

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



*“EVALUACIÓN DEL NIVEL DE AFECTACIÓN DE LA CALIDAD DE AIRE EN LOS
DISTRITOS DE CHURCAMP A Y SAN PEDRO DE CORIS, PROVINCIA DE
CHURCAMP A INFLUENCIADO POR LAS ACTIVIDADES DE LA UNIDAD
MINERA COBRIZA DE DOE RUN PERÚ EN LIQUIDACIÓN EN MARCHA SAC
2016”*

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL

Presentado por:

BACH. ROJAS TORRES, KATERIN

Cerro de Pasco - Perú - 2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



***“EVALUACIÓN DEL NIVEL DE AFECTACIÓN DE LA CALIDAD DE AIRE EN LOS
DISTRITOS DE CHURCAMP A Y SAN PEDRO DE CORIS, PROVINCIA DE
CHURCAMP A INFLUENCIADO POR LAS ACTIVIDADES DE LA UNIDAD
MINERA COBRIZA DE DOE RUN PERÚ EN LIQUIDACIÓN EN MARCHA SAC
2016”***

Presentado por:

BACH. ROJAS TORRES, KATERIN

Sustentado y aprobado ante la comisión de jurados

Mg. Rosario M. VASQUEZ GARCIA

PRESIDENTE

Mg. Luis A. PACHECO PEÑA

MIEMBRO

Mg. Lucio ROJAS VITOR

MIEMBRO

DEDICATORIA

A las dos mujeres maravillosas que cumplen el rol de madres, que influenciaron y brindaron su apoyo para el éxito personal y profesional.

RESUMEN

En acatamiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, presento la presente Tesis Intitulada **“EVALUACIÓN DEL NIVEL DE AFECTACIÓN DE LA CALIDAD DE AIRE EN LOS DISTRITOS DE CHURCAMP Y SAN PEDRO DE CORIS, PROVINCIA DE CHURCAMP INFLUENCIADO POR LAS ACTIVIDADES DE LA UNIDAD MINERA COBRIZA DE DOE RUN PERÚ EN LIQUIDACIÓN EN MARCHA SAC 2016”** con el objetivo de optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental, con el fin de su entendimiento presento el un resumen de la investigación.

En el país, la contaminación atmosférica se ha constituido en uno de los principales problemas ambientales. El deterioro de la calidad del aire, ha generado el incremento de los efectos negativos sobre la salud humana y el medio ambiente, la contaminación del aire es actualmente uno de los problemas ambientales más severos a nivel mundial. Las poblaciones de los distritos de Churcampa y San Pedro de Coris, Provincia de Churcampa influenciado por las actividades de la Unidad Minera Cobriza de Doe Run Perú no son ajenos a los efectos ocasionados en la calidad del aire por las actividades que realiza la mencionada empresa en esta zona del Perú.

En la investigación realizada el objetivo principal fue evaluar el nivel de afectación de la Calidad de Aire en los distritos de Churcampa y San Pedro de Coris, Provincia de Churcampa influenciado por las actividades de la Unidad Minera Cobriza de Doe Run Perú en Liquidación en Marcha SAC 2016.

En las tablas del 3 al 14 y en los Gráficos del 1 al 7 se muestra los resultados de Concentración de PM 10, PM-2.5, Plomo, Arsénico, Dióxido de Azufre, Dióxido de Nitrógeno y Monóxido de Carbono- 2016, de las 7 estaciones de monitoreo de los parámetros de PM 10, PM-2.5, Plomo, Arsénico, Dióxido de Azufre, Dióxido de Nitrógeno y Monóxido de Carbono. De la evaluación realizada las concentraciones de Plomo, Arsénico, Dióxido de Azufre, Dióxido de Nitrógeno y Monóxido de Carbono determinaron la calidad de aire, encontrándose dentro de lo establecido por los estándares de calidad ambiental para aire del D.S. N° 074-2001-PCM y D.S. N° 003-2008 MINAM, por los estándares de la EPA, los Niveles Guía de la OMS y Límites transitorios de calidad de aire para minería L.T.C Aire. (R.M. 315-96-EM/VMM), esto se debe principalmente a que la dirección de los vientos es predominante del Norte y Nor-noreste, y las poblaciones en evaluación se encuentran al lado sur de la actividad minera. Por lo tanto las poblaciones del Distrito de Churcampa y San Pedro de Coris, Provincia de Churcampa son áreas que son afectados mínimamente en su calidad del aire.

SUMMARY

In compliance with the Regulations of Degrees and Titles of the National University Daniel Alcides Carrión, I present this thesis entitled "EVALUATION OF THE LEVEL OF AFFECTATION OF AIR QUALITY IN THE DISTRICTS OF CHURCAMP A AND SAN PEDRO DE CORIS, CHURCAMP A PROVINCE INFLUENCED BY THE ACTIVITIES OF THE MINING UNIT COBRIZA OF DOE RUN PERU IN LIQUIDATION IN MARCH SAC 2016 "with the objective of choosing the Professional Title of Environmental Engineer, with the purpose of its understanding I present a summary of the investigation.

In the country, air pollution has become one of the main environmental problems. The deterioration of the air quality, has generated the increase of the negative effects on human health and the environment, air pollution is currently one of the most severe environmental problems worldwide. The populations of the districts of Churcampa and San Pedro de Coris, Province of Churcampa influenced by the activities of the Cobriza Mine Unit of Doe Run Peru, are not unrelated to the effects caused on the air quality by the activities carried out by the aforementioned company in This area of Peru.

In the investigation, the main objective was to evaluate the level of affect of the Air Quality in the districts of Churcampa and San Pedro de Coris, Province of Churcampa influenced by the activities of the Cobriza Mine Unit of Doe Run Peru in Liquidation in March, SAC 2016.

Tables 3 to 14 and Graphs 1 to 7 show the results of Concentration of PM 10, PM-2.5, Lead, Arsenic, Sulfur Dioxide, Nitrogen Dioxide and Carbon Monoxide- 2016, of the 7 monitoring stations for the parameters of PM 10, PM-2.5, Lead, Arsenic, Sulfur Dioxide, Nitrogen Dioxide and Carbon Monoxide. From the evaluation carried out the concentrations of Lead, Arsenic, Sulfur Dioxide, Nitrogen Dioxide and Carbon Monoxide determined the air quality, being within the established by the environmental quality standards for air of D.S. No. 074-2001-PCM and D.S. N° 003-2008 MINAM, by the standards of the EPA, the Guide Levels of the WHO and Transitory Limits of quality of air for mining L.T.C Air. (R.M. 315-96-EM / VMM), this is mainly due to the fact that the direction of the winds is predominant in the North and North-Northeast, and the populations under evaluation are located on the south side of the mining activity. Therefore the populations of the District of Churcampa and San Pedro de Coris, Province of Churcampa are areas that are minimally affected in their air quality.

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| RESUMEN | I |
| SUMMARY | III |
| ÍNDICE..... | V |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | VII |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS | VIII |
| INTRODUCCIÓN | IX |
| | |
| CAPÍTULO I..... | 1 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 1 |
| 1.1 DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA | 3 |
| 1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 3 |
| 1.3 OBJETIVOS..... | 4 |
| 1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN..... | 5 |
| 1.5 IMPORTANCIA Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN | 6 |
| 1.6 LIMITACIONES | 6 |
| CAPÍTULO II..... | 7 |
| MARCO TEÓRICO | 7 |
| 2.1 ANTECEDENTES..... | 7 |
| 2.2 BASES TEÓRICAS Y CIENTÍFICAS | 15 |
| 2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS: | 27 |
| 2.4 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS | 30 |
| 2.5 DETERMINACIÓN DE VARIABLES: | 31 |
| CAPÍTULO III..... | 32 |
| METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN..... | 32 |
| 3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN..... | 32 |
| 3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN | 32 |
| 3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA..... | 33 |
| 3.4 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN..... | 34 |
| 3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:..... | 34 |

| | |
|--|----|
| 3.6 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS. | 35 |
| 3.7 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE DATOS..... | 35 |
| CAPÍTULO IV | 36 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 36 |
| 4.1 ÁMBITO DE LA ZONA EN ESTUDIO..... | 36 |
| 4.2 UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO..... | 37 |
| 4.3 FRECUENCIA Y TIEMPO DE MUESTREOS | 38 |
| 4.4 PARÁMETROS DE MONITOREO..... | 38 |
| 4.5 SELECCIÓN DE EQUIPOS Y PROCEDIMIENTO DE MUESTREO..... | 38 |
| 4.6 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS..... | 42 |
| 4.7 DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 68 |
| 4.8 PRUEBA DE HIPÓTESIS..... | 70 |
| | |
| CONCLUSIONES | |
| RECOMENDACIONES | |
| BIBLIOGRAFÍA | |
| ANEXOS | |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----------|
| TABLA N° 1. Puntos de Monitoreo..... | 33 |
| TABLA N° 2. Metodología Empleada en el Muestreo..... | 39 |
| TABLA N° 3. Resultado de Parámetros Ambientales-Enero 2016..... | 44 |
| TABLA N° 4. Resultado de Parámetros Ambientales-Febrero 2016... | 45 |
| TABLA N° 5. Resultado de Parámetros Ambientales-Marzo 2016..... | 46 |
| TABLA N° 6. Resultado de Parámetros Ambientales-Abril 2016..... | 47 |
| TABLA N° 7. Resultado de Parámetros Ambientales-Mayo 2016..... | 48 |
| TABLA N° 8. Resultado de Parámetros Ambientales-Junio 2016..... | 49 |
| TABLA N° 9. Resultado de Parámetros Ambientales-Julio 2016..... | 50 |
| TABLA N° 10. Resultado de Parámetros Ambientales-Agosto 2016.. | 51 |
| TABLA N° 11. Resultado de Parámetros Ambientales-Septiembre ... | 52 |
| TABLA N° 13. Resultado de Parámetros Ambientales-October 2016. | 53 |
| TABLA N° 14. Resultado de Parámetros Ambientales-Noviembre.... | 54 |
| TABLA N° 15. Resultado de Parámetros Ambientales-Diciembre..... | 55 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|-----------|
| GRÁFICO N° 1. Resultados de Concentración de PM 10 2016..... | 56 |
| GRÁFICO N° 2. Resultados de Concentración de PM 2.5 2016..... | 58 |
| GRÁFICO N° 3. Resultados de Concentración de Plomo 2016..... | 60 |
| GRÁFICO N° 4. Resultados de Concentración de Arsénico 2016..... | 61 |
| GRÁFICO N° 5. Resultados de Concentración de Dióxido de Azufre.. | 63 |
| GRÁFICO N° 6. Resultados de Contra. de Dióxido de Nitrógeno..... | 65 |
| GRÁFICO N° 7. Resultados de Contra. de Monóxido de Carbono..... | 67 |

INTRODUCCIÓN

El presente estudio considera como área de influencia social directa a la Unidad Minera Cobriza, donde se halla comprendida los Centros Poblados de Machahuay Bajo, Qochacc, Pampa de Coris y Expansión, los cuales se encuentran ubicados en el límite del departamento de Huancavelica con Ayacucho, específicamente hacia el margen izquierdo del río Mantaro a una altitud de 2030 msnm.

La presente investigación tiene como referencia antecedentes relacionadas con la investigación como ejemplo la investigación realizada por el Centro Nacional de Salud Ocupacional y Protección del Ambiente para la Salud; Instituto Nacional de Salud; Jonh Astete, María del Carmen Gastañaga, Doris Pérez Lima, Perú, 2010, investigación denominada “Niveles de metales pesados en el ambiente y su exposición en la población luego de cinco años de exploración minera en Las Bambas”, en donde se extrajo lo siguiente:

El objetivo de la presente investigación fue determinar las concentraciones de material particulado (PM_{10}) y metales pesados en el ambiente, así como en la población aledaña al proyecto Las Bambas luego de cinco años de exploración minera. Finalizada esta investigación se menciona que luego de cinco años de actividad de exploración minera, no se han visto afectadas las características ambientales de la zonas de influencia del proyecto minero Las Bambas, sin embargo, se observan

cambios en los niveles de cadmio en orina y en el porcentaje de personas que lo presentan.

La población en estudio está compuesta por el área total de los distritos de Churcampa y San Pedro de Coris. La muestra está representado en el área de influencia de la U. M. Cobriza, se instalaron un total de cinco estaciones de monitoreo de calidad de aire, para ubicación de dichas estaciones se tomó en consideración estudios previos y se seleccionaron de acuerdo a los criterios siguientes: Dirección predominante del viento, Representatividad de muestreo de contaminantes, Facilidad y seguridad operacional.

La Autora.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Determinación del Problema

En el país, la contaminación atmosférica se ha constituido en uno de los principales problemas ambientales. El deterioro de la calidad del aire, ha generado el incremento de los efectos negativos sobre la salud humana y el medio ambiente, la contaminación del aire es actualmente uno de los problemas ambientales más severos a nivel mundial. Está presente en todas las sociedades, independientemente del nivel de desarrollo socioeconómico, y constituye un fenómeno que tiene particular incidencia sobre la salud del hombre.

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) señala que la contaminación del aire afecta la salud de más de 80 millones de habitantes sólo en la región de América Latina y el Caribe, provocando anualmente unos 2.3 millones de casos de insuficiencia respiratoria crónica en niños, unos 100 mil casos de bronquitis crónica en adultos, cerca de 65 millones de días de trabajos perdidos, y un número aún no calculado de inasistencias al colegio.

Un efecto de la contaminación del aire que generalmente pasa inadvertido es el número aún no calculado de inasistencias al colegio debido a asma y rinitis alérgica e infecciones respiratorias agudas. En los Estados Unidos se calcula que el asma alérgica provoca 10 millones de días escolares perdidos.

Para la Defensoría del Pueblo del Perú, la defensa de los derechos constitucionales de la persona y la comunidad requiere una aproximación integral. En consecuencia, considera que el goce de los derechos a la vida, la salud, la educación, la integridad personal, la propiedad, la seguridad, la vivienda, entre otros, implican garantizar un entorno ambiental adecuado donde la persona pueda desarrollarse individual y colectivamente. En este sentido, la preocupación por la calidad del aire, el agua y, en general, del ambiente, forma parte fundamental de la política defensorial de protección y garantía de los derechos fundamentales de la persona humana.

Los riesgos de salud, puesto simplemente, es una medida causando de la posibilidad que usted experimentará problemas de salud. La exposición a los contaminantes tóxicos del aire puede aumentar sus riesgos de salud. Por ejemplo, si usted vive cerca de una fábrica que emite químicos que causan el cáncer e inhala el aire contaminado, su riesgo de tener cáncer puede aumentar. Respirar tóxicos del aire podría también aumentar su riesgo a los efectos no cancerosos tales como la enfisema o desórdenes reproductivos.

Las poblaciones de los distritos de Churcampa y San Pedro de Coris, Provincia de Churcampa influenciado por las actividades de la Unidad Minera Cobriza de Doe Run Perú no se escapan de los efectos que puede tener por las actividades que realizan la mencionada empresa en la calidad de aire de esta zona del Perú.

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema General

¿Cuál es el nivel de afectación de la calidad de aire en los distritos de Churcampa y San Pedro de Coris, Provincia de Churcampa influenciado por las actividades de la Unidad Minera Cobriza de Doe Run Perú en Liquidación en Marcha SAC 2016?

1.2.2 Problemas Específicos

1. ¿Qué actividades de la Unidad Minera Cobriza de Doe Run Perú en Liquidación en Marcha SAC afectan la calidad del aire

del distrito de Churcampa y San Pedro de Coris, Provincia de Churcampa?

2. ¿Cuál es la dirección del Viento en los distritos de Churcampa y San Pedro de Coris, Provincia de Churcampa con respecto a las actividades de la Unidad Minera Cobriza de Doe Run Perú en Liquidación en Marcha SAC?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Evaluar el nivel de afectación de la calidad de aire en los distritos de Churcampa y San Pedro de Coris, Provincia de Churcampa influenciado por las actividades de la Unidad Minera Cobriza de Doe Run Perú en Liquidación en Marcha SAC 2016

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Determinar las actividades de la Unidad Minera Cobriza de Doe Run Perú en Liquidación en Marcha SAC que afectan la calidad del aire del distrito de Churcampa y San Pedro de Coris, Provincia de Churcampa.

2. Determinar la dirección del Viento en los distritos de Churcampa y San Pedro de Coris, Provincia de Churcampa

con respecto a las actividades de la Unidad Minera Cobriza de Doe Run Perú en Liquidación en Marcha SAC.

1.4 Justificación del Problema

La actividad minera produce prosperidad en las zonas donde se lleva a cabo, pero indudablemente también produce un impacto ambiental. La mayor parte de las minas tienen una planta de procesamiento del mineral en sus cercanías y actividades de movimiento de tierra, esto hace que la calidad de aire de zonas cercanas se ven deteriorados.

Los metales no solo son importantes para el uso que hacemos de ellos, sino que también son parte integral de nuestra naturaleza y de otros organismos vivos. Sin embargo, así como hay elementos metálicos que son componentes esenciales para los organismos vivos, las deficiencias o excesos de ellos pueden ser muy perjudiciales para la vida. En el medio natural los excesos pueden generarse por drenaje de aguas de mina, de desmonte o de relaves mineros. Algunos metales como cadmio y mercurio, y metaloides como antimonio o arsénico los cuales son muy comunes en pequeñas cantidades en depósitos metálicos son altamente tóxicos, particularmente en forma soluble, la cual puede ser absorbida por los organismos vivos. Lo mismo se aplica al plomo, pero afortunadamente este metal es bastante poco reactivo a menos que sea ingerido y/o absorbido. Es por ello que la presente investigación está justificada ya

que conoceremos el grado de impacto en la calidad de aire que está influenciado por la Unidad Minera Cobriza de Doe Run Perú.

1.5 IMPORTANCIA Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

La importancia de la investigación se debe a que la preocupación y el interés por conocer la calidad de aire se debe a que ello trae como consecuencia los efectos perjudiciales a largo plazo de la contaminación atmosférica en la salud, la importancia también radica en informar al ciudadano en general la calidad de aire de la zona a fin de que puedan tomar las precauciones del caso

El Alcance que contribuirá la presente investigación será el inicio de la investigación de la calidad de aire en los distritos de Churcampa y San Pedro de Coris que servirá como información base de la calidad de aire y tomar las precauciones del caso cuando estos se encuentren por encima los estándares de calidad permitida.

1.6 LIMITACIONES

- a. Los costos de muestreo y análisis son muy elevados por lo que hemos tenido dificultades para la obtención final de los resultados.
- b. Poca información con respecto a la calidad de aire con influencia de actividades mineras.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Niveles de metales pesados en el ambiente y su exposición en la población luego de cinco años de exploración minera en Las Bambas; Centro Nacional de Salud Ocupacional y Protección del Ambiente para la Salud; Instituto Nacional de Salud; Jonh Astete, María del Carmen Gastañaga, Doris Pérez Lima, Perú, 2010

Resumen:

El objetivo de la presente investigación fue determinar las concentraciones de material particulado (PM₁₀) y metales pesados en el ambiente, así como en población aledaña al proyecto Las Bambas luego de cinco años de exploración minera. ***Materiales y métodos.*** Estudio comparativo de corte transversal realizado en tres distritos del área de influencia del

proyecto Las Bambas en la región Apurímac, Perú. Se obtuvo muestras de agua, aire y suelo para determinar las concentraciones de PM₁₀ y metales pesados. Se tomaron muestras de sangre y orina a 310 pobladores para evaluar niveles de plomo, cadmio, arsénico y mercurio. La concentración promedio de metales pesados evaluados en aire, de 24 h, fue menor a lo establecido en los estándares nacionales de calidad de aire y estándares de organismos internacionales como la OMS, EPA y Canadá; pues fueron menores a 1 µg/m³. Las concentraciones promedio de PM₁₀ de 24 h registradas en el año 2010 en los tres distritos, descendieron respecto a las concentraciones encontradas cinco años antes. **Resultados.** Concentraciones ambientales de PM₁₀ y metales pesados no sobrepasaron los valores referenciales establecidos.

| Puntos de muestreo | Material Particulado* | | Metales* | | | |
|--|-----------------------|--------|----------|--------|-------|-------|
| | PM-10 | PM-2.5 | Arsénico | Cadmio | Cromo | Plomo |
| Centro de salud Challhuahuacho | 37,4 | - | <LCM | <LCM | <LCM | <LCM |
| Centro de salud Challhuahuacho | - | 6,98 | <LCM | <LCM | <LCM | <LCM |
| Centro de Salud Haqira | 19,27 | - | <LCM | <LCM | <LCM | <LCM |
| Centro de Salud Haqira | - | 9,9 | <LCM | <LCM | <LCM | <LCM |
| Local comunal del distrito El Progreso | 35,35 | - | <LCM | <LCM | <LCM | <LCM |
| Local comunal del distrito El Progreso | - | 12,69 | <LCM | <LCM | <LCM | <LCM |

<LCM_ menor al límite de cuantificación del método

*Valores en µg/m³

Fuente: Centro Nacional de Salud Ocupacional y Protección del Ambiente para la Salud; Instituto Nacional de Salud.

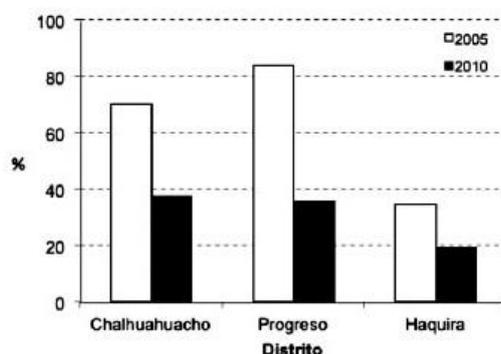


Figura 2. Concentraciones promedio de material particulado (PM_{10}) de 24 h ($\mu g/m^3$) según año de evaluación y distrito. Las Bambas, Perú 2010

Fuente: Centro Nacional de Salud Ocupacional y Protección del Ambiente para la Salud; Instituto Nacional de Salud.

A pesar que las concentraciones de material particulado menor a diez micras hallados en los tres distritos evaluados, se encontraron por debajo de los niveles máximos establecidos tanto por el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, como por las Normas de Calidad del Aire Nacionales Ambientales de la Environmental Protection Agency (EPA-USA). En el 2005 el distrito Progreso alcanzó la mayor concentración en relación a los demás con un nivel $83,8 \mu g/m^3$ de material particulado; Chalhuahuacho: $70,3 \mu g/m^3$ y Haqira: $34,7 \mu g/m^3$, probablemente por las rumas de relave existentes en dicho distrito, como producto del proceso de extracción de oro que ahí se realizaba (Centro Minero de Cochasayhuas –1930) las cuales se esparcían por la actividad de los fuertes vientos. Sin embargo, en el 2010 el distrito Chalhuahuacho alcanzó mayor concentración con un nivel de $35,4 \mu g/m^3$ de material particulado;

seguido por el distrito Progreso 35,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y Haqira 19,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, evidenciando que no hay signos de contaminación ambiental relacionados a PM10.

Conclusiones. Luego de cinco años de actividad de exploración minera, no se han visto afectadas las características ambientales de la zonas de influencia del proyecto minero Las Bambas, sin embargo, se observan cambios en los niveles de cadmio en orina y en el porcentaje de personas que lo presentan.

2.1.2 Monitoreo de Calidad del Aire en Cerro de Pasco; Dirección de Ecología y Protección del Ambiente Área de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica, Dirección General de Salud Ambiental “DIGESA” JULIO 2009; Lima Perú.

Resumen:

El objetivo de la investigación es evaluar la calidad del aire en la ciudad de Cerro de Pasco debido a las principales fuentes de contaminación del aire de la zona, entre ellas las generadas por el tajo abierto y la concentradora de la empresa Volcan.

Las estaciones de monitoreo se ubicaron en los distritos de Chaupimarca, Yanacancha y Simón Bolívar.

| CODIGO | ESTABLECIMIENTO | UBICACIÓN | POSICIÓN GEOGRÁFICA | ALTITUD |
|--------|-----------------------------------|--|----------------------------|---------|
| E-1 | Centro de Salud Túpac Amaru | Av. 9 de Diciembre – Pueblo Joven Túpac Amaru | 18L 0363371 UTM 8818316 | 4359 |
| E-2 | DIRESA Pasco | Av. Los Incas s/n – Urb. San Juan | 18L 0363066 UTM 8820506 | 4357 |
| E-3 | Centro de Bienestar Social Volcan | Barrio San Andrés- Centro Poblado Menor Paragsha | 18L 0361431 UTM 8819952 | 4324 |

Fuente: DIGESA

Los resultados fueron los siguientes:

- ✓ Las concentraciones de Partículas Menores a 10 Micras (PM10), determinadas en las estaciones de muestreo ubicadas en la ciudad de Cerro de Pasco, oscilan entre 35.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 86.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. El menor valor se registró el día 06 de julio en la estación E-3 (C.B.S. Volcan) mientras que el mayor valor se registró el 04 de julio en la misma estación. Las concentraciones promedio por estación durante el monitoreo, reportaron concentraciones de 60.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 50.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 57.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, siendo la más alta la ubicada en el C.S. Túpac Amaru. Todos los valores de PM10 obtenidos durante el monitoreo, no exceden el Estándar de Calidad Ambiental del Aire (ECA) de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24 horas. 8.2
- ✓ Los metales pesados evaluados, tales como el Cobre, Plomo, Zinc, Cromo y Cadmio presentaron ligero incremento en sus concentraciones registradas en la estación E-3 (C.B.S. Volcan), sin embargo todos los valores obtenidos se

encuentran por debajo de los Criterios de Calidad Ambiental de Ontario Canadá para promedios de 24 horas.

2.1.3 Evaluación de los Efectos Agudos en la Función Pulmonar por Exposición a Material Particulado Fino (MP2.5) en Niños que Viven Próximos a una Playa Masivamente Contaminada con Relaves Mineros, Chañaral, Chile” Dante Daniel Cáceres Lillo; Universidad Autonoma de Barcelona, Barcelona - España, Septiembre de 2015.

Resumen:

Producto de la gran actividad minera de la III Región de Atacama en el norte de Chile se vertieron al curso del rio El Salado millones de toneladas de relaves (con alto contenido de metales) sin tratamiento al curso del Rio Salado, los que fueron a dar a la bahía de la ciudad de Chañaral formando una extensa playa artificial. Estos relaves han producido un marcado efecto deletéreo sobre la flora y fauna marina del sector y en la calidad de vida de las poblaciones que viven adyacentes a esta playa, debido a que por acción eólica se levanta material particulado (MP) que es transportado hacia la ciudad; El objetivo primario fue evaluar la asociación entre la exposición diaria a material particulado fino (MP_{2.5}) y la función

respiratoria de niños de 6 a 15 que viven próximos a una playa masivamente contaminada con relaves mineros. Secundariamente, se caracterizó las concentraciones másica y composición metales/metaloides del $MP_{2.5}$ en microambientes interiores y exteriores escolares. **Métodos:** Entre diciembre y mayo (2012-2013) se realizó un estudio longitudinal tipo panel en una muestra representativa de 140 escolares entre 6 y 15 años. En el inicio del estudio se aplicó un cuestionario sobre salud respiratoria, condiciones ambientales y características de la familia. Seguidamente fueron sometidos a exámenes de función respiratoria cada 2 semanas. Simultáneamente durante el periodo de estudio se monitorearon y registraron diariamente los niveles ambientales de $MP_{2.5}$ por un periodo de 6 meses y se colectó $MP_{2.5}$ en diferentes microambientes escolares en verano, otoño e invierno durante la jornada escolar. La determinación de metales/metaloides se realizó por medio de fluorescencia de rayos X. Las asociaciones entre la exposición diaria a $MP_{2.5}$ y los cambios en la función pulmonar fueron estimadas por modelos de regresión de ecuaciones de estimación generalizadas (GEE), controlando por las variables de confusión y/o modificadoras de efecto.

Los resultados reportaron las concentraciones interiores de $MP_{2.5}$ variaron entre $12,53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $72,37 \mu\text{g}/\text{m}^3$, las exteriores

entre 11,86 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 181,73 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para verano. Otoño 24,06 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 80,22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en interiores y 14,06 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 58,44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en exteriores. En invierno las concentraciones interiores variaron entre 21,85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 110,53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 21,38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 93,07 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en exteriores. La relación estacional I/E fue 0,22 a 0,28; 0,38 a 0,92 y 0,89 a 1,28, respectivamente. La composición y distribución de metales/metaloideos al interior y exteriores fue altamente correlacionada (sala-patio, oficina-patio y oficina-sala fue $r=0,98$, $r=0,98$ y $r=0,99$). Los más frecuentes en interiores fueron $\text{Ca} > \text{S} > \text{Si} > \text{Cl} > \text{Na} > \text{Al} > \text{Fe} > \text{K} > \text{Mg} > \text{Ti} > \text{Cu} > \text{Zn} > \text{Cr}$ siendo entre 0,4 a 4 veces superior que los determinados al exterior.

Este es el primer estudio prospectivo donde se evalúa la asociación entre la exposición a $\text{MP}_{2.5}$ y efectos en la función pulmonar de escolares que viven próximos a una playa masivamente contaminada con relaves mineros. Se observó una disminución en la capacidad vital forzada para los rezagos de 12 a 48 horas posterior a la exposición al $\text{MP}_{2.5}$, el cual podría estar potenciado por la presencia de alto contenido de metales pesados en los microambientes escolares donde ellos pasan la mayor parte del tiempo, muchos de ellos con conocidos efectos tóxicos a nivel del organismo.

2.2 BASES TEÓRICAS Y CIENTÍFICAS

1. Calidad Ambiental

Conjunto de indicadores que reflejan las condiciones de los recursos naturales y/o del ambiente urbano.

2. Calidad del aire

La calidad del aire es una indicación de cuando el aire esté exento de polución atmosférica, y por lo tanto apto para ser respirado.

3. Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos

El presente documento es el primer protocolo de monitoreo de la calidad del aire que la DIGESA ha elaborado para la estandarización y el aseguramiento de la calidad del monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos que se realicen en el país.

4. Objetivos del monitoreo de la calidad del aire

Vigilar la calidad del aire ambiental generando información confiable, comparable y representativa, para su aplicación en las estrategias nacionales para la protección de la salud de la población y del entorno.

5. Normativa Ambiental en Calidad de Aire

Se trabajará en base a la legislación ambiental vigente estipulada en los siguientes decretos:

- ✓ **Decreto Supremo N° 074-2001-PCM**, Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.
- ✓ **Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM**, Estándares de Calidad Ambiental para el Aire.
- ✓ **Decreto Supremo N° 069-2003-PCM**, Estándar de Valor Anual de Concentración de Plomo.
- ✓ **Decreto Supremo N° 009-2003-SA**, Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta Nacionales para Contaminantes del Aire.

Reglamento de Estándares de Calidad del Aire (Decreto Supremo Nº 074-2001-PCM)

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Aire.

| Contaminantes | Período | Forma del estándar | | Método de análisis ¹ |
|----------------------|-----------------------|--------------------|--|---|
| | | Valor | Formato | |
| Dióxido de Azufre | Anual | 80 | Media aritmética anual | Fluorescencia UV (método automático) |
| | 24 horas | 365 | NE más de 1 vez al año | |
| PM-10 | Anual | 50 | Media aritmética anual | Separación Inercial /filtración Gravimetría |
| | 24 horas | 150 | NE más de 3 veces al año | |
| Monóxido de Carbono | 8 horas | 10 000 | Promedio móvil | Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método Automático) |
| | 1 hora | 30 000 | NE más de 1 vez al año | |
| Dióxido de Nitrógeno | Anual | 100 | Promedio aritmético anual | Quimiluminiscencia (Método automático) |
| | 1 hora | 200 | NE más de 24 veces al año | |
| Ozono | 8 horas | 120 | NE más de 24 veces al año | Fotometría UV (método automático) |
| Plomo | Anual ² | 0,5 [*] | Promedio aritmético de los valores mensuales | Método para PM 10 (espectrofotometría de absorción atómica) |
| | Mensual | 1,5 | NE más de 4 veces al año | |
| Sulfuro de Hidrógeno | 24 horas ² | --- | --- | Fluorescencia UV (método automático) |

Todos los valores son concentraciones en microgramos por metro cúbico.

NE: No Exceder.

¹O método equivalente aprobado.

²A ser determinado.

Valores de tránsito

| Contaminantes | Período | Forma del estándar | | Método de análisis ¹ |
|----------------------|----------|--------------------|--|---|
| | | Valor | Formato | |
| Dióxido de Azufre | Anual | 100 | Media aritmética anual | Fluorescencia UV (método automático) |
| PM-10 | Anual | 80 | Media aritmética anual | Separación Inercial /filtración Gravimetría |
| | 24 horas | 200 | NE más de 3 veces al año | |
| Dióxido de Nitrógeno | 1 hora | 250 | NE más de 24 veces al año | Quimiluminiscencia (Método automático) |
| Ozono | 8 horas | 160 | NE más de 24 veces al año | Fotometría UV (método automático) |
| Plomo | Anual | 1,0 | Promedio aritmético de los valores mensuales | Método para PM 10 (espectrofotometría de absorción atómica) |

¹O método equivalente aprobado.

Todos los valores son concentraciones en microgramos por metro cúbico.

NE: No Exceder.

Valores referenciales

| Contaminantes | Período | Forma del estándar | | Método de análisis ¹ |
|---------------|----------|--------------------|---------|--|
| | | Valor | Formato | |
| PM-2.5 | Anual | 15 | | Separación Inercial /filtración Gravimetría |
| | 24 horas | 65 | | |

¹O método equivalente aprobado.

Todos los valores son concentrados en microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Establecen valor anual de concentración de plomo DECRETO SUPREMO N° 069-2003- PCM

| Contaminantes | Período | Forma del estándar | | Método de análisis |
|---------------|---------|--------------------|--|--|
| | | Valor | Formato | |
| Plomo | Anual | 0,5 | Promedio aritmético de los valores mensuales | Método para PM 10 (espectrofotometría de absorción atómica) |

El Decreto Supremo N° 009-2003-SA en su Artículo 3 establece los niveles de alerta de los siguientes contaminantes críticos del aire:

Niveles de alerta para contaminantes críticos.

| Tipo de alerta | Material particulado (PM-10) | | Dióxido de azufre (SO ₂) | |
|----------------|--|----------------------|--|---------------------------|
| Cuidado | >250 | Promedio de 24 horas | >500 | Por 3 horas prom. móvil |
| Peligro | >350 | Promedio de 24 horas | >1500 | Por 3 horas prom. móvil |
| Emergencia | >420 | Promedio de 24 horas | >2500 | Por 3 horas prom. móvil |
| Referencia | Valor estándar ECA D.S. N° 074-2001-PCM Anual: 50 (media aritmética anual) 24 h: 150 (NE más de 3 veces al año) | | Valor estándar ECA D.S. N° 074-2001-PCM Anual: 80 (media aritmética anual) 24 h: (NE más de 1 vez al año) | |
| Tipo de alerta | Monóxido de Carbono (CO) | | Sulfuro de hidrogeno (H ₂ S) | |
| Cuidado | >15000 | Prom. Móvil 8 horas | >1500 | Prom. Aritmético 24 horas |
| Peligro | >20000 | Prom. Móvil 8 horas | >3000 | Prom. Aritmético 24 horas |
| Emergencia | >35000 | Prom. Móvil 8 horas | >5000 | Prom. Aritmético 24 horas |
| Referencia | Valor estándar ECA D.S. N° 074-2001-PCM 8 h: 1000 (promedio móvil) 1 h: 30000 (NE más de 1 vez al año) | | Valor referencial Organización Mundial de la Salud 24 h: 150 | |

Todos los valores son concentrados en microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

NE: No Exceder.

Decreto Supremo Nº 003-2008-MINAM

ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL PARA EL DIÓXIDO DE AZUFRE SO₂

| PARÁMETRO | PERÍODO | VALOR µg/m ³ | VIGENCIA | FORMATO | MÉTODO DE ANÁLISIS |
|--------------------------------------|----------|----------------------------|---------------------|------------------|--------------------------------------|
| Dióxido de azufre (SO ₂) | 24 horas | 80 | 1 de Enero de 2009 | Media Aritmética | Fluorescencia UV (método automático) |
| | 24 horas | 150 | 1 de Enero del 2014 | | |

ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL PARA COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (COV); HIDROCARBUROS TOTALES (HT); MATERIAL PARTICULADO CON DIÁMETRO MENOR A 2.5 MICRAS (PM-2.5)

| PARÁMETRO | PERÍODO | VALOR | VIGENCIA | FORMATO | MÉTODO DE ANÁLISIS |
|---|----------------------|-----------------------|--------------------|------------------|--|
| Benceno único compuesto Anual orgánico volátil regulado (COV) | Anual | 4 ug/m ³ | 1 de enero de 2009 | Media Aritmética | Cromatografía de gases |
| | 50 ug/m ³ | 2 ug/m ³ | 1 de enero de 2014 | | |
| Hidrocarburos Totales (HT) expresado como hexano | 24 horas | 100 mg/m ³ | 1 de enero de 2010 | Media Aritmética | Ionización de la llama de hidrógeno |
| Material particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM 2.5) | 24 horas | 50 ug/m ³ | 1 de enero de 2010 | Media Aritmética | Separación inercial filtración (gravimetría) |
| | 24 horas | 25 ug/m ³ | 1 de enero de 2014 | Media Aritmética | Separación inercial filtración (gravimetría) |
| Hidrogeno sulfurado (H ₂ S) | 24 horas | 150 ug/m ³ | 1 de enero de 2009 | Media Aritmética | Fluorescencia UV (método automático) |

6. Selección de Métodos de Medición¹

Es recomendable elegir el método idóneo para desarrollar las tareas. Si bien los objetivos del monitoreo son el principal factor que se debe considerar para el diseño, también es importante tener en cuenta las limitaciones de recursos y la disponibilidad

¹ Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos

de personal calificado. El tipo de fuente y actividades que se desarrollen en el área o entorno.

6.1 Métodos instrumentales de alta precisión: Proveen registros continuos de niveles de contaminantes en periodos extensos (semanas o meses) con una mínima intervención del operador, y tiene un alto grado de precisión en la medición. Ejemplos: estación meteorológica.

6.2 Métodos instrumentales de menor precisión: Son usualmente más económicos que los monitores de alta precisión. Sin embargo, requieren la verificación de su operación con mayor frecuencia. Ejemplo: Analizador de gases, tren de muestreo.

6.3 Métodos manuales para particulados: Generan resultados para un periodo, típicamente de 24 horas. La mayoría de sistemas requieren cambios manuales del filtro de muestreo para cada muestra. Ejemplo: Hi-Vol

6.4 Métodos de monitoreo activo: Las muestras de contaminantes se recolectan por medios físicos o químicos para su posterior análisis en el laboratorio. Por lo general, se bombea un volumen conocido de aire a través de un colector como un filtro (muestreador activo manual) o una solución química (muestreador activo automático) durante

un determinado periodo y luego se retira para el análisis.

(Ejemplo: Hi - Vol, Tren de muestreo)

7. Selección de sitios de monitoreo

La selección de los sitios de monitoreo de la calidad de aire se realiza considerando las áreas vulnerables a contaminación por actividades que se realizan a su alrededor, y que afectan directamente a la salud de las personas, flora y fauna. Se debe tener en cuenta que la zona de monitoreo debe estar despejada y libre de interferencias como presencia de árboles, edificios con la finalidad de que la muestra sea representativa. Para la determinación de las mismas se consideran factores meteorológicos. Se deberá fijar los puntos de muestreo tanto en la fuente de emisión, como en el cuerpo receptor (calidad de aire) para el seguimiento y evaluación de la calidad del aire atmosférico en la locación y zona de influencia directa.

8. Procedimiento de Muestreo

Muestreador “Hi-Vol” PM-10 (partículas menores a 10 micras) La determinación de partículas menores a 10 micras, se realiza mediante un muestreador de grandes volúmenes adaptado con una toma de entrada que permite seleccionar a las partículas por su tamaño, el cual consta de una cubierta anodinada de

aluminio, un portafiltro plástico, un motor/ventilador y un programador de tiempo. El procedimiento es el siguiente:

- ✓ El uso de guantes de nitrilo es obligatorio durante todas las etapas de manipulación del filtro.
- ✓ Desecar el filtro (fibra de cuarzo) a utilizar, 24 horas antes del monitoreo en un desecador.
- ✓ El filtro es pre pesado (peso inicial) para fines de cálculo de partículas.
- ✓ Luego se coloca el filtro dentro de un sobre cerrado.
- ✓ Ya en el momento del muestreo y en un ambiente cerrado, el filtro es colocado en el portafiltro con un bastidor y se fija por medio de un marco metálico (dentro del Hi – Vol).
- ✓ Se toma las lecturas correspondientes a las condiciones físicas
- ✓ Luego se activa el motor de aspersion para succionar el aire del ambiente y se espera 3-5 min para leer la presión manométrica (H₂O⁺ y H₂O⁻)
- ✓ El muestreo debe efectuarse las 24 horas del día, contabilizadas desde las 00:00 hrs. (hora estándar local).
- ✓ Al completar el periodo de muestreo, se deben registrar los datos de retiro de filtro en la hoja de campo

- ✓ Finalmente se traslada el filtro en un sobre cerrado (con su respectiva hoja de campo) hacia el laboratorio para su post pesado.
- ✓ Desecar el filtro durante 24 horas y luego realizar el post pesado (peso final).
- ✓ Con la hoja de campo llena entregar el filtro al área de análisis.
- ✓ concentración de las partículas suspendidas totales ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) se calcula determinando el peso gravimétrico de la masa recolectada y el volumen del aire muestreado.

9. Tren de Muestreo

Diseñado para el muestreo de gases ambientales por el método de la absorción química.

El sistema consiste básicamente de una bomba de succión, un manómetro, un frasco dreschel, una solución captadora y mangueras de tygon que unen el sistema entre sí. El contaminante a muestrearse depende de la solución captadora a utilizada. El procedimiento es el siguiente:

- ✓ Previamente proveer al sistema con los reactivos necesarios, con los guantes de nitrilo puestos.

- ✓ En el lugar de muestreo activar la bomba de succión durante un tiempo respectivo para cada contaminante a muestrear.
- ✓ Luego la muestra es llevada al laboratorio para el respectivo análisis químico.

10. Analizador de Gases

Los analizadores de gases son instrumentos que se utilizan para la medición de los gases desde la fuente de emisión. Estos utilizan el método de medición por infrarrojo no dispersivo, que cumple o supera la precisión de las normas internacionales. El procedimiento es el siguiente:

- ✓ Antes del monitoreo se debe programar el analizador según el contaminante en la fuente de emisión.
- ✓ Luego se aproxima el analizador a la fuente y se programa el tiempo según el contaminante.

11. Monitoreo meteorológico

Es altamente recomendable que el monitoreo de la calidad del aire esté acompañado por un apropiado monitoreo meteorológico, considerando que el clima tiene una fuerte influencia en la dispersión y concentración de los contaminantes. En algunos casos, los datos de una estación de monitoreo meteorológico cercana pueden estar disponibles, pero en otros

casos las mediciones son colectadas en el mismo sitio de monitoreo de la calidad del aire. Con relación al monitoreo meteorológico existen una serie de recomendaciones para su mejor desempeño, las más usuales mediciones requeridas son las siguientes:

- ✓ Velocidad del viento
- ✓ Dirección del viento
- ✓ Temperatura del aire
- ✓ Presión Atmosférica
- ✓ Humedad
- ✓ Radiación solar
- ✓ Precipitación
- ✓ Perfil de temperatura
- ✓ Elaboración de Rosa de Viento.

12. Manejo y Transporte de Muestras

En el sitio de muestreo, todas las precauciones deben ser tomadas en cuenta durante la manipulación y la toma de las muestras para asegurar su integridad. El laboratorio que tiene la responsabilidad de los análisis debe etiquetar los recipientes de tal manera que no existan problemas de identificación de muestras. La integridad de las muestras debe estar garantizada con la cadena de custodia.

En el transporte de muestras y otros datos de monitoreo, es importante tomar precauciones para eliminar la posibilidad de destrucción accidental y/o acción física y química sobre la muestra. Situaciones que pueden afectar la integridad de las muestras incluyen temperaturas extremas, presión atmosférica (en transporte aéreo) y el manejo físico de muestras por personas ajenas al programa que carecen de las nociones de cuidado que se le debe dar. Estas consideraciones prácticas deben ser tomadas en cuenta en todos los sitios de monitoreo y deben ser documentadas en los procedimientos. Después de la entrega al laboratorio, las muestras deben mantenerse en un lugar seguro.

13. Unidad Minera Cobriza

Actualmente DOE RUN Perú (DRP), viene desarrollando operaciones metalúrgicas en la unidad minera Cobriza, donde tiene un PAMA aprobado y culminado satisfactoriamente el 2004 y presento su Plan de cierre de mina para sus instalaciones, el cual fue aprobado en diciembre del 2009, la cual fue actualizada y aprobada mediante RD N°316-2014-MEM-SGAAM del 27 de Junio del 2014, así mismo, el 11 de setiembre del 2012, mediante Resolución Directoral N° 293-2012-MEM/AAM fue

aprobado el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Deposito de Relaves Chacapampa.

La unidad minera Cobriza es una mina subterránea y se desarrolla de noreste a sureste a graves de galerías subterráneas. El yacimiento del emplazamiento consiste en un manto de características altamente piritoso, con encajonamiento pizarroso y fracturado. La mina abarca una longitud de 4 a 5 km posee cuatro depósitos de relave minero provenientes de las actividades de extracción los cuales se encuentran ubicados en los lugares de Cobriza y Expansión, el volumen actual de relaves depositados en los diferentes depósitos asciende a más de 690,00 m³.

2.3 Definición de Términos

2.3.1 Aire: O también aire ambiente, es cualquier porción no confinada de la atmósfera, y se define como mezcla gaseosa cuya composición normal es, de por lo menos, veinte por ciento (20%) de oxígeno, setenta y nueve por ciento (79%) nitrógeno y proporciones variables de gases inertes y vapor de agua, en relación volumétrica.

2.3.2 Ambiente.- Entorno que afecta y condiciona las circunstancias de vida de personas y seres vivos en general, y de la sociedad

en su conjunto. Incluye el agua, aire, suelo, recursos naturales, flora, fauna, seres humanos, y su interrelación.

2.3.3 Control Ambiental.- Es la vigilancia, inspección y aplicación de medidas para mantener o recuperar características ambientales apropiadas para la conservación y mejoramiento de las formas de vida.

2.3.4 Material particulado menor de 10 micrómetros (PM10).-El material particulado se clasifica según su tamaño: PM2.5 corresponde a las partículas cuyo diámetro aerodinámico es menor a 2.5 μm y PM10, a las menores de 10 μm . Dichas partículas provienen de los procesos de combustión de fuentes tanto móviles como fijas y de fenómenos naturales. La composición química del material particulado varía de acuerdo a la fuente. Las partículas son eliminadas de la atmósfera mediante dos mecanismos: la deposición en la superficie de la Tierra (deposición seca) y la incorporación a gotas de las nubes durante la formación de la lluvia (deposición húmeda) (Seinfeld, 2006).

Actualmente el ECA vigente establece un valor promedio horario de PM10 de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y un valor promedio anual de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

2.3.5 Dióxido de azufre (SO₂).- El dióxido de azufre es un gas incoloro que se percibe por un fuerte olor a niveles superiores a 0,5 ppmv.

El SO₂ es un precursor del ácido sulfúrico (H₂SO₄), componente que contribuye a la deposición ácida y el cambio climático. Algunas fuentes son las plantas eléctricas a carbón, los tubos de escape de los automóviles y los volcanes. El SO₂ se elimina por reacción química, disolución en agua y transferencias a los suelos y los casquetes polares (Jacobson, 2002).

El ECA vigente establece un valor promedio horario de SO₂ de 80 µg/m³. Para el año 2014 será un valor promedio horario de 20 µg/m³.

2.3.6 Óxidos de nitrógeno (NO_x).- El dióxido de nitrógeno (NO₂) es emitido en los procesos de combustión junto con el NO y se forma también en la atmósfera por la oxidación de NO. La suma de NO y NO₂ se suele designar como NO_x.

La importancia del dióxido de nitrógeno radica en su capacidad de absorber toda la gama visible y ultravioleta del espectro solar en la atmósfera inferior. Además de los efectos a la visibilidad y la salud humana, el NO₂ desempeña un papel

primordial en la denominada contaminación atmosférica fotoquímica (Seinfeld, 2006).

El ECA vigente establece un valor horario de 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y valor promedio anual de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

2.4 Formulación de Hipótesis

2.4.1 Hipótesis General

La calidad de aire en los distritos de Churcampa y San Pedro de Coris, Provincia de Churcampa no es afectada por las actividades de la Unidad Minera Cobriza de Doe Run Perú en liquidación en Marcha SAC.

2.4.2 Hipótesis Específicas

1. El relleno, desate y perforación, voladura, limpieza de mineral, acarreo, izaje, transporte, circuito de chancado, molienda, flotación, eliminación de agua y disposición de relaves; son actividades de la Unidad Minera Cobriza que afectan la calidad de aire de los distritos de Churcampa y San Pedro de Coris, Provincia de Churcampa.
2. Los vientos en los distritos de Churcampa y San Pedro de Coris, Provincia de Churcampa; tienen una dirección predominante de Norte y Nor-noreste, respecto a las

actividades de la Unidad Minera Cobriza de Doe Run Perú
en Liquidación en Marcha SAC.

2.5 Determinación de Variables

1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Actividades de la Unidad Minera Cobriza

2. VARIABLE DEPENDIENTE

Calidad de Aire en los distritos de Churcampa y San
Pedro de Coris

3. VARIABLE INTERVINIENTE

Clima

Dirección del viento

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de Investigación

La presente investigación es de carácter descriptivo, porque a partir de los monitoreos realizados se describe los procesos, analiza los datos para posteriormente interpretar los resultados obtenidos teniendo en cuenta la normativa nacional para su comparación.

3.2 Diseño de la Investigación

El diseño de la presente investigación es no experimental transeccional descriptivo por que los datos se recolectan y analizan en un tiempo anual (datos mensuales), con el propósito de describir las variables y analizar su repercusión en la calidad de aire en los distritos de Churcampa y San Pedro de Coris.

3.3 Población y Muestra

La población está compuesta por el área total de los distritos de Churcampa y San Pedro de Coris con una superficie de 141.36 km² y 126.17 km² respectivamente.

La muestra está representado por el área de influencia de la U. M. Cobriza, donde se instalaron un total de cinco estaciones de monitoreo de calidad de aire.

Para la ubicación de dichas estaciones se tomó en consideración estudios previos y se seleccionaron de acuerdo a los criterios siguientes: Dirección predominante del viento, Representatividad de muestreo de contaminantes, Facilidad y seguridad operacional.

En la siguiente tabla se presenta la ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad de aire.

Tabla N° 1: Puntos de Monitoreo

| ESTACIÓN | DESCRIPCIÓN | WGS 84 UTM - Zona 18 | | ALTITUD (msnm) |
|----------|--|----------------------|---------|----------------|
| | | NORTE | ESTE | |
| 805 | Cerca de la caseta del control del nivel 80, cerca del poblado de Machahuay. | 8 609 131 | 567 423 | 2 700 |
| 806 | Cerca de las oficinas del centro comunal pampa de Coris, a 200 m de la planta concentradora. | 8 607 550 | 568 245 | 2 302 |
| CA-01 | Ubicado en la cancha de futbolito de expansión. | 8 607 678 | 568 334 | 2 282 |
| CA-02 | Machahuay | 8 607 738 | 567 337 | 2 680 |

| | | | | |
|-------|---|-----------|---------|-------|
| CA-03 | Centro poblado ubicado hacia la margen derecha del río Mantaro a 1000 m aprox. De la concentradora Cobriza. | 8 608 878 | 569 135 | 2 191 |
| CA-04 | Al norte del depósito de material estéril Parco | 8 608 410 | 565 767 | 2 515 |
| CA-05 | Al sur depósito de material estéril Parco | 8 610 960 | 565 437 | 2 421 |

Fuente: Propias de la Investigación

3.4 Métodos de Investigación

Para la presente investigación se utilizó el método inductivo, llevando procesos de etapas de monitoreo y análisis, lo cual se partió desde la hipótesis que manifiesta la información de la calidad de aire de los distritos de Churcampá y San Pedro de Coris.

3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.5.1 Técnicas

- ✓ **Monitoreo de Aire:** Se instalaron los equipos de campo en un promedio de 24 horas.
- ✓ **Metodología de colecta:** Consistió en la recolección de datos de parámetros de campo y muestras para su análisis posterior en campo
- ✓ **Procedimiento analítico:** Se analizaron las muestras tomadas en campo por un laboratorio acreditado por INDECOPI a fin tener resultados confiables.

3.5.2 Instrumentos

- ✓ Formatos de Recolección de datos
- ✓ Analizador de Gases Multigas Personal, marca BW GasAlertMicro.
- ✓ Estación Meteorológica Portátil RainWise
- ✓ Muestreador PM-10
- ✓ Muestreador PM-2.5
- ✓ Tren de muestreo
- ✓ GPS
- ✓ Cámara Fotográfica

3.6 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

- Ordenamiento y codificación de datos.
- Tabulación.
- Análisis e interpretación.

3.7 Tratamiento Estadístico de Datos

- Uso de Hoja de cálculo (Excel)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

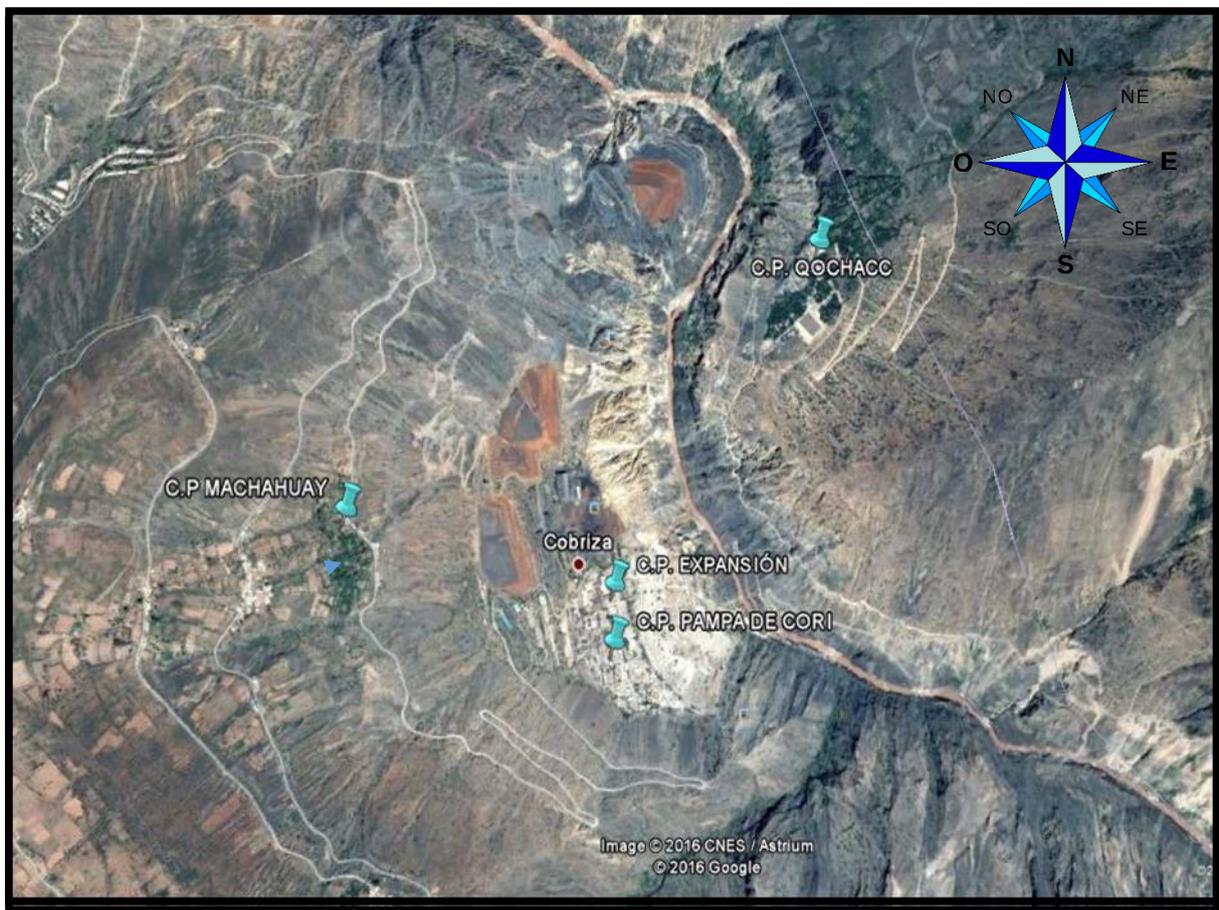
4.1 Ámbito de la Zona en Estudio

El área de estudio del presente proyecto de investigación considera el área de influencia social directa de la Unidad Minera Cobriza, los cuales comprende los Centros Poblados de Machahuay Bajo, Qochacc, Pampa de Coris y Expansión, los cuales se encuentran ubicados en el límite del departamento de Huancavelica con Ayacucho, específicamente hacia el margen izquierdo del río Mantaro a una altitud de 2030 msnm.

Políticamente los Centros Poblados se ubican en el Distrito de San Pedro de Coris, Provincia de Churcampá, Región de Huancavelica. El distrito de San Pedro de Coris, es uno de los 11 distritos que

conforman la Provincia de Churcampa, limitado por el norte con el distrito de Pachamarca y el departamento de Ayacucho, por el sur con el distrito de Churcampa, al este con el departamento de Ayacucho y por el Oeste con los distritos de Lacroja y Paucarbamba.

IMAGEN N° 01: UBICACIÓN DE ZONA EN ESTUDIO



Fuente: Google Earth

4.2 Ubicación de Puntos de Muestreo

La ubicación de los puntos de muestreo seleccionados se indica en la TABLA N° 1, y en el plano de ubicación de puntos de monitoreo del ANEXO II

4.3 Frecuencia y Tiempo de Muestreos.

La frecuencia de muestreo en cada punto seleccionado fue mensual, desde los meses de enero a diciembre del 2016.

4.4 Parámetros de Monitoreo.

Dentro de los parámetros evaluados, el principal parámetro de monitoreo seleccionado ha sido la concentración de partículas en suspensión PM10 y PM 2.5 (partículas con diámetros aerodinámicos iguales o menores que 10 μm y menores de 2.5 μm respectivamente) porque su repercusión en la salud humana merece especial consideración.

Asimismo, se consideró los principales metales que nos sugiere la normativa ambiental como son el: Plomo y Arsénico y la presencia de gases como son: SO₂, NO₂, CO.

4.5 Selección de Equipos y Procedimiento de Muestreo.

Los equipos y el procedimiento de muestreo detallaremos dentro los siguientes ítems.

4.5.1 Métodos de Muestreo

A continuación, se describen los métodos de muestreo empleados en el monitoreo de calidad de aire.

Tabla N° 2: Metodología empleada en el muestreo

| Análisis | Equipo Muestreador | Metodología empleada de muestreo |
|-----------------------|------------------------------------|---|
| PM-10 | Muestreador de alto volumen HI VOL | Filtración de alto volumen |
| PM-2.5 | Muestreador de alto volumen HI VOL | Filtración de alto volumen |
| Pb | Muestreador de alto volumen HI VOL | Filtración de alto volumen |
| As | Muestreador de alto volumen HI VOL | Filtración de alto volumen |
| NO₂ | Tren de muestreo | Sistema dinámico de tren de muestreo |
| SO₂ | Tren de muestreo | Sistema dinámico de tren de muestreo |
| CO | Tren de muestreo | Sistema dinámico de tren de muestreo. |

Fuente: Propias de la Investigación

4.5.1.1 Partículas en Suspensión PM10

Para el muestreo de Partículas en suspensión a 10 micras (PM-10) se emplearon muestreadores de la Marca TISCH, los cuales tienen un motor de aspersion de alto flujo, el cual succiona aire del ambiente, haciéndolo pasar por un filtro de fibra de cuarzo que retiene partículas con diámetro aerodinámico de menores a 10 micras. La concentración de las partículas en suspensión se calcula por gravimetría, determinando el peso de la masa recolectada sobre el volumen de aire muestreado. Las unidades de concentración de este

parámetro se expresan en microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

4.5.1.2 Partículas En Suspensión PM 2.5:

Para el muestreo de Partículas en suspensión menores a 2.5 micras (PM 2.5) se emplearon muestreadores de la Marca TISCH, los cuales tienen un motor de aspersion de alto flujo, el cual succiona aire del ambiente, haciéndolo pasar por un sistema acelerador – discriminador de partículas hacia un filtro de fibra de cuarzo que retiene partículas con diámetro aerodinámico menor a 2.5 micras. La concentración de las partículas en suspensión se calcula por gravimetría, determinando el peso de la masa recolectada sobre el volumen de aire muestreado. Las unidades de concentración de este parámetro se expresan en microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

4.5.1.3 Contenido de Metales (Pb y As):

Para el muestreo de Plomo y Arsénico, se empleó el muestreador de partículas PM10 y los análisis se realizaron por Espectrofotometría de Absorción Atómica.

4.5.1.4 Dióxidos de Nitrógeno:

El muestreo de este gas se realizó empleando un tren de muestreo (método dinámico). En este método, la muestra de aire es atrapada en 50mL de una solución captadora, a una razón de un flujo de 0,4 L/min por un periodo de muestreo de 1 hora. El método de análisis que se empleó en el laboratorio es el SGS-ENVIDIV-ME-13: 2013 Rev.01, siendo el resultado expresado en microgramos por muestra ($\mu\text{g}/\text{muestra}$).

4.5.1.5 Monóxido de Carbono:

El muestreo de este gas se realizó empleando un tren de muestreo (método dinámico). En este método, la muestra de aire es atrapada en 50mL de una solución captadora, a una razón de un flujo de 0,5 L/min por un periodo de muestreo de 8 horas. El método de análisis que se empleó en el laboratorio es el SGS-ENVIDIV-ME-15: 2012 Rev.01, siendo el resultado expresado en microgramos por muestra ($\mu\text{g}/\text{muestra}$).

4.5.1.6 Dióxido de Azufre:

El muestreo de este gas se realizó empleando un tren de muestreo (método dinámico). En este método, la

muestra de aire es atrapada en 50mL de una solución captadora, a una razón de un flujo de 0,2 L/min por un periodo de muestreo de 24 horas. El método de análisis que se empleó en el laboratorio es el SGS-ENVIDIV-ME-26: 2012 Rev.02, siendo el resultado expresado en microgramos por muestra ($\mu\text{g}/\text{muestra}$).

4.6 Presentación y Discusión

En la Tabla N° 3 presentamos los resultados de los parámetros de partículas en suspensión PM10 y PM 2.5; metales como son el: Plomo y Arsénico y la presencia de gases como son: SO₂, NO₂, CO, resultado que nos ayudara a evaluar el Nivel de afectación de la Calidad de Aire en los distritos de Churcampa y San Pedro de Coris, Provincia de Churcampa influenciado por las actividades de la Unidad Minera Cobriza. Además, se han considerado los siguientes parámetros ambientales y meteorológicos:

4.6.1 Clima y Meteorología

Según GEOSERVICE AMBIENTAL SAC (2013), describe:

La Clasificación de las 7 regiones naturales del Perú de Javier Pulgar Vidal, el área de estudio se encuentra en las regiones Yunga (500-2300 msnm), quechua (2300-3500 msnm) y Suni (3500-4000 msnm), teniendo en cuenta que la Mina Cobriza se

encuentra entre los 2200 y 3580 msnm. La zona del proyecto se caracteriza por ser subhúmeda y fría, con una estación de lluvias y una estación seca bien definidas. (p.28).

5.1.1.1 La Temperatura media anual: En la estación Paucarbamba es de 11°C observándose una escasa variabilidad estacional.

4.6.1.1 La precipitación en la zona de estudio: Oscila entre 18,7 y 34 mm (entre Junio y Julio) hasta 233,3 mm (Febrero).

4.6.1.2 La humedad relativa media anual: Ascende a 77,2 % fluctuando mensualmente entre 71% en el mes de agosto y 85,1% en el mes de marzo, mostrando un escaso rango de variación a lo largo del año.

4.6.1.3 La velocidad promedio del viento: Oscila en un vapor máximo en agosto con 3,4 m/s y el mínimo en los meses de enero y febrero con 1,9 m/s. La dirección de los vientos es predominante del Norte y Nor- noreste.

4.6.1.4 La evaporación promedio mensual: Registra en la estación Paucarbamba oscila entre 35mm (Febrero) y 85,8mm (Agosto).

Tabla N° 3: Resultado de Parámetros Ambientales-Enero 2016

| MES | | Enero 2016 | | | | | | | ESTÁNDARES DE CALIDAD | |
|-----------------|------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------------------|--------------------------------------|
| ESTACIÓN | | 805 | 806 | CA-01 | CA-02 | CA-03 | CA-04 | CA-05 | Valor | Normativa |
| Fecha | Unidades | 17/01/2016 | 17/01/2016 | 17/01/2016 | 17/01/2016 | 18/01/2016 | 18/01/2016 | 18/01/2016 | | |
| PM10 | (µg/muestra) | 26520 | 30930 | 12590 | 38960 | 31790 | 16000 | 24980 | 150 | ECA-D,S, N° 074-2001-PCM (24 h) |
| | Volumen estándar | 1249,5 | 1257,3 | 1223,5 | 1243,1 | 1236 | 1221,9 | 1249,7 | | |
| | (µg/m³) | 21,22 | 24,60 | 10,29 | 31,34 | 25,72 | 13,09 | 19,99 | | EPA |
| PM2.5 | (µg/muestra) | 17850 | 26050 | 8160 | 27730 | <2506 | 10540 | 15310 | 25 | ECA-D.S. 003-2008 MINAM (24 h) |
| | Volumen estándar | 1239,7 | 1265,0 | 1235,3 | 1251,9 | 1249,7 | 1229,5 | 1265,0 | | |
| | (µg/m³) | 14,40 | 20,59 | 6,61 | 22,15 | <2,01 | 8,57 | 12,10 | | |
| Pb | (µg/muestra) | <11,4 | <11,4 | <11,4 | <11,4 | <11,4 | <11,4 | <11,4 | 1,5 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (24h) |
| | Volumen estándar | 1249,5 | 1257,3 | 1223,5 | 1243,1 | 1236 | 1221,9 | 1249,7 | | EPA |
| | (µg/m³) | <0,0091 | <0,0091 | <0,0093 | <0,0092 | <0,0092 | <0,0093 | <0,0091 | 0,5 | Niveles guía de la OMS |
| | | | | | | | | | | Niveles guía de la comunidad Europea |
| As | (µg/muestra) | 11,30 | 104,00 | <8,95 | 29,20 | <8,95 | 10,8 | 25,3 | 6 | L.T.C Aire. (R.M. N° 315-96-EM/VMM) |
| | Volumen estándar | 1249,5 | 1257,3 | 1223,5 | 1243,1 | 1236 | 1221,9 | 1249,7 | | |
| | (µg/m³) | 0,0090 | 0,0827 | <0,0073 | 0,0235 | <0,0072 | 0,0088 | 0,0202 | | |
| SO ₂ | (µg/muestra) | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | 20 | ECA-D.S. N° 003-2008-MINAM (24 h) |
| | Volumen estándar | 0,208 | 0,21 | 0,203 | 0,208 | 0,206 | 0,205 | 0,207 | | |
| | (µg/m³) | <13 | <13 | <13 | <13 | <13 | <13 | <13 | | |
| NO ₂ | (µg/muestra) | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 200 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (1 hora) |
| | Volumen estándar | 0,019 | 0,019 | 0,02 | 0,019 | 0,018 | 0,018 | 0,019 | | |
| | (µg/m³) | <5,26 | <5,26 | <5,00 | <5,26 | <5,56 | <5,56 | <5,26 | | |
| CO | (µg/muestra) | <176 | <176 | <176 | <176 | <176 | <176 | <176 | 10000 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (8 h) |
| | Volumen estándar | 0,189 | 0,191 | 0,185 | 0,189 | 0,195 | 0,187 | 0,189 | | |
| | (µg/m³) | <931,22 | <921,47 | <951,35 | <931,22 | <902,56 | <941,18 | <931,22 | | |

Fuente: Propias de la Investigación y resultados de laboratorio Rlab SAC y AGQ Perú SAC

Tabla N° 4: Resultado de Parámetros Ambientales-Febrero 2016

| MES | | Febrero 2016 | | | | | | | ESTÁNDARES DE CALIDAD | |
|-----------------|------------------|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------------------|--------------------------------------|
| ESTACIÓN | | 805 | 806 | CA-01 | CA-02 | CA-03 | CA-04 | CA-05 | Valor | Normativa |
| Fecha | Unidades | 03/02/2016 | 03/02/2016 | 03/02/2016 | 03/02/2016 | 04/02/2016 | 04/02/2016 | 04/02/2016 | | |
| PM10 | (µg/muestra) | 23560 | 43550 | 47150 | 78190 | 32910 | 21830 | 34330 | 150 | ECA-D,S, N° 074-2001-PCM (24 h) |
| | Volumen estándar | 1261,4 | 1282,3 | 1238,8 | 1266,8 | 1254 | 1248,1 | 1262,4 | | |
| | (µg/m³) | 18,68 | 33,96 | 38,06 | 61,72 | 26,24 | 17,49 | 27,19 | | EPA |
| PM2.5 | (µg/muestra) | 18010 | 34880 | 35980 | 73790 | 16650 | 17850 | 28930 | 25 | ECA-D.S. 003-2008 MINAM (24 h) |
| | Volumen estándar | 1250,7 | 1478,4 | 1531 | 3029,5 | 1246,4 | 1239,4 | 1254,7 | | |
| | (µg/m³) | 14,40 | 23,59 | 23,50 | 24,36 | 13,36 | 14,40 | 23,06 | | |
| Pb | (µg/muestra) | <11,40 | <11,40 | <11,40 | <11,40 | <11,40 | <11,40 | <11,40 | 1,5 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (24h) |
| | Volumen estándar | 1261,4 | 1282,3 | 1238,8 | 1266,8 | 1254 | 1248,1 | 1262,4 | | 0,5 |
| | (µg/m³) | <0,0090 | <0,0089 | <0,0092 | <0,0090 | <0,0091 | <0,0091 | <0,0090 | Niveles guía de la OMS | |
| | | | | | | | | | | Niveles guía de la comunidad Europea |
| As | (µg/muestra) | 9,67 | 44,10 | 121,00 | 32,30 | <8,95 | <8,95 | <8,95 | 6 | L.T.C Aire. (R.M. N° 315-96-EM/VMM) |
| | Volumen estándar | 1261,4 | 1282,3 | 1238,8 | 1266,8 | 1254 | 1248,1 | 1262,4 | | |
| | (µg/m³) | 0,0077 | 0,0344 | 0,0977 | 0,0255 | <0,0071 | <0,0072 | <0,0071 | | |
| SO ₂ | (µg/muestra) | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | 20 | ECA-D.S. N° 003-2008-MINAM (24 h) |
| | Volumen estándar | 0,208 | 0,211 | 0,204 | 0,209 | 0,207 | 0,205 | 0,208 | | |
| | (µg/m³) | <13 | <13 | <13 | <13 | <13 | <13 | <13 | | |
| NO ₂ | (µg/muestra) | 0,6 | 0,2 | 0,4 | 0,3 | 0,6 | 0,2 | 0,3 | 200 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (1 hora) |
| | Volumen estándar | 0,019 | 0,019 | 0,018 | 0,019 | 0,019 | 0,018 | 0,019 | | |
| | (µg/m³) | 31,58 | 10,53 | 22,22 | 15,79 | 31,58 | 11,11 | 15,79 | | |
| CO | (µg/muestra) | <176 | <176 | <176 | 283 | <176 | <176 | <176 | 10000 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (8 h) |
| | Volumen estándar | 0,19 | 0,193 | 0,186 | 0,191 | 0,188 | 0,187 | 0,19 | | |
| | (µg/m³) | <926,32 | <911,92 | <946,24 | 1481,68 | <936,17 | <941,18 | <926,32 | | |

Fuente: Propias de la Investigación y resultados de laboratorio Rlab SAC y AGQ Perú SAC

Tabla N° 5: Resultado de Parámetros Ambientales-Marzo 2016

| MES | | Marzo 2016 | | | | | | | ESTÁNDARES DE CALIDAD | |
|-----------------|------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------------------|--|
| ESTACIÓN | | 805 | 806 | CA-01 | CA-02 | CA-03 | CA-04 | CA-05 | Valor | Normativa |
| Fecha | Unidades | 03/03/2016 | 05/03/2016 | 03/03/2016 | 05/03/2016 | 04/03/2016 | 05/03/2016 | 04/03/2016 | | |
| PM10 | (µg/muestra) | 30770 | 36820 | 54740 | 38170 | 59250 | 23030 | 26910 | 150 | ECA-D,S, N° 074-2001-PCM (24 h) |
| | Volumen estándar | 1264,6 | 1280,1 | 1225,9 | 1253,4 | 1253,8 | 1232,3 | 1249,2 | | EPA |
| | (µg/m³) | 24,33 | 28,76 | 44,65 | 30,45 | 47,26 | 18,69 | 21,54 | | |
| PM2.5 | (µg/muestra) | 17930 | 15070 | 38220 | 27050 | 45550 | 14540 | 14820 | 25 | ECA-D.S. 003-2008 MINAM (24 h) |
| | Volumen estándar | 1264,2 | 1281,2 | 1631,3 | 1259,4 | 1953,8 | 1238,8 | 1254,7 | | |
| | (µg/m³) | 14,18 | 11,76 | 23,43 | 21,48 | 23,31 | 11,74 | 11,81 | | |
| Pb | (µg/muestra) | <11,40 | <11,40 | <11,40 | <11,40 | <11,40 | <11,40 | <11,40 | 1,5 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (24h) |
| | Volumen estándar | 1264,6 | 1280,1 | 1225,9 | 1253,4 | 1253,8 | 1232,3 | 1249,2 | | EPA |
| | (µg/m³) | <0,0090 | <0,0089 | <0,0093 | <0,0091 | <0,0091 | <0,0093 | <0,0091 | 0,5 | Niveles guía de la OMS Niveles guía de la comunidad Europea |
| As | (µg/muestra) | <8,95 | 54,30 | 108,00 | 9,14 | <8,95 | <8,95 | <8,95 | 6 | L.T.C Aire. (R.M. N° 315-96-EM/VMM) |
| | Volumen estándar | 1264,6 | 1280,1 | 1225,9 | 1253,4 | 1253,8 | 1232,3 | 1249,2 | | |
| | (µg/m³) | <0,0071 | 0,0424 | 0,0881 | 0,0073 | <0,0071 | <0,0073 | <0,0072 | | |
| SO ₂ | (µg/muestra) | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | 20 | ECA-D.S. N° 003-2008-MINAM (24 h) |
| | Volumen estándar | 0,208 | 0,204 | 0,208 | 0,209 | 0,207 | 0,208 | 0,208 | | |
| | (µg/m³) | <13 | <13 | <13 | <13 | <13 | <13 | <13 | | |
| NO ₂ | (µg/muestra) | 2,7 | <0,1 | 1,2 | 0,3 | 0,3 | <0,1 | 0,3 | 200 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (1 hora) |
| | Volumen estándar | 0,019 | 0,019 | 0,018 | 0,019 | 0,019 | 0,019 | 0,019 | | |
| | (µg/m³) | 142,11 | 5,26 | 66,67 | 15,79 | 15,79 | 5,26 | 15,79 | | |
| CO | (µg/muestra) | <176 | 222 | 217 | <176 | 204 | <176 | <176 | 10000 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (8 h) |
| | Volumen estándar | 0,205 | 0,201 | 0,205 | 0,205 | 0,203 | 0,202 | 0,205 | | |
| | (µg/m³) | <858,54 | 1104,48 | 1058,54 | <858,54 | 1004,93 | <871,29 | <858,54 | | |

Fuente: Propias de la Investigación y resultados de laboratorio Rlab SAC y AGQ Perú SAC

Tabla Nº 6: Resultado de Parámetros Ambientales-Abril 2016

| MES | | Abril 2016 | | | | | | | ESTÁNDARES DE CALIDAD | |
|-----------------|------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------------------|--|
| ESTACIÓN | | 805 | 806 | CA-01 | CA-02 | CA-03 | CA-04 | CA-05 | Valor | Normativa |
| Fecha | Unidades | 09/04/2016 | 09/04/2016 | 09/04/2016 | 09/04/2016 | 10/04/2016 | 10/04/2016 | 10/04/2016 | | |
| PM10 | (µg/muestra) | 40730 | 45650 | 58430 | 57210 | 22740 | 18160 | 22770 | 150 | ECA-D,S, Nº 074-2001-PCM (24 h) |
| | Volumen estándar | 1295,8 | 1293,6 | 1296 | 1295,4 | 1292,4 | 1291,9 | 1292,4 | | EPA |
| | (µg/m³) | 31,43 | 35,29 | 45,08 | 44,16 | 17,60 | 14,06 | 17,62 | | |
| PM2.5 | (µg/muestra) | 13920 | 18390 | 31840 | 31670 | 11840 | 8170 | <2506 | 25 | ECA-D.S. 003-2008 MINAM (24 h) |
| | Volumen estándar | 1293,4 | 1282,5 | 1293,7 | 1293,7 | 1291,2 | 1291,2 | 1260,2 | | |
| | (µg/m³) | 10,76 | 14,34 | 24,61 | 24,48 | 9,17 | 6,33 | <1,99 | | |
| Pb | (µg/muestra) | <11,4 | <11,4 | <11,4 | <11,4 | <11,4 | <11,4 | <11,4 | 1,5 | ECA-D.S. Nº 074-2001-PCM (24h) |
| | Volumen estándar | 1295,8 | 1293,6 | 1296 | 1295,4 | 1292,4 | 1291,9 | 1292,4 | | EPA |
| | (µg/m³) | <0,0088 | <0,0088 | <0,0088 | <0,0088 | <0,0088 | <0,0088 | <0,0088 | 0,5 | Niveles guía de la OMS Niveles guía de la comunidad Europea |
| As | (µg/muestra) | 13,10 | 31,90 | 76,50 | 21,00 | <8,95 | <8,95 | <8,95 | 6 | L.T.C Aire. (R.M. Nº 315-96-EM/VMM) |
| | Volumen estándar | 1295,8 | 1293,6 | 1296 | 1295,4 | 1292,4 | 1291,9 | 1292,4 | | |
| | (µg/m³) | 0,0101 | 0,0247 | 0,0590 | 0,0162 | <0,0069 | <0,0069 | <0,0069 | | |
| SO ₂ | (µg/muestra) | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | 20 | ECA-D.S. Nº 003-2008-MINAM (24 h) |
| | Volumen estándar | 0,213 | 0,213 | 0,213 | 0,213 | 0,213 | 0,213 | 0,213 | | |
| | (µg/m³) | <13 | <13 | <13 | <13 | <13 | <13 | <13 | | |
| NO ₂ | (µg/muestra) | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 200 | ECA-D.S. Nº 074-2001-PCM (1 hora) |
| | Volumen estándar | 0,019 | 0,019 | 0,019 | 0,019 | 0,019 | 0,019 | 0,019 | | |
| | (µg/m³) | <5,26 | <5,26 | <5,26 | <5,26 | <5,26 | <5,26 | <5,26 | | |
| CO | (µg/muestra) | <176 | 369 | <176 | 266 | 247 | <176 | 230 | 10000 | ECA-D.S. Nº 074-2001-PCM (8 h) |
| | Volumen estándar | 0,216 | 0,216 | 0,216 | 0,216 | 0,215 | 0,215 | 0,215 | | |
| | (µg/m³) | <814,81 | 1708,33 | <814,81 | 1231,48 | 1148,84 | <818,60 | 1069,77 | | |

Fuente: Propias de la Investigación y resultados de laboratorio Rlab SAC y AGQ Perú SAC

Tabla N° 7: Resultado de Parámetros Ambientales-Mayo 2016

| MES | | Mayo 2016 | | | | | | | ESTÁNDARES DE CALIDAD | |
|-----------------|------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------------------|--|
| ESTACIÓN | | 805 | 806 | CA-01 | CA-02 | CA-03 | CA-04 | CA-05 | Valor | Normativa |
| Fecha | Unidades | 06/05/2016 | 07/05/2016 | 06/05/2016 | 07/05/2016 | 06/05/2016 | 07/05/2016 | 07/05/2016 | | |
| PM10 | (µg/muestra) | 19370 | 26330 | 41070 | 12000 | 25810 | 27600 | 69560 | 150 | ECA-D,S, N° 074-2001-PCM (24 h) |
| | Volumen estándar | 1261,7 | 1277,1 | 1236,1 | 1264,9 | 1249,1 | 1244,9 | 1275,1 | | EPA |
| | (µg/m³) | 15,35 | 20,62 | 33,23 | 9,49 | 20,66 | 22,17 | 54,55 | | |
| PM2.5 | (µg/muestra) | 7170 | 17800 | 21870 | 5800 | 16930 | 19250 | 12430 | 25 | ECA-D.S. 003-2008 MINAM (24 h) |
| | Volumen estándar | 1247,2 | 1288,2 | 1228,6 | 1257,3 | 1258,8 | 1230,9 | 1259,1 | | |
| | (µg/m³) | 5,75 | 13,82 | 17,80 | 4,61 | 13,45 | 15,64 | 9,87 | | |
| Pb | (µg/muestra) | <11,40 | <11,40 | <11,40 | <11,40 | <11,40 | <11,40 | <11,40 | 1,5 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (24h) |
| | Volumen estándar | 1261,7 | 1277,1 | 1236,1 | 1264,9 | 1249,1 | 1244,9 | 1275,1 | | EPA |
| | (µg/m³) | <0,0090 | <0,0089 | <0,0092 | <0,0090 | <0,0091 | <0,0092 | <0,0089 | 0,5 | Niveles guía de la OMS Niveles guía de la comunidad Europea |
| As | (µg/muestra) | <8,95 | <8,95 | 51,00 | <8,95 | <8,95 | <8,95 | <8,95 | 6 | L.T.C Aire. (R.M. N° 315-96-EM/VMM) |
| | Volumen estándar | 1261,7 | 1277,1 | 1236,1 | 1264,9 | 1249,1 | 1244,9 | 1275,1 | | |
| | (µg/m³) | <0,0071 | <0,0070 | 0,0413 | <0,0071 | <0,0072 | <0,0072 | <0,0070 | | |
| SO ₂ | (µg/muestra) | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | 20 | ECA-D.S. N° 003-2008-MINAM (24 h) |
| | Volumen estándar | 0,207 | 0,210 | 0,203 | 0,208 | 0,206 | 0,205 | 0,207 | | |
| | (µg/m³) | <13 | <13 | <13 | <13 | <13 | <13 | <13 | | |
| NO ₂ | (µg/muestra) | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 200 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (1 hora) |
| | Volumen estándar | 0,019 | 0,019 | 0,018 | 0,019 | 0,018 | 0,018 | 0,019 | | |
| | (µg/m³) | <5,26 | <5,26 | <5,56 | <5,26 | <5,56 | <5,56 | <5,26 | | |
| CO | (µg/muestra) | <176 | <176 | <176 | <176 | <176 | <176 | <176 | 10000 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (8 h) |
| | Volumen estándar | 0,204 | 0,206 | 0,200 | 0,204 | 0,202 | 0,201 | 0,203 | | |
| | (µg/m³) | <862,75 | <854,37 | <880,00 | <862,75 | <871,29 | <875,62 | <867,00 | | |

Fuente: Propias de la Investigación y resultados de laboratorio Rlab SAC y AGQ Perú SAC

Tabla N° 8: Resultado de Parámetros Ambientales-Junio 2016

| MES | | Junio 2016 | | | | | | | ESTÁNDARES DE CALIDAD | |
|-----------------|------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------------------|--|
| ESTACIÓN | | 805 | 806 | CA-01 | CA-02 | CA-03 | CA-04 | CA-05 | Valor | Normativa |
| Fecha | Unidades | 11/06/2016 | 12/06/2016 | 11/06/2016 | 12/06/2016 | 11/06/2016 | 12/06/2016 | 12/06/2016 | | |
| PM10 | (µg/muestra) | 27590 | 41350 | 25250 | 18070 | 28360 | 40870 | 16960 | 150 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (24 h) |
| | Volumen estándar | 1259,5 | 1247,6 | 1252,6 | 1254,1 | 1246,1 | 1261,1 | 1258,5 | | |
| | (µg/m³) | 21,91 | 33,14 | 20,16 | 14,41 | 22,76 | 32,41 | 13,48 | | EPA |
| PM2.5 | (µg/muestra) | 21150 | 16760 | 24320 | 14930 | 12620 | 18220 | 14540 | 25 | ECA-D.S. 003-2008 MINAM (24 h) |
| | Volumen estándar | 1274,4 | 1260,7 | 1260,3 | 1261,8 | 1259,2 | 1274,2 | 1270,5 | | |
| | (µg/m³) | 16,60 | 13,29 | 19,30 | 11,83 | 10,02 | 14,30 | 11,44 | | |
| Pb | (µg/muestra) | <11,40 | <11,40 | <11,40 | <11,40 | <11,40 | <11,40 | <11,40 | 1,5 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (24h) |
| | Volumen estándar | 1259,5 | 1247,6 | 1252,6 | 1254,1 | 1246,1 | 1261,1 | 1258,5 | | |
| | (µg/m³) | <0,0091 | <0,0091 | <0,0091 | <0,0091 | <0,0091 | <0,0090 | <0,0091 | 0,5 | Niveles guía de la OMS Niveles guía de la comunidad Europea |
| As | (µg/muestra) | <8,95 | 13,90 | 14,90 | <8,95 | <8,95 | 10,60 | <8,95 | 6 | L.T.C Aire. (R.M. N° 315-96-EM/VMM) |
| | Volumen estándar | 1259,5 | 1247,6 | 1252,6 | 1254,1 | 1246,1 | 1261,1 | 1258,5 | | |
| | (µg/m³) | <0,0071 | 0,0111 | 0,0119 | <0,0071 | <0,0072 | 0,0084 | <0,0071 | | |
| SO ₂ | (µg/muestra) | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | 20 | ECA-D.S. N° 003-2008-MINAM (24 h) |
| | Volumen estándar | 0,196 | 0,196 | 0,196 | 0,196 | 0,196 | 0,196 | 0,207 | | |
| | (µg/m³) | <13 | <13 | <13 | <13 | <13 | <13 | <13 | | |
| NO ₂ | (µg/muestra) | <0,1 | <0,1 | 0,4 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 1,0 | 200 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (1 hora) |
| | Volumen estándar | 0,017 | 0,018 | 0,018 | 0,017 | 0,017 | 0,017 | 0,018 | | |
| | (µg/m³) | <5,88 | <5,56 | 22,22 | <5,88 | <5,88 | <5,88 | 55,56 | | |
| CO | (µg/muestra) | 642 | <176 | 421 | <176 | 1153 | 1279 | 215 | 10000 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (8 h) |
| | Volumen estándar | 0,188 | 0,195 | 0,181 | 0,195 | 0,196 | 0,195 | 0,181 | | |
| | (µg/m³) | 3414,89 | <902,56 | 2325,97 | <902,56 | 5882,65 | 6558,97 | 1187,85 | | |

Fuente: Propias de la Investigación y resultados de laboratorio Rlab SAC y AGQ Perú SAC

Tabla N° 9: Resultado de Parámetros Ambientales-Julio 2016

| MES | | Julio 2016 | | | | | | | ESTÁNDARES DE CALIDAD | | |
|-----------------|------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------------------|--|-----|
| ESTACIÓN | | 805 | 806 | CA-01 | CA-02 | CA-03 | CA-04 | CA-05 | Valor | Normativa | |
| Fecha | Unidades | 08/07/2016 | 09/07/2016 | 09/07/2016 | 10/07/2016 | 08/07/2016 | 10/07/2016 | 10/07/2016 | | | |
| PM10 | (µg/muestra) | 16180 | 54220 | 29250 | 103920 | 6600 | 17010 | 31910 | 150 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (24 h) | |
| | Volumen estándar | 1272,6 | 1287,7 | 1243,6 | 1269,4 | 1258,8 | 1252 | 1267,3 | | | EPA |
| | (µg/m³) | 12,71 | 42,11 | 23,52 | 81,87 | 5,24 | 13,59 | 25,18 | | | |
| PM2.5 | (µg/muestra) | 3210 | 5990 | 5450 | 51460 | <2506 | <2506 | 5700 | 25 | ECA-D.S. 003-2008 MINAM (24 h) | |
| | Volumen estándar | 1257,6 | 1272,8 | 1247,6 | 2512,2 | 1267,9 | 1261,2 | 1252,1 | | | |
| | (µg/m³) | 2,55 | 4,71 | 4,37 | 20,48 | <1,98 | <1,99 | 4,55 | | | |
| Pb | (µg/muestra) | <11,40 | 11,80 | <11,40 | 19,90 | <11,40 | <11,40 | <11,40 | 1,5 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (24h) | |
| | Volumen estándar | 1272,6 | 1287,7 | 1243,6 | 1269,4 | 1258,8 | 1252 | 1267,3 | | EPA | |
| | (µg/m³) | <0,0090 | 0,0092 | <0,0092 | 0,0157 | <0,0091 | <0,0091 | <0,0090 | 0,5 | Niveles guía de la OMS Niveles guía de la comunidad Europea | |
| As | (µg/muestra) | <8,95 | 50,70 | 40,30 | 22,70 | <8,95 | 18,20 | 11,00 | 6 | L.T.C Aire. (R.M. N° 315-96-EM/VMM) | |
| | Volumen estándar | 1272,6 | 1287,7 | 1243,6 | 1269,4 | 1258,8 | 1252 | 1267,3 | | | |
| | (µg/m³) | <0,0070 | 0,0394 | 0,0324 | 0,0179 | <0,0071 | 0,0145 | 0,0087 | | | |
| SO ₂ | (µg/muestra) | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | 20 | ECA-D.S. N° 003-2008-MINAM (24 h) | |
| | Volumen estándar | 0,221 | 0,224 | 0,216 | 0,221 | 0,219 | 0,218 | 0,22 | | | |
| | (µg/m³) | <13 | <13 | <13 | <13 | <13 | <13 | <13 | | | |
| NO ₂ | (µg/muestra) | 0,1 | 0,2 | <0,1 | 0,2 | 0,2 | <0,1 | 0,2 | 200 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (1 hora) | |
| | Volumen estándar | 0,018 | 0,019 | 0,018 | 0,018 | 0,018 | 0,018 | 0,018 | | | |
| | (µg/m³) | 5,56 | 10,53 | <5,56 | 11,11 | 11,11 | <5,56 | 11,11 | | | |
| CO | (µg/muestra) | <176 | <176 | 343 | <176 | <176 | 362 | <176 | 10000 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (8 h) | |
| | Volumen estándar | 0,214 | 0,216 | 0,209 | 0,214 | 0,212 | 0,21 | 0,213 | | | |
| | (µg/m³) | <822,43 | <814,81 | 1641,15 | <822,43 | <830,19 | 1723,81 | <826,29 | | | |

Fuente: Propias de la Investigación y resultados de laboratorio Rlab SAC y AGQ Perú SAC

Tabla N° 10: Resultado de Parámetros Ambientales-Agosto 2016

| | | Agosto 2016 | | | | | | | ESTÁNDARES DE CALIDAD | |
|-----------------|------------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------------------|--|
| ESTACIÓN | | 805 | 806 | CA-01 | CA-02 | CA-03 | CA-04 | CA-05 | | |
| Fecha | Unidades | 14/08/2016 | 14/08/2016 | 14/08/2016 | 15/08/2016 | 14/08/2016 | 15/08/2016 | 15/08/2016 | Valor | Normativa |
| PM10 | (µg/muestra) | 19690 | 21650 | 19870 | 32410 | 29120 | 14550 | 21090 | 150 | ECA-D,S, N° 074-2001-PCM (24 h) |
| | Volumen estándar | 1261,8 | 1280,8 | 1240,5 | 1265,8 | 1251,7 | 1247,2 | 1260,7 | | |
| | (µg/m³) | 15,60 | 16,90 | 16,02 | 25,60 | 23,26 | 11,67 | 16,73 | | EPA |
| PM2.5 | (µg/muestra) | 13950 | 13500 | 16220 | 15510 | <2506 | 7380 | 13890 | 25 | ECA-D.S. 003-2008 MINAM (24 h) |
| | Volumen estándar | 1247,6 | 1266,3 | 1248,4 | 1252,6 | 1260,4 | 1254,8 | 1247,5 | | |
| | (µg/m³) | 11,18 | 10,66 | 12,99 | 12,38 | <1,99 | 5,88 | 11,13 | | |
| Pb | (µg/muestra) | <11,40 | <11,40 | <11,40 | <11,40 | <11,40 | <11,40 | <11,40 | 1,5 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (24h) |
| | Volumen estándar | 1261,8 | 1280,8 | 1240,5 | 1265,8 | 1251,7 | 1247,2 | 1260,7 | | EPA |
| | (µg/m³) | <0,0090 | <0,0089 | <0,0092 | <0,0090 | <0,0091 | <0,0091 | <0,0090 | 0,5 | Niveles guía de la OMS Niveles guía de la comunidad Europea |
| As | (µg/muestra) | <8,95 | 18,00 | 13,90 | <8,95 | <8,95 | <8,95 | 30,80 | 6 | L.T.C Aire. (R.M. N° 315-96-EM/VMM) |
| | Volumen estándar | 1261,8 | 1280,8 | 1240,5 | 1265,8 | 1251,7 | 1247,2 | 1260,7 | | |
| | (µg/m³) | <0,0071 | 0,0141 | 0,0112 | <0,0071 | <0,0072 | <0,0072 | 0,0244 | | |
| SO ₂ | (µg/muestra) | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | 20 | ECA-D.S. N° 003-2008-MINAM (24 h) |
| | Volumen estándar | 0,208 | 0,211 | 0,205 | 0,208 | 0,206 | 0,206 | 0,208 | | |
| | (µg/m³) | <13 | <13 | <13 | <13 | <13 | <13 | <13 | | |
| NO ₂ | (µg/muestra) | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 2,1 | <0,1 | <0,1 | 200 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (1 hora) |
| | Volumen estándar | 0,018 | 0,019 | 0,018 | 0,018 | 0,018 | 0,018 | 0,018 | | |
| | (µg/m³) | <5,56 | <5,26 | <5,56 | <5,56 | 116,67 | <5,56 | <5,56 | | |
| CO | (µg/muestra) | 367 | 507 | 269 | 504 | 637 | 413 | 377 | 10000 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (8 h) |
| | Volumen estándar | 0,204 | 0,208 | 0,201 | 0,205 | 0,203 | 0,202 | 0,204 | | |
| | (µg/m³) | 1799,02 | 2437,50 | 1338,31 | 2458,54 | 3137,93 | 2044,55 | 1848,04 | | |

Fuente: Propias de la Investigación y resultados de laboratorio Rlab SAC y AGQ Perú SAC

Tabla N° 11: Resultado de Parámetros Ambientales-Septiembre 2016

| MES | | Septiembre 2016 | | | | | | | ESTÁNDARES DE CALIDAD | |
|-----------------|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|--|
| ESTACIÓN | | 805 | 806 | CA-01 | CA-02 | CA-03 | CA-04 | CA-05 | Valor | Normativa |
| Fecha | Unidades | 09/09/2016 al 10/09/2016 | 10/09/2016 al 11/09/2016 | 09/09/2016 al 10/09/2016 | 11/09/2016 al 12/09/2016 | 09/09/2016 al 10/09/2016 | 10/09/2016 al 11/09/2016 | 10/09/2016 al 11/09/2016 | | |
| PM10 | (µg/muestra) | 20590 | 47040 | 22270 | 45780 | 28960 | 18030 | 33300 | 150 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (24 h) |
| | Volumen estándar | 1247,7 | 1293,5 | 1252,8 | 1286,6 | 1283,4 | 1302,8 | 1318,8 | | EPA |
| | (µg/m³) | 16,50 | 36,37 | 17,78 | 35,58 | 22,57 | 13,84 | 25,25 | | |
| PM2.5 | (µg/muestra) | 7860 | 18870 | 14770 | 30390 | 23470 | 15030 | 26160 | 25 | ECA-D.S. 003-2008 MINAM (24 h) |
| | Volumen estándar | 1267,4 | 1309,2 | 1247,3 | 1286,9 | 1260,5 | 1297,1 | 1296 | | |
| | (µg/m³) | 6,20 | 14,41 | 11,84 | 23,61 | 18,62 | 11,59 | 20,19 | | |
| Pb | (µg/muestra) | <11,4 | <11,4 | <11,4 | <11,4 | <11,4 | <11,4 | <11,4 | 1,5 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (24h) |
| | Volumen estándar | 1247,7 | 1293,5 | 1252,8 | 1286,6 | 1283,4 | 1302,8 | 1318,8 | | EPA |
| | (µg/m³) | <0,0091 | <0,0088 | <0,0091 | <0,0089 | <0,0089 | <0,0088 | <0,0086 | 0,5 | Niveles guía de la OMS Niveles guía de la comunidad Europea |
| As | (µg/muestra) | <8,95 | 58,4 | 24,1 | 14,1 | <8,95 | <8,95 | 21,7 | 6 | L.T.C Aire. (R.M. N° 315-96-EM/VMM) |
| | Volumen estándar | 1247,7 | 1293,5 | 1252,8 | 1286,6 | 1283,4 | 1302,8 | 1318,8 | | |
| | (µg/m³) | <0,0072 | 0,0451 | 0,0192 | 0,0110 | <0,0070 | <0,0069 | 0,0165 | | |
| SO ₂ | (µg/muestra) | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | 20 | ECA-D.S. N° 003-2008-MINAM (24 h) |
| | Volumen estándar | 0,208 | 0,215 | 0,208 | 0,213 | 0,212 | 0,216 | 0,216 | | |
| | (µg/m³) | <13 | <13 | <13 | <13 | <13 | <13 | <13 | | |
| NO ₂ | (µg/muestra) | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 200 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (1 hora) |
| | Volumen estándar | 0,019 | 0,02 | 0,019 | 0,019 | 0,019 | 0,02 | 0,02 | | |
| | (µg/m³) | <5,26 | <5,00 | <5,26 | <5,26 | <5,26 | <5,00 | <5,00 | | |
| CO | (µg/muestra) | 544 | 195 | 773 | 196 | 690 | 1230 | <176 | 10000 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (8 h) |
| | Volumen estándar | 0,181 | 0,187 | 0,181 | 0,182 | 0,183 | 0,188 | 0,188 | | |
| | (µg/m³) | 3005,52 | 1042,78 | 4270,72 | 1076,92 | 3770,49 | 6542,55 | <936,17 | | |

Fuente: Propias de la Investigación y resultados de laboratorio Rlab SAC y AGQ Perú SAC

Tabla Nº 12: Resultado de Parámetros Ambientales-Octubre 2016

| MES | | Octubre 2016 | | | | | | | ESTÁNDARES DE CALIDAD | |
|-----------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------|--|
| ESTACIÓN | | 805 | 806 | CA-01 | CA-02 | CA-03 | CA-04 | CA-05 | Valor | Normativa |
| Fecha | Unidades | 09/10/2016 al 10/10/2016 | 10/10/2016 al 11/10/2016 | 09/10/2016 al 10/10/2016 | 10/10/2016 al 11/10/2016 | 10/10/2016 al 11/10/2016 | 09/10/2016 al 10/10/2016 | 10/10/2016 al 11/10/2016 | | |
| PM10 | (µg/muestra) | 43220 | 91380 | 40510 | 60700 | 47170 | 27560 | 37470 | 150 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (24 h) |
| | Volumen estándar | 1259,4 | 1276,8 | 1228,7 | 1256,4 | 1242,8 | 1243,9 | 1256,8 | | EPA |
| | (µg/m³) | 34,32 | 71,57 | 32,97 | 48,31 | 37,95 | 22,16 | 29,81 | | |
| PM2.5 | (µg/muestra) | 15430 | 21140 | 18840 | 27420 | 12540 | 20310 | 12890 | 25 | ECA-D.S. 003-2008 MINAM (24 h) |
| | Volumen estándar | 1274,3 | 1262,6 | 1222,2 | 1248,7 | 1236,2 | 1258,7 | 1271,9 | | |
| | (µg/m³) | 12,11 | 16,74 | 15,41 | 21,96 | 10,14 | 16,14 | 10,13 | | |
| Pb | (µg/muestra) | <11,40 | <11,40 | <11,40 | <11,40 | <11,40 | <11,40 | <11,40 | 1,5 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (24h) |
| | Volumen estándar | 1259,4 | 1276,8 | 1228,7 | 1256,4 | 1242,8 | 1243,9 | 1256,8 | | EPA |
| | (µg/m³) | <0,0091 | <0,0089 | <0,0093 | <0,0091 | <0,0092 | <0,0092 | <0,0091 | 0,5 | Niveles guía de la OMS Niveles guía de la comunidad Europea |
| As | (µg/muestra) | 9,20 | 71,00 | 31,70 | 54,50 | <8,95 | <8,95 | 73,30 | 6 | L.T.C Aire. (R.M. N° 315-96-EM/VMM) |
| | Volumen estándar | 1259,4 | 1276,8 | 1228,7 | 1256,4 | 1242,8 | 1243,9 | 1256,8 | | |
| | (µg/m³) | 0,0073 | 0,0556 | 0,0258 | 0,0434 | <0,0072 | <0,0072 | 0,0583 | | |
| SO ₂ | (µg/muestra) | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | 20 | ECA-D.S. N° 003-2008-MINAM (24 h) |
| | Volumen estándar | 0,208 | 0,211 | 0,204 | 0,209 | 0,206 | 0,206 | 0,208 | | |
| | (µg/m³) | <13 | <13 | <13 | <13 | <13 | <13 | <13 | | |
| NO ₂ | (µg/muestra) | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 200 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (1 hora) |
| | Volumen estándar | 0,018 | 0,018 | 0,018 | 0,018 | 0,018 | 0,018 | 0,018 | | |
| | (µg/m³) | <5,56 | <5,56 | <5,56 | <5,56 | <5,56 | <5,56 | <5,56 | | |
| CO | (µg/muestra) | 425 | <176 | 316 | 497 | 648 | 225 | 315 | 10000 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (8 h) |
| | Volumen estándar | 0,197 | 0,2 | 0,194 | 0,198 | 0,195 | 0,195 | 0,197 | | |
| | (µg/m³) | 2157,36 | <880,00 | 1628,87 | 2510,10 | 3323,08 | 1153,85 | 1598,98 | | |

Fuente: Propias de la Investigación y resultados de laboratorio Rlab SAC y AGQ Perú SAC

Tabla N° 13: Resultado de Parámetros Ambientales-Noviembre 2016

| MES | | Noviembre 2016 | | | | | | | ESTÁNDARES DE CALIDAD | |
|-----------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------|--|
| ESTACIÓN | | 805 | 806 | CA-01 | CA-02 | CA-03 | CA-04 | CA-05 | Valor | Normativa |
| Fecha | Unidades | 06/11/2016 al 07/11/2016 | 07/11/2016 al 08/11/2016 | 06/11/2016 al 07/11/2016 | 07/11/2016 al 08/11/2016 | 06/11/2016 al 07/11/2016 | 07/11/2016 al 08/11/2016 | 06/11/2016 al 07/11/2016 | | |
| PM10 | (µg/muestra) | 22370 | 33170 | 22660 | 33690 | 29250 | 12610 | 23800 | 150 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (24 h) EPA |
| | Volumen estándar | 1245,5 | 1292,2 | 1249,5 | 1273,1 | 1265 | 1305,1 | 1316,5 | | |
| | (µg/m³) | 17,96 | 25,67 | 18,14 | 26,46 | 23,12 | 9,66 | 18,08 | | |
| PM2.5 | (µg/muestra) | 12270 | 22900 | 15770 | 21500 | 14680 | 7070 | 17120 | 25 | ECA-D.S. 003-2008 MINAM (24 h) |
| | Volumen estándar | 1234,2 | 1280,8 | 1241,9 | 1277,6 | 1268,5 | 1298,3 | 1305,3 | | |
| | (µg/m³) | 9,94 | 17,88 | 12,70 | 16,83 | 11,57 | 5,45 | 13,12 | | |
| Pb | (µg/muestra) | <11,40 | <11,40 | <11,40 | <11,40 | <11,40 | <11,40 | <11,40 | 1,5 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (24h) EPA |
| | Volumen estándar | 1245,5 | 1292,2 | 1249,5 | 1273,1 | 1265 | 1305,1 | 1316,5 | | |
| | (µg/m³) | <0,0092 | <0,0088 | <0,0091 | <0,0090 | <0,0090 | <0,0087 | <0,0087 | 0,5 | Niveles guía de la OMS Niveles guía de la comunidad Europea |
| As | (µg/muestra) | 12,10 | 30,60 | 11,90 | 12,20 | 30,10 | <8,95 | <8,95 | 6 | L.T.C Aire. (R.M. N° 315-96-EM/VMM) |
| | Volumen estándar | 1245,5 | 1292,2 | 1249,5 | 1273,1 | 1265 | 1305,1 | 1316,5 | | |
| | (µg/m³) | 0,0097 | 0,0237 | 0,0095 | 0,0096 | 0,0238 | <0,0069 | <0,0068 | | |
| SO ₂ | (µg/muestra) | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | <3,7 | 20 | ECA-D.S. N° 003-2008-MINAM (24 h) |
| | Volumen estándar | 0,197 | 0,204 | 0,197 | 0,202 | 0,200 | 0,205 | 0,205 | | |
| | (µg/m³) | <13 | <13 | <13 | <13 | <13 | <13 | <13 | | |
| NO ₂ | (µg/muestra) | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 200 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (1 hora) |
| | Volumen estándar | 0,018 | 0,019 | 0,018 | 0,019 | 0,019 | 0,019 | 0,019 | | |
| | (µg/m³) | <5,56 | <5,26 | <5,56 | <5,26 | <5,26 | <5,26 | <5,26 | | |
| CO | (µg/muestra) | 831 | 969 | 185 | 790 | 1520 | 1271 | 472 | 10000 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (8 h) |
| | Volumen estándar | 0,181 | 0,187 | 0,181 | 0,182 | 0,183 | 0,184 | 0,188 | | |
| | (µg/m³) | 4591,16 | 5181,82 | 1022,10 | 4340,66 | 8306,01 | 6907,61 | 2510,64 | | |

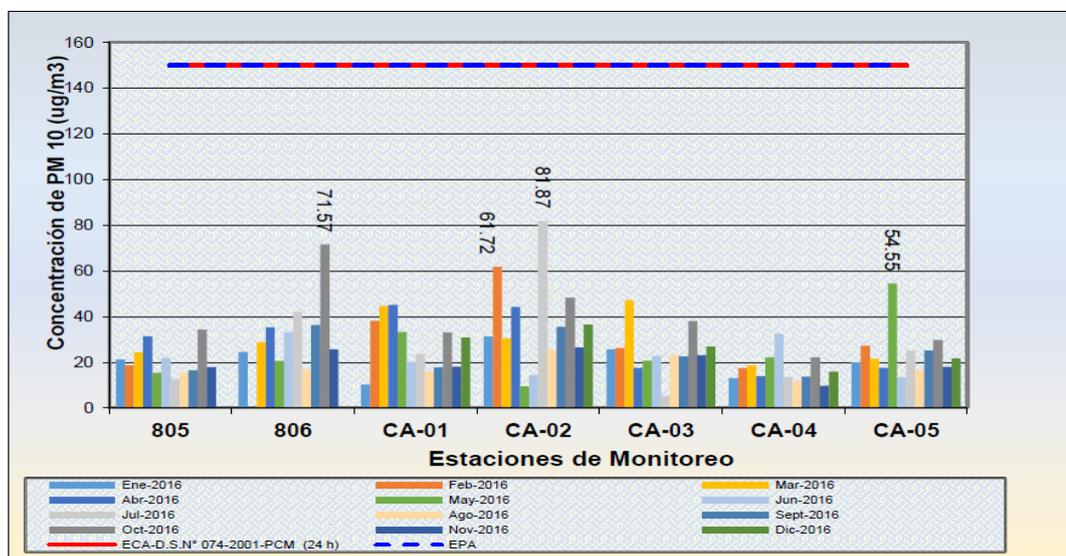
Fuente: Propias de la Investigación y resultados de laboratorio Rlab SAC y AGQ Perú SAC

Tabla N° 14: Resultado de Parámetros Ambientales-Diciembre 2016

| MES | | Diciembre 2016 | | | | | | | ESTÁNDARES DE CALIDAD | |
|-----------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------|--|
| ESTACIÓN | | 805 | 806 | CA-01 | CA-02 | CA-03 | CA-04 | CA-05 | Valor | Normativa |
| Fecha | Unidades | 27/12/2016 al 28/12/2016 | 28/12/2016 al 29/12/2016 | 27/12/2016 al 28/12/2016 | 28/12/2016 al 29/12/2016 | 28/12/2016 al 29/12/2016 | 27/12/2016 al 28/12/2016 | 28/12/2016 al 29/12/2016 | | |
| PM10 | (µg/muestra) | 47810 | 24970 | 37680 | 45570 | 33440 | 19470 | 26930 | 150 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (24 h) EPA |
| | Volumen estándar | 1258,8 | 1275,6 | 1218,7 | 1248,3 | 1243,5 | 1226,3 | 1241,9 | | |
| | (µg/m³) | 37,98 | 19,58 | 30,92 | 36,51 | 26,89 | 15,88 | 21,68 | | |
| PM2.5 | (µg/muestra) | 5000 | 15800 | 17400 | 8500 | 5400 | 9400 | 7500 | 25 | ECA-D.S. 003-2008 MINAM (24 h) |
| | Volumen estándar | 1251,9 | 1268,9 | 1231,0 | 1261,2 | 1245,3 | 1239,8 | 1254,2 | | |
| | (µg/m³) | 3,99 | 12,45 | 14,13 | 6,74 | 4,34 | 7,58 | 5,98 | | |
| Pb | (µg/muestra) | <11,4 | <11,4 | <11,4 | <11,4 | <11,4 | <11,4 | <11,4 | 1,5 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (24h) EPA |
| | Volumen estándar | 1258,8 | 1275,6 | 1218,7 | 1248,3 | 1243,5 | 1226,3 | 1241,9 | | |
| | (µg/m³) | <0,009 | <0,009 | <0,009 | <0,009 | <0,009 | <0,009 | <0,009 | 0,5 | Niveles guía de la OMS Niveles guía de la comunidad Europea |
| As | (µg/muestra) | <8,95 | <8,95 | 28,5 | 27,0 | <8,95 | <8,95 | <8,95 | 6 | L.T.C Aire. (R.M. N° 315-96-EM/VMM) |
| | Volumen estándar | 1258,8 | 1275,6 | 1218,7 | 1248,3 | 1243,5 | 1226,3 | 1241,9 | | |
| | (µg/m³) | <0,007 | <0,007 | 0,023 | 0,022 | <0,007 | <0,007 | <0,007 | | |
| SO ₂ | (µg/muestra) | <3,75 | <3,75 | <3,75 | <3,75 | <3,75 | <3,75 | <3,75 | 20 | ECA-D.S. N° 003-2008-MINAM (24 h) |
| | Volumen estándar | 0,208 | 0,211 | 0,204 | 0,209 | 0,207 | 0,206 | 0,208 | | |
| | (µg/m³) | 18,03 | 17,77 | 18,38 | 17,94 | 18,12 | 18,20 | 18,03 | | |
| NO ₂ | (µg/muestra) | <0,08 | 0,38 | 0,38 | <0,08 | <0,08 | <0,08 | <0,08 | 200 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (1 hora) |
| | Volumen estándar | 0,018 | 0,019 | 0,018 | 0,018 | 0,018 | 0,018 | 0,018 | | |
| | (µg/m³) | <4,44 | <4,44 | <4,44 | <4,44 | <4,44 | <4,44 | <4,44 | | |
| CO | (µg/muestra) | <37,02 | <37,02 | <37,02 | <37,02 | <37,02 | 193,29 | 216,58 | 10000 | ECA-D.S. N° 074-2001-PCM (8 h) |
| | Volumen estándar | 0,205 | 0,208 | 0,201 | 0,206 | 0,203 | 0,202 | 0,205 | | |
| | (µg/m³) | <180,59 | <177,98 | <184,18 | <179,71 | <182,36 | 956,88 | 1056,49 | | |

Fuente: Propias de la Investigación y resultados de laboratorio Rlab SAC y AGQ Perú SAC

GRÁFICO N° 1: Resultados de Concentración de PM 10($\mu\text{g}/\text{m}^3$)- 2016



Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE PM 10($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

En las tablas del 3 al 14 y en el Gráfico N° 1 Resultados de Concentración de PM 10($\mu\text{g}/\text{m}^3$)- 2016, de las 7 estaciones de monitoreo, la concentración de PM 10 está representado en el aire de la siguiente manera:

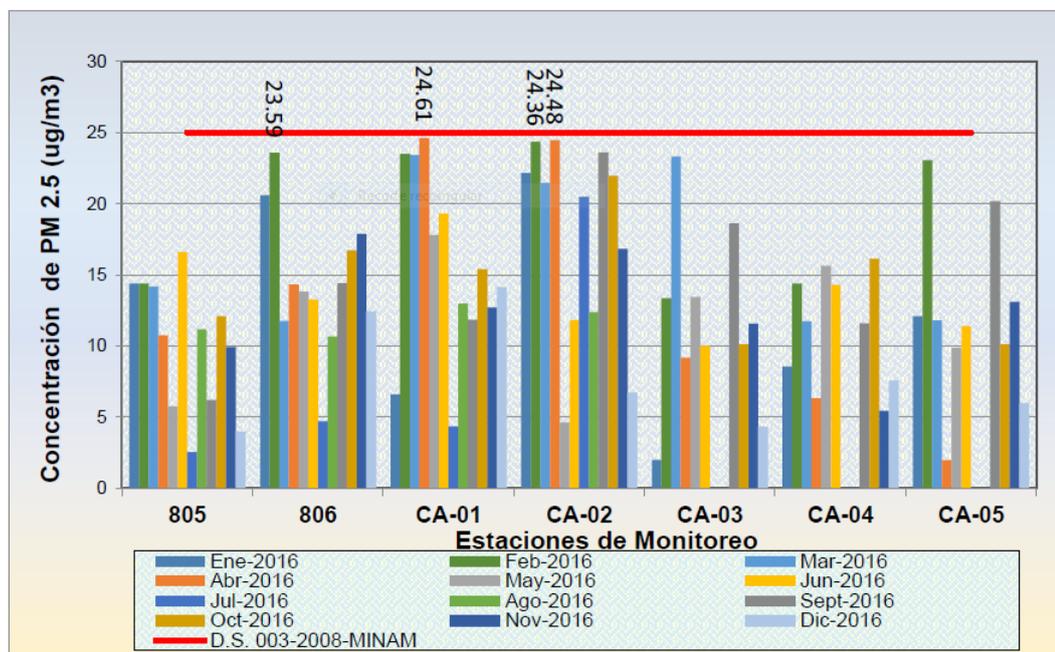
Las concentraciones de las partículas menores a 10 micras en los meses de Enero del 2016 a Diciembre del 2016 en las estaciones 805, 806, CA-01, CA-02, CA-03, CA-04 y CA-05, se encontraron entre $5.24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $81.87 \mu\text{g}/\text{m}^3$, encontrándose dentro de lo establecido por los estándares de calidad ambiental para aire del D.S. N° 074-2001-PCM y por los estándares de la EPA que indican un valor máximo de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para este parámetro.

Pero durante los meses de verano las concentraciones medias de PM10 alcanzaron en las estaciones de monitoreo 806, CA-02 y CA-05 la concentración de 71.57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 81.87 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 54.55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente, superando significativamente las concentraciones en época de invierno, aunque en febrero en la estación de monitoreo CA-02 se puede evidenciar la concentración es de 61.72 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Por otro lado, las concentraciones medias mensuales de PM10 presentaron registros que en la estación de monitoreo CA-02 (Machahuay) representa las mayores concentraciones de PM-10 a diferencias de las demás estaciones de monitoreo esto posiblemente que la actividad minera cercana viene asociada a la actividad vehicular y de personas en este poblado de Machahuay.

Otras de los análisis de los resultados de las bajas concentraciones PM 10 se deben, a que la dirección de los vientos es predominante del Norte y Nor- noreste, y las poblaciones en evaluación se encuentran al lado sur de la actividad minera.

GRÁFICO Nº 2: Resultados de Concentración de PM 2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)- 2016



Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE PM 2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

En las tablas del 3 al 14 y en el Gráfico Nº 2, Resultados de Concentración de PM 2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)- 2016, de las 7 estaciones de monitoreo, la concentración de PM 2.5 está representado en el aire de la siguiente manera:

Las concentraciones de las partículas menores a 2.5 micras en los meses de Enero del 2016 a Diciembre del 2016 en las estaciones 805, 806, CA-01, CA-02, CA-03, CA-04 y CA-05, se encontraron entre $1.98 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $24.61 \mu\text{g}/\text{m}^3$, encontrándose en todas las estaciones dentro de lo establecido por los estándares de calidad ambiental para aire del D.S. Nº

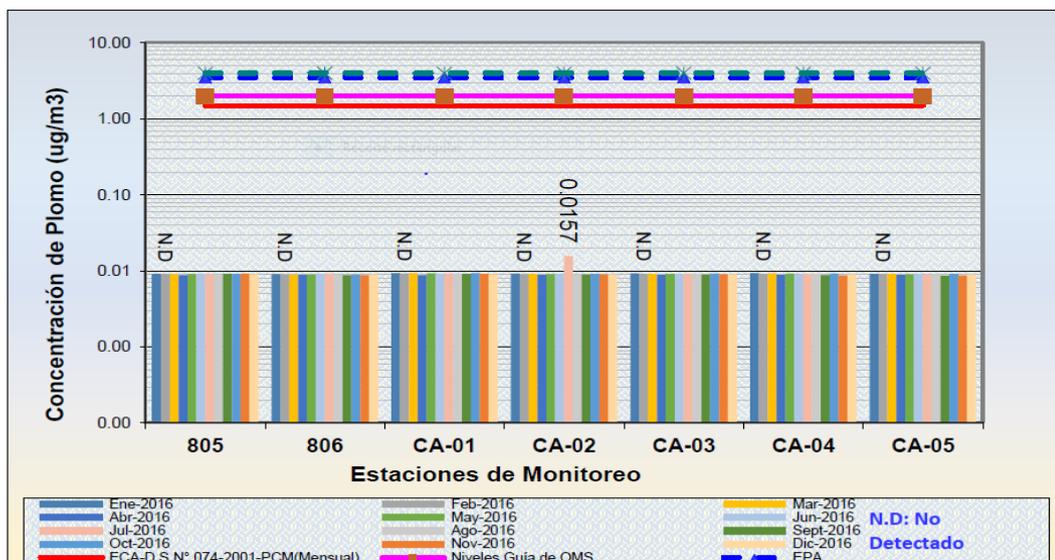
003-2008 MINAM que indican un valor máximo de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para este parámetro.

Pero durante los meses de invierno entre los meses de febrero a abril las concentraciones medias de PM 2.5 alcanzaron en las estaciones de monitoreo 806, CA-02 en concentración de 23.59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 24.61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente, CA-05 24.36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (febrero) 24.48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Abril) superando significativamente las concentraciones en época de verano, estos resultados totalmente adverso se debe a que en los meses de verano la Unidad Minera Cobriza de Doe Run realiza regadíos de agua por las vías de las poblaciones cercanas.

Por otro lado, las concentraciones medias mensuales de PM10 presentaron registros que en la estación de monitoreo CA-02 (Machahuay) representa las mayores concentraciones de PM- 2.5 a diferencias de las demás estaciones de monitoreo esto posiblemente que la actividad minera cercana viene asociada a la actividad vehicular y de personas en este poblado de Machahuay.

Otras de los análisis de los resultados de las bajas concentraciones PM 2.5 se debe, a que la dirección de los vientos es predominante del Norte y Nor- noreste, y las poblaciones en evaluación se encuentran al lado sur de la actividad minera.

GRÁFICO Nº 3: Resultados de Concentración de Plomo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)- 2016



Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE PLOMO

En las tablas del 3 al 14 y en el Gráfico Nº 3, Resultados de Concentración de Plomo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)- 2016, de las 7 estaciones de monitoreo, la concentración de Plomo está representado en el aire de la siguiente manera:

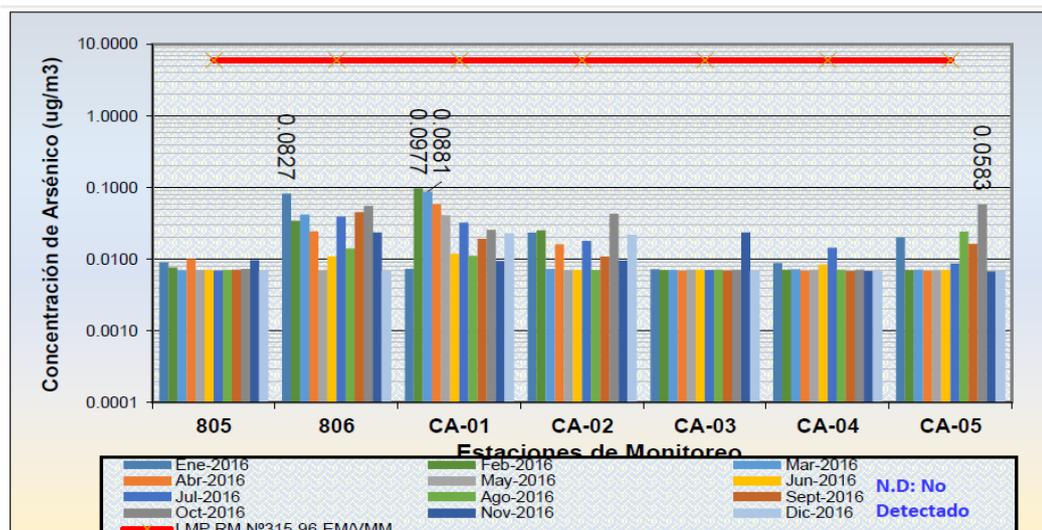
Las concentraciones de plomo en los meses de Enero del 2016 a Diciembre del 2016 en las estaciones 805, 806, CA-01, CA-02, CA-03, CA-04 y CA-05, se encontraron en un máximo de $0.0157 \mu\text{g}/\text{m}^3$, encontrándose todos los valores dentro de lo establecido por el ECA para aire del D.S.Nº074-2001-PCM, los Niveles Guía de la OMS y la EPA que

indican un valor máximo de 1.5 ug/m³, 0.5 ug/m³, 1.5 ug/m³ para este parámetro respectivamente.

Durante todo el año estuvieron como no detectados esto quiere decir que los métodos de análisis utilizados no pudieron encontrar presencia de plomo por encontrarse en bajas concentraciones, pero durante el mes de julio en la estación de verano se evidencia la presencia mínima de plomo de 0.0157 ug/m³ en la estación de monitoreo CA-02 (Machahuay).

Otras de los análisis de los resultados de las bajas concentraciones de plomo se deben, a que la dirección de los vientos es predominante del Norte y Nor- noreste, y las poblaciones en evaluación se encuentran al lado sur de la actividad minera.

GRÁFICO Nº 4: Resultados de Concentración de Arsénico (ug/m³)- 2016



Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE ARSÉNICO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

En las tablas del 3 al 14 y en el Gráfico N° 4 Resultados de Concentración de Arsénico (ug/m^3)- 2016, de las 7 estaciones de monitoreo, la concentración de Arsénico está representado en el aire de la siguiente manera:

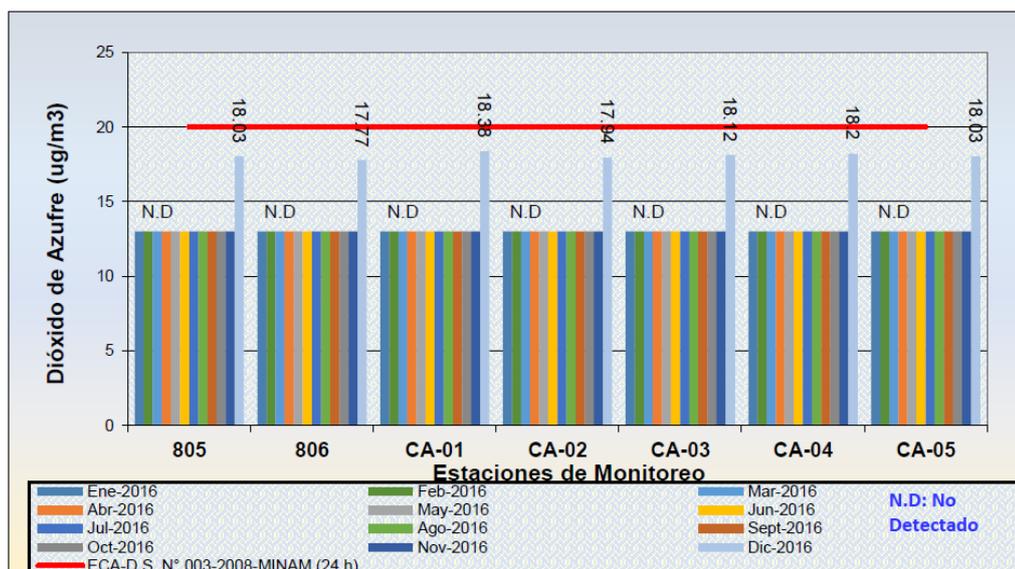
Las concentraciones de Arsénico en los meses de Enero del 2016 a Diciembre del 2016 en las estaciones 805, 806, CA-01, CA-02, CA-03, CA-04 y CA-05, se encontraron entre $0.0069 \text{ ug}/\text{m}^3$ a $0.0977 \text{ ug}/\text{m}^3$, encontrándose dentro de lo establecido por los Límites transitorios de calidad de aire para minería L.T.C Aire. (R.M. 315-96-EM/VMM).

Pero durante los meses de invierno entre los meses de enero a marzo las concentraciones de Arsénico alcanzaron en la estación de monitoreo 806 en concentración de $0.0827 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y CA-01 $0.0977 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (febrero) $0.0881 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Marzo) superando significativamente las concentraciones en época de verano, estos resultados totalmente adverso se debe a que en los meses de verano la Unidad Minera Cobriza de Doe Run realiza regadíos de agua por las vías de las poblaciones cercanas. Asimismo, en el mes de octubre en época de verano en la estación de monitoreo CA-05 (Al sur del depósito de material estéril Parco) la concentración de Arsénico llegó a presentar en $0.0583 \mu\text{g}/\text{m}^3$, esta presencia se debe evidentemente por presentar muy cerca el depósito de material estéril o desmonte.

Por otro lado, las concentraciones medias mensuales de Arsénico presentaron registros que en las estaciones de monitoreo 806 y CA-02 representa las mayores concentraciones de Arsénico a diferencia de las demás estaciones de monitoreo esto posiblemente por la cercanía de las instalaciones de la actividad minera.

Otras de los análisis de los resultados de las bajas concentraciones Arsénico se deben, a que la dirección de los vientos es predominante del Norte y Nor- noreste, y las poblaciones en evaluación se encuentran al lado sur de la actividad minera.

GRÁFICO Nº 5: Resultados de Concentración de Dióxido de Azufre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)-2016



Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO DE AZUFRE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

En las tablas del 3 al 14 y en el Gráfico N° 5 Resultados de Concentración de Dióxido de Azufre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)- 2016, de las 7 estaciones de monitoreo, la concentración de Dióxido de Azufre está representado en el aire de la siguiente manera:

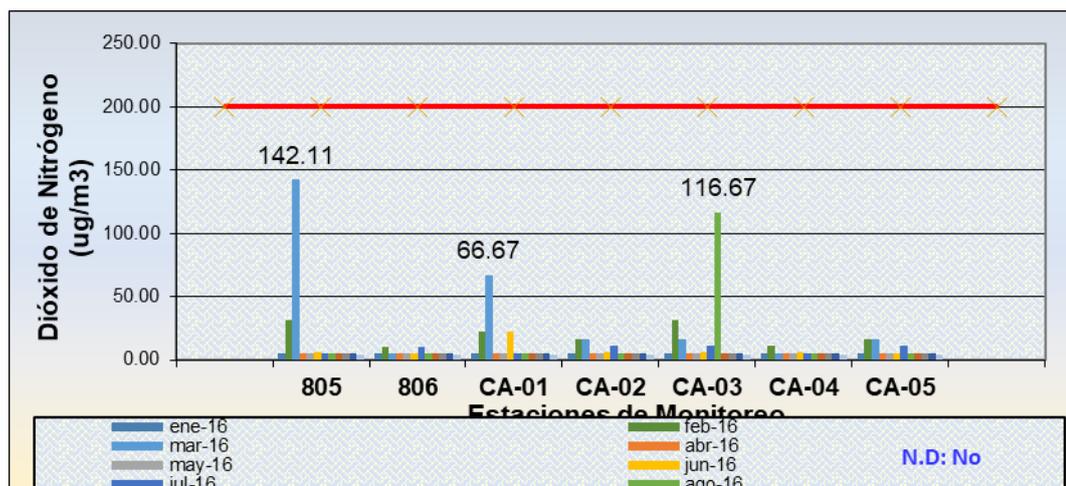
Las concentraciones de Dióxido de Azufre en los meses de Enero del 2016 a Diciembre del 2016 en las estaciones 805, 806, CA-01, CA-02, CA-03, CA-04 y CA-05, se encontraron entre $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $18.38 \mu\text{g}/\text{m}^3$, encontrándose los valores dentro de lo establecido por el ECA para aire del D.S. N° 003-2008-MINAM, que indica un valor máximo de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para un periodo de 24 horas.

Durante todo el año estuvieron como no detectados esto quiere decir que los métodos de análisis utilizados no pudieron encontrar presencia de Dióxido de Azufre por encontrarse en bajas concentraciones, pero durante el mes de Diciembre a inicios de la estación de verano se evidencia la presencia mínima de Dióxido de Azufre en un intervalo de $17.77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $18.38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en todas las estaciones de monitoreo, esta presencia se debe a que la planta concentrado y posiblemente la fuga de este gas se hizo evidencia en este mes de diciembre.

Otras de los análisis de los resultados de las bajas concentraciones Dióxido de Azufre se deben, a que la dirección de los vientos es

predominante del Norte y Nor-noreste, y las poblaciones en evaluación se encuentran al lado sur de la actividad minera.

GRÁFICO Nº 6: Resultados de Concentración de Dióxido de Nitrógeno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)-2016



Fuente: Elaboración Propia

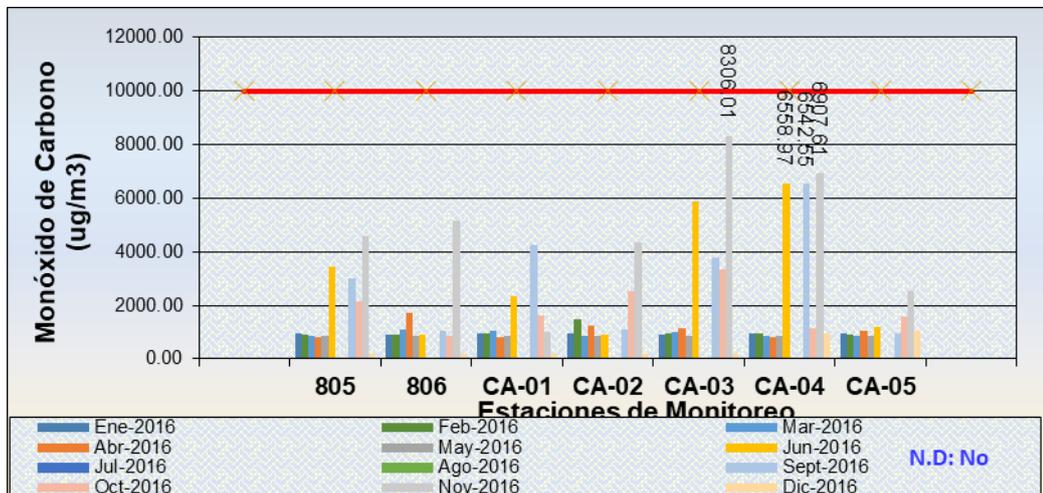
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO DE NITRÓGENO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

En las tablas del 3 al 14 y en el Gráfico Nº 6 Resultados de Concentración de Dióxido de Nitrógeno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)- 2016, de las 7 estaciones de monitoreo, la concentración de Dióxido de Nitrógeno está representado en el aire de la siguiente manera:

Las concentraciones de Dióxido de Nitrógeno en los meses de Enero del 2016 a Diciembre del 2016 en las estaciones 805, 806, CA-01, CA-02, CA-03, CA-04 y CA-05, se encontraron entre $5.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $142.11 \mu\text{g}/\text{m}^3$, encontrándose de esta manera todas las estaciones dentro de lo establecido por el ECA para aire del D.S. N°074-2001-PCM.

Pero durante el mes de marzo época de invierno las concentraciones de Dióxido de Nitrógeno alcanzaron en las estaciones de monitoreo 806 y CA-01 en $142.11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ $66.67 \mu\text{g}/\text{m}^3$ superando significativamente las concentraciones en época de verano y las otras estaciones de monitoreo en época de invierno, estos resultados totalmente adversos, esto posiblemente por la cercanía de las instalaciones de la actividad minera. Asimismo, en el mes de agosto en época de verano en la estación de monitoreo CA-03 (Centro poblado ubicado hacia la margen derecha del río Mantaro a 1000 m aprox. De la concentradora Cobriza.) la concentración de Dióxido de Nitrógeno llegó a presentar en $116.67 \mu\text{g}/\text{m}^3$, esta presencia se debe evidentemente por estar en dirección predominante del viento hacia el noreste de las instalaciones de la planta. Otras de los análisis de los resultados de las bajas concentraciones Dióxido de Nitrógeno se deben, a que la dirección de los vientos es predominante del Norte y Nor-noreste, y las poblaciones en evaluación se encuentran al lado sur de la actividad minera.

GRÁFICO N° 7: Resultados de Concentración de Monóxido de Carbono ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)- 2016



INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

El las tablas del 3 al 14 y en el Gráfico N° 7 Resultados de Concentración de Monóxido de Carbono ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)- 2016, de las 7 estaciones de monitoreo, la concentración de Monóxido de Carbono está representado en el aire de la siguiente manera:

Las concentraciones de Monóxido de Carbono en los meses de Enero del 2016 a Diciembre del 2016 en las estaciones 805, 806, CA-01, CA-02, CA-03, CA-04 y CA-05, se encontraron entre 814.81 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 8306.01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, encontrándose de esta manera todas las estaciones dentro de lo establecido por los estándares de calidad ambiental para aire del D.S. N° 074-2001-PCM que indica un valor máximo de 10 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para un periodo de 8 horas.

Pero durante los meses de verano específicamente en los meses de setiembre octubre y diciembre las concentraciones medias de Monóxido de Carbono alcanzaron en las estaciones de monitoreo CA-03 de 8306.01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y CA-04 y 6558.97 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 6542.55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 6907.61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, esta presencia se debe evidentemente por estar en dirección predominante del viento hacia el noreste de las instalaciones de la planta.

Por otro lado, las concentraciones medias mensuales de Monóxido de Carbono presentaron registros que en la estación de monitoreo CA-04 representa las mayores concentraciones de Monóxido de Carbono a diferencias de las demás estaciones de monitoreo esto posiblemente por la cercanía de las instalaciones de la actividad minera.

Otras de los análisis de los resultados de las bajas concentraciones Monóxido de Carbono se deben, a que la dirección de los vientos es predominante del Norte y Nor- noreste, y las poblaciones en evaluación se encuentran al lado sur de la actividad minera.

4.7 Discusión de Resultados

Las tablas del 3 al 14 y en los Gráficos del 1 al 7 se muestra los resultados de Concentración de PM 10, PM-2.5, Plomo, Arsénico, Dióxido de Azufre, Dióxido de Nitrógeno y Monóxido de Carbono- 2016, de las 7 estaciones de monitoreo de los parámetros de PM 10, PM-2.5, Plomo, Arsénico, Dióxido de Azufre, Dióxido de Nitrógeno y Monóxido

de Carbono a fin de realizar la “Evaluación del Nivel de Afectación de la Calidad de Aire en los Distritos de Churcampa y San Pedro de Coris, Provincia de Churcampa Influenciado por las Actividades de la Unidad Minera Cobriza de Doe Run Perú en Liquidación en Marcha SAC 2016”

De la evaluación realizada las concentraciones de las Plomo, Arsénico, Dióxido de Azufre, Dióxido de Nitrógeno y Monóxido de Carbono determinaron la calidad de aire, encontrándose dentro de lo establecido por los estándares de calidad ambiental para aire del D.S. N° 074-2001-PCM y D.S. N° 003-2008 MINAM, por los estándares de la EPA, los Niveles Guía de la OMS y Límites transitorios de calidad de aire para minería L.T.C Aire. (R.M. 315-96-EM/VMM), esto se debe principalmente a que la dirección de los vientos es predominante del Norte y Nor-noreste, y las poblaciones en evaluación se encuentran al lado sur de la actividad minera. Por lo tanto, las poblaciones del Distrito de Churcampa y San Pedro de Coris, Provincia de Churcampa son áreas que son afectados mínimamente en calidad del aire.

Asimismo, los niveles de gases como Dióxido de Azufre, Dióxido de Nitrógeno y Monóxido de Carbono se encuentran en bajas concentraciones ya que sus productos elementales que se utilizan son muy bajas y por lo tanto estos gases son muy bajas en su generación.

4.8 Prueba de Hipótesis

Finalizada la investigación podemos evaluar nuestra hipótesis; antes de la investigación nuestra hipótesis general fue lo siguiente “La calidad de aire en los distritos de Churcampa y San Pedro de Coris, Provincia de Churcampa no es afectada por las actividades de la Unidad Minera Cobriza de Doe Run Perú en liquidación en Marcha SAC.”; evaluando los parámetros la calidad de aire, podemos mencionar que la calidad de aire se encuentra dentro de lo establecido por los estándares de calidad ambiental para aire en los distrito de Churcampa y San Pedro de Coris, Provincia de Churcampa.

Las actividades de la Unidad Minera Cobriza de Doe Run Perú en Liquidación en Marcha SAC generan contaminantes, pero estos se encontraron dentro de lo establecido por los estándares de calidad ambiental para aire.

La dirección de los vientos es predominante del Norte y Nor- noreste, y las poblaciones en evaluación se encuentran al lado sur de la actividad minera.

CONCLUSIONES

Finalizado la investigación realizada, concluyo con lo siguiente:

- En el país, la contaminación atmosférica se ha constituido en uno de los principales problemas ambientales. El deterioro de la calidad del aire, ha generado el incremento de los efectos negativos sobre la salud humana y el medio ambiente, la contaminación del aire es actualmente uno de los problemas ambientales más severos a nivel mundial. Las poblaciones de los distritos de Churcampa y San Pedro de Coris, Provincia de Churcampa influenciado por las actividades de la Unidad Minera Cobriza de Doe Run Perú no se escapan de los efectos que puede tener por las actividades que realizan la mencionada empresa en la calidad de aire de esta zona del Perú.
- En la investigación realizada el objetivo principal fue evaluar el nivel de afectación de la Calidad de Aire en los distritos de Churcampa y San Pedro de Coris, Provincia de Churcampa influenciado por las actividades de la Unidad Minera Cobriza de Doe Run Perú en Liquidación en Marcha SAC 2016.
- El área de estudio del presente proyecto de investigación considera el área de influencia social directa de la Unidad Minera Cobriza, los cuales comprende los Centros Poblados de Machahuay Bajo, Qochacc, Pampa de Coris y Expansión, los cuales se encuentran

ubicados en el límite del departamento de Huancavelica con Ayacucho, específicamente hacia el margen izquierdo del río Mantaro a una altitud de 2030 msnm.

- La frecuencia de muestreo y análisis en cada punto seleccionado fue mensual, desde los meses de enero a diciembre del 2016.
- Finalizada la investigación evaluando los parámetros de la calidad de aire, podemos mencionar que la calidad de aire se encuentra dentro de lo establecido por los estándares de calidad ambiental para aire en los distritos de Churcampa y San Pedro de Coris, Provincia de Churcampa.
- Las actividades de la Unidad Minera Cobriza de Doe Run Perú en Liquidación en Marcha SAC generan contaminantes, pero éstos se encontraron dentro de lo establecido por los estándares de calidad ambiental para aire.
- La dirección de los vientos es predominante del Norte y Nor-noreste, y las poblaciones en evaluación se encuentran al lado sur de la actividad minera.

RECOMENDACIONES

Finalizado la presente investigación me permito dar algunas recomendaciones:

1. Se recomienda continuar con el programa de monitoreo a fin de vigilar las condiciones ambientales en el área de influencia ambiental de la Unidad Minera Cobriza.
2. A la Municipalidad Distrital de Churcampa y San Pedro de Coris, establecer un sistema de vigilancia de la calidad del aire que sea manejado la Comisión de Gestión Ambiental Local o por la propia comunidad, a través de sus organizaciones de base más representativas, asesorada por la coordinación interinstitucional mencionada en la recomendación anterior, este sistema podría constar de una estación de monitoreo fija (aplicada a aire en exteriores) o equipos personales de monitoreo del aire (aplicado a aire en interiores).
3. Al Ministerio de Salud, realizar estudios epidemiológicos permanentes de la población expuesta a los efectos de la contaminación atmosférica, en el distrito Churcampa y San Pedro de Coris.

INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. Niveles de metales pesados en el ambiente y su exposición en la población luego de cinco años de exploración minera en Las Bambas; Centro Nacional de Salud Ocupacional y Protección del Ambiente para la Salud; Instituto Nacional de Salud; Jonh Astete, María del Carmen Gastañaga, Doris Pérez Lima, Perú, 2010.
2. Monitoreo de Calidad del Aire en Cerro de Pasco; Dirección de Ecología y Protección del Ambiente Area de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica, Dirección General de Salud Ambiental “DIGESA” JULIO 2009; Lima Perú.
3. Evaluación de los Efectos Agudos en a Función Pulmonar por Exposición a Material Particulado Fino (MP_{2.5}) en Niños que Viven Próximos a una Playa Masivamente Contaminada con Relaves Mineros, Chañaral, Chile” Dante Daniel Cáceres Lillo; Universidad Autonoma de Barcelona, Barcelona - España, Septiembre de 2015.
4. Plan Nacional de Calidad del Aire; Ministerio del Ambiente República del Ecuador Quito, 2010.
5. Evaluación de la calidad del aire en Lima Metropolitana 2011; Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) Lima, Perú 2011.

6. Protocolo de Monitoreo de Aire; Laboratorio de Calidad Ambiental; Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo” Ancash – Perú 2010.
7. Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos; Dirección General de Salud Ambiental; Lima, Perú, 2005.
8. Distribución Espacial Vertical de las Partículas en Suspensión PM10 del Medio Atmosférico Urbano en Segunda Jerusalén-Rioja-San Martín-Perú; Santos Clemente Herrera Díaz-Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto; Moyobamba-Perú-Agosto-2011.
9. Informe de Monitoreo de Calidad de Aire y Nivel de Presión Sonora en la Unidad Minera Cobriza; Hidrosat y Medio Ambiente; Huancavelica 2016.
10. Partículas Ambientales Nacionales de Calidad del Aire: Alcance y métodos del Plan de Riesgos para la Salud y Evaluación de la Exposición. AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL (EPA). 2006. Washington, DC.

Páginas de Internet:

1. [Evaluación De La Calidad Del Aire En Lima Metropolitana 2014](#)

http://www.senamhi.gob.pe/pdf/pdf_dgia_eval2014.pdf

2. [Calidad de Aire - MINAM](#)

<http://calidaddel aire.minam.gob.pe/>

3. [Guías para la elaboración de tesis](#)

http://portal.eco.unc.edu.ar/index.php?option=com_content&view=article&catid=31%3Abiblioteca-inicio&id=283%3Aguias-para-elaborar-tesis&Itemid=16

4. Tipos de Investigación y Diseño de Investigación

<http://metodologia02.blogspot.pe/p/operacionalizacion-de-variables.html>

5. Cómo escribir una tesis de grado

<http://www.monografias.com/trabajos/tesisgrado/tesisgrado.shtml>

6. Tesis de Universidad ESAN

http://esancendoc.esan.edu.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=39&Itemid=258

ANEXOS

ANEXO N° 1

Panel Fotográfico

**VISTA DEL MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DEL PUNTO DE MONITOREO
CA-03**



EQ

UIPOS MUESTREADORES DE AIRE EN EL PUNTO DE MONITOREO

806



EQUIPOS MUESTRADORES DE AIRE EN EL PUNTO DE MONITOREO CA-01



EQUIPOS MUESTRADORES DE AIRE EN EL PUNTO DE MONITOREO CA-02.



EQUIPOS MUESTRADORES DE AIRE EN PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO CA-04



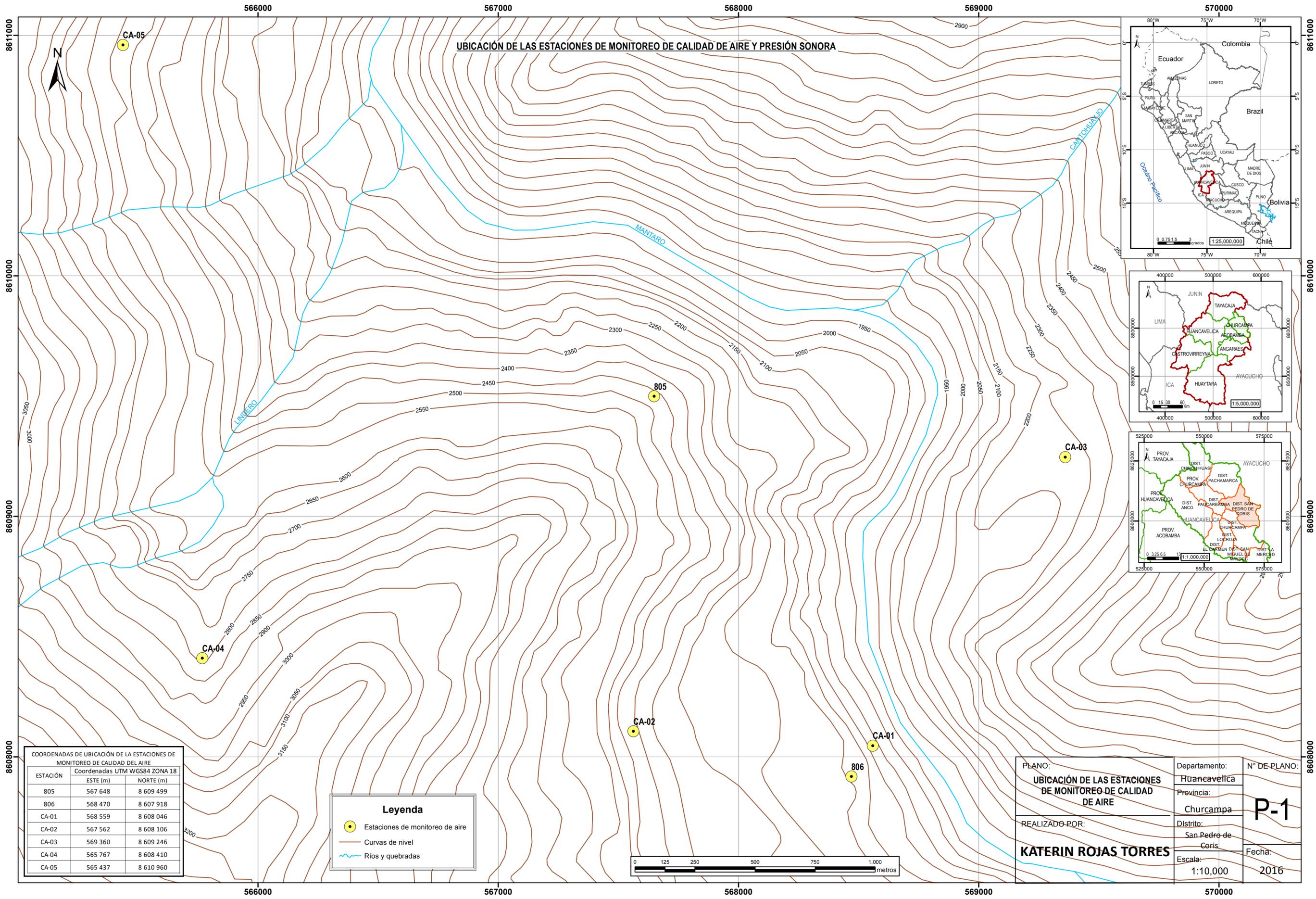
EQUIPOS MUESTRADORES DE AIRE EN PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO CA-05.



ANEXO N° 2

UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO

UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE Y PRESIÓN SONORA

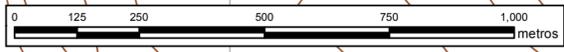


COORDENADAS DE UBICACIÓN DE LA ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE

| ESTACION | Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 | |
|----------|-------------------------------|-----------|
| | ESTE (m) | NORTE (m) |
| 805 | 567 648 | 8 609 499 |
| 806 | 568 470 | 8 607 918 |
| CA-01 | 568 559 | 8 608 046 |
| CA-02 | 567 562 | 8 608 106 |
| CA-03 | 569 360 | 8 609 246 |
| CA-04 | 565 767 | 8 608 410 |
| CA-05 | 565 437 | 8 610 960 |

Leyenda

- Estaciones de monitoreo de aire
- Curvas de nivel
- Ríos y quebradas



| | | |
|--|---------------------------------|----------------------------|
| PLANO: UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE | Departamento: Huancavelica | N° DE PLANO: P-1 |
| REALIZADO POR: KATERIN ROJAS TORRES | Provincia: Churcampa | Fecha: 2016 |
| | Distrito: San Pedro de Coris | Escala: 1:10,000 |

ANEXO N° 3

CERTIFICADOS DE RESULTADOS



INFORME DE ENSAYO N° 1612113H

| Matriz: Aire (Solución Captadora y Filtro) | | | ANÁLISIS | | | |
|--|-----------------------|-------------------------|--|-----------------|-----------------|------------|
| Fecha Inicio de Muestreo (Hora de Inicio) | Código de laboratorio | Descripción del Cliente | Determinación de peso de Filtro PM _{2.5} (Alto Volumen) | NO ₂ | SO ₂ | CO |
| | | | µg/muestra | µg/muestra | µg/muestra | µg/muestra |
| 27/12/2016 (18:00) | 1612113H-01 | 805 | 5 000 | <0,08 | <3,75 | <37,02 |
| 28/12/2016 (18:00) | 1612113H-02 | 806 | 15 800 | 0,38 | <3,75 | <37,02 |
| 27/12/2016 (18:30) | 1612113H-03 | CA-01 | 17 400 | 0,38 | <3,75 | <37,02 |
| 28/12/2016 (18:30) | 1612113H-04 | CA-02 | 8 500 | <0,08 | <3,75 | <37,02 |
| 28/12/2016 (19:00) | 1612113H-05 | CA-03 | 5 400 | <0,08 | <3,75 | <37,02 |
| 27/12/2016 (19:00) | 1612113H-06 | CA-04 | 9 400 | <0,08 | <3,75 | 193,29 |
| 28/12/2016 (19:30) | 1612113H-07 | CA-05 | 7 500 | <0,08 | <3,75 | 216,58 |
| Límite de Detección | | | 1 000 | 0,08 | 3,75 | 37,02 |

Nota:

- ✓ Condición y estado de la Muestra Ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas y de manera íntegra al laboratorio.
- ✓ La (s) muestra(s) llegaron en soluciones captadoras y sobre manila.
- ✓ La (s) muestra (s) se mantendrán por un periodo de 10 días calendarios luego que haya sido entregado el Informe de Ensayo a excepción de las muestras perecibles.
- ✓ El informe de control de calidad será proporcionado a solicitud del cliente.

F-IE-04
Revisión: 02
Fecha: 02-08-2016

Celso Roberto Chuquimayo Arellano
JEFE DE LABORATORIO DE FQ
CQP-779

El informe de ensayo presentado no podrá ser reproducido total o parcialmente sin la aprobación escrita de R-LAB S.A.C. Los resultados presentados solo corresponden a las muestras sometidas a los ensayos, no pudiendo extenderse a ninguna otra unidad que no haya sido analizado. Estos resultados no deben ser utilizados como certificación de conformidad con normas del producto. Toda corrección o enmienda física al presente informe de ensayo será emitido con la Declaración "Suplemento al informe de Ensayo" Calle Berna N° 100, Urb. "Los Portales de Javier Prado" 1era Etapa, Lima-03 / Telf. 972733385, 6776533 Correo: rlaboratorio1@gmail.com



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-103



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado

LABORATORIO DE ENSAYO R-LAB S.A.C.

Registro N° LE -103

INFORME DE ENSAYO N° 1612113H

REFERENCIA DEL MÉTODO DE ENSAYO

| ENSAYO | MÉTODO DE REFERENCIA |
|--|---|
| Determinación de peso de Filtro PM2,5 (Alto Volumen) | RLAB-EVAI-MET01, basado en NTP 900.030 Gestión Ambiental. Calidad de Aire. 2003 (VALIDADO) Determinación de peso de filtro PM10 y PM2.5 (Alto Volumen) |
| Dióxido de Nitrógeno (NO ₂) | RLAB-EVAI-MET03, basado en ASTM D1607-91 Standard Test Method for Nitrogen Dioxide Content of the Atmosphere. 2011. (VALIDADO) Determinación de Dióxido de Nitrógeno en aire. |
| Dióxido de Azufre (SO ₂) | RLAB-EVAI-MET02, basado en EPA CFR 40 PART 50 APPENDIX A-2. 2010. (VALIDADO). Determinación de Dióxido de Azufre en aire. |
| Monóxido de Carbono (CO) | RLAB-EVAI-MET04, basado en Peter O. Warner "Analysis of air Pollutants". 1976. (VALIDADO) Determinación de Monóxido de Carbono en aire. |

Fin de documento

Lima, 09 de Enero del 2017


Celso Roberto Chuquimayo Arellano
JEFE DE LABORATORIO DE FQ
CQP - 779

El informe de ensayo presentado no podrá ser reproducido total o parcialmente sin la aprobación escrita de R-LAB S.A.C. Los resultados presentados solo corresponden a las muestras sometidas a los ensayos, no pudiendo extenderse a ninguna otra unidad que no haya sido analizado. Estos resultados no deben ser utilizados como certificación de conformidad con normas del producto. Toda corrección o enmienda física al presente informe de ensayo será emitido con la Declaración "Suplemento al informe de Ensayo" Calle Berna N° 100, Urb. "Los Portales de Javier Prado" 1era Etapa, Lima-03 / Telf. 972733385, 6776533 Correo: rlaboratorio1@gmail.com

| | | |
|---------|--------------------------|--------------------|
| Estudio | SAA-17/00004 U.M.COBRIZA | Tipo Muestra: AIRE |
|---------|--------------------------|--------------------|

RESULTADOS ANALITICOS

| Nº de Referencia | | | AT-16/003407 | AT-16/003408 | AT-16/003409 | AT-16/003410 | AT-16/003411 | AT-16/003412 | AT-16/003413 |
|-----------------------------|--------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Descripción | | | 805 | 806 | CA-01 | CA-02 | CA-03 | CA-04 | CA-05 |
| Parámetro | Incert | Unidades | | | | | | | |
| Material Particulado | | | | | | | | | |
| PM10 Alto Volumen | ± 9 % | ug/muestra | 47 810 | 24 970 | 37 680 | 45 570 | 33 440 | 19 470 | 26 930 |
| Metales Totales | | | | | | | | | |
| Arsénico | ± 21 % | µg/muestra | < 8,95 | < 8,95 | 28,5 | 27,0 | < 8,95 | < 8,95 | < 8,95 |
| Plomo | ± 21 % | µg/muestra | < 11,4 | < 11,4 | < 11,4 | < 11,4 | < 11,4 | < 11,4 | < 11,4 |

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Si aparece marca de acreditación, los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

| | | |
|---------|--------------------------|--------------------|
| Estudio | SAA-17/00004 U.M.COBRIZA | Tipo Muestra: AIRE |
|---------|--------------------------|--------------------|

ANEXO TECNICO

| Parámetro | PNT | Técnica | Ref Norma | Rango (1) |
|-----------------------------|-----------------|----------------|-----------|----------------------------|
| Material Particulado | | | | |
| PM10 Alto Volumen | NTP 900.030 | Gravimetría | | 2 506 - 813 600 ug/muestra |
| Metales Totales | | | | |
| Arsénico | EPA IO-3.4 1999 | Espect ICP-OES | | 8,95 - 100 µg/muestra |
| Plomo | EPA IO-3.4 1999 | Espect ICP-OES | | 11,4 - 500 µg/muestra |

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Si aparece marca de acreditación, los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos.



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

| | | |
|---------|--------------------------|--------------------|
| Estudio | SAA-17/00004 U.M.COBRIZA | Tipo Muestra: AIRE |
|---------|--------------------------|--------------------|

MUESTRAS

| | Punto de Muestreo | Fecha/Hora Muestreo | Lugar de Muestreo | Coordenadas x,y | Fecha Inicio | Fecha Recepción | Análisis | Muestreado por |
|--------------|-------------------|---------------------|-------------------|-----------------|--------------|-----------------|------------|----------------------------------|
| AT-16/003407 | 805 | 27/12/2016 18:00 | U.M. COBRIZA | | 31/12/2016 | 31/12/2016 | AT-0167-PE | HIDROSAT Y MEDIO AMBIENTE S.A.C. |
| AT-16/003408 | 806 | 28/12/2016 18:00 | U.M. COBRIZA | | 31/12/2016 | 31/12/2016 | AT-0167-PE | HIDROSAT Y MEDIO AMBIENTE S.A.C. |
| AT-16/003409 | CA-01 | 27/12/2016 18:30 | U.M. COBRIZA | | 31/12/2016 | 31/12/2016 | AT-0167-PE | HIDROSAT Y MEDIO AMBIENTE S.A.C. |
| AT-16/003410 | CA-02 | 28/12/2016 18:30 | U.M. COBRIZA | | 31/12/2016 | 31/12/2016 | AT-0167-PE | HIDROSAT Y MEDIO AMBIENTE S.A.C. |
| AT-16/003411 | CA-03 | 28/12/2016 19:00 | U.M. COBRIZA | | 31/12/2016 | 31/12/2016 | AT-0167-PE | HIDROSAT Y MEDIO AMBIENTE S.A.C. |
| AT-16/003412 | CA-04 | 27/12/2016 19:00 | U.M. COBRIZA | | 31/12/2016 | 31/12/2016 | AT-0167-PE | HIDROSAT Y MEDIO AMBIENTE S.A.C. |
| AT-16/003413 | CA-05 | 28/12/2016 19:30 | U.M. COBRIZA | | 31/12/2016 | 31/12/2016 | AT-0167-PE | HIDROSAT Y MEDIO AMBIENTE S.A.C. |



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



INFORME DE ENSAYO N° 1701036H

| Matriz: Aire (Solución Captadora y Filtro) | | | ANÁLISIS | | | |
|--|-----------------------|-------------------------|--|-----------------|-----------------|------------|
| Fecha Inicio de Muestreo (Hora de Inicio) | Código de laboratorio | Descripción del Cliente | Determinación de peso de Filtro PM _{2,5} (Alto Volumen) | NO ₂ | SO ₂ | CO |
| | | | µg/muestra | µg/muestra | µg/muestra | µg/muestra |
| 25/01/2017 (18:00) | 1701036H-01 | 805 | 20 200 | <0,08 | <3,75 | <37,02 |
| 26/01/2017 (18:00) | 1701036H-02 | 806 | 9 500 | 0,26 | <3,75 | <37,02 |
| 25/01/2017 (18:30) | 1701036H-03 | CA-01 | 8 400 | <0,08 | <3,75 | <37,02 |
| 26/01/2017 (18:30) | 1701036H-04 | CA-02 | 9 900 | <0,08 | <3,75 | <37,02 |
| 26/01/2017 (19:00) | 1701036H-05 | CA-03 | 4 800 | <0,08 | <3,75 | <37,02 |
| 25/01/2017 (19:00) | 1701036H-06 | CA-04 | 7 400 | 0,38 | <3,75 | <37,02 |
| 26/01/2017 (19:30) | 1701036H-07 | CA-05 | <1 000 | <0,08 | <3,75 | <37,02 |
| Límite de Detección | | | 1 000 | 0,08 | 3,75 | 37,02 |

Nota:

- ✓ Condición y estado de la Muestra Ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas y de manera íntegra al laboratorio.
- ✓ La (s) muestra(s) llegaron en soluciones captadoras y sobre manila.
- ✓ La (s) muestra (s) se mantendrán por un periodo de 10 días calendarios luego que haya sido entregado el Informe de Ensayo a excepción de las muestras perecibles.
- ✓ El informe de control de calidad será proporcionado a solicitud del cliente.

Celso Roberto Chacumayo Arellano
JEFE DE LABORATORIO DE FQ
CQP - 779

F-IE-04
Revisión: 02
Fecha: 02-08-2016

El informe de ensayo presentado no podrá ser reproducido total o parcialmente sin la aprobación escrita de R-LAB S.A.C. Los resultados presentados solo corresponden a las muestras sometidas a los ensayos, no pudiendo extenderse a ninguna otra unidad que no haya sido analizado. Estos resultados no deben ser utilizados como certificación de conformidad con normas del producto. Toda corrección o enmienda física al presente informe de ensayo será emitido con la Declaración "Suplemento al informe de Ensayo" Calle Berna N° 100, Urb. "Los Portales de Javier Prado" 1era Etapa, Lima-03 / Telf. 972733385, 6776533 Correo: rlaboratorio1@gmail.com



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-103

LABORATORIO DE ENSAYO R-LAB S.A.C.



Registro N° LE -103

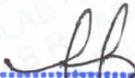
INFORME DE ENSAYO N° 1701036H

REFERENCIA DEL MÉTODO DE ENSAYO

| ENSAYO | MÉTODO DE REFERENCIA |
|--|---|
| Determinación de peso de Filtro PM2,5 (Alto Volumen) | RLAB-EVAI-MET01, basado en NTP 900.030 Gestión Ambiental. Calidad de Aire. 2003 (VALIDADO) Determinación de peso de filtro PM10 y PM2.5 (Alto Volumen). |
| Dióxido de Nitrógeno (NO ₂) | RLAB-EVAI-MET03, basado en ASTM D1607-91 Standard Test Method for Nitrogen Dioxide Content of the Atmosphere. 2011. (VALIDADO) Determinación de Dióxido de Nitrógeno en aire. |
| Dióxido de Azufre (SO ₂) | RLAB-EVAI-MET02, basado en EPA CFR 40 PART 50 APPENDIX A-2. 2010. (VALIDADO). Determinación de Dióxido de Azufre en aire. |
| Monóxido de Carbono (CO) | RLAB-EVAI-MET04, basado en Peter O. Warner "Analysis of air Pollutants". 1976. (VALIDADO) Determinación de Monóxido de Carbono en aire. |

Fin de documento

Lima, 02 de Febrero del 2017


Celso Roberto Chuquimayo Arellano
JEFE DE LABORATORIO DE FQ
CQP - 779

El informe de ensayo presentado no podrá ser reproducido total o parcialmente sin la aprobación escrita de R-LAB S.A.C. Los resultados presentados solo corresponden a las muestras sometidas a los ensayos, no pudiendo extenderse a ninguna otra unidad que no haya sido analizado. Estos resultados no deben ser utilizados como certificación de conformidad con normas del producto. Toda corrección o enmienda física al presente informe de ensayo será emitido con la Declaración "Suplemento al informe de Ensayo" Calle Berna N° 100, Urb. "Los Portales de Javier Prado" 1era Etapa, Lima-03 / Telf. 972733385, 6776533 Correo: rlaboratorio1@gmail.com

| | | |
|---------|--------------------------|--------------------|
| Estudio | SAA-17/00120 U.M COBRIZA | Tipo Muestra: AIRE |
|---------|--------------------------|--------------------|

RESULTADOS ANALITICOS

| Nº de Referencia | | | AT-17/000462 | AT-17/000463 | AT-17/000464 | AT-17/000465 | AT-17/000466 | AT-17/000467 | AT-17/000468 |
|-----------------------------|--------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Descripción | | | 805 | 806 | CA-01 | CA-02 | CA-03 | CA-04 | CA-05 |
| Parámetro | Incert | Unidades | | | | | | | |
| Material Particulado | | | | | | | | | |
| PM10 Alto Volumen | ± 9 % | ug/muestra | 26 700 | 40 950 | 23 290 | 33 420 | 6 450 | 11 770 | < 2 506 |
| Metales Totales | | | | | | | | | |
| Arsénico | ± 21 % | µg/muestra | 9,92 | 34,2 | 18,9 | < 8,95 | < 8,95 | < 8,95 | < 8,95 |
| Plomo | ± 21 % | µg/muestra | < 11,39 | < 11,39 | < 11,39 | < 11,39 | < 11,39 | < 11,39 | < 11,39 |

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Si aparece marca de acreditación, los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

| | | |
|---------|--------------------------|--------------------|
| Estudio | SAA-17/00120 U.M COBRIZA | Tipo Muestra: AIRE |
|---------|--------------------------|--------------------|

ANEXO TECNICO

| Parámetro | PNT | Técnica | Ref Norma | Rango (1) |
|-----------------------------|-----------------|----------------|-----------|----------------------------|
| Material Particulado | | | | |
| PM10 Alto Volumen | NTP 900.030 | Gravimetría | | 2 506 - 813 600 ug/muestra |
| Metales Totales | | | | |
| Arsénico | EPA IO-3.4 1999 | Espect ICP-OES | | 8,95 - 100 µg/muestra |
| Plomo | EPA IO-3.4 1999 | Espect ICP-OES | | 11,39 - 500,0 µg/muestra |

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Si aparece marca de acreditación, los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

| | | |
|---------|--------------------------|--------------------|
| Estudio | SAA-17/00120 U.M COBRIZA | Tipo Muestra: AIRE |
|---------|--------------------------|--------------------|

MUESTRAS

| | Punto de Muestreo | Fecha/Hora Muestreo | Lugar de Muestreo | Coordenadas x,y | Fecha Inicio | Fecha Recepción | Análisis | Muestreado por |
|--------------|-------------------|---------------------|-------------------|-----------------|--------------|-----------------|------------|----------------------------------|
| AT-17/000462 | 805 | 25/01/2017 18:00 | U.M. COBRIZA | | 28/01/2017 | 28/01/2017 | AT-0167-PE | HIDROSAT Y MEDIO AMBIENTE S.A.C. |
| AT-17/000463 | 806 | 26/01/2017 18:00 | U.M. COBRIZA | | 28/01/2017 | 28/01/2017 | AT-0167-PE | HIDROSAT Y MEDIO AMBIENTE S.A.C. |
| AT-17/000464 | CA-01 | 25/01/2017 18:30 | U.M. COBRIZA | | 28/01/2017 | 28/01/2017 | AT-0167-PE | HIDROSAT Y MEDIO AMBIENTE S.A.C. |
| AT-17/000465 | CA-02 | 26/01/2017 18:30 | U.M. COBRIZA | | 28/01/2017 | 28/01/2017 | AT-0167-PE | HIDROSAT Y MEDIO AMBIENTE S.A.C. |
| AT-17/000466 | CA-03 | 26/01/2017 19:00 | U.M. COBRIZA | | 28/01/2017 | 28/01/2017 | AT-0167-PE | HIDROSAT Y MEDIO AMBIENTE S.A.C. |
| AT-17/000467 | CA-04 | 25/01/2017 19:00 | U.M. COBRIZA | | 28/01/2017 | 28/01/2017 | AT-0167-PE | HIDROSAT Y MEDIO AMBIENTE S.A.C. |
| AT-17/000468 | CA-05 | 26/01/2017 19:30 | U.M. COBRIZA | | 28/01/2017 | 28/01/2017 | AT-0167-PE | HIDROSAT Y MEDIO AMBIENTE S.A.C. |



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.