

32. En el Gráfico N° 4 se presentan los resultados obtenidos para las concentraciones diarias de PM-10 en la estación de monitoreo CA-CC-01.

Gráfico N° 4. Concentraciones diarias de PM-10 en CA-CC-01, ciudad de La Oroya



Fuente: Elaboración propia.

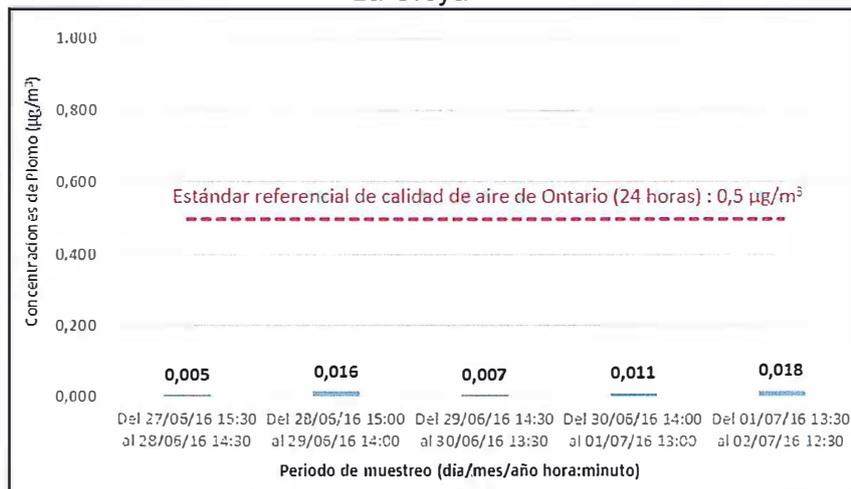


33. Las concentraciones reportadas en la estación de monitoreo CA-CC-01 cumplieron con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para PM-10 equivalente a $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para un periodo de 24 horas (Decreto Supremo N° 074-2001-PCM). La concentración mínima obtenida fue de $12,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y la máxima fue de $22,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Las concentraciones se encontraron entre el 8,5 % y el 15,1 % del valor del ECA.

VI.2.4. Metales en PM-10

34. Continuando con el análisis de resultados, el Gráfico N° 5 presenta los resultados obtenidos de las concentraciones diarias de plomo (Pb) en la estación de monitoreo CA-CC-01¹⁰.

Gráfico N° 5. Concentraciones diarias de plomo en CA-CC-01, ciudad de La Oroya



Fuente: Elaboración propia.

35. Las concentraciones de plomo reportadas en la estación de monitoreo CA-CC-01 cumplieron con el Estándar Referencial de Calidad Ambiental del Aire de Ontario equivalente a $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para un periodo de 24 horas. El mínimo valor obtenido fue de $0,005 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y el máximo fue de $0,018 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
36. La Tabla N° 6 contiene los resultados obtenidos para las concentraciones de metales en la estación de monitoreo CA-CC-01. Todas las concentraciones cumplieron referencialmente con el respectivo Estándar de Calidad Ambiental del Aire de Ontario.



¹⁰ El cálculo de volumen estándar para metales en PM-10, se realizó en base a las condiciones de temperatura estándar ($T = 10^\circ\text{C}$ ó $283,15 \text{ }^\circ\text{K}$) y presión estándar (760 mmHg ó $1013,25 \text{ mBar}$), establecidas en la Norma referencial ONTARIO'S AMBIENT AIR QUALITY CRITERIA (2012).

Tabla N° 6. Concentraciones de 24 horas de metales pesados en CA-CC-01

Elemento	Símbolo	Periodo de muestreo					AQQC* (µg/m ³)
		Del 27/06/16 15:30 al 28/06/16 14:30	Del 28/06/16 15:00 al 29/06/16 14:00	Del 29/06/16 14:30 al 30/06/16 13:30	Del 30/06/16 14:00 al 01/07/16 13:00	Del 01/07/16 13:30 al 02/07/16 12:30	
		Concentración de metales (µg/m ³)					
Plata	Ag	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	1
Aluminio	Al	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	-
Arsénico	As	<0,00020	<0,00020	<0,00020	<0,00020	<0,00020	0,3
Bario	Ba	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	10
Berilio	Be	<0,00002	0,00003	<0,00002	<0,00002	0,00009	0,01
Cadmio	Cd	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	0,025
Cobalto	Co	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	0,1
Cromo	Cr	0,00208	<0,00002	<0,00002	0,00027	<0,00002	0,5
Cobre	Cu	0,07869	0,07914	0,06606	0,05895	0,07391	50
Manganeso	Mn	0,00504	0,0140	0,01180	0,01223	0,01930	0,2
Molibdeno	Mo	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	120
Níquel	Ni	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,1
Plomo	Pb	0,005	0,016	0,007	0,011	0,018	0,5
Antimonio	Sb	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	25
Selenio	Se	0,01083	0,02547	<0,00098	0,01471	0,00588	10
Talio	Tl	<0,00002	<0,00002	<0,00002	0,00681	0,00878	-
Vanadio	V	0,00048	0,00031	0,00055	0,00070	0,00059	2
Zinc	Zn	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	120
Uranio	U	<0,000005	<0,000005	<0,000005	<0,000005	<0,000005	0,15

* Ambient Air Quality Criteria. Criterios de calidad de aire establecidos por el Ministerio del Ambiente de Ontario, Canadá. Abril de 2012.

Nota: los valores precedidos por el símbolo "<" (menor que), son inferiores al límite de cuantificación del laboratorio y símbolo "-", indica que dicho parámetro no tiene un valor referencial.

Fuente: Elaboración propia.

VI.2.5. Condiciones meteorológicas

37. En relación con las condiciones meteorológicas registradas en la estación de monitoreo de la calidad del aire CA-CC-01, estas son presentadas en la Tabla N° 7. Tal como se aprecia en esta tabla, la velocidad del viento osciló entre una mínima de 0,4 m/s y una máxima de 3,7 m/s. Asimismo, la temperatura promedio fue de 6,7 °C, alcanzando una mínima de -1,2 °C y una máxima de 15,5 °C, con una humedad relativa mínima y máxima de 15,0 % y 90,2 %, respectivamente. La presión barométrica varió entre una mínima de 490,1 mmHg y una máxima de 493,4 mmHg.

Tabla N° 7. Parámetros meteorológicos registrados en la estación CA-CC-01

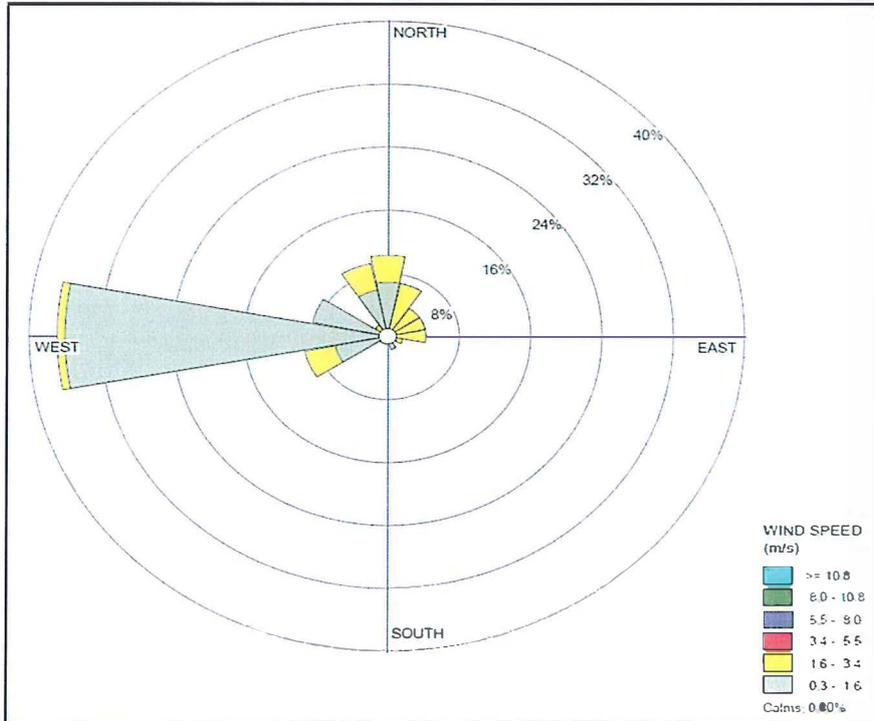
Valores	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Presión barométrica (mmHg)	Velocidad del viento (m/s)	Precipitación diaria (mm)
Mínimo	-1,2	15,0	490,1	0,4	0,0
Máximo	15,5	90,2	493,4	3,7	1,8
Promedio	6,7	65,0	491,8	1,3	0,1

Fuente: Elaboración propia



38. En cuanto a la dirección del viento, la representación gráfica de la rosa de vientos se realizó con el propósito de obtener información estadística relativa a la dirección y velocidad del viento en una localización en particular. La rosa de viento para este monitoreo se presenta en el Gráfico N° 6, en el cual se observa que la dirección predominante de los vientos fue desde el oeste (W), con una frecuencia de 36,4 %. Cabe resaltar que el 70,9 % de las velocidades de vientos que se registraron en la estación de monitoreo corresponden a vientos del tipo ventolina, de acuerdo con lo indicado en la Escala de Beaufort¹¹.

Gráfico N° 6. Rosa de vientos en la estación CA-CC-01



Nota: Las paletas indican la dirección desde donde provienen los vientos
Fuente: Elaboración propia

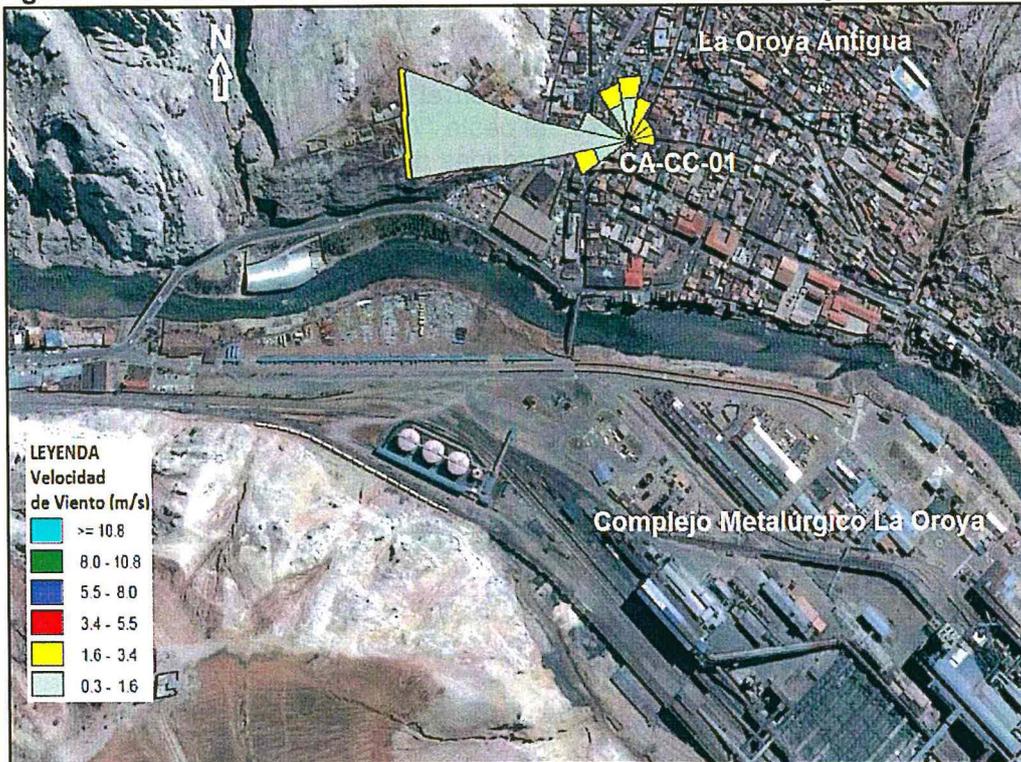
39. La Figura N° 1 muestra la ubicación de la estación de monitoreo CA-CC-01 con respecto al CMLO, así como la distribución de los vientos registrados durante el periodo de monitoreo.



11

Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, Universidad Nacional de la Plata. *Escala Beaufort y sus Equivalencias*. 1. Consultado el 20 de octubre de 2016. Recuperado de: <http://fcaglp.fcaglp.unlp.edu.ar/~atmos/Teoria/Escalasdeviento.pdf>

Figura N° 1. Ubicación de la estación de monitoreo CA-CC-01 y rosa de viento



Fuente: Elaboración propia en base a la imagen satelital de Google Earth

VII. CONCLUSIONES

- (i) El monitoreo de la calidad del aire se realizó en la ciudad de La Oroya del 27 de junio al 2 de julio de 2016. La estación de monitoreo se denominó CA-CC-01 y se ubicó aproximadamente a 700 m del Complejo Metalúrgico de La Oroya (CMLO).
- (ii) Las concentraciones diarias de dióxido de azufre (SO₂) reportadas en la estación de monitoreo CA-CC-01 no excedieron el Estándar Nacional del Calidad Ambiental (ECA) para un periodo de 24 horas, equivalente a 365 µg/m³. El máximo valor obtenido fue de 21,2 µg/m³.
- (iii) Las concentraciones diarias de material particulado menor o igual a 10 micras (PM-10) reportadas en la estación de monitoreo CA-CC-01 no excedieron el Estándar Nacional del Calidad Ambiental (ECA) para un periodo de 24 horas, equivalente a 150 µg/m³. El máximo valor obtenido fue de 22,6 µg/m³.
- (iv) Las concentraciones diarias de material particulado menor o igual a 2,5 micras (PM-2,5) reportadas en la estación de monitoreo CA-CC-01 no excedieron el Estándar Nacional del Calidad Ambiental (ECA) para un periodo de 24 horas, equivalente a 25 µg/m³. El máximo valor obtenido fue de 16,6 µg/m³.
- (v) Las concentraciones diarias de plomo y otros metales reportadas en la estación de monitoreo CA-CC-01 durante el monitoreo realizado del 27 de junio al 2 de julio de 2016, no excedieron referencialmente los estándares de Calidad Ambiental del Aire de Ontario Canadá para un periodo de 24 horas.
- (vi) La dirección predominante de los vientos fue de oeste (W) con una ocurrencia de 36,4 %, lo cual indicaría que en dicho porcentaje los vientos vienen desde la Carretera Central hacia la estación de monitoreo CA-CC-01.



[Handwritten signature]

[Handwritten mark]

- (vii) Las concentraciones de contaminantes de la calidad del aire expuestos en el presente informe tendrían como posible fuente las actividades antropogénicas realizadas en la zona de monitoreo como son las actividades esporádicas realizadas por el CMLO, también podría considerarse al tránsito vehicular, las actividades domésticas y comerciales en la zona, entre otras.

VIII. RECOMENDACIONES

- (i) Remitir una copia del presente informe a la Dirección de Supervisión.
(ii) Remitir una copia del presente informe a la Oficina Desconcentrada de Junín.

IX. ANEXOS

- Anexo N° 1: Registro fotográfico.
- Anexo N° 2: Mapa de ubicación de la estación de monitoreo.
- Anexo N° 3: Certificados de calibración.
- Anexo N° 4: Informes de Ensayo.
- Anexo N° 5: Cálculo de concentraciones.

Es cuanto informo a usted para los fines pertinentes,

Atentamente,

JORGE IVÁN GARCÍA RIEGA
Tercero Evaluador
Dirección de Evaluación

PABEL DALMIRO DEL SOLAR PALOMINO
Tercero Evaluador
Dirección de Evaluación



Lima, 29 DIC. 2016

Visto el Informe N° 0256 -2016-OEFA/DE-SDCA y habiéndose verificado que se encuentra enmarcado dentro de la función evaluadora, así como su coherencia normativa; la Subdirección de Evaluación de la Calidad Ambiental recomienda su APROBACIÓN a la Dirección de Evaluación, razón por la cual se TRASLADA el presente Informe.

Atentamente,



FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN

Subdirector (e) de Evaluación de la Calidad Ambiental
Dirección de Evaluación

Lima, 29 DIC. 2016

Visto el Informe N° 0256 -2016-OEFA/DE-SDCA, y en atención a la recomendación de la Subdirección de Evaluación de la Calidad Ambiental, la Dirección de Evaluación ha dispuesto aprobar el presente Informe.

Atentamente,



FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN

Director de Evaluación



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de

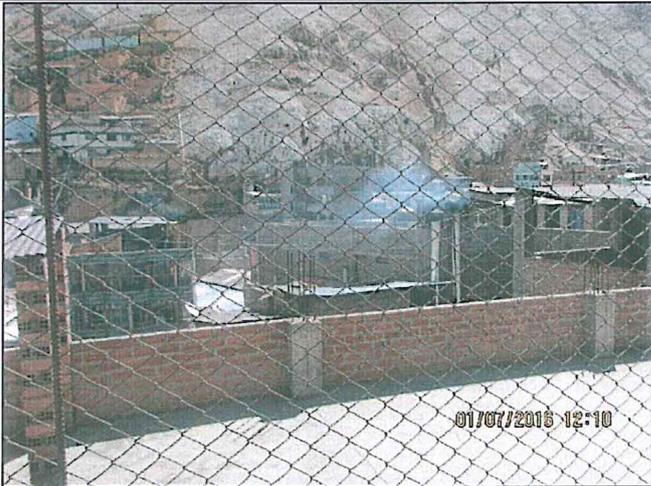
"Año de la consolidación del Mar de Grau"
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

ANEXO N° 1

REGISTRO FOTOGRÁFICO

Monitoreo y vigilancia ambiental de la calidad del aire realizado del 27 de junio al 2 de julio de 2016 en la ciudad de La Oroya

CALIDAD DEL AIRE

Distrito:	La Oroya	Provincia:	Yauli	Departamento:	Junín
Fotografía N° 1 CA-CC-01					
Fecha: 27/06/2016 Hora: 10:44 h					
Este (m): 401 757					
Norte (m): 8 726 374					
Altitud (m s.n.m.): 3 728					
COORDENADAS UTM - WGS 84 ZONA: 18 L					
Descripción:	Vista de la estación de monitoreo CA-CC-01, ubicada en la azotea de la Casa de la Cultura, a aproximadamente 700 m del Complejo Metalúrgico de La Oroya (CMLO)				
Fotografía N° 2					
Fecha: 01/07/2016 Hora: 12:10 h					
Este (m): 401 757					
Norte (m): 8 726 374					
Altitud (m s.n.m.): 3 728					
COORDENADAS UTM - WGS 84 ZONA: 18 L					
Descripción:	Vista de las emisiones domesticas en los alrededores de la estación de monitoreo CA-CC-01.				



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

ANEXO N° 2

MAPA DE UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN DE MONITOREO CA-CC-01

401172

401472

401772

402072

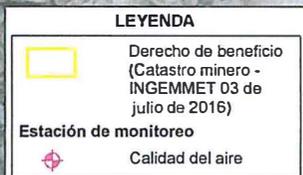
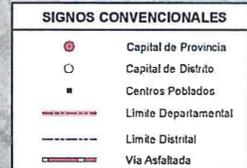


8726436

8726196

8726436

8726196



CA-CC-01

LA OROYA

LA OROYA

JUNIN

YAULI

Planta de Beneficio Compleje Metalúrgico La Oroya

DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE

Código	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18L		Altitud (m s.n.m.)	Referencia
	Este (m)	Norte (m)		
CA-CC-01	401 757	8 726 374	3 728	Calle Comandante Zárate cuadra N° 1 - La Oroya, azotea de la Casa de la Cultura, a aproximadamente 700 m del CMLO

Departamento Junín - Provincia Yauli - Distrito La Oroya

MONITOREO Y VIGILANCIA AMBIENTAL DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA CIUDAD DE LA OROYA

Escala : 1/3 000
 Datum Horizontal WGS84
 Proyección Transversa de Mercator
 Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18L

Elaborado: SIG-OEFA Fecha: Junio 2016

Fuente: Cartas Nacionales, escala 1:100 000 - IGN; Centros Poblados - INEI; Monitoreos Ambientales - Dirección de Evaluación del OEFA (Fecha de evaluación: junio de 2016).

401172

401472

401772

402072

8726196



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

ANEXO N° 3

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN



Compromiso Social y Ambiental

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Nombre Compañía:	OEFA	Número Serie:	P9309 X
Fabricante	THERMO SCIENTIFIC	Procedencia:	Estados Unidos
Modelo:	G10557	Día de Calibración:	22/06/2016
Certificado Calibración:	2. 13160. 22.06.16	Lugar de Calibración:	ENVIROEQUIP SAC

Revisión Instrumento		Entrega Instrumento:	
En Tolerancia:	SI	Procedimiento Usado:	EPA VOLUMETRICO
Fuera de Tolerancia:	NO	Calibrado Por:	JHON CHERO HIDROGO

ESTADO DEL CUMPLIMIENTO DE LA CERTIFICACION CALIBRACION

ENVIROEQUIP S.A.C. certifica que este instrumento ha sido inspeccionado y calibrado por nuestros técnicos calificados y cumple o excede las especificaciones de calidad para la Norma EPA Método de Referencia Numero RFPS 1287-063, cuyos archivos y registros son mantenidos por la Empresa OEFA y una copia en nuestra compañía en Lima.
Este documento es la Certificación que el Tubo Venturi se encuentra dentro del Cumplimiento de la Norma ASTM EPA RFPS 1287-063 cuyo valor diferencial es $0.574\% < 3\%$

DATOS CALIBRACIÓN

TRAZABILIDAD

Se ha usado el Calibrador Modelo TE-5028A, con numero de serie 3139, trazable NIST y calibrado el 08/febrero/2016

Calibrado Por:

JHON CHERO HIDROGO
ENVIROEQUIP S.A.C.

Aprobado por:

Ing. Alexander Céspedes Zúñiga.
ENVIROEQUIP S.A.C.

Prueba Inicial

Serie VFC (Venturi)	P9309 X
Modelo de Venturi	G10557
Temp Std [oK]	298.00
Presion Std [mmHg]	760.00
Temp Ambiente [oC]	19.70
Temperatura	292.70
Presion Actual (Pa)	749.00
Dif. Manometro [in/H2O]	13.30
Diferencial [mmHg]	24.85
Po/Pa = 1-(Pf/Pa)	0.967
Qa	1.175
Qstd	1.179

Prueba Realizada Por:
Realizada en :
Empresa Cliente:
Fecha:

JHON CHERO HIDROGO
ENVIROEQUIP SAC
OEFA
22/06/2016

El Qstd se usa en el caso de enviar los Datos a la US EPA, ver Pag 44 del Manual

Si Qa esta en el Rango de [1.02-1.24]. Es valido, ver Pag 39 del Manual

Error Final -3.94%

Leyenda	
	Cambiables
	Formula / Constantes
	Resultados

Calibración Muestreador de Alto Volumen (HiVol)

DATOS GENERALES		VARIABLES		CONDICIONES	
FECHA	22/jun./16	m_a	1.01871	T_a	292.70
OPERADOR	JHON CHERO HIDROGO	b_a	-0.02801	P_a	749.00
MODEL CAL	TE-5028A	m_{std}	1.62685	T_{std}	298.18
S/N	3139	b_{std}	-0.04486	P_{std}	760.00
FLOW CONTROL		MODELO	G10557	S/N	P9309 X

inH2O Calibrador	Q_a (m3/min) $(1/m)\sqrt{(H_2O)(T_a/P_a)-b}$	(inH2O) Muestreador	P_f (mmHg) $25.4(inH_2O/13.6)$	$P_o/P_a = 1-(P_f/P_a)$	Q_a Look flow rate	%Diff $(Look\ up-Q_a)*100/Q_a$
3.62	1.195	11.1	20.731	0.972	1.181	1.142
3.51	1.177	14.1	26.334	0.965	1.172	0.405
3.47	1.171	16.8	31.376	0.958	1.163	0.615
3.36	1.152	21.1	39.407	0.947	1.149	0.254
3.32	1.146	24	44.824	0.940	1.140	0.455
Promedio						0.574

$X=Q_a/\sqrt{(T_a)}$	$Y=P_o/P_a$
0.069	0.972
0.069	0.965
0.068	0.958
0.067	0.947
0.067	0.940

Por Correlacion	
r	0.9999
m	13.317
b	0.0525

Diff H2O	P_f (mmHg)	$Q_{ac}=[(1-P_f/P_a)-b]*\sqrt{(T_a)}/m$
16	29.890	1.166

La EPA establece que el promedio de diferencia porcentual (%Diff), debe ser $\pm 3\%$.

Si el %Diff fuera mayor quiere decir que una fuga puede haber estado presente durante la calibración y se debería calibrar nuevamente

PASOS A SEGUIR

- 1) Colocar la base (Top plate)
- 2) Colocar el tubo de orificios (Vari flow)
- 3) Encender el Muestreador Hi Vol
- 4) Instalar el Manometro al tubo de orificios y el otro a la cuerpo del Hi Vol
- 5) Tomar 5 lecturas variando el orificio del vari flow o cambiando los discos de orificios

NOMENCLATURA

m_a : Pendiente de la relación de calibración del orificio del Q_{actual} . (Hoja del calibrador)

b_a : intersección de la relación de calibración del orificio del Q_{actual}

T_a : Temperatura ambiental °K ($K^\circ=273+^\circ C$)

P_a : Presión barométrica mmHg (1atm= 760mmHg)

"H2O: Lecturas del manometro inH2O en el tubo de calibración

Q_a : Regimen de flujo actual m3/min

Q_{ac} : Flujo Calculado, usando parametros "b y m" hallados por correlacion de la calibracion

P_f : Diferencia de presión en mmHg

P_o/P_a : Relación P inicial y P ambiental

% Diff: Diferencia porcentual entre los regimenesdel flujo del calibrador

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Nombre Compañía:	OEFA	Número Serie:	P9312 X
Fabricante	THERMO SCIENTIFIC	Procedencia:	Estados Unidos
Modelo:	G10557	Día de Calibración:	22/06/2016
Certificado Calibración:	8. 13160. 22.06.16	Lugar de Calibración:	ENVIROEQUIP SAC

Revisión Instrumento	Entrega Instrumento:
En Tolerancia: SI	Procedimiento Usado: EPA VOLUMETRICO
Fuera de Tolerancia: NO	Calibrado Por: LEONARDO LOBATON NORABUENA

ESTADO DEL CUMPLIMIENTO DE LA CERTIFICACION CALIBRACION

ENVIROEQUIP S.A.C. certifica que este instrumento ha sido inspeccionado y calibrado por nuestros técnicos calificados y cumple o excede las especificaciones de calidad para la Norma EPA Método de Referencia Numero RFPS 1287-063, cuyos archivos y registros son mantenidos por la Empresa OEFA y una copia en nuestra compañía en Lima.
Este documento es la Certificación que el Tubo Venturi se encuentra dentro del Cumplimiento de la Norma ASTM EPA RFPS 1287-063 cuyo valor diferencial es $0.700\% < 3\%$

DATOS CALIBRACIÓN

TRAZABILIDAD

Se ha usado el Calibrador Modelo TE-5028A, con numero de serie 3139, trazable NIST y calibrado el 08/febrero/2016

Calibrado Por:

Aprobado por:

LEONARDO LOBATON NORABUENA
ENVIROEQUIP S.A.C.

Ing. Alexander Céspedes Zúñiga.
ENVIROEQUIP S.A.C.

T. (511) 200 - 4700

Ca. Mariano de los Santos N°192
Urb. Corpac, San Isidro, Lima 27, Peru

info@enviroequip.pe

Prueba Inicial

Serie VFC (Venturi)	P9312 X
Modelo de Venturi	G10557
Temp Std [oK]	298.00
Presion Std [mmHg]	760.00
Temp Ambiente [oC]	20.60
Temperatura	293.60
Presion Actual (Pa)	749.70
Dif. Manometro [in/H2O]	13.30
Diferencial [mmHg]	24.85
Po/Pa = 1-(Pf/Pa)	0.967
Qa	1.185
Qstd	1.187

El Qstd se usa en el caso de enviar los Datos a la US EPA, ver Pag 44 del Manual

Si Qa esta en el Rango de [1.02-1.24]. Es valido, ver Pag 39 del Manual

Error Final -4.88%

Leyenda	
	Cambiables
	Formula / Constantes
	Resultados

Prueba Realizada Por:
Realizada en :
Empresa Cliente:
Fecha:

LEONARDO LOBATON NORABUENA
ENVIROEQUIP SAC
OEFA
22/06/2016

Calibración Muestreador de Alto Volumen (HiVol)

DATOS GENERALES		VARIABLES		CONDICIONES	
FECHA	22/jun./16	m_a	1.01871	T_a	293.60
OPERADOR	JARDO LOBATON NORABU	b_a	-0.02801	P_a	749.70
MODEL CAL	TE-5028A	m_{std}	1.62685	T_{std}	298.18
S/N	3139	b_{std}	-0.04486	P_{std}	760.00
FLOW CONTROL		MODELO	G10557	S/N	P9312 X

inH2O Calibrador	Q_a (m3/min) (1/m) $\sqrt{(H_2O)(T_a/P_a)-b}$	(inH2O) Muestreador	Pf (mmHg) 25.4(inH2O/13.6)	Po/Pa = 1-(Pf/Pa)	Q_a Look flow rate	%Diff (Look up-Qa)*100/Qa
3.65	1.201	11.1	20.731	0.972	1.192	0.743
3.58	1.190	13.9	25.960	0.965	1.183	0.581
3.56	1.187	17.1	31.937	0.957	1.173	1.151
3.45	1.169	21	39.221	0.948	1.161	0.652
3.37	1.155	24.1	45.010	0.940	1.151	0.373
Promedio						0.700

$X=Q_a/\sqrt{(T_a)}$	$Y=Po/Pa$
0.070	0.972
0.069	0.965
0.068	0.957
0.068	0.948
0.067	0.940

Por Correlacion	
r	0.9999
m	13.514
b	0.0323

Diff H2O	Pf(mmHg)	$Q_{ac}=[(1-Pf/Pa)-b]^2\sqrt{(T_a)}/m$
16	29.890	1.176

La EPA establece que el promedio de diferencia porcentual (%Diff), debe ser $\pm 3\%$.

Si el %Diff fuera mayor quiere decir que una fuga puede haber estado presente durante la calibración y se debería calibrar nuevamente

PASOS A SEGUIR

- 1) Colocar la base (Top plate)
- 2) Colocar el tubo de orificios (Vari flow)
- 3) Encender el Muestreador Hi Vol
- 4) Instalar el Manometro al tubo de orificios y el otro a la cuerpo del Hi Vol
- 5) Tomar 5 lecturas variando el orificio del vari flow o cambiando los discos de orificios

NOMENCLATURA

m_a : Pendiente de la relación de calibración del orificio del Q_{actual} . (Hoja del calibrador)

b_a : intersección de la relación de calibración del orificio del Q_{actual}

T_a : Temperatura ambiental °K ($K=273+^{\circ}C$)

P_a : Presión barométrica mmHg (1atm= 760mmHg)

"H2O: Lecturas del manometro inH2O en el tubo de calibración

Q_a : Regimen de flujo actual m3/min

Q_{ac} : Flujo Calculado, usando parametros "b y m" hallados por correlacion de la calibracion

Pf: Diferencia de presión en mmHg

Po/Pa: Relación P inicial y P ambiental

% Diff: Diferencia porcentual entre los regimenesdel flujo del calibrador

T. (511) 200 - 4700

Ca. Mariano de los Santos N°192
Urb. Corpac, San Isidro, Lima 27, Peru

info@enviroequip.pe

Certificado de Calibración

LM - 2132015

Pag. 1 de 1

- 1 Cliente : Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
- 2 Dirección : Av. República de Panamá 3542 - San Isidro
- 3 Datos del Instrumento
- . Instrumento de medición : Estación meteorológica . N° de serie data logger : 25509
 - . Marca : Campbell Scientific . N° de serie de sensor : 0020018188
 - . Modelo : CR- 1000 . Alcance : -50°C a 100°C
 - . Identificación : EM-01 . Resolución : 0,1 °C
- 4 Lugar de calibración : Laboratorio de Meteorología - Green Group PE S.A.C.
- 5 Fecha de calibración : 2015-08-21
- 6 Método de calibración

La calibración se realizó por comparación del instrumento con patrones trazables según "Procedimiento TH-007 para la calibración de medidores de condiciones ambientales de temperatura y humedad" del CEM-España.

7 Condiciones Ambientales.

	Temperatura	Humedad relativa	Presión Atmosférica
Inicial	24,5 °C	69,1 %H.R	998,1 mbar
Final	26,4 °C	73,2 %H.R	997,8 mbar

8 Patrones de referencia

Patrón usado	Código Interno	N° de Certificado	F. Vencimiento
Termómetro Patrón	GGP-31	T-2824-2014	2015-10-28
Termómetro Patrón	GGP-25	LT-667-201;	2015-09-22

9 Resultados de medición

T.C.V. (°C)	Indicación del Termómetro (°C)	Corrección (°C)	Incertidumbre (°C)
9.20	9,20	0,00	0,75
19.55	19,50	0,05	0,88
29.35	29,30	0,05	0,90

Temperatura Convencionalmente Verdadera (T.C.V.) = Indicación del instrumento + Corrección.

10 Observaciones

- a) Se introdujo por completo el sensor en la cavidad del medio isoterma.
- b) El tiempo de estabilización de temperatura fue de 15 minutos para cada punto.
- c) Antes de la calibración no se realizó ningún ajuste.
- d) La precisión del sensor es : $\pm 0,1$ °C
- e) Sensor de temperatura Campbell (Rotronic) modelo HC2-S3.

- . La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k=2$ de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- . Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- . Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del instrumento.
- . La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- . Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sello carecen de validez.



Fecha de Emisión

2015-08-25

Jefe de Laboratorio de calibración

Enzo Barrera

Técnico Responsable

Nilder Aguilar

FO-[LC-PR-01]-03

- 1 Cliente : Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
- 2 Dirección : Av. República de Panamá 3542 - San Isidro
- 3 Datos del Instrumento
- . Instrumento de medición : Estación meteorológica . N° de serie data logger : 25509
 - . Marca : Campbell Scientific . N° de serie de sensor : 0020018188
 - . Modelo : CR- 1000 . Alcance : 0% H.R. a 100% H.R.
 - . Identificación : EM-1 . Resolución : 0,1% H.R.
- 4 Lugar de calibración : Laboratorio de Meteorología - Green Group PE SAC
- 5 Fecha de calibración : 2015-08-21
- 6 Método de calibración

La calibración se realizó por comparación del instrumento con patrones trazables según "Procedimiento TH-007 para la calibración de medidores de condiciones ambientales de temperatura y humedad" del CEM-España.

7 Condiciones Ambientales.

	Temperatura	Humedad relativa	Presión atmosférica
Inicial	23,4 °C	62,9 %H.R	995,4 mbar
Final	22,5 °C	59,3 %H.R	995,2 mbar

8 Patrones de referencia

Patrón usado	Código Interno	N° Certificado	F. Vencimiento
Higrómetro Patrón	GGP-31	T-2824-2014	2015-10-28
Higrómetro Patrón	GGP-02	T-2287-2014	2015-09-11

9 Resultados de medición

H.C.V. (%H.R.)	Indicación del Higrómetro (%H.R.)	Corrección (%H.R.)	Incertidumbre (%H.R.)
30,4	30,1	0,3	3,7
60,8	60,3	0,5	3,8
90,0	89,7	0,3	4,0

Humedad Convencionalmente Verdadera (H.C.V.) = Indicación del instrumento + Corrección.

10 Observaciones

- a) Se introdujo por completo el sensor en la cavidad del medio isoterma.
- b) El tiempo de estabilización de humedad fue de 15 minutos para cada punto.
- c) Antes de la calibración no se realizó ningún ajuste.
- d) La precisión del sensor es : $\pm 0,8\%$ H.R.
- e) Sensor de humedad Campbell (Rotronic) modelo HC2-S3.

- . La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k=2$ de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- . Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- . Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del instrumento.
- . La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- . Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sello carecen de validez.



Fecha de Emisión

2015-08-25

Jefe de Laboratorio de calibración


Enzo Barrera

Técnico Responsable


Nilder Aguilar

FO-[LC-PR-01]-03

Certificado de Calibración

LM - 0782015

Pag. 1 de 1

1 Cliente : Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
2 Dirección : AV. República de Panamá 3542 Lima - San Isidro

3 Datos del equipo

. Equipo de medición	: Estación meteorológica	. N° de serie data logger	: 25509
. Marca	: Campbell Scientific	. N° de serie de sensor	: EM-01-25509
. Modelo	: CR- 1000	. Alcance	: -39,2°C a +60,0°C
. Identificación	: EM-01	. Resolución	: 0,01 °C

4 Lugar de calibración : Laboratorio de Meteorología - Green Group PE SAC

5 Fecha de calibración : 2015-03-30

6 Método de calibración

La calibración se realizó por comparación del equipo con patrones trazables según "Procedimiento TH-007 para la calibración de medidores de condiciones ambientales de temperatura y humedad" del CEM-España.

7 Condiciones Ambientales.

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%H.R.)	Presión Absoluta (mbar)
Inicial	26,3	57,1	993,9
Final	27,8	53,8	993,0

8 Patrones de referencia

Patrón usado	Código Interno	N° de Certificado	F. Vencimiento
Termómetro Patrón	GGP-31	T-2824-2014	2015-10-28
Termómetro Patrón	GGP-25	LT-667-2014	2015-09-22

9 Resultados de medición

T.C.V. (°C)	Indicación del Equipo (°C)	Corrección (°C)	Incertidumbre (°C)
10,94	11,47	-0,53	0,75
21,08	21,24	-0,16	0,88
29,63	29,81	-0,18	0,90

Temperatura Convencionalmente Verdadera (T.C.V.) = Indicación del equipo + Corrección.

10 Observaciones

- Se introdujo por completo el sensor en la cavidad del medio isotermo.
 - El tiempo de estabilización de temperatura fue de 15 minutos para cada punto.
 - Antes de la calibración no se realizó ningún ajuste.
 - La precisión del equipo es : $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$
 - La incertidumbre reportada esta dada para el factor de cobertura K=2 con un nivel de confianza al 95,45%
 - Sensor de temperatura Vaisala HMP 45C (Campbell) no presenta número de serie, se etiquetó una serie.
- * No cumple con la precisión de fabricante.

- Los resultados emitidos son válidos solo para el equipo y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del equipo.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sello carecen de validez.



Fecha de Emisión

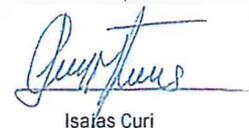
2015-04-08

Jefe de Laboratorio de calibración



Enzo Barrera

Técnico Responsable



Isaías Curi

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

Certificado de Calibración

LM - 0822015

Pag. 1 de 1

- 1 Cliente : Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
2 Dirección : AV. República de Panamá 3542 Lima - San Isidro

3 Datos del Equipo

Equipo de medición	: Estación meteorológica	Rango:	: 0 m/s a 100 m/s
Marca	: Campbell Scientific	Resolución	: 0,01 m/s
Modelo	: CR-1000	Serie de data logger	: 25509
Código Interno	: EM-01	Serie de anemómetro	: 97046

- 4 Lugar de Calibración: : Laboratorio de Meteorología - Green Group PE SAC.
5 Fecha de Calibración: : 2015-03-30
6 Condiciones Ambientales :

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%H.R.)	Presión absoluta (mbar)
Inicial	28,5	44,7	996,4
Final	27,3	48,8	996,8

7 Patrones de referencia.

Patrón	Código Interno	Nº Certificado	F. Vencimiento
Anemómetro digital	GGP-01	201410091212	2015-10-09
Barómetro / Termómetro	GGP-02	T-2287-2014	2015-06-23

8 Método de Calibración.

La calibración fue realizada mediante el método de comparación con patrón de referencia certificado ubicados en el tunel de viento y generando diferentes velocidades en distintos intervalos de tiempo.

REPORTE DE PRUEBAS DE VELOCIDAD DE VIENTO

Patrón (m/s)	Equipo (m/s)	Corrección (m/s)	Incertidumbre (m/s)
1,00	1,07	-0,07	0,01
2,02	2,06	-0,04	0,03
2,99	3,04	-0,05	0,04
4,00	4,02	-0,02	0,03
4,95	5,09	-0,14	0,07

REPORTE DE PRUEBAS DE DIRECCIÓN DE VIENTO

Patrón (°)	Equipo (°)	Corrección (°)
0,0	0,7	-0,7
90,0	88,7	1,3
180,0	177,8	2,2
270,0	267,6	2,4

9 Notas u Observaciones:

- 1) La precisión del anemómetro es de $\pm 0,3$ m/s, y dirección de viento es de $\pm 3^\circ$
- 2) Las lecturas de dirección de viento fueron efectuadas girando manualmente la veleta del sensor de viento a los puntos cardinales indicados, comparados con patrón "vane angle bench stand" young modelo 18112.
- 3) Sensor de velocidad y dirección de viento modelo 05103 young.

.Incertidumbre calculado con un factor de cobertura K=2 y para un nivel de confianza de 95,45%
.Los resultados emitidos son válidos solo para el equipo y anemómetro calibrado, en el momento de la calibración.
.Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del instrumento.
.El certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sellos carecen de validez.

Fecha de Emisión

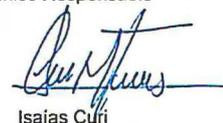
2015-04-08

Jefe de Laboratorio
Calibración



Enzo Barrera

Técnico Responsable



Isaias Curi



Certificado de Calibración

LM - 0842015

Pag. 1 de 1

1 Cliente : Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

2 Dirección : AV. República de Panamá 3542 Lima - San Isidro

3 Datos del Equipo

Equipo de medición : Estación meteorológica

Marca : Campbell Scientific

Modelo : CR-1000

Serie de data logger : 25509

Código Interno : EM-01

4 Lugar de Calibración: : Laboratorio de Meteorología - Green Group PE SAC.

5 Fecha de Calibración: : 2015-03-30

6 Condiciones Ambientales :

Temperatura : 26,1 °C

Humedad: 64,2%

Presión Atmosferica:

995,4 mbar

7 Patrones de referencia.

Patrón	Código Interno	N° Lote/Certificado	F. Vencimiento
Bomba Peristáltica	GGP-03	A01003180	2016-03-17
Barómetro / Termómetro	GGP-02	122277812	2015-06-23

8 Método de Calibración.

*Calibración fue realizada mediante el método de comparación con patrón de referencia certificado.

*Las lecturas fueron efectuadas utilizando diferentes volúmenes de agua y a una velocidad de lluvia constante de 20 mm/h.

REPORTE DE PRUEBAS PLUVIOMETRIA

Valor Nominal (mm)	Patrón (mm)	Equipo (mm)	Corrección (mm)
4,8	4,80	4,8	0,0
9,6	9,60	9,7	-0,1

Serie: 42332-1009

Modelo: TR-525M

Rango : No indica en manual

Precisión: ± 1,0% a 50 mm/hr

Resolución: 0,1 mm

REPORTE DE PRUEBAS PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Patrón (mmHg)	Equipo (mmHg)	Corrección (mmHg)
746,3	746,8	-0,5

Serie : E4250047

Modelo: PTB 110

Rango: 375,0 a 825,0 mmHg

Precisión: ± 0,45 mmHg

Resolución: 0,1 mmHg

9 Notas u Observaciones:

Los resultados emitidos son válidos solo para el equipo y sensor adecuado, en el momento de la calibración

Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del instrumento.

El certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sellos carecen de validez.

Fecha de Emisión

Jefe de Laboratorio
Calibración

Técnico Responsable

2015-04-08



Enzo Barrera



Isaias Curi



- 1 Cliente : ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL
- 2 Dirección : AV. República de Panamá 3542 - San Isidro
- 3 Datos del equipo
- . Equipo de medición : Dióxido de Azufre
SO2
- . Marca : Thermo
- . Modelo : 43i
- . Identificación : No Indica
- . N° de serie del equipo : 825231928
- . Linealidad: 1 % de Escala
- . Repetibilidad: 1 ppb
- . Deriva: 1 % de Escala
- . Resolución: 0,1 ppb
- 4 Lugar de calibración : Laboratorio de Gases - Green Group PE SAC
- 5 Fecha de calibración : 2015-09-07
- 6 Método de calibración.

La calibración se realizó por comparación según el PCG-001 procedimiento para la calibración de Analizadores de gases de Green Group PE S. A. C.

7 Condiciones Ambientales

Inicial:
Temperatura 22 °C Humedad Relativa 63% H. R. Presión Absoluta 995,0 mbar
Final:
Temperatura 23 °C Humedad Relativa 62% H. R. Presión Absoluta 996,0 mbar

8 Patrones de referencia

Patron usado	Codigo Interno	N° Lote o N° Certificado	F. Vencimiento
MFC CALIBRACIÓN 1	GGP-41.1	86012004	2015-09-17
MFC CALIBRACIÓN 2	GGP-41.2	86007005	2015-09-18
MFC DILUCION	GGP - 10 - 1	MM082214KL1	2016-08-26
CILINDRO GAS PATRON	GGP - CG - 02.1	SA2599	2018-03-10

9 Parámetros de Operación

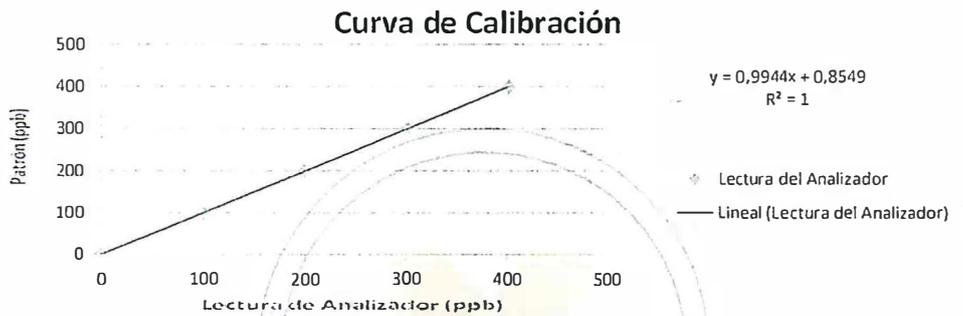
Parámetros	Inicial	Final	Rango
Rango (ppb)	500,0	500,0	(0 - 20) ppm
Average Time (sec)	60,0	60,0	(0 a 300) s
SO2 BKG	4,7	4,7	-
SO2 Coef	1,0	1,0	-
Internal Temp (°C)	29,4	30,1	(8 a 47) °C
Chamb Temp (°C)	44,8	44,8	(47 a 51) °C
Press (mmHg)	727,0	725,2	(300 a 800) mmHg
Flow (L/min)	0,4	0,4	(0,3 a 1) L/min
Lamp Intens (Hz)	91,0	91,0	(60 a 120) Hz
Lamp Voltage (v)	824,0	826,0	(600 a 1200) Volt.
PMT Supply (v)	-646,0	-646,4	(-400 a -900) Volt.

FO-[LC-PR-01]-03

10 Resultados de la medición

Concentración Patrón (ppb)	Lectura del Analizador (ppb)	Error (ppb)	Incertidumbre (ppb)
399,8	401,5	1,7	8,7
300,5	302,0	1,5	6,6
200,5	199,0	-1,5	4,6
99,8	98,5	-1,3	2,5
0,5	0,1	-0,4	1,2

11 Recta de Regresión



12 Observaciones

*El analizador se ajustó antes de realizar la calibración, siendo los valores iniciales 2,3 ppb y 386 ppb para el zero y span gas respectivamente. Luego del ajuste los valores de zero y span gas finales son: 0,2 ppb y 402 ppb respectivamente.

- La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k=2$ de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el equipo y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del equipo.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sello carecen de validez.



Fecha de emisión

2015-09-08

Jefe de Laboratorio de
Calibración

Enzo Barrera

Técnico Responsable

Renzó Andrade

FO-[LC-PR-01]-03

11.0001



Calibration
Certificate No. 1750.01

Calibration complies with ISO/IEC 17025, ANSI/NCSL Z540-1, and 9001



Cert. No.: 3461-6350682

Traceable® Certificate of Calibration for Manometer/Pressure/Vacuum Gauge

Instrument Identification:

Model: 3461 S/N: 140751984 Manufacturer: Control Company

Standards/Equipment:

Description	Serial Number	Due Date	NIST Traceable Reference
Pressure Calibrator	8000010402	8/26/15	1000361549

Certificate Information:

Technician: 353 Procedure: CAL-346X Cal Date: 11/14/14 Due Date: 11/14/16
 Test Conditions: 25.0°C 29.0 %RH 1026 mBar

Calibration Data: (New Instrument)

Unit(s)	Nominal	As Found	In Tol	Nominal	As Left	In Tol	Min	Max	±U	TUR
PSI		N.A.		12.000	12.00	Y	11.96	12.05	0.020	2.3:1
PSI		N.A.		-12.000	-11.99	Y	-12.05	-11.96	0.020	2.3:1

This Instrument was calibrated using Instruments Traceable to National Institute of Standards and Technology.

A Test Uncertainty Ratio of at least 4:1 is maintained unless otherwise stated and is calculated using the expanded measurement uncertainty. Uncertainty evaluation includes the instrument under test and is calculated in accordance with the ISO "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement" (GUM). The uncertainty represents an expanded uncertainty using a coverage factor k=2 to approximate a 95% confidence level. In tolerance conditions are based on test results falling within specified limits with no reduction by the uncertainty of the measurement. The results contained herein relate only to the item calibrated. This certificate shall not be reproduced except in full, without written approval of Control Company.

Nominal=Standard's Reading; As Left=Instrument's Reading; In Tol=In Tolerance; Min/Max=Acceptance Range; ±U=Expanded Measurement Uncertainty; TUR=Test Uncertainty Ratio; Accuracy=±(Max-Min)/2; Min = As Left Nominal(Rounded) - Tolerance; Max = As Left Nominal(Rounded) + Tolerance; Date=MM/DD/YY

Nicol Rodriguez
Nicol Rodriguez, Quality Manager

Aaron Justice
Aaron Justice, Technical Manager

Maintaining Accuracy:

In our opinion once calibrated your Manometer/Pressure/Vacuum Gauge should maintain its accuracy. There is no exact way to determine how long calibration will be maintained. Manometer/Pressure/Vacuum Gauges change little, if any at all, but can be affected by aging, temperature, shock, and contamination.

Recalibration:

For factory calibration and re-certification traceable to National Institute of Standards and Technology contact Control Company.

CONTROL COMPANY 4455 Rex Road Friendswood, TX 77546 USA
Phone 281 482-1714 Fax 281 482-9448 service@control3.com www.control3.com

Control Company is an ISO 17025:2005 Calibration Laboratory Accredited by (A2LA) American Association for Laboratory Accreditation, Certificate No. 1750.01.
 Control Company is ISO 9001:2008 Quality Certified by (DNV) Det Norske Veritas, Certificate No. CERT-01805-2006-AQ-HOU-RvA.
 International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) - Multilateral Recognition Arrangement (MRA).



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de

"Año de la consolidación del Mar de Grau"
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

ANEXO N° 4

INFORME DE ENSAYO

INFORME DE ENSAYO N° 161819 - A CON VALOR OFICIAL

Nombre del Cliente : ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL - OEFA
 Dirección : Av. República de Panamá N° 3542 - San Isidro - Lima
 Solicitado Por : ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL - OEFA
 Referencia : TDR N° 2062-2016
 Proyecto : Reservado por el cliente
 Procedencia : Distrito La Oroya - Provincia Yauli - Departamento Junin
 Muestreo Realizado Por : OEFA
 Cantidad de Muestra : 5
 Producto : Calidad de Aire
 Fecha de Recepción : 2016/07/06
 Fecha de Ensayo : 2016/07/06 al 2016/07/21
 Fecha de Emisión : 2016/07/21

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones

I. Resultados

Código de Laboratorio	161819-01	161819-02	161819-03	161819-04	161819-05			
Código de Cliente	CA-CC-01	CA-CC-01	CA-CC-01	CA-CC-01	CA-CC-01			
Fecha de Muestreo	27/06/2016 28/06/2016	28/06/2016 29/06/2016	29/06/2016 30/06/2016	30/06/2016 01/07/2016	01/07/2016 02/07/2016			
Hora de Muestreo (h)	15:30 - 14:30	15:00 - 14:00	14:30 - 13:30	14:00 - 13:00	13:30 - 12:30			
Tipo de Producto	Calidad de Aire							
Tipo Ensayo	Unidad	L.D.M.	Resultados					
Metals ICP-MS								
Metals Filter PM 10 High Volume								
Ag	Silver	µg/filtro	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Al	Aluminum	µg/filtro	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
As	Arsenic	µg/filtro	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Ba	Barium	µg/filtro	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Be	Beryllium	µg/filtro	0,02	<0,02	0,03	<0,02	<0,02	0,09
Cd	Cadmium	µg/filtro	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Co	Cobalt	µg/filtro	0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007
Cr	Chromium	µg/filtro	0,02	2,11	<0,02	<0,02	0,28	<0,02
Cu	Cooper	µg/filtro	0,007	79,90	80,80	67,29	60,13	75,39
Mn	Manganese	µg/filtro	0,02	5,12	14,33	12,02	12,47	19,69
Mo	Molybdenum	µg/filtro	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Ni	Nickel	µg/filtro	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Pb	Lead	µg/filtro	0,02	5,13	16,58	7,13	11,13	17,97
Sb	Antimony	µg/filtro	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Se	Selenium	µg/filtro	1	11	26	<1	15	6
Tl	Thallium	µg/filtro	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	6,95	8,96
V	Vanadium	µg/filtro	0,005	0,484	0,321	0,562	0,710	0,603
Zn	Zinc	µg/filtro	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
U	Uranium	µg/filtro	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Leyenda: L.D.M. = Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M. Indicado, ">" = Mayor al rango lineal permitido por la técnica analítica, "-"= No Analizado

INFORME DE ENSAYO N° 161819 - A CON VALOR OFICIAL

Código de Laboratorio	161819-01	161819-02	161819-03	161819-04	161819-05
Código de Cliente	CA-CC-01	CA-CC-01	CA-CC-01	CA-CC-01	CA-CC-01
Fecha de Muestreo	27/06/2016 28/06/2016	28/06/2016 29/06/2016	29/06/2016 30/06/2016	30/06/2016 01/07/2016	01/07/2016 02/07/2016
Hora de Muestreo (h)	15:30 - 14:30	15:00 - 14:00	14:30 - 13:30	14:00 - 13:00	13:30 - 12:30
Tipo de Producto	Calidad de Aire				

Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados				
Weighing filter PM-10 High Volume							
Pre Pesado	g	0,0004	2,6783	2,6996	2,6720	2,7016	2,6725
Post Pesado	g	0,0004	2,6919	2,7206	2,6914	2,7228	2,6968
Diferencia de Pesos	g/filtro	0,0004	0,0136	0,0210	0,0194	0,0212	0,0243
Weighing filter PM-2.5 High Volume							
Pre Pesado	g	0,0004	2,6626	2,6847	2,6731	2,6782	2,6738
Post Pesado	g	0,0004	2,6735	2,6988	2,6872	2,6958	2,6908
Diferencia de Pesos	g/filtro	0,0004	0,0109	0,0141	0,0141	0,0176	0,0170

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, "<" = Menor que el L.C.M. indicado, ">" = Mayor al valor indicado, "-" = No Analizado

II - Métodos y Referencias

Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
Fisicoquímicos		
Weighing filter PM 10 High Volume	ETL-150430 (Validado) EPA COMPENDIUM METHOD I.O-2.1 (1999). Establecido Pt.40 CFR 50, Appendix J EPA COMPENDIUM METHOD I.O-3.1	Weighing filter PM-10 HIGH VOLUME. Reference Method for the Determination of Particulate Matter as PM 10 in the Atmosphere. Selection, Preparation and Extraction of Filter Material.
Weighing filter PM 2.5 High Volume	ETL-150428 (Validado) EPA COMPENDIUM METHOD I.O-2.1 (1999). Establecido Pt.40 CFR 50, Appendix J EPA COMPENDIUM METHOD I.O-3.1	Weighing filter PM-2.5 HIGH VOLUME. Reference Method for the Determination of Particulate Matter as PM 2.5 in the Atmosphere. Selection, Preparation and Extraction of Filter Material.
Metales (ICP-MS)		
Metals Filter PM 10 High Volume - Al, Sb, As, Ba, Be, Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Mn, Mo, Ni, Se, Ag, Ti, U, V and Zn	EPA Method IO 3.5	Determination of Metals in Ambient Particulate Matter using Inductively Coupled Plasma/ Mass spectrometer (ICP-MS).

SIGLAS: "EPA": U.S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemical Analysis.
"ETL" Método Validado

III - Control de Calidad

Tipo Ensayo	PM 10 High Volume	PM 2.5 High Volume
Fisicoquímicos		
Unidad	g	g
Lim. de Cuant. del Método (L.C.M)	0,0004	0,0004
Blanco de Método (Bk-M)		
Concentración del Bk-M	<0,0004	<0,0004
Muestra Control (MC)		
Conc. de la MC (Referencial)	92,8	92,8
Recuperación de la MC	101,9	101,9
Criterio de Aceptación y Rechazo		
Blanco de Método (Bk-M)	<L.C.M	<L.C.M
Muestra Control (MC)	92,7-109,9%	92,7-109,9%

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, "-" = No Analizado, "<" = Menor que el L.C.M. indicado, "/" = No aplica

INFORME DE ENSAYO N° 161819 - A CON VALOR OFICIAL

Tipo Ensayo	:	Silver	Aluminum	Arsenic	Barium	Beryllium	Cadmium	Cobalt	Chromium
Metals ICP-MS									
Unidad	:	µg/filtro							
Lim. de Cuant. del Método (L.C.M)	:	0,01	0,01	0,2	0,1	0,02	0,02	0,007	0,02
Blanco de Método (Bk-M)									
Concentración del Bk-M	:	<0,01	<0,01	<0,2	<0,1	<0,02	<0,02	<0,007	<0,02
Muestra Control (MC)									
Conc. de la MC (Referencial)	:	0,100	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800
Recuperación de la MC	:	101,4	101,1	109,4	96,3	95,8	102,3	105,1	102,7
Criterio de Aceptación y Rechazo									
Blanco de Método (Bk-M)	:	<L.C.M							
Muestra Control (MC)	:	80-120%	80-120%	80-120%	80-120%	80-120%	80-120%	80-120%	80-120%

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, "—" = No Analizado, "<" = Menor que el L.C.M. indicado, "/" = No aplica

Tipo Ensayo	:	Cooper	Manganese	Molybdenum	Nickel	Lead	Antimony	Selenium	Thallium
Metals ICP-MS									
Unidad	:	µg/filtro	µg/filtro	µg/filtro	µg/filtro	µg/filtro	µg/filtro	µg/filtro	µg/filtro
Lim. de Cuant. del Método (L.C.M)	:	0,007	0,02	0,02	0,05	0,02	0,02	1	0,02
Blanco de Método (Bk-M)									
Concentración del Bk-M	:	<0,007	<0,02	<0,02	<0,05	<0,02	<0,02	<1	<0,02
Muestra Control (MC)									
Conc. de la MC (Referencial)	:	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800
Recuperación de la MC	:	98,3	90,0	94,9	107,7	107,0	95,5	105,3	103,8
Criterio de Aceptación y Rechazo									
Blanco de Método (Bk-M)	:	<L.C.M	<L.C.M	<L.C.M	<L.C.M	<L.C.M	<L.C.M	<L.C.M	<L.C.M
Muestra Control (MC)	:	80-120%	80-120%	80-120%	80-120%	80-120%	80-120%	80-120%	80-120%

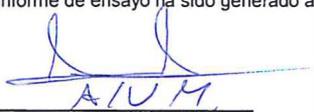
Leyenda: L.D.M. = Límite de detección del método, "<" = Menor que el L.D.M. indicado.

Tipo Ensayo	:	Vanadium	Zinc	Uranium
Metals ICP-MS				
Unidad	:	µg/filtro	µg/filtro	µg/filtro
Lim. de Cuant. del Método (L.C.M)	:	0,005	0,05	0,005
Blanco de Método (Bk-M)				
Concentración del Bk-M	:	<0,005	<0,05	<0,005
Muestra Control (MC)				
Conc. de la MC (Referencial)	:	0,800	0,800	0,800
Recuperación de la MC	:	107,2	93,2	102,3
Criterio de Aceptación y Rechazo				
Blanco de Método (Bk-M)	:	<L.C.M	<L.C.M	<L.D.M
Muestra Control (MC)	:	80-120%	80-120%	80-120%

Leyenda: L.D.M. = Límite de detección del método, "<" = Menor que el L.D.M. indicado.

IV - Observaciones

El presente Informe de ensayo ha sido generado a solicitud del cliente, para fines que éste estime conveniente.


Alfonso Vilca M.
GCSSA
C.Q.P. N° 587

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente.

Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.

El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio.

El tiempo de perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra.

Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C.

** FIN DEL INFORME **

INFORME DE ENSAYO N° 161819 - B CON VALOR OFICIAL

Nombre del Cliente : ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL - OEFA
Dirección : Av. República de Panamá N° 3542 - San Isidro - Lima
Solicitado Por : ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL - OEFA
Referencia : TDR N° 2062-2016
Proyecto : Reservado por el cliente
Procedencia : Distrito La Oroya - Provincia Yauli - Departamento Junín
Muestreo Realizado Por : OEFA
Cantidad de Muestra : 1
Producto : Calidad de Aire
Fecha de Recepción : 2016/07/06
Fecha de Ensayo : 2016/07/06 al 2016/07/21
Fecha de Emisión : 2016/07/21

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones

I. Resultados

Código de Laboratorio		161819-06		
Código de Cliente		BK-CC-01		
Fecha de Muestreo		02/07/2016		
Hora de Muestreo (h)		NO INDICA		
Tipo de Producto		Calidad de Aire		
Tipo Ensayo	Unidad	L.D.M.	Resultados	
Metals ICP-MS				
Metals Filter PM 10 High Volume				
Ag	Silver	µg/filtro	0,01	<0,01
Al	Aluminum	µg/filtro	0,01	<0,01
As	Arsenic	µg/filtro	0,2	<0,2
Ba	Barium	µg/filtro	0,1	<0,1
Be	Beryllium	µg/filtro	0,02	<0,02
Cd	Cadmium	µg/filtro	0,02	<0,02
Co	Cobalt	µg/filtro	0,007	<0,007
Cr	Chromium	µg/filtro	0,02	<0,02
Cu	Cooper	µg/filtro	0,007	0,805
Mn	Manganese	µg/filtro	0,02	0,14
Mo	Molybdenum	µg/filtro	0,02	<0,02
Ni	Nickel	µg/filtro	0,05	<0,05
Pb	Lead	µg/filtro	0,02	<0,02
Sb	Antimony	µg/filtro	0,02	<0,02
Se	Selenium	µg/filtro	1	<1
Tl	Thallium	µg/filtro	0,02	<0,02
V	Vanadium	µg/filtro	0,005	<0,005
Zn	Zinc	µg/filtro	0,05	<0,05
U	Uranium	µg/filtro	0,005	<0,005

Leyenda: L.D.M. = Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M. indicado, ">" = Mayor al rango lineal permitido por la técnica analítica, "-"= No Analizado

INFORME DE ENSAYO N° 161819 - B CON VALOR OFICIAL

Código de Laboratorio	161819-06
Código de Cliente	BK-CC-01
Fecha de Muestreo	02/07/2016
Hora de Muestreo (h)	NO INDICA
Tipo de Producto	Calidad de Aire

Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
Weighing filter PM-10 High Volume			
Pre Pesado	g	0,0004	2,6731
Post Pesado	g	0,0004	2,6732
Diferencia de Pesos	g/filtro	0,0004	<0,0004
Weighing filter PM-2.5 High Volume			
Pre Pesado	g	0,0004	2,6850
Post Pesado	g	0,0004	2,6852
Diferencia de Pesos	g/filtro	0,0004	<0,0004

Legenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, "<" = Menor que el L.C.M. indicado, ">" = Mayor al valor indicado, "----" = No Analizado

II - Métodos y Referencias

Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
Fisicoquímicos		
Weighing filter PM 10 High Volume	ETL-150430 (Validado) EPA COMPENDIUM METHOD I.O-2.1 (1999). Establecido Pt.40 CFR 50, Appendix J EPA COMPENDIUM METHOD I.O-3.1	Weighing filter PM-10 HIGH VOLUME. Reference Method for the Determination of Particulate Matter as PM 10 in the Atmosphere. Selection, Preparation and Extraction of Filter Material.
Weighing filter PM 2.5 High Volume	ETL-150428 (Validado) EPA COMPENDIUM METHOD I.O-2.1 (1999). Establecido Pt.40 CFR 50, Appendix J EPA COMPENDIUM METHOD I.O-3.1	Weighing filter PM-2.5 HIGH VOLUME. Reference Method for the Determination of Particulate Matter as PM 2.5 in the Atmosphere. Selection, Preparation and Extraction of Filter Material.
Metales (ICP-MS)		
Metals Filter PM 10 High Volume – Al, Sb, As, Ba, Be, Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Mn, Mo, Ni, Se, Ag, Ti, U, V and Zn.	EPA Method IO 3.5	Determination of Metals in Ambient Particulate Matter using Inductively Coupled Plasma/ Mass spectrometer (ICP-MS).

SIGLAS: *EPA*: U.S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemical Analysis.
ETL Método Validado

III - Control de Calidad

Tipo Ensayo	PM 10 High Volume	PM 2.5 High Volume
Fisicoquímicos		
Unidad	g	g
Lim. de Cuant. del Método (L.C.M)	0,0004	0,0004
Blanco de Método (Bk-M)		
Concentración del Bk-M	<0,0004	<0,0004
Muestra Control (MC)		
Conc. de la MC (Referencial)	92,8	92,8
Recuperación de la MC	101,9	101,9
Criterio de Aceptación y Rechazo		
Blanco de Método (Bk-M)	<L.C.M	<L.C.M
Muestra Control (MC)	92,7-109,9%	92,7-109,9%

Legenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, "----" = No Analizado, "<" = Menor que el L.C.M. indicado, "///" = No aplica

INFORME DE ENSAYO N° 161819 - B CON VALOR OFICIAL

Tipo Ensayo	Silver	Aluminum	Arsenic	Barium	Beryllium	Cadmium	Cobalt	Chromium
Metals ICP-MS								
Unidad	µg/filtro							
Lim. de Cuant. del Método (L.C.M)	0,01	0,01	0,2	0,1	0,02	0,02	0,007	0,02
Blanco de Método (Bk-M)								
Concentración del Bk-M	<0,01	<0,01	<0,2	<0,1	<0,02	<0,02	<0,007	<0,02
Muestra Control (MC)								
Conc. de la MC (Referencial)	0,100	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800
Recuperación de la MC	101,4	101,1	109,4	96,3	95,8	102,3	105,1	102,7
Criterio de Aceptación y Rechazo								
Blanco de Método (Bk-M)	<L.C.M							
Muestra Control (MC)	80-120%	80-120%	80-120%	80-120%	80-120%	80-120%	80-120%	80-120%

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, "—" = No Analizado, "<" = Menor que el L.C.M. indicado, "/" = No aplica

Tipo Ensayo	Cooper	Manganese	Molybdenum	Nickel	Lead	Antimony	Selenium	Thallium
Metals ICP-MS								
Unidad	µg/filtro	µg/filtro	µg/filtro	µg/filtro	µg/filtro	µg/filtro	µg/filtro	µg/filtro
Lim. de Cuant. del Método (L.C.M)	0,007	0,02	0,02	0,05	0,02	0,02	1	0,02
Blanco de Método (Bk-M)								
Concentración del Bk-M	<0,007	<0,02	<0,02	<0,05	<0,02	<0,02	<1	<0,02
Muestra Control (MC)								
Conc. de la MC (Referencial)	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800
Recuperación de la MC	98,3	90,0	94,9	107,7	107,0	95,5	105,3	103,8
Criterio de Aceptación y Rechazo								
Blanco de Método (Bk-M)	<L.C.M	<L.C.M	<L.C.M	<L.C.M	<L.C.M	<L.C.M	<L.C.M	<L.C.M
Muestra Control (MC)	80-120%	80-120%	80-120%	80-120%	80-120%	80-120%	80-120%	80-120%

Leyenda: L.D.M. = Límite de detección del método, "<" = Menor que el L.D.M. indicado.

Tipo Ensayo	Vanadium	Zinc	Uranium
Metals ICP-MS			
Unidad	µg/filtro	µg/filtro	µg/filtro
Lim. de Cuant. del Método (L.C.M)	0,005	0,05	0,005
Blanco de Método (Bk-M)			
Concentración del Bk-M	<0,005	<0,05	<0,005
Muestra Control (MC)			
Conc. de la MC (Referencial)	0,800	0,800	0,800
Recuperación de la MC	107,2	93,2	102,3
Criterio de Aceptación y Rechazo			
Blanco de Método (Bk-M)	<L.C.M	<L.C.M	<L.D.M
Muestra Control (MC)	80-120%	80-120%	80-120%

Leyenda: L.D.M. = Límite de detección del método, "<" = Menor que el L.D.M. indicado.

Alfonso Vilca M.
GCSSA
C.Q.P. N° 587

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente.
Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.
El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio.
El tiempo de perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra.
Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C.

** FIN DEL INFORME **



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

ANEXO N° 5

CÁLCULO DE CONCENTRACIONES

NOMBRE DEL PROYECTO MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE EN LA CIUDAD DE LA OROYA

Punto de Monitoreo	Parámetro	Caudal de Muestreo (l/min)	Tiempo de Inicio		Tiempo Final		Tiempo de Muestreo (min)	Volumen de Muestreo (m ³)	Temperatura de Muestreo (°C)	Temperatura de Muestreo (°K)	Temperatura Estándar (°K)	Presión de Muestreo (mBar)	Presión Estándar (mBar)	Volumen Estándar (m ³)	Fecha de Inicio
			Hora	Minutos	Hora	Minutos									
CA-CC-01	PM10 (1)	1127	15	30	14	30	1380,0	1555,191	7,3	280,45	298,15	655,3	1013,25	1069,234	27/06/2016
		1124	15	0	14	0	1380,0	1550,844	5,4	278,55	298,15	656,2	1013,25	1075,043	28/06/2016
		1124	14	30	13	30	1380,0	1550,568	5,8	278,95	298,15	655,8	1013,25	1072,657	29/06/2016
		1125	14	0	13	0	1380,0	1551,948	5,8	278,95	298,15	656,1	1013,25	1074,053	30/06/2016
		1125	13	30	12	30	1380,0	1551,948	5,8	278,95	298,15	656,1	1013,25	1074,052	01/07/2016
	PM2.5 (1)	1114	15	30	14	30	1380,0	1537,251	7,3	280,45	298,15	655,3	1013,25	1056,900	27/06/2016
		1109	15	0	14	0	1380,0	1530,144	5,4	278,55	298,15	656,2	1013,25	1060,694	28/06/2016
		1111	14	30	13	30	1380,0	1532,766	5,8	278,95	298,15	655,8	1013,25	1060,341	29/06/2016
		1112	14	0	13	0	1380,0	1534,146	5,8	278,95	298,15	656,1	1013,25	1061,733	30/06/2016
		1111	13	30	12	30	1380,0	1532,766	5,8	278,95	298,15	656,1	1013,25	1060,776	01/07/2016
	Metales (2)	1127	15	30	14	30	1380,0	1555,191	7,3	280,45	283,15	655,3	1013,25	1015,441	27/06/2016
		1124	15	0	14	0	1380,0	1550,844	5,4	278,55	283,15	656,2	1013,25	1020,958	28/06/2016
		1124	14	30	13	30	1380,0	1550,568	5,8	278,95	283,15	655,8	1013,25	1018,691	29/06/2016
		1125	14	0	13	0	1380,0	1551,948	5,8	278,95	283,15	656,1	1013,25	1020,017	30/06/2016
		1125	13	30	12	30	1380,0	1551,948	5,8	278,95	283,15	656,1	1013,25	1020,016	01/07/2016

(1) El cálculo de volumen estándar para material particulado, se realizó en base a las condiciones de temperatura estándar (T= 25°C ó 298,15 °K) y presión estándar (760 mmHg ó 1013,25 mBar), establecidas en el Protocolo de Monitoreo de la Calidad del aire y Gestión de los datos de la DIGESA (2005).

(2) El cálculo de volumen estándar para metales en PM-10, se realizó en base a las condiciones de temperatura estándar (T= 10°C ó 283,15 °K) y presión estándar (760 mmHg ó 1013,25 mBar), establecidas en la Norma referencial ONTARIO'S AMBIENT AIR QUALITY CRITERIA (2012).

NOMBRE DEL PROYECTO:

MONITOREO DE CALIDAD AMBIENTAL DE AIRE EN EL DISTRITO DE LA OROYA, PROVINCIA DE YAULI,
DEPARTAMENTO DE JUNÍN

PUNTO DE MONITOREO	PARÁMETRO	VOLUMEN ESTÁNDAR (m ³)	DIFERENCIA DE PESO (g)	CONCENTRACIÓN (µg/m ³)	FECHA DE INICIO
CA-CC-01	PM10	1069,234	0,0136	12,72	27/06/2016
		1075,043	0,021	19,53	28/06/2016
		1072,657	0,0194	18,09	29/06/2016
		1074,053	0,0212	19,74	30/06/2016
		1074,052	0,0243	22,62	01/07/2016
	PM2.5	1056,900	0,0109	10,31	27/06/2016
		1060,694	0,0141	13,29	28/06/2016
		1060,341	0,0141	13,30	29/06/2016
		1061,733	0,0176	16,58	30/06/2016
		1060,776	0,017	16,03	01/07/2016

NOMBRE DEL PROYECTO:
**MONITOREO DE CALIDAD AMBIENTAL DE AIRE EN EL DISTRITO DE LA OROYA,
PROVINCIA DE YAULI, DEPARTAMENTO DE JUNÍN**

RESULTADOS DE LABORATORIO							
Metal medido en PM10		Unidad	CA-CC-01				
			27/06/2016	28/06/2016	29/06/2016	30/06/2016	01/07/2016
			15:30-14:30	15:00-14:00	14:30-13:30	14:00-13:00	13:30-12:30
Plata	Ag	µg/filtro	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Aluminio	Al	µg/filtro	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Arsénico	As	µg/filtro	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Bario	Ba	µg/filtro	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Berilio	Be	µg/filtro	<0,02	0,03	<0,02	<0,02	0,09
Cadmio	Cd	µg/filtro	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cobalto	Co	µg/filtro	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007
Cromo	Cr	µg/filtro	2,11	<0,02	<0,02	0,28	<0,02
Cobre	Cu	µg/filtro	79,9	80,8	67,29	60,13	75,39
Manganeso	Mn	µg/filtro	5,12	14,33	12,02	12,47	19,69
Molibdeno	Mo	µg/filtro	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Niquel	Ni	µg/filtro	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Plomo	Pb	µg/filtro	5,13	16,58	7,13	11,13	17,97
Antimonio	Sb	µg/filtro	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Selenio	Se	µg/filtro	11	26	<1	15	6
Talio	Tl	µg/filtro	<0,02	<0,02	<0,02	6,95	8,96
Vanadio	V	µg/filtro	0,484	0,321	0,562	0,71	0,603
Zinc	Zn	µg/filtro	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Uranio	U	µg/filtro	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

CONCENTRACIÓN DE METALES							Estandar de Calidad Ambiental Ontario (µg/m ³)	
Volmen estandar (m ³)			1015,441	1020,958	1018,691	1020,017		1020,016
Plata	Ag	µg/m ³	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	1
Aluminio	Al	µg/m ³	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	-
Arsénico	As	µg/m ³	<0,00020	<0,00020	<0,00020	<0,00020	<0,00020	0,3
Bario	Ba	µg/m ³	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	10
Berilio	Be	µg/m ³	<0,00002	0,00003	<0,00002	<0,00002	0,00009	0,01
Cadmio	Cd	µg/m ³	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	0,025
Cobalto	Co	µg/m ³	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	0,1
Cromo	Cr	µg/m ³	0,00208	<0,00002	<0,00002	0,00027	<0,00002	0,5
Cobre	Cu	µg/m ³	0,07869	0,07914	0,06606	0,05895	0,07391	50
Manganeso	Mn	µg/m ³	0,00504	0,0140	0,01180	0,01223	0,01930	0,2
Molibdeno	Mo	µg/m ³	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	120
Niquel	Ni	µg/m ³	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,1
Plomo	Pb	µg/m ³	0,005	0,016	0,007	0,011	0,018	0,5
Antimonio	Sb	µg/m ³	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	25
Selenio	Se	µg/m ³	0,01083	0,02547	<0,00098	0,01471	0,00588	10
Talio	Tl	µg/m ³	<0,00002	<0,00002	<0,00002	0,00681	0,00878	-
Vanadio	V	µg/m ³	0,00048	0,00031	0,00055	0,00070	0,00059	2
Zinc	Zn	µg/m ³	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	120
Uranio	U	µg/m ³	<0,000005	<0,000005	<0,000005	<0,000005	<0,000005	0,15