



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Calidad del aire por la emisión de material particulado en la comunidad
de Callqui Chico, Huancavelica – 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniería Ambiental

AUTOR(ES):

RUA ESPINOZA, Katy Mary (ORCID: 0000-0003-3109-9579)

RAMOS CCENCHO, Naysha Lizbeth (ORCID: 0000-0002-8771-8159)

ASESOR:

Dr. ORDOÑEZ GALVEZ, Juan Julio (ORCID: 0000-0002-3419-7361)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de recursos naturales

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado principalmente a Dios, a mis queridos padres por su apoyo incondicional por su esfuerzo y paciencia.

A todas las personas que me apoyaron y estuvieron conmigo en este proceso de mi formación académica profesional por depositar su entera confianza y logre llegar a cumplir mis metas.

Ramos Ccencho Naysha Lizbeth

Dedicatoria

A Dios y a mis queridos padres, por el apoyo que me pudieron brindar durante el proceso de mi formación profesional, por confiar en mí y ser mi motivo para poder alcanzar mis sueños.

Rua Espinoza Katy Mary

Agradecimiento

En primera instancia agradecemos a la Universidad Cesar Vallejo, por acogernos en el curso de titulación y darnos esa luz y opción de superación con el fin de optar el grado de ingenieras ambientales.

A nuestro asesor de taller de tesis, quien pudo guiarnos, recomendarnos en la elaboración y ejecución la tesis en todo el periodo desde el inicio hasta el final.

Asimismo, agradecemos a todas las personas de la comunidad de Callqui Chico quienes pudieron acogernos y apoyarnos con la instalación del Hi-vol ya que apoyaron con sus viviendas para la instalación.

Al Dr. Víctor Sánchez Araujo encargado del laboratorio central de la Universidad Nacional de Huancavelica por el equipo y el análisis de los filtros de PM₁₀ y PM_{2.5}.

Al ing. Nelson Silvestre Soto quien pudo capacitarnos en la instalación y funcionamiento del equipo Hi-vol.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Índice de contenidos	v
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÒRICO	4
III. METODOLOGÍA	15
3.1. Tipo y diseño de investigación	15
3.2. Variables y Operacionalización	16
3.3. Población, muestra y muestreo	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	19
3.5. Procedimientos	21
3.6. Métodos de análisis de datos	34
3.7. Aspectos éticos	35
IV. RESULTADOS	36
VI. CONCLUSIÓN	55
VII. RECOMENDACIONES	56
REFERENCIAS	57
ANEXOS	61
Anexo 1. Declaración de autenticidad de Autoras	
Anexo 2. Declaratoria de autenticidad del Asesor	
Anexo 3 Matriz de operacionalizacion de variables	
Anexo 4. Instrumentos de recolección de datos	
Anexo 5. Validación de instrumentos	
Anexo 6. Ficha de calibración de quipo	
Anexo 7. Muestras de laboratorio	
Anexo 8. Panel fotográfico	
Anexo 9. Captura de pantalla del turnitin	

Índice de tablas

Tabla 1. Parámetros de los Estándares de Calidad Ambiental	12
Tabla 2. Efectos en la salud humana por exposición a material particulado PM ₁₀ y PM _{2.5}	13
Tabla 3. Cuadro de las técnicas e instrumento de recolección de datos.....	19
Tabla 4. validación de instrumentos	21
Tabla 5. Número mínimo de estaciones	22
Tabla 6. Determinación de los parámetros a monitorear	22
Tabla 7. Puntos de corte de Índice de Calidad del Aire-ICA.....	32
Tabla 8. Valores de la Calidad del aire.....	33
Tabla 9. Umbrales del AQI para el PM _{2.5}	34
Tabla 10. Umbrales del AQI para el PM ₁₀	34
Tabla 11. Concentración del material particulado PM ₁₀	36

Índice de figuras

Figura 1. Mapa temático de la comunidad de Callqui Chico.....	17
Figura 2. Instalación del equipo Hi-vol de flujo de alto volumen según el protocolo de monitoreo de aire para material suspendido.	23
Figura 3. Instalación del filtro de cuarzo para la medición del material particulado...	24
Figura 4. Programación para la calibración del Hi-vol de flujo de alto volumen	24
Figura 5. Pesado inicial y final del filtro de cuarzo para la medición del material particulado PM ₁₀ y PM _{2.5}	27
Figura 6. Almacenamiento de los filtros para material particulado PM ₁₀ y PM _{2.5} en el laboratorio de la UNH.....	28
Figura 7. Balanza analítica donde se realizó el pesaje de los filtros de cuarzo de PM ₁₀ y PM _{2.5}	28
Figura 8. Administración y retiro del filtro de cuarzo en el equipo Hi-vol	30
Figura 9. Medición del flujo mediante la regleta por diferencia de presiones atmosféricas	31
Figura 10. Concentración de material particulado PM ₁₀ en relación a los estándares de calidad de aire	37
Figura 11. Campana de Gauss e Índice de calidad de aire para material particulado de PM ₁₀	38
Figura 12. Concentración de material particulado PM _{2.5} en relación a los estándares de calidad Ambiental	40
Figura 13. Índice de calidad de aire para material particulado PM _{2.5}	42
Figura 14. Índice de calidad global “AQI global, AQI PM ₁₀ y AQI _{2.5} ”	43

RESUMEN

La presente tesis “Calidad del aire por la emisión de material particulado en la comunidad de Callqui Chico, Huancavelica–2021”, se planteó como problema ¿Cuál es la calidad del aire en la comunidad Callqui Chico, por la emisión de material particulado en Huancavelica – 2021?, con el objetivo de: Evaluar la calidad de aire en la comunidad de Callqui Chico por la emisión del material particulado suspendido en Huancavelica–2021. La metodología de investigación fue de tipo aplicada, de nivel explicativo, con un diseño no experimental y un método científico, en donde se eligió 10 puntos de monitoreo mediante un muestreo no probabilístico y teniendo en cuenta el protocolo de monitoreo de aire y la recolección de datos se realizó mediante el equipo Hi-vol de alto volumen a un flujo de 1.13 m³/s y fichas de recolección de datos, de la misma forma se hizo uso de la balanza analítica para la medición de los filtros de PM₁₀ y PM_{2.5} para obtener las concentraciones del material particulado suspendido en la comunidad de Callqui Chico, para la determinación del AQI se hizo uso del aplicativo AQI-aire y para la obtención del AQI global se hizo uso de las formulas establecidas en el índice de calidad de aire. Los resultados de PM₁₀ fueron 113.4, 122.8, 103.9, 132.3, 122.8, 151.2, 141.7, 132.3, 113.4 y 94.5 µg/m³ con un promedio de 122.83 µg/m³ los cuales superan los estándares de calidad ambiental y de igual forma se obtuvieron valores de PM_{2.5} de 56.7, 66.1, 56.7, 75.6, 66.1, 56.7, 75.6, 56.7, 47.2 y 56.7 µg/m³ con un promedio de 61.4 µg/m³ los cuales superan los estándares de calidad ambiental para material suspendido fino. Asimismo, la calidad de aire global del PM₁₀ fue moderado, PM_{2.5} fue no saludable y el AQI global fue insalubre. Se concluye que la calidad del aire en la comunidad Callqui Chico, por la emisión de material particulado de PM₁₀ y PM_{2.5} no es buena; ya que posee una escala moderada, no salubre e insalubre, lo cual indica que el aire que respira la comunidad de Callqui Chico es tolerable, pero a pesar de ello para una pequeña cantidad de personas que habitan en dicha comunidad podría ser dañino a quienes son muy susceptibles a la contaminación de aire

Palabras clave: Calidad de aire, material particular suspendido, Hi-vol

Abstract

The present thesis “Air quality due to the emission of particulate material in the community of Callqui Chico, Huancavelica – 2021”, was raised as a problem: What is the quality of the air in the Callqui Chico community, due to the emission of particulate material in Huancavelica - 2021?, with the objective of: Evaluating the air quality in the Callqui Chico community due to the emission of suspended particulate matter in Huancavelica – 2021. The research methodology was of an applied type, explanatory level, with a non-experimental design and a scientific method, where 10 monitoring points were chosen through non-probabilistic sampling and taking into account the air monitoring protocol and the collection of The data was performed using the high-volume Hi-vol equipment at a flow of 1.13 m³ / s and data collection sheets, in the same way, the analytical balance was used to measure the PM₁₀ and PM_{2.5} filters to To obtain the concentrations of the suspended particulate material in the community of Callqui Chico, to determine the AQI the AQI-air application was used and to obtain the global AQI the formulas established in the air quality index were used. The PM₁₀ results were 113.4, 122.8, 103.9, 132.3, 122.8, 151.2, 141.7, 132.3, 113.4 and 94.5 µg / m³ with an average of 122.83 µg / m³ which exceed the environmental quality standards and in the same way values were obtained of PM_{2.5} of 56.7, 66.1, 56.7, 75.6, 66.1, 56.7, 75.6, 56.7, 47.2 and 56.7 µg / m³ with an average of 61.4 µg / m³ which exceed the environmental quality standards for fine suspended material. Also the global air quality of the PM₁₀ was moderate, PM_{2.5} was unhealthy and the global AQI was unhealthy. It is concluded that the air quality in the Callqui Chico community, due to the emission of PM₁₀ and PM_{2.5} particulate matter, is not good; since it has a moderate, unhealthy and unhealthy scale, which indicates that the air that the Callqui Chico community breathes is tolerable, but despite this for a small number of people who live in said community it could be harmful to those who are very susceptible to air pollution.

Keywords: Air quality, suspended particulate material, Hi-vol

I. INTRODUCCIÓN

En el ámbito ambiental, la alteración de la atmosfera se conceptualiza como la aglomeración de sustancias maliciosas, ya sean en fase líquido, solido o gaseoso, que en altas concentraciones afectan a la atmosfera, de la misma manera es la más importante probabilidad de que altere la salud, y de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (2016), el contaminante más relevante es el PM₁₀ que presenta un diámetro de 10 micras ya que penetran en el tórax.

Según la Environmental Protection Agency (2006) señala que las emisiones de material particulado suspendido de PM₁₀ y PM_{2.5} en vías que no se encuentran pavimentadas, son originados por la esparción del polvo ocasionado por el movimiento de las llantas de los vehículos, ya que generan corrientes de aire con material particulado que se esparcen a gran velocidad por todo el tramo vehicular. Por lo que dicha agencia señala que el material particulado (MP) es una expresión empleada para describir a pequeñas partículas suspendidas en el aire, originadas por fenómenos naturales o por actividad antropogénica. La dimensión del PM se define en términos del diámetro aerodinámico, que hace referencia a una unidad de partículas redondas que poseen iguales características aerodinámicas, como la velocidad de caída. El material particulado que posee un diámetro aerodinámico $\leq 10 \mu\text{m}$ es un (MP₁₀) y el $2.5 \mu\text{m}$ es un (MP_{2.5})

Según su densidad y dimensión, si la partícula es más chiquita, entonces tendrá un mayor periodo de permanencia en el aire (Flores, et al., 2011).

Así mismo Flores, et al. (2011), señala que dichos materiales tienen la posibilidad de encontrarse suspendidas en la fase troposférica por un periodo de varios días, que además pueden ser trasladadas a elevadas trayectorias. Los materiales más finos son peligrosos, ya que hay pruebas de los PM_{2.5} se insertan en el fondo de la laringe, además tiene una alta superficies especifica que absorbe sustancias peligrosas y los transfiere a espacios con topografía más bajos, debido al viento. Es por ello que los PM₁₀ y PM_{2.5} se encuentran en las normativas de calidad ambiental del aire nacional

en los Estados Unidos de América, NAAQS, como estándares que no deben sobrepasarse (Environmental Protection Agency , 2006).

El gran porcentaje de Material Particulado es emitido por el sistema de transporte, ya que circulan por carreteras que no se encuentran asfaltadas, pero actualmente se desconoce sobre la cantidad, composición, flujos y recorrido de transporte del material particulado suspendido en este tipo de carreteras, así como de su cantidad de PM 10 que supera los estándares. Casi todas las vías no asfaltadas se encuentran con piedras, ya que los caminos son construidos con piedras madre. Las llantas de los automóviles originan una presión en la superficie, provocando que el polvo y material se esparza por toda la vía, asimismo se suspenden materiales diminutos que viajan por el viento, debido a dicha presión ejercida (Environmental Protection Agency , 2006).

Teniendo en consideración de los autores señalados párrafos arriba se puede señalar que en la comunidad de Callqui Chico se tiene problemas muy álgidos de material particulado suspendido de PM10 y PM2.5 debido a que la vía no se encuentra pavimentada, lo que genera la alta propagación de material particulado debido a ello se planteó el siguiente **problema general** ¿Cuál es la calidad del aire en la comunidad Callqui Chico, por la emisión de material particulado en Huancavelica – 2021? y **problemas específicos** se formularon los subsiguientes: ¿Cuál es la calidad del aire en la comunidad Callqui Chico, por la emisión de material particulado de PM₁₀ en Huancavelica – 2021?, ¿Cuál es la calidad del aire en la comunidad Callqui Chico, por la emisión de material particulado de PM_{2.5} en Huancavelica – 2021?, ¿Cuál es el índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del material particulado PM₁₀ en la comunidad de Callqui Chico, Huancavelica – 2021? y ¿Cuál es el índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del material particulado PM_{2.5} en la comunidad de Callqui Chico, Huancavelica – 2021?.

La eficacia del aire son circunstancias ambientales que tienen gran repercusión en la salubridad de las personas y en la disponibilidad de los diversos recursos, y uno de los factores que más contaminan el aire es el material particulado el cual genera impactos severos en la salud cuando se encuentran en altas concentraciones, por ello es

necesario determinar la cuantía de partículas que se genera en la comunidad de Callqui Chico y al realizar la comparación con Estándares de Calidad Ambiental para la condición eficiente de aire que se encuentra vigente en la actualidad, a partir de ello se podrá establecer si la calidad de aire es adecuada y no genera impactos severos en medio ambiente y en la salubridad de las personas.

Mientras que el **objetivo general** que se plantea es el siguiente: Evaluar la calidad de aire en la comunidad de Callqui Chico por la emisión del material particulado suspendido en Huancavelica – 2021 y como **objetivos específicos**: Evaluar la calidad de aire en la comunidad de Callqui Chico por la emisión del material particulado suspendido de PM_{10} en Huancavelica – 2021, Evaluar la calidad de aire en la comunidad de Callqui,Chico por la emisión del material particulado suspendido de $PM_{2.5}$ en Huancavelica – 2021, Determinar el índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del material particulado PM_{10} en la comunidad de Callqui Chico, Huancavelica – 2021 y Determinar el índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del material particulado $PM_{2.5}$ en la comunidad de Callqui Chico, Huancavelica – 2021.

Además se ha planeado como **hipótesis general** fue La calidad del aire en la comunidad Callqui Chico, por la emisión de material particulado en Huancavelica – 2021, no es buena, y como **hipótesis específicas** tiene: La calidad del aire en la comunidad Callqui Chico, por la emisión de material particulado de PM_{10} en Huancavelica – 2021, no es buena, La calidad del aire en la comunidad Callqui Chico, por la emisión de material particulado de $PM_{2.5}$ en Huancavelica – 2021, no es buena, El índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del material particulado PM_{10} en la comunidad de Callqui Chico, Huancavelica – 2021, supera los estándares de calidad ambiental y El índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del material particulado $PM_{2.5}$ en la comunidad de Callqui Chico, Huancavelica – 2021, supera los estándares de calidad ambiental.

II. MARCO TEÒRICO

Ramírez (2019) llevo a cabo el artículo científico "Contribución de fuentes y origen del material particulado atmosférico en Bogotá, Colombia" tuvo como **objetivo** realizar una caracterización química y un análisis de contribución de fuentes de la fracción de partículas menores a 10 micras y 2.5 micras en una zona urbana, para ello se realizó campañas de muestreo, en una de ellas de material particulado suspendido en una urbanización de la ciudad y la otra de material particulado del polvo de una carretera. Obteniéndose como **resultados** que fue mayor el volumen (%) de Material particulado menores a 10 micras y 2.5 en muestras de zonas industriales. Partículas esféricas y semiesféricas de Fe, Cu y Pb, así como angulares y subangulares de Ba, Zn, Cu, Fe, Mn, Sn y Pb, fueron identificadas con tamaño $<10\mu\text{m}$. **Concluyendo así** : Para finalizar se tuvo que pasar por un análisis de componentes principales en la cual se identificó 6 factores que explican sobre el origen del contaminante: erosión de suelos locales y del pavimento (63%), actividades de construcción y demolición (13%), emisiones industriales (6%), desgaste de frenos (5%), emisiones vehiculares del tubo de escape (4%) y otras fuentes (9%).

Alvarado (2019), en su investigación "Evaluación de la calidad de aire por la emisión del material particulado en las piladoras Rey León S.A.C y Santa Clara, Cacatachi - 2018" cuyo objetivo fue, evaluar la condición eficiente del aire por la generación de partículas en la piladora , los principales resultados fueron: sobre la calidad de aire en la piladora Rey León el PM_{10} fue de $3494.61 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y el $\text{PM}_{2.5}$ fue de 418.21 , en la piladora Santa Clara el PM_{10} fue de $3.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y el $\text{PM}_{2.5}$ fue de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, finalmente concluye que en la piladora Rey León los materiales particulado superan los parámetros de la normativa D.S. N° 003-2017-MINAM.

Motocanche (2019), en su estudio denominado "Evaluación de la influencia de las condiciones meteorológicas en los niveles de material particulado PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$ en la construcción del Hospital Hipólito Unánue de Tacna" cuyo objetivo fue evaluar el efecto que produce las situaciones meteorológicas en el esparcimiento de la cantidad de sustancias que alteran la atmosfera en la construcción del hospital, los resultados fueron: el PM_{10} en el mes de junio fue de $98.66 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en el mes de julio fue de 80.92 ,

en agosto fue de 65.73 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, y en setiembre fue de 79.09, para el $\text{PM}_{2.5}$ en el mes de junio fue de 69.53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en el mes de julio fue de 35.18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en el mes de agosto fue de 41.58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, y en el mes de setiembre fue de 64.40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, finalmente concluye que los valores del material particulado obtuvieron valores menores a 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, y para el material particulado $\text{PM}_{2.5}$ solo en el mes de junio obtuvo valores mayores que exceden la normativa ambiental de aire.

Así mismo Guzman (2019), realizó la investigación sobre “Evaluación de la calidad del aire de la Central Térmica de Ventanilla” donde el objetivo principal fue de evaluar la condición eficiente del aire producida por la institución de Ventanilla, los principales resultados obtenidos fueron: para el PM_{10} en el mes de enero fue de 78.12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en febrero fue de 56.78, en marzo fue de 89.05, en abril fue de 62.76 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en mayo fue de 55.28 y en junio fue de 81.29, para el $\text{PM}_{2.5}$ en el mes de enero fue de 38.41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en febrero fue de 45.16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en marzo fue de 29.79, en abril fue de 45.01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en mayo fue de 39.45 y de junio fue de 42.81 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ahuanari y Mozombite (2019), realizaron el estudio denominado “Evaluación del grado de contaminación por efecto de la emisión de gases y ruido en la ciudad de San Antonio del estrecho por edificación del Centro de Salud” con el objetivo de determinar el nivel de alteración del aire por la producción de gases y sonidos que emite las construcciones del centro de salud, los principales resultados fueron: el $\text{PM}_{2.5}$ fue de 104.30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el monóxido de carbono fue de 12208.5 el dióxido de nitrógeno fue de 274.20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el dióxido de azufre fue de 319.74 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Vivanco (2019), en su investigación sobre “Evaluación de la concentración de PM_{10} y plomo en el aire ambiental, en los pueblos jóvenes cercanos a los depósitos de minerales en el Callao” donde el objetivo fue evaluar la calidad de aire generado por los establecimientos de sustancias inorgánicas en el Callao, la metodología empleada fue de tipo aplicada con diseño no experimental, realizó análisis de las variables meteorológicas tales como temperatura, humedad, viento, el muestreo se realizó cada tres días durante todo el año, en el primer punto fue de 65.24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en el segundo punto fue de 56.14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en el tercer punto fue de 78.94 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en el cuarto punto fue de 71.05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en el sexto punto fue de 43.15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en el séptimo punto fue de

82.61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en el octavo punto fue de 82.13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en el noveno punto fue de 74.89 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y en decimo punto fue de 80.67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Reyes y Bernal (2019), en su artículo científico sobre “Evaluación de la calidad de aire en la Universidad Santiago de Cali” cuyo objetivo fue evaluar la cantidad de material particulado en suspensión y su incidencia en la calidad de aire, en el primer punto obtuvo una cuantía de 91.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en el segundo obtuvo 103.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en el tercer fue de 124.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en el quinto fue de 100.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, finalmente concluye que la emisión diaria de contaminantes generalmente se produce por el parque automotor con un valor de 42.25 toneladas por día, el contaminante que es generado con mayor frecuencia son los materiales particulados, los niveles de emisión en cada punto superan los niveles de la norma nacional ya que solo se permite 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Chávez (2018), en su investigación sobre “Contaminación del aire por material particulado sedimentable en la zona urbana de Huánuco de agosto a octubre del 2016” donde el objetivo principal fue de evaluar el grado de alteración por partículas que poseen la capacidad de sedimentarse en Huánuco, los resultados fundamentales fueron: en el mes de agosto 30 días en el punto 1 fue de 4.48 mg/cm^2 , en el punto 2 fue de 9.64 mg/cm^2 , en el punto 3 fue de 5.074 mg/cm^2 , en el punto 4 fue de 10.45 mg/cm^2 , en el punto 5 fue de 6.29 mg/cm^2 , en el punto 6 fue de 4.97 mg/cm^2 , en el punto 7 fue de 5.14 mg/cm^2 , en el mes de setiembre 30 días en el punto 1 fue de 4.69 mg/cm^2 , en el punto 2 fue de 5.61 mg/cm^2 , en el punto 3 fue de 4.92 mg/cm^2 , en el punto 4 fue de 5.41 mg/cm^2 , en el punto 5 fue de 5.75 mg/cm^2 , en el punto 6 fue de 6.23 mg/cm^2 , en el punto 7 fue de 4.77 mg/cm^2 , finalmente concluye que en el mes de agosto el promedio fue de 6.28 mg/cm^2 , en el mes de setiembre fue de 5.34 mg/cm^2 y en el mes de octubre fue de 2.99 mg/cm^2 .

Tarazona (2018), en su investigación sobre “Evaluación de la calidad de aire por emisiones de material particulado (PM_{10}) en la vereda Mochuelo - Alto Bogotá D.C.” su objetivo general fue determinar la condición eficiente del aire mediante la cuantificación de partículas (PM_{10}), la metodología de la investigación fue de enfoque mixto, con alcance descriptivo y explicativo, los métodos aplicados fueron el deductivo y analítico, los principales resultados fueron: el PM_{10} en el mes de abril fue de 154.3

$\mu\text{g}/\text{m}^3$, en mayo no supero los límites de la normativa colombiana, en junio fue de $158.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en julio no supero los límites establecidos en la norma, en agosto fue de $47.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el setiembre excedió su valor con $103.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en octubre obtuvo un dato máximo de $115.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lo cual indico que supera los límites de la norma, en noviembre fue de $51.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, finalmente concluyendo que los resultados de las estaciones cumplen en un 89% de los días y las concentraciones PM_{10} se encuentran dentro de la categoría de moderada a buena conforme a los establecido por IDEAM.

Mientras que Méndez, et al. (2017), en su artículo científico “Estimación de factores de emisión de material particulado Re suspendido antes, durante y después de la pavimentación de una vía en Bogotá” en donde tuvo como **Objetivo:** Pronosticar la cantidad de partículas en la obra de pavimentación de la carretera provincial de Caracolí, localizada en la ciudad de Bolívar. **Resultados:** Se obtuvo $7,8 \pm 0,5 \text{ g}$ de PM_{10} y $0,6 \pm 0,2 \text{ g}$ de $\text{PM}_{2.5}$ y para aquellos caminos que se encuentran en edificación de $28 \pm 0,27 \mu\text{g}$ de PM_{10} y $11 \pm 0,13 \mu\text{g}$ de $\text{PM}_{2.5}$. Llegando a la **Conclusión:** La concentración más alta de material particulado registrada en la obra de pavimentación se dieron durante las actividades de excavación y la simulación de dispersión en la atmosfera de partículas suspendidas indico una disminución de la zona de mayor riesgo en 1km y más de un 95% en cantidad.

Mientras que; Guevara (2017), en su estudio sobre “Índice de la calidad de aire en el Distrito de Morales debido a la presencia de material particulado 2.5 microgramos” donde su objetivo primordial fue evaluar el índice de condición eficiente del aire en relación a la partícula $\text{PM}_{2.5}$, los principales resultados fueron: en el primer punto de monitoreo obtuvo $20.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en el segundo punto el valor máximo fue de $22.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, finalmente concluye que los valores obtenidos se encontraban dentro los límites de la normativa ambiental.

Vara (2017), en su investigación sobre “Contaminación atmosférica con material particulado en la ciudad del Cusco y su comportamiento - 2016”, su objetivo principal fue analizar la condición eficiente del aire de la atmosfera de la ciudad de Cusco, los principales resultados de la investigación fueron: para la calidad de aire de la estación Limacpampa el PM_{10} fue de $25.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en la estación de la Calle Ayacucho fue de

31.7, en la estación de la avenida La Cultura fue de 57.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, de la misma manera identificó metales pesados como el aluminio de 11.85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, plomo de 0.0064 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y cadmio de 0.0004 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, finalmente concluye que los materiales particulados del aire cumplen la normativa de calidad ambiental que especifica que el PM₁₀ fue de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas.

Prieto (2016), en su investigación “Caracterización de material particulado, plomo y arsénico para la evaluación de la calidad de aire en el distrito de Islay – Matarani”, cuyo objetivo fue evaluar la interacción entre la cantidad de contaminantes que tengan la cualidad de generar alteración en la atmosfera del distrito de Islay, el estudio fue de diseño experimental con cuatro puntos de monitoreo, los equipos empelados fueron: HI-VOLL PM₁₀, estación meteorológica, manómetro, brújula, silicona para retención de partículas mayores a 10 micras, los principales resultados fueron: en el primer punto de monitoreo el PM₁₀ fue de 43.86, en el segundo fue de 56.84, en el tercer fue de 47.54, y en el cuarto fue de 32.75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en el primer punto de monitoreo el arsénico fue de 0.00142 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en el segundo fue de 0.00522, en el tercer fue de 0.00309, y en el cuarto fue de 0.00232 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en el primer punto fue de 0.02487 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en el segundo fue de 0.03366, en el tercer fue de 0.01078, y en el cuarto fue de 0.01523 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, finalmente concluye que los datos identificados son inferiores a los valores establecidos de la normativa de calidad ambiental para la calidad de aire.

Charres y Marcela (2016), en su trabajo de investigación “Evaluación de la calidad de aire en el municipio de Sucsca (Cundimarca)” donde su propósito fue evaluar la condición eficiente del aire en el municipio, donde la metodología consistió en identificar las fuentes de emisión, para después determinar la concentración del material articulado, analizar la dispersión de contaminantes emitidos y finalmente estimar los impactos que genera la alteración del aire a la salubridad de la población, en los resultados encontrados indica que: existen 8 zonas puntuales y 3 zonas de área, donde en las zonas puntuales la emisión de PM₁₀ fue de 0.017 g/s, 0.011 g/s, 0.021 g/s, 0.021 g/s, 0.011 g/s, 0.011 g/s, 0.010 g/s, concluye que existen tres tipos de fuentes de emisión en la municipalidad, puntual, lineal y de volumen, pero la fuente que genera mayor emisión de material particulado fue la puntual con la industria del

cemento, en la fuente lineal la mayor emisión se genera en las vías sin pavimentar donde se da mayor flujo de vehículos de carga pesada, de la misma manera el material particulado no supera los límites permisibles más al contrario registra valores menores a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Como bases teóricas de la investigación se presentan los conceptos de las variables de calidad de aire y material particulado:

El aire puro de acuerdo a Alfayate y Gonzales (2011), se define al conjunto de gases, partículas sólidas y líquidas y vapores de agua, las cuales envuelven la tierra; los primordiales gases que componen el aire son el Nitrógeno con un 78.08% y el oxígeno con un 20.95%, también intervienen otros elementos como el vapor de agua, dióxido de carbono, metano, monóxido de carbono, ácido sulfhídrico y el dióxido de azufre.

La calidad de aire es una variante indispensable ya que cada individuo respira un promedio de 3000 galones de aire por día, por ello los constituyentes del aire deben encontrarse en equivalentes concentraciones atmosféricas, conforme a las proporciones establecidas, pero si al aire se añade un componente o aumenta el porcentaje de algunos de sus compuestos, este tiende a contaminar lo cual genera un peligro al medio natural y salubridad de la población (Alfayate, y otros, 2011).

Los contaminantes del aire son variados, pero existen 5 tipos que afectan seriamente a la salud por medio de la inhalación: dióxido de azufre (SO_2), monóxido de carbono (CO), ozono (O_3), dióxido de nitrógeno (NO_2) y material particulado (PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$), también se considera contaminante al dióxido de carbono ya que tiene un gran aporte en el efecto invernadero (Aragón, 2011).

La contaminación del aire se genera a partir de la alteración de los componentes de un elemento del aire, este problema paso a tener importancia a partir del siglo XIX en eventos como Meuse Valley en donde fallecieron 60 personas debido a la emisión de dióxido de azufre, de la misma manera el evento de Donora Pennsylvania donde fallecieron 4000 personas por presencia de contaminantes en el aire, a partir de ello los diversos estados decidieron tomar medidas políticas y científicas para controlar y

regular diversos eventos que pueden presentarse por la contaminación del aire (Aragón, 2011).

El 5 de junio de 1972, se realiza un evento fundamental para el ambiente ya que se firma la “Declaración de Estocolmo”, en este documento se trata sobre fundamentos ambientales, poseyendo como objetivo garantizar la utilización autosostenible de los recursos del ambiente, también en el año 1992 se realiza “La cumbre de la tierra de Rio de Janeiro” lugar en el que se aprobó la Agenda 21, que contenía una lista de términos para garantizar una sostenibilidad económica y la disputa frente al cambio climático, y en el año 1997 se lleva a cabo la “Cumbre de Kioto” la cual tuvo finalidad primordial de minimizar las descargas de gases que originen un sistema de calentamiento del planeta tierra, este fue firmado por 160 países (Aragón, 2011).

Finalmente, en el año 2005, la Organización Mundial de la Salud (OMS), llevó a cabo una investigación de balance de las concentraciones de partículas (PM_{10}) debido al crecimiento de la producción industrial, a partir del análisis la OMS declaró que el límite de concentración de partículas es de $24 \mu\text{g}/\text{m}^2$ en 24 horas (Aragón, 2011).

Existen diferentes zonas de emisión de la contaminación del aire las cuales se dividen en dos: antropogénicas y naturales, en donde la contaminación natural se da por las erupciones volcánicas, incendios forestales; la contaminación antropogénica se da por medio de la actividad humana y su intervención en los diversos procesos tales como combustión, incineraciones de residuos, humos de industrias entre otros factores (Nevers, 1998).

Las posibles sustancias peligrosas que alteran la atmósfera se encuentran en tres procesos, emisión, en este proceso se da la expulsión del contaminante desde cualquier tipo de fuente, estas sustancias son vertidas por medio de los focos emisores, dentro de los contaminantes se encuentran los óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre, monóxido de carbono y partículas sólidas en suspensión con diámetros que varían de $2.5 \mu\text{m}$ a $10 \mu\text{m}$, transmisión la cual se realiza por medio de los factores atmosféricos y finalmente la inmisión es el proceso de dispersión de los contaminantes en la atmósfera (Nevers, 1998).

La concentración de contaminantes del aire va a depender de la magnitud de la fuente y la eficiencia de dispersión, por lo que las variaciones de la concentración del contaminante se encuentran relacionado directamente con las condiciones meteorológicas, donde el viento es uno de los elementos claves para la dispersión del contaminante en el aire, pero cuando existen fuentes contaminantes al nivel del suelo se genera una relación inversa con la velocidad del viento, de la misma manera la turbulencia es otro factor fundamental ya que en espacios accidentados la turbulencia incrementa como también la esparcimiento de las sustancias peligrosas (Nevers, 1998).

El tiempo de vida media de un contaminante se encuentra relacionado con la escala espacial y temporal de un contaminante, ya que, si se emite un contaminante a la atmosfera con un tiempo de vida largo, las corrientes atmosféricas lo transportan por diversos lugares generando una contaminación a escala global, pero cuando se emite un contaminante con tiempo de vida medio la escala espacial seria pequeña. Los contaminantes de vida media más cortas son aquellos que tienen el radical libre de hidroxilo, hidroperoxilo y nitrato, debido a que estos tienen un electrón libre y con sustancias reactivas, de la misma manera, dentro de los contaminantes de vida media se encuentra el dióxido de azufre y óxido de nitrógeno, finalmente los contaminantes de vida larga generan problemas de alcance global y perduran por muchos años (Strauss, 1990).

Para poder regular las cantidades de las sustancias dañinas en el aire existen normas nacionales e internacionales, dentro de ellas se encuentra Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el aire, que tiene que ser cumplidas para el diseño y la diligencia de los instrumentos ambientales (Ministerio del Ambiente (MINAM), 2017), tal como se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1.Parámetros de los Estándares de Calidad Ambiental

PARÁMETROS	PERIODO	VALOR ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Dióxido de Azufre (SO_2)	24 horas	250
Dióxido de Nitrógeno (NO_2)	1 hora	200
	Anual	100
Material particulado ($\text{PM}_{2.5}$)	24 horas	50
	Anual	25
Material particulado (PM_{10})	24 horas	100
	Anual	50
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	30000
	8 horas	10000
Ozono (O_3)	8 horas	100
Plomo (Pb) en PM_{10}	Mensual	1.5
	Anual	0.5
Sulfuro de Hidrógeno (H_2S)	24 horas	150

Fuente: (Ministerio del Ambiente (MINAM), 2017)

García (2008) define a las partículas como un conglomerado de materiales muy finas o demasiado chiquillas que están suspendidas en el aire, poseen la capacidad de penetrar por las vías respiratorias por lo que se consideran elementos peligrosos para la salubridad de la población; la profanación por material particulado se compone por elementos como sulfatos, nitratos, metales pesados, hidrocarburos poliaromáticos y carbono orgánico.

La clasificación de las partículas se realiza de acuerdo con el tamaño:

- Partículas suspendidas totales (PTS): se encuentran comprendidas todas las partículas que se encuentran esparcidas en el aire, no se tienen en consideración el tamaño de cada partícula (García, 2008).
- Partículas respirables: también denominado PM_{10} se clasifican aquellas partículas que poseen un diámetro menor o igual a $10 \mu\text{m}$ (García, 2008).
- Partículas finas: también denominado $\text{PM}_{2.5}$ son partículas pequeñas que tienen un diámetro menor o igual $2.5 \mu\text{m}$ (García, 2008).

- Partículas ultrafinas: son partículas que tienen la característica particular de poseer un diámetro menor o igual $0.1 \mu\text{m}$ (García, 2008).

Las partículas ejercen una gran influencia en el entorno y modo de vida que parte desde la influencia del cambio climático hasta la degradación de la visibilidad del entorno, de la misma manera ejerce efectos severos en los ecosistemas y la más primordial en la salud humana (Tabla 2), también se generan efectos a niveles críticos sobre diversos receptores como ecosistemas, plantas y otros individuos (García, 2008).

Tabla 2. Efectos en la salud humana por exposición a material particulado PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$

CONCENTRACIÓN ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	EFFECTO OBSERVADO	IMPACTO
200	Depreciación de capacidad respiratoria.	Moderado
250	Incremento de enfermedades respiratorias en niños y ancianos.	Moderado
400	Perturba a las personas	Grave
500	Incremento del exterminio en adulto mayor y enfermos.	Muy grave

Fuente: (García, 2008)

El material particulado PM_{10} o también denominado partículas gruesas, son partículas inhalables menores a $10 \mu\text{m}$ y más grandes a $2.5 \mu\text{m}$, se encuentra considerado como partículas contaminantes que están constituidos por material sólido y líquido; se asocia a la disgregación de la materia del ambiente, de la misma manera se encuentra constituido por sulfato de amonio, material geológico, material orgánico, nitrato de amonio, carbón elemental, elementos trazas y sales (Martínez, 2000).

Las partículas PM_{10} permanecen suspendidas de acuerdo con su tamaño el cual está definido por el diámetro aerodinámico y la distribución granulométrica de las partículas; algunos de las investigaciones epidémicos demuestran que la exhibición a sustancias nocivas genera asma, deterioro de la función pulmonar, irritación ocular, dolor de cabeza, también se produce daños a la vegetación, reducción de la visibilidad lluvia acida y daños a los animales (Martínez, 2000).

El material particulado $PM_{2.5}$ es aquella fracción de material respirable pequeña, se encuentra constituido por materia de diámetro aerodinámico inferior o igual a $2.5 \mu m$; se origina primariamente en zonas donde existe actividad del hombre como la emisión de gases del parque automotor (Diésel), material de polvo por las intrusiones de viento (Martínez, 2000).

Las partículas $PM_{2.5}$ causan diversas consecuencias en la salubridad de la población tales como la bronquitis, y problemas de tipo cardiovascular, generalmente este tipo de partículas provienen del tráfico urbano el cual está asociado por el incremento de casos con asma y reacciones negativas en niños (Martínez, 2000).

En el tema del material particulado $PM_{2.5}$, al tener una dimensión fina hace que sea respirable por lo que tiene la capacidad de viajar por los pulmones hasta llegar a los alveolos pulmonares e incluso en algunos casos puede alcanzar al torrente sanguíneo, por ello estos materiales poseen más consecuencias negativas en la salubridad que las PM_{10} , también por su dimensión pueden estar suspendidas por más periodo en el aire y ello facilita su traslado por el viento a (Martínez, 2000).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Borja S. (2012), señala que la investigación aplicada consiste en buscar, conocer, proceder, edificar y cambiar un contexto incierto. La cual está más enfocada en la aplicación de una solución frente a un problema precedentemente que el perfeccionamiento de un conocimiento.

Según Tamayo (2003), La investigación de tipo aplicada es una secuencia de pasos compuestos por muchos elementos diversos. La investigación aplicada en la ingeniería crea recientes formas de elaboración de conocimientos, las cuales se fundamenta en teorías que ya existen con el objetivo de comparar una hipótesis y dar solución a una problemática.

En este estudio el tipo de investigación que se empleo fue el de tipo aplicada.

De acuerdo con Hernández Sampieri (2014), la investigación explicativa tiene la finalidad de entablar las causas de hechos o anomalías estudiadas, centrándose en revelar el porqué de las cosas o el por qué se establece una relación en dos o más variables. Además, permiten determinan los principios de los sucesos y anomalías; y no solamente se queda en descripción de fenómenos como los estudios descriptivos.

La investigación explicativa se interesa más en el por qué acontece una anomalía y en que periodo de presenta; al formularse preguntas indaga por la razón de situaciones o acontecimientos (Salazar, 2013 pág. 22). Para demostrar la hipótesis se empleó el nivel de investigación explicativa.

Según Hernández (2004), los estudios del diseño no experimental se llegan a ejecutar cuando no se manipula las variables, de modo que se percibe la forma original de los fenómenos, es decir como estos se encuentra en el entorno para consecutivamente ser estudiadas. En un estudio experimental se observan las situaciones reales, no provocadas deliberadamente en la investigación. De acuerdo al estudio se aplicó el diseño no experimental.

$$M \quad \text{-----} \rightarrow \quad O_X \quad \text{-----} \rightarrow \quad O_Y$$

Dónde:

M : Muestra

O_X : Observación del material particulado (variable que influye)

O_Y : Observación de la calidad del aire (variable influida)

3.2. Variables y Operacionalización

Variables:

Variable independiente (VI): Material Particulado

Variable dependiente (VD): Calidad del aire

Operacionalización de variables:

La operacionalización de las variables se puede visualizar en el Anexo N°3

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Según Salazar (2013), conoce como universo o población a un conglomerado de unidades las cuales serán evaluados; también se refiere a la cantidad completa de elementos sobre la cual se realiza una inferencia fundamentándose en la información relativa de la muestra.

La población fue la comunidad de Callqui Chico, se ubica en el departamento de Huancavelica, provincia de Huancavelica y distrito de Huancavelica, tal como se muestra en la Figura 1.

Ubigeo: 090101

Latitud Sur: 12° 46' 59.2" S (-12.78312074000)

Longitud Oeste: 75° 2' 1.5" W (-75.03374955000)

Altitud: 3790 m s. n. m.

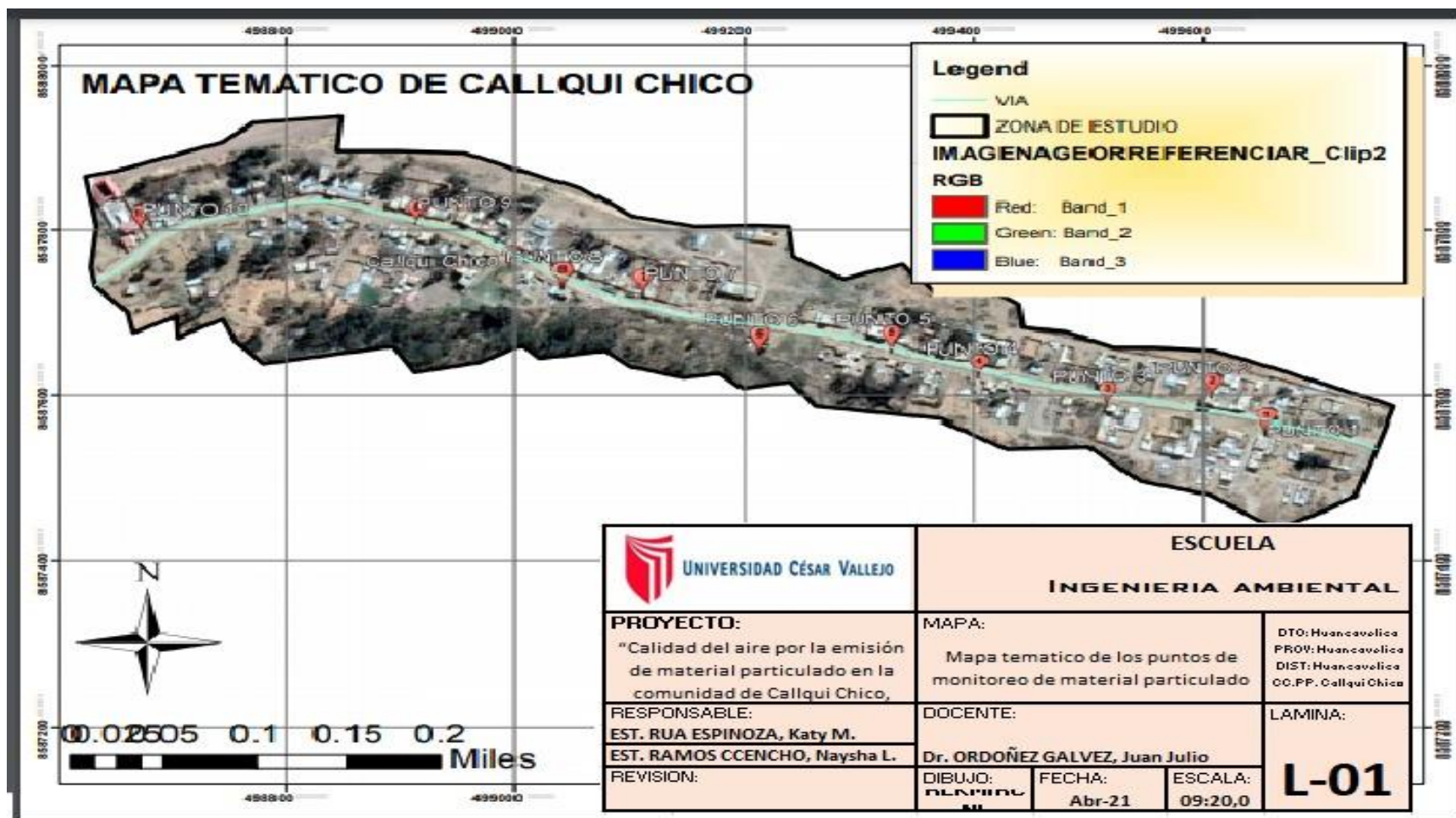


Figura 1. Mapa temático de la comunidad de Callqui Chico

Muestra

Es un conjunto precisamente elegido, en la cual se emplea para el análisis respectivo, con la finalidad de lograr buenos resultados en representación de la población (Salazar, 2013 pág. 25).

De igual manera Hernández R. (2014) nos dice que la población será igual a la muestra, en caso de que la población sea menor a 50 elementos. Mientras que Ccanto (2010), indica que, si se presenta poblaciones chicas, existe la posibilidad de que se estudie a todas las unidades de análisis.

En el trabajo de investigación, se tomó como muestra la misma comunidad, en la cual se seleccionarán 10 puntos de monitoreo del material particulado suspendido de $PM_{2.5}$ y PM_{10} en la comunidad de Callqui Chico, Huancavelica, como se aprecia en la Figura 1.

Muestreo

El muestreo no probabilístico es muy usado en investigaciones cualitativas, donde se elige los elementos sin emplea la probabilidad, más al contrario se usa el criterio del investigador (Borja S, 2012 pág. 32).

El muestreo que se empleó en este proyecto de investigación fue el no probabilístico debido a que se obtuvo de acuerdo con nuestra conveniencia 10 puntos de monitoreo de $PM_{2.5}$ y PM_{10} , en la comunidad de Callqui Chico, Huancavelica.

Unidad de análisis

La unidad de análisis es el elemento de interés que se analizara o estudiara en una investigación (Hernández, 2014). En la unidad de análisis se consideró la recolección de datos del material particulado de $PM_{2.5}$ y PM_{10} , en cada punto de monitoreo.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica que se utilizó en el desarrollo de la investigación fue la observación, la que fue aplicada en cada una de las fases; mientras que los instrumentos permitirán recopilar la información a través de las fichas de trabajo de campo, tal como se aprecia en la Tabla 3.

Tabla 3. Cuadro de las técnicas e instrumento de recolección de datos

Fase	Sub-fase	Fuente	Técnica	Instrumento	Resultado
Variable 1: Material particulado					
Diseño del plan monitoreo	Finalidad del monitoreo	Información bibliográfica	Documentación /observación	Ficha de recolección de datos	Plan de monitoreo bien elaborado
	tiempo del monitoreo				
	Localización de los puntos del monitoreo				
	Cancerización del entorno				
	Equipos a emplea				
Metodología del monitoreo	Calibración	Protocolo de monitoreo de aire	- fichaje	- Ficha de recolección de datos	Obtención de datos de concentración de material particulado o PM _{2.5} y PM ₁₀
	Localización del punto de monitoreo e instalación de Hi-vol				
	Identificación de los niveles del material particulado				
	Corrección de datos				
Variable 2: Calidad de aire					
Recolección de datos		FORMULA AQI (índice de calidad de aire)	simulación	Formula AQI	Obtención de datos de niveles de calidad del aire

Observación

Consiste en la colección de información que se ajusta a un sistema, válido y confiable de situaciones observables y comportamientos, por medio de un conjunto de subcategorías y categorías (Hernández Sampieri, 2014).

La observación es una técnica por medio del cual el hombre explora su entorno para luego plantear de manera adecuada la problemática a estudiar, prosiguiendo con una formulación de la investigación, incorporando programas, herramientas, y técnicas a utilizar (Muñoz, 2015).

Se usó la técnica de la observación para el análisis de los puntos de monitoreo del material particulado.

Documental

Según Muñoz,(2015) la técnica del análisis documental emplea fuentes de información a través de recolección de datos escritos, guardada o recogida; recurriendo a tipos de documentos como: libros, periódicos, materiales grabados, imágenes, información estadística entre otras.

En el estudio de investigación se usó la técnica del análisis documental, porque se realizó la colección de información sobre la calidad del aire y el conocimiento del material particulado en callqui Chico, Huancavelica.

Fichaje

Los investigadores utilizan el fichaje para almacenar y recolectar información a través del uso de una ficha, donde la ficha comprende una serie de datos, variable y extensión, referente a un mismo tema, de tal manera que confiere valor propio y unidad (Tenorio, 1998).

Instrumentos

En el presente trabajo de investigación se usó los siguientes instrumentos:

Ficha de recolección de información

Las fichas son instrumentos donde se plasma información escrito relevante que se encuentra en las fases sucesivas de búsqueda de datos procesados que se necesitará en cualquier momento. Las fichas ayudan a organizar la información de manera fácil y concatenado del estudio, para luego encontrarlo fácilmente cuando se requiere (Castro de Reyes, 2015).

En el trabajo de investigación se utilizó ficha de datos para la anotación de las concentraciones de material particulado, donde se registró la presión atmosférica, la temperatura ambiental, concentración PM₁₀, presión manométrica final y promedio, el flujo, Q_{real} (m³/min), Q_{std} (m³/min), el peso inicial y peso final del filtro.

Se confeccionó una ficha de recolección de datos, se encuentra en el anexo 2.

Ficha de campo/ Hivol

Conforme a Green Group Perú (2017), el equipo muestreador Hi-Vol eisa las concentraciones de partículas PM10 de alta dimensión para realizar controles ambientales, como el control por flujo másico para aquellos muestreos a 1.13 m³/min, ingreso para partículas PM₁₀, cobertura en aluminio, porta filtro en acero inoxidable de 8"x10".

- Validez de instrumento

La validez del instrumento del estudio fue realizada a través del análisis, evaluación y calificación de 03 expertos con la finalidad de validar los instrumentos mediante juicio de expertos (Tabla 4).

Tabla 4.validación de instrumentos

Especialistas	Profesión	Nº CIP	Promedio de validez
Dr. Ordoñez Galvez Juan Julio	Ing. Ambiental	89972	90%
Dr. Benites Alfaro Elmer Gonzales	Ing. Ambiental	71998	85%
Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar	Ing. Ambiental	25450	80%
validación	Promedio	total de	85%

3.5. Procedimientos

En presente trabajo de investigación se aplicó los siguientes procedimientos:

- Fase 1: Determinación del número de estaciones

Según Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM (2019), la evaluación del número de estaciones para una red de monitoreo depende del número de habitantes donde se realiza el estudio. En el lugar de estudio Callqui Chico-Huancavelica, la población es menor a <6000 habitantes, pero para tener mayor exactitud en los resultados se determinó 10 puntos de monitoreo de manera no probabilística.

Cantidad mínimo de estaciones de monitoreo de condición eficiente del aire, en función el juicio poblacional, se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5.Número mínimo de estaciones

Población (miles de habitantes)	Número mínimo de estaciones de monitoreo
0-249	1
250-749	2
750-999	3
1000-1499	4
1500-1999	5
2000-2749	6
2750-3749	7
3750-4749	8
4750-5999	9
≥6000	10

Fuente: Directiva 2008/50/CE de la comunidad europea.

- Fase 2: Determinación de los parámetros a monitorear

En el trabajo de investigación se pudo determinar los parámetros a monitorear según las fuentes vinculadas; el lugar de estudio presenta una fuente de Parque automotor, vías pavimentadas y zonas urbanas.

Los Parámetros que se priorizo fue con relación a las zonas vinculadas, se detalla en la Tabla 6.

Tabla 6.Determinación de los parámetros a monitorear

Fuentes vinculadas	Parámetros a priorizar	Referencias bibliográficas
Parque automotor, vías pavimentadas y zonas urbanas	PM ₁₀ , PM _{2.5} ,SO ₂ ,NO ₂ ,CO , C ₅ H ₅ y O ₃ (ozono debido a la emisión de precursores)	<ul style="list-style-type: none"> • EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016 (I.A.3.b.i-iv Road transport 2018). AP 42, chapter 13.2 1: Paved Roads .

Fuente: Ministerio del ambiente

- Fase 3: Instalación del equipo Hi-Vol

Antes de la medición se identificó la cantidad y ubicación de puntos de monitoreo.

Para la instalación de la estación del monitoreo, se buscó lugares despejados que por lo menos 10 metros alrededor del equipo de monitoreo no se encontrara árboles, ni edificios, tampoco se instaló en la parte lateral de un edificio porque evita el paso del material particulado (Figura 2).



Figura 2. Instalación del equipo Hi-vol de flujo de alto volumen según el protocolo de monitoreo de aire para material suspendido.

Se verificó la existencia de alguna fuente industrial, carreteras con alto tráfico vehicular o doméstica esto debido a que el material particulado podría irse por otro lado y no serían suficientemente captadas, por tal razón se instaló la estación a una distancia de 20 metros.

La medición mínima para ambos parámetros de $PM_{2.5}$ y PM_{10} es de 24 horas para cada punto de monitoreo. Para la implementación de los filtros se tuvo que verificar la presencia de imperfecciones. Se asignó un orden de identificación a los filtros y se estableció un registro de información del filtro.

Se equilibró los filtros a los contextos naturales durante 24 horas. Una vez equilibrada el filtro se pesó y se registró el peso de pre-muestreo

con el número de identificación del filtro. Se encendió el muestreador para establecer las condiciones de temperatura de arranque. Luego registramos la lectura del indicador de flujo. Se determina el flujo del muestreador (m^3 /min local) dependiendo de las instrucciones del catálogo (Figura 3).



Figura 3. Instalación del filtro de cuarzo para la medición del material particulado

- Fase 4: Calibración del Hivol

La calibración (Figura 4) se basa en la colocación del módulo de control de flujo que absorbe el aire en el rango que se desea entre 1.1 a 1.7 m^3 /min (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2008).



Figura 4. Programación para la calibración del Hi-vol de flujo de alto volumen

El equipo tiene que ser calibrado en los siguientes acontecimientos:

- Cuando es instalado.
- Posteriormente de un cambio de motor.
- Luego de un cambio de escobillas.
- Cuando se cambia el sitio de muestreo.
- Cada tres meses.

Según la Agencia de Protección Ambiental (2017), la calibración del instrumento estará en función del tipo: ya sea volumétrico o másico. Los pasos de calibración se realizaron de acuerdo con el documento Quality Assurance Handbook Vol II, Part II de la US EPA.

Los procedimientos de la calibración para los quipos se realizaron de la siguiente manera:

- Se registró el formato de calibración en el lugar de estudio; el formato registró, el lugar de calibración.
- Se registró la temperatura ambiental medio, cerca del instrumento muestreador.
- Se registró la presión barométrica media del sitio.
- Se instaló un filtro nuevo y se utilizó el equipo por 5 minutos con el fin de estabilizar la ponderación térmico antes de calibrar el equipo.
- Se retiró el filtro utilizado durante el monitoreo y se apagó el equipo.
- Se colocó el kit de calibración
- Se encendió otra vez el equipo, verificando que no tenga alguna fuga en el sistema.
- Con la ayuda del manómetro se comprobó que no había fugas en el equipo.

- Antes de la operación se verificó si el manómetro diferencial no se encontraba conectado al calibrador.
- Se apagó el instrumento y se conectó el manómetro diferencial con un rango de 0 a 8 in de agua.
- Se conectó el manómetro diferencial con rango de 0 – 18 in de agua a la derivación de presión.
- Insertamos el plato número 1, y se prendió el instrumento, dejando maniobrar de 3 a 5 minutos con la finalidad de reintegrar la ponderación térmico.
- Se registró y verificó la caída de presión mediante una abertura de transferencia (ΔH) en in de agua.
- Para la diferencia de platos se tuvo que repetir los dos pasos anteriores.
- Se apagó el equipo y se retiró el kit de calibración, conectando otra vez el motor al controlador de flujo.
- Para el cálculo de la rata de flujo en contextos reales por medio del calibrador en cada sitio se utilizó la siguiente ecuación:

$$Q_a(\text{orificio}) = [[\Delta H(T_a/P_a)]^{0.5} - b]/m \quad (1)$$

Donde:

$Q_a(\text{orificio})$ = Caudal real a través del calibrador (m³ /min).

ΔH = Caída de presión a través del calibrador (mm o in de agua)

T_a = Temperatura ambiente

$(k) \times m$ =Pendiente de la relación de calibración del orificio.

b = Intercepto de la relación de calibración del orificio.

- Fase 5: Análisis de Laboratorio



Figura 5. Pesado inicial y final del filtro de cuarzo para la medición del material particulado PM10 y PM2.5.

En el Manual Activo el tiempo de medición es de un mes, esto debido a que no tiene una bomba que aspira automáticamente la cantidad o el caudal de aire necesario para que pueda reaccionar este reactor; el manual activo cuenta con una bomba gravimétrica que aspira el aire o gases para luego ser almacenados en un muestreador, después es llevado al laboratorio para verificar el peso inicial y el peso final del material particulado(Figura 5) (Ministerio del ambiente, 2019).

Las actividades que se realizaron en el laboratorio nos ayudaron a obtener las concentraciones de contaminantes monitoreados.

Las técnicas de laboratorio se empezaron con el manejo de filtros y la inspección visual del filtro, verificando defectos como agujeros pequeños, material sobrepuesto, decoloración, filtro no uniforme o cualquier imperfección.

Primeramente, los filtros se sometieron a un proceso de preparación de 24 horas, esto se realizó en una cámara de ponderación con un ambiente regulado (Figura 6).



Figura 6. Almacenamiento de los filtros para material particulado PM₁₀ y PM_{2.5} en el laboratorio de la UNH

- El valor medio constante de la humedad relativa debe encontrarse entre 20 y 45%, con variabilidad de 5% ±, se trabajó con una humedad de 30%; la temperatura debe tener un promedio entre 15 y 30 °C, con una variabilidad de no más de ± 3 °C, se trabajó con 20 de Temperatura.
- La temperatura y humedad relativa debe ser registrada y verificada para asegurar la conformidad de los valores; se registraron en el formato del laboratorio observaciones del mal funcionamiento.
- Se utilizó la balanza analítica para pesar los filtros con una resolución mínima de 0.1 mg y con una exactitud de 0.5 mg.



Figura 7. Balanza analítica donde se realizó el pesaje de los filtros de cuarzo de PM₁₀ y PM_{2.5}

El siguiente paso fue la cuantificación de la masa inicial de los filtros:

- Se realizó el chequeo de control de calidad empleando una balanza analítica (Figura 7).
- Los filtros se pesaron, evitando alteraciones ambientales. Se pesó siguiendo las indicaciones, verificando que las lecturas sean estables.
- Se aseguró que la lectura esté en 0, para luego cargar y descargar con cuidado los filtros de la balanza; se evitó chocar las esquinas del filtro en la balanza analítica porque el filtro podría dañarse.
- Luego se colocó el filtro pre-pesado, en una bolsa hermética.
- Se chequeó el control de calidad de los pesos.

Se realizó el control de calidad del laboratorio conteniendo los siguientes procesos:

- Se verificó el peso estándar
- Se verificó de cero y calibración
- Se verificó los pesos del filtro y el total
- Se registró control de calidad

El recojo de las muestras de campo tuvo los siguientes procedimientos:

- Se colocó los filtros sin imperfección en unas bolsas herméticas y se envió al laboratorio para el respectivo proceso de análisis y pesaje.

Los procedimientos para el pesaje final de los filtros fueron los siguientes:

- Se efectuó los pasos de acontecimiento del filtro.
- Se repitió el mismo proceso de pesaje inicial del filtro.

- Registramos el peso total.
- Realizamos el control de calidad interno del laboratorio.
- Se colocó el filtro dentro de una bolsa hermética y se guardó.
- Fase 6: Determinación de PM_{10} y $PM_{2.5}$

Para la cuantificación de datos del PM_{10} y $PM_{2.5}$ se realizó los siguientes pasos:

 - Se realizó un mapa de puntos de monitoreo
 - Se coordinó con 10 viviendas para la instalación del Hi-Vol
 - Se instaló y programo el Hi-Vol para la aspiración de material particulado en un periodo de 24 horas.
 - Se colocó el filtro en la porta filtro y aseguro todas las llaves del Hi-Vol, tal como se aprecia en la Figura 8.

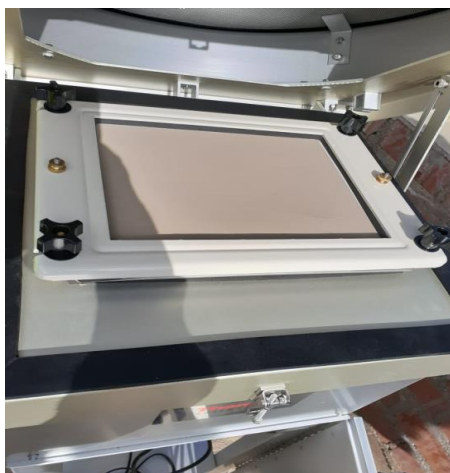


Figura 8. Administración y retiro del filtro de cuarzo en el equipo Hi-vol

- Se midió el flujo real con el que trabaja el Hi-Vol, con el disco y con la regleta teniendo en consideración la presión atmosférica de la ciudad de Huancavelica (Figura 9).



Figura 9. Medición del flujo mediante la regla por diferencia de presiones atmosféricas

- Después de las 24 horas de recopilación de material particulado se pasó a registrar el flujo real para luego apagar el equipo.
- La muestra del filtro se llevó al laboratorio para ser pesado.
- Se determinó el PM_{10} y $PM_{2.5}$ mediante el pesado inicial, pesado final y el flujo con el que se trabajó.
- Fase 7: Determinación de la condición eficiente del aire para PM_{10} , $PM_{2.5}$ e ICA global

Para la determinación del material particulado PM_{10} , $PM_{2.5}$ e ICA global se efectuó mediante una fórmula de ICA-AQI el cual se detalla a continuación.

ICA para $PM_{2.5}$ y PM_{10}

Se cuantifico el estado de la condición eficiente del aire a partir del registro de las partículas de $PM_{2.5}$ y PM_{10} $\mu\text{g}/\text{m}^3$, con la siguiente ecuación:

$$AQI = \left[\frac{(PM_{obs} - PM_{min}) \times (AQI_{max} - AQI_{min})}{(PM_{max} - PM_{min})} \right] + AQI_{min} \quad (2)$$

Dónde:

PM_{obs} = Cantidad media observada en 24 horas (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

PM_{max} = cantidad máxima en la categoría AQI que contiene la lectura

PM_{obs}

PM_{min} = cantidad mínima en la categoría AQI que contiene la lectura

PM_{obs}

AQI_{max} = Valor AQI máximo para la categoría AQI que contiene la lectura PM_{obs}

AQI_{min} = Valor AQI mínimo para la categoría AQI que contiene la lectura PM_{obs}

Al obtener la concentración del contaminante del material particulado de $PM_{2.5}$ y PM_{10} en el monitoreo, se identificó los datos de la ecuación en la Tabla 7 de puntos de cortes por contaminante para el cálculo del ICA para después obtener la condición eficiente del aire, el color y la clase (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2018).

Tabla 7. Puntos de corte de Índice de Calidad del Aire-ICA

Índice de la calidad del aire			Puntos de Corte del ICA						
ICA	COLOR	CATEGORÍA	PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 24 horas	PM2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 24 horas	CO $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 8 horas	SO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1 horas	NO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1 horas	O ₃ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1 horas	O ₃ ⁽¹⁾ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1 horas
0-50	Verde	Buena	0-54	0-12	0-5094	0-93	0-100	0-106	-
50-100	Amarillo	Aceptable	55-154	13-37	5095-10819	94-197	101-189	107-138	-
101-150	Naranja	Dañina a la salud de grupos sensibles	155-254	38-55	10820-14254	198-486	190-677	139-167	245-323
151-200	Rojo	Dañina a la salud	255-354	56-150	14255-17688	487-797	678-1221	168-297	324-401
201-300	Púrpura	Muy dañina a la salud	355-424	151-250	17689-34862	798-1583	1222-2349	208-393	402-794
301-500	Marrón	Peligrosa	425-604	251-500	34863-57703	1584-2629	2350-3853	394 ⁽²⁾	795-1185

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2018

AQI global logarítmica

Se utilizó la fórmula concentración promedio con anterioridad para cada contaminante siendo la siguiente:

$$I = (\sum_i^n (AQI_i)^\rho)^{\frac{1}{\rho}} \quad (3)$$

$\sum_i^n (AQI_i)$ = Sumatoria de los parámetros

ρ = Densidad poblacional

I = Índice de Calidad

Con el resultado obtenido se pasó a identificar los valores AQI, la categoría descriptiva AQI y el color AQI, como se detalla en las Tablas 8, 9 y 10.

La graduación de colores es transcendental para la comunicación.

- ✓ Escala de 0 a 500.
- ✓ Indica la calidad de aire y sus posibles consecuencias sobre la salubridad de las personas

Tabla 8. Valores de la Calidad del aire

<u>Valores AQI</u>	<u>Categoría Descriptiva del AQI</u>	<u>Color AQI</u>	
0-50	Buena	Verde	
51-100	Moderada	Amarillo	
101-150	Insalubre para personas sensibles	Anaranjado	
151-200	Insalubre	Rojo	
201-300	Muy Insalubre	Morado	
301-500	Peligrosa	Marrón	

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2018

Tabla 9. Umbrales del AQI para el PM_{2.5}

Categoría Descriptiva	Número AQI	Promedio para 24 horas (ug/m³)
Buena	0-50	0-15.4
Moderada	51-100	15.5-40.4
Insalubre para Personas Sensibles	101-150	40.5-65.4
Insalubre	151-200	65.5-150.4
Muy Insalubre	201-300	150.5-250.4
Peligrosa	301-500	250.5-500.4

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2018

Tabla 10. Umbrales del AQI para el PM₁₀

Categoría Descriptiva	Número AQI	Promedio para 24 horas (ug/m³)
Buena	0-50	0-54
Moderada	51-100	55-154
Insalubre para Personas Sensibles	101-150	155-254
Insalubre	151-200	255-354
Muy Insalubre	201-300	355-424
Peligrosa	301-500	425-604

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2018

3.6. Métodos de análisis de datos

Se llevó cabo mediante el Software SPSS ver 23, asimismo mediante este software se realizó el análisis inferencial para aceptar o rechazar la hipótesis planteada por los investigadores de este estudio.

3.7. Aspectos éticos

El informe de investigación se ejecutó con la total transparencia y honestidad debido a que se basó en los lineamientos del código de ética de la Universidad Cesar Vallejo (UCV) dado que toda la información adquirida en este estudio de investigación se utilizó para fines académicos y para poder implementar esta tecnología artificial a nivel de laboratorio para el beneficio de las familias del lugar de Callqui Chico - Huancavelica, así mismo la información plasmada y recopilada en el este trabajo de investigación fueron de fuentes bibliográficas confiables cada una citada en cada párrafo , por otros lado el trabajo de tesis será sometido al software Turniting para constatar el porcentaje de plagio o similitud.

IV. RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados

4.1.1. Presentación de resultados de material particulado PM₁₀

Tabla 11. Concentración del material particulado PM10

Material particulado PM10 (µg/m3)/ 24horas									
P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
113.4	122.8	103.9	132.3	122.8	151.2	141.7	132.3	113.4	94.5
N		Mínimo		Máximo		Media		Desv.estand.	
10		94.50		151.20		122.83		17.25	

Nota: P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9 y P10 tiene referencia a los puntos de monitoreo en campo.

En la Tabla 11 se muestra concentraciones del PM10, donde se percibe que el número de puntos de monitoreo es de 10, la concentración mínima es de 94.50 µg/m³ en el punto de monitoreo N°10, la máxima de 151.20 µg/m³ para el punto de monitoreo N° 6, además se muestra que posee una desviación estándar de 17.25 y un promedio de 122.83 µg/m³, por lo que se puede ver que supera los estándares de calidad de aire.

4.1.1.1. Concentración del PM₁₀ en relación con los estándares de calidad ambiental

Tabla 12. Estándar de calidad ambiental para material particulado

Material Particulado PM10 (µg/m3)/ 24horas									
P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
113.4	122.8	103.9	132.3	122.8	151.2	141.7	132.3	113.4	94.5
Estándar de calidad ambiental para material particulado									
100 (µg/m3)/									

En la Tabla 12 se refleja que el índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del PM10 en la comunidad de Callqui Chico, Huancavelica – 2021, supera la normativa de calidad ambiental, ya que los primeros 9 puntos de monitoreo superan el ECA aire para material particulado el cual indica una valor límite de 100 µg/m³, sin incluir al punto de monitoreo N°10 que posee una concentración de 94.5 µg/m³ lo cual es inferior en 5.5 µg/m³

al ECA, por lo que se concluye que el índice de concentración del PM10 supera los ECA de calidad de aire del material particulado.

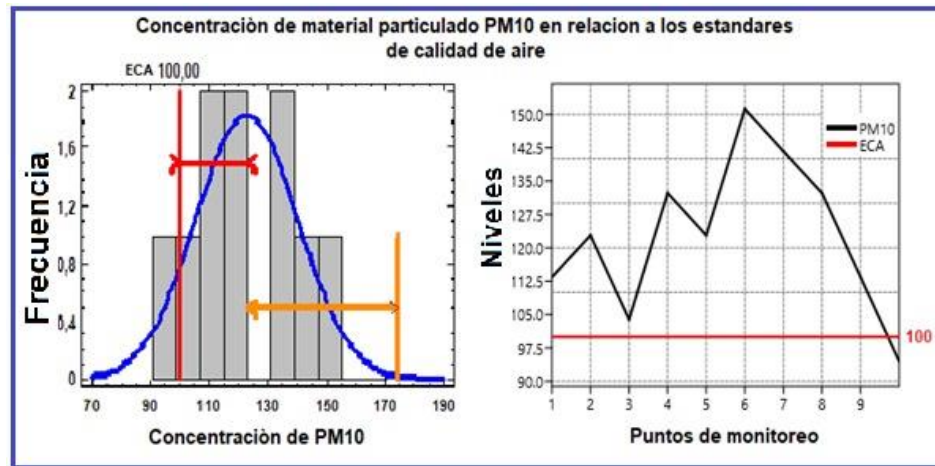


Figura 10. Concentración de material particulado PM₁₀ en relación a los estándares de calidad de aire

En la figura 10 se pudo observar que; el índice de concentración de material particulado de PM10 supera la normativa de calidad ambiental de aire en la comunidad de Callqui Chico, ya que el punto de monitoreo N°6 posee la concentración máxima de 151.20 µg/m³ y el punto N°10 posee la mínima concentración de 94.5 µg/m³.

4.1.1.2. Determinación del índice de calidad de aire del material particulado PM₁₀

Tabla 13. Concentración de PM₁₀ e Índice de calidad de aire para material particulado PM₁₀

Concentration de PM ₁₀	AQI	Escala	Nivel de contaminación de aire	Implicaciones para la salud	Precaución (para PM ₁₀)
113,4	80	51-100	Moderado	El índice de calidad de aire en la escala moderado indica que el aire que respira la comunidad de Callqui Chico tolerable, pero a pesar de ello para una pequeña cantidad de personas que habitan	Las personas más susceptibles vienen a ser niños y adultos mayores con patologías respiratorias, por lo que se requiere tomar precauciones y no
122,8	85	51-100	Moderado		
103,9	75	51-100	Moderado		
132,3	89	51-100	Moderado		
	85	51-100	Moderado		

122,8				en dicha comunidad podría ser dañino quienes son muy susceptibles a la contaminación de aire	exponerse constantemente al aire libre
151,2	99	51-100	Moderado		
141,7	94	51-100	Moderado		
132,3	89	51-100	Moderado		
113,4	80	51-100	Moderado		
94,5	71	51-100	Moderado		

En la tabla 13 se pudo observar que; el nivel de contaminación de aire en la comunidad Callqui Chico, por la emanación de material particulado de PM10 en Huancavelica – 2021, es de escala moderada, ya que el índice calculado posee valores de 71 a 99, lo cual se encuentra dentro del rango de (51-100); lo cual indica que el aire que respira la comunidad de Callqui Chico es tolerable.

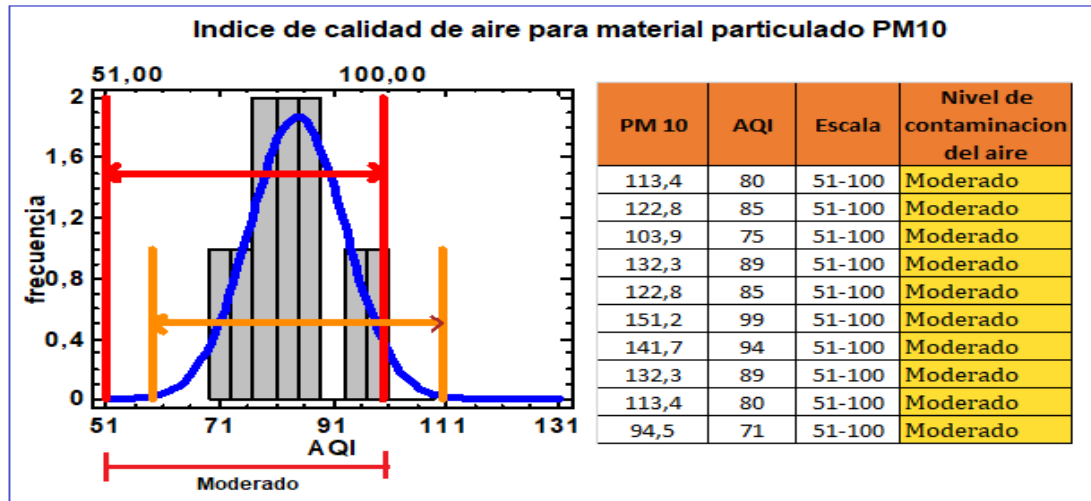


Figura 11. Campana de Gauss e Índice de calidad de aire para material particulado de PM₁₀

En la figura 11 se pudo observar que; La calidad de aire en la comunidad Callqui Chico, por la emanación de material particulado de PM10 en Huancavelica – 2021, es de escala moderada, lo cual indica que el aire que respira la comunidad de Callqui Chico es tolerable, pero a pesar de ello para una pequeña cantidad de personas que habitan en dicha comunidad podría

ser dañino a quienes son muy susceptibles a la contaminación de aire, donde las personas más susceptibles vienen a ser niños y adultos mayores con patologías respiratorias, por lo que se requiere tomar precauciones y no exponerse constantemente al aire libre.

4.1.2. Presentación de resultados de material particulado PM_{2.5}

Tabla 14. Concentración de material particulado PM_{2.5} en los 10 puntos de monitoreo

PM _{2.5} (µg/m ³)/24 horas									
P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
56.7	66.1	56.7	75.6	66.1	56.7	75.6	56.7	47.2	56.7
N		Mínimo		Máximo		Media		Desv.estad.	
10		47.20		75.6		61.4		9.19	

Nota: P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9 y P10 tiene referencia a los puntos de monitoreo en campo.

En la tabla 14 se muestra concentraciones del PM_{2.5}, donde se puede observar que el número de puntos es de 10, la concentración mínima es de 47.20 µg/m³ para el punto N°9 y la máxima de 75.6 µg/m³ para el punto N° 4 y 7, además se muestra que posee una desviación estándar de 9.19 y un promedio de 61.4 µg/m³, por lo que se puede concluir que supera la normativa de calidad de aire para PM_{2.5}.

4.1.2.1. Concentración del PM_{2.5} en relación a los estándares de calidad ambiental

Tabla 15. Material particulado PM_{2.5} en los 10 puntos de monitoreo en relación a los estándares de calidad ambiental

PM _{2.5} (µg/m ³)/ 24 horas									
P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
56.7	66.1	56.7	75.6	66.1	56.7	75.6	56.7	47.2	56.7
Estándar de calidad ambiental para material particulado									
50 (µg/m ³)									

En la tabla 14 el índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del material particulado PM10 en la comunidad de Callqui Chico, Huancavelica – 2021, supera la normativa de calidad ambiental, ya que los primeros 8 puntos de monitoreo y el número 10 superan el ECA aire para material particulado de 2.5, el cual indica un valor límite de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a diferencia del punto N° 9 que posee una concentración de $47.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lo cual es inferior en $2.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ al ECA, por lo que se concluye que el índice de concentración del $\text{PM}_{2.5}$ supera el ECA de calidad de aire del material particulado.

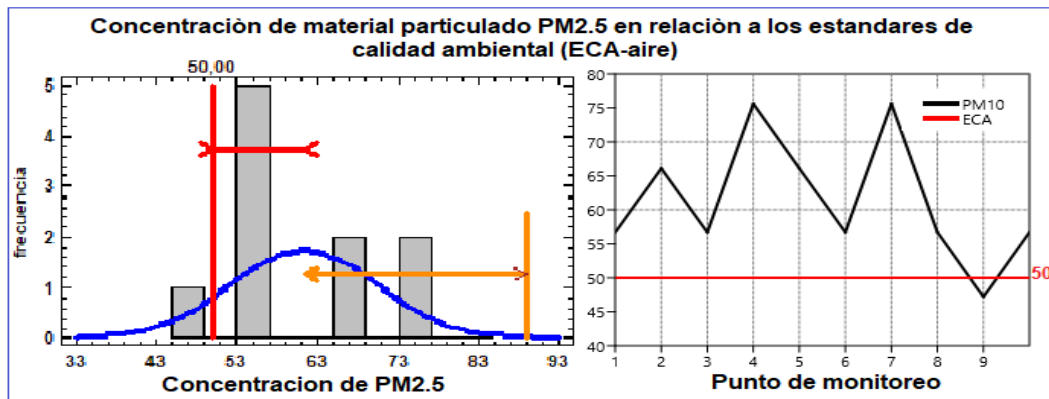


Figura 12. Concentración de material particulado $\text{PM}_{2.5}$ en relación a los estándares de calidad Ambiental

En la figura 12 se pudo observar que; el índice de concentración de $\text{PM}_{2.5}$ supera la normativa de calidad ambiental de aire en la comunidad de Callqui Chico, Huancavelica – 2021, donde se observa que el punto de monitoreo número 4 y 7 posee la concentración máxima medida de $\text{PM}_{2.5}$ de $75.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y que el punto de monitoreo 9 posee la concentración mínima de $47.20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.1.2.2. Determinación del índice de calidad de aire del material particulado PM_{2.5}

Tabla 16. Índice de calidad de aire para material particulado PM_{2.5}

Concentración	AQI	Escala	Nivel de contaminación del aire	Implicaciones para la salud	Declaración de precaución (para PM _{2.5})
56,7	151	151-200	Insalubre	En esta categorización el ser humano puede experimentar problemas de salud los que son más propensos entre niños y adultos puedes hasta presentar problemas de salud muy graves.	Las personas sensibles con problemas respiratorios deben de evitar estar expuestos en tiempos prolongados al aire libre
66,1	156	151-200	Insalubre		
56,7	151	151-200	Insalubre		
75,6	161	151-200	Insalubre		
66,1	156	151-200	Insalubre		
56,7	151	151-200	Insalubre		
75,6	161	151-200	Insalubre		
56,7	151	151-200	Insalubre		
47,2	129	101-150	No saludable para grupos sensibles	En esta categorización el ser humano susceptible puede llegar a experimentar problemas de salud mientras que el grupo humano en general no se ve afectado.	Los niños y adultos activos, y las personas con enfermedades respiratorias, como asma, deben limitar el esfuerzo prolongado al aire libre.
56,7	151	151-200	Insalubre	En esta categorización el ser humano puede experimentar problemas de salud los que son más propensos entre niños y adultos puedes hasta presentar problemas de salud muy graves.	Las personas sensibles con problemas respiratorios deben de evitar estar expuestos en tiempos prolongados al aire libre

En la tabla 16, el nivel de contaminación de aire en la comunidad Callqui Chico, por la emanación de material particulado de PM_{2.5} en Huancavelica – 2021, es de escala insalubre, ya que el índice calculado posee valores de 151 a 161, lo cual se encuentra dentro del rango de (151-200), lo que indica que el ser humano puede experimentar problemas de salud, donde la población en riesgo son niños y adultos, sin embargo el punto de monitoreo número 9 posee un nivel no saludable para grupos sensibles ya el índice calculado es de 129 y se encuentra dentro del rango de 101 a 150, lo que indica que el ser humano susceptible puede llegar a experimentar problemas de salud mientras que el grupo humano en general no se ve afectado, pero de manera general que el nivel de contaminación de aire es insalubre.

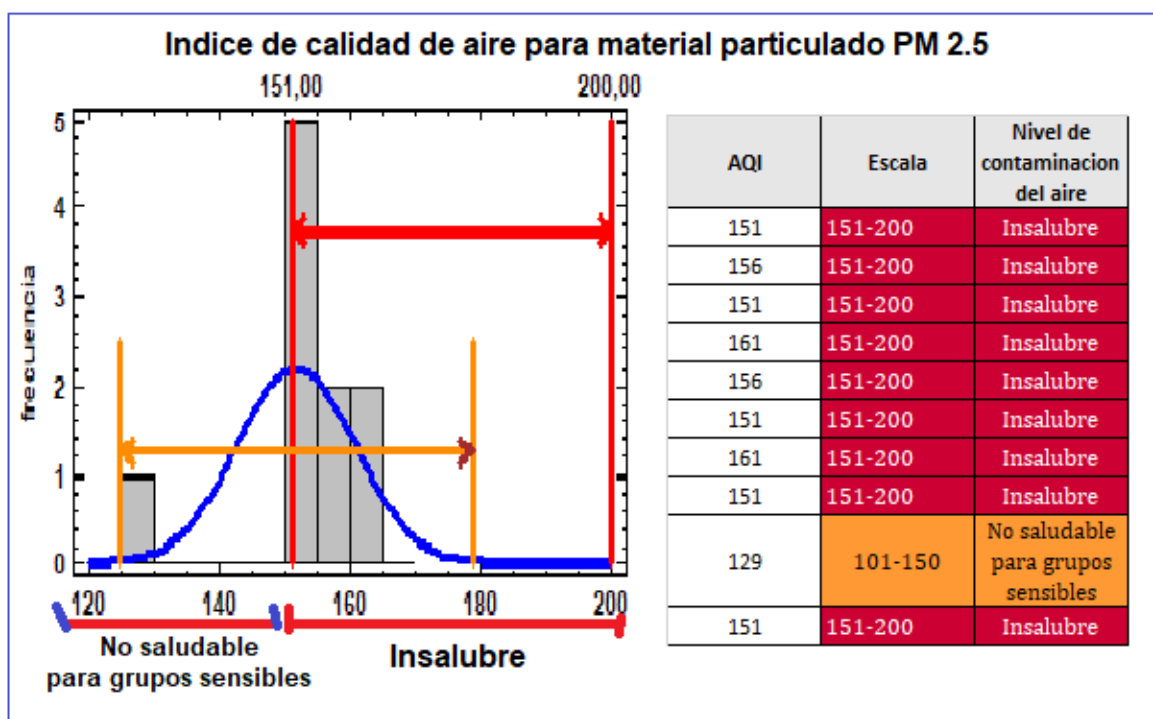


Figura 13. Índice de calidad de aire para material particulado PM_{2.5}

En la figura 13 se pudo observar que; La calidad del aire en la comunidad Callqui Chico, por la emisión de material particulado de PM_{2.5} en Huancavelica – 2021, es de escala insalubre, lo cual indica que el ser humano puede experimentar problemas de salud, donde los más propensos entre niños y adultos pueden hasta presentar problemas de salud muy graves, donde las personas sensibles con problemas respiratorios deben de evitar estar expuestos en tiempos prolongados al aire libre

4.1.3. Presentación de resultados global

4.1.3.1. Determinación del índice de calidad de aire global

Tabla 17. Índice de calidad de aire global

AQI GLOBAL PM2.5	AQI GLOBAL PM10	AQI GLOBAL	Nivel de contaminación de aire	Implicaciones para la salud	Precaución (para PM2.5)
151	80	162,7	Insalubre	En esta categorización el ser humano puede experimentar problemas de salud los que son más propensos entre niños y adultos pueden hasta presentar problemas de salud muy graves.	Las personas sensibles con problemas respiratorios deben de evitar estar expuestos en tiempos prolongados al aire libre
156	85	168,9	Insalubre		
151	75	161,0	Insalubre		
161	89	174,7	Insalubre		
156	85	168,9	Insalubre		
151	99	170,2	Insalubre		
161	94	176,6	Insalubre		
151	89	166,0	Insalubre		

129	80	143,4	No saludable para grupos sensibles	En esta categorización el ser humano susceptible puede llegar a experimentar problemas de salud mientras que el grupo humano en general no se ve afectado.	Niños y adultos activos, personas con enfermedades respiratorias, como asma, deben limitar el esfuerzo prolongado al aire libre.
151	71	159,8	Insalubre	En esta categorización el ser humano puede experimentar problemas de salud los que son más propensos entre niños y adultos pueden hasta presentar problemas de salud muy graves.	Las personas sensibles con problemas respiratorios deben de evitar estar expuestos en tiempos prolongados al aire libre

En la tabla 17 se muestra que; la calidad de aire en la comunidad Callqui Chico, por la emisión de material particulado en Huancavelica – 2021, no es buena, ya que pertenece a una escala insalubre, ya que el índice calculado posee valores de 161 a 176, lo cual se encuentra dentro del rango de (151-200), lo que indica que el ser humano puede experimentar problemas de salud, donde la población en riesgo está conformado por niños y adultos, sin embargo el punto de monitoreo número 9 posee un nivel no saludable para grupos sensibles ya el índice calculado es de 143.4 y se encuentra dentro del rango de 101 a 150, lo que indica que el ser humano susceptible puede llegar a experimentar problemas de salud mientras que el grupo humano en general no se ve afectado, pero de manera general que el nivel de contaminación de aire es insalubre.

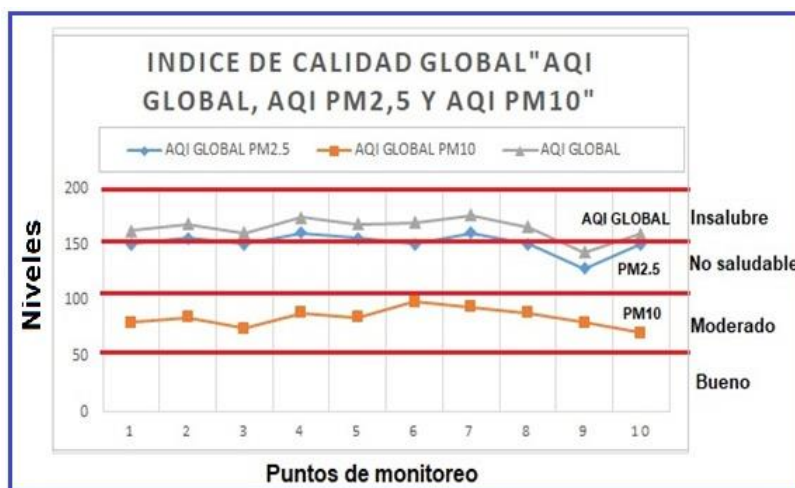


Figura 14. Incide de calidad global “AQI global, AQI PM₁₀ y AQI_{2.5}”

En la figura 14 se observa que; la calidad del aire en la comunidad Callqui Chico, por la emisión de material particulado en Huancavelica – 2021, no es buena, ya que el AQI

global pertenece a una escala insalubre, lo cual indica que el ser humano puede experimentar problemas de salud, donde los más propensos entre niños y adultos pueden hasta presentar problemas de salud muy graves, donde las personas sensibles con problemas respiratorios deben de evitar estar expuestos en tiempos prolongados al aire libre.

Hipótesis para el objetivo general

a) Formulación de la hipótesis nula y alterna según al problema.

H0: La calidad del aire en la comunidad Callqui Chico, por la emisión de material particulado en Huancavelica – 2021, es buena

$$\mu \leq 50$$

Ha: La calidad del aire en la comunidad Callqui Chico, por la emisión de material particulado en Huancavelica – 2021, no es buena

$$\mu > 50$$

b) Escoger el riesgo o nivel de significancia

En la investigación se analizó a un nivel de confianza del 95% con un riesgo u error del 5% por lo que; $\alpha = 0.05$ y $NC = 1 - \alpha (0.095)$, entonces el proyecto de investigación debe de ser menor al nivel de confianza para ser aceptado.

c) Prueba de normalidad

Tabla 18. Prueba de normalidad para el índice de calidad de aire global para material particulado

	Prueba de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Índice calidad de aire global para material particulado	,183	10	,200*	,896	10	,198

En la tabla 18 del presente apartado se muestra que; la información obtenida del índice de calidad de aire global para material suspendido PM_{10} y $PM_{2.5}$ en donde se observa que si existe normalidad debido a que el P valor es de 0.198 mayor al nivel de significancia de 0.05.

d) Prueba T de Student para una muestra

Tabla 19. Prueba estadística de T de Student para una sola muestra para el AQI global

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95% para μ	Valor T	Valor P
10	165,21	9,44	2,99	159,73	3858	0,000

En la tabla 19 se observa que; un p valor inferior al grado de significancia de 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

e) Decisión estadística

Se concluye que el T calculado cayó en el territorio de rechazo de la hipótesis nula por lo que se consiente la hipótesis alterna el que menciona que; la calidad del aire en la comunidad Callqui Chico, por la emisión de material particulado en Huancavelica – 2021, no es buena.

Prueba de hipótesis para el objetivo específico N° 1

a) Formulación de la hipótesis nula y alterna según al problema.

H0: La calidad del aire en la comunidad Callqui Chico, por la emisión de material particulado de PM₁₀ en Huancavelica – 2021, es buena

$$\mu \leq 50$$

Ha: La calidad del aire en la comunidad Callqui Chico, por la emisión de material particulado de PM₁₀ en Huancavelica – 2021, no es buena

$$\mu > 50$$

b) Escoger el riesgo o nivel de significancia

El presente proyecto de investigación se analizó a un grado de confianza de 95% con un riesgo u error del 5% por lo que; $\alpha = 0.05$ y $NC = 1 - \alpha$ (0.095), entonces el proyecto de investigación debe de ser menor al nivel de confianza para ser aceptado.

c) Prueba de normalidad

Tabla 20. Prueba de normalidad para el índice de calidad de aire global para material particulado PM₁₀

Prueba de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Índice calidad de aire global para PM10	,114	10	,200*	,982	10	,977

En la tabla 20 se muestra que; la información recolectada del índice de calidad de aire global para material suspendido PM₁₀ en donde se observa que si existe normalidad debido a que el P valor es de 0.977 mayor al grado de significancia de 0.05.

d) Prueba T de Student para una muestra

Tabla 21. Prueba estadística de T de Student para una sola muestra para el AQI global

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95% para μ	Valor T	Valor P
20	124,95	42,22	9,44	108,63	7,94	0,000

En la tabla 21 se muestra que; un p valor inferior al grado de significancia de 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula y se admite la hipótesis alterna.

e) Decisión estadística

Concluye que el T calculado cayo en el territorio de rechazo de la hipótesis nula por lo que se admite la hipótesis alterna el que menciona que; La calidad del aire en la comunidad Callqui Chico, por la emisión de material particulado de PM10 en Huancavelica – 2021, es buena

Prueba de hipótesis para el objetivo específico N° 2

f) Formulación de la hipótesis nula y alterna según al problema.

H0: La calidad del aire en la comunidad Callqui Chico, por la emisión de PM_{2.5} en Huancavelica – 2021, es buena

$$\mu \leq 50$$

Ha: La calidad del aire en la comunidad Callqui Chico, por la emisión de PM_{2.5} en Huancavelica – 2021, no es buena

$$\mu > 50$$

g) Escoger el riesgo o nivel de significancia

El presente proyecto de investigación se analizará a un grado de confianza del 95% con un riesgo u error del 5% por lo que; $\alpha = 0.05$ y $NC = 1 - \alpha$ (0.095), entonces el proyecto de investigación debe de ser menor al nivel de confianza para ser aceptado.

h) Prueba de normalidad

Tabla 22. Prueba de normalidad para el índice de calidad de aire global para material particulado PM_{2.5}

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Índice de calidad de aire global para material particulado PM _{2.5}	,365	10	,000	,748	10	,003

En la tabla 22 se muestra que; que la información recolectada del índice de calidad de aire global para material suspendido PM_{2.5} en donde se observa que no existe normalidad debido a que el P valor es de 0.003 inferior al grado de significancia de 0.05.

i) Prueba no paramétrica de Signos para una muestra

Tabla 23. Prueba estadística de T de Student para una sola muestra para el AQI global

Muestra	N	Mediana	Número < 50	Número = 50	Número > 50	Valor p
AQI global para PM _{2.5}	30	151	0	0	30	0,000

En la tabla 23 se observó que; un p valor es inferior al grado de significancia de 0.05 por lo que se niega la hipótesis nula y se puede admitir la hipótesis alterna.

j) Decisión estadística

Concluye que el P valor cayó en el territorio de rechazo de la hipótesis nula por lo que se admite la hipótesis alterna el que menciona que; La calidad del aire en la comunidad Callqui Chico, por la emisión de material particulado de PM_{2.5} en Huancavelica – 2021, no es buena

Prueba de hipótesis para el objetivo específico N° 3

a) Formulación de la hipótesis nula y alterna según al problema.

H0: El índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del material particulado PM10 en la comunidad de Callqui Chico, Huancavelica – 2021, no supera los estándares de calidad ambiental.

$$\mu \leq 100$$

Ha: El índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del material particulado PM10 en la comunidad de Callqui Chico, Huancavelica – 2021, supera los estándares de calidad ambiental.

$$\mu > 100$$

b) Escoger el riesgo o nivel de significancia

El presente proyecto de investigación se analizará a un grado de confianza del 95% con un riesgo u error del 5% por lo que; $\alpha = 0.05$ y $NC = 1 - \alpha$ (0.095), entonces el proyecto de investigación debe de ser menor al nivel de confianza para ser aceptado.

c) Prueba de normalidad

Tabla 24. Prueba de normalidad para para la concentración de material particulado PM₁₀

Prueba de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Concentracion de material particulado PM10	,108	10	,200*	,984	10	,982

En tabla 24 el presente apartado se muestra que la información recolectada de la concentración de material suspendido PM₁₀ en donde se observa que si existe normalidad debido a que el P valor es de 0.982 mayor al grado de significancia de 0.05.

d) Prueba T de Student para una muestra

Tabla 25. Prueba estadística de T de Student para una sola muestra para el AQI global

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95% para μ	Valor T	Valor P
10	122,80	17,16	5,43	112,85	4,20	0.001

En la tabla 25 se observa que; un p valor inferior al grado de significancia de 0.05 por lo que se niega la hipótesis nula y se admite la hipótesis alterna.

e) Decisión estadística

Concluye que el T calculado cayo en el territorio de negación de la hipótesis nula por lo que se admite la hipótesis alterna el que menciona que; El índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del material particulado PM10 en la comunidad de Callqui Chico, Huancavelica – 2021, supera la normativa de calidad ambiental.

Prueba de hipótesis para el objetivo específico N° 4

a) Formulación de la hipótesis nula y alterna según al problema.

H0: El índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire de PM_{2.5} en la comunidad de Callqui Chico, Huancavelica – 2021, no supera los estándares de calidad ambiental.

$$\mu \leq 50$$

Ha: El índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del material PM_{2.5} en la comunidad de Callqui Chico, Huancavelica – 2021, supera los estándares de calidad ambiental.

$$\mu > 50$$

b) Escoger el riesgo o nivel de significancia

El presente proyecto de investigación se analizara a un grado de confianza del 95% con un riesgo u error del 5% por lo que; $\alpha = 0.05$ y $NC = 1 - \alpha$ (0.095), entonces el proyecto de investigación debe de ser menor al nivel de confianza para ser aceptado.

c) Prueba de normalidad

Tabla 26. Prueba de normalidad para para la concentración de material particulado PM₁₀

Prueba de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Concentracion de material particulado PM2.5	,296	10	,013	,868	10	,095

En la tabla 26 el presente apartado se muestra que los datos obtenidos de la concentración de material suspendido $PM_{2.5}$ en donde se observa que si existe normalidad debido a que el P valor es de 0.982 mayor al grado de significancia de 0.05.

d) Prueba T de Student para una muestra

Tabla 27. Prueba estadística de T de Student para una sola muestra para el AQI global

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95% para μ	Valor T	Valor P
10	61,60	9,26	2,93	56,23	3,96	0,002

En la tabla 27 se observó un p valor inferior al grado de significancia de 0.05 por lo que se niega la hipótesis nula y se admite la hipótesis alterna.

e) Decisión estadística

Concluye que el T calculado cayo en el territorio de negación de la hipótesis nula por lo que se admite la hipótesis alterna el que menciona que; El índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del material particulado $PM_{2.5}$ en la comunidad de Callqui Chico, Huancavelica – 2021, supera la normativa de calidad ambiental.

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación la calidad del aire en la comunidad Callqui Chico, por la emisión de material particulado en Huancavelica – 2021, no es buena, ya que posee una escala insalubre, puesto que el índice calculado posee valores de 161 a 176, lo cual se encuentra dentro del rango de (151-200), lo que indica que el ser humano puede experimentar problemas de salud, sin embargo el punto de monitoreo número 9 posee un grado de alteración no salubre para población vulnerable, ya que el índice calculado es de 143.4 y se encuentra dentro del rango de 101 a 150, lo que indica que el ser humano susceptible puede llegar a experimentar problemas de salud mientras que el grupo humano en general no se ve afectado, pero de manera general que el nivel de contaminación de aire es insalubre; lo cual concuerda con Alvarado (2019), donde se obtuvieron en la para la piladora Rey León, índices de calidad muy poco saludable, puesto que existe la posibilidad que la población que habita en este lugar se ve afectada, mientras que en la piladora Santa Clara se obtuvo índices de calidad del aire buenas, ya que la calidad era satisfactoria. Asimismo Reyes y Bernal (2019) determino que el parque automotor fue el causante de la contaminación del aire, ya se determinó de la calidad del aire se encontraba en un rango moderado, ya que lo valores se encontraban en un rango de 50 a 100 y se consideraba que la calidad era aceptable. Lo que contrasta con Ahuanari y Mozombite (2019) donde determine que la calidad del aire global es Buena, ya que pertenece a un rango moderado en la ciudad de San Antonio del estrecho por edificación del Centro de Salud.

Se evaluó que la calidad del aire en la comunidad Callqui Chico, por la emisión de material particulado de PM10 en Huancavelica – 2021, no es buena; ya que posee una escala moderada, porque el índice calculado posee valor es de 71 a 99, lo cual se encuentra dentro del rango de (51-100); lo cual indica que el aire que respira la comunidad de Callqui Chico es tolerable, pero a pesar de ello para una pequeña cantidad de personas que habitan en dicha comunidad podría ser dañino a quienes son muy susceptibles a la contaminación de aire; lo cual concuerda con Alvarado (2019), donde se obtuvieron índices de calidad insalubre en la piladora Rey León, mientras que en la piladora Santa Clara se obtuvo índices de calidad buenos. Además, Tarazona (2018) al determinar la calidad del aire en la vereda Mochuelo-Alto Bogotá, determino que la calidad del aire en correlación al material particulado se encontraba dentro de la categoría moderada conforme a lo establecido por IDEAM. Lo que contrasta con Ahuanari y Mozombite (2019) al determinar el nivel de alteración a consecuencia de la emanación de gases y ruido en la ciudad de San Antonio del estrecho por edificación del Centro de Salud, donde determine que el grado de contaminación por la emisión de

material particulado de PM10 se encuentra dentro del rango de Moderado, ya que los datos indican que la calidad del aire se encuentra en un rango de 50 a 100, y por ende la calidad es aceptable.

Se evaluó que la calidad del aire en la comunidad Callqui Chico, por la emisión de material particulado de PM2.5 en Huancavelica – 2021, no es buena; ya que posee una escala insalubre, puesto que el índice calculado posee valores de 151 a 161, lo cual se encuentra dentro del rango de (151-200), lo que indica que el ser humano puede experimentar problemas de salud, sin embargo el punto de monitoreo número 9 posee un grado de alteración so salubre para personas vulnerables, ya que el índice calculado es de 129 y se encuentra dentro del rango de 101 a 150, lo que indica que el ser humano susceptible puede llegar a experimentar problemas de salud mientras que el grupo humano en general no se ve afectado, pero de manera general que el nivel de contaminación de aire es insalubre. Lo cual concuerda con Tarazona (2018) donde determino que la calidad del aire por la emanación de material particulado de PM 2.5 en Bogotá, se encontraba dentro de la categoría moderada conforme a lo establecido por IDEAM, lo cual indica que la calidad del aire es aceptable; ya que los contaminantes pueden generar problema a la salubridad de grado moderado para aquella población vulnerable. Asimismo, Prieto (2016) al realizar la cuantificación de material particulado, plomo y arsénico para la estimación de la calidad de aire en el distrito de Islay – Matarani, obtuvo que la calidad del aire se encontraba dentro del rango no es saludable para grupo que son sensibles, ya que los valores fluctuaban entre 100 a 150, lo cual significaba que las personas vulnerables son capaces de ejercer daños a la salud, donde el público restante no se ve afectado.

Se evaluó que el índice de concentración del material particulado PM10, supera los estándares de calidad ambiental del aire para material particulado en la comunidad de Callqui Chico, Huancavelica – 2021, ya que los primeros 9 puntos de monitoreo superan el ECA aire para material particulado el cual indica una valor límite de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, a diferencia del punto N^a10 que posee una concentración de 94.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ lo cual es inferior en 5.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ al ECa, donde se observa que el punto de monitoreo número 6 posee la concentración máxima medida de PM10 de 151.20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; por lo que se concluye que el índice de concentración del PM10 supera los ECA de calidad de aire del material particulado, lo cual concuerda con el estudio “Evaluación de la calidad de aire por la emisión del material particulado en las piladoras Rey León S.A.C y Santa Clara, Cacatachi - 2018” de Alvarado (2019), donde se obtuvieron concentraciones de 3494.61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la piladora Rey León las cuales superan los parámetros de la normativa del D.S. N° 003-2017-MINAM, mientras que en la piladora Santa Clara el PM10 se registró 3.5

$\mu\text{g}/\text{m}^3$, los cuales se encuentran dentro del valor establecido. Asimismo Reyes y Bernal (2019), en su artículo científico “Evaluación de la calidad de aire en la Universidad Santiago de Cali”, obtuvo en el primer punto de monitoreo $91.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en el segundo punto tuvo un valor de $103.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en el tercer punto fue de $124.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y en el quinto punto registro $100.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, donde concluye que los niveles de emisión de material particulado supera los niveles de la norma nacional ya que solo se permite un valor de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Además Tarazona (2018) al determinar la calidad del aire en la vereda Mochuelo- Alto Bogotá, determino que el valor del PM10 en el mes de abril obtuvo un pico de $154.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en mayo y junio los datos no superaron los límites de la normativa colombiana, en junio se obtuvo un valor máximo de $158.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en agosto se registró $47.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en setiembre se excedió su valor con $103.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en octubre se registró un valor máximo de $115.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lo cual indica que supera los límites de la norma, en el mes de noviembre existió un valor máximo de $51.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, finalmente concluye que en la mayoría de los meses se supera la normativa colombiana. Lo que contrasta con Ahuanari y Mozombite (2019) al realizar la determinación del grado de alteración por consecuencia de emanación de gases y ruido en la ciudad de San Antonio del estrecho por edificación del Centro de Salud, donde se obtuvo que el PM10 fue de $89.26 \mu\text{g}/\text{m}^3$, lo cual no supera la normativa de calidad ambiental para aire.

Se evaluó que el índice de concentración de PM2.5, supera la normativa de calidad ambiental de aire para material particulado en la comunidad de Callqui Chico, Huancavelica – 2021, ya que los primeros 8 puntos de monitoreo y el número 10 superan el ECA aire para material particulado de 2.5 el cual indica un valor límite de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a diferencia del punto N°9 que posee $47.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lo cual es inferior en $2.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ al ECA, donde se observa que el punto de monitoreo número 4 y 7 posee la concentración máxima medida de PM 2.5 de $75.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo que se concluye que el índice de concentración del PM2.5 supera los ECA de calidad de aire del material particulado, lo cual concuerda con Alvarado (2019), donde se obtuvieron concentraciones de $418.21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la piladora Rey León las cuales superan los parámetros de la normativa del D.S. N° 003-2017-MINAM, mientras que en la piladora Santa Clara el PM10 se registró $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, los cuales se encuentran dentro del valor establecido; por lo que se concluye que el índice de concentración del PM2.5 supera los ECA de calidad de aire del material particulado. Asimismo Prieto (2016) al realizar la cuantificación del material particulado, plomo y arsénico para la determinación de la calidad de aire en el distrito de Islay – Matarani, obtuvo que en el primer punto de monitoreo el PM2.5 fue de $43.86 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en el segundo fue de $56.84 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en el tercer fue de $47.54 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y en el cuarto fue de $32.75 \mu\text{g}/\text{m}^3$, lo que concluye que los valores identificados se hallan debajo de los parámetros

establecidos por la normativa de calidad ambiental para la calidad de aire. Además, Ahuanari y Mozombite (2019) obtuvo que el PM_{2.5} fue de 104.30 µg/m³, lo cual supera la normativa de calidad ambiental para aire.

VI. CONCLUSIÓN

La presente investigación la calidad del aire en la comunidad Callqui Chico, por la emisión de material particulado en Huancavelica – 2021, no es buena, ya que posee una escala insalubre lo que indica que el ser humano puede experimentar problemas de salud.

La calidad del aire en la comunidad Callqui Chico, por la emisión de material particulado de PM10 en Huancavelica – 2021, no es buena; ya que posee una escala moderada, lo cual indica que el aire que respira la comunidad de Callqui Chico es tolerable, pero a pesar de ello para una pequeña cantidad de personas que habitan en dicha comunidad podría ser dañino a quienes son muy susceptibles a la contaminación de aire.

La calidad del aire en la comunidad Callqui Chico, por la emisión de material particulado de PM2.5 en Huancavelica – 2021, no es buena; ya que posee una escala insalubre al 90%, lo que indica que el ser humano puede experimentar problemas de salud, sin embargo, un punto de monitoreo se encuentra en una calidad no saludable para grupos sensibles.

El índice de concentración del material particulado PM10, supera estándares de calidad ambiental del aire para material particulado en la comunidad de Callqui Chico, Huancavelica – 2021, ya que los primeros 9 puntos de monitoreo superan el ECA el cual registra un valor límite de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a diferencia del punto de monitoreo N^o10 que posee una concentración de $94.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lo cual es inferior en $5.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ al ECA, además el punto de monitoreo número 6 posee la concentración máxima medida de PM10 de $151.20 \mu\text{g}/\text{m}^3$; por lo que se concluye que el índice de concentración del PM10 supera los ECA de calidad de aire del material particulado.

El índice de concentración de material particulado PM2.5, supera estándares de calidad ambiental del aire para material particulado en la comunidad de Callqui Chico, Huancavelica – 2021, ya que los primeros 8 puntos de monitoreo y el número 10 superan el ECA para material particulado de 2.5 el cual registra un valor límite de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a diferencia del punto N^o9 que posee una concentración de $47.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lo cual es inferior en $2.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ al ECA, además el punto de monitoreo número 4 y 7 posee la concentración máxima medida de PM 2.5 de $75.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

VII. RECOMENDACIONES

En futuras investigaciones tener en consideración los factores meteorológicos como, dirección del viento, velocidad del viento, humedad relativa, precipitación, etc con la finalidad de elaborar una rosa de viento para determinar el sotavento y barlovento y evaluar de donde y para donde se desplaza el material particulado en suspensión PM_{10} y $PM_{2.5}$ en la comunidad de Callqui Chico de la ciudad de Huancavelica, por lo que se debe hacer uso de una estación meteorológica mecánica o portátil convencional para el registro de dichos parámetros.

Tener en cuenta una balanza analítica de mayor precisión con el fin de obtener resultados más precisos del balance de masas del filtro inicial y filtro final y de la misma forma contar con un horno que tenga implementado un medidor de humedad para mantener el filtro a temperatura y humedad del ambiente.

Asimismo, verificar de manera precisa el caudal de flujo con la que aspira el Hi-vol de flujo de alto volumen y la programación en 24 horas exactas para no alterar los resultados y llegar a buenas conclusiones.

De la misma forma hacer uso de un Hi-vol para PM_{10} y otro para $PM_{2.5}$ con el fin de obtener ambos resultados en un mismo tiempo y espacio determinado, de esa forma evitar alteración de resultados por los constantes cambios de los factores meteorológicos y los constantes cambios de la emisión de material particulado fino y grueso.

A las autoridades de la comunidad de Callqui Chico, tomar acciones inmediatas para gestionar la pavimentación de todas las áreas con el fin de controlar la generación y propagación y de esta forma mitigar los impactos negativos que este genera en la salud de la población.

REFERENCIAS

AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL. 2017. *Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems*. 2017. Vol. Volume II.

AHUANARI, RUBÍ Y MOZOMBITE, DANITZA. 2019. *Evaluación del grado de contaminación por efecto de la emisión de gases y ruido en la ciudad de San Antonio del estrecho por edificación del Centro de Salud*. San Juan Bautista : Universidad Científica del Perú, 2019.

ALFAYATE, JOSÉ Y GONZALES, MARÍA. 2011. *Contaminación ambiental*. España : Editorial paraninfo, 2011.

ALVARADO, RUBÍ. 2019. *Evaluación de la calidad de aire por la emisión del material particulado en las piladoras Rey León S.A.C y Santa Clara, Cacatachi - 2018*. Tarapoto - Perú : Universidad César Vallejo, 2019.

ARAGÓN, PILAR. 2011. *Problemas de la contaminación ambiental*. España : Editorial Fecus, 2011.

BORJA S, MANUEL. 2012. *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Chiclayo : s.n., 2012, pág. 10.

CASTRO DE REYES, AMY. 2015. *Recolección de datos*. Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala, 2015.

CCANTO MALLMA, GERMÁN. 2010. *Metodología de la investigación científica en contabilidad*. Huancayo : Vision peruana, 2010.

CHARRES, ISABELLA Y MARCELA, DIANA. 2016. *Evaluación de la calidad de aire en el municipio de Sucasca (Cundimarca)*. Bogotá - Colombia : Universidad Libre de Colombia, 2016.

CHÁVEZ, PATRICIA. 2018. *Contaminación del aire por material particulado sedimentable en la zona urbana de Huánuco de agosto a octubre del 2016*. Tingo María - Perú : Universidad Nacional Agraria de la Selva, 2018.

Contribución de fuentes y origen del material particulado atmosférico en bogotá, colombia.
HERNANDEZ, OMAR JAVIER RAMIRO. 2019. 2019, Dialnet.

DECRETO SUPREMO N° 010-2019-MINAM. 2019. Ministerio del Ambiente. *Sistema Nacional de Información Ambiental*. [En línea] MINAM, 2 de Diciembre de 2019. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/decreto-supremo-que-aprueba-protocolo-nacional-monitoreo-calidad>.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY . 2006. *Unpaved roads. U.S. EPA office of Air and Radiatio*. USA : EPA, 2006.

Estimación de factores de emisión de material particulado resuspendido antes, durante y después de la pavimentación de una vía en Bogotá . MENDEZ ESPINOZA, JUAN FELIPE, Y OTROS. 2017. 2017, Dialnet.

Evaluación de la calidad de aire en la Universidad Santiago de Cali. REYES, TITO Y BERNAL, DIANA. 2019. 2019, Universidad Santiago de Cali, pág. 12.

FERRER, JESÚS. 2010. Higiene y seguridad Industrial. *Conceptos básicos de metodología de la investigación* . [En línea] 2010. <http://metodologia02.blogspot.com/p/tecnicas-de-la-investigacion.html>.

Trillas, 2008. GARCÍA, J. 2008. *Contaminación atmosférica*. México : Editorial

GREEN GROUP PERÚ. 2017. Laboratorio de Calibración de Gases acreditado con ISO/IEC 17025 en el Perú y el segundo en Sudamérica. [En línea] 2017. <https://www.greengroup.com.pe/equipos/calidad-de-aire/muestreadorde-particulas-hi-vol/detalle#:~:text=Muestreador%20para%20material%20particulado%20PM10,inoxidable%20de%208%E2%80%9Dx10%E2%80%9D..>

GUEVARA, JULIO. 2017. *Índice de la calidad de aire en el Distrito de Morales debido a la presencia de material particulado 2.5 microgramos*. Tarapoto - Perú : Universidad Peruana Unión, 2017.

GUZMAN, JHOSTHINS. 2019. *Evaluación de la calidad del aire de la central térmica de ventanilla*. Lima - Perú : Universidad Nacional Federico Villareal, 2019.

HERNÁNDEZ , ROBERTO. 2004. *Metodología de la Investigación*. México : McGraw-Hill/Interamericana Editores, SA DE C.V, 2004, Vol. Cuarta edición .

HERNÁNDEZ SAMPIERI , ROBERTO. 2014. *Metodología de la Investigación*. México : McGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2014, pág. 96.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, ROBERTO. 2014. *Metodología de la investigación*. México : McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. DE C.V., 2014. Vol. Sexta edición.

HERNÁNDEZ, ROBERTO. 2014. *Metodología de la Investigación*. México : s.n., 2014.

Impacto del medio ambiente en la salud. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. 2016. 2016, Actualización mundial, pág. 23.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. 2018. Sistema Nacional Ambiental. [En línea] 2018. http://sisaire.ideam.gov.co/ideam-sisaire-web/aprendizaje.xhtml?de=indice_calidad.

INSTITUTO GEOAMBIENTAL. 2020. Material particulado. [En línea] Noviembre de 2020. <https://www.saludgeoambiental.org/material-particulado>.

MARTÍNEZ, A. 2000. *Introducción al monitoreo atmosférico producido por partículas en suspensión*. Madrid : Editorial Ciemat, 2000.

Material particulado dispersado al aire por vehículos en caminos agrícolas no pavimentados. FLORES MARGEZ, JUAN PEDRO, Y OTROS. 2011. 2011, Scielo.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. 2008. *Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire* . Bogotá. 2008.

MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM). 2017. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias. *Ambiente*. 2017, pág. 4.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. 2019. Protocolo de monitoreo de la calidad de aire. [En línea] Noviembre de 2019. [file:///C:/Users/TOSHIBA/Downloads/protocolo_monitoreo_aire%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/TOSHIBA/Downloads/protocolo_monitoreo_aire%20(4).pdf).

MOTOCANCHE, DIEGO. 2019. *Evaluación de la influencia de las condiciones meteorológicas en los niveles de material particulado PM10 y PM2.5 en la construcción del Hospital Hipólito Unánue de Tacna*. Tacna - Perú : Universidad Privada de Tacna, 2019.

MUÑOZ, CARLOS. 2015. *Metodología de investigación-ciencia sociales*. México : Oxford University Press México, S.A. de C.V., 2015.

NEVERS, NOEL. 1998. *Ingeniería de control de la contaminación del aire*. México : Editorial McGraw-Hill, 1998.

NIÑO, VINTOR MIGUEL. 2011. *Metodología de la investigación*. Bogotá : Ediciones de la U, 2011.

PAEW, M. 1972. *El método Montessori*. Londres : Editorial Espasa, 1972.

PIAGET, J. Y HELLER, J. 1968. *La autonomía en la escuela*. Barcelona - España : Editores Paidós, 1968.

PINEDA, ELIA BEATRIZ. 1994. *Metodología de la investigación-Manual para el desarrollo de personal de salud*. Washington : s.n., 1994.

- PRIETO, OSCAR. 2016. *Caractetización de material particulado, plomo y arsénico para la evaluación de la calidad de aire en el distrito de Islay - Matarani*. Arequipa - Perú : Universidad Nacional de San Agustín, 2016.
- RAMÍREZ , ALBERTO. S/F. *Metodología de la investigación científica*. Colombia : Pontificia Universidad Javeriana, s/f.
- SALAZAR, HÉCTOR JOSÉ. 2013. *Manual de Metodología de la investigación*. Huaráz : s.n., 2013, pág. 22.
- STRAUSS, W. 1990. *Contaminacion del aire, causas, efectos y soluciones*. México : Editorial Trillas S.A., 1990.
- TAMAYO, MARIO. 2003. *El Proceso de la Investigación Científica*. México : Limusa S.A., 2003.
- TARAZONA, PAULA. 2018. *Evaluación de la calidad de aire por emisiones de material particulado (PM10) en la vereda Mochuelo - Alto Bogotá D.C*. Bogotá - Colombia : Universidad El Bosque, 2018.
- TENORIO, BAHENA. 1998. *Técnicas de investigación documental*. s.l. : Trillas, 1998.
- VARA, MARÍA. 2017. *Contaminación atmosférica con material particulado en la ciudad del Cusco y su comportamiento - 2016*. Arequipa - Perú : Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, 2017.
- VIVANCO, EDWIN. 2019. *Evaluación de la concentración de PM10 y plomo en el aire ambiental, en los pueblos jóvenes cercanos a los depósitos de minerales en el Callao*. Lima - Perú : Universidad Nacional Agraria La Molina, 2019.

Anexo 3 Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Unidad de medida	Escala
Variable Independiente Material particulado	Se denomina material particulado a una mezcla de partículas líquidas y sólidas, de sustancias orgánicas e inorgánicas, que se encuentran en suspensión en el aire. El material particulado forma parte de la contaminación del aire. Su composición es muy variada y podemos encontrar, entre sus principales componentes, sulfatos, nitratos, el amoníaco, el cloruro sódico, el carbón, el polvo de minerales, cenizas metálicas y agua. Dichas partículas además producen reacciones químicas en el aire (Instituto geoambiental, 2020)	El material particulado será evaluado mediante el Hi-vol de flujo de alto volumen para PM10 y PM2.5.	Material particulado 2.5	PM2.5	µg/m ³	Razón
			Material particulado 10	PM10	µg/m ³	Razón
Variable Dependiente Calidad de aire	El índice de calidad del aire es una cifra que proporcionan las autoridades de una zona y que refleja las cantidades de contaminantes presentes en el aire (Ministerio del ambiente, 2019)	Para la medición de calidad de aire se aplicará el AQI que es la metodología para determinar el índice de la calidad de aire para material particulado en suspensión PM10 y PM2.5.	Índice de calidad de aire global según el método AQI Air Quality Index para PM2.5	$AQI = \left[\frac{(PM_{obs} - PM_{min}) \times (AQI_{max} - AQI_{min})}{(PM_{max} - PM_{min})} \right] +$	µg/m ³	Intervalo
			Índice de calidad de aire global según el método AQI Air Quality Index para PM10	$AQI = \left[\frac{(PM_{obs} - PM_{min}) \times (AQI_{max} - AQI_{min})}{(PM_{max} - PM_{min})} \right] +$	µg/m ³	Intervalo

Anexo 4. Instrumentos de recolección de datos

FICHA N°1 INSTRUMENTO DE MONITOREO DE AIRE							
Titulo del proyecto: "Calidad del aire por la emisión de material particulado en la comunidad de Callqui Chico, Huancavelica - 2021"							
Responsables: Ramoa Ccencho Naysha Lizbeth y Rua Espinoza Katy Mary							
Aeeor: Dr. Ordoñez Galvez, Juan Julio							
Distrito:				Provincia:			
Codigo del Punto:				Zonificación de Acuerdo al ECA:			
Fuente Generadora de material particulado:							
Metodo: Alto volumen () Bajo volumen ()							
(Marca con un aspa x)							
Fija:				Movil: ()			
Descripción de la Fuente:							
Croquis de la Ubicación de la Fuente y del Punto de Monitoreo:							
PUNTO DE MONITOREO DE MATERIAL PARTICULADO EN LA COMUNIDAD DE CALLQUI CHICO - HUANCAVELICA			CROQUIZ DEL PUNTO DE MONITOREO				
COORDENADAS							
N							
E							
A							
Registro de datos del material particulado							
Punto de monitoreo	Peso inicial del filtro	Peso final del filtro	PM10	Peso inicial del filtro	Peso final del filtro	PM2,5	OBSERVACION

Atentamente,




Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308



Dr. Ordoñez Galvez
 CIP 11998



Dr. HORACIO ARISTA S.
 CIP N° 25450

FICHA N°2 INSTRUMENTO DE CALIDAD DE AIRE

Título del proyecto: "Calidad del aire por la emisión de material particulado en la comunidad de Callqui Chico, Huancavelica - 2021"

Responsables: Ramos Ccencho Naysha Lizbeth y Rúa Espinoza Katy Mary

Aesor: Dr. Ordoñez Galvez, Juan Julio

Distrito: _____ Provincia: _____

Código del Punto: _____ Zonificación de Acuerdo al ECA: _____

Fuente Generadora de material particulado:

Método: Alto volumen () Bajo volumen ()

(Marca con un aspa x)

Fija: _____ Móvil: ()

Descripción de la Fuente:

Croquis de la Ubicación de la Fuente y del Punto de Monitoreo:

PUNTO DE MONITOREO DE MATERIAL PARTICULADO EN LA COMUNIDAD DE CALLQUI CHICO - HUANCAVELICA	CROQUIZ DEL PUNTO DE MONITOREO	
	COORDENADAS	
	N	
	E	
A		

Registro de datos del material particulado

PM10	PM2.5	ICA	COLOR	CLASIFICACION	CONCENTRACION	AQI	OB SERVACION

lentamente.


 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308


 Dr. Carlos Benítez Alfaro
 CIP 71998


 Dr. HORACIO ARISTA S.
 CIP N° 25450

FICHA N°3 DETERMINACION DE MATERIAL PARTICULADO PM10 Y PM2.5

Título del proyecto: "Calidad del aire por la emisión de material particulado en la comunidad de Caliqui Chico, Huancavelica – 2021"

Responsables: Ramos Coencho Naysha Lizbeth y Rus Espinoza Katy Mary

Aesor: Dr. Ordoñez Galvez, Juan Julio

Empresa:		Unidad o Proyecto:	
Estación	Fecha:	Código de Filtro	Pesos (gr)
			Inicial: Final: Diferencia:
Horómetro		Fundonamiento	
Inicial:	Final:	Horas:	Minutos:
Diferencia de Presión Manométrica		Presión ATM. (mmHg)	Temperatura (°C):
Inicial	Final	Promedio	Razón de Presión:
			Qreal (m3/min): Qstd (m3/min) VOLstd (m3)
Concentración de Material Particulado PM-10 Y PM2.5			
Concetración PM10 y PM2.5(ug/m3N)	As (ug/muestra)	As (ug/m3N)	Pb (ug/muestra)
			Pb (ug/m3N)

Atentamente,




Juan Julio Ordoñez Galvez
DNI: 08447308



Omar Benítez Alfaro
CIP 11998



Dr. HORACIO ACOSTA S.
CIP N° 25450

FICHA N°5 HOJA DE VIDA DE EQUIPO HI VOL							
Título del proyecto: "Calidad del aire por la emisión de material particulado en la comunidad de Callqui Chico, Huancavelica - 2021"							
Responsables: Ramos Coencho Naysha Lizbeth y Rúa Espinoza Katy Mary							
Asesor: Dr. Ordoñez Galvez, Juan Julio							
E SPECIFICACIONES							
Nombre:							
Código del Equipo:				Código Inventario:			
Marca:		Serial:					
Modelo:		Voltaje:					
Ubicación:		Amperaje:					
Manual de operación:	SI		NO		Inglés		Español
CARACTERÍSTICAS METEREOLÓGICAS DEL EQUIPO							
Medición a realizar:				Patrones:			
Frecuencia de Calibración:				Frecuencia de Verificación:			
FOTOS DEL EQUIPO							
Observaciones :							



 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308


 Dr. César Benítez Alfaro
 CIP 71928


 Dr. HORACIO ARISTAS.
 CIP N° 25450

Anexo 5. Validación de instrumentos



SOLICITUD: Validación de instrumento de recojo de información.

Dr. ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO

Yo Ramos Ccencho Naysha Lizbeth y Rua Espinoza Katy Mary identificado con DNI N° 72249973 y 48594337 respectivamente; alumnas de la EAP de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando titulada: **“Calidad del aire por la emisión de material particulado en la comunidad de Callqui Chico, Huancavelica - 2021”**, solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Ficha de evaluación
- Instrumento
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, 7 de junio del 2021

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Naysha Lizbeth Ramos Ccencho".

Ramos Ccencho, Naysha Lizbeth
D.N.I. 72249973

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Katy Mary Rua Espinoza".

Rua Espinoza, Katy Mary
D.N.I. 48594337

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Hidrólogo Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Instrumento de monitoreo de aire**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Ramos Ccencho Naysha Lizbeth y Rua Espinoza Katy Mary**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

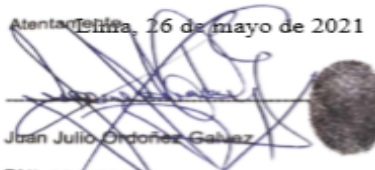
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90%

Atentamente, 16 de mayo de 2021


 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Hidrólogo Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Instrumento de la calidad de aire**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Ramos Ccencho Naysha Lizbeth y Rua Espinoza Katy Mary**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

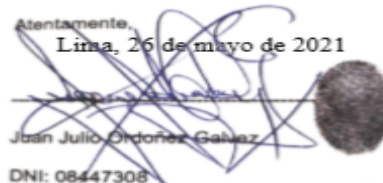
IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Atentamente,
Lima, 26 de mayo de 2021

Jhan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Hidrólogo Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Determinación de material particulado PM10 y PM2.5**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Ramos Ccencho Naysha Lizbeth y Rua Espinoza Katy Mary**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Atentamente,
Lima, 26 de mayo de 2021


 Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

VALIDACION DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Hidrólogo Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Toma y cálculo de datos**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Ramos Ccencho Naysha Lizbeth y Rua Espinoza Katy Mary**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

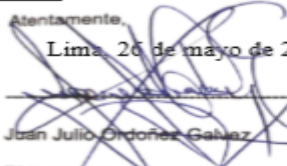
III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Atentamente,
 Lima, 26 de mayo de 2021

 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

VALIDACION DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Hidrólogo Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Hoja de vida de equipo Hi Vol**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Ramos Ccencho Naysha Lizbeth y Rua Espinoza Katy Mary**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Atentamente,
Lima, 26 de mayo de 2021

Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

SOLICITUD: Validación de instrumento de recojo de información.

Dr. BENITES ALFARO, ELMER

Yo Ramos Ccencho Naysha Lizbeth y Rua Espinoza Katy Mary identificado con DNI N° 72249973 y 48594337 respectivamente; alumnas de la EAP de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando titulada: **“Calidad del aire por la emisión de material particulado en la comunidad de Callqui Chico, Huancavelica - 2021”**, solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Ficha de evaluación
- Instrumento
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, 7 de junio del 2021



Ramos Ccencho, Naysha Lizbeth
D.N.I. 72249973



Rua Espinoza, Katy Mary
D.N.I. 48594337

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. BENITES ALFARO, ELMER**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Instrumento de monitoreo de aire**
- 1.5. Autor (A) de Instrumento: **Ramos Ccencho Naysha Lizbeth y Rua Espinoza Katy Mary**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

x

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85%


 Dr. Elmer Benites Alfaro
CIP 71936

Lima, 31 de mayo de 2021

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. BENITES ALFARO, ELMER**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Instrumento de la calidad de aire**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Ramos Ccencho Naysha Lizbeth y Rua Espinoza Katy Mary**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										x			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

x

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%


 Dr. Elmer Benites Alfaro
CP 7198

Lima, 31 de mayo de 2021

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. BENITES ALFARO, ELMER**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Determinacion de material particulado PM10 y PM2.5**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Ramos Ccencho Naysha Lizbeth y Rua Espinoza Katy Mary**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										x			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

x

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%


 Dr. Elmer Benites Alfaro
CP 71998

Lima, 31 de mayo de 2021

VALIDACION DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. BENITES ALFARO, ELMER**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Toma y cálculo de datos**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Ramos Ccencho Naysha Lizbeth y Rua Espinoza Katy Mary**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

x

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%


 Dr. Elmer Benites Alfaro
 CP 71998

Lima, 31 de mayo de 2021

VALIDACION DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. BENITES ALFARO, ELMER**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Hoja de vida de equipo Hi Vol**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Ramos Ccencho Naysha Lizbeth y Rua Espinoza Katy Mary**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

x

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%



Dr. Elmer Benites Alfaro
CIP 71998

Lima, 31 de mayo de 2021

SOLICITUD: Validación de instrumento de recojo de información.

Dr. EUSTERIO HORACIO ACOSTA SUASNABAR

Yo Ramos Ccencho Naysha Lizbeth y Rua Espinoza Katy Mary identificado con DNI N° 72249973 y 48594337 respectivamente; alumnas de la EAP de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando titulada: **“Calidad del aire por la emisión de material particulado en la comunidad de Callqui Chico, Huancavelica - 2021”**, solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Ficha de evaluación
- Instrumento
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, 7 de junio del 2021



Ramos Ccencho, Naysha Lizbeth
D.N.I. 72249973



Rua Espinoza, Katy Mary
D.N.I. 48594337

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. EUSTERIO HORACIO ACOSTA SUASNABAR**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Instrumento de monitoreo de aire**
 1.5. Autor (A) de Instrumento: **Ramos Ccencho Naysha Lizbeth y Rua Espinoza Katy Mary**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.									X				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.									X				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									X				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									X				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales									X				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.									X				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.									X				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.									X				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									X				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									X				

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

80%

Lima, 7 de junio de 2021


 Dr. HORACIO ACOSTA S.
 CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. EUSTERIO HORACIO ACOSTA SUASNABAR**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Instrumento de la calidad de aire**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Ramos Ccencho Naysha Lizbeth y Rua Espinoza Katy Mary**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.									X				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.									X				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									X				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									X				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales									X				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.									X				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.									X				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.									X				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									X				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									X				

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

80%

Lima, 7 de junio de 2021


Dr. HORACIO ACOSTA S.
 CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. EUSTERIO HORACIO ACOSTA SUASNABAR**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Determinacion de material particulado PM10 y PM2.5**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Ramos Ccencho Naysha Lizbeth y Rua Espinoza Katy Mary**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.									X				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.									X				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									X				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									X				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales									X				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.									X				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.									X				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.									X				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									X				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									X				

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

80%

Lima, 7 de junio de 2021


Dr. HORACIO ACOSTA S.
 CIP N° 25450

VALIDACION DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. EUSTERIO HORACIO ACOSTA SUASNABAR**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Toma y cálculo de datos**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Ramos Ccencho Naysha Lizbeth y Rua Espinoza Katy Mary**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.									X				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.									X				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									X				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									X				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales									X				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.									X				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.									X				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.									X				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									X				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									X				

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

80%

Lima, 7 de junio de 2021


 DR. HORACIO ACOSTA S
 CIP N° 25450

VALIDACION DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. EUSTERIO HORACIO ACOSTA SUASNABAR**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Hoja de vida de equipo Hi Vol**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Ramos Ccencho Naysha Lizbeth y Rua Espinoza Katy Mary**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE		ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.									X				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.									X				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									X				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									X				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales									X				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.									X				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.									X				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.									X				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									X				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									X				

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

80%

Lima, 7 de junio de 2021


Dr. HORACIO ACOSTA S.
 CIP N° 25450

Anexo 6. Ficha de calibración de quipo



Universidad Nacional de Huancavelica
Laboratorio de microbiología
Ciudad Universitaria de Paturpampa – Laboratorio de microbiología



CERTIFICADO DE CALIBRACION DEL EQUIPO

SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO-MEDIDOR DE MATERIAL PARTICULADO PM10 y PM-2.5 INFORME N°001 PÁGINA 1/1

DATOS DEL EVALUADOR:

CLIENTE:	Universidad Nacional Huancavelica	DIRECCIÓN:	Paturpampa 06001
ÁREA:	Laboratorio Central	DEPARTAMENTO:	Huancavelica
RESPONSIBLE:	Dr. Victor Sánchez Araujo	DISTRITO:	Huancavelica
FECHA:	10-05-2021	TELÉFONO:	957892185

DATOS DE EQUIPO:

EQUIPO	HI-VOL, PM10	MARCA: Thermo Scientific	INSTRUMEX
MODELO	No indica	SERIE N°1772510	No indica
CÓDIGO	No indica		

REVISIÓN INICIAL:

DESCRIPCIÓN	SI	NO
EQUIPO ENCIENDE Y APAGA CORRECTAMENTE	X	
ESTADO FÍSICO DEL EQUIPO EN BUENAS CONDICIONES	X	
CUENTA CON ACCESORIOS REQUERIDOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO	X	
TARJETA ELECTRÓNICA DE CONTROL OPERATIVA	X	
DISPLAY DE LECTURA EN BUENAS CONDICIONES	X	
SOPORTE TRÍPODE DE BUENAS CONDICIONES	X	
TABLA FUENTE DE ALIMENTACIÓN	X	

CONCLUSIÓN:

- EQUIPO/COMPONENTE OPERATIVO
 EQUIPO/COMPONENTE OBSERVADO

RECOMENDACIONES:

- LIMPIAR CON PAÑO SECO LAS SUPERFICIES DEL EQUIPO ASI MISMO SUS ACCESORIOS ANTES DEL ALMACENAJE EN LUGAR LIBRE DE HUMEDAD.
- REALIZAR MANTENIMIENTO AL SISTEMA PORTA FILTROS ANTES DE COMENZAR EL PROCESO DEL TRABAJO.
- AL MOMENTO DE INTRODUCIR EL FILTRO UTILIZAR GANTES Y PINZAS.
- MANTENER UNA FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO DE 12 MESES.

INFORME REALIZADO POR:

INFORME REVISADO POR:


Dr. SÁNCHEZ ARAUJO, Victor G
ENCARGADO DEL LABORATORIO
CENTRAL


Bach. RUA ESPINOZA, Katy Mary
TESISTA


Bach. RAMOS CCERICHO, Naysha Usbeth
TESISTA

Anexo 7. Muestras de laboratorio



Universidad Nacional de Huancavelica
Laboratorio central
Ciudad Universitaria de Paturpampa – Laboratorio de microbiología



RESULTADO DE ANÁLISIS

Fecha de muestreo:
12/05/2021- 31/05/2021

RESPONSABLE DEL LABORATORIO:
Dr. Víctor Guillermo Sánchez Araujo

Muestra:
Material particulado

Punto de muestreo:
Del PM1 al PM10

Lugar de muestra:
Callejón chico Huancavelica

Fecha de recepción de las muestras:
13/05/2021-01/06/2021

Usuarios

Técnicos

Tipo de muestra:
Aire flujó

Equipos
Hi-vel

Lugar de análisis
Laboratorio central de la UNH

Fecha de ejecución del ensayo:
14/05/2021-01/06/2021

Objeto de estudio
Ejecución de tesis

Clase de muestra
Aire

Parámetros a analizar
PM₁₀ y PM_{2,5}

Fecha de emisión de reporte
02/06/2021

REPORTE

Fecha	Punto de monitoreo	Peso inicial	Peso final	PM 2,5	Fecha	Peso inicial	Peso final	PM 10
12/05/2021	PM1	3.50g	3.56g	56,7	13/05/2021	3.52g	3.64g	113,4
14/05/2021	PM2	3.50g	3.57g	66,1	15/05/2021	3.50g	3.63g	122,8
16/05/2021	PM3	3.51g	3.57g	56,7	17/05/2021	3.50g	3.61g	103,9
18/05/2021	PM4	3.50g	3.58g	75,6	19/05/2021	3.51g	3.65g	132,3
20/05/2021	PM5	3.52g	3.59g	66,1	21/05/2021	3.52g	3.65g	122,8
22/05/2021	PM6	3.51g	3.57g	56,7	23/05/2021	3.50g	3.66g	151,2
24/05/2021	PM7	3.51g	3.59g	75,6	25/05/2021	3.52g	3.67g	141,7
26/05/2021	PM8	3.51g	3.57g	56,7	27/05/2021	3.50g	3.64g	132,3
28/05/2021	PM9	3.51g	3.56g	47,2	29/05/2021	3.50g	3.62g	113,4
30/05/2021	PM10	3.50g	3.56g	56,7	31/05/2021	3.50g	3.60g	94,5

Huancavelica, 02 de junio del 2021.

LABORATORIO CENTRAL DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA

Dr. Víctor Guillermo Sánchez Araujo
RESPONSABLE

Anexo 8. Panel fotográfico



Foto 1 Acondicionamiento de filtros

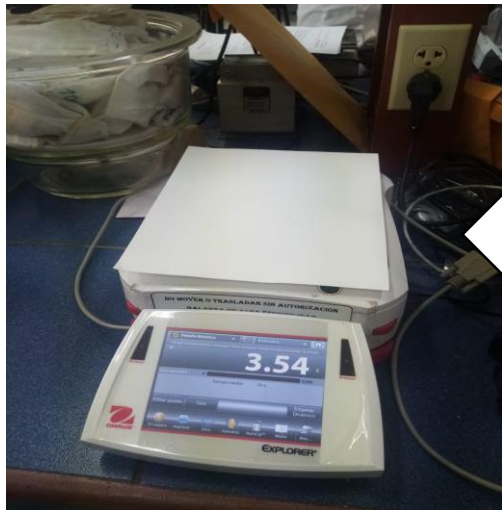


Foto 2 Recolección de datos de filtros pesados inicialmente



Foto 3 Puntos de monitoreo de material particulado

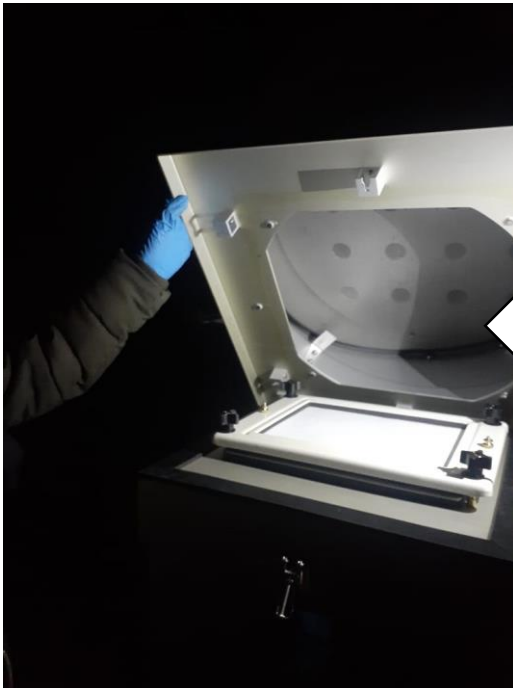


Foto 4 Instalación del equipo Hi-Vol.



Foto 5 Instalación de filtros en puntos de monitoreo

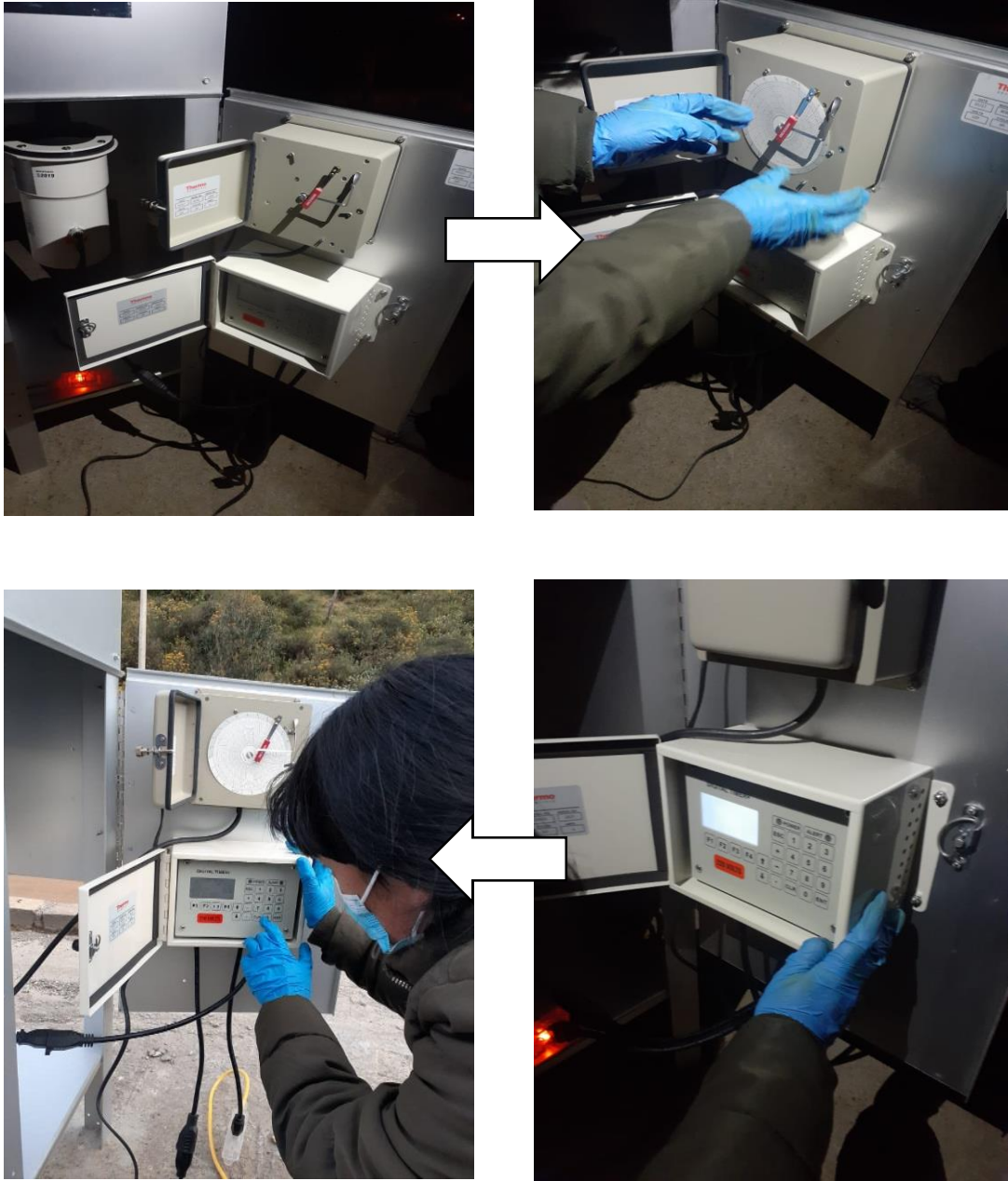


Foto 6 calibración de equipo Hi-Vol

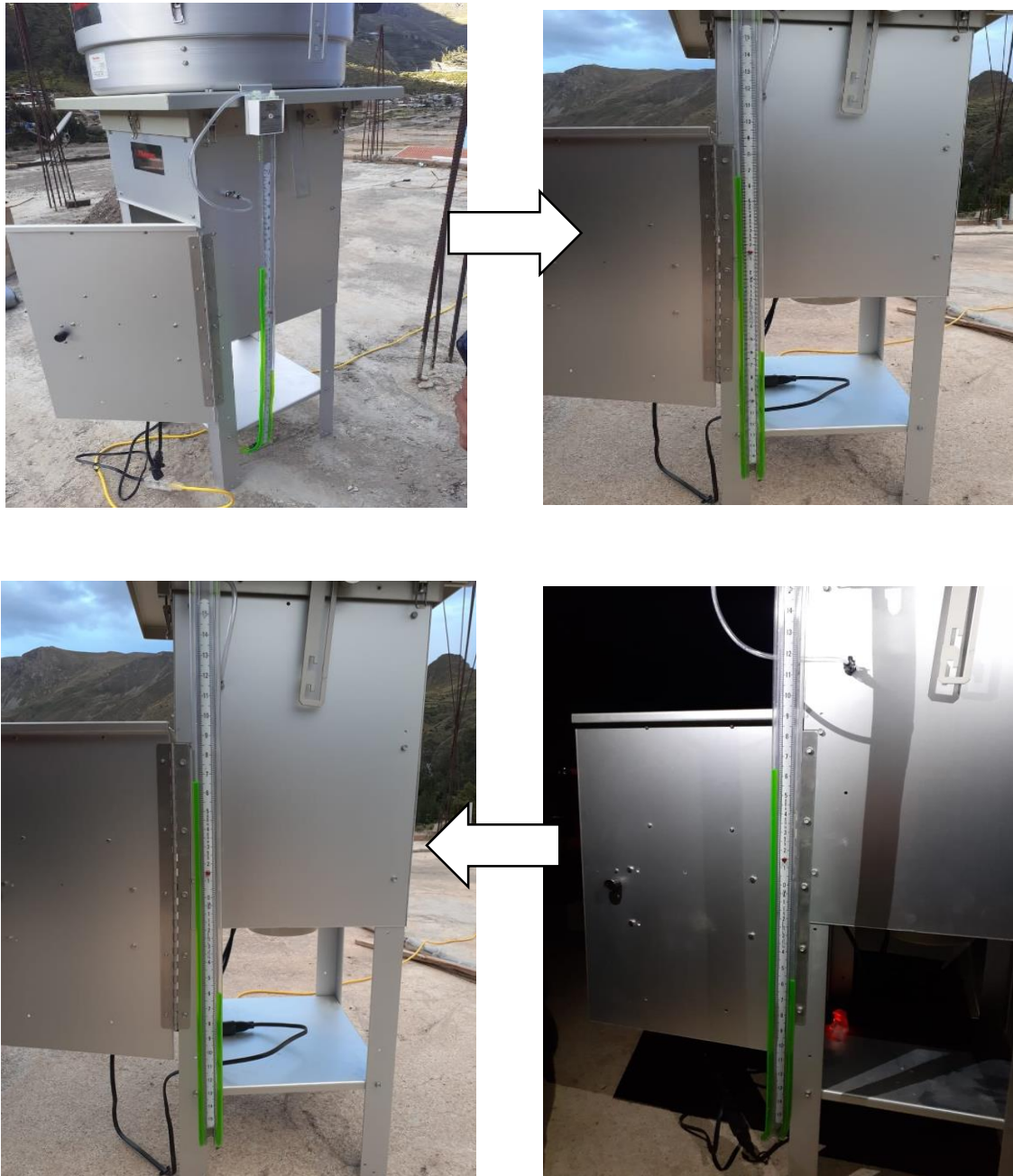


Foto 7 Calculo de la presión inicial y final

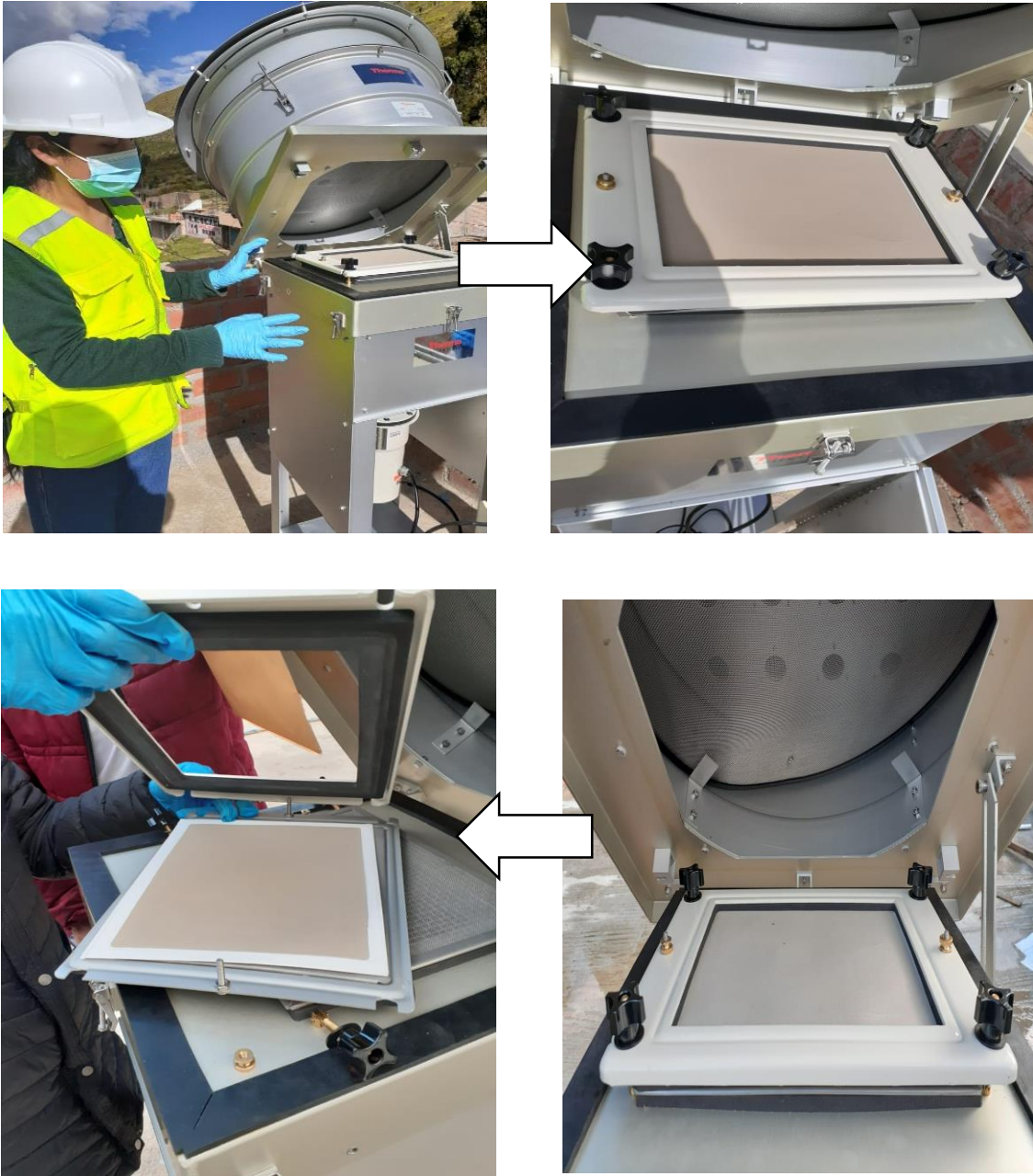


Foto 8 Recojo de filtro pasado las 24 horas de monitoreo

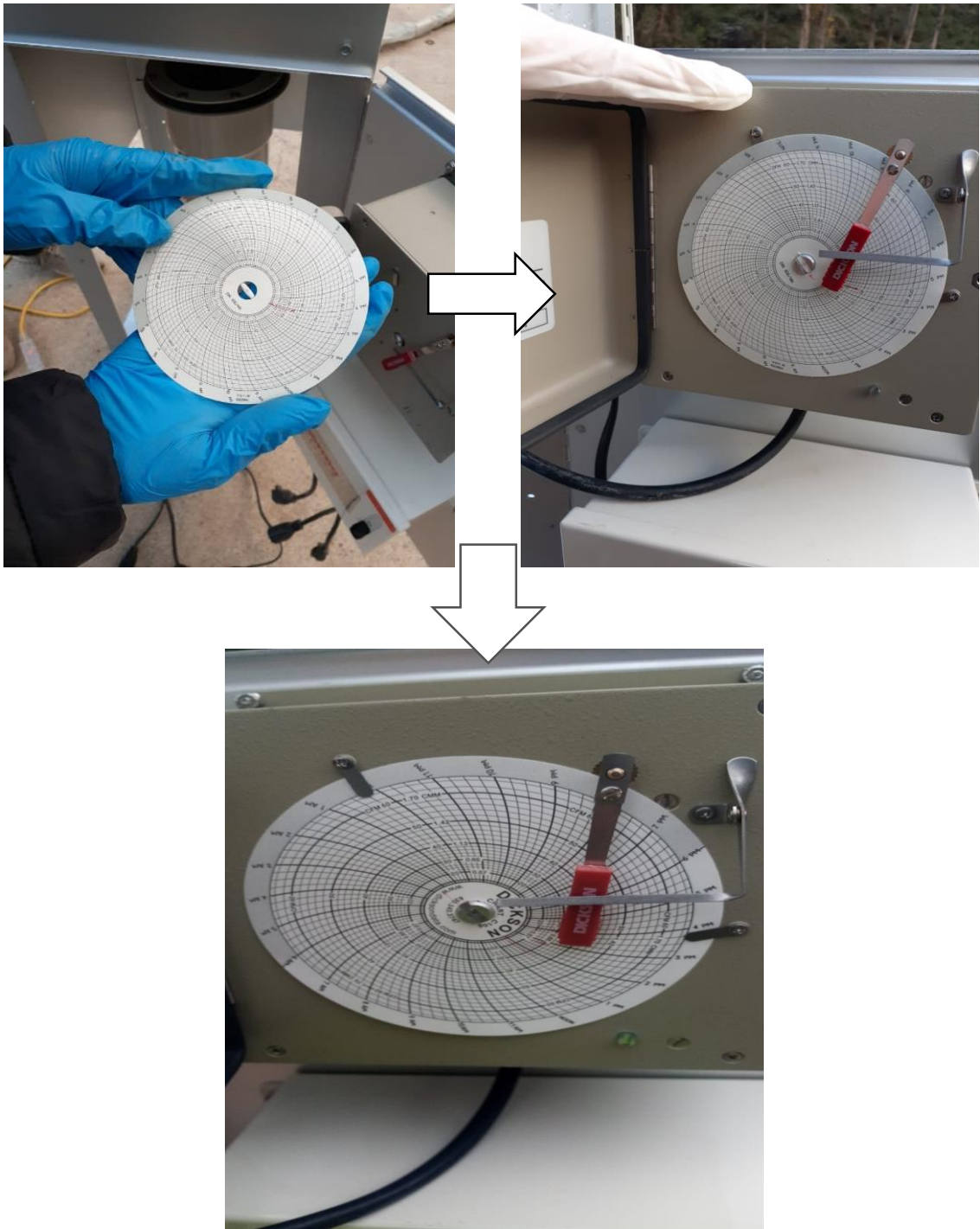


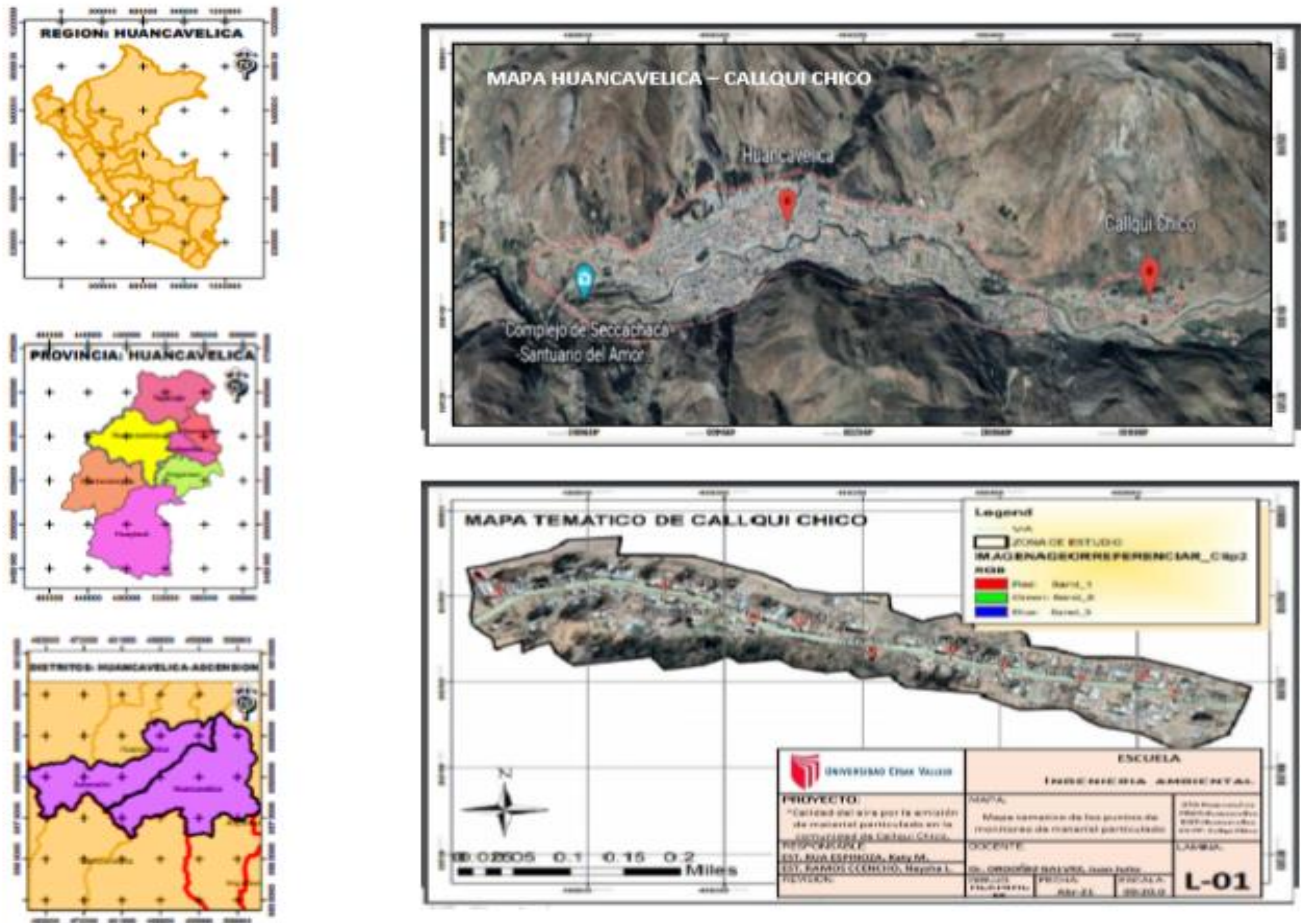
Foto 9 Retiro carta contador de flujo



Foto 10 Peso final de filtros de material particulado PM10 Y PM2.5

Anexo 9. Mapa de ubicación Huancavelica – Callqui Chico

MAPA DE UBICACIÓN HUANCAVELICA – CALLQUI CHICO



Fuente ArcGis, elaboración propia