



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Evaluación de la contaminación en el aire por material particulado
PM10 en el cercado de la ciudad de Chiclayo**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Fernández La Torre, Juan Miguel Alejandro (ORCID: 0000-0003-2824-7446)

Potenciano Flores, Alexandra (ORCID: 0000-0002-2845-021X)

ASESOR:

Dr. Ponce Ayala, José Elías (ORCID: 0000-0002-0190-3143)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

CHICLAYO - PERU

2021

Dedicatoria

Esta tesis se la dedico de manera muy especial, primeramente, a Dios por guiar cada uno de mis pasos, en segundo lugar, a los pilares de mi vida, mis padres (Alejandro y Felicitas), hermana (Milagros), tíos (Manuel y Delicia), demás familiares, amigos y a todas aquellas personas que incondicionalmente estuvieron conmigo en todo el proceso de mi vida académica.

Juan Miguel Alejandro

Dedico este pequeño trabajo a mi familia, amigos, en especial a José Luis, a mi pequeña mascota Belky y a mí por la perseverancia de seguir luchando el día a día.

Alexandra

Agradecimiento

Agradezco a Dios por permitirme realizar de forma exitosa mi tesis, a mis padres por el gran esfuerzo que realizaron por brindarme lo mejor, a mi hermana y demás familiares por siempre apoyarme en todas mis decisiones y proyectos. A mi asesor por hacer posible la realización de mi trabajo. También agradecer de manera muy especial a la familia Legarda Rosero y Lasso Delgado por todo el cariño y la atención que tuvieron en toda mi estadía en la ciudad de Pasto – Colombia.

Juan Miguel Alejandro

Agradezco infinitamente a Dios, por tanto, a mis padres por el apoyo económico, a mis maravillosos hermanos, a mi querida tía, a mi familia colombiana, Rosero Legarda.

Alexandra

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen.....	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	10
3.1. Tipo y diseño de investigación	10
3.2. Variables y operacionalización.....	11
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5. Procedimientos	14
3.6. Método de análisis de datos.....	21
3.7. Aspectos éticos.....	22
IV. RESULTADOS	23
V. DISCUSIÓN	26
VI. CONCLUSIONES	30
VII. RECOMENDACIONES.....	31
REFERENCIAS.....	32
ANEXOS	46

Índice de tablas

Tabla 01: <i>Estándar de calidad para material particulado (OMS)</i>	4
Tabla 02: <i>Estándar de calidad para material particulado (OMS)</i>	9
Tabla 03: <i>Matriz de operacionalización de variables</i>	11
Tabla 04: <i>Punto crítico</i>	13
Tabla 05: <i>Coordenadas del punto crítico</i>	21
Tabla 06: <i>Resultado del punto crítico P1</i>	24
Tabla 07: <i>Comparación del resultado con la normativa peruana vigente</i>	25

Índice de figuras

<i>Figura 01:</i> Punto critico	12
<i>Figura 02:</i> Plan para la obtención de datos-Sampieri.....	14
<i>Figura 03:</i> Planificación para la recopilación de datos	15
<i>Figura 04:</i> Referencia del punto crítico.....	16
<i>Figura 05:</i> Punto de referencia del monitoreo	16
<i>Figura 06:</i> Filtro previamente pesado y codificado por el laboratorio	17
<i>Figura 07:</i> Instalación del motor generador	17
<i>Figura 08:</i> Cerrado de área a monitorear	18
<i>Figura 09:</i> Instalación y prueba de energía del muestreador de partículas.....	19
<i>Figura 10:</i> Indicaciones técnicas del equipo muestreador de partículas	19
<i>Figura 11:</i> Configuración del equipo muestreador de partículas	20
<i>Figura 12:</i> Porta filtro después de 24 horas de medición	20
<i>Figura 13:</i> Punto crítico: Calle Elías Aguirre con av. José Eufemio Lora y Lora...	23
<i>Figura 14:</i> Comparación entre los valores obtenidos y los de la norma técnica...	25

Resumen

El objetivo general de esta investigación fue determinar la contaminación en el aire por material particulado PM10 en la zona urbana de la ciudad de Chiclayo, puesto que según la OMS el material particulado atmosférico emitido por fuentes fijas y móviles aumenta el riesgo de contraer enfermedades cardiovasculares y respiratorias y que provocará aproximadamente 2 millones de muertes prematuras. El tipo de investigación enfocado en este trabajo es de tipo correlacional, con un diseño descriptivo correlacional. La población estuvo representada por el área que comprende la ciudad de Chiclayo y la muestra está representada por un punto crítico. Para la recolección de datos se utilizó la técnica de la observación directa.

El monitoreo de material particulado PM10 se realizó en el cercado de la ciudad de Chiclayo exactamente en la intersección de la calle Elías Aguirre con avenida José Eufemio Lora y Lora. Como resultado se obtuvo que el muestreo no supera el ECA aire, puesto que, el valor obtenido alcanza un $68.0865 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas de medición y según la norma peruana no debería exceder los $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas, cumpliéndose así con lo estipulado en la normativa peruana.

Palabras clave: Material particulado atmosférico, punto crítico, zona urbana, muestreo, observación directa.

Abstract

The general objective of this research was to determine the air pollution by PM10 particulate matter in the urban area of the city of Chiclayo, since according to the WHO, the atmospheric particulate matter emitted by fixed and mobile sources increases the risk of cardiovascular and respiratory diseases and will cause approximately 2 million premature deaths. The type of research focused on in this work is correlational, with a descriptive correlational design. The population was represented by the area comprising the city of Chiclayo and the sample was represented by a critical point. Direct observation was used for data collection.

The monitoring of PM10 particulate matter was carried out in the city of Chiclayo, exactly at the intersection of Elías Aguirre street and José Eufemio Lora y Lora avenue. As a result, the sampling did not exceed the ECA air, since the value obtained was 68.0865 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 24 hours of measurement and, according to Peruvian regulations, it should not exceed 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 24 hours, thus complying with Peruvian regulations.

Keywords: Atmospheric particulate matter, critical point, urban area, sampling, direct observation.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos cincuenta años, la calidad del aire global ha disminuido debido a actividades como la quema de biomasa, las operaciones industriales y las emisiones de vehículos (Govender y Sivakumar, 2019, p.3). El Perú no es una excepción, la razón es que las ciudades siguen creciendo rápidamente y son caóticas y desordenadas, una serie de problemas ambientales tienen un gran impacto en los habitantes y el medio ambiente (Bustios, Martina y Arroyo, 2013, p.3), uno de los muchos problemas ambientales es la contaminación del aire.

La contaminación del aire en Perú repercute en las principales áreas urbanas, principalmente por factores de contaminación industrial, domiciliaria y vehicular. La mayor causa de contaminación es por el transporte en carretera (Rivera, 2012), generando contaminación en el aire, el cual afecta a diario la calidad de vida de los habitantes provocando la muerte de millones de personas cada año.

En el aire existen distintas sustancias que afectan la calidad del mismo, como es el caso de las partículas en suspensión (llamadas material particulado (PM)) son los principales contaminantes ambientales y se incluyen en los contaminantes críticos porque afectan a más personas en paridad a cualquier otra de las sustancias tóxicas en la atmósfera (Zea, 2020), que puede ser clasificar según su función de origen (natural y antrópico), según su mecanismo de formación (primario y secundario), según la base de constitución química (minerales, aerosoles marinos, partículas carbonáceas, especies inorgánicos secundarios y metales), o según su tamaño (Sanfelix, 2017).

La constitución de PM10 proviene de partículas en suspensión desprendidas del suelo y del polvo que dispersan los vehículos en movimiento (Bañeras, 2017, p.28).

La investigación realizada por World Health Organization (OMS) estima que el material particulado (PM) atmosférico emitido por fuentes fijas y móviles aumentará el riesgo de enfermedades cardiovasculares y respiratorias, cáncer de pulmón, dolores de cabeza y provocará aproximadamente 2 millones de muertes prematuras. Por otro lado, World Health Organization (OMS) estima que, si la polución de PM10 disminuye de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se puede evitar el 15% de fallecimientos atribuidos a la pésima calidad del aire (Ramos y Benítez, 2017).

En Perú, 36 personas mueren por contaminación del aire todos los días y más de 13.000 personas mueren por la misma causa cada año (Campos, 2021, p.17).

Por eso, el gobierno estableció normas de gestión ambiental para combatir esta contaminación, como lo es el Estándar de Calidad de Aire (ECA) para PM10 promedio anual de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.S. N° 003-2017-MINAM). Sin embargo, casi no hay investigaciones acerca de la calidad del aire en diferentes partes del país, como la ciudad de Chiclayo. Por otros factores, existe evidencia de que los niveles de contaminación del aire se deben a la calidad del aire, y al gas que contiene los elementos básicos que sustentan la vida. Se ve afectado por diversas fuentes. El impacto de las emisiones de gases, especialmente por el parque automotor, es responsable del 70% de la contaminación atmosférica (Díaz, 2020).

En ese contexto, el monitoreo se realizó en un área crítica del cercado de la ciudad de Chiclayo, siendo así la calle Elías Aguirre con avenida José Eufemio Lora y Lora (cerca de las oficinas del Banco de la Nación), un punto crítico, la cual se determinó por la técnica de observación directa, ello debido a que se realizaron más observaciones en el sitio de investigación, en efecto, se observó que el punto a estudiar es un lugar muy concurrido, además de estar cerca de colegios, farmacias, restaurantes, parques y una clínica.

Por lo tanto, al observar la situación problemática se formuló la pregunta general y los objetivos específicos del estudio presentado. La pregunta general es: ¿Existirá contaminación en el aire por material particulado PM10 en el cercado de la ciudad de Chiclayo?

El objetivo general fue: Determinar la contaminación en el aire por material particulado PM10 en la zona urbana de la ciudad de Chiclayo, y como objetivos específicos: Señalar mediante un ArcGIS el punto crítico a muestrear en el cercado de la ciudad de Chiclayo, Medir las concentraciones de PM10 en el punto crítico en el cercado de la ciudad de Chiclayo y comparar los valores obtenidos de los PM10 con la normatividad peruana. Se tuvo también como hipótesis de estudio, que el aumento del material particulado en el cercado de la ciudad de Chiclayo disminuye la calidad del aire.

De la misma manera, la justificación de este estudio se debe a que en la provincia de Chiclayo no se han realizado investigaciones sobre el tema tratado, por lo cual contribuirá más adelante como antecedentes para próximos estudios.

II. MARCO TEÓRICO

La Organización Mundial de la Salud (OMS) es la institución que trabaja por la salud y por la buena calidad de vida de todas las personas, dio a conocer dos informes en el año 2014, ratificados en 2016, donde demostraban que el 92% de todos los habitantes a nivel mundial residen en sitios donde no respetan los valores establecidos en la guía de calidad del aire, siendo ello la causa de tres millones de muertes prematuras (Querol, 2018).

El crecimiento acelerado de la población y el consumismo, generan problemas que repercuten a nivel global. En efecto de ello la calidad del aire se ve disminuida por las actividades antropogénica que realizan, siendo el material particulado (PM10) uno de los contaminantes principales, pudiendo llegar a causar dificultades leves o graves en nuestra salud, incluso hasta la muerte (Trujillo, Caballero y Ramón ,2019, p. 1).

En consecuencia, a ello, en varias ciudades se han desarrollado diferentes estudios sobre la contaminación del aire y cómo esta afecta a la salud de las personas, tal es el caso de la ciudad de Mendoza – Ecuador, donde se concluyó que las mediciones realizadas muestran altos niveles de contaminantes, que superan en la gran mayoría de los casos a los valores sugeridos por la OMS en vistas de la preservación de la salud, estimándose que afecta al 87% de los habitantes (Ruggeri et al. 2017).

Tabla 01: *Estándar de calidad para material particulado (OMS)*

Parámetros	Periodo	Valor ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM2.5)	<u>Media de 24 horas</u>	<u>25</u>
	Media anual	10
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10)	<u>Media de 24 horas</u>	<u>50</u>
	Media anual	20

Fuente: Guía de calidad del aire de la OMS.

De igual manera, en la ciudad de México no es el único lugar donde se respira un aire demasiado contaminado, sino también en varias ciudades en el mundo donde no se respeta los estándares de las organizaciones internacionales, es por ello que el monitoreo del aire es de vital importancia, pues con esta se pueden identificar y hacerle frente a la problemática causada por los impactos negativos que se generan por la contaminación en del aire (Soledad, 2015, p. 14).

Así mismo (Kosmidis et al. 2018), hace mención que el PM es dañino para el medio ambiente, ya que sus efectos contienen mayor acidez en lagos y arroyos, cambios en el balance de nutrientes en aguas costeras y cuencas hidrológicas y fósforo en cuerpos de agua. Disminución de nivel de nutrientes en el suelo, bosques y cultivos, diversidad de ecosistemas reducida, deterioro a piedras y otros materiales y visibilidad reducida

Así mismo para el material particulado, es importante controlar los niveles en que está presente en la atmósfera y reducir sus impactos en el ambiente, la salud y la economía, por medio de la mitigación de emisiones en partículas primarias de la combustión de combustibles fósiles y biomasa (Megido, 2018, p.25).

A nivel nacional se han realizado estudios de mucha importancia con respecto a la contaminación del aire por material particulado, como es el caso de Vara (2017), que menciona que en la ciudad de Cusco no supera el estándar de calidad del aire (ECA), pues se tiene como resultado en las estaciones de control AI-01 (25.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) de PM10, AI-02 (57.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) de PM10 y AI-03 de (31.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) de PM10, y que al compararlo con la normativa (ECA) es menor que los 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durante 24 horas, por lo que no existe contaminación.

Aguilar (2019), hace mención que en la Universidad Peruana de las Américas sede Lima, tanto en PM10 y PM2.5 no exceden la normatividad peruana establecida según D.S.074- 2013- PCM, no obstante, a ello es conveniente que los dueños de los vehículos motorizados de la población universitaria busquen mejores alternativas con el fin de mejorar la calidad y la disminución de la quema de los combustibles fósiles.

Asimismo Cervera (2019), hace referencia que en el centro histórico de la ciudad de Trujillo, se concluyó que el índice mayor de PM10 en las cinco estaciones medidas fue de 177.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, excediendo según la norma legal los límites máximos permisibles (LMP); por otro lado se tuvo que en la estación tres no sobrepaso los (LMP), pues se tuvo un valor de 77.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, con respecto al PM2.5 en las cinco estaciones se obtuvieron valores de 34,5 a 39,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, los cuales se encuentran con un nivel muy bajo de concentración según los (LMP).

De igual manera Mosqueira (2019), en su investigación realizada con respecto a la obra de la carretera Chota – Cochabamba, señaló que los valores medidos en el año 2012 y 2013 de los gases PM10 y PM2.5, se detectaron resultados que afectan ligeramente el estado del ambiente y la salud de las personas, pues los resultados donde se obtuvieron índices mayores fueron en abril de 2013 con un total de 46.00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la cantera el molino y 74.90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la chancadora Ajipampa, en relación al (ECA) D.S. N°003-2017 MINAM, no excede.

Fernández (2017), en su estudio plasmo la caracterización de PM10 y PM2.5 en San Juan de Sigüas, ubicado en la ciudad de Arequipa, en donde se obtuvieron resultados variados, en las cuales en algunas estaciones de monitoreo excedían los Estándares de Calidad de Aire (D.S. N° 003-2017-MINAM) y en otras no, el autor del estudio concluyo que ello se veía influenciado por los cambios que se podían dar de mes en mes, siendo el cambio de estación y la cantidad de presencia del parque automotor, una de las principales causas.

En la misma ciudad de Arequipa, se realizó un muestreo en cuatro puntos más concurridos para determinar la concentración de PM10 y PM2.5 los cuales concluyeron que estos superaran la normatividad ambiental peruana, los valores más altos lo presentan la zona industrial, seguidos por la flota vehicular y el más inferior fue las zonas rurales. Además, se logró determinar que el 75% de las muestras recogidas de PM2.5 exceden a la concentración media diaria determinada en Perú como también es el caso de PM10 que excede con 48% (Larrea et al. 2020).

Por otro lado, la investigación realizada por Custodio (2018), redacta el impacto que causa el PM_{2.5} en nuestro ambiente, pues denota que en la ciudad de Chimbote el parque automotor es una de las principales causas del incremento considerable de la sustancia, puesto que las mediciones que se realizaron se encuentran entre 25 µg/m³ a 125 µg/m³, por ende, excediendo la ley vigente referente al material particulado (D.S. N° 003-2017-MINAM).

En este sentido se realizaron investigaciones a nivel local, como la de Valdera (2018), quien en su investigación aborda el tema del PM₁₀ y PM_{2.5} generado en una ladrillera en el distrito de Monsefú – Chiclayo, en el cual se observó que los resultados obtenidos en los muestreos, exceden significativamente los valores de límites máximo permisible (LMP) en 24 horas, lo cual genera un impacto negativo en el ambiente y en las personas aledañas a la ladrillera.

Asimismo, Berrú (2018), hace mención que, en el distrito de Chiclayo, la contaminación del aire genera un impacto negativo en los menores de edad, tal es el caso de niños que se encuentran entre 0 – 11 años, ocasionándoles enfermedades asmáticas. Lo preocupante del impacto negativo que puede causar la contaminación del aire recurrente, es el índice elevado de casos de enfermedades bronquiales que va en crecimiento año tras año.

En Chiclayo se han realizado varios estudios como el realizado por García (2019), quien concluye en su trabajo que, en el inventario de contaminantes, hace referencia y menciona que los mayores emisores de los contaminantes causados por fuentes móviles, como son los taxis, colectivos, mototaxis y camiones, pues estos generan NO_x, PM, COV y CO.

Del mismo modo Prada (2019), en su trabajo de investigación concluye que el estado de contaminación generado por las industrias azucareras es muy elevado, toda vez que estas empresas generan hasta 1,270 µg/m³ de (PM) en un día cuando están en funcionamiento, incumplen ampliamente el límite legal para la concentración en el aire. Esta situación ha originado un impacto negativo en el ambiente al vulnerar la preservación del aire, suelo y agua de la provincia, incidiendo básicamente en el deterioro del ambiente y en la salud de la población.

Asimismo, con los antecedentes anteriormente mencionados, debemos resaltar que la contaminación del aire se ve influenciado generalmente por la excesiva presencia de gases nocivos tanto para el ser humano como para nuestro ambiente (Mayorga, Ruiz y Aldas, 2020, p. 2). El material particulado en todas sus dimensiones es considerado uno de los contaminantes fundamentales del aire, pues independientemente de su composición química, este gas puede que ser inerte y no toxico hasta excesivamente reactivo y muy toxico (Hosseini y Shahbazi, 2016, p. 4).

Es preciso enfatizar que el Material Particulado según Angulo et al. (2011), Menciona que el (PM) según sus características físicas y químicas puede llegar a ser un contaminante complejo, pues dentro de sus propiedades físicas se caracterizan de acuerdo a su morfología, densidad y tamaño de partícula, por otro lado los metales contaminantes secundarios, contaminantes primarios, compuestos inorgánicos y compuestos orgánicos son considerados parte de la composición química del gas contaminante (PM). Con el pasar del tiempo se han desarrollados innumerables investigaciones en todo el mundo, en los cuales denotan que los altos niveles de (PM) y los problemas respiratorios humanos se encuentran correlacionados entre sí (Khaniabadi et al. 2017).

El material particulado inhalable atmosférica (PM10) se refiere a aquellas partículas con diámetros aerodinámicos menores o iguales a 10 mm. La composición de PM10 es compleja, compuesta principalmente por iones inorgánicos, contaminantes orgánicos, elementos de metales pesados, bacterias, virus y otras sustancias nocivas (Cen et al. 2020, p.2).

Por otro lado, el PM2.5 no es el contaminante más nocivo, pues existen todavía partículas mucho más diminutas, que pueden llegar a medir hasta menos de 2.5 millonésimo de metro, los cuales son ocasionados por la mala combustión de los combustibles fósiles y que en efecto podrían llegar a inmiscuirse en el sistema sanguíneo. Por ello la OMS la considera como un agente nocivo para la salud, puesto que puede llegar a causar enfermedades mortales, tales como el cáncer (CONIEEM, 2019, p. 53).

Según la OMS (2015), hace mención que (PM) presente en el aire puede ocasionar consecuencias graves en la salud pública, pues la exposición prolongada a este gas puede causar un abanico de enfermedades cardiovasculares y respiratorios, desde los más leves hasta lo más grave, inclusive hasta la muerte. El impacto sobre la salud puede variar según la edad y el estado en el que se encuentre la persona.

Es así, la importancia de realizar monitoreos sobre la calidad del aire, pues es la única forma de medir la concentración exacta del contaminante, y al mismo tiempo poder así llegar a mitigar y en el mejor de los casos eliminar toda presencia de sustancia nociva que genere impactos negativos en el ambiente y en las personas. Las unidades que se utilizan en la medición del PM, para expresar la cantidad de concentración es en microgramo/metro cubico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) y es denotado como masa de contaminante por unidad de volumen de aire (Serio, Puccetti y Oderigo, 2020, p. 51).

En el Perú existen normas vigentes que regulan la calidad del aire, siendo el Ministerio del Ambiente el ente regulador de dichos estándares, tal es así la existencia del (D.S N° 003 – 2017 – MINAM) titulado como Estándares de Calidad Ambiental (ECA), en el cual se incluyeron los parámetros permitidos para el material particulado, tanto de (PM10) y (PM2.5), además de ello en la ley promulgada también establecen disposiciones complementarias, y que en efecto lo convierten en el instrumento legal indicado para la aplicación de la gestión ambiental.

Tabla 02: Estándar de calidad para material particulado (OMS)

Parámetros	Periodo	Valor ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Criterio de Evaluación	Método de Análisis
Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM2.5)	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	25	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10)	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	

Fuente: Ministerio del Ambiente.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

El tipo de investigación enfocado en nuestro trabajo es Correlacional, puesto que contamos con dos variables de estudio, para ello (Hernández, 2014, p. 93), nos menciona que es la relación existente entre varios conceptos, categoría o variables en particular.

Diseño de investigación

El diseño de investigación a usar en este trabajo es de tipo descriptivo correlacional, para lo cual (Sánchez y Reyes, 2006), menciona que son aquellos estudios donde se realizan deducciones con relación a ambas variables.

3.2. Variables y operacionalización

Tabla 03: *Matriz de operacionalización de variables*

Variable(s)	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
VD: Contaminación del aire	Se refiere a la presencia de sustancias tóxicas en la atmósfera, que pueden causar daños a la salud de la población o de diferentes ecosistemas (Ubilla y Yohannessen, 2017)	Es la alteración de la calidad del aire por la combinación o mezcla de gases y partículas sólidas presentes en la atmósfera.	ECA Aire, Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM	Medición de PM10 por un periodo de 24 horas ininterrumpidas $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Intervalo
VI: Material Particulado	Se define como un conjunto o mezcla compleja de partículas sólidas y líquidas, con características físicas y químicas, las cuales se encuentran suspendidas en la atmósfera (Lizárraga et al. 2019).	Son una serie de diminutos cuerpos sólidos o líquidos presentes en la atmósfera y se clasifican según su tamaño en micras.	Material Particulado (PM10)	Medición de PM10 por un periodo de 24 horas ininterrumpidas $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Intervalo

Fuente: Elaboración propia

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población

El área que comprende la ciudad de Chiclayo.

Criterios de inclusión

El punto a estudiar se seleccionó para medir la concentración de material particulado en el mercado de la ciudad de Chiclayo, está conformado por calles estrechas muy concurridas por la población Chiclayana y por la aglomeración masiva de vehículos de transportes.

Criterios de exclusión

Se excluye ciertos criterios de la investigación, tales como el margen de tiempo de mantenimiento de los vehículos de transporte, el impacto negativo que sufren las personas aledañas a dichos puntos críticos y el nivel de educación ambiental que posee la población.

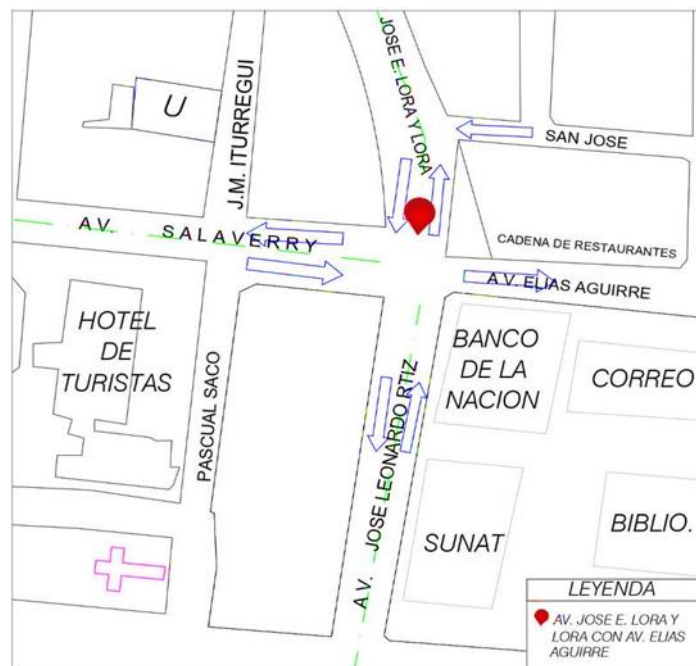


Figura 01: Punto crítico

Fuente: Elaboración propia

Muestra

La muestra estará representada por un punto crítico establecido mediante la observación directa, se encuentra planteada en la siguiente tabla.

Tabla 04: *Punto crítico*

Nº punto crítico	Lugar del punto crítico
Punto crítico P1	Calle Elías Aguirre con avenida José EufemioLora y Lora, Chiclayo.

Fuente: Elaboración propia

Muestreo

El tipo de muestreo que aplicamos a nuestra investigación es del tipo no probabilístico por conveniencia, porque permite la selección de casos accesibles que admitan ser incluidos. Esto se basa en la facilidad de acceso del sujeto y la proximidad a los investigadores (Otzen y Manterola, 2017).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El instrumento de recopilación de información es cualquier técnica, dispositivo o estructura que se utiliza para obtener, registrar o guardar información, y las más destacadas son: entrevistas, encuestas, observaciones y análisis de contenido o documental (Arias, 2012, p. 68).

El instrumento que se utilizó en esta investigación será la observación directa, que es una técnica que incluye visualizar o capturar visualmente cualquier caso, condición o fenómeno específico con base en los objetivos de investigación determinados. (Arias, 2012, p. 69).

3.5. Procedimientos

Fue indispensable elaborar un plan específico en todo el procedimiento, para que así nos conduzca a compilar datos con un fin detallado (Hernández, 2014, p. 198). Este plan incluyo determinar:

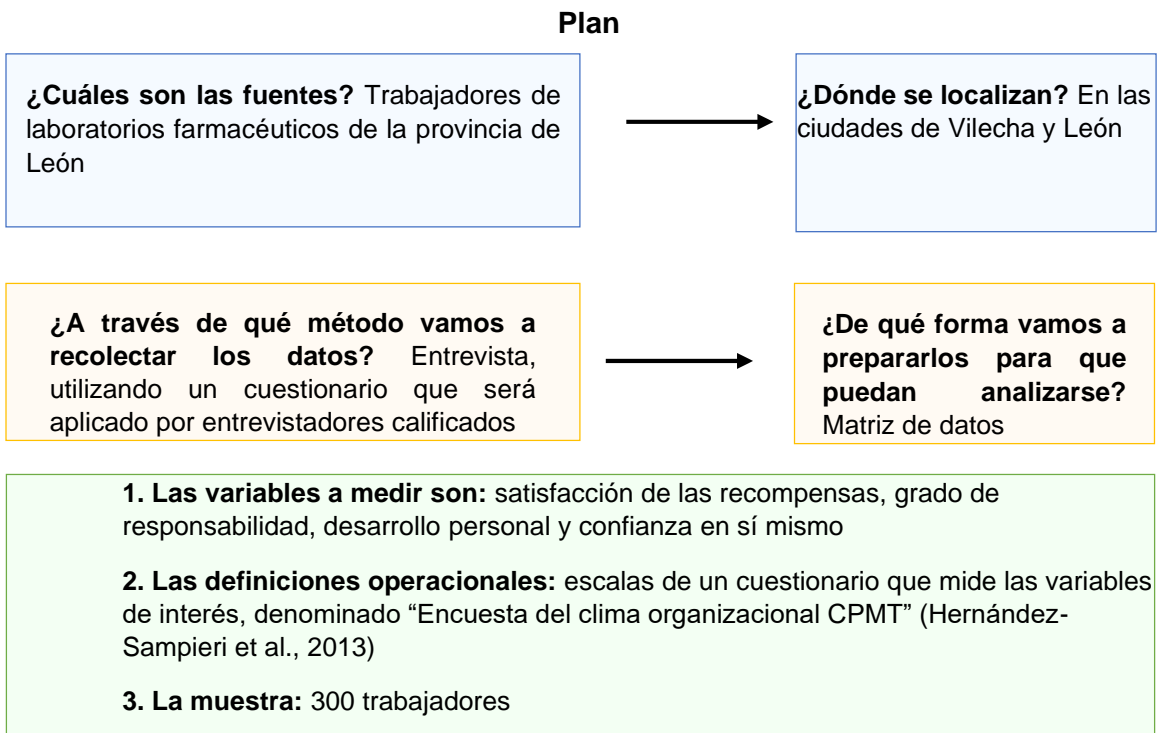
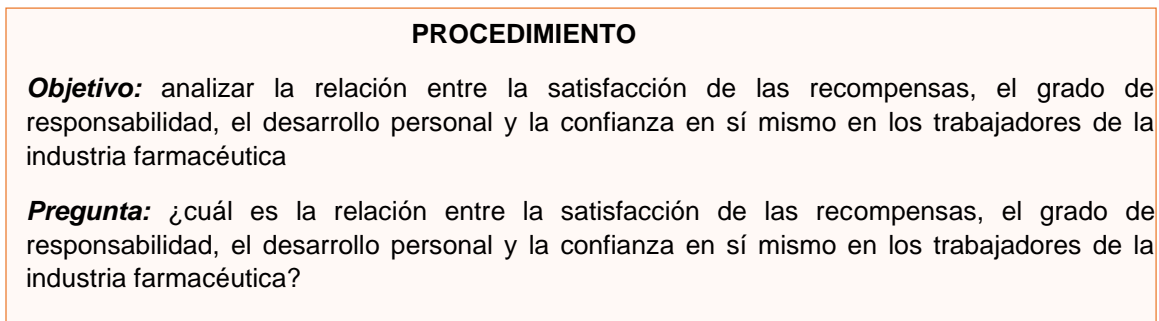


Figura 02: Plan para la obtención de datos-Sampieri

Fuente: Elaboración propia

PROCEDIMIENTO

OBJETIVO: Determinar la contaminación en el aire por material particulado PM₁₀ en el mercado de la ciudad de Chiclayo.

PREGUNTA: ¿Existirá contaminación en el aire por material particulado PM₁₀ en el mercado de la ciudad de Chiclayo?

Plan

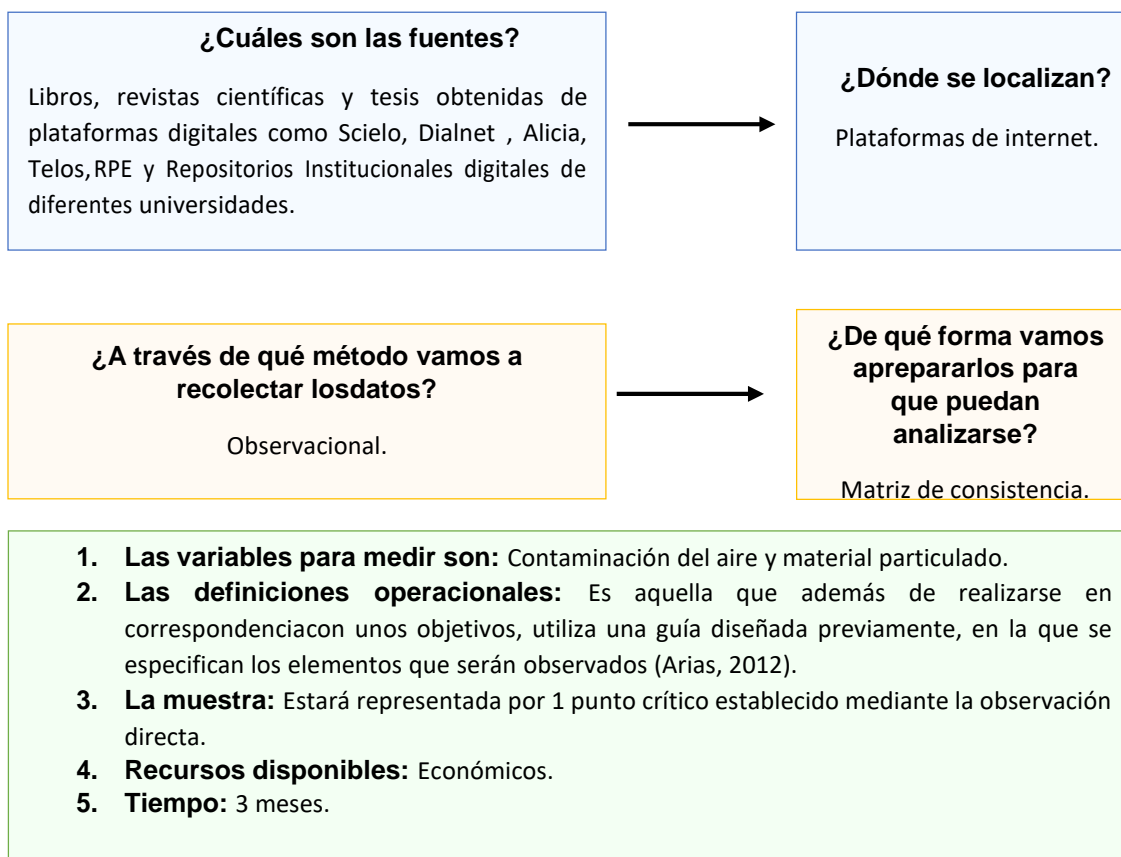


Figura 03: Planificación para la recopilación de datos

Fuente: Elaboración propia

Descripción del procedimiento técnico del muestreo Reconocimiento del punto crítico

El día 27 de mayo del 2021 a horas de la tarde, mediante la técnica de observación directa y con la ayuda de una aplicación con GPS se procedió a identificar un punto crítico en el mercado de la ciudad de Chiclayo (calle Elías Aguirre con la avenida José Eufemio Lora y Lora).



Figura 04: Referencia del punto crítico

Fuente: Elaboración propia.

Se tomó como referencia a las oficinas del Banco de la Nación, por ser un punto de encuentro muy conocido y concurrido por la población Chiclayana. En efecto es una zona muy transitada.



Figura 05: Punto de referencia del monitoreo

Fuente: Elaboración propia

Pre muestreo

Se recibió del laboratorio ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L los materiales para el muestreo, el filtro previamente pesado y codificado.



Figura 06: Filtro previamente pesado y codificado por el laboratorio

Fuente: Elaboración propia

Se procedió a instalar un motor como fuente de energía, puesto que en la zona a monitorear no se tenía acceso al mismo. Para ello hicimos uso de una extensión, el cual sirvió para conectar de forma directa al equipo.



Figura 07: Instalación del motor generador

Fuente: Elaboración propia.

Para la instalación del muestreador de partículas de serie VFC se procedió a cerrar el área donde se realizó el monitoreo, por cuestiones de seguridad, puesto que, es una zona muy transitable.



Figura 08: Cerrado de área a monitorear

Fuente: Elaboración propia.

Muestreo

Se tomó las coordenadas del punto crítico a monitorear, se instaló el muestreador de partículas de modelo VFC.



Figura 09: Instalación y prueba de energía del muestreador de partículas

Fuente: Elaboración propia.

El personal de la empresa contratada para el monitoreo dio las indicaciones técnicas (uso y configuración del muestreador de partículas).



Figura 10: Indicaciones técnicas del equipo muestreador de partículas

Fuente: Elaboración propia.

Se introdujo la placa con el filtro previamente pesado y se configuro la medición por 24 horas al equipo medidor de partículas.



Figura 11: Configuración del equipo muestreador de partículas

Fuente: Elaboración propia.

Después del muestreo

Se extrajo el porta filtro del equipo muestreador de partículas de serie VFC con los cuidados del caso, puesto que el filtro de cuarzo contiene todas las partículas acumuladas en las 24 horas del monitoreo.



Figura 12: Porta filtro después de 24 horas de medición

Fuente: Elaboración propia.

Se procedió a enviar el porta filtro al laboratorio ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L, el cual fue previamente contratado con el fin de realizar el análisis y por ende obtener los resultados de la concentración del material particulado PM10.

3.6. Método de análisis de datos

La información del trabajo de investigación fue analizada a través de la estadística descriptiva.

Proceso para la obtención de información

En la investigación se planteó un punto crítico, en consecuencia a ello, se procedió a ubicar la zona a estudiar con el fin de ser georreferenciada, para así poder obtener el mapa de localización y en efecto reconocer los ítems del punto de muestreo, sin dejar de lado la técnica de la observación

Tabla 05: *Coordenadas del punto crítico*

Nº punto crítico	Lugar del punto crítico	Coordenadas	
		Latitud	Longitud
Punto crítico P1	Calle Elías Aguirre con la avenida José Eufemio Lora y <u>Lora, Chiclayo</u>	0627627	9251404

Fuente: Elaboración propia.

En esta investigación también se utilizó un GPS, software tales como el ArcGIS, Earth Pro y Microsoft Excel, donde se generaron mapas, tablas y figuras en donde se podrá plasmar los datos obtenidos con los instrumentos de medición.

3.7. Aspectos éticos

Antes de iniciar el diseño de la investigación se consideró aspectos éticos como la disponibilidad de información, beneficios o riesgos de participar en el estudio hasta su finalización, etc., incluyendo la devolución de resultados y recompensas a los participantes (Hernández et al. 2020, p.150).

Es necesario considerar las normas éticas para determinar la conducta de los investigadores, teniendo en cuenta que existen estudios sobre este conjunto de principios en la producción de nuevos conocimientos (Ojeda, Quintero y Machado, 2007).

IV. RESULTADOS

Punto crítico a muestrear en el mercado de la ciudad de Chiclayo

Mediante el uso del equipo de sistema de posicionamiento global (GPS) se identificaron las coordenadas del punto crítico a muestrear como parte del proceso de evaluar si existe contaminación del aire en el mercado de la ciudad de Chiclayo. Para procesar dichas coordenadas se hizo uso del software ArcGIS (Instrumento de Sistema de Información Geográfica), en cual sirvió para identificar y precisar el punto a monitorear el grado de concentración de material particulado PM10.

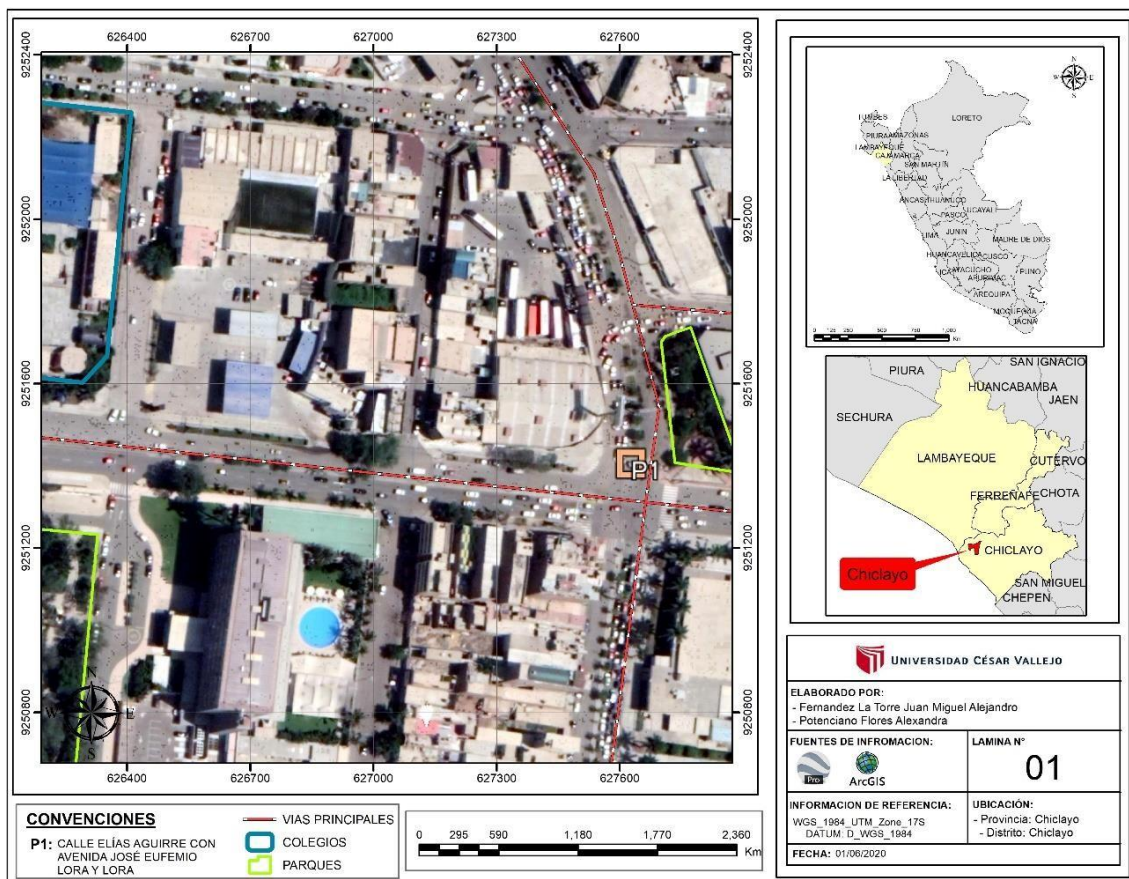


Figura 13: Punto crítico: Calle Elías Aguirre con av. José Eufemio Lora y Lora

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

En la figura 12 se señala el punto crítico a muestrear en el cercado de la ciudad de Chiclayo, exactamente en la intersección de la calle Elías Aguirre con la avenida José Eufemio Lora y Lora. Se tomó como referencia la oficina principal del Banco de la Nación de Chiclayo por ser un punto estratégico y muy concurrido por la población chiclayana, además también se tuvo en cuenta lugares cercanos, tales como parques, vías principales y colegios.

Concentración de PM10 en el punto crítico en el cercado de la ciudad de Chiclayo

Se midió la concentración de material particulado PM10 (Bajo Volumen) con el instrumento muestreador de partículas de modelo VFC: Serie P9251X, para después ser analizado en el laboratorio ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.

Tabla 06: Resultado del punto crítico P1

Nº punto crítico	Lugar del punto crítico	Parámetro	Valor	Periodo	Resultado
Punto crítico P1	Calle Elías Aguirre con avenida José Eufemio Lora y Lora, Chiclayo	Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	(µg/m ³)	24 horas	68.0865 µg/m ³

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

En la tabla 06 se observa el resultado del estudio de material particulado PM10, el cual fue obtenido mediante un equipo muestreador de partículas de serie VFC por un periodo de 24 horas en el punto crítico ubicado en la calle Elías Aguirre con la avenida José Eufemio Lora y Lora, Chiclayo y que dio como resultado un valor de 68.0865 µg/m³.

Comparación del resultado material particulado PM10 con la normatividad peruana

Se realizó la medición de material particulado PM10 y posteriormente se pasó a comparar con el valor establecido en el ECA, el cual se encuentra estipulado en la norma técnica peruana (D.S N° 003 – 2017 – MINAM) Estándares de Calidad Ambiental para Aire.

Tabla 07: Comparación del resultado con la normativa peruana vigente

Parámetros	Periodo	Valor	ECA	Resultado	
				Excede	No excede
Material Particulado con diámetro menor a 10	24 horas	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	100	-	68.0865 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Fuente: Elaboración propia.

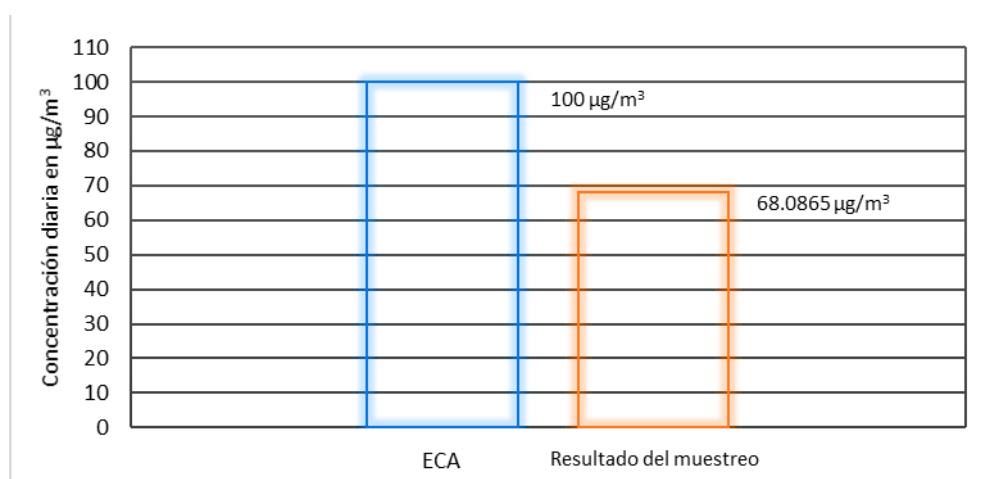


Figura 14: Comparación entre los valores obtenidos y los de la norma técnica

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

En la tabla 05 se muestra el valor obtenido como resultado del muestreo de material particulado PM10 y el valor establecido en la norma peruana. En efecto, el resultado del muestreo en la calle Elías Aguirre con la avenida José Eufemio Lora y Lora no supero el ECA aire, puesto que, el valor obtenido en el muestreo alcanzo un 68.0865 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas de medición y según la norma peruana no debería exceder los 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas, cumpliéndose así dicha ley.

V. DISCUSIÓN

Con el resultado obtenido en nuestra investigación se pudo observar que la concentración de material particulado PM10 generado en el monitoreo de un punto crítico localizado en la calle Elías Aguirre con la avenida José Eufemio Lora y Lora no excede los ECA establecido en la norma técnica peruana, pues se generó un total de 68.0865 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en un monitoreo realizado por 24 horas, valores que son contrarios a los de la investigación realizada por (Alvarado, 2019) el mismo que excede de forma exorbitante la concentración de material particulado PM10, en efecto el resultado obtenido de 3494.61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sobrepasa por mucho los ECA, esto debido a que el muestreo realizado en el área de secado del pilado del arroz no cuenta con un buen manejo de sus procesos. Esta diferencia de resultados de concentración de PM10 se debe básicamente a los distintos escenarios de estudio.

De acuerdo con la investigación de Canturín (2019), en el monitoreo que realizaron en la avenida Nauta en el Callao, tuvo un resultado con mucha diferencia al de nuestra investigación, puesto que, la concentración obtenida fue de 14.89 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en efecto los dos monitores no exceden los 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que estipula la norma técnica peruana (D.S N° 003 – 2017 – MINAM). Además, se puede también constatar que ambos escenarios de estudios son muy similares, pues los monitoreos se realizaron en un solo punto crítico ubicado en un espacio público.

En ese mismo contexto la investigación realizada por Valdivia (2017), realizada en un centro poblado en la ciudad de Arequipa, realizó tres monitoreos en diferentes puntos críticos, los cuales al igual que nuestra investigación no exceden el ECA, no obstante existe una diferencia entre los resultados, puesto que en los monitoreos realizados en Arequipa oscilan entre los 3.47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 17.76 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y en el mercado de Chiclayo se obtuvo 68.0865 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, esto se debe a que en el punto crítico monitoreado en el mercado Chiclayo existe una elevada presencia del parque automotor.

Por otro lado, en la investigación de Arutaype y Soto (2020), se obtuvieron resultados diferentes a la nuestra, pues en el monitoreo de los 2 puntos realizados de material particulado PM10 obtuvieron un resultado de 152.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 187.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, excediendo la cantidad máxima que se estipula en la normativa. Esto se

debe a que el estudio de los autores anteriormente mencionados lo realizaron en una minería artesanal, específicamente en el área donde se procesan los minerales que se extraen sin ninguna medida de control.

En la ciudad de Arequipa se realizan monitoreos año tras año, en la cual se evidencia que los resultados que se obtuvieron desde el año 2014 al 2018 exceden el ECA para PM10 en 24 horas de medición. La zona del cercado de la ciudad Arequipa es la zona más contaminada, con valores por encima de los 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Madariaga, 2018), en relación a nuestra investigación encontramos una gran diferencia, pues el valor obtenido en el monitoreo en el cercado de la ciudad de Chiclayo no excede el ECA.

Rojas y Sayán (2020) en su investigación realizada en el sotavento y el barlovento de una empresa chancadora de piedras, se tuvo como resultados que en el sotavento se excedió el ECA pues se obtuvo 198.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, lo cual nos indica que los procesos que se realizan dentro de la empresa no son los adecuados. No obstante, en el barlovento se obtuvo un 32.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de concentración de PM10, siendo el segundo monitoreo el más semejante a nuestro resultado. La diferencia de resultados que se tiene entre los dos puntos monitoreados en la empresa chancadora de piedras se debe a la dirección del viento en que se concentra la sustancia. Por otro lado, en el sotavento y el barlovento de la planta QROMA, NAÑA se realizó un monitoreo de PM10 el cual dio como resultado 48.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 50.07 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente, ambas concentraciones se encuentran debajo de lo estipulado en la normativa peruana, en efecto, esto se debe a la predominancia de la dirección del viento del Norte al Oeste (Amaya, 2017).

Arellano (2019), observó los resultados de la evaluación de la concentración de PM10 en el aire en 12 puntos registrados en el distrito de Cusco en cada punto de monitoreo durante las 24 horas como establece el D.S. N° 003-2017-MINAM. Los resultados indican que el monitoreo de unos de los puntos en Plazoleta, Distrito de Cusco, el valor de concentración de PM10 registrado fue de 361 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, que superó con creces la norma ambiental mencionada anteriormente. Cabe mencionar que este estudio tuvo limitaciones por los pocos estudios realizados en la ciudad, igual

que nuestro caso, en la ciudad de Chiclayo son escasos los trabajos realizados sobre este tema.

Los resultados de la investigación de Vara (2017), analizó la polución del aire en 3 lugares distintos de la ciudad del Cusco. Los resultados indican que la concentración de material particulado son 25.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación Limacpamapa, 57.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la Av. Estación La Cultura y en la calle Ayacucho de 31,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, al compararlos con el estándar de calidad ambiental del aire (150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM10 en 24 horas según el D.S. N° 074-2001-PCM), estos cumplen con los estándares, por otro lado, en esta investigación también se determinó la presencia de metales pesados, a diferencia de nuestro estudio, que se basó sólo en determinar el grado de concentración de PM10.

Cahuantico (2019) realizó un estudio en el centro de Cusco para determinar la polución atmosférica en Huanchaq, San Sebastián y San Jerónimo en tres etapas inicial, media y final. En su investigación indicaron que Huanchaq es 57.32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, San Sebastián 54.443 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y San Jerónimo 95.027 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, concluyendo que ninguno de estos resultados excede la cantidad de concentración que estipula el

D.S. N° 003 - 2017 - MINAM (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), no obstante, el resultado que se obtuvo en la etapa final se acerca al ECA, esto debido a la presencia de chimeneas de las ladrilleras cerca al distrito de San Jerónimo. En nuestro trabajo no se encontró ladrilleras cercanas a la zona urbana de Chiclayo, por lo cual el resultado fue un tanto moderado con 68 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

De la misma manera Hanco (2017) realizó un monitoreo de 24 horas en 9 estaciones de PM10 en la ciudad de Juliaca. El lugar con más concentración de material particulado PM10 fue el área central, la cual se obtuvo un resultado de 56,7 \pm 40,27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, seguida de la zona sureste, que fue de 49,9 \pm 16,70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y finalmente la zona occidental con 25,9 \pm 19,27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en efecto, ninguno de los valores anteriormente mencionado no sobrepasa el valor establecido en el D.S. N° 074 – 2001 - PCM (150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Sin embargo, estos datos registrados superan los estándares que establece la Organización Mundial de la Salud (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ por 24 horas).

Ilizarbe et al (2020), realizó un estudio de caracterización química e identificación de las fuentes de PM₁₀ en dos distritos de Lima en abril y mayo. Las muestras fueron recolectadas por la Dirección Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú utilizando equipos Thermo Scientific Partisol 2000i de bajo volumen, que permiten muestreos continuos las 24 horas. Los resultados indican que en el distrito de Puente Piedra tiene la concentración más alta de PM₁₀, pues se obtuvo un resultado de 150,9 µg/m³ en promedio, mientras que el valor más alto registrado en San Juan de Lurigancho fue de 110,08 µg/m³, en efecto ambos resultados superan los estándares. Una combinación de factores como el tráfico de vehículos, la resuspensión del polvo del suelo, las actividades industriales y los aerosoles oceánicos llevaron a estos resultados. En nuestro estudio mencionamos solo dos puntos de criterio, la cual el criterio de inclusión se basó en la aglomeración vehicular y por ser una vía muy concurrida, sin embargo estos criterios no fueron suficientes para determinar un índice mayor de concentración, pues los resultados cumplen con los estándares de calidad ambiental.

Saldarriaga (2015) utilizó el software Arcgis 10.0 para estudiar la dispersión del material particulado en los asentamientos humanos de San Juan Lurigancho, Lima. Además, uso el software DIGIMIZER para observar el tamaño de las partículas. En nuestra investigación se utilizó el mismo software Arcgis 10.0, con la finalidad de localizar el punto crítico y los lugares aledaños.

Arrieta (2016) realizó un estudio para determinar la dispersión atmosférica de pm₁₀ en áreas mineras utilizando un software AERMOD View al igual que programas como Google Earth, Global Mapper. Los mapas representativos que se generaron indicaron que los radios de concentración crítica de partículas PM₁₀ está a unos 200 metros de la fuente contaminante. En nuestro estudio utilizamos programas como ArcGIS, Google earth para georreferenciar el área de estudio de la cual se necesitó guardar una imagen satelital.

VI. CONCLUSIONES

Al finalizar este presente trabajo de investigación se llega a las siguientes conclusiones:

1. Es importante el uso de los instrumentos de Sistema de Información Geográfica (SIG) puesto que mediante el software tales como ArcGIS, nos sirvieron como herramienta para identificar nuestro punto crítico a monitorear, el cual tuvo como ubicación la calle Elías Aguirre con la avenida José Eufemio Lora y Lora. Del mismo modo, nos permitió detallar los lugares cercanos, tales como, las oficinas del Banco de la Nación de Chiclayo, parques, avenidas principales y colegios, y que en efecto podemos tomar como referencia al punto crítico monitoreado.
2. Mediante el monitoreo de aire realizado por 24 horas con el muestreador de partículas modelo VFC, previamente instalado en el punto crítico ubicado en la calle Elías Aguirre con la avenida José Eufemio Lora y Lora, dio como resultado el valor de 68.0865 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de concentración de material particulado PM10.
3. Al comparar los valores del ECA (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ por 24 horas) y valor obtenido en el muestreo de material particulado PM10 (68.0865 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ por 24 horas), concluimos que no excede el estándar estipulado en la normatividad peruana vigente (D.S N° 003 – 2017 – MINAM), por lo tanto, no existe contaminación de aire por PM10. No obstante el resultado obtenido en dicho muestreo se pudo alterar a causa de la pandemia por covid-19 que estamos atravesando actualmente a nivel mundial, pues la medición se realizó con la restricción implantada por nuestro Gobierno Nacional, denominada toque de queda, el cual consta con horario de inmovilización social de 9:00 p.m. a 4:00 a.m., ello con el fin de mitigar la propagación del virus. En otras palabras, dicha restricción pudo generar un desbalance en nuestro monitoreo que constaba de 24 horas de medición ininterrumpidas.

VII. RECOMENDACIONES

- 1.** Se recomienda a los investigadores interesados en medir la concentración de material particulado PM10, realizarlo varias veces al año para poder obtener una media aritmética, tal como lo estipula la normativa vigente peruana, con la finalidad de obtener datos más exactos y veraces para este tipo de monitoreo.
- 2.** Se sugiere realizar los monitores en los días donde el punto crítico a monitorear es muy frecuentado por las personas que transiten con sus vehículos. Además de recomendar directamente a aquellas personas que poseen un vehículo de transporte, realizar los mantenimientos de los mismos.
- 3.** Además, se sugiere también a las autoridades pertinentes de la pavimentación de las pistas, asfaltar principalmente todas aquellas vías donde el paso y la aglomeración de vehículos es muy alta y frecuente, para mitigar así la concentración de partículas en la atmosfera.
- 4.** Por último, se recomienda a la Municipalidad Provincial de Chiclayo realizar y seguir un plan de monitoreo estricto cada cierto tiempo, con el fin de que sirva como antecedente para futuras investigaciones, para ello, se sugiere realizar monitoreos en avenidas principales, donde la alta concentración de este gas es altamente nocivo para la salud de la población chiclayana como también para el ambiente.

REFERENCIAS

AGUILAR, Segundo. Evaluación de la calidad del aire en la sede central de la Universidad Peruana de Las Américas y propuesta para su mejora. Tesis (Ingeniero Ambiental). Lima: Universidad Peruana de las Américas, 2019.

Disponible en:

<http://190.119.244.198/bitstream/handle/upa/808/aguil.ar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ALVARADO, Rubí. Evaluación de la calidad del aire por la emisión de material particulado en las piladoras Rey León S.A.C y Santa Clara, Cacatachi – 2018. Tesis (Ingeniero Ambiental). Tarapoto: Universidad Cesar Vallejo, 2019.

Disponible en

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/39381/Alvarado_AR.pdf?sequence=1&isAllowed=y

AMAYA, Dante. Determinación de la calidad del aire de la población aledaña a la planta Qroma, Ñaña. Tesis (Ingeniero Ambiental). Villa el Salvador: Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, 2017.

Disponible en

http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/240/1/Amaya_Dante_Trabajo_Suficiencia_2017.pdf

ANGULO, Luis, HUERTAS, José y RESTREPO, Gloria. Caracterización de Partículas Suspendidas (PST) y Partículas Respirables (PM10) producidas en Áreas de Explotación Carbonífera a Cielo Abierto. Revista colombiana de Información Tecnológica [en línea]. Enero 2011, n.º 4. [Fecha de consulta: 05 de noviembre de 2020].

Disponibilidad en

<https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v22n4/art04.pdf> ISSN: 0718-0764

Application of k-means and hierarchical clustering techniques for analysis of air pollution: a review (1980-2019) [en línea]. Durban: Tolga Elbir, Mustafa Odabasi, 2016 [fecha de consulta: 28 de septiembre de 2020]. Disponible en <https://scihub.do/https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00210862.2016.1241587>

ISSN: 1029-1046

ARAGONÉS, Nuria y LINARES, cristina. Efecto de la exposición a PM2.5 sobre la mortalidad: Evaluación del impacto de las políticas públicas en la salud. Tesis (Doctorado). Madrid: Universidad Autónoma de Madrid, 2012.

Disponible en

https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/11214/55964_Tesis_Elena%20Boldo.pdf?sequence=1

ARELLANO, Elvir. Nivel de contaminación atmosférica por material particulado (PM10) y su composición metálica en el área urbana del distrito de Cusco. Tesis (Maestría). Cusco: Universidad Nacional de San Agustín, 2019.

Disponible en

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12773/12142/UPargaef.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ARIAS, Fidias. El Proyecto de Investigación. 6^o edición. Caracas: Episteme, C.A., 2012.

ISBN: 980-07-8529-9

ARRIETA, Alvaro. Dispersión de material particulado (PM 10), con interrelación de factores meteorológicos y topográficos. Revista Ingeniería Investigación Y Desarrollo [en línea]. 2016, vol. 16, N^o 2. [Fecha de consulta: 10 de junio de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.19053/1900771X.v16.n2.2016.5445>

ARUTAYPE, Araceli y SOTO, Franklin. Caracterización de la calidad de aire de material particulado - mercurio y modelo de dispersión de material particulado derivado de la actividad de minería pequeña y artesanal en la localidad de Secocha. Tesis (Ingeniero Ambiental).

Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2020.

Disponible en <http://hdl.handle.net/20.500.12773/12016>

ASTUDILLO, Marcelo. Modelación de dispersión espacial de contaminantes del aire en la ciudad de Cuenca. Tesis (Magister en Ciencias de Información Geográfica). Quito: Universidad San Francisco de Quito, 2012.

Disponible en <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/1858>

BAÑERAS, Jordi. Efectos de la contaminación atmosférica sobre la incidencia, mortalidad y arritmias ventriculares en el síndrome coronario agudo con elevación del ST. Tesis (Doctorado).

España: Universidad Autónoma de Barcelona, 2017.

Disponible en https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2017/hdl_10803_454848/jbr1de1.pdf

BERRÚ, Dandy. Influencia de la contaminación del aire en las enfermedades asmática bronquial en niños del distrito de Chiclayo en los años 2013 – 2015. Tesis (Ingeniero Ambiental). Chiclayo: Universidad de Lambayeque, 2018.

Disponible en

<https://repositorio.udl.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/UDL/173/TESIS%20Berr%C3%BA%20Tirado.pdf>

BUSTÍOS, Carlos, MARTINA, Martha y ARROYO, Ruth. Deterioro de la calidad ambiental y la salud en el Perú actual. Revista Peruana de Epidemiología [en línea]. Lima 2013, n.o 1. [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2020]. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/2031/203128542001.pdf>.

ISSN 1609-7211

CAHUANTICO, Rosa. Evaluación de contaminantes atmosféricos CO, so2, pm10, pm2.5 de la zona urbana Cusco 2017. Tesis (Maestría).

Cusco: Universidad Nacional de San Agustín, 2019.

Disponible en

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/10999/UPcasarh1.pdf>

CAMPOS, Enriqueta. Influencia de la concentración de material particulado respirable por fracciones de masa en la contaminación por polvo en la ciudad de Arequipa. Tesis (Abogado). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, 2021.

Disponible en

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12773/11785/UPcafaev.pdf>

CANTURIN, Erika. Concentración de material particulado respirable (pm10) en av. Nauta - Callao. Tesis (Ingeniero Ambiental).

Villa el Salvador: Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, 2019.

Disponible en

http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/181/1/Canturin_Erika_T_rabajo_Suficiencia_2018.pdf

CEN, Juan, et al. Particulate matter (PM10) induces cardiovascular developmental toxicity in zebrafish embryos and larvae via the ERS, Nrf2 and Wnt pathways. Chemosphere [en línea]. Febrero 2020, Vol. 250. [Fecha de consulta: 17 de septiembre de 2020]. Disponible en <https://sci-hub.do/https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653520304811>
ISSN: 0045-6535

CERVERA, Pepe. Modelo de gestión para disminuir los niveles de contaminación de transporte rodante del centro histórico de la ciudad de Trujillo. Tesis (Maestría en Transporte y Conservación Vial).

Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2019.

Disponible en

http://200.62.226.186/bitstream/upaorep/6006/1/RE_MAEST_ING_PEPE.CERVERA_MODELO.DE.GESTI%C3%93N_DATOS.PDF

Consideraciones esenciales sobre el tema ético en la investigación educativa por Osvaldo Hernández González [et al]. UCMAULE [en línea]. Junio 2020, n.o.58. [Fecha de consulta: 28 de octubre de 2020]. Disponible en

<http://doi.org/10.29035/ucmaule.58.141>

ISSN: 0719-9872

CUSTODIO, Pedro. Impactos ambientales del dióxido de azufre y material particulado (PM2.5), sobre la calidad del aire. Chimbote, 2014 – 2016. Tesis (Maestría en Gestión Ambiental).

Chimbote: Universidad Nacional del Santa, 2018.

Disponible en

<http://200.37.61.90/bitstream/handle/UNS/3293/48974.pdf>

Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 7 de junio de 2017.

DIAZ, Naomi. La contaminación atmosférica y su impacto en la salud de la población: establecimiento de límites de antigüedad vehicular para el servicio de transporte público en la ciudad de Chiclayo. Tesis (Abogado). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2020.

Disponible en

<https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2511/1/TL>

DISPERSION of particulate material 2.5 emitted by roasted chicken restaurants using the AERMOD model in Huancayo Metropolitan, Perú por Lizarraga Irving Isla [et al]. DYNA [en línea]. Noviembre 2019, n.o 211. [Fecha de consulta: 03 de noviembre de 2020]. Disponible en

<http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v86n211/0012-7353-dyna-86-211-346.pdf>

ISSN: 0012-7353

FERNÁNDEZ, Nandy. Caracterización de material particulado y plomo en el distrito de San Juan de Siguan – Arequipa. Tesis (Ingeniero Ambiental). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2017. Disponible en <http://bibliotecas.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/5382/AMfepuny.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GARCÍA, César. Propuesta de gestión para mitigar la emisión de contaminantes originado por fuentes móviles en ruta en Chiclayo. Tesis (Doctorado en Ciencias Ambientales).

Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2019.
Disponible en <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/5347/BC-%203964%20GARCIA%20TORRES.pdf>

Govender, P. y Sivakumar, V. Application of k-means and hierarchical clustering techniques for analysis of air pollution: a review (1980-2019). Atmospheric Pollution Research [en línea]. Septiembre 2019, Vol. 11. [Fecha de consulta: 11 de octubre de 2020]. Disponible

en <https://sci-hub.do/https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1309104219304556>.

ISSN: 1309-1042

HANCCO, Ali. Concentración de material particulado menores a 10 micrómetros y gestión ambiental con áreas verdes en la ciudad de Juliaca. Tesis (Ingeniero Ambiental).

Puno: Universidad Nacional Del Altiplano, 2017.

Disponible en

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RNAP_311bf60c097b5d86bebb26b316615d95

HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la Investigación [en línea]. 6.ª ed. México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, 2014 [Fecha de

consulta: 10 de noviembre de 2020]. Disponible en <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

ISBN: 978-1-4562-2396-0

HOSSEINI, Vahid y SHAHBAZI, Hossein. Contaminación del aire urbano en Irán. Iranian Studies [en línea] 2016, vol. 49, no 6. [Fecha de consulta: 18 de octubre de 2020].

Disponible en

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00210862.2016.1241587>

ISSN: 0021-0862

ILIZARBE-González, Gina Mishel, et al. Chemical characteristics and identification of PM10 sources in two districts of Lima, Peru. Revista DYNA [en línea].

Octubre - diciembre de 2020, n° 87 (215), [Fecha de consulta: 16 de junio de 2021].

Disponible en <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/83688/77047>

ISSN 0012-7353

IMPACT on human health of particulate matter emitted from burnings in the Brazilian Amazon region por Joaquim Gonçalves Valente [et al]. Revista Saúde Pública [en línea]. Febrero 2009, n.o 44 [Fecha de consulta: 15 de setiembre de 2020]. Disponible en <https://www.scielo.org/pdf/rsp/2010.v44n1/121-130>

ISSN: 0034-8910

KHANIABADI, Yusef. Evaluación de riesgos para la salud humana debido a PM 10 y SO 2 ambientales mediante una técnica de modelado de la calidad del aire. Process Safety and Environmental Protection [en línea] 2017, vol. 111. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2020].

Disponible en

[https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095758201730232X)

/S095758201730232X ISSN: 0957-5820

KOSMIDIS, Evangelos, et al. Hacia la sensibilización sobre la calidad del aire en Europa mediante el desarrollo de una plataforma colectiva en línea. Revista ISPRS International Journal of Geo-Information [en línea]. 2018, vol. 7, no 5. [Fecha de consulta: 26 de octubre de 2020].

Disponible en

<https://www.proquest.com/docview/2056385593/37AC37FD8BFB4A1EPQ/1>

ISSN: 2220-9964

LARREA, Adriana et al. Evaluación de riesgos para la salud de los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) adsorbidos en PM2.5 y PM10 en una región de Arequipa, Perú. Environmental Science and Pollution Research International [en línea] 2020, vol. 27, no. 3 [Fecha de consulta: 26 de octubre de 2020].

Disponible en <https://doi.org/10.1007/s11356-019-07185-5>

ISSN: 09441344

MADARIAGA, Zacarias. Estudio de concentración de Carbono Negro (BC) y Carbono Orgánico (OC) contenido en el material particulado menor a 10 micrómetros (PM10), y su incidencia en la salud de la población de Arequipa Metropolitana - años 2014, 2015, 2016, 2017, y 2018. Tesis (Maestro en Ciencias, con mención en Química Ambiental).

Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2018. Disponible en <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8051>

MAYORGA, César, RUIZ, Mery y ALDAS, Darwin. Percepciones acerca de la contaminación del aire generada por el transporte urbano en Ambato, Ecuador. Revista Espacios [en línea]. España 2020, n.o 17. [Fecha de consulta: 10 de septiembre de 2020]. Disponible en

<http://revistaespacios.com/a20v41n17/a20v41n17p11>

ISSN: 0798 1015

MEGIDO, Laura. Material particulado en el aire ambiente en la zona este de Gijón: niveles, composición y contribución de fuentes. Tesis (Doctorado)

España: Universidad de Oviedo, 2018.

Disponible en <https://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/46388>

MOSQUEIRA, Hugo. Evaluación de las partículas pm2.5 y pm10 en la construcción de la carretera Chota – Cochabamba (Cajamarca). Tesis (Doctorado en Ciencias). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2019.

Disponible en

[http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2835/Evaluaci%C3%B3n%20de%20las%20part%C3%ADculas%20PM2.5%20y%20PM10%20en%20la%20construcci%C3%B3n%20de%20la%20carretera%20Chota%20%20%20Cochabamba%20\(.pdf?sequence=1](http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2835/Evaluaci%C3%B3n%20de%20las%20part%C3%ADculas%20PM2.5%20y%20PM10%20en%20la%20construcci%C3%B3n%20de%20la%20carretera%20Chota%20%20%20Cochabamba%20(.pdf?sequence=1)

OJEDA, Juana, QUINTERO, Johana y MACHADO, Ineida. La ética en la investigación. Telos [en línea]. Venezuela 2007, n.o 2. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2020]. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/993/99318750010>

ISSN: 1317-0570

Organización Mundial de la Salud. (11 de setiembre de 2020). Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478>

OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. International journal of morphology [en línea] 2017, vol. 35, no Disponible en <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php>

ISSN: 0717-9502

PRADA, Fiorela. Creación de tributos para empresas azucareras de la provincia de Chiclayo y su contribución para disuadir la contaminación en el 2015. Tesis (Maestría en Ciencias Económicas).

Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2019.

Disponible en

<http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/12849/Prada%20Montalva%20Fiorela%20Isabel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

QUEROL, Xavier. La calidad del aire en las ciudades un reto mundial. [en línea].

1.a ed. España: Fundación Naturgy, 2018 [fecha de consulta: 18 de octubre de 2020]. Disponible en: <http://www.fundacionnaturgy.org/wp-content/uploads/2018/07/prologo-la-calidad-del-aire.pdf>

ISBN: 978-84-09-01905-2

RAMOS, Alfredo y BENITEZ, Dora. Modelación de material particulado emitido por coquización. Municipio de Samaca, Boyacá. Revista Logos, Ciencia & Tecnología [en línea] Jan-Jun 2017, Vol. 8, No. 2. [Fecha de consulta: 18 de octubre de 2020]. Disponible en

<https://www.proquest.com/docview/1999171148>

ISSN: 2145549X

REVISTA CONIEEM [en línea]. México, 2019 [fecha de consulta: 1 de diciembre de 2020]. Disponible en: <http://diee.net/wp-content/uploads/2020/09/CONIEEM-2019.pdf>

ISSN: 1665-0271

REVISTA internacional de Contaminación Ambiental [en línea] Ciudad de México: Sección del Centro de Ciencia de la Atmosfera, 2020 [Fecha de consulta: 19 de octubre de 2020].

Disponible en

<https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view>

RIVERA, Juan. Modelo de identificación de factores contaminantes atmosféricos críticos en Lima–Callao. Tesis (Maestría)

Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2012.

Disponible en <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/3109>

ROJAS, Makley y SAYÁN, Renzo. Efectos Ambientales de Emisiones Generadas por Empresas Chancadoras de Piedra en Flor del Valle, Rioja - San Martín – 2020. Tesis (Ingeniero Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2021.

Disponible en

<https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/60492>

SÁNCHEZ, Héctor y REYES, Carlos. Metodología y diseños de la investigación científica. 4º edición. Lima: Visión Universitaria Editoriales, 2006.

ISBN: 978-9972-9695-3-9

SANFELIX, Vicenta. Metodologías para la cuantificación de las emisiones difusas de material particulado en entornos industriales. Tesis (Doctorado en Ingeniería Química). Castellón: Universitat Jaume I de Castelló, 2017.

Disponible en

<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/405765/2017>

SALDARRIAGA, Juan. Niveles y características del material particulado sedimentable en la ciudad de Lurigancho – Huachipa 2015. Tesis (Ingeniero Ambiental).

Tumbes: Universidad Nacional de Tumbes, 2019.

Disponible en

<http://repositorio.untumbes.edu.pe/bitstream/handle>

SERIO, Leonardo, PUCETTI, Carolina y ODERIGO, Josefina. Revisión de los monitoreos de calidad del aire en la ciudad de Buenos Aires. Revista de la facultad de agronomía UBA [en línea]. Buenos Aires 2020, n.o 1. [Fecha de consulta: 10 de septiembre de 2020]. Disponible en

<http://agronomiayambiente.agro.uba.ar/index.php/AyA/article/view/128>

ISSN: 2344-9039

SOLEDAD, Beatriz. Contaminación ambiental por material particulado y compuestos orgánicos volátiles en la ciudad de Tandil, provincia de Buenos Aires. Tesis (Doctorado).

Argentina: Universidad Nacional de la Plata, 2015. Disponible en <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/45123>

TRUJILLO, J., CABALLERO, Jhon y RAMÓN, Jarol. Determinación de las concentraciones de metales pesados presentes en el material particulado pm10 del municipio de san José de Cúcuta, norte de Santander. Revista Ambiental Agua, Suelo, Aire [en línea]. Colombia 2019, n.o 1. [Fecha de consulta: 18 de octubre de 2020]. Disponible en http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/RA/article/view/3957

ISSN: 1900-9178

UBILLA, Carlos y YOHANNESSEN, Karla. Contaminación atmosférica efectos en la salud respiratoria en el niño. Revista Médica Clínica Las Condes [en línea] 2017, vol. 28, no 1. [Fecha de consulta: 1 de noviembre de 2020].

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864017300214>

ISSN: 0716-8640

VALDERA, Walter. Evaluación de los niveles de contaminación del material macro particulado generado en la producción de ladrillo artesanal de arcilla en el sector Chacupe Alto carretera Chiclayo a Monsefú. Tesis (Maestría en Ciencias con mención Ingeniería Ambiental).

Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2018. Disponible en <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/6045/BC-1494%20VALDERA%20SANCHEZ>

VALDIVIA, Francés. Determinación del material particulado, dióxido de azufre y monóxido de carbono en el centro poblado el Arenal – Islay. Tesis (Ingeniero Ambiental).

Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2017. Disponible en <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2432>

VARA, María. Contaminación atmosférica con material particulado en la ciudad del Cusco - y su comportamiento – 2016. Tesis (Doctorado en Ciencias y Tecnologías Medio Ambiente).

Arequipa: Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, 2017. Disponible en

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4426>

ZEA, Milena. Alternativas de reducción de material particulado PM10 y PM2.5 en la ciudad de Bogotá. Tesis (Especialización en Planeación Ambiental y Manejo Integral de los Recursos Naturales) 2020. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada, 2020.

Disponible en

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/37301/ZeaCastroMilenaEstefany2020>

ANEXOS

Anexo 01. Panel fotográfico

Instrumento muestreador de partículas modelo VFC



Equipo de trabajo



Anexo 02: Matriz de operacionalización de variables

Variable(s)	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
VD Contaminación del aire	Se refiere a la presencia de sustancias tóxicas en la atmósfera, que pueden causar daños a la salud de la población de diferentes ecosistemas (Ubilla y Yohannessen, 2017)	Es la alteración de la calidad del aire por la combinación o mezcla de gases y partículas sólidas presentes en la atmósfera.	ECA Aire ,Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM	Medición de PM10 por un lapso de 24 horas ininterrumpidas	µg/m ³
VD Material Particulado	Se define como un conjunto o mezcla compleja de partículas sólidas y/o líquidas, con características físicas y químicas, las cuales se encuentran suspendidas en la atmósfera (Lizárraga et al. 2019).	Son una serie de diminutos cuerpos sólidos o líquidos presentes en la atmósfera y se clasifican según su tamaño en micras.	Material Particulado (PM10)	Medición de PM10 por un lapso de 24 horas ininterrumpidas	µg/m ³

Fuente: Elaboración propia

Anexo 03. Matriz de consistencia

Título: “Evaluación de la contaminación en el aire por material particulado PM10 en el cercado de la ciudad de Chiclayo”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICAS	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS
¿Existirá contaminación en el aire por material particulado PM10 en el cercado de la ciudad de Chiclayo?	GENERAL	Determinar la contaminación en el aire por material particulado PM10 en la zona urbana de la ciudad de Chiclayo	Ho: El aumento del material particulado en el cercado de la ciudad de Chiclayo no disminuye la calidad del aire	Investigación Correlacional.	El área que comprende la ciudad de Chiclayo	Observación Directa	
	ESPECÍFICOS	OE1. Señalar mediante un ArcGIS el punto crítico a muestrear en el cercado de la ciudad de Chiclayo	Ha: El aumento del material particulado en el cercado de la ciudad de Chiclayo disminuye la calidad del aire	VD: Contaminación del aire	DISEÑO	MUESTRA	INSTRUMENTOS
	OE2. Medir las concentraciones de PM10 en el punto crítico en el cercado de la ciudad de Chiclayo	OE3. comparar los valores obtenidos de los PM10 con la normatividad peruana	VD: Material Particulado	El diseño que se utilizó es descriptivo correlacional.	P1. Calle Elías Aguirre con avenida José Eufemio Lora y Lora, Chiclayo	Equipo muestreador de partículas, modelo VFC	Software ArcGIS
			Clasifica la variable Variable cuantitativa discreta				

Fuente: Elaboración propia

Anexo 04. Instrumento de recolección de datos

Realizado por: Juan Miguel Alejandro Fernandez La Torre.

Alexandra Potenciano Flores.

Responsables: Juan Miguel Alejandro Fernandez La Torre.

Alexandra Potenciano Flores.

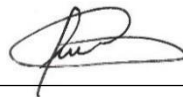
Registro de datos en campo

Punto de monitoreo	Departamento	Provincia	Distrito	Ubicación	Coordenadas		Fecha inicio	Hora inicio	Fecha final	Fecha final	Peso inicial del filtro
					Norte	Este					
P1	Lambayeque	Chiclayo	Chiclayo	Esquina Elías Aguirre con José Eufemio Lora y Lora	9251404	6227627	31/05/2021	7:00 A.M.	01/06/2021	7:00 A.M.	0.08183 g

Observaciones:

- Las coordenadas del punto de monitoreo están representadas en el sistema UTM WGS 84.

Firmas de los representantes del monitoreo







Juan Miguel Alejandro Fernández La Torre



Alexandra Potenciano Flores

Anexo 05. Cadena de custodia – Calidad de aire

		CADENA DE CUSTODIA - CALIDAD DE AIRE										N° <u>0013105</u>						
Numero de pedido o autorización:										Referencia: F001-P003								
CLIENTE		GS CONSULTING S.A.C								Parámetros ambientales		Observaciones						
Procedencia:		CHICLAYO								PM10	PM2.5			SO2	H2S	NO2	CO	O3
Distrito:		CHICLAYO																
Provincia:		CHICLAYO		Departamento: LAMBAYEQUE														
Muestreo realizado por:		LABORATORIO <input type="radio"/> OTRO <input checked="" type="radio"/>																
Item	Estación	Identificación	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM	Registros													
COD. 3819	01	CA-01	INTERSECCIÓN Av. JOSÉ L. ORTIZ y ELÍAS AGUIRRE	31.05.21	0627627	Hora	Inicio	07:00	/									
				01.06.21	9251404	Final	07:00											
			Hora	Inicio														
			Final															
			Hora	Inicio														
			Final															
			Hora	Inicio														
			Final															
		Ingeniero en Geología y Geofísica Analista de campo:		Fecha: Hora:														
Ing. Victor M. Sánchez Sánchez GERENTE GENERAL				01.06.21 08:00 am														
Recepción de Muestra:		Nombre de Representante:		Fecha: Hora:														
		Miguel A. Valencia Huerta GERENTE GENERAL																
ING. QUIMICO / N. CIP. 152207																		

Anexo 06. Datos de servicios del ensayo N°: IE-21-6606



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



Registro N° LC - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-6606

I. DATOS DEL SERVICIO

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1. PROYECTO | : EVALUACION DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE POR MATERIAL PARTICULADO (PM10) EN EL CERCADO DE LA CIUDAD DE CHICLAYO. |
| 2. PROCEDENCIA | : CHICLAYO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE |
| 3. SOLICITANTE | : GS CONSULTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA |
| 4. ORDEN DE SERVICIO N° | : OS-21-4000 |
| 5. PLAN DE MONITOREO | : P-OPE-1 MUESTREO |
| 6. MUESTREADO POR | : ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L |
| 7. FECHA DE EMISIÓN DE INFORME | : 2021-06-07 |

II. DATOS ITEMS DE ENSAYO

- | | |
|-------------------------------|----------------------------|
| 1. MATRIZ | : AIRE |
| 2. NÚMERO DE ESTACIONES | : 1 |
| 3. FECHA DE RECEP. DE MUESTRA | : 2021-06-01 |
| 4. PERIODO DE ENSAYO | : 2021-06-01 al 2021-06-05 |


Marco A. Valencia Huerta
GERENTE GENERAL
ING. QUÍMICO / N. CIP. 152207

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

Anexo 07. Método y referencia del ensayo N°: IE-21-6606



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



Registro N° LC - 096

INFORME DE ENSAYO IE-21-6606

III. METODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA REFERENCIA	TÍTULO
Material Particulado PM10 (Bajo Volumen)	EPA-Compendium Method IO-2.3. 1999	Sampling of Ambient Air for PM10 Concentration Using the Rupprecht and Patashnick (R&P). Low Volume Partisol Sampler

"EPA" : U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

"ASTM" : American Society for Testing Materials

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

Anexo 08. Resultados del ensayo N°: IE-21-6606



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



INFORME DE ENSAYO IE-21-6606

IV.RESULTADOS

ITEM		1	
CODIGO LABORATORIO:		M-21-4000	
CODIGO CLIENTE:		CA-01	
COORDENADAS UTM WGS 84:		E: 0627627 N: 9251404	
MATRIZ:		AIRE	
INICIO DE MUESTREO	FECHA:	31/05/2021	
	HORA:	07:00	
FIN DE MUESTREO	FECHA:	01/06/2021	
	HORA:	07:00	
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M	RESULTADOS
Material Particulado PM10 (Bajo Volumen)	µg/m ³	0.7018	68.0865

"L.C.M": Limite de Cuantificación del Método

El volumen de muestra esta expresado en metro cúbico a condiciones estándar

"FIN DEL DOCUMENTO"

Anexo 09. Certificado de calibración de equipo



CERTIFICADO DE CALIBRACION N° CALPM1709161

Cliente	: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L		
Instrumento	: Muestreador de partículas	Especificación del Instrumento	
Marca	: Thermo	Flujo: 1.13 m3	
Modelo	: VFC	Operación con cabezales PM10 y PM2.5	
Serie	: P9251X	Motor 1 Hp/ 220V/60Hz/8A	
Código	: EM-OPE- 10		
Condición	: Usado		
Lugar de Calibración	: ENVIROGROUP S.R.L		
Fecha de Calibración	: 13 de Septiembre del 2020		
Próxima Calibración	: 13 de Septiembre del 2021		

Condiciones Ambientales		
Temperatura: 24.9-26.2 °C	Humedad relativa: 67-69%	Presión: 999-1004 mbar

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

Patrones Utilizados:			
Descripción	Marca/Modelo	Serie o Lote	Vencimiento
Calibrador Variflow	Staplex	710767	05/2024
Barómetro	Vantage Pro2	AM140204016	02/2024
Termohigrómetro	Control Company	150451968	06/2024

Resultados

Ta(C°):	26	Pa(mm Hg):	760	Int:	0.0214
---------	----	------------	-----	------	--------

Run	Calibrador	Qa	Muestreador	Pf	Po/Pa	Look Up - Qa	% off
Number	"H2O	m3/min	"H2O	mm Hg		m3/min	Diff
1	3.78	1.201	11.30	21.089	0.972	1.190	0.916
2	3.70	1.188	13.90	25.941	0.966	1.181	0.589
3	3.62	1.175	17.00	31.727	0.958	1.172	0.309
4	3.54	1.163	21.30	39.752	0.948	1.157	0.490
5	3.50	1.156	24.00	44.791	0.941	1.167	0.952

Observaciones
El método de referencia establece que los flujos deben tener un % de diferencia máximo de +/- 3%

Realizado por: 
Eduardo Miranda N.
Jefe Técnico

Fecha: 13/09/20

Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Daniel Alcides Carrión, Bellavista-Callao
Mail: logistica@envirogrouptech.com / web: www.envirogrouptech.com / Cel: RPC: 961768828



Anexo 10. Certificado de acreditación por INACAL

Certificado



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación al:

ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.

Laboratorio de Ensayo

Prolongación Zarumilla, Mz D2 Lt 3, Asociación Daniel Alcides Carrión, distrito de Bellavista, provincia constitucional del Callao, departamento de Lima

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 26 de julio de 2019

Fecha de Vencimiento: 25 de julio de 2023

ESTELA CONTRERAS JUGO
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 0547-2019/INACAL-DA
Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación
N°025-16/INACAL-DA
Registro N° : LE-096

Fecha de emisión: 24 de julio de 2019

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

Anexo 11. Certificación por American Association for Laboratory Accreditation



Accredited Laboratory

A2LA has accredited

ANALITYCAL LABORATORY EIRL

Lima, PERU

for technical competence in the field of

Calibration

This laboratory is accredited in accordance with the recognized International Standard ISO/IEC 17025:2017 *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*. This laboratory also meets the R205 – Specific Requirements: Calibration Laboratory Accreditation Program. This accreditation demonstrates technical competence for a defined scope and the operation of a laboratory quality management system (refer to joint ISO-ILAC-IAF Communiqué dated April 2017).



Presented this 12th day of January 2021.

A blue ink signature of the Vice President of Accreditation Services.

Vice President, Accreditation Services
For the Accreditation Council
Certificate Number 6032.01
Valid to December 31, 2022

For the calibrations to which this accreditation applies, please refer to the laboratory's Calibration Scope of Accreditation.



Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, POTENCIANO FLORES ALEXANDRA, FERNANDEZ LA TORRE JUAN MIGUEL ALEJANDRO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN EN EL AIRE POR MATERIAL PARTICULADO PM10 EN EL CERCADO DE LA CIUDAD DE CHICLAYO", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
ALEXANDRA POTENCIANO FLORES DNI: 76027700 ORCID 0000-0002-2845-021X	Firmado digitalmente por: APOTENCIANOF18 el 02-08-2021 16:38:03
JUAN MIGUEL ALEJANDRO FERNANDEZ LA TORRE DNI: 75474009 ORCID 0000-0003-2824-7446	Firmado digitalmente por: MLATO16 el 02-08-2021 16:49:07

