



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Evaluación de la calidad ambiental de aire en las comunidades campesinas de Cala Cala y Nueva Esperanza, Espinar, Cusco

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental**

AUTORES:

Condori Alcca, Robert (orcid.org/0000-0002-6570-0046)

Huisa Chacca, Rosita (orcid.org/0000-0002-1702-774X)

ASESOR:

M.Sc. Grijalva Aroni, Percy Luis (orcid.org/0000-0002-2622-784X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas de Gestión Ambiental

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Esta investigación de tesis va dedicada(o) a:

A las personas que me ayudaron a crecer profesionalmente, en las que doy gracias por sus consejos, animo, compañía, amistad y a la vez estuvieron en los momentos más difíciles de mi vida, pero en especial a mis padres y mis hermanos que con su esfuerzo me apoyaron económicamente y emocionalmente **(Robert Condori Alcca)**.

A Dios todo poderoso que me ha dado cada día esas fuerzas de seguir adelante con mi objetivo, metas y mis sueños. Así mismo agradezco a Dios por la salud y el bienestar de sentirme bien todos los días y ver esa luz de todos los días. A mis padres que me están apoyando en la formación de mi carrera que ellos me ofrecieron todo el apoyo que yo necesite lo hacen de todo corazón. A mis hermanos(as) que siempre están en la formación de mi carrera orientándome a buen camino e inculcándome los valores buenos como de ser un buen profesional a futuro. Al Ingeniero que esta como guidador fundamental para que se realice esta investigación. A todas las personas que están apoyando durante la formación y ser un buen profesional **(Rosita Huisa Chacca)**.

Agradecimiento

Agradezco esencialmente a Dios y a mis padres por encaminarme en los momentos más complicados que toco vivir al inicio+ de mi formación me dio esas fortalezas para seguir adelante. Asimismo, a mis hermanos(as) que son los que permiten seguir adelante y que dan esas fuerzas de seguir escalando con mis metas y propósitos. Principalmente al Ingeniero Percy Luis Grijalva quien nos guió hacia un camino correcto compartiendo su sabiduría y conocimiento. Asimismo, en especial a mi novio Benito que me apoya de manera constante y voluntarioso a lo largo de mi formación académica **(Rosita Huisa Chacca)**.

Agradezco esencialmente en primer lugar a Dios y a todas las personas que han sido partícipes, en uno de mis logros más importantes de mi vida.

A mi familia, por su comprensión y estímulo constante además de su apoyo incondicional a lo largo de mi camino profesional, compartiendo sabiduría y conocimiento **(Robert Condori Alcca)**.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos.....	vi
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	9
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	16
3.2. Variables y operacionalización.....	16
3.3. Población, muestra y muestreo.....	18
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
3.5. Procedimiento.....	22
3.5.1. Pre muestreo.....	22
3.5.2. Muestreo.....	26
3.5.3. Post muestreo.....	27
3.6. Método de análisis de datos.....	28
3.7. Aspectos éticos.....	28
IV. RESULTADOS.....	29
4.1.- Resultados de datos meteorológicos.....	29
4.2. Metodología para la valoración.....	30
4.3. Resultados de laboratorio.....	39
4.4. Resultados del monitoreo de Calidad de aire de la Comunidad Campesina Cala Cala C-1.....	40
4.5. Resultados del monitoreo de Calidad de aire de la Comunidad Campesina Nueva Esperanza – C-2.....	42
V. DISCUSIÓN.....	49
VI. CONCLUSIONES.....	51
VII. RECOMENDACIONES.....	52
REFERENCIAS.....	53
ANEXOS.....	57

Índice de tablas

Tabla 1.- Estándares de calidad ambiental para aire	15
Tabla 2.- Matriz de operacionalizacion.....	17
Tabla 3.- Descripción de los puntos de monitoreo	19
Tabla 4.- Resultados de datos meteorológicos de la estación de monitoreo C-1 ..	29
Tabla 5.- Resultados de datos meteorológicos de la estación de monitoreo C-2 ..	30
Tabla 6.- Promedio de datos meteorológicos de estación C-1.....	31
Tabla 7.- Promedio de flujo.....	31
Tabla 8.- Promedio de datos meteorológicos de estación C-1	34
Tabla 9.- Registró de cálculo de concentración (PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	36
Tabla 10.- Registró de cálculo de concentración (PM2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	36
Tabla 11.- Registró de cálculo de concentración (PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	37
Tabla 12.- Registró de cálculo de concentración (PM2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	37
Tabla 13.- Resultados de laboratorio	39
Tabla 14.- Concentración de material particulado menor a 10 micras (PM 10)	44
Tabla 15.- Concentración de material particulado menor a 2.5 micras (PM 2.5) ..	45
Tabla 16.- Concentración de dióxido de azufre (SO ₂)	46
Tabla 17.- Concentración de dióxido de nitrógeno (NO ₂)	47
Tabla 18.- Concentración de monóxido de carbono (CO)	48

Índice de gráficos

Gráfico 1.- Rosa de viento de la estación C-1	38
Gráfico 2.- Rosa de viento de la estación C-2	38
Gráfico 3.- Resultados de la variación de la temperatura (°C)	40
Gráfico 4.- Resultados de la variación de la humedad (%)	40
Gráfico 5.- Resultados de la variación de la velocidad del viento (m/s)	41
Gráfico 6.- Resultado de la variación de la presión (mmHg).....	41
Gráfico 7.- Resultados de la variación de la temperatura (°C)	42
Gráfico 8.- Resultado de la variación de la humedad (%).....	42
Gráfico 9.- Resultado de la variación de la velocidad del viento (m/s).....	43
Gráfico 10.- Resultado de la variación de la presión (mmHg).....	43
Gráfico 11.- Comparación de PM10 en las estaciones de monitoreo C-1 y C-2 con el ECA de Aire	44
Gráfico 12.- Comparación de PM2.5 en las estaciones de monitoreo C-1 y C-2 con el ECA de Aire.....	45
Gráfico 13.- Comparación del SO2 en las estaciones de monitoreo C-1 y C-2 con el ECA de Aire	46
Gráfico 14.- Comparación del NO2 en las estaciones de monitoreo C-1 y C-2 con el ECA de Aire	47
Gráfico 15.- Comparación del CO en las estaciones de monitoreo C-1 y C -2 con el ECA de Aire	48

Índice de figuras

Figura 1.- Contaminantes primarios y secundarios.....	12
Figura 2.- Dispersión de los contaminantes.....	14
Figura 3.- Ubicación geográfica.....	18
Figura 4.- Flow chart	23
Figura 5.- Programación del tren de muestreo	24
Figura 6.- Colocación del filtro de vidrio para PM10	25
Figura 7.- Colocación de portafiltro de Low-Vol	25
Figura 8.- Estación de monitoreo.....	26
Figura 9.- Cadena de custodia	27
Figura 10.- Estación de monitoreo de la comunidad de Cala Cala	61
Figura 11.- Instalación de equipo de monitoreo.....	61
Figura 12.- Programación de equipos de monitoreo	62
Figura 13.- Estación de monitoreo Nueva Esperanza.....	62
Figura 14.- Instalación de equipos de monitoreo	63
Figura 15.- Programación de equipos de monitoreo	63.

Resumen

El sector minero genera impactos negativos por una serie de actividades que se realiza dentro de la Minera, por lo cual genera impactos negativos medioambientales a causa de la polución y gases. Por lo cual se genera una disminución de recursos, flora y fauna. La presente investigación tuvo como objetivo de Evaluar la calidad ambiental de aire en las Comunidades campesinas de Cala Cala y Nueva Esperanza, Espinar, Cusco – 2022. Los puntos de muestreo fueron tomados en 2 puntos (Cala Cala y Nueva esperanza) en los cuales se evaluaron 5 parámetros dióxido de azufre (SO₂), material particulado PM_{2.5}, dióxido de nitrógeno (NO₂), monóxido de carbono (CO), material particulado PM₁₀, con un periodo de 24 horas, con los siguientes equipos High-vol, tren de muestreo y lovol. Asimismo, los resultados fueron comparadas con Estándar de calidad Ambiental para aire con el Decreto supremo D.S 003-2017. Se determinó que las densidades de polución en las dos (02) estaciones de monitoreo ubicadas a los alrededores de la empresa minera Antapaccay y especial en la zona donde se encuentra tajo abierto donde viene realizando explotación, transporte minero y remoción de material excedente en donde se encuentra los puntos de monitoreo C-1 y C-2 donde las densidades de material particulado (PM₁₀ y PM_{2.5}) y los gases (SO₂, CO, NO₂) se localizan inferior al ECA de aire (D.S. N° 003-2017-MINAM), el mismo que constituye a 100 µg/m³. Donde estas dos comunidades campesinas tienen una calidad de aire saludable y que no presenta riesgos para la salud de las personas y para el medio ambiente.

Palabras clave: Material particulado, Calidad de aire, dirección del viento, variaciones climáticas.

Abstract

The mining sector generates negative impacts due to a series of activities carried out within the mining company, which generates negative environmental impacts due to pollution and gases. Therefore, a decrease in resources, flora and fauna is generated. The objective of this research was to evaluate the environmental quality of air in the peasant communities of Cala Cala and Nueva Esperanza, Espinar, Cusco - 2022. The sampling points were taken at 2 points (Cala Cala and Nueva Esperanza) in which evaluated 5 parameters sulfur dioxide (SO₂), particulate matter PM_{2.5}, nitrogen dioxide (NO₂), carbon monoxide (CO), particulate matter PM₁₀, with a period of 24 hours, with the following High-vol equipment, train sampling and lovol. Likewise, the results were compared with the Environmental Quality Standard for air with the Supreme Decree D.S 003-2017. It was determined that the pollution densities in the two (02) monitoring stations located around the Antapaccay mining company and especially in the area where there is an open pit where it has been carrying out exploitation, mining transport and removal of surplus material where it is finds monitoring points C-1 and C-2 where the densities of particulate matter (PM₁₀ and PM_{2.5}) and gases (SO₂, CO, NO₂) are located below the air ECA (D.S. N° 003-2017- MINAM), the same as it constitutes at 100 µg/m³. Where these two rural communities have a healthy air quality that does not present risks to people's health and to the environment.

Keywords: Particulate matter, air quality, wind direction, climatic variations

I. INTRODUCCIÓN

Para la presente tesis, ha sido imprescindible realizar como primer punto la realidad problemática, manifestando lo siguiente: a nivel internacional la emisión de contaminación de aire es una de los principales obstáculos que afecta a la salud de la población y los seres vivos que habitan sobre la fase de la tierra considerando que la mayor parte respira aire de mala calidad, provocando así danos cerebrales, paros cardiacos, enfermedades pulmonares e incluso la mortalidad de la población. En el Perú la contaminación de aire es elevado alcanzando al 58% de material particulado y 65% de partículas más finas originado del parque automotor que es una de las causantes en el deterioro ambiental global y ejecutor del efecto invernadero según el diagnóstico del ministerio del ambiente (MINAN, principalmente PM10 y PM2.5 que varía de acuerdo a su composición, concentración, tiempo y lugar que se encuentra suspendida en la atmosfera y al momento de respirar ingresa a nuestro organismo.

Según la organización mundial de la salud (OMS), la intoxicación de la contaminación generado por el aire conlleva a un peligro para salud de la población ya sea en países desarrollados o sub desarrollados dentro de las cuales la polución conlleva a causar 4.2 millones de defunción al año, donde las partículas menores PM2.5, es la causa de la mortalidad de los humanos debido a las enfermedades cardiovasculares y respiratorias (Tapia Poma 2021).

La mayoría de los departamentos donde se ejecutan un proyecto, los habitantes viven en sus alrededores indolentes de manera directa o indirecta si son afectados por algún tipo de contaminación, donde su mayor angustia es la canasta básica familiar. En dichos proyectos de diferente sector en la que se desarrolla generan impactos positivos (trabajo, economía, comercio, infraestructura, etc.) y negativos (material particulado, gases, ruido, vibración, etc.), en su mayoría de proyectos las empresas cumplen de aminorar los impactos negativos que se presentan (Velarde Huaman 2019)

El estudio realizado en Colombia sobre la contaminación de aire, es una preocupación que habitualmente daña al cuerpo de los habitantes de la zona

urbana o rural donde la organización mundial de la salud (OMS) estimo que la polución conlleva infinidades de enfermedades que incide en la persona como cerebrovasculares, enfermedad isquémica del corazón, asma, cáncer al pulmón, , en su problemática de la contaminación de aire se da por la presencia material particulado, dentro de las cuales es originado por el proceso de combustión y emisión de gases(Medina Palacios 2019)

Dada la trascendencia de la implementación de un proyecto de planificación ambiental que proporciona a desarrollar la comprobación de la vigilancia del medioambiental en la adjudicación de equipos, normalización de procedimiento o desarrollo y la observación de la secuencia en la actividad. En el presente análisis se proyecta aminorar los impactos negativos generados por la minera Antapaccay, que son producidos para el aprovechamiento de los minerales que se realizan en una serie de actividades dentro de la minera, por lo cual se genera impactos negativos medioambientales a causa de la polución, declive de flora y fauna, disminución de recursos o exterminio del ecosistema, al igual que también se genera impactos positivos en la generación de plaza, incremento de tributo y/o privilegio que puedan inducir en la economía local, regional y a nivel nacional. El sector minero impacta negativamente al ecosistema al modificar el panorama de los recursos renovables y no renovables, como el suelo, agua, y aire al igual que impacta en las comunidades que habitan en sus alrededores por la contaminación ambiental en algunos casos son reubicados, de esta manera cambian en su estilo de vida tradicional. El acopio de Antapaccay se encuentra a una altitud de 4100 m.s.n.m en la provincia de Espinar del departamento de Cusco, al sur del Perú. Dentro de las cuales tiene un costo de US\$ 1470 millones de esta manera la empresa explica sobre el ensanchamiento Tintaya sobre una zona industrial abandonada se encuentra en etapa de construcción al año la producción de cobre se estima de 160 000 toneladas(Mamani Mara 2019).

Según la dirección general de salud ambiental, toda fracción de material particulado son vertidas al medio ambiente en Cerro de Pasco se aproxima que 3737 Tm/año, donde el 99.8% es dada por la actividad minera y el 56% está constituido por el material particulado dentro de las cuales en su interior conlleva minerales en su composición como manganeso, hierro, zinc, plomo y cobre, son generados por las

fuentes de contaminación en la actividad minera en los procesos de explotación a tajo abierto, depósitos de desmonte y relave. En Cerro de Pasco la población bordea 56 986 habitantes realizadas por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), toda la población como bebés, jóvenes y adultos mayores sufren altos niveles de enfermedades respiratorias con correlación a la exhibición de material particulado en Pasco y otras regiones sufren contaminación por actividades minera y canteras, dentro de las cuales los habitantes de Cerro de Pasco sufren infestación crónicas y agudas que afecta al sistema respiratorio incluso puede llegar hasta la muerte. A pesar que la empresa minera contrarresta con la contaminación pero no trata de ser suficiente para controlar los impactos negativos, se aprecia un incremento de atención hospitalaria producto de la contaminación generada por la actividad de la Mina, donde la cantidad de concentración promedio anual de material particulado menores a 10 micras es de 72,15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ superando el estándar de calidad ambiental (ECA), al igual de las partículas finas de 2.5 micras donde afectan a la salud de la población con cáncer al pulmón e incluso tratando de llegar hasta la muerte y enfermedad cardiopulmonar en donde una cantidad de 259,06 casos de menores de edad, incluso se estima una cantidad de 39,72 casos en personas mayores de edad (Morales, Escudero y Escudero 2019).

Según la organización mundial de la salud evalúa que la población sufre por enfermedades cardiopulmonares con una cantidad aproximada de tres millones por exhibición de material particulado como PM10 Y PM2.5, donde 9 de cada 10 personas inhalan elevados niveles de contaminación generado por los sectores de construcción, minería, industrial, etc. Otro factor importante que afecta a la salud humana es el crecimiento urbanístico y población en cada localidad, regional y a nivel nacional esto implica que se genere más actividades industriales por la sobrepoblación que en los últimos años produce emisiones contaminantes al medio ambiente, como el dióxido de nitrógeno (NO₂), el ozono (O₃) y el dióxido de azufre (SO₂). Los efectos que son generados por los distintos tipos de contaminantes tanto como material particulado y gases que se prolongan en el organismo de las personas esto permite el ingreso a las vías respiratorias, daños en los tejidos y órganos e, incluso, el transporte de virus y bacterias a través de nuestro organismo. La exposición de PM2.5 en nuestro organismo es muy susceptible ya que presenta con mayor riesgo en la salud en donde implica silicosis, cáncer pulmonar y riesgo

al sistema cardiovascular, entre otras. (Rodríguez-Camargo, Sierra-Parada y Blanco-Becerra 2020).

La atmosfera en estos últimos siglos ha sufrido variabilidad en su estructura y composición con respecto a la capa de ozono, de igual manera como reacciones químicas que son generados por la polución o grado de concentración de material particulado y gases que al estar en contacto con la atmosfera va generando el deterioro de la capa de ozono dentro de las cuales provocaría efectos en las plantas, animales, humanos. Además, el aire es un medio que se interactúa con todos los problemas ambientales, que son generados de manera antropogénica y natural(Delgado-Villanueva y Aguirre-Loayza 2020)

A nivel mundial se han identificado mayores concentraciones de contaminantes primarios Y secundarios que son susceptibles a generar efectos nocivos a la salud de las personas causándole enfermedades respiratorias, como asma, latidos irregulares, miocardio y además estas sustancias generan una infinidad de fenómenos naturales como inundaciones, elevación de temperatura, deshielo de los glaciares y consecuencias para el medio abiótico y biótico como enfermedades de cáncer a la piel por sobreexposición de la radiación solar (Palacio Soto, Zafra Mejía y Rodríguez Miranda 2014)

En los últimos años las fábricas y las actividades que son realizados por los humanos se está generando impactos negativos a la calidad de aire y además el crecimiento demográficos se está acelerando de manera rápida y es por tal motivo que se está tratando de reducir estas emisiones producto de la industria, parque automotor, pollerías, ladrilleras, generación eléctrica y las emisiones domésticas y agrícola, sin embargo la mejora de la calidad de vida de los humanos se está evolucionado de manera paralela a la tecnología. Al igual que la tecnología va evolucionando de manera rápida de la misma manera debe aplicarse tecnologías limpias que no implica un riesgo al medio ambiente (Querol 2008a)

La atmosfera es uno de los componentes principales del medio ambiente y de los seres vivos, debido que en la atmosfera se cuenta con el oxígeno que es muy fundamental debido a que es muy esencial para poder vivir y poder respirar, muchas de sus reacciones que se da en la atmosfera se da por cambio de físico

como químico a lo largo del tiempo se realizado grandes fenómenos generados la polución de material particulado y gases generados por la mano del hombre. En la época contemporánea cobraron cientos de vidas debido al cambio climático durante la primera mitad del siglo XX, en situaciones excepcionales se convirtieron en el aumento de mortabilidad y morbilidad(Ballester Díez, Tenías y Pérez-Hoyos 1999)

La polución antropogénica viene de la mano desde hace 500 años atrás, debido a la evolución de la industrialización, sin embargo, estos contaminantes ingresan a la vía respiratoria y genera efectos como bronquitis, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, neumonía. La persona más susceptible a la contaminación se da en los niños y los adultos mayores y las personas asmáticas debido a la alta concentración de material particulado que son emitidos al ambiente. Sin embargo, existe un parámetro que es altamente toxico para el bienestar de los seres vivos y humanos debido a los altos niveles de contaminación(Rosales-Castillo et al. 2001)

En las ciudades más importantes de Europa se está identificando el aumento del componente de la dieseslizacion en los parques automotores debido al incremento de vehículos que se presenta en las ciudades, a partir de la década 90 en las cuales se encuentra surtido de filtros para partículas y catalizadores para el NO₂ , debido a que se emiten este tipo de gas en gran proporción al medio ambiente, en la actualidad los vehículos cuentan de manera obligatoria con filtros y catalizadores , por otra parte las malas condiciones del desgaste de frenos y ruedas ha generado niveles altos de metales como el Cu, Mn, Zn, Ba, etc. (Querol 2008)

La concentración de material particulado PM₁₀ se encuentra enlazado a la mortabilidad y morbilidad, de acuerdo a los estudios que fueron realizados pueden ser depositados en los pulmones, causando como efectos negativos hacia la salud como daños a los tejidos alveolares de manera constante estos de material particulado se causa un forzamiento radioactivo, sin embargo se cuenta con procedimientos para la medición o evaluación de la contaminación de material particulado como son colectores gravimétricos, instrumentos ópticos y dispositivos electroquímicos(Rojano, Pérez y Freyle 2012)

La polución que se da en el aire es una modificación o variabilidad en los niveles de calidad y la pureza del medio ambiente a causa de la transmisión de manera

natural o presencia de partículas químicas y biológicas, en los tiempos anteriores el crecimiento de la concentración de los contaminantes tanto como gases y material particulado fue limitado por el desarrollo de la economía e industrial, de esta manera causo el descenso de la calidad de aire. En la actualidad la polución por parte del sector de hidrocarburos (gasolina, diésel y gas), la presencia de los automotores es uno del principal causante de la contaminación aérea en ciudades industrializados(de la ANMM 2014)

En la actualidad se presenta desasosiego y el interés de los efectos que puede causar desastres catastróficos a causa la contaminación atmosférica da como efecto a la salud respiratoria, a partir del área de enfermedades respiratorias de origen ocupacional y medioambiental (EROM), el principal objetivo es advertir a las personas y las personas que sufren problemas respiratorios los beneficios de respirar aire puro. La educación ambiental es el primer punto para conseguir nuestra meta de conservar nuestro planeta, el propósito es inculcar a los niños, jóvenes de mantener una actitud respetuosa con el medio ambiente y realizar el consumo energético responsable para mitigar la emisión los contaminantes(Portal et al. 2011)

Los contaminantes atmosféricos es uno de los principales problemas que se presenta en las ciudades de todo el planeta, por lo que las autoridades se han centrado en aplicar esfuerzos y una infinidad de recursos para tratar de disminuir los efectos que genera la contaminación ambiental de una mala calidad de aire sobre los seres vivos, hoy en día el problema se va incrementando de manera paulatina y perturbador debido a que las enfermedades pulmonares se está dando de padecimientos leves hasta enfermedades mortales(Gutiérrez González et al. 2020).

La emisión es la acumulación de los contaminantes que se presenta en un tiempo predeterminado, que una fuente que emite los contaminantes atmosféricos de manera inmediata al medio ambiente, el grado de emisión se puede presentarse de manera fija o móvil varía de acuerdo a las características de la fuente y en las condiciones de la descarga, existe una versatilidad del contaminante a través de la translación, transmisión y homogenización(Fernandez Llavilla 2020).

Justificación social: Los índices de contaminación de aire, dentro del cual le permitirá conocer si su salud está siendo afectada por el impacto de la actividad minera en la calidad en las comunidades campesinas de Cala Cala y Nueva Esperanza y de esta manera sería una gran satisfacción de la ciudadanía porque tendrá más conocimiento sobre el estado de calidad de aire que respiramos en dichas comunidades.

Justificación económica: La inversión no es muy inasequible, donde la población no tendrá que recurrir a laboratorios acreditados para que realicen el servicio de monitoreo de calidad de aire por parte de una consultora externa, así obteniendo un ahorro que será un aporte a la subgerencia de la municipalidad provincia de Espinar que le accederá a realizar monitoreo calidad de aire por medio de un dispositivo y será visualizado a través de un software, ambos a bajo coste.

Justificación ambiental: La contaminación de aire se visualiza sustancias que altera sus propiedades físicas como químicas, al ser excedidas los niveles de concentración comparado con estándar de calidad ambiental (ECA) implica a una cantidad de riesgos de salud que repercute en los humanos, en años anteriores se dieron tres episodios que incluso llegó a la muerte de miles de personas este evento se dio en Meuse Valley en Bélgica, Donora en Pensilvania y en Londres en Inglaterra se dio por la causa de la combustión de combustibles fósiles, incremento del procedimiento industrial en las cuales se generaron gases tóxicos y material particulado dentro de las cuales coincidieron como la inversión térmica (Del Carpio Pinto 2019).

La atmosfera con el transcurso de los años ha sufrido una infinidad de cambios climáticos producto de la contaminación como también en su composición y propiedad, la atmosfera es un medio que se relaciona con problemas ambientales productos de las emisiones por parte de los sectores de construcción, industria, minería, entre otras. Contando con el 90% de sustancia que dañan al medio ambiente como la fracción de gases y material particulado que se emite al aire (Cobeñas García y Heredia Sánchez 2021).

En estos últimos años se presencié un agente biológico como el coronavirus (COVID 19), infección aguda y/o crónica que trajo una serie de consecuencia

sanitaria, socioeconómica y ambiental a nivel mundial en donde se registraron 177 millones de contagiados y 3.9 millones de fallecido producto por el peligro biológico. Tras el inicio de la pandemia se decretó a nivel mundial en las cuales muchos adoptaron la medida de la cuarentena estricta entendida como “quédate en casa”, en muchas regiones del mundo, se examinó una mejoría en la calidad de aire; cielos azules durante el transcurso del día, buena visualidad y reducción de contaminantes atmosféricos es porque los principales fuentes de emisión como el sector industrial, transporte, construcción, es cuando en el mes agosto comenzaron a flexibilizarse en algunas medidas brindadas por la OMS(Wilches-Visbal y Castillo-Pedraza 2021).

Problema general: ¿Cuál sera la calidad ambiental de aire en las Comunidades Campesinas de Cala Cala y Nueva Esperanza, Espinar, Cusco – 2022?.

Problemas específicos: ¿Cual es el grado concentracion del material particulado de PM_{10} y $PM_{2.5}$ con la normativa normativa ambiental en las Comunidades Campesinas de Cala Cala y Nueva Esperanza?, ¿Cuál es el grado de concentración de los gases CO , NO_2 y SO_2 con la normativa ambiental en las Comunidades Campesinas de Cala Cala y Nueva Esperanza?, ¿Cuál es la disperción del contaminante relacionado a la dirección y velocidad del viento?.

El objetivo general: Determinar la calidad ambiental de aire en las Comunidades Campesinas de Cala Cala y Nueva Esperanza.

Los objetivos específicos: Determinar el grado concentracion del material particulado de PM_{10} y $PM_{2.5}$ con la normativa ambiental en las Comunidades Campesinas de Cala Cala y Nueva Esperanza, determinar el grado de concentracion de los gases CO , SO_2 y NO_2 con la normativa ambiental en las Comunidades Campesinas de Cala Cala y Nueva Esperanza, determinar la disperción del contaminante relacionado a la dirección y velocidad del viento.

La hipótesis general del estudio es: En la presente investigacion de la evaluacion de calidad ambiental de aire, se lograra determinar el grado de contaminacion en las comunidades campesinas de Cala Cala y Nueva esperanza.

II. MARCO TEÓRICO

Según (Alfaro Goicochea 2020) evaluó la variación de la calidad del aire (PM_{10} , $PM_{2.5}$, NO_2 , CO y SO_2) en los alrededores de campo de cultivo y la empresa Casa Grande S.A., se realizó un estudio en el departamento de la libertad, provincia de Ascope, del distrito de Casa Grande donde se escogió 3 puntos estratégicos CA-13, CA-17 y CA-3, el periodo de monitoreo se realizó de 08 al 22 de noviembre de 24 horas para cada muestra. Como resultado del trabajo de investigación concluyo, que las contracciones PM_{10} , $PM_{2.5}$, CO y SO_2 no sobrepasaron el ECA nacional en ninguno de Las estaciones de monitoreo, pero si se obtuvo una elevación para la organización mundial de salud. La presente investigación nos recomienda realizar una vigilancia ambiental y monitorear de acuerdo a la normativa vigente.

Según (Córdova-Mendoza, Barrios-Mendoza y Córdova-Barrios 2021) la finalidad del estudio es determinar las emisiones de los contaminantes y la calidad del ambiente en el departamento de Ica, Perú, se estableció 2 puntos de monitoreo de aire, en la ciudad Universitaria U.S.L.G (E-1) y en la plaza del distrito de Salas de Guadalupe (E-2). Se evaluaron SO_2 , NO_2 , H_2S , PM_{10} y $PM_{2.5}$, el periodo de evaluación fue del 10 al 11 de enero y del 30 al 31 de agosto del 2019. Como resultado de la investigación se concluyó que las condensaciones de PM_{10} , SO_2 , NO_2 y H_2S que se emiten al medio ambiente fueron inferiores a la referencia de la normativa ambiental vigente.

Según (Gómez, Filigrana y Méndez 2008) se evaluó la consecuencia de las emisiones del contaminante en el lugar de un relleno sanitario de los residuos sólidos en Cali, con el fin de identificar los efectos en la salud de las personas debido a las emisiones del Botadero Navarro. La investigación se ejecutó en el municipio de Cali y se seleccionaron dos zonas de estudio sur-oriente y sur de la ciudad. Como resultado del estudio se concluyó que las concentraciones PM_{10} , metano, dióxido de azufre, compuestos orgánicos volátiles no sobrepasaron la norma vigente Decretos 984 de 1995 y la Resolución N° 601 de 2006.

Según (Baltuano et al. 2020) se evaluó la ejecución de un registrador remoto de calidad del aire basado en sensores de la lectura directa en las zonas urbanas, en

el Distrito de Bellavista. La investigación se realizó mediante un instrumento de medición de calidad de aire, que fue esquematizado y fabricado en el marco del proyecto 161-FINCyT-IA -2013, este equipo tuvo la capacidad de evaluar los gases contaminantes y material particulado. La investigación concluye, que las mediciones del medidor remoto son consistentes, confiables y adecuadas para monitorear la calidad medioambiental en zonas urbanas, y las concentraciones de material particulado y gases en promedio de 24 horas y de 8 horas no sobrepasan los valores máximos permitidos de la norma vigente.

Según (Palacio-Soto, Zafra-Mejía y Rodríguez-Miranda 2014) se evaluó la condición del aire en la zona industrial del lugar de Puente Aranda, se estableció un laboratorio móvil de IDEAM a 1905 metros respecto a la estación fija SDA y 1255 metros respecto a estación móvil SDA. Se midió los siguientes parámetros PM_{10} , NO, SO_2 , CO y O_3 , como resultado del trabajo de investigación concluyo, que la correlación entre laboratorio fija y móvil son positiva. Las concentraciones fueron los siguiente: NO 89%, SO_2 84,3%, O_3 82.5%, PM_{10} 76,6% y CO 75,2% por lo tanto los analizadores de la concentración de los contaminantes superan el 75% del límite del protocolo para monitoreo y seguimiento de la calidad de aire en Colombia.

Según (Quirama-Aguilar, Aguirre y Quiroga 2021) evaluó los niveles de PM_{10} , $PM_{2.5}$ y O_3 y evaluó su efecto sobre la condición del aire y la incidencia de afección respiratorias en Bucaramanga – Colombia. Se evaluó en tres esquemas de circulación vial en el municipio Bucaramanga, donde habitan 6000000 habitantes y se evaluó dos parámetros PM_{10} y O_3 . Como resultado del trabajo de investigación concluye que en la circulación más restrictiva mejora la calidad de aire en PM_{10} , mientras en restricciones menos limitante no parece contribuir con la calidad de aire y puede afectar significativamente las enfermedades respiratorias.

Según (AMBIENTE, 2019) el propósito de monitoreo de aire es una herramienta que tiene como finalidad de originar indagación de calidad medioambiental, comparable, confiable y característico que permite el cumplimiento de los objetivos y la normativa ambiental.

Como parte del constructivo teórico de la presente investigación se menciona el marco legal referente a la constitución política del Perú:

Ley general del medio ambiente, ley N^o 28611, que tiene como objetivo establecer los principios y normas básicas para generar un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para desarrollar una vida equilibrada.

El aire es una mezcla gaseosa bastante estable, impredecible para la evolución de los seres vivos, por lo cual debemos evitar el deterioro de su calidad por el uso, de tal manera se conserve su calidad para el evolución y crecimiento de los seres vivos sobre la tierra y está compuesta por nitrógeno, oxígeno, argón, dióxido de carbono y vapor de agua (D. J. Spedding 2021).

La atmosfera, es un manto gaseoso que bordea toda la tierra de unos 2000 km de espesor su densidad y la temperatura varía de acuerdo a la altura. Es fundamental para que respire los seres vivos tal es el caso del hombre y está dividida por capas según su temperatura: troposfera, estratosfera, mesosfera y termosfera (D. J. Spedding 2021).

En la contaminación atmosférica es un problema que se debe solucionar de manera eficaz y tomar acciones en las cuales se puede plantear nuevas líneas de investigación con respecto a los contaminantes atmosféricos y velar por la integridad de la salud de las personas y todos los seres vivos y generar un orden para mejorar sobre las mediciones de exposición y los efectos. Y establecer medidas preventivas en conjunto con un marco normativo para poder mitigar los problemas ambientales que se en cada uno de los sectores tanta minería, pesquería, agricultura, industrial entre otras y buscar el término de la sostenibilidad (Aránguez et al. 1999).

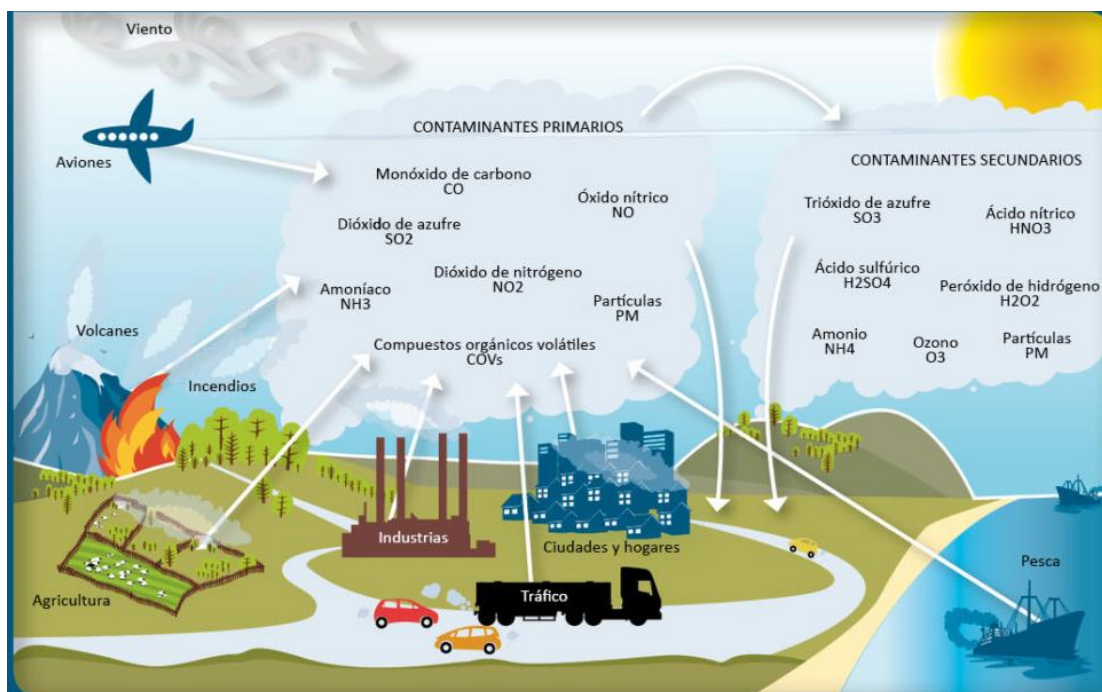
Contaminación del aire, es uno de los mayores problemas medioambientales que va afectando al mundo, aunque en la actualidad las que aportan significativamente las emisiones son los vehículos de motor, industria y energía a base de carbón. La contaminación de aire afecta el medio en donde nos desarrollamos y la salud de las personas, varían considerablemente de un lugar otro (Baird 2018).

La polución es generada por la ignición del combustible, que dentro de sus propiedades presenta material fino, cenizas y mezcla homogénea de gases, dentro

del material particulado contiene una serie de metales pesados que representa una afectación al desarrollo de la flora y fauna y la calidad de vida de los seres humanos. Sin embargo, se encuentran suspendidas en cuerpo natural de la aire (Nuñez Sarmiento 2021)

La contaminación del aire se divide en dos grupos, primario son los que se difunden directamente hacia la atmósfera como son SO_2 , CO , NO_x , NH_3 y dañan directamente la vegetación y los pulmones de los seres vivos, y secundario son aquellos que no se emiten directamente hacia la atmósfera, se forman mediante los procesos químicos y actúan sobre los contaminantes primarios y esos son los H_2SO_4 , O_3 , CH_4 y PAN y esto deteriora la salud de las personas y el medio donde nos desarrollamos. (Prieto Zambrano 2016)

Figura 1.- Contaminantes primarios y secundarios



Fuente: William Green/Mr. G. Science (traducido) CC BY-SA 4.0

Los ICA son aquellos contaminantes tanto primarios como secundarios que son emitidos al medio ambiente en especial al aire en grandes cantidades y por los cuales son dañinos para la salud de las personas generando complicaciones extremas al igual que se da en las plantas, animales y los materiales, sin embargo el ICA es una serie de recomendaciones que nos brinda para poder reconocer la

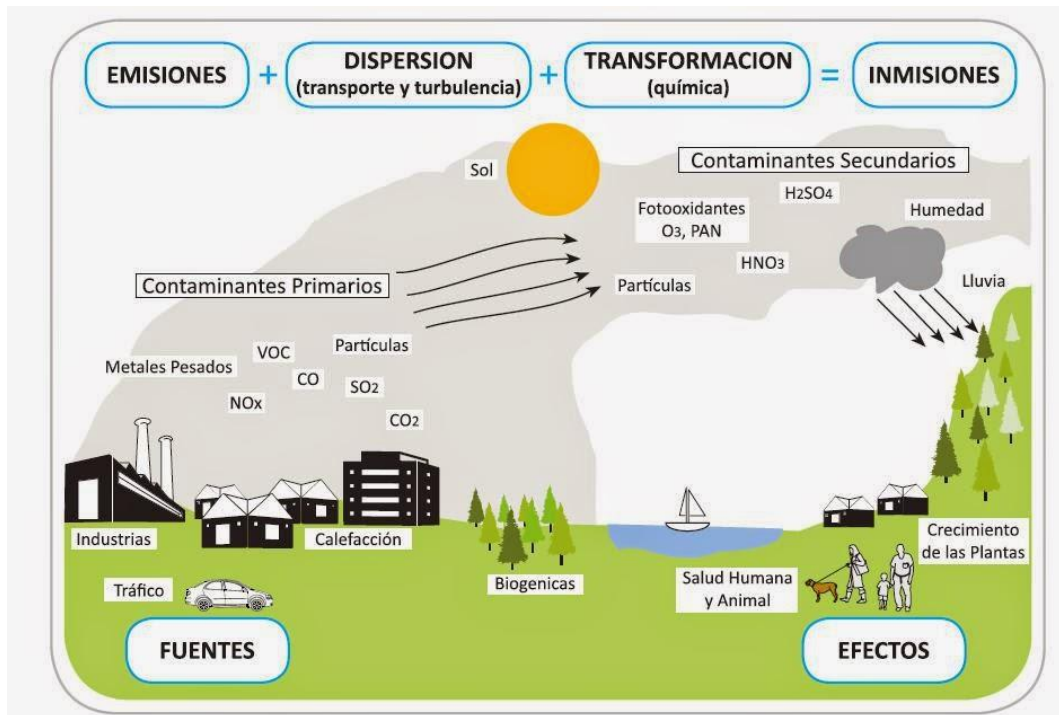
evolución de la calidad de aire de mes en mes y esto implica que la población tiene derecho en identificar el estado en la que se encuentra nuestro medio ambiente y así puede garantizar la salud de los seres vivos en tiempo real(Nuñez Sarmiento 2021).

El termino significativo de la palabra lluvia acida fue identificada por el investigador Robert Angus Smith este término se dio durante los años ochenta al momento de realizar un estudio de las industrias aplicadas por los británicos, en las cuales vertían o emitían al medio ambiente en grandes toneladas de humo o hollín sin embargo estas sustancias o partículas al estar en contacto provocaba en reacciones acidas al fenómeno natural en este caso las precipitaciones. Dentro de las cuales las primordiales fuentes emisoras es el contaminante aplicado por los combustibles fósiles producto de la emisión de gases de los volcanes y aerosoles marinos, este gas al estar en contacto con la atmosfera reacciona fácilmente y se da un SO₃ y posteriormente cuando se encuentra en contacto con el agua se convierte en ácido sulfúrico que se da el cambio en la atmosfera (Granados Sánchez, López Ríos y Hernández García 2010).

Fuentes de la contaminación del aire, dependerá de su origen y la fuente. Están agrupados por dos grupos naturales, la contaminación es generada de forma natural como son: Erupciones volcánicas, incendios forestales y los seres vivos en el proceso de respiración, descargas eléctricas) y artificiales la contaminación es generada por la actividad del hombre como son: Hogar, transporte, industria, agricultura, ganadería y eliminación de residuos sólidos.(Prieto Zambrano 2016)

Dispersión de los contaminantes de aire, el proceso de la dispersión de los contaminantes dependerá de la emisión y la contaminación, se dispersa a través del aire, agua, suelo, organismos vivos y alimentos. Los factores que influyen son condiciones meteorológicas, altura de emisión, características geográficas y la fuente de emisión. (Prieto Zambrano 2016)

Figura 2.- Dispersión de los contaminantes



Fuente: <https://infoaireperu.minam.gob.pe/transporte-y-dispersion>

Impactos en la salud humana, la contaminación del aire causa impactos como aumento de la tasa de mortalidad, incremento en los costos de salud, disminución de productividad, reduce la calidad de vida y están asociadas muchas enfermedades como: irritación, daño de las células, alergias, fibrosis y oncogénesis (Mihelcic 2012).

La enfermedad pulmonar obstructiva es generada por las partículas y gases. Los contaminantes provocan inflamación del sistema respiratorio, padecen de esta enfermedad el 10% de los adultos de más de 40 años y es una de las principales causas de muerte a nivel mundial. La composición del material particulado varía según su área de estudio por ejemplo partículas carbonosas abundan en zona de tráfico e industrias, mientras los aerosoles marinos son especialmente elevados en la costa atlántica (Santurtún et al. 2017).

(AMBIENTE, 2017). A continuación, vemos los valores establecidos en la siguiente tabla.

Tabla 1.- Estándares de calidad ambiental para aire

Parámetros	Periodo	Valor ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Criterios de evaluación	Método de análisis
Dióxido de azufre (SO ₂)	24horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)
Dióxido de nitrógeno NO ₂	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (metodo automático)
	anual	100	Media aritmética anual	
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2.5})	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (gravimetría)
	anual	25	Media aritmética anual	
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (gravimetría)
	anual	25	Media aritmética anual	
	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	
Monóxido de carbono	8 horas	10000	Media aritmética móvil	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (metododo automatic)
	Anual	0.5	Media aritmética de los valores mensuales	

Fuente: Estándares de calidad ambiental para aire - DECRETO SUPREMO N° 003-2017-MINAM

Indicadores de calidad de aire, son aquellas contaminantes atmosféricos que se difunden en mayores proporciones y son dañinos para la salud humana a continuación mencionaremos principales características de los indicadores. A) dióxido de azufre, son gases emitidos por las erupciones volcánicas y son dañinos para la salud de los humanos en su forma gaseosa, b) óxido de nitrógeno, son generados por los automóviles, calderas, incineradores, turbinas de gas. Asimismo, el óxido de nitrógeno reacciona en la atmosfera O₃ y lluvia acida, c) ozono es un gas incoloro y es un gas oxidante. La concentración en el suelo es muy baja y se incrementan a través de altura, d) monóxido de carbono, es el gas cuantioso en la capa interior de la atmosfera, y es generada por la combustión incompleta del carbono, e) dióxido de carbono, es un gas del cambio climático y contribuye a la tierra tenga una temperatura habitable, f) material particulado, son partículas suspendidas en el aire generadas por la actividad del hombre cuyos tamaños son de 0.001 um hasta 100 um.

Determinación de los parámetros de la calidad de aire, frecuencia de monitoreo, nos indica el número de muestras que se realizarán dentro de un tiempo y en área determinada. La frecuencia de monitoreo dependerá de los objetivos de monitoreo y según la normativa 010-2019 MINAN.

Método de monitoreo aire, el sistema manual activo está diseñado para evaluar el material particulado.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El desarrollo de la presente investigación es de tipo cuantitativo, de tipo aplicada, ya que busca evaluar la calidad ambiental de aire de la comunidad campesina de Cala Cala de la Provincia de Espinar, Cusco, 2022.

El diseño de la presente investigación es experimental, ya que se realizará un monitoreo en zona afectada por la actividad minera y se usará equipos para monitoreo de aire y se determinará la concentración de los contaminantes a escala de laboratorio.

3.2. Variables y operacionalización

- Variables independientes: Calidad de aire
- Variables dependientes: Material particulado y Gases
- Variable interviniente: Factores Climáticos (lluvia, radiación solar, temperatura)

Tabla 2.- Matriz de operacionalización.

Objetivo	Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicador	Unidad			
Determinar la calidad ambiental de aire de la comunidad campesina de la Cala Cala de la Provincia de Espinar , Cusco 2022.	Variable independiente	Es una herramienta que tiene como finalidad de generar información de calidad, comparable, confiable y representativa que permite el cumplimiento de los objetivos y la normativa ambiental.	Estándares de calidad de aire	PM ₁₀	µg/m ³			
	Calidad de aire			PM _{2.5}				
				SO ₂				
				NO ₂				
				CO				
	Variable dependiente			Material particulado y gases		Tipo de actividad	Traslado de desmonte de tierra	m ³
							Movimiento de desmonte de tierra	m ³
							Voladura de rocas mineralizadas	Toneladas
							Viento	km/h
							Lluvia	mm/m ²
Factores climatológicas		Temperatura	°C					

Fuente: Elaboración propia

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Calidad ambiental de aire en las comunidades campesinas de Cala Cala y Nueva esperanza de la provincia de Espinar del departamento de Cusco. Donde se ve afectado directamente por la actividad minera.

Figura 3.- Ubicación geográfica



Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. Muestra

En la presente investigación se realizó (02) estaciones de monitoreo de aire en los primer días del mes de agosto, donde se presenta mayor

concentración de material particulado e incluso se aprecia ráfagas de viento en la zona de estudio del año 2022, en las cuales se analizó los parámetros como material particulado PM 10 y PM 2.5, dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO) y dióxido de nitrógeno (NO₂) en donde fue distribuido la estaciones de monitoreo en los alrededores del botadero o tajo abierto de la mina Antapacay .

El criterio para la ubicación de las estaciones de monitoreo se realizó en la base de protocolo de monitoreo de calidad de Aire, teniendo en cuenta lo siguiente:

- ✓ La estación de monitoreo C-1, se empleó a 200 metros del tajo abierto de la mina.
- ✓ La estación de monitoreo C-2, se empleó a 100 metros del tajo abierto de la mina.

A continuación, en la siguiente tabla se menciona las estaciones de monitoreo.

Tabla 3.- Descripción de los puntos de monitoreo

Estación de monitoreo	Descripción	Altitud	Coordenadas WGS-84 zona 19 L
C-1	Comunidad Cala Cala	4201 msnm	245450.00 E 8340154.00 N
C-2	Comunidad Nueva Esperanza	4171 msnm	243998.00 E 8341987.00 N

Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Muestreo

Para este estudio se consideró un muestreo probabilístico, una selección de zona de trabajo para determinar los contaminantes atmosféricos y datos meteorológicos.

3.3.4. Parámetros a analizar

Según en lo investigado en la comunidad de Cala Cala de provincia de Espinar del departamento de Cusco, en la zona se viene realizando actividades de acarreo de material excedente, explotación de minera y canteras de esa misma forma se viene extrayendo mineral , dicha actividad va generando material particulado debido al movimiento y depósito de material y a la vez se observa un elevado movimiento de camión minero o yucle que generan contaminación de fuente antropogénica potencial de generación material particulado y gases como dióxido de azufre, monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno.

En la presente investigación se trabajó en base a la temperatura (C), presión atmosférica (atm), humedad relativa (%), promedios durante las 24 horas de la hora de muestreo por cada estación de monitoreo de calidad medioambiental para llevar las condiciones del territorio de monitoreo a un estándar que facilite la determinación de material particulado, dióxido de azufre, monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno.

Así también se evaluaron las siguientes variables meteorológicas y contaminantes de aire.

- ✓ Velocidad del viento (m/s)
- ✓ Humedad relativa (%)
- ✓ Dirección del viento
- ✓ Temperatura (C)
- ✓ Presión atmosférica (mmHg)
- ✓ Dióxido de azufre (SO₂)
- ✓ Material particulado PM_{2.5}
- ✓ Dióxido de nitrógeno (NO₂)
- ✓ Monóxido de carbono (CO)
- ✓ Material particulado PM₁₀

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de la investigación, para realizar el estudio de evaluación de calidad de aire de la comunidad Campesina de Cala Cala y Nueva Esperanza, se realizará lo siguiente: observación visual de la situación real de la comunidad (actividad que se realiza en la zona), entrevista a los comuneros residentes. Para esta investigación de determino los requisitos mínimos para la implementación de las estaciones de monitoreo y son los siguientes:

Materiales: Las casetas que protegerán a los equipos de monitoreo activo y automáticos deben confeccionarse con materiales de aluminio y acero, además de ser diseñadas para controlar las vibraciones y la luminosidad excesiva sobre los instrumentos. Los materiales usados en la investigación son:

- Hi-Vol.
- Lo-Wol
- Estación meteorológica
- Tren de muestreo
- Burbujeadores
- Soluciones de captación
- Brújula
- GPS
- Trípode
- Grupo electrógeno
- Filtros
- Cables
- Cámara fotográfica
- Manómetro digital
- Cartas de flujo

- Guantes de nitrilo
- Libreta de campo
- Conos de seguridad
- Plumón y pizarra
- Caja de herramientas

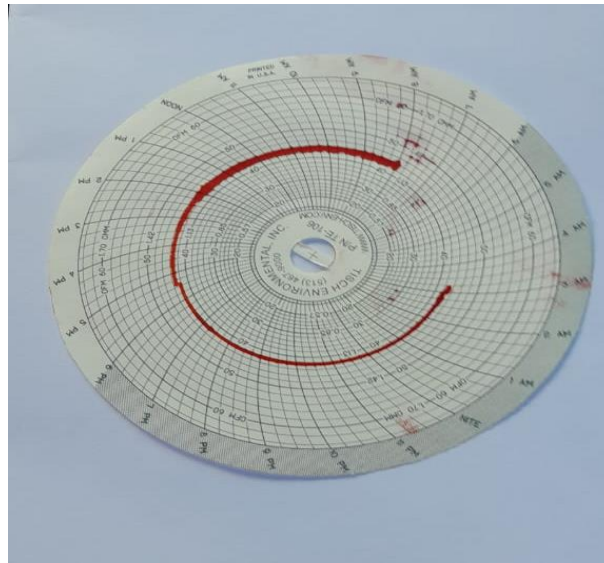
3.5. Procedimiento

3.5.1. Pre muestreo

- Se obtuvieron material del laboratorio como filtros, soluciones captadoras, cadena, previamente identificados y protegidos.
- Se tuvo la precaución de proteger de no contaminar los filtros y las soluciones captadoras con las extremidades inferiores para lo cual se viene usando guantes de nitrilo.
- Se inspecciono el estado de los carbones de motor Venturi y estado del motor Venturi.
- Se inspecciono el buen funcionamiento del tren de muestreo.
- Se observó miniosamente el cabezal del equipo de monitoreo ambiental HI VOL, en las cuales debería encontrarse pulcro, así también aplicar el uso de la silicona (Molykote) en la parte del cabezal por donde se encuentra los orificios del impactador del equipo, en las cuales da la facilidad de que las partículas mayores a 10 micras sean detenidas a lo opuesto de las partículas que son menores o iguales a 10 micras que ingresan por el impactador, atravesar la malla y llegar al filtro.
- En el muestreo de la calidad de aire para los equipos imprescindible el uso de las cartillas de flujo (flow chart), para identificar que el equipo

opero durante las 24 horas y verificar el flujo de aire que va ingresando al filtro.

Figura 4.- Flow chart



Fuente: Elaboración propia

- Los equipos de monitoreo no deben ser expuesto a condiciones climatológicas.

Instalación

- Una vez sido geo referenciado el punto de estación de monitoreo con coordenadas UTM (WGS-84), posteriormente se realizó con la instalación de monitoreo con los diferentes tipos de equipos de monitoreo.
- Se dio con el inicio de la instalación del tren de muestreo se inició cubriendo con papel aluminio a los impiñer o burbujeadores.
- Se colocó las soluciones captadoras de SO₂, CO y NO₂ en los burbujeadores.

Figura 5.- Programación del tren de muestreo



Fuente: Elaboración propia

- Se realizó la programación de tiempo y flujo para los diferentes gases como SO₂, CO y NO₂.
- Se instaló el cuerpo de material particulado de alto volumen y sobre él se puso el cabezal del equipo.
- En seguidamente se le introdujo el trapecio por la parte superior del cuerpo del equipo en conjunto con el motor o venturi en conjunto con el empaque de tal forma exista fugas.
- Colocamos el filtro muy minuciosamente sobre la porta filtro usando guantes de nitrilo para eludir contaminación, en la cual se le aplica sobre el porta-filtro la mamila para evitar la contaminación del filtro en el traslado.

Figura 6.- Colocación del filtro de vidrio para PM10



Fuente: Elaboración propia

- Asentar el porta-filtro en el apoyo del accesorio del trapecio (retirar la mamila), ajustar con pernos y tuercas de forma cruzado para garantizar un ajuste uniforme sobre el filtro.
- Aseguramos el equipo de monitoreo para evitar posibles caídas o daños del equipo, en seguidamente se programó el temporizador digital, aplicando la cartilla de flujo.
- Se instaló en punto de monitoreo el equipo de monitoreo de bajo volumen (Partisol), posteriormente se realizó la colocación del cabezal en la parte de encima del adaptador (tubo) de ingreso.

Figura 7.- Colocación de portafiltro de Low-Vol



Fuente: Elaboración propia

- Instalar el sensor de temperatura en el lado lateral de la izquierda, para posterior programación del equipo por 24 horas y el equipo pueda captar el material particulado PM 2.5.
- Liberar y apartar del broche color Azul que contiene la porta filtró o Cassett, con los guantes de nitrilo puestos para poder sacar el filtro de la placa Petri, al momento de ajustar los broches se asegura que dentro el filtro no se maltrate y encontrarse estable.

3.5.2. Muestreo

- Se registró la ubicación del punto de monitoreo usando GPS en la pizarra colocando el nombre de la estación, coordenadas UTM, altitud, fecha y hora.
- Se delimito el punto de monitoreo en conjunto de conos y barra retráctil.
- Se analizó la tensión eléctrica que sea de 220 V (60 HZ), dentro de las cuales la potencia mínima de 2500 Watts en el punto de monitoreo.
- Se ubicaron los equipos a una distancia mínima de 1m y luego programamos el tiempo para el HI VOL, LOW VOL, Estación meteorológica, y tren de muestreo en diferentes tiempos de acuerdo al protocolo para los diferentes gases.

Figura 8.- Estación de monitoreo



Fuente: Elaboración propia

- Se regulo el caudal de cada impiñer para el SO2 un caudal de 0.2l/min, el CO aun caudal de 0.5l/min y el NO2 un caudal de 0.4l/min.
- Al revés del flow chart se registró el código del equipo de monitoreo de alto volumen HI VOL, código de la estación de monitoreo, hora de inicio y final del monitoreo.
- Pasando los 5 minutos se da el inicio del muestreo donde se midió con un manómetro digital el flujo y al finalizar de igual manera 5 minutos se midió el muestreo, dentro de las cuales dichos datos nos ayudaran para el cálculo de volumen estándar en laboratorio.
- Finalizado el periodo de monitoreo el filtro retirado se dobló por la mitad hacia la parte donde se presenta la muestra.
- Todo procedimiento fue repetido en la siguiente estación de monitoreo, se tomó data de la estación meteorológica para el respectivo rosa de viento, datos meteorológicos.

3.5.3. Post muestreo

- Se llenó minuciosamente la cadena de custodia para los puntos de monitoreo.

Figura 9.- Cadena de custodia

Nº	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Inicio	Fin	Coordenadas UTM			Temperatura ambiente	Viento	RH (orig. H ₂ O)			PH 5.5	PH 6.5	PH 7.5	PH 8.5	PH 9.5	PH 10.5	PH 11.5	PH 12.5	PH 13.5	PH 14.5	PH 15.5	PH 16.5	PH 17.5	PH 18.5	PH 19.5	PH 20.5	PH 21.5	PH 22.5	PH 23.5	PH 24.5	PH 25.5	PH 26.5	PH 27.5	PH 28.5	PH 29.5	PH 30.5	Observaciones									
					E	N	T°C			PTS	PMS1	PMS2																																				
1	C-1	40965	14/08/12	14/08/12	493998	559995	5.4	46.2		11.0																																						
2	C-2	40966	14/08/12	14/08/12	493995	559998	6.2	46.4		12.2																																						
3																																																
4																																																
5																																																
6																																																
7																																																
8																																																

Descripción de equipos utilizados:		Leyenda:		Muestreador por:		Receptor de muestra:	
1. EWA-11454	HiVol	PH 5.5	Medidor de pH con 2 electrodos	ALAB	ALAB		
2. EWA-10974	Estación meteorológica	PH 6.5	Medidor de pH con 1 electrodo				
3. EWA-10974	HiVol	PH 7.5	Medidor de pH con 1 electrodo				
4. EWA-10974	HiVol	PH 8.5	Medidor de pH con 1 electrodo				
5. EWA-10974	HiVol	PH 9.5	Medidor de pH con 1 electrodo				
6. EWA-10974	HiVol	PH 10.5	Medidor de pH con 1 electrodo				
7. EWA-10974	HiVol	PH 11.5	Medidor de pH con 1 electrodo				
8. EWA-10974	HiVol	PH 12.5	Medidor de pH con 1 electrodo				

Observaciones por recepción de muestra:

Nombre: Robert Guzmán / Rosa Chavez
Fecha/Hora: 05-08-12
Firma: [Firma]

Recepción de muestra en: [Firma]
Fecha: 06/08/2012
Hora: 8:00

Temperatura de conservación: T amb (°C) / T lab (°C) / C (°C) / INC (°C)
Filtro / Filtro auxiliar: [] / []
Est. Absorbente / Tubo Otro: [] / []
Placa para el medio de cultivo: []
Otro: []

Código de equipo de verificación: []

Empleo adecuado de recipientes: [] / [] / []
Registro correcto de cadena: [] / [] / []

Fuente: Laboratorio ALAB

- Se aplicó el cálculo del volumen estándar con la ayuda de los datos brindados de la estación meteorológica, aplicando la tabla look up con el código del Venturi usado.

3.6. Método de análisis de datos

En la presente investigación está dada hacia la ética ambiental, dentro de las cuales favorece en reconocer las acusas que contaminan el medio ambiente en sus cuatro matrices, por lo que estamos buscando una alianza entre la población y el medio ambiente para buscar la mejora continua, es por el motivo que damos fe, que los datos y los resultados presentados son veraces. A partir de los resultados obtenidos se busca que se cumplan con los acuerdos ambientales y así mitigar los efectos que dañan la salud de las personas y el medio en donde se desarrollan

3.7. Aspectos éticos

Los efectos que se da por la contaminación ambiental (material particulado y gases), la presente investigación planteara medidas correctivas para reducir la presencia significativo, así no pueda afectar a la salud de la población y no degradar el medioambiental. La tesis de investigación cumple con el código ética de la Universidad Cesar Vallejo, respetando las autoridades de la información recopilada en diferentes medios, según lo estipulado en el manual del ISO 690.

IV. RESULTADOS

4.1.- Resultados de datos meteorológicos

Para calcular la cantidad de material particulado retenido en el filtro, primero debemos de obtener el promedio de la temperatura y presión. En donde se realizó el muestro de la calidad de aire con 24 horas trabajas para la estación C-1 y C-2.

Tabla 4.- Resultados de datos meteorológicos de la estación de monitoreo C-1

Datos Meteorológicos de la Estación C-1						
Fecha	Hora de Muestreo (h)	Temperatura Ambiental (°C)	Humedad Relativa (%)	Velocidad del Viento (m/s)	Dirección del Viento	Presión Atmosférica (mmhg)
03/08/2022	07:00	3.3	74	5.8	S	461.8
03/08/2022	08:00	4.5	72	5.4	SSW	462
03/08/2022	09:00	5.8	69	2.7	SSW	462.3
03/08/2022	10:00	9	66	1.3	SSW	462.6
03/08/2022	11:00	9.7	63	2.2	SE	465.1
03/08/2022	12:00	11	60	3.1	SE	464.5
03/08/2022	13:00	12.3	58	3.1	SE	463.8
03/08/2022	14:00	13.3	56	2.7	ESE	463.3
03/08/2022	15:00	12.6	59	2.7	E	463.1
03/08/2022	16:00	11.8	62	3.1	NNE	463
03/08/2022	17:00	10.5	64	0.4	NE	460.4
03/08/2022	18:00	9.1	65	0.9	NW	460.7
03/08/2022	19:00	6.1	66	3.1	SSE	460.9
03/08/2022	20:00	4.2	67	3.6	S	461.3
03/08/2022	21:00	3	67	4	S	461.7
03/08/2022	22:00	2.3	68	4	S	462.1
03/08/2022	23:00	1.9	69	4	S	462.1
04/08/2022	00:00	1.6	69	3.1	SSE	462
04/08/2022	01:00	1.2	70	1.3	SE	462
04/08/2022	02:00	0.7	73	0.9	SSE	462.1
04/08/2022	03:00	-0.4	75	0.9	SE	462.7
04/08/2022	04:00	-2.3	80	0.9	SSE	462.8
04/08/2022	05:00	1.3	73	0.9	SSE	462.6
04/08/2022	06:00	3.6	67	5.4	SSE	461.6
MAXIMO		13.3	80.0	5.8	SSE	465.1
MINIMO		-2.3	56.0	0.4		460.4
PROMEDIO		5.7	67.2	2.7		462.4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.- Resultados de datos meteorológicos de la estación de monitoreo C-2

Datos Meteorológicos de la Estación C-2						
Fecha	Hora de Muestreo (h)	Temperatura Ambiental (°C)	Humedad Relativa (%)	Velocidad del Viento (m/s)	Dirección del Viento	Presión Atmosférica (mmhg)
04/08/2022	11:00	11.0	48	2.2	SE	465.1
04/08/2022	12:00	12.3	46	3.1	SE	464.5
04/08/2022	13:00	13.6	44	3.1	SE	463.8
04/08/2022	14:00	13.6	41	2.7	ESE	463.3
04/08/2022	15:00	11.5	45	2.7	E	463.1
04/08/2022	16:00	10.6	47	3.1	NNE	463
04/08/2022	17:00	8.2	49	1.8	NNE	463.2
04/08/2022	18:00	7.1	51	2.2	NE	463.5
04/08/2022	19:00	6.6	53	3.1	NNE	463.8
04/08/2022	20:00	5.5	55	2.7	NNE	464
04/08/2022	21:00	4.6	58	1.3	ENE	464.5
04/08/2022	22:00	3.9	60	1.8	NNE	464.6
04/08/2022	23:00	3.0	63	0.9	NNE	464
05/08/2022	00:00	3.0	64	1.3	SSW	463.7
05/08/2022	01:00	1.3	66	1.3	SW	463.5
05/08/2022	02:00	-0.9	69	1.3	SW	463.3
05/08/2022	03:00	-1.6	71	1.3	WSW	463.7
05/08/2022	04:00	0.5	68	0.4	SW	463.6
05/08/2022	05:00	0.9	67	0.4	SW	464
05/08/2022	06:00	3.4	64	0.9	W	464.4
05/08/2022	07:00	4.9	62	0.4	SW	464.7
05/08/2022	08:00	5.8	58	0.4	S	465
05/08/2022	09:00	9.2	54	0	S	463.9
05/08/2022	10:00	11.1	50	0	SSW	479.2
MAXIMO		13.6	71.0	3.1	NNE	479.2
MINIMO		-1.6	41.0	0.0		463.0
PROMEDIO		6.2	56.4	1.6		464.6

Fuente: Elaboración propia

4.2. Metodología para la valoración

A continuación, calcularemos los valores emitidos por el laboratorio del parámetro PM10 y aplicaremos la siguiente ecuación.

1.- Tenemos los siguientes valores de los datos meteorológicos, el promedio de las dos estaciones de monitoreo de calidad de aire C-1.

Tabla 6.- Promedio de datos meteorológicos de estación C-1.

Temperatura ambiental (°C)	5.7
Presión ambiental (mmHg)	462.4

Elaboración: Propia

2.- Una vez el equipo HI – VOL arranque con el muestreo se toma la lectura de diferencial del filtro con el manómetro inicial y final sacando un promedio de ambas lecturas.

Tabla 7.- Promedio de flujo

Po(H ₂ O)	11.13
----------------------	-------

Fuente: Elaboración propia

3.- Convertir los datos de meteorológicos de grados °C a K

$$K = T^{\circ} \text{Exp} + 273.15$$

$$K = 5.7 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273.15 \text{ K}$$

$$K = 278.85 \text{ K}$$

4.- Convertir mmHG a mBar

$$Pa(\text{mBar}) = P_{\text{Exp}} * 1.33322 / 1$$

$$Pa(\text{mBar}) = 462.4 * 1.33322 / 1$$

$$Pa(\text{mbar}) = 616.48 \text{ mBar}$$

5.- Realizamos la conversión de inH2O

$$P_o = 11.13 \text{ inH2O} \times \frac{\text{mmHg}}{0.5353 \text{ inH2O}}$$

$$P_o = 20 \text{ mmHg}$$

6.- Calculamos la taza de presión

$$\frac{\rho_f}{p_a} = 1 - \left(\frac{20.79 \text{ mmHg}}{462.4 \text{ mmHg}} \right)$$

$$\frac{\rho_f}{p_a} = 0.955$$

Figura 10.- Tabla de lookup

Page 2 of 8 LOOKUP TABLE FOR ASI/GMW VFC S/N P09626 Calibrated 10/08/2018

TEMPERATURE °C Flow rate m3/min (actual)

Po/Pa	-6	-4	-2	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	Po/Pa
0.930	1.082	1.085	1.089	1.092	1.096	1.099	1.103	1.106	1.110	1.113	1.117	1.120	1.124	0.930
0.931	1.083	1.086	1.090	1.094	1.097	1.101	1.104	1.108	1.111	1.115	1.118	1.122	1.125	0.931
0.932	1.084	1.088	1.091	1.095	1.098	1.102	1.105	1.109	1.113	1.116	1.119	1.123	1.126	0.932
0.933	1.085	1.089	1.093	1.096	1.100	1.103	1.107	1.110	1.114	1.117	1.121	1.124	1.128	0.933
0.934	1.087	1.090	1.094	1.097	1.101	1.104	1.108	1.112	1.115	1.119	1.122	1.125	1.129	0.934
0.935	1.088	1.091	1.095	1.099	1.102	1.106	1.109	1.113	1.116	1.120	1.123	1.127	1.130	0.935
0.936	1.089	1.093	1.096	1.100	1.103	1.107	1.110	1.114	1.118	1.121	1.125	1.128	1.131	0.936
0.937	1.090	1.094	1.097	1.101	1.105	1.108	1.112	1.115	1.119	1.122	1.126	1.129	1.133	0.937
0.938	1.091	1.095	1.099	1.102	1.106	1.109	1.113	1.117	1.120	1.124	1.127	1.131	1.134	0.938
0.939	1.093	1.096	1.100	1.104	1.107	1.111	1.114	1.118	1.121	1.125	1.128	1.132	1.135	0.939
0.940	1.094	1.098	1.101	1.105	1.108	1.112	1.115	1.119	1.123	1.126	1.130	1.133	1.137	0.940
0.941	1.095	1.099	1.102	1.106	1.110	1.113	1.117	1.120	1.124	1.127	1.131	1.134	1.138	0.941
0.942	1.096	1.100	1.104	1.107	1.111	1.114	1.118	1.122	1.125	1.129	1.132	1.136	1.139	0.942
0.943	1.098	1.101	1.105	1.108	1.112	1.116	1.119	1.123	1.126	1.130	1.133	1.137	1.140	0.943
0.944	1.099	1.102	1.106	1.110	1.113	1.117	1.120	1.124	1.128	1.131	1.135	1.138	1.142	0.944
0.945	1.100	1.104	1.107	1.111	1.115	1.118	1.122	1.125	1.129	1.132	1.136	1.139	1.143	0.945
0.946	1.101	1.105	1.109	1.112	1.116	1.119	1.123	1.127	1.130	1.134	1.137	1.141	1.144	0.946
0.947	1.102	1.106	1.110	1.113	1.117	1.121	1.124	1.128	1.131	1.135	1.138	1.142	1.146	0.947
0.948	1.104	1.107	1.111	1.115	1.118	1.122	1.125	1.129	1.133	1.136	1.140	1.143	1.147	0.948
0.949	1.105	1.109	1.112	1.116	1.120	1.123	1.127	1.130	1.134	1.137	1.141	1.145	1.148	0.949
0.950	1.106	1.110	1.113	1.117	1.121	1.124	1.128	1.132	1.135	1.139	1.142	1.146	1.149	0.950
0.951	1.107	1.111	1.115	1.118	1.122	1.126	1.129	1.133	1.136	1.140	1.144	1.147	1.151	0.951
0.952	1.109	1.112	1.116	1.120	1.123	1.127	1.130	1.134	1.138	1.141	1.145	1.148	1.152	0.952
0.953	1.110	1.114	1.117	1.121	1.124	1.128	1.132	1.135	1.139	1.142	1.146	1.150	1.153	0.953
0.954	1.111	1.115	1.118	1.122	1.126	1.129	1.133	1.137	1.140	1.144	1.147	1.151	1.154	0.954
0.955	1.112	1.116	1.120	1.123	1.127	1.131	1.134	1.138	1.141	1.145	1.149	1.152	1.156	0.955
0.956	1.114	1.117	1.121	1.125	1.128	1.132	1.135	1.139	1.143	1.146	1.150	1.153	1.157	0.956
0.957	1.115	1.118	1.122	1.126	1.129	1.133	1.137	1.140	1.144	1.148	1.151	1.155	1.158	0.957
0.958	1.116	1.120	1.123	1.127	1.131	1.134	1.138	1.142	1.145	1.149	1.152	1.156	1.160	0.958
0.959	1.117	1.121	1.125	1.128	1.132	1.136	1.139	1.143	1.146	1.150	1.154	1.157	1.161	0.959
0.960	1.118	1.122	1.126	1.130	1.133	1.137	1.140	1.144	1.148	1.151	1.155	1.159	1.162	0.960
0.961	1.120	1.123	1.127	1.131	1.134	1.138	1.142	1.145	1.149	1.153	1.156	1.160	1.163	0.961
0.962	1.121	1.125	1.128	1.132	1.136	1.139	1.143	1.147	1.150	1.154	1.157	1.161	1.165	0.962
0.963	1.122	1.126	1.130	1.133	1.137	1.141	1.144	1.148	1.152	1.155	1.159	1.162	1.166	0.963
0.964	1.123	1.127	1.131	1.134	1.138	1.142	1.145	1.149	1.153	1.156	1.160	1.164	1.167	0.964
0.965	1.125	1.128	1.132	1.136	1.139	1.143	1.147	1.150	1.154	1.158	1.161	1.165	1.168	0.965
0.966	1.126	1.130	1.133	1.137	1.141	1.144	1.148	1.152	1.155	1.159	1.163	1.166	1.170	0.966
0.967	1.127	1.131	1.134	1.138	1.142	1.146	1.149	1.153	1.157	1.160	1.164	1.167	1.171	0.967
0.968	1.128	1.132	1.136	1.139	1.143	1.147	1.150	1.154	1.158	1.161	1.165	1.169	1.172	0.968
0.969	1.129	1.133	1.137	1.141	1.144	1.148	1.152	1.155	1.159	1.163	1.166	1.170	1.174	0.969
0.970	1.131	1.134	1.138	1.142	1.146	1.149	1.153	1.157	1.160	1.164	1.168	1.171	1.175	0.970
0.971	1.132	1.136	1.139	1.143	1.147	1.151	1.154	1.158	1.162	1.165	1.169	1.172	1.176	0.971
0.972	1.133	1.137	1.141	1.144	1.148	1.152	1.156	1.159	1.163	1.166	1.170	1.174	1.177	0.972
0.973	1.134	1.138	1.142	1.146	1.149	1.153	1.157	1.160	1.164	1.168	1.171	1.175	1.179	0.973
0.974	1.136	1.139	1.143	1.147	1.151	1.154	1.158	1.162	1.165	1.169	1.173	1.176	1.180	0.974
0.975	1.137	1.141	1.144	1.148	1.152	1.156	1.159	1.163	1.167	1.170	1.174	1.178	1.181	0.975
0.976	1.138	1.142	1.146	1.149	1.153	1.157	1.161	1.164	1.168	1.172	1.175	1.179	1.182	0.976
0.977	1.139	1.143	1.147	1.151	1.154	1.158	1.162	1.165	1.169	1.173	1.176	1.180	1.184	0.977
0.978	1.141	1.144	1.148	1.152	1.156	1.159	1.163	1.167	1.170	1.174	1.178	1.181	1.185	0.978
0.979	1.142	1.146	1.149	1.153	1.157	1.161	1.164	1.168	1.172	1.175	1.179	1.183	1.186	0.979

Fuente: <https://drive.google.com/file/d/1QEzofMu-ywqzHuH52Dmb035zGBh-71yd/view>

7.- Determinar el flujo en base a la temperatura real por mediante la interpolación

$$Flujo = \left(\frac{(1.134 - 1.131)(5.7 - 4)}{(6 - 4)} + 1.131 \right)$$

$$Flujo = 1.1335 \frac{m^3}{min}$$

8.- Calculando el volumen estándar:

$$Vs = 1.1335 \frac{m^3}{min} * 1440 min$$

$$Vs = 1632.24 m^3$$

9.- Determinando el valor real

$$Valor real = \frac{49200 ug}{1632.24 m^3}$$

$$Valor real = 30.14 ug/m^3$$

Cálculos para los gases

Para calcular los gases como CO, SO2 y NO2 se realiza el siguiente formula.

1.- Tenemos los siguientes valores de los datos meteorológicos, el promedio de las dos estaciones de monitoreo de calidad de aire C-1.

Tabla 8.- Promedio de datos meteorológicos de estación C-1

Temperatura ambiental (°C)	5.7
Presión ambiental (mmHg)	462.4

Fuente: Elaboración propia

2.- Una vez que tenemos los promedios de los datos meteorológicos aplicamos la fórmula de los gases ideales.

a) Para hallar el caudal NO₂

$$Q = V/T$$

$$Q = 0.024 \text{ m}^3 / 60 \text{ min}$$

$$Q = 0.0004 \text{ m}^3/\text{min}$$

b) Hallar el volumen de la muestra NO₂

$$V_m = Q \cdot T$$

$$V_m = 0.0004 \text{ m}^3 / \text{min} * 60 \text{ min}$$

$$V_m = 0.024 \text{ m}^3$$

c) Hallar el volumen estándar de la muestra NO₂

$$V_S = \frac{P_m * V_m * T_s}{T_m * P_s}$$

$$V_S = \frac{616.48 \text{ mbar} * 0.0240 \text{ m}^3 * 298.15 \text{ K}}{278.85 \text{ K} * 1013.25 \text{ mbar}}$$

$$V_S = 0.01561272 \text{ m}^3$$

d) Hallar el valor real NO₂

$$V_r = R/V_s$$

$$V_r = 2.50 \text{ ug} / 0.01561272 \text{ m}^3$$

$$V_r = 160.13 \text{ ug}/\text{m}^3$$

4.2.1. Cálculo de concentración de la comunidad Cala Cala.

Tabla 9.- Registró de cálculo de concentración (PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Estación	C-1
DATOS DEL MEDIO FILTRANTE	
Tipo de Filtro	Cuarzo
Diferencia de Peso (g)	0.0492
DATOS DEL MUESTREO	
Fecha de Muestreo	03-08-22
Tiempo de muestreo (min)	1440
Presión Atmosférica (mbar)	616.50
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	5.70
Régimen de Flujo de Aire (m^3/min)	1.120
CALCULOS DE VOLUMEN	
Temperatura Absoluta ($^{\circ}\text{K}$)	278.9
Volúmen de Aire Muestreado (m^3)	1612.15
Volúmen Estándar (m^3)	1048.61
CONCENTRACIÓN	
PM₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	46.92

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10.- Registró de cálculo de concentración (PM2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Estación	C-1
DATOS DEL MEDIO FILTRANTE	
Tipo de Filtro	Cuarzo
Diferencia de Peso (μg)	256
DATOS DEL MUESTREO	
Fecha de Muestreo	03-08-22
Tiempo de muestreo (min)	1440
Presión Atmosférica (mmhg)	616.50
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	5.70
Régimen de Flujo de Aire (m^3/min)	0.0167
CALCULOS DE VOLUMEN	
Volúmen de Aire Muestreado (m^3)	24.05
CONCENTRACIÓN	
PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10.65

Fuete: Elaboración propia

4.2.1. Cálculo de concentración de la comunidad Nueva Esperanza.

Tabla 11.- Registro de cálculo de concentración (PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Estación	C-2
DATOS DEL MEDIO FILTRANTE	
Tipo de Filtro	Cuarzo
Diferencia de Peso (g)	0.0678
DATOS DEL MUESTREO	
Fecha de Muestreo	04-08-22
Tiempo de muestreo (min)	1440
Presión Atmosférica (mbar)	619.40
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	6.20
Régimen de Flujo de Aire (m^3/min)	1.106
CALCULOS DE VOLUMEN	
Temperatura Absoluta ($^{\circ}\text{K}$)	279.4
Volúmen de Aire Muestreado (m^3)	1592.64
Volúmen Estándar (m^3)	1038.93
CONCENTRACION	
PM₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	65.26

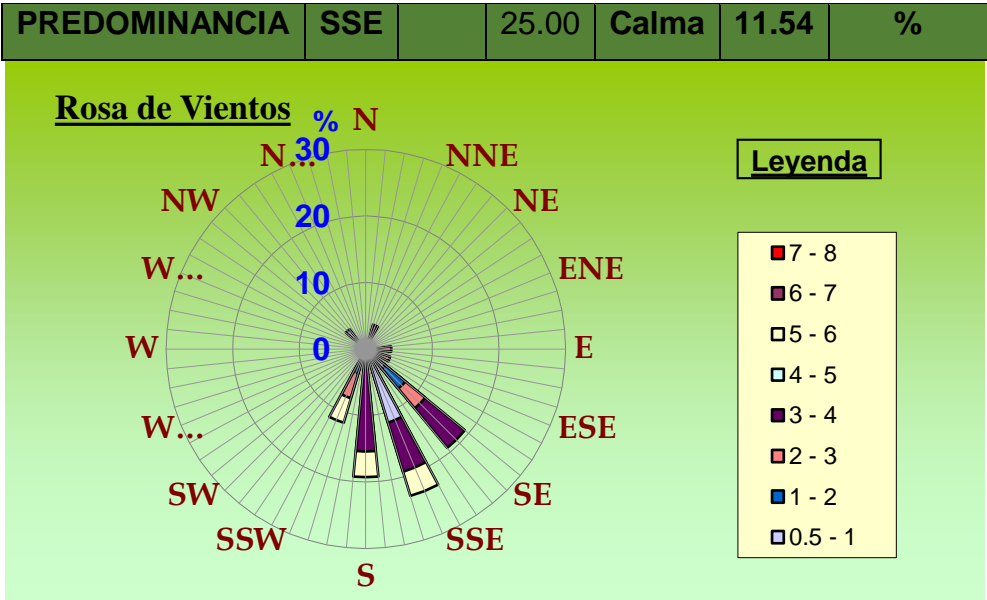
Fuente: Elaboración propia

Tabla 12.- Registro de cálculo de concentración (PM2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Estación	C-1
DATOS DEL MEDIO FILTRANTE	
Tipo de Filtro	Cuarzo
Diferencia de Peso (μg)	346
DATOS DEL MUESTREO	
Fecha de Muestreo	04-08-22
Tiempo de muestreo (min)	1440
Presión Atmosférica (mmhg)	619.40
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	6.20
Régimen de Flujo de Aire (m^3/min)	0.0167
CALCULOS DE VOLUMEN	
Volúmen de Aire Muestreado (m^3)	24.05
CONCENTRACION	
PM_{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	14.39

Fuente: Elaboración propia

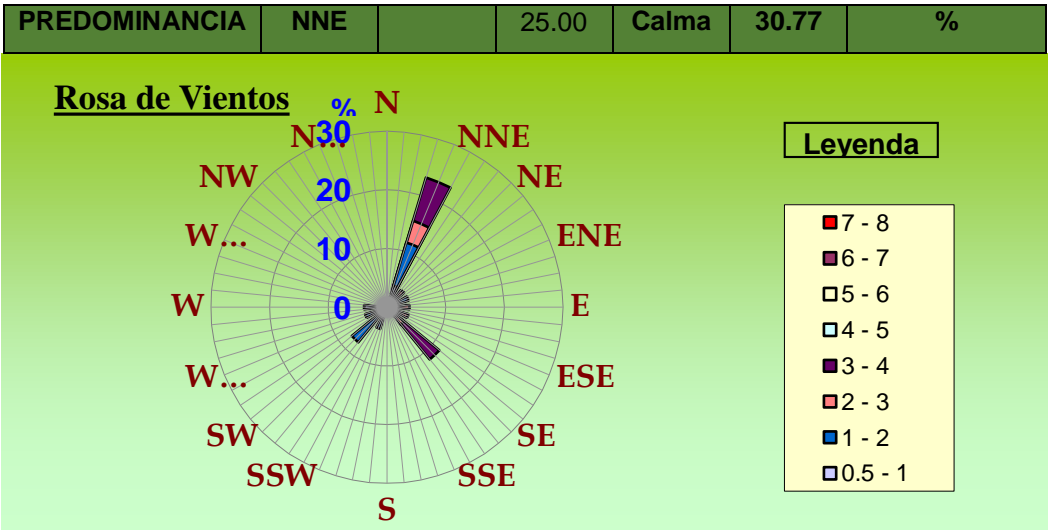
Gráfico 1.- Rosa de viento de la estación C-1



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Como se observa en el grafico 1, los indicadores meteorológicos en la estación C-1 del mes de agosto, se halló una desviación predominante de ráfagas de viento proveniente del Sur este (SE).

Gráfico 2.- Rosa de viento de la estación C-2



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Como se observa en el grafico 2, los indicadores meteorológicos en la estación C-2 del mes de agosto, se halló una desviación predominante de ráfagas de viento proveniente del Sur oeste (SW).

4.3. Resultados de laboratorio

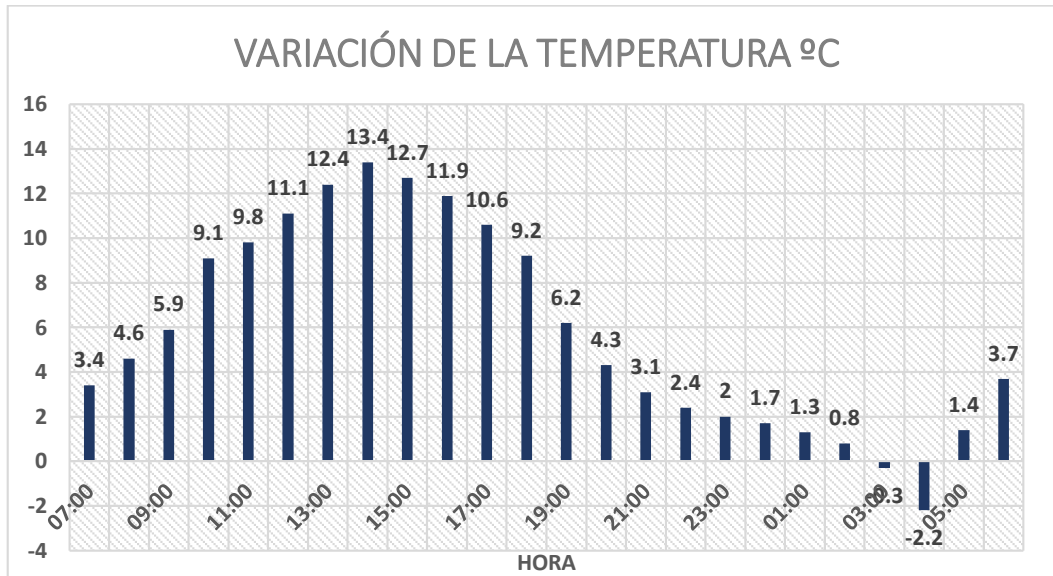
Tabla 13.- Resultados de laboratorio

ÍTEM				1	2
CÓDIGO DE LABORATORIO:				M-22-40965	M-22-40966
CÓDIGO DEL CLIENTE:				C-1	C-2
COORDENADAS:				E:0243998	E:0243998
UTM WGS 84:				N:8341987	N:8341987
PRODUCTO:				AIRE (SOLO ANÁLISIS)	
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA	
INICIO DE MUESTREO (FECHA y HORA):				03-08-22	04-08-22
				6:15	10:30
FIN DE MUESTREO (FECHA y HORA):				04-08-22	05-08-22
				6:15	10:30
ENSAYO	UNIDAD	L.D. M	L.C.M	RESULTADOS	
Determinación de peso. Filtros PM 10 Alto volumen (*)	g	NA	0.0001	0.0492	0.0678
Determinación de peso. Filtros PM2.5 Bajo volumen (*)	mg	NA	0.001	0.256	0.346
Dióxido de Azufre (*)	µg/Muestra	1.44	3.60	<3.60	<3.6
Dióxido de Nitrógeno (*)	µg/Muestra	1.0	2.5	<2.5	<2.5
Monóxido de Carbono (*)	µg/Muestra	120	300	<300	<300

Fuente: Elaboración propia

4.4. Resultados del monitoreo de Calidad de aire de la Comunidad Campesina Cala Cala C-1.

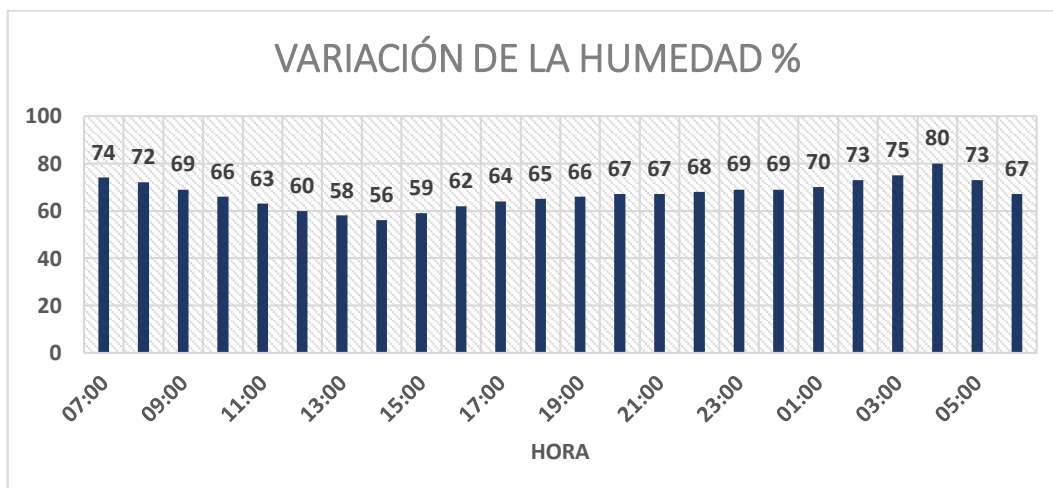
Gráfico 3.- Resultados de la variación de la temperatura (°C)



Fuente: Elaboracion propia

Interpretación: Como se puede observar en la **tabla 4** y en el **Gráfico 3**, la variación de la temperatura indica que la estación Cala Cala alcanzó una temperatura máxima de 13.4°C a las 14:00 y una temperatura mínima de -2.2 °C a las 04:00.

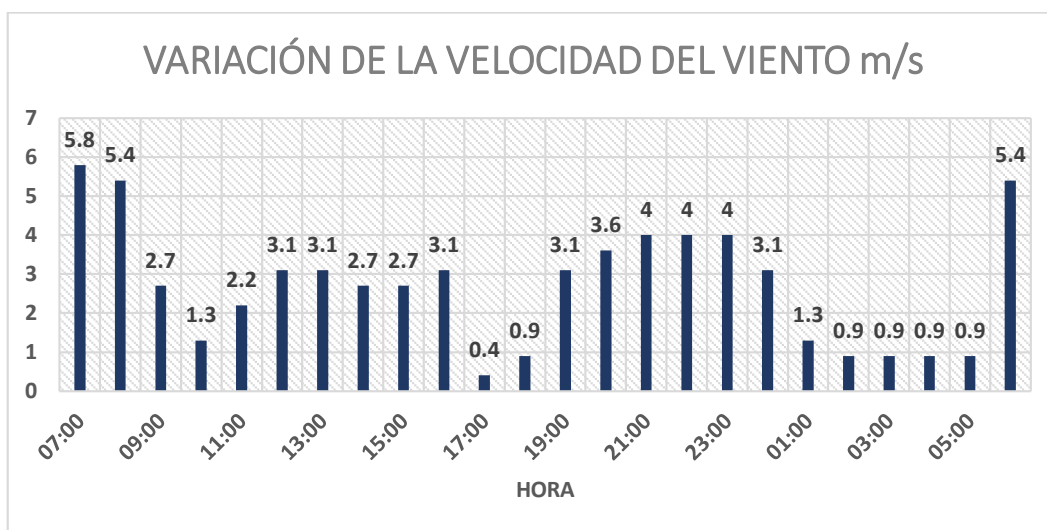
Gráfico 4.- Resultados de la variación de la humedad (%)



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Como se puede observar en la **tabla 4** y en el **Gráfico 4**, la variación de la humedad indica que la estación Cala Cala alcanzó una humedad máxima de 80 % a las 04:00 y una humedad mínima de 56% a las 14:00.

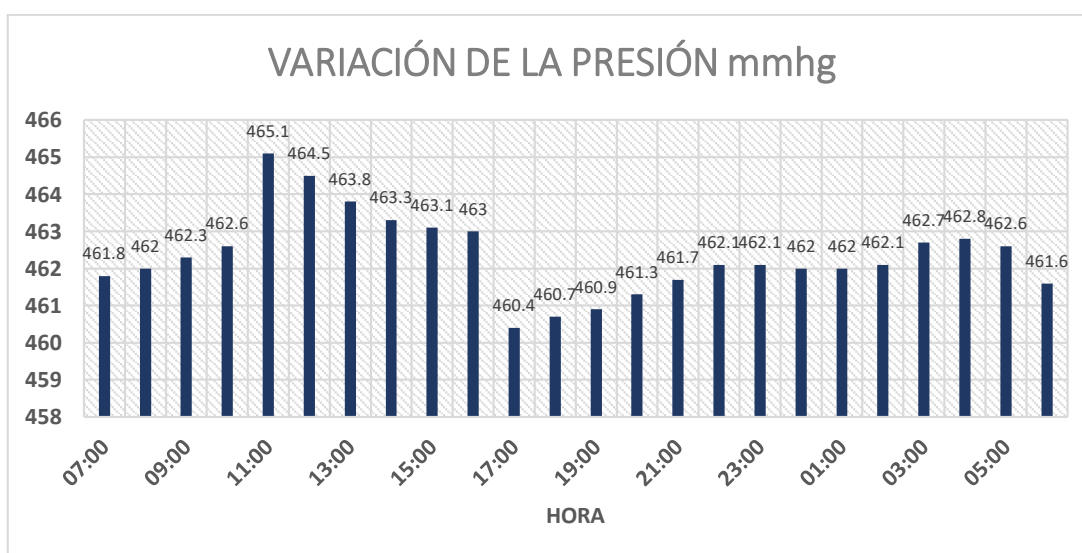
Gráfico 5.- Resultados de la variación de la velocidad del viento (m/s)



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Como se puede observar en la **tabla 4** y en el **Gráfico 5**, la variación de la velocidad del viento indica que la estación Cala Cala alcanzó una velocidad máxima de 5.8 m/s a las 07:00 y una velocidad mínima de 0.4 m/s a las 17:00.

Gráfico 6.- Resultado de la variación de la presión (mmHg)

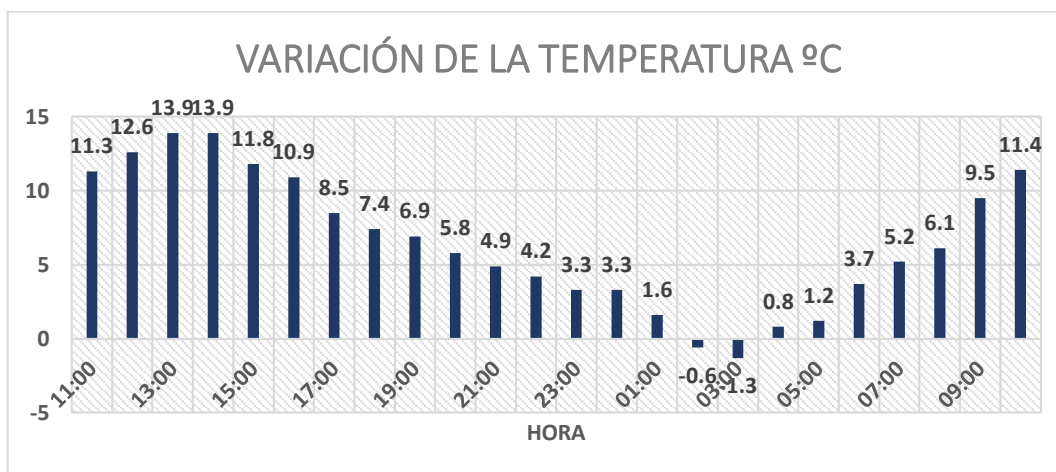


Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Como se puede observar en la **tabla 4** y en el **Gráfico 6**, la variación de la velocidad del viento indica que la estación Cala Cala alcanzó una presión máxima de 465.1 mmHg a las 11:00 y una presión mínima de 460.4 mmHg a las 17:00.

4.5. Resultados del monitoreo de Calidad de aire de la Comunidad Campesina Nueva Esperanza – C-2.

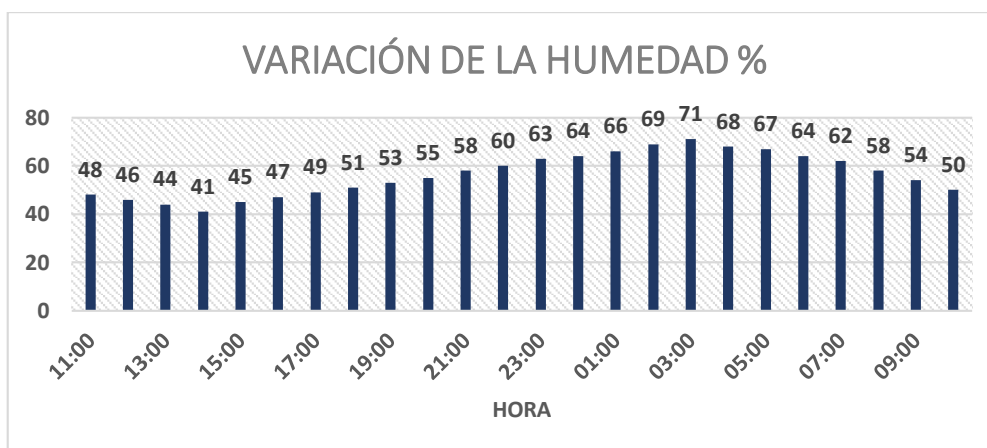
Gráfico 7.- Resultados de la variación de la temperatura (°C)



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Como se puede observar en la **tabla 5** y en el **Gráfico 7**, la variación de la temperatura indica que la estación Nueva Esperanza alcanzó una temperatura máxima de 13.9 °C a las 13:00 y 14:00 y una temperatura mínima de -1.3°C a las 03:00.

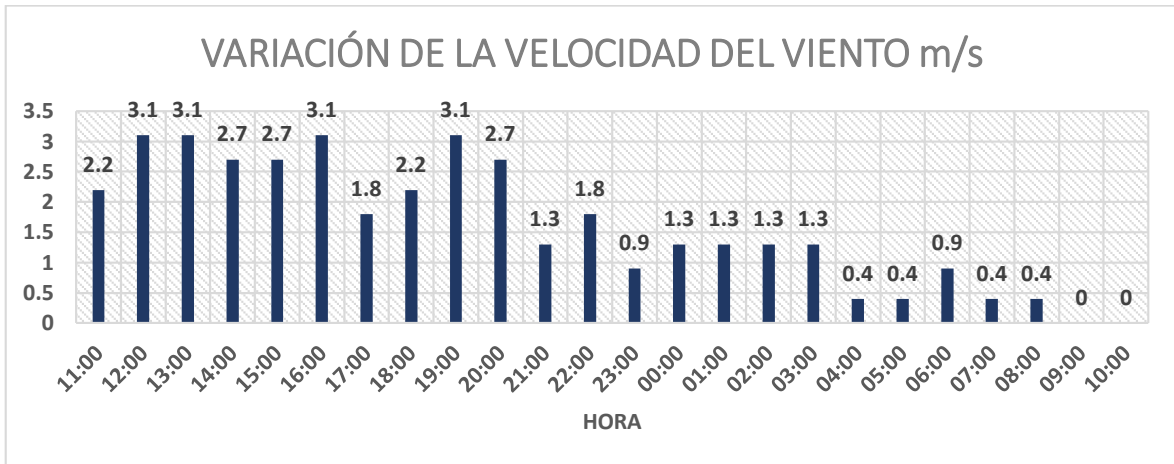
Gráfico 8.- Resultado de la variación de la humedad (%)



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Como se puede observar en la **tabla 5** y en el **Gráfico 8**, la variación de la humedad indica que la estación Nueva Esperanza alcanzó una humedad máxima de 71% a las 03:00 y una humedad mínima de 41% a las 14:00.

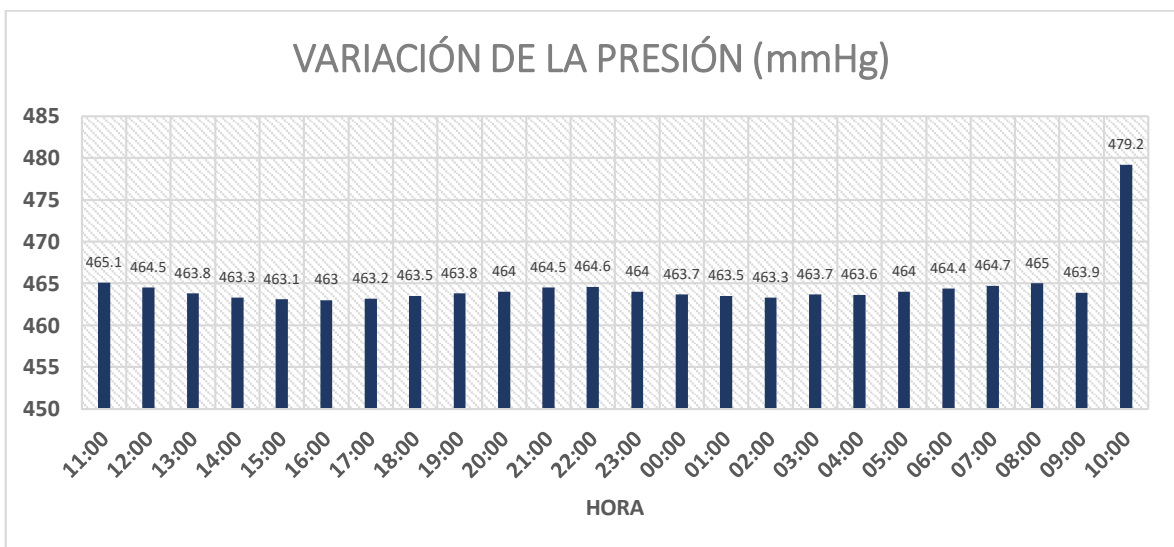
Gráfico 9.- Resultado de la variación de la velocidad del viento (m/s)



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Como se puede observar en el **Cuadro 5** y en el **Gráfico 9**, la variación de la velocidad del viento indica que la estación Nueva Esperanza alcanzó una velocidad máxima de 3.1 m/s a las 12:00, 13:00, 16:00 y 19:00, además una velocidad mínima de 0 m/s a las 09:00 y 10:00.

Gráfico 10.- Resultado de la variación de la presión (mmHg)



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Como se puede observar en la **tabla 5** y en el **Gráfico 10**, la variación de la presión indica que la estación Nueva Esperanza alcanzó una presión máxima de 479.2 mbar a las 10:00 y una presión mínima de 463 mmHg a las 16:00.

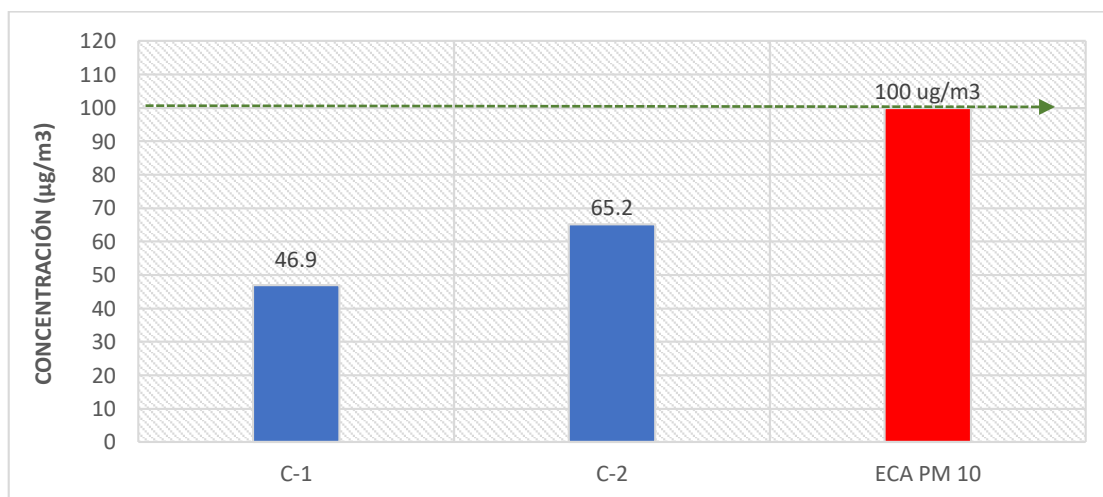
4.6. Resultados del monitoreo de calidad de aire.

Tabla 14.- Concentración de material particulado menor a 10 micras (PM 10)

ESTACIÓN		C-1	C-2
FECHA	Inicio	03/08/2022	04/08/2022
	Fin	04/08/2022	05/08/2022
HORA	Inicio	07:00	11:00
	Fin	06:00	10:00
Diferencia de Pesos (µg)		37200	87800
Peso Final (µg)		3529000	3596700
L.D. (mg)		1	1
Concentración en (µg/m3)		46.9	65.2
ECA D.S. N° 003-2017-MINAM (µg/m3)		100 Promedio Diario	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 11.- Comparación de PM10 en las estaciones de monitoreo C-1 y C-2 con el ECA de Aire



Fuente: Elaboración propia

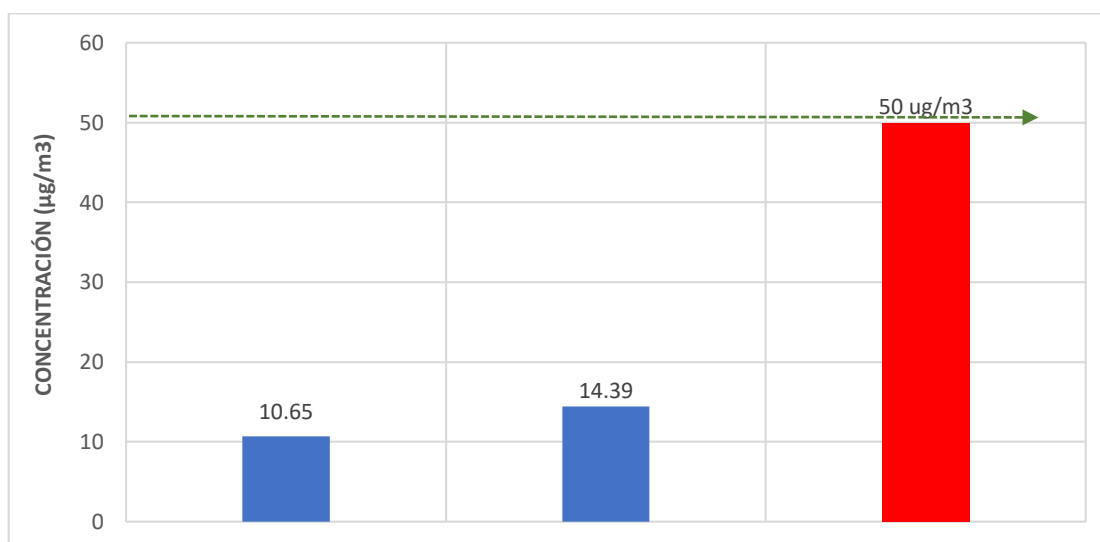
Interpretación: Como se puede observar en el **Gráfico 11**, la concentración de material particulado menor a 10 micras (PM10) en la estación C-1 es de 46.9 µg/m³ y en la estación C-2 de 65.2 µg/m³; valores que se encuentran dentro del ECA para este parámetro (100 µg/m³).

Tabla 15.- Concentración de material particulado menor a 2.5 micras (PM 2.5)

ESTACIÓN		C-1	C-2
FECHA	Inicio	03/08/2022	04/08/2022
	Fin	04/08/2022	05/08/2022
HORA	Inicio	06:15	10:30
	Fin	06:15	10:30
Diferencia de Pesos (µg)		256	344
Concentración en (µg/m ³)		10.65	14.39
ECA D.S. N° 003-2017-MINAM (µg/m ³)		50 Promedio Diario	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 12.- Comparación de PM2.5 en las estaciones de monitoreo C-1 y C-2 con el ECA de Aire



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Como se puede observar en el **Gráfico 12**, la concentración de material particulado menor a 2.5 micras (PM2.5) en la

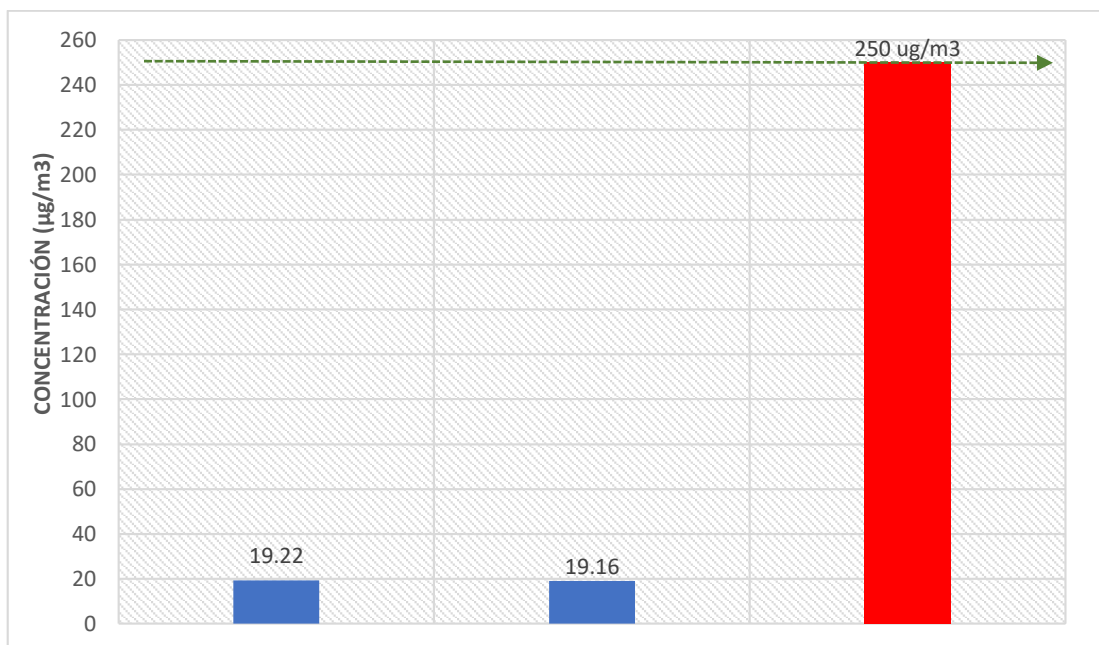
estación C-1 es de 10.65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y en la estación C-2 de 14.39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; valores que se encuentran dentro del ECA para este parámetro (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tabla 16.- Concentración de dióxido de azufre (SO₂)

ESTACIÓN		C-1	C-2
FECHA	Inicio	03/08/2022	04/08/2022
	Fin	04/08/2022	05/08/2022
HORA	Inicio	06:15	10:30
	Fin	06:15	10:30
L.C.M		3.6	3.6
Concentración en ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		<3.60	<3.60
ECA D.S. N° 003-2017-MINAM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		250 24 horas	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 13.- Comparación del SO₂ en las estaciones de monitoreo C-1 y C-2 con el ECA de Aire



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Como se puede observar en el **Gráfico 13**, la concentración de dióxido de azufre (SO₂) en la estación C-1 es <3.60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y en la estación C-2 de igual forma es <3.60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; valores que se encuentran dentro del ECA para este parámetro (250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tabla 17.- Concentración de dióxido de nitrógeno (NO2)

ESTACIÓN		P.M.-AIRE-1	P.M.-AIRE-2
FECHA	Inicio	03/08/2022	04/08/2022
	Fin	03/08/2022	04/08/2022
HORA	Inicio	06:15	10:30
	Fin	07:15	11:30
L.C.M		2.5	2.5
Concentración en (µg/m3)		<2.5	<2.5
ECA D.S. N° 003-2017-MINAM (µg/m3)		200 1 hora	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 14.- Comparación del NO2 en las estaciones de monitoreo C-1 y C-2 con el ECA de Aire



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Como se puede observar en el **Gráfico 14**, la concentración de dióxido de nitrógeno (NO2) en la estación C-1 es <2.5

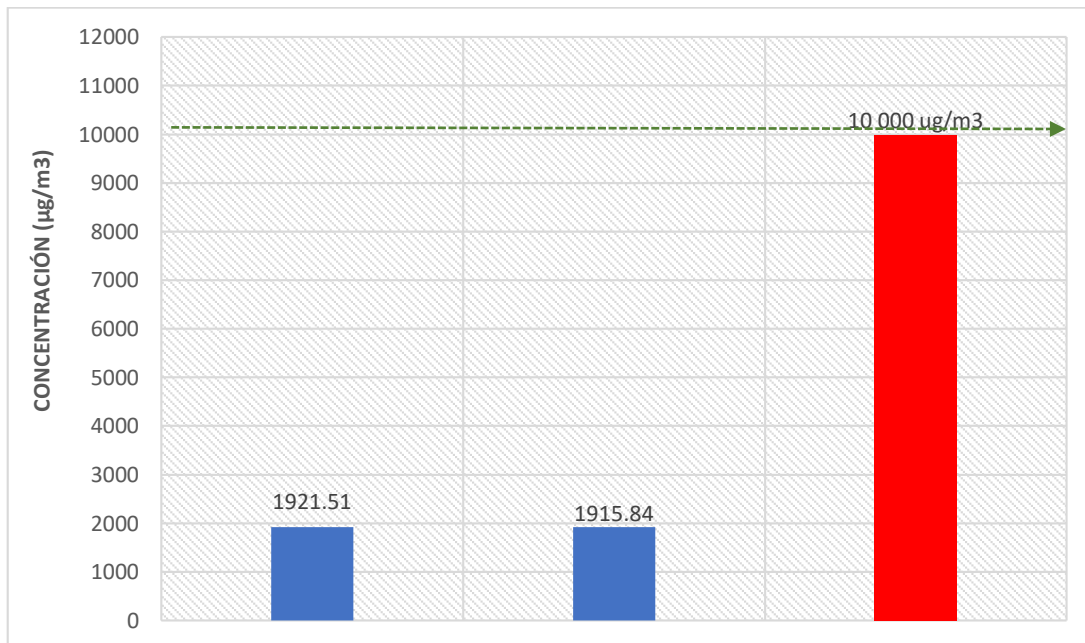
$\mu\text{g}/\text{m}^3$ y en la estación-2 es $<2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$; valores que se encuentran dentro del ECA para este parámetro ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tabla 18.- Concentración de monóxido de carbono (CO)

ESTACIÓN		C-1	C-2
FECHA	Inicio	03/08/2022	04/08/2022
	Fin	03/08/2022	04/08/2022
HORA	Inicio	06:15	10:30
	Fin	14:15	18:30
L.C.M		300	300
Concentración en ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		<300	<300
ECA D.S. N° 003-2017-MINAM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		10 000 8 horas	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 15.- Comparación del CO en las estaciones de monitoreo C-1 y C-2 con el ECA de Aire



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Como se puede observar en el **Gráfico 15**, la concentración de monóxido de carbono (CO) en la estación C-1 es $<300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y en la estación C-2 es $<300 \mu\text{g}/\text{m}^3$; valores que se encuentran dentro del ECA para este parámetro ($10\ 000 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

V. DISCUSIÓN

El estudio de la investigación desarrollado, ha permitido conocer la caracterización de los parámetros estudiados como gases y material particulado de las comunidades campesinas de Cala Cala y Nueva Esperanza pertenecientes a la provincia de Espinar, donde se aprecia en estas dos comunidades campesinas están ubicados en una actividad cerca de la minera Antapaccay. Así mismo se determinó los parámetros meteorológicos humedad, dirección del viento, presión, temperatura y velocidad del viento. El resultado generado en el laboratorio nos permite evaluar la calidad de aire que se encuentran en las dos comunidades campesinas y así mismo es de mucha utilidad para realizar una comparación el D.S 003 -2017 – MINAM.

Según (Alfaro Goicochea 2020), en su investigación evaluó 5 parámetros (PM10, PM2.5, NO₂, CO y SO₂) en los alrededores de la empresa Casa Grande, donde se escogió 3 puntos estratégicos para el respectivo monitoreo, en donde plantea realizar una vigilancia ambiental y monitorear de acuerdo a la norma vigente.

En la investigación desarrollada, nos ayuda a identificar el comportamiento de la dispersión de los contaminantes a través de la dirección y velocidad del viento en los alrededores de las comunidades de Cala Cala y Nueva Esperanza, donde se identificó el material particulado como PM10 y PM2.5, así mismo se determinó los parámetros o condiciones meteorológicas que son base para poder calcular las concentraciones de los resultados obtenidos por el laboratorio acreditado tanto para el material particulado y los gases respectivamente y además poder determinar la direccionalidad de los vientos que se presentaron en campo y finalmente poder identificar a través de los instrumentos de gestión ambiental que fue aceptada por el MINAM a través o según el D.S.003-2017-MINAM.

En su investigación (Gómez, Filigrana y Méndez 2008) evaluó la consecuencia de las emisiones del contaminante en el lugar de un relleno sanitario de los residuos sólidos en Cali, con el fin de identificar los efectos en la salud de las personas.

En la investigación desarrollada, nos ayuda a identificar el comportamiento de la dispersión de los contaminantes a través de la dirección y velocidad del viento en

los alrededores de las comunidades de Cala Cala y Nueva Esperanza, donde se identificó el material particulado como PM10 y PM2.5, así mismo se determinó los parámetros o condiciones meteorológicas que son base para poder calcular las concentraciones de los resultados obtenidos por el laboratorio acreditado tanto para el material particulado y los gases respectivamente y además poder determinar la direccionalidad de los vientos que se presentaron en campo y finalmente poder identificar a través de los instrumentos de gestión ambiental que fue aceptada por el MINAM a través o según el D.S.003-2017-MINAM.

En el presente estudio se desarrolló las concentraciones del material particulado en los 2 puntos de monitoreo ubicados próximamente a los alrededores de la empresa minera Antapacay, que directamente se encuentran dentro de las comunidades de Cala Cala y Nueva Esperanza dentro de la área de influencia directa por dicha minera, de acuerdo a los valores obtenidos por el laboratorio se encuentra por debajo de los estándares de calidad ambiental. En la presente investigación se concluyó de acuerdo a las concentraciones permitidas de acuerdo al ECA que no debieran sobrepasar los 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en periodo de 24 horas y de acuerdo a contribuir a la reevaluación de los estándares para el PM10 no cuenta de acuerdo a la normativa internacional que indica de no sobrepasar los 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

De la investigación se identificó que a través de la elaboración de una serie de actividades implicadas al control y a la prevención de la calidad de aire de las comunidades Cala Cala y Nueva Esperanza y los efectos que son generados a la salud en la población urbana de la provincial de Espinar. Para ello se podría elaborar programas de capacitación y sensibilización dirigidos a la población en general sobre los impactos negativos que son generados por la empresa minera y con la respectiva mitigación permanente donde se lleva a cabo las actividades de transporte de camión minero, explotación, remoción de material excedente y puede afectar significativamente las enfermedades respiratorias

VI. CONCLUSIONES

Primero: Se determinó que las densidades de polución en las dos (02) estaciones de monitoreo ubicadas a los alrededores de la empresa minera Antapaccay y especial en la zona donde se encuentra tajo abierto donde viene realizando explotación, transporte minero y remoción de material excedente en donde se encuentra los puntos de monitoreo C-1 y C-2 donde las densidades de material particulado PM10 y PM 2.5 se localizan inferior al ECA de aire (D.S. N° 003-2017-MINAM), el mismo que constituye a 100 µg/m³.

Segundo: Se determinó los resultados de los indicadores meteorológicos en la estación C-1 del mes de agosto, se halló una desviación predominante de ráfagas de viento proveniente del Sur este (SE), el punto C-2 del mes de agosto, existe una desviación predominante de ráfagas de vientos provenientes del sur oeste (SW). Con una velocidad de vientos para el mes de agosto con una velocidad máxima 5.3 m/s y mínima 2 m/s respectivamente.

Tercero: Se determinó que la calidad ambiental del aire de la comunidad Cala Cala y Nueva Esperanza, durante los días que se realizó la medición del monitoreo de aire afecta modernamente por parte de la empresa minera Antapaccay.

Cuarto: La implementación del monitoreo nos permite la verificación del cumplimiento de acuerdo a la norma y proporciona la información de los indicadores para verificar en qué estado se encuentra la variable ambiental que es generada por la ejecución de la empresa minera Antapaccay, y así plantear medidas preventivas o correctivas para la mitigación de los impactos negativos que son generados.

VII. RECOMENDACIONES

Primero: Se sugiere realizar monitoreo trimestralmente de calidad de aire hasta que la empresa minera culmine con sus actividades de explotación, exploración, transporte minero, comercialización y plan de cierre, además para poder identificar el comportamiento del material particulado y gases.

Segundo: Se sugiere para evitar la diseminación de polución en cada uno de los procesos de minera Antapaccay y que no afecte a las comunidades aledañas, realice regado permanente tanto diurno como nocturno.

Tercero: Se sugiere conformar un comité de monitoreo participativo en conjunto con los pobladores de las comunidades aledañas, la municipalidad de espinar y la empresa minera, dentro la cual le permita a la población afectada conocer sobre la calidad de aire del lugar.

REFERENCIAS

- ALFARO GOICOCHEA, C.A., 2020. Alteración de la calidad del aire por quema de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en Casa Grande, La Libertad. ,
- ARÁNGUEZ, E., ORDÓÑEZ, J.M., SERRANO, J., ARAGONÉS, N., FERNÁNDEZ-PATIER, R., GANDARILLAS, A. y GALÁN, I., 1999. Contaminantes atmosféricos y su vigilancia. *Revista española de salud pública*, vol. 73, no. 2, pp. 123-132.
- BAIRD, C., 2018. *Química ambiental*. S.l.: Reverté. ISBN 84-291-9425-8.
- BALLESTER DÍEZ, F., TENÍAS, J.M. y PÉREZ-HOYOS, S., 1999. Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud: una introducción. *Revista Española de Salud Pública*, vol. 73, no. 2, pp. 109-121.
- BALTUANO, O., ROSAS, F., CHAN, R., FASHÉ, O. y MONTOYA, E., 2020. Evaluación de la operación de un medidor remoto de calidad del aire basado en sensores de lectura directa. *Revista de Investigación de Física*, vol. 23, no. 2, pp. 1-6.
- COBEÑAS GARCÍA, J.C. y HEREDIA SÁNCHEZ, J.N., 2021. Propuesta de sistema de gestión ambiental para mitigar los impactos ambientales generados por la fabricación de productos refractarios, Lima-Perú.
- CÓRDOVA-MENDOZA, P., BARRIOS-MENDOZA, T.O. y CÓRDOVA-BARRIOS, I.C., 2021. Primera caracterización de emisiones contaminantes y la calidad del aire en Ica, Perú. *Revista Cubana de Química*, vol. 33, no. 1, pp. 138-152.
- D. J. SPEDDING, 2021. *Contaminación atmosférica* [en línea]. Barcelona: Reverte. ISBN 978-84-291-7506-6. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsebk&AN=2757635&lang=es&site=eds-live>. eBook Index
- DE LA ANMM, T., 2014. La contaminación del aire y los problemas respiratorios. *Clínica Terapéutica*, vol. 23, no. 5, pp. 7-8.

- DEL CARPIO PINTO, J.G., 2019. Informe sobre labores realizadas para el aseguramiento y control de calidad del Sistema de Monitoreo de la calidad de aire en Ilo. ,
- DELGADO-VILLANUEVA, A. y AGUIRRE-LOAYZA, A., 2020. Modelamiento y evaluación del nivel de calidad del aire mediante el análisis de grey clustering, estudio de caso Lima metropolitana. *Tecnia*, vol. 30, no. 1, pp. 114-120.
- FERNANDEZ LLAVILLA, J.J., 2020. Degradación de óxidos de nitrógeno (NOx) mediante la aplicación de pintura fotocatalítica usando nanopartículas de TiO₂, para mejorar la calidad del aire. ,
- GRANADOS SÁNCHEZ, D., LÓPEZ RÍOS, G.F. y HERNÁNDEZ GARCÍA, M., 2010. La lluvia ácida y los ecosistemas forestales. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, vol. 16, no. 2, pp. 187-206.
- GUTIÉRREZ GONZÁLEZ, I., CALDERÓN NEPAMUCENO, D.M., GUTIERREZ CRUZ, D. y AQUINO VERGARA, E., 2020. Correlación entre diferentes contaminantes atmosféricos de la Ciudad de México y el Área Metropolitana. *CIENCIA ergo-sum: revista científica multidisciplinaria de la Universidad Autónoma del Estado de México*, vol. 27, no. 3, pp. 364-375.
- MAMANI MARA, J.S., 2019. Mitigación de áreas afectadas por la minería a tajo abierto Antapaccay. ,
- MEDINA PALACIOS, E.K., 2019. La contaminación del aire, un problema de todos. *Revista de la Facultad de Medicina*, vol. 67, no. 2, pp. 189-191.
- MIHELIC, J.R., 2012. *Ingeniería Ambiental: Fundamentos, sustentabilidad y diseño*. S.I.: Alfaomega,. ISBN 607-707-317-2.
- MORALES, E.G.R., ESCUDERO, A.M.M. y ESCUDERO, C.S.M., 2019. La contaminación del aire por el material particulado y su relación con las enfermedades de tipo respiratorio en la población de Cerro de Pasco (2010 y 2016). *Industrial data*, vol. 22, no. 1, pp. 173-179.

- NUÑEZ SARMIENTO, E.A., 2021. Determinación de la dispersión del material particulado PM10 Y PM2. 5 emitidos por una unidad minera aplicando el modelo aermod 2019. ,
- PALACIO SOTO, D.F., ZAFRA MEJÍA, C.A. y RODRÍGUEZ MIRANDA, J.P., 2014. Evaluación de la calidad del aire mediante un laboratorio móvil: Puente Aranda (Bogotá DC, Colombia). *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, no. 71, pp. 153-166.
- PALACIO-SOTO, D.F., ZAFRA-MEJÍA, C.A. y RODRÍGUEZ-MIRANDA, J.P., 2014. Evaluación de la calidad del aire mediante un laboratorio móvil: Puente Aranda (Bogotá DC, Colombia). *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, no. 71, pp. 153-166.
- PORTAL, J.A.R., GONZÁLEZ-BARCALA, F.J., JORDA, R.M. y GONZÁLEZ, C.M., 2011. El aire es nuestro: la importancia de mantener su calidad. *Archivos de Bronconeumología*, vol. 47, pp. 23-26.
- PRIETO ZAMBRANO, O., 2016. Caracterización de material particulado, plomo y arsenico para la evaluación de la calidad del aire en el distrito de Islay-Matarani. ,
- QUEROL, X., 2008a. *Calidad del aire, partículas en suspensión y metales*. S.I.: SciELO Public Health. ISBN 1135-5727.
- QUEROL, X., 2008b. *Calidad del aire, partículas en suspensión y metales*. S.I.: SciELO Public Health. ISBN 1135-5727.
- QUIRAMA-AGUILAR, M., AGUIRRE, D.G. y QUIROGA, L.G., 2021. Gobernanza del aire: estrategia para el mejoramiento de la calidad del aire en ciudades. *Gestión y Ambiente*, vol. 24, no. Supl3, pp. 33-46.
- RODRÍGUEZ-CAMARGO, L.A., SIERRA-PARADA, R.J. y BLANCO-BECERRA, L.C., 2020. Análisis espacial de las concentraciones de PM25 en Bogotá según los valores de las guías de la calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud para enfermedades cardiopulmonares, 2014-2015. *Biomédica*, vol. 40, no. 1, pp. 137-152.

- ROJANO, R., PÉREZ, J. y FREYLE, E., 2012. Efecto de la humedad relativa en la determinación de PM10 utilizando un DataRam 4, en una zona costera de Colombia. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, vol. 35, no. 2, pp. 204-212.
- ROSALES-CASTILLO, J.A., TORRES-MEZA, V.M., OLAIZ-FERNÁNDEZ, G. y BORJA-ABURTO, V.H., 2001. Los efectos agudos de la contaminación del aire en la salud de la población: evidencias de estudios epidemiológicos. *Salud pública de México*, vol. 43, pp. 544-555.
- SANTURTÚN, A., RASILLA, D.F., RIANCHO, L. y ZARRABEITIA, M.T., 2017. Análisis de la relación entre la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y los contaminantes atmosféricos atendiendo al origen y trayectoria de las masas de aire en el Norte de España. *Archivos de Bronconeumología*, vol. 53, no. 11, pp. 616-621.
- TAPIA POMA, Y.Y., 2021. Caracterización fisicoquímica del PM10 y su efecto en la calidad del aire en distritos de Torata y Samegua, Moquegua, 2021. ,
- VELARDE HUAMAN, J.C., 2019. Análisis del monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental en la carretera nacional KM 18+ 420 AL KM 79+ 584, Provincia Sánchez Carrión, La Libertad. ,
- WILCHES-VISBAL, J.H. y CASTILLO-PEDRAZA, M.C., 2021. Análisis de la relación entre material particulado, cuarentena y COVID-19 en una ciudad del caribe colombiano. *Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud*, vol. 53.

ANEXOS

Anexo 1.- Matriz de operacionalización

Objetivo	Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicador	Unidad	
Determinar la calidad ambiental de aire de la comunidad campesina de Cala Cala de la Provincia de Espinar , Cusco 2022.	Variable independiente	Es una herramienta que tiene como finalidad de generar información de calidad, comparable, confiable y representativa que permite el cumplimiento de los objetivos y la normativa ambiental.	Estándares de calidad de aire	PM ₁₀	µg/m ³	
	Calidad de aire			PM _{2.5}		
				SO ₂		
				NO ₂		
				CO		
			Traslado de desmonte de tierra	m ³		
	Variable dependiente		Material particulado y gases	Tipo de actividad	Movimiento de desmonte de tierra	m ³
					Voladura de rocas mineralizadas	Toneladas
					Viento	km/h
					Lluvia	mm/m ²
Factores climatológicas		Temperatura			°C	

Anexo 2.- Instrumento de medición: Resultados de laboratorio.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-13486


N° Id.: 0000057163

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL : ROBERT CONDORI ALCCA – ROSITA HUISA CHACCA
2.-DIRECCIÓN : ---
3.-PROYECTO : EVALUACION DE CALIDAD AMBIENTAL DE AIRE EN LAS COMUNIDADES CAMPESINAS DE CALA CALA
Y NUEVA ESPERANZA, ESPINAR, CUSCO - 2022
4.-PROCEDENCIA : CUSCO - ESPINAR - ESPINAR
5.-SOLICITANTE : EL CLIENTE
6.-ORDEN DE SERVICIO N° : OS-22-3737
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : NO APLICA
8.-MUESTREADO POR : EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 2022-08-23

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO : Aire(Sólo Análisis)
2.-NÚMERO DE MUESTRAS : 2
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA : 2022-08-06
4.-PERÍODO DE ENSAYO : 2022-08-06 al 2022-08-23


Liz Y. Quijpe Quispe
Jefe de Laboratorio
CIP N° 211662

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.
No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.
Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-13486

N° Id.: 000057163

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: ROBERT CONDORI ALCCA – ROSITA HUISA CHACCA
2.-DIRECCIÓN	: ---
3.-PROYECTO	: EVALUACION DE CALIDAD AMBIENTAL DE AIRE EN LAS COMUNIDADES CAMPESINAS DE CALA CALA Y NUEVA ESPERANZA, ESPINAR, CUSCO - 2022
4.-PROCEDENCIA	: CUSCO - ESPINAR - ESPINAR
5.-SOLICITANTE	: EL CLIENTE
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-22-3737
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2022-08-23

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: Aire(Sólo Análisis)
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 2
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2022-08-06
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2022-08-06 al 2022-08-23



Liz Y. Quispe Quispe
Jefe de Laboratorio
CIP N° 211662

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.
No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.
Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-13486

N° Id.: 0000057163

IV. RESULTADOS

ITEM	1		2		
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-22-40965		M-22-40966		
CÓDIGO DEL CLIENTE:	C-1		C-2		
COORDENADAS:	E:0245450		E:0243998		
UTM WGS 84:	N.8340154		N.8341987		
PRODUCTO:	AIRE(SÓLO ANÁLISIS)				
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA				
INICIO DE MUESTREO (FECHA y HORA):	03-08-2022 06:15		04-08-2022 10:30		
FIN DE MUESTREO (FECHA y HORA):	04-08-2022 06:15		05-08-2022 10:30		
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS	
Determinación de peso. Filtros PM 10 Alto volumen (*)	g	NA	0,0001	0,0492	0,0678
Determinación de peso. Filtros PM2.5 Bajo volumen (*)	mg	NA	0,001	0,256	0,346
Dióxido de Azufre (*)	µg /Muestra	1,44	3,60	<3,60	<3,60
Dióxido de Nitrógeno (*)	µg /Muestra	1,0	2,5	<2,5	<2,5
Monóxido de Carbono (*)	µg /Muestra	120	300	<300	<300

□ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

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

NA: No Aplica

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Anexo N° 03. Panel fotográfico de la estación Cala Cala.

Figura 10.- Estación de monitoreo de la comunidad de Cala Cala



ESTACION DE MONITOREO	DESCRIPCION	COORDENADAS		ALTITUD
		ESTE	NORTE	
C-1	A 200 metros del tajo abierto mina	245450	8340154	4201 msnm

Figura 11.- Instalación de equipo de monitoreo



ESTACION DE MONITOREO	DESCRIPCION	COORDENADAS		ALTITUD
		ESTE	NORTE	
C-1	A 200 metros del tajo abierto mina	245450	8340154	4201 msnm

Figura 12.- Programación de equipos de monitoreo



ESTACION DE MONITOREO	DESCRIPCION	COORDENADAS		ALTITUD
		ESTE	NORTE	
C-1	A 200 metros del tajo abierto mina	245450	8340154	4201 msnm

Anexo N° 04. Panel fotográfico de la estación Nueva Esperanza

Figura 13.- Estación de monitoreo Nueva Esperanza



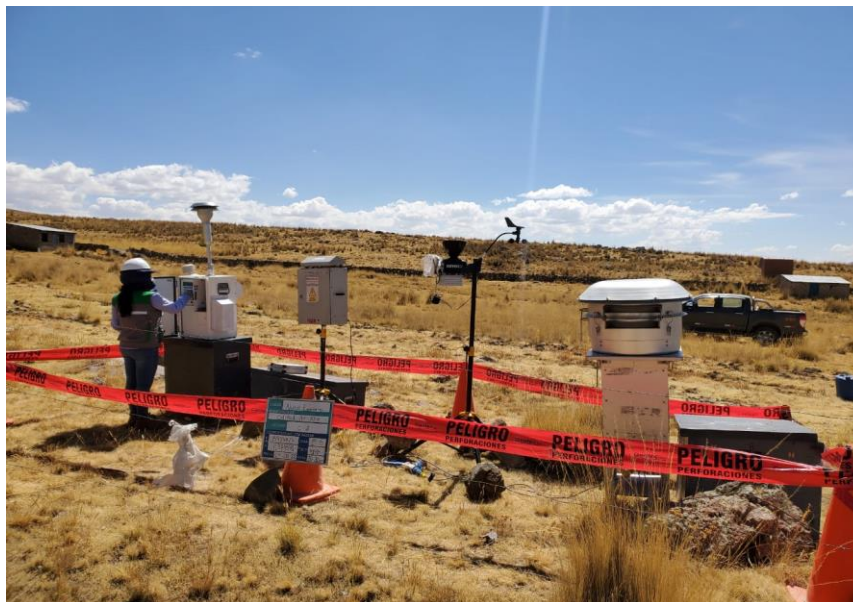
ESTACION DE MONITOREO	DESCRIPCION	COORDENADAS		ALTITUD
		ESTE	NORTE	
C-2	A 100 metros del tajo abierto mina	243998	8341987	4171 msnm

Figura 14.- Instalación de equipos de monitoreo



ESTACION DE MONITOREO	DESCRIPCION	COORDENADAS		ALTITUD
		ESTE	NORTE	
C-2	A 100 metros del tajo abierto mina	243998	8341987	4171 msnm

Figura 15.- Programación de equipos de monitoreo



ESTACION DE MONITOREO	DESCRIPCION	COORDENADAS		ALTITUD
		ESTE	NORTE	
C-2	A 100 metros del tajo abierto mina	243998	8341987	4171 msnm

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LHA-0174-2021

Expediente : 00557

Fecha de emisión : 2021-11-27

1. Solicitante : MONECO S.A.C.

Dirección : Mz. D - Lote 8 - Urb. Villa El Conquistador II - Alto Selva Alegre - Arequipa - Arequipa

2. Instrumento calibrado : **HIGRÓMETRO Y TERMÓMETRO AMBIENTAL (ESTACIÓN METEOROLÓGICA)**

Marca : DAVIS INSTRUMENTS

Modelo : VANTAGE PRO2

N° de serie : BC180712002

Código : EMA-EST-01

Alcance Interno : 0 %h.r. a 100 %h.r. ; -40 °C a 65 °C

Resolución Interno : 1°C ; 1 %H.R.

Procedencia : U.S.A.

3. Lugar de calibración : En el laboratorio de Temperatura y Humedad de ALAB EIRL

4. Fecha de calibración : 2021-11-25 al 2021-11-26

5. Método de calibración :

La calibración se realizó por comparación directa siguiendo el procedimiento:

- PC-026 "Procedimiento para la calibración de higrómetros y termómetros ambientales". Primera Edición. 2019. INACA

6. Trazabilidad :

Página 1 de 2

Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

Código	Descripción	Certificado de calibración
PTH-002	Termohigrómetro Digital Con incertidumbre de 1,31 %H.R. a 2,07 %H.R. 0,11 °C a 0,16°C	LH-119-2020 / INACAL - DM



Randy C. Santiago Jurado

Responsable de Laboratorio de Temperatura y Humedad

7. Condiciones de Calibración :

	INICIO	FINAL
Temperatura ambiental	21,5 °C	22,0 °C
Humedad relativa	63,2 % h.r.	65,7 % h.r.

8. Resultados de la Calibración :**Para el Termómetro Inalámbrico**

Temperatura Indicada (°C)	Temperatura Convencionalmente Verdadera (°C)	Corrección (°C)	Incertidumbre (°C)
10	10,0	0,0	0,74
20	20,0	0,0	0,73
30	30,0	0,0	0,70
39	40,0	1,0	0,74

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:
 $TCV = \text{Indicación del termómetro} + \text{corrección}$

Para el Higrómetro Inalámbrico

Humedad Relativa Indicada (%h.r.)	Humedad Relativa Convencionalmente Verdadera (%h.r.)	Corrección (%h.r.)	Incertidumbre (%h.r.)
53	50,0	-3,0	2,2
72	70,0	-2,0	2,5
90	90,0	0,0	2,5

La Humedad Relativa convencionalmente verdadera (H.R.CV) resulta de la relación:
 $H.R.CV = \text{Indicación del Higrómetro} + \text{corrección}$

9. Observaciones :

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" con el N° 000894.
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.
- La temperatura promedio dentro de la cámara climática, durante la calibración del higrómetro fue: 22,37° C

FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LPA-0060-2021

Página 1 de 2

- Expediente** : 00557
- Fecha de emisión** : 2021-11-29
- 1. Solicitante** : MONECO S.A.C.
- Dirección** : Mz. D - Lote 8 - Urb. Villa El Conquistador II - Alto Selva Alegre - Arequipa - Arequipa
- 2. Instrumento calibrado** : **INSTRUMENTO DE PRESIÓN ABSOLUTA (ESTACIÓN METEOROLÓGICA)**
- Marca** : Davis Instruments
- Modelo** : VANTAGE PRO2
- N° de serie** : BC180712002
- Código** : EMA-EST-01
- Alcance** : 540 mbar a 1100 mbar
- Resolución** : 0,1 mbar
- Procedencia** : U.S.A.
- 3. Lugar de calibración** : En el laboratorio de Presión de ALAB E.I.R.L.
- 4. Fecha de calibración** : 2021-11-26
- 5. Método de calibración** :

La calibración se realizó por comparación directa siguiendo el procedimiento PC-024 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de presión absoluta (barómetros)". Primera Edición. 2018. INACAL

6. Trazabilidad :

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

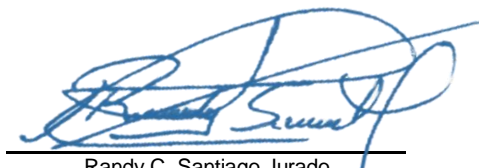
ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

Código	Descripción	Certificado de calibración
PTP-004	Manómetro de presión absoluta de clase 0,02%	6717651 / SIMCO



Randy C. Santiago Jurado
Responsable de Laboratorio de Presión, Fuerza y Par Torsional

Certificado de calibración N° LPA-0060-2021

Página 2 de 2

7. Condiciones de Calibración :

Temperatura ambiental	Inicial :	22,5 °C	Final :	22,7 °C
Humedad relativa	Inicial :	67,0 %	Final :	66,0 %
Presión atmosférica	Inicial :	1009,0 mbar	Final :	1008,0 mbar

8. Resultados de la Calibración :

Indicación del instrumento a calibrar	Error	Indicación del instrumento Patrón	Incertidumbre
mbar	mbar	mbar	mbar
801,5	1,38	800,12	0,52
901,6	1,54	900,06	0,52
1 101,3	1,37	1 099,93	0,52

9. Observaciones :

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" con el N° 000894.
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LVV-0037-2021

Expediente 00557

Página 1 de 2

Fecha de emisión 2021-11-29

1. Solicitante MONECO S.A.C.

Dirección Mz. D - Lote 8 - Urb. Villa El Conquistador II - Alto Selva Alegre - Arequipa - Arequipa

2. Instrumento calibrado : **ANEMÓMETRO
(ESTACIÓN METEOROLÓGICA)**

INDICADOR

Marca : Davis Instruments

Modelo : VANTAGE PRO2

N° de serie : BC180712002

Código : EMA-EST-01

Alcance : 1 m/s a 80 m/s

Resolución : 0,1 m/s

Procedencia : USA

3. Lugar de calibración : En el laboratorio de Velocidad y Viento de ALAB EIRL

4. Fecha de calibración : 2021-11-25

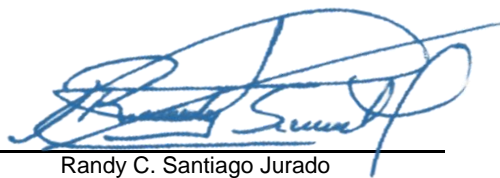
5. Método de calibración :

La calibración se realizó por comparación directa siguiendo el MVAL-LAB-6 "Procedimiento para la Calibración de anemómetros" de ALAB EIRL

6. Trazabilidad :

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Código	Descripción	Certificado de calibración
PWW-001	Anemómetro digital 0,063456 m/s a 0,62122 m/s	UK20866 / BSRIA Instrument Solutions



Randy C. Santiago Jurado
Responsable de Laboratorio de Velocidad
de viento

Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

Al usuario le corresponde disponer en su momento de la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

7. Condiciones de Calibración :

Temperatura ambiental	Inicial :	21,3 °C	Final :	22,5 °C
Humedad relativa	Inicial :	62,3 %	Final :	63,5 %

8. Resultados de la Calibración :

Valor Nominal m/s	Patron m/s	Instrumento m/s	Corrección m/s	Incertidumbre m/s
1	1,01	1,2	-0,19	0,36
5	2,98	3,2	-0,22	0,42
10	5,03	5,2	-0,17	0,45

Valor convencionalmente verdadera (VCV) Resulta de la indicación :
Indicación del anemómetro + corrección

9. Observaciones :

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" con el N° 000894.
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LDV-0007-2021

Expediente : 00557

Página 1 de 2

Fecha de emisión : 2021-11-29

1. Solicitante : MONECO S.A.C.

Dirección : Mz. D - Lote 8 - Urb. Villa El Conquistador II - Alto Selva Alegre - Arequipa - Arequipa

2. Instrumento calibrado : ESTACIÓN METEOROLÓGICA

Marca : DAVIS INSTRUMENTS

Modelo : VANTAGE PRO2

Nº de serie : BC180712002

Código : EMA-EST-01

Alcance : 0° a 360°

Resolución : 1°

Procedencia : U.S.A.

3. Lugar de calibración : En el laboratorio de velocidad de ALAB

4. Fecha de calibración : 2021-11-25

5. Método de calibración : La calibración se realizó por comparación directa usando patrones calibrados

6. Trazabilidad :

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

Código	Descripción	Trazabilidad
EM-OPE-854	Brújula	MT-1265-2021 / METRINDUST
EM-OPE-892	Medidor de campo Electromagnético	CCP-0359-002-20 / ELICROM
MT's-0034	Cronómetro	T's-0167-2020 / METROIL S.A.C.



Randy C. Santiago Jurado
Responsable del Laboratorio de
Velocidad y Dimensional

7. Condiciones de Calibración :

	INICIO	FINAL
Temperatura ambiental	21,3 °C	22,6 °C
Humedad relativa	62,1 % h.r.	62,3 % h.r.

8. Resultados de la Calibración :

Valor nominal (°)	Patrón (°)	Instrumento (°)	Corrección (°)	Incertidumbre (°)
0	90	90	0	0,8
90	180	180	0	1,2
180	270	270	0	1,2
360	360	360	0	1,2

Dirección de viento convencionalmente verdadera (DVCV) resulta de la relación:

$$DVCV = \text{Indicación del instrumento} + \text{corrección}$$

Tiempo de Estabilización segundos
15,15

Sensibilidad a variaciones de campo magnetico μT	Resultados
2	Conforme
4	Conforme
6	Conforme

9. Observaciones :

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" con el N° 000894.
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LC-0068-2021

Pág. 1 de 2

Expediente: 00514**Fecha de emisión:** 2021-11-09**1. Solicitante :** MONECO S.A.C.**Dirección :** Mz. D - Lt. 8 - Urb. Villa el Conquistador II - Alto Selva Alegre - Arequipa - Arequipa**2. Instrumento calibrado :** Muestreador de Partículas de Alto Volumen

Marca : TISCH

Modelo : TE-10557

N° de serie : P10673 X

Código : EMA-HIV-02

Procedencia : No indica

3. Lugar de calibración : Laboratorio de Caudal de ALAB**4. Fecha de calibración :** 2021-11-09**5. Método de calibración**

La calibración fue realizada de acuerdo al EPA Compendium Method IO-2.1.

6. Trazabilidad

Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

Marca/Modelo/Serie	Descripción	Certificado de calibración
Tisch / TE-5028A / 3403	Calibrador Variflow	TE-5028A
Control Company / 4247 / 122716367	Barotermohigrómetro	LHA-0103-2021 / LPA-0048-2021



Juan Carlos Bartolo Chuquibala
Responsable de Laboratorio

7. Condiciones de calibración

Temperatura ambiental	Inicio 21,4 °C	Final 22,4 °C
Humedad relativa	63,0 %	62,0 %
Presión	1013 hPa	1013 hPa

8. Resultados de la calibración

Ta(K):	294,9	Presión (in Hg):	29,9	Slope:	1,041
Ta(°C):	21,9	Pa (mm Hg):	759,8	Int:	-0,01338

Run Number	Calibrador "H2O	Qa m3/min	Muestreador "H2O	Pf mm Hg	Po/Pa	Look Up - Qa m3/min	% off Diff	U m3/min
1	3,40	1,116	27,67	51,642	0,932	1,137	-1,850	0,045
2	3,55	1,140	24,12	45,011	0,941	1,148	-0,664	0,030
3	3,63	1,152	20,10	37,505	0,951	1,161	-0,757	0,030
4	3,78	1,176	14,05	26,217	0,965	1,179	-0,288	0,030
5	3,88	1,191	10,07	18,795	0,975	1,192	-0,091	0,031

9. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO con el N° 000476
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO



TISCH ENVIRONMENTAL, INC.
 145 SOUTH MIAMI AVE
 VILLAGE OF CLEVELAND, OH
 45002
 513.467.9000
 877.263.7610 TOLL FREE
 513.467.9009 FAX

ORIFICE TRANSFER STANDARD CERTIFICATION WORKSHEET TE-5028A

Date - Aug 22, 2019 Rootsometer S/N 0438320 Ta (K) - 298
 Operator Tisch Orifice I.D. - 3403 Pa (mm) - 749.3

PLATE OR VDC #	VOLUME START (m3)	VOLUME STOP (m3)	DIFF VOLUME (m3)	DIFF TIME (min)	METER DIFF Hg (mm)	ORFICE DIFF H2O (in.)
1	NA	NA	1.00	1.2600	4.3	1.50
2	NA	NA	1.00	0.9840	7.0	2.50
3	NA	NA	1.00	0.8940	8.4	3.00
4	NA	NA	1.00	0.8280	9.8	3.50
5	NA	NA	1.00	0.6250	16.9	6.00

DATA TABULATION

Vstd	(x axis) Qstd	(y axis)	Va	(x axis) Qa	(y axis)
0.9802	0.7779	1.2161	0.9942	0.7891	0.7724
0.9767	0.9925	1.5700	0.9906	1.0067	0.9971
0.9748	1.0904	1.7198	0.9887	1.1060	1.0923
0.9730	1.1751	1.8576	0.9869	1.1919	1.1798
0.9636	1.5418	2.4322	0.9774	1.5639	1.5447
Qstd slope (m) = 1.58842			Qa slope (m) = 0.99464		
intercept (b) = -0.01293			intercept (b) = -0.00821		
coefficient (r) = 0.99985			coefficient (r) = 0.99985		
y axis = SQRT [H2O (Pa/760) (298/Ta)]			y axis = SQRT [H2O (Ta/Pa)]		

CALCULATIONS

Vstd = Diff. Vol [(Pa-Diff. Hg)/760] (298/Ta)
 Qstd = Vstd/Time

Va = Diff Vol [(Pa-Diff Hg)/Pa]
 Qa = Va/Time

For subsequent flow rate calculations:

Qstd = 1/m { [SQRT (H2O (Pa/760) (298/Ta))] - b }
 Qa = 1/m { [SQRT H2O (Ta/Pa)] - b }

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LHA-0103-2021

Expediente : 00402

Página 1 de 2

Fecha de emisión : 2021-08-21

1. Solicitante : ANALYTICAL LABORATORIO EIRL

Dirección : Av. Guardia Chalaca Nro 1877, bellavista, Callao

2. Instrumento calibrado : HIGRÓMETRO Y TERMÓMETRO AMBIENTAL
(BAROTERMOHIGRÓMETRO)

Marca : TRACABLE / CONTROL COMPANY

Modelo : 4247

N° de serie : 122716367

Código : IATH-002

Alcance : 10 % h.r. a 95 % h.r. ; 0 °C a 50 °C

Resolución : 0,1°C ; 0,1 %H.R.

Procedencia : No indica

3. Lugar de calibración : En el laboratorio de temperatura y Humedad
de ALAB EIRL

4. Fecha de calibración : 2021-08-20 al 2021-08-21

5. Método de calibración :

La calibración se realizó por comparación directa siguiendo el procedimiento:

- PC-026 "Procedimiento para la calibración de higrómetros y termómetros ambientales".
Primera Edición. 2019. INACAL

6. Trazabilidad :

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

Código	Descripción	Certificado de calibración
PTH-002	Termohigrómetro Digital Con incertidumbre de 1,31 %H.R. a 2,07 %H.R. 0,11 °C a 0,16°C	LH-119-2020 / INACAL - DM



Oscar F. Vivanco Valerio
Jefe de Laboratorio de Metrología

Certificado de calibración N° LHA-0103-2021

Página 2 de 2

7. Condiciones de Calibración :

	INICIO	FINAL
Temperatura ambiental	21,5 °C	23,7 °C
Humedad relativa	63,0 % h.r.	65,7 % h.r.

8. Resultados de la Calibración :**Para el Termómetro interno**

Temperatura Indicada (°C)	Temperatura Convencionalmente Verdadera (°C)	Corrección (°C)	Incertidumbre (°C)
15	14,99	-0,01	0,48
25	25,04	0,04	0,48
30	30,05	0,05	0,48

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:

$$TCV = \text{Indicación del termómetro} + \text{corrección}$$

Para el Higrómetro

Humedad Relativa Indicada (%h.r.)	Humedad Relativa Convencionalmente Verdadera (%h.r.)	Corrección (%h.r.)	Incertidumbre (%h.r.)
44,5	40,02	-4,48	2,2
63,6	59,92	-3,68	2,2
89,1	89,98	0,88	2,2

La Humedad Relativa convencionalmente verdadera (H.R.CV) resulta de la relación:

$$H.R.CV = \text{Indicación del Higrómetro} + \text{corrección}$$

9. Observaciones :

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" con el N° 000414.
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.
- La temperatura promedio dentro de la cámara climática, durante la calibración del higrómetro fue: 22,36° C

FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LPA-0048-2021

Expediente : 00402

Página 1 de 2

Fecha de emisión : 2021-08-21

1. **Solicitante** : Analytical Laboratory E.I.R.L.**Dirección** : Av. Guardia Chalaca N° 1877 - Bellavista - Callao2. **Instrumento calibrado** : INSTRUMENTO DE PRESIÓN ABSOLUTA (BARÓMETRO)

Marca : Control Company

Modelo : 4247

N° de serie : 122716367

Código : IATH-002 (*)

Alcance : 10 hPa a 999,9 hPa

Resolución : 0,1 hPa

Procedencia : No indica

3. **Lugar de calibración** : en el laboratorio de Presión de ALAB EIRL4. **Fecha de calibración** : 2021-08-20/215. **Método de calibración** :

La calibración se realizó por comparación directa siguiendo el procedimiento PC-024 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de presión absoluta (barómetros)". Primera Edición. 2018. INACAL

6. **Trazabilidad** :

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

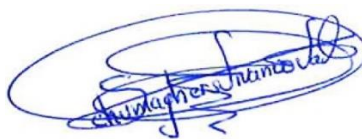
ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

Código	Descripción	Certificado de calibración
PTP-004	Manómetro de presión absoluta de clase 0,02%	6717651 / SIMCO



Oscar F. Vivanco Valerio
Jefe de Laboratorio de Metrología

Certificado de calibración N° LPA-0048-2021

Página 2 de 2

7. Condiciones de Calibración :

Temperatura ambiental	Inicial : 22,1 °C	Final : 22,4 °C
Humedad relativa	Inicial : 65,0 %	Final : 67,0 %
Presión atmosférica	Inicial : 1011,0 mbar	Final : 1010,0 mbar

8. Resultados de la Calibración :

Indicación del instrumento a calibrar hPa	Error hPa	Indicación del instrumento Patrón hPa	Incertidumbre hPa
797,1	-3,98	801,08	0,52
1 000	-0,67	1 000,67	0,52
1 100	-0,04	1 100,04	0,52

9. Observaciones :

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" con el N° 000414.
 - Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
 - La información del error máximo permitido fue tomada del manual del fabricante.
 - La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.
- (*) El código se encuentra indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LCA-0146-2021

Expediente : 00513

Página 1 de 2

Fecha de emisión : 2021-11-08

1. Solicitante : MONECO S.A.C.

Dirección : MZ. D - LT. 8 URB. VILLA EL CONQUISTADOR - ALTO SELVA ALEGRE - AREQUIPA - AREQUIPA

2. Instrumento calibrado: **Muestreador de partículas**

Marca : PARTISOL

Modelo : 2000H

Nº de serie : 200FB206910509

Código : EMA-LOW-01

Procedencia : U.S.A.

Alcance : 5 L/min a 18 L/min

División de escala : 0,1 L/min

Diámetro aproximado de la línea de flujo : 25 mm

3. Lugar de calibración : Laboratorio de Caudal de Alab

4. Fecha de calibración : 2021-10-15

5. Método de calibración

La calibración se realizó por comparación directa con referencia al MVAL-LAB-2 "Procedimiento de Calibración de Muestreadores de Partículas". Rev. 00: 2020 ALAB

6. Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

Código	Descripción	Certificado de calibración
PTC-001	Flujómetro (calibrador primario de flujo de gas) con rango de trabajo desde 5 L/min a 30 L/min	CCP-0633-001-21



Juan Carlos Bartolo Chuquibala
Responsable de Laboratorio

Certificado de calibración N° LCA-0146-2021

Página 2 de 2

7. Condiciones de calibración

	Inicio	Final
Temperatura ambiental	22,9 °C	22,5 °C
Humedad relativa	68,7 %	69,7 %
Presión atmosférica	1011,1 mbar	1012,1 mbar

8. Resultados de la calibración

Caudal Indicado (L/min)	Caudal de Referencia (L/min)	Error (L/min)	Incertidumbre (L/min)
15,9	15,81	0,09	0,27
16,7	16,72	-0,02	0,27
17,6	17,62	-0,02	0,27

El caudal convencionalmente verdadero (CCV) resulta de la relación:




$$\text{CCV} = \text{Indicación del instrumento} - \text{error}$$

9. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO con N° 000944
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.
- El presente documento reemplaza al certificado LCA-0143-2021, emitido el 2021-10-22. El cambio fue en el numeral 2, número de serie del instrumento.

FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: CCP-0633-001-21

	 					
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE						
NOMBRE:	ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L					
DIRECCIÓN:	PROLONGACIÓN ZARUMILLA MZ D2 LOTE 3 BELLAVISTA-CALLAO					
TELÉFONO:	(01) 713-0636 / 717-5775					
IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM DE CALIBRACIÓN						
ÍTEM:	FLUJÓMETRO	CÓDIGO:	PTC-001			
MARCA:	BIOS	UNIDAD DE MEDIDA:	l/min			
MODELO:	DEFENDER 520-H	RESOLUCIÓN:	0,00001 ; 0,0001 ; 0,001 l/min			
TIPO:	PISTÓN	INTERVALO DE MEDIDA:	(0,3 a 1,0);(1 a 10);(10 a 30) l/min			
SERIE:	110634	UBICACIÓN:	NO ESPECIFICA			
EQUIPAMIENTO UTILIZADO						
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	VENCE CAL.	N° CERTIFICADO
EL.PT.1389	PATRÓN PRIMARIO DE FLUJO GAS	MESALAB	FLEXCAL HIGH FLOW	175688	2021-12-18	19042
EL.PT.597	BARÓMETRO	CONTROL COMPANY	1081	160458369	2022-05-17	CC-1962-007-21
EL.PT.365	TERMOHIGRÓMETRO	CENTER	342	190601459	2022-04-01	CC-1497-001-21
DECLARACIÓN DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA						
Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del NIST (National Institute of Standards and Technology - Estados Unidos) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).						
CALIBRACIÓN						
MÉTODO:	COMPARACIÓN DIRECTA CON CALIBRADOR PRIMARIO DE FLUJO					
DOCUMENTO DE REFERENCIA:	CEM ME-009:2008 (EDICIÓN DIGITAL 1)					
PROCEDIMIENTO:	PEC.EL.56					
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	LAB. TORQUE, FUERZA Y PRESIÓN (ELICROM)					
TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA:	22,4 °C	±0,1 °C				
HUMEDAD RELATIVA MEDIA:	51,6 %HR	±0,4 %HR				
PRESIÓN ATMOSFÉRICA MEDIA:	1005 hPa	±0 hPa				
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN						
Nominal	Lectura Ítem	Lectura Patrón	Error	Incertidumbre Expandida	Factor de Cobertura (k)	
l/min	l/min	l/min	l/min			
5	5,1400	5,08	0,06	0,13	2,21	
20	20,218	20,26	-0,04	0,19	2,07	
30	30,032	30,09	-0,05	0,17	2,00	
EQUIVALENCIA EN EL SISTEMA INTERNACIONAL						
Nominal	Lectura Ítem	Lectura Patrón	Error	Incertidumbre Expandida	Factor de Cobertura (k)	
m³/s	m³/s	m³/s	m³/s			
8,3E-05	8,6E-05	8,5E-05	9,5E-07	2,2E-06	2,21	
3,3E-04	3,4E-04	3,4E-04	-7,5E-07	3,2E-06	2,07	
5,0E-04	5,0E-04	5,0E-04	-9,7E-07	2,8E-06	2,00	
OBSERVACIONES						
La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición, la cual se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.						
NOTA: La lectura del patrón y el error de medición se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).						
CALIBRACIÓN REALIZADA POR:	Wimper Paladines					
FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM:	2021-07-10			FECHA DE EMISIÓN: 2021-07-12		
FECHA DE CALIBRACIÓN:	2021-07-10					



Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electrónicamente por:

Gerente general - Autorización PE270319SP



Sustento legal de firma electrónica

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

OHLF-101-2022

1.- SOLICITANTE

Razón social: MONECO SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Dirección: MZA. D LOTE. 8 URB. VILLA EL CONQUISTADOR II AREQUIPA -
AREQUIPA - ALTO SELVA ALEGRE

OTI: LC-157

2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

Medidor de Caudal

Marca : Dwyer

Modelo : VFA-21-SSV

N° de Serie : T19AF

Procedencia : USA

Intervalo de Medición : 0,1 L/min a 0,5 L/min

Resolución : 0,02 L/min

3.- PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó según el ME-009: 1° Ed., "Procedimiento Calibración de Caudalímetros de Aire" del Centro Español de Metrología.

4.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

* El instrumento fue calibrado el 2022 - 08 - 02.

* La calibración se realizó en el Área de Flujo del Laboratorio OHLAB.

5.- TRAZABILIDAD

N° de Certificado	Patrón utilizado	Marca	Modelo
LFG-021-2022	Medidor de Caudal, con una exactitud del 2 % de la indicación.	TSI	4146 F
INACAL / DM			

6.- CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura	22,0 °C	± 0,3 °C
Humedad	50,9 % HR	± 2,0 % HR
Presión	1011,1 hPa	± 0,2 hPa

Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos y/o modificaciones requieren la autorización del Laboratorio de Metrología OHLAB. Certificado sin firma y sello carecen de validez. Los resultados de este certificado no deben utilizarse como certificado de conformidad de producto. Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a calibración.

Fecha de emisión: 2022 - 08 - 02.



OCCUPATIONAL HYGIENE LABORATORY SAC
.....
Juan Diego Arribasplata
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGIA

OCCUPATIONAL HYGIENE LABORATORY S.A.C.

Laboratorio de Metrología

Avenida La Marina 365, La Perla, Callao - Perú

Tel.: (01) 454 3009 Cel.: (+51) 983 731 672

Email: comercial@ohlaboratory.com

Web: www.ohlaboratory.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

OHLF-101-2022

7.- RESULTADOS

CCV	Indicación del Caudalímetro	Error	Incertidumbre
L/min	L/min	L/min	L/min
0,25	0,20	-0,05	0,03
0,45	0,40	-0,05	0,03
0,55	0,50	-0,05	0,03

CCV: Caudal Convencionalmente Verdadero

Temperatura del aire: 22,3 °C a 22,0 °C.

7.1.- NOTAS

- * Los datos obtenidos son el resultado del promedio de 15 mediciones por punto de calibración.
- * Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- * La periodicidad de la calibración esta en función al uso y mantenimiento del equipo de medición.
- * La incertidumbre de la medición ha sido determinada usando un factor de cobertura $k=2$ para un nivel aproximado de confianza del 95%.

Fin del documento



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, GRIJALVA ARONI PERCY LUIS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Evaluación de la calidad ambiental de aire en las comunidades campesinas de Cala Cala y Nueva Esperanza, Espinar, Cusco", cuyos autores son HUISA CHACCA ROSITA, CONDORI ALCCA ROBERT, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 03 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
GRIJALVA ARONI PERCY LUIS DNI: 46460354 ORCID: 0000-0002-2622-784X	Firmado electrónicamente por: PGRIJALDAAR el 03- 12-2022 17:30:07

Código documento Trilce: TRI - 0470265