



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Evaluación de la presencia de microplásticos en el aire del interior de
viviendas, Carabayllo – 2021**

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

AUTORES:

Sotil Suárez, Daniela Alexandra (ORCID: 0000-0002-2269-5793)

Velásquez Hoyos, Javier Guillermo (ORCID: 0000-0003-3979-7937)

ASESOR:

Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0002-8683-5054)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA - PERÚ

2021

Dedicatoria

Este nuevo logro es gran parte gracias a nuestros padres, sin ellos no hubiera sido posible haber concluido con éxito este arduo trabajo. Muchas gracias porque cuando nadie creía en nosotros, ustedes siempre estuvieron para alentarnos.

También dedico de manera especial a mis abuelos por protegerme y guiar mi camino.

Agradecimiento

En primer lugar, agradecemos a Dios, por permitirnos tener y disfrutar de buena salud y a nuestra familia. A la universidad César Vallejo por brindarnos la oportunidad de volvernos profesionales. Al Dr. Carlos Castañeda Olivera, con el cual realizamos una labor conjunta y a quien le debemos gran parte de nuestro aprendizaje; y junto a mi compañero Guillermo Velásquez Hoyos por realizar un buen trabajo en equipo, tener paciencia y no rendirse ante las adversidades.

Este trabajo no hubiera sido posible sin todas las partes antes mencionadas, quienes de una u otra manera aportaron conocimiento, apoyo y motivación para seguir adelante.

Índice de contenido

| | |
|---|------|
| Índice de tablas | v |
| Índice de figuras | vi |
| Resumen | vii |
| Abstract | viii |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 5 |
| III. METODOLOGÍA..... | 13 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación | 13 |
| 3.2. Variables y operacionalización | 13 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo | 13 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 14 |
| 3.5. Procedimientos | 15 |
| 3.6. Método de análisis de datos..... | 19 |
| 3.7. Aspectos éticos | 19 |
| IV. RESULTADOS | 20 |
| V. DISCUSIÓN..... | 30 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 34 |
| VII. RECOMENDACIONES | 35 |
| REFERENCIAS:..... | 36 |
| ANEXOS | 46 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Longitudes de ondas en FTIR para el HDPE..... | 11 |
| Tabla 1. Longitudes de ondas en FTIR para el HDPE | 11 |
| Tabla 2. Instrumentos de recolección de datos | 14 |
| Tabla 3. Número mínimo de estaciones de monitoreo de calidad de aire..... | 16 |
| Tabla 4. Parámetros de muestreo..... | 18 |
| Tabla 5. Materiales y Equipos utilizados para la medición de polvo respirable. ... | 18 |
| Tabla 6. Escala equivalente de Beaufort para velocidades de viento | 19 |
| Tabla 7. Data meteorológica máximo, mínimo y promedio..... | 20 |
| Tabla 8. Pruebas de normalidad. | 21 |
| Tabla 9. Correlación de los pesos..... | 24 |
| Tabla 10. Concentración de PM - 2.5 µg/m3..... | 24 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Factor de riesgo de mortalidad - clasificación 2019 | 5 |
| Figura 2. Tamaño de partícula en el aire y afectación al cuerpo..... | 7 |
| Figura 3. Estructura del polipropileno..... | 9 |
| Figura 4. Principales fuentes de desechos plásticos sujetos a la inhalación humana. | 10 |
| Figura 5. Proceso del muestreo. | 15 |
| Figura 6. Mapa de ubicación de la zona de estudio. | 17 |
| Figura 7. Recolección de muestras..... | 17 |
| Figura 8. Rosa de viento | 21 |
| Figura 9. Concentraciones de material particulado (respirables) obtenidas en el monitoreo..... | 25 |
| Figura 10. Fotografía de la muestra P1 en el microscopio (70x)..... | 26 |
| Figura 11. Fotografía de la muestra P1 en el microscopio (600 x)..... | 26 |
| Figura 12. Fotografía de la muestra P2 en el microscopio (2500 x)..... | 27 |
| Figura 13. Fotografía de la muestra P2 en el microscopio (10000 x)..... | 27 |
| Figura 14. Fotografía de la muestra P3 en el microscopio (2400 x)..... | 28 |
| Figura 15. Fotografía de la muestra P3 en el microscopio (10000 x)..... | 28 |
| Figura 16. Espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier..... | 29 |

Resumen

La contaminación por microplástico (MP) se origina por la fragmentación del plástico alterando la calidad de aire y la salud. Por esta razón, el objetivo de la investigación fue evaluar la existencia de microplásticos en el interior de las viviendas en el distrito de Carabayllo. La investigación fue de enfoque cuantitativo, tipo aplicada, diseño no experimental y nivel transversal exploratorio. Para comprobar la existencia de MP se consideraron 3 viviendas próximas a un centro de acopio de plástico, evaluándose la calidad de aire en interiores utilizando dos bombas gravimétricas que funcionaron con filtros de captación. Para la visualización e identificación de MP se utilizó la microscopía electrónica de barrido (SEM) y el análisis de espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR). Los resultados evidenciaron presencia del microplástico como polietileno (PE) con tamaños de partículas entre los 1 μm y 5 μm , con formas de microesferas de color claro y oscuro. Finalmente, se concluye que existe microplástico en viviendas colindantes a centros de acopio de plástico, arriesgando la salud de las personas que viven en dichas viviendas.

Palabras clave: microplástico, material particulado, aire en interiores, contaminación.

Abstract

Microplastic (MP) contamination originates from plastic fragmentation, altering air quality and health. For this reason, the objective of the research was to evaluate the existence of microplastics inside homes in the district of Carabayllo. The research had a quantitative approach, applied type, non-experimental design and exploratory cross-sectional level. To verify the existence of PM, 3 dwellings near a plastic collection center were considered, and indoor air quality was evaluated using two gravimetric pumps that worked with collection filters. Scanning electron microscopy (SEM) and Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) analysis were used to visualize and identify PM. The results showed the presence of the microplastic as polyethylene (PE) with particle sizes between 1 μm and 5 μm , with light and dark colored microsphere shapes. Finally, it is concluded that there is microplastic in homes adjacent to plastic collection centers, risking the health of the people living in those homes.

Keywords: microplastic, particulate matter, indoor air, contamination.

I. INTRODUCCIÓN

La calidad del aire en interiores es un problema ya conocido desde los años 1970, el cual ha generado tendencia de varias investigaciones debido a su impacto significativo del aumento al riesgo de la salud humana. La contaminación del aire en interiores (CAI) representa una gran amenaza, causando miles de muertes cada año a nivel mundial. Por ello, se debe identificar las principales fuentes donde se concentran estos contaminantes: los compuestos orgánicos volátiles (COV), material particulado (PM), químicos físicos y factores biológicos, para realizar el diseño de controles y mejorar la calidad del aire. La OMS ha evidenciado la necesidad de un profundo cambio cultural con el fin de desarrollar la prevención y el cuidado de la salud (Tran et al., 2020; Settimo et al., 2020).

La producción y distribución del plástico ganó popularidad después de la Segunda Guerra Mundial, al ser productos flexibles y de fácil adquisición. Desde el año 1950 hasta el 2018, el resultado de la productividad del plástico fue alrededor de 360 millones de toneladas a nivel mundial. El plástico es un problema debido a su naturaleza persistente y el impacto que causa en la salud de las personas, este compuesto tiene el potencial de bioacumularse y biomagnificarse en alimentos provocando daños a los seres humanos (Shahul et al., 2018; Statista, 2018; Ašmonaitė y Carney, 2019).

Los plásticos presentes en los hogares ya sea en muebles o materiales, desprenden pequeños fragmentos debido al desgaste, por el exceso innecesario del plástico en la vida de las personas. El aumento de la presencia de estas partículas en el aire se libera durante la producción, el uso y su eliminación. La exposición a MP puede tener un impacto en el sistema digestivo e inmunológico, ya que las partículas más pequeñas (partículas respirables) se absorben y pueden ingresar al epitelio pulmonar, causando preocupación a nivel mundial por la repercusión existente en la salud de las personas (Vianello et al., 2019; Castañeda et al., 2020; Wright et al., 2021; Hirt y Body-Malapel, 2020; Sharifi et al., 2021).

El inicio de la pandemia por el SARS CoV-2 alteró la vida de las personas. En ese contexto, Hale y Song (2020) mencionan que este virus ha alentado a las industrias del plástico a producir más artículos como bolsas, envases, entre otros, para que las personas puedan tener una vida saludable y evitar infectarse a través de los materiales que son reutilizables. En el Perú, el consumo de plástico es de aproximadamente 30 kg por cada ciudadano al año, sumando cerca de 3 mil millones de bolsas plásticas, casi 6 mil bolsas por cada minuto (MINAM, 2020).

La calidad del aire dentro de hogares, escuelas, oficinas y lugares de trabajo en general, es de gran importancia. No obstante, existen factores que afectan el comportamiento y el transporte de los microplásticos en la atmósfera, también pueden ser análogos a los de las partículas, siendo éstas: la gradiente de concentración de contaminación vertical (concentraciones más altas cerca del suelo), el aumento de la velocidad del viento provoca una disminución de la concentración, dirección del viento (paralelo a los obstáculos), precipitación (que afecta a partículas mayores de 2,5 μm), y las temperaturas más bajas aumentan la condensación, lo que resulta en una concentración atmosférica más baja (Fermo et al., 2021; Correia, 2018).

El intercambio de aire en las viviendas es afectado por el diseño, construcción y los parámetros operativos. Es decir, es una función de la infiltración (aire que fluye hacia las estructuras a través de aberturas, grietas en pisos, techos, alrededor de ventanas y puertas), la ventilación natural (aire que fluye a través de puertas y ventanas abiertas) y ventilación mecánica (aire forzado al interior o ventilado al exterior mediante dispositivos de ventilación, como sistemas de tratamiento de aire). Estudios previos indican que el aumento de la concentración de estos contaminantes degrada la calidad del aire en interiores. De forma similar se encontró la información que una persona adulta pasa entre un 70 a 90% en espacios confinados, lo cual pone en riesgo su integridad y la de todos sus ocupantes (Agarwal and Siani, 2021; Śmiełowska et al., 2017).

En el Perú la contaminación del aire empeora cada vez más en las ciudades más grandes e importantes, debido a la sobrepoblación, que conlleva a las

personas habitar en lugares donde existe mayor contaminación por material particulado, afectando las vías respiratorias y como consecuencia contraer enfermedades como: asma, bronquitis aguda y crónica, enfermedades que afectan a la anatomía del sistema respiratorio, y otras asociadas (Sanchez y Aylas, 2019).

Ante lo expuesto se plantea el siguiente problema general: ¿Existe presencia de microplástico en el aire del interior de viviendas en el distrito de Carabayllo?, y como problemas específicos se tuvo: ¿Cuáles son las características de material particulado dentro de las viviendas? Y ¿Qué tipo de microplásticos se identifican en el aire del interior de las viviendas?

La investigación se justifica en la necesidad de brindar y dar conocimiento a la población sobre la cantidad de partículas presentes de microplásticos (MP) que se encuentran en el interior de las viviendas y del daño que podría causar a al organismo. Por ello, se dará a conocer las consecuencias del uso descontrolado de los productos a base de plástico, con el fin de incentivar la toma de conciencia y así lograr minimizar las cantidades de partículas MP en los recursos naturales. Asimismo, el proyecto de investigación es presentado para aquellas personas que pasan la mayor parte de su tiempo en el interior de sus viviendas, debido a la exposición continua de contaminación que se produce a los alrededores por actividades como las industrias, botaderos de basura, criaderos de animales, etc. Para determinar la presencia de las partículas extrañas de MP se hizo uso de un instrumento llamado bomba gravimétrica, el cual utiliza un microfiltro que ayuda a captar las partículas finas encontradas en el ambiente.

Para el cumplimiento del proyecto de investigación se tuvo como objetivo general: evaluar la presencia de microplásticos en el aire del interior de viviendas del distrito de Carabayllo, y como objetivos específicos: determinar las características del material particulado presentes en el aire dentro de la vivienda y caracterizar los tipos de microplásticos existentes en los ambientes internos de las viviendas.

Como hipótesis general, plantearemos: Existe presencia de microplásticos en el aire en interiores de viviendas en el distrito de Carabayllo 2021 y como hipótesis específicas: El material particulado es un conductor para la existencia del microplástico en el interior de viviendas en el distrito de Carabayllo 2021. El microplástico presente en el aire en el interior de viviendas en el distrito de Carabayllo altera la salud de las personas.

II. MARCO TEÓRICO

La contaminación del aire está conformada por una serie de partículas y gases debido a las distintas fuentes de emisión que existen. Éstas pueden afectar la salud de las personas mediante el ingreso de partículas gruesas que afectan las vías respiratorias y las partículas finas logran ingresar a los alvéolos (Ubilla, 2017).

En el año 2019 se identificó que un 12 % de las muertes en el mundo se contribuye a la contaminación del aire. Alrededor del 20% de enfermedades cardiovasculares se atribuyen a la polución existente en el aire al año. Asimismo, la contaminación del aire se encontró en el puesto cuatro como factor de riesgo de mortalidad más alto (Figura 1), relacionadas al colesterol alto, índice de masa corporal (IMC) alto, el consumo de sustancias tóxicas y la inactividad física (Murray, 2020; Brauer, 2021).

| | |
|--|--|
| Presión arterial sistólica alta | |
| Tabaco | |
| Riesgos diabéticos | |
| La contaminación de aire | |
| Glucosa plasmática en ayunas alta | |
| Alto índice de masa corporal | |
| Colesterol LDL alto | |
| Disfunción renal | |
| Desnutrición infantil y materna | |
| El consumo de alcohol | |
| Temperatura óptima | |
| Agua insalubre, desinfección y lavado de manos | |

| | |
|--|-----------------------------------|
| | Riesgos metabólicos |
| | Riesgos ambientales ocupacionales |
| | Riesgos de comportamiento |

Figura 1. Factor de riesgo de mortalidad - clasificación 2019 (Murray, 2020; Brauer, 2021).

Existen dos tipos de calidad aire: La de exteriores o también conocida como la calidad de aire atmosférica, que es aquella que viene condicionada por la actividad humana (Cosgun, 2020). El otro tipo hace referencia a la Calidad de

Ambiente Interior (CAI) a las condiciones ambientales que existen en un espacio cerrado, instalación o edificación (INSHT, 2015). La calidad del aire interior está comprendida por intervenciones humanas y cubre todos los puntos del aire que no están relacionados con el calor y que afectan la salud física y mental de una persona. En síntesis, la calidad del aire en interior está definida como la condición de aire en la que los contaminantes detectados por debajo del nivel determinado por las instituciones autorizadas, y el 80% de las personas expuestas, no sientan ningún malestar (Cosgun, 2020).

Por otro lado, Liu et al. (2019) explican que el polvo en ambientes interiores es un indicador importante de muchos contaminantes ambientales derivados de materiales de construcción, productos de limpieza, actividades en interiores y la intrusión de polvo al aire libre. Al mismo tiempo, la EPA (2017) define al material particulado como el conjunto de partículas líquidas y sólidas que se localizan en el aire, se pueden encontrar en grandes tamaños que pueden ser observables y las pequeñas que requieren de un instrumento para ser vistas. Asimismo, el material particulado se subdivide en tres tipos de partículas, el PM10 cuyo diámetro es menor que 10 μm (micrómetros), compuesta esencialmente por silicatos y aluminatos, se asocia con las partículas de carbono y metales pesados, entre otros (Huamani y Blas, 2018).

Las PM-2.5 son partículas que pueden ser sólidas o líquidas con un tamaño menor a 2.5 μm (micrómetros), pueden llegar a ser más delgadas que el cabello de un humano. Éstas son generadas por vehículos o partículas suspendidas que se encuentran en el aire. La exposición a este tipo de partículas provoca efectos perjudiciales en la salud humana, directamente en el sistema respiratorio, ya que las partículas por su tamaño pueden atravesar los alvéolos pulmonares alojándose en ellos. Asimismo, Martínez y Aquino (2019) en su investigación resaltaron que el problema principal de contaminación atmosférica en Lima es la concentración de PM 2.5, las cuales están relacionadas a enfermedades respiratorias graves (Sánchez y Bautista, 2019; Castiblanco y Cañón, 2019).

Finalmente, las PM1 que son aquellas partículas ultrafinas con un tamaño aerodinámico menor a 0.1 μm (micrómetros), este tipo de partícula es el más

dañino, ya que penetra directamente los pulmones en el torrente sanguíneo extendiéndose a los demás órganos (ISO 16890, 2017, p.5).

En la Figura 2 se muestra la afectación en el cuerpo debido a la ingesta de estas partículas, al entrar por la nariz, boca y depositarse en las vías respiratorias superiores son consideradas partículas inhalables ($\leq 10 \mu\text{m}$), mientras que aquellas que pueden alcanzar a acumularse y depositarse en el pulmón aún más profundo se denominan partículas respirables ($\leq 2,5 \mu\text{m}$) (Liao et al., 2021).

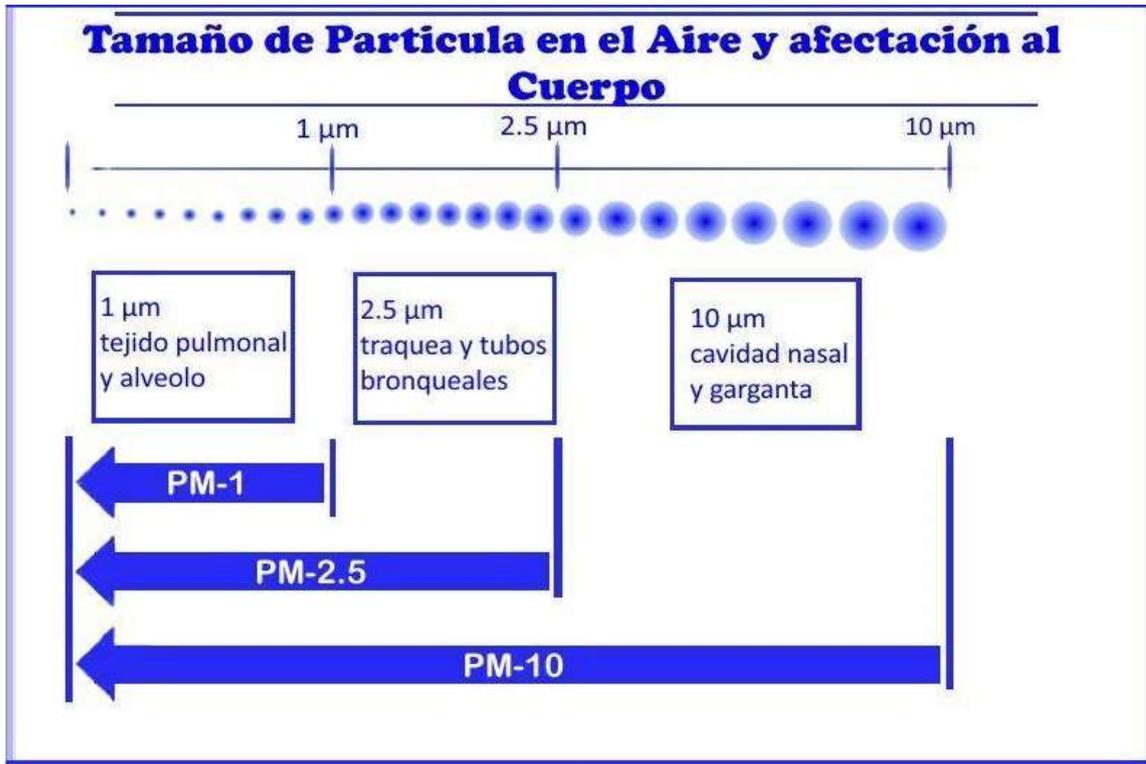


Figura 2. Tamaño de partícula en el aire y afectación al cuerpo. (Liao et al., 2021).

Existe una ciencia que estudia las características en que los agentes químicos, biológicos y físicos peligrosos se encuentran en los medios del suelo, el aire y el agua que pueden afectar a los organismos vivos llamada toxicología ambiental. Siendo esto corroborado por Agathokleous y Calabrese (2020) afirmaron que el efecto de dichos agentes sobre poblaciones, comunidades y ecosistemas es también el núcleo del campo multidisciplinario de la ecotoxicología, que integra la ecología y la toxicología y es una subdisciplina de la toxicología ambiental.

La palabra microplásticos fue utilizada por primera vez por Thompson en el año 2006 para aquellos fragmentos, gránulos y fibras con una dimensión entre 5 mm y 1 μm (micrómetros) que provienen de la descomposición de materiales sintéticos que tienen plásticos, como dispositivos electrónicos, materiales de empaque, llantas, ropa y muebles. En contraste con lo mencionado anteriormente podemos decir que los microplásticos en el aire se liberan de los materiales cotidianos y contaminan el aire interior y exterior. Los principales plásticos utilizados en la vida diaria están hechos de polietileno (PE), cloruro de polivinilo (PVC), poliestireno (PS), polipropileno (PP) y tereftalato de polietileno (PET) que fácilmente ingresan al medio ambiente y se transforman en el aire, permaneciendo suspendidas y pudiendo ingresar a las vías respiratorias. En efecto, es necesario mejorar la clasificación mecánica de los residuos de PE, para lograr inducir a una menor contaminación al ambiente (Prata et al., 2020; Barbosa et al., 2020; Nyabire et al., (2021); Sharifi et al., 2021; Yao et al., 2021; Bredács et al., 2021).

Por otro lado, el polietileno es un material polimérico formado de etileno (C_2H_4) como fragmento básico, es conocido por sus excelentes propiedades mecánicas, por ser de bajo costo y durabilidad, a pesar de tener la estructura básica más simple de cualquier polímero, es el plástico más accesible y de mayor disponibilidad en la actualidad. El PE es fabricado en masa y se ha demostrado que se encuentra en ambientes acuáticos, terrestres y aéreos. Existen dos tipos de PE: el de alta densidad (HDPE) y baja densidad (LDPE). El HDPE viene a ser un material termoplástico amorfo y cristalino, utilizados para la creación de cables, tuberías, hilos, etc. Por otro lado, el LDPE es un polímero fabricado en altas condiciones de presión, utilizado para la fabricación de bolsas, botellas, empaques, etc (Al-Ghamdi et al. 2021; Sarmah and Rout, 2020; Ronca, 2017; Patel, 2016; Hüffer, 2019; Acosta y Pincay, 2019).

El polipropileno se descubrió en 1954 y ganó popularidad debido al hecho de que tiene la densidad más baja entre los plásticos básicos. Es un polímero preparado catalíticamente a partir de propileno y su principal ventaja está relacionada con la resistencia a altas temperaturas que hace que sea particularmente adecuado para artículos como: bandejas, botellas, cubos, entre

otros. Las propiedades del PP dependen del modo de fabricación, el grado de cristalinidad, la distribución del peso molecular y la estabilización (Hisham, 2016; Calhoun, 2016) (Figura 3).

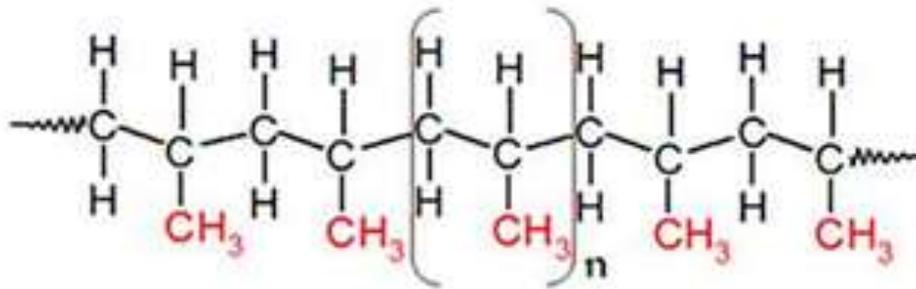


Figura 3. Estructura del polipropileno (Hisham, 2016; Calhoun, 2016)

La mayoría de las fibras transportadas por el aire son de origen natural (por ejemplo, algodón), mientras que el poliéster (también conocido como tereftalato de polietileno, PET) es uno de los tipos de fibras sintéticas más comunes que se encuentran (Prata et al., 2020).

Las fibras de MP (Microfibras) presentes en la atmósfera derivadas de diversas fuentes pueden depositarse en el suelo, pero también pueden flotar debido a la turbulencia del flujo del aire. La inhalación es una vía importante de exposición aérea a MP y el polvo es un medio importante para la inhalación humana, llegando al sistema respiratorio de los humanos como otros contaminantes. En promedio, durante las temporadas húmedas se observa el doble de MP a comparación con las temporadas secas. Por ello, se ha demostrado que los seres humanos pueden estar expuestos a la inhalación de partículas a través de productos para el cuidado personal, textiles o polvo encontrado en ambientes interiores. La absorción de MP a través de la inhalación amenaza la salud humana a través de la inflamación, la toxicidad química (Tunahan et al., 2018; Dris et al., 2017; Szewc et al., 2021; Sridharan et al., 2021; Rahman et al., 2021).

Dicho de otro modo, Prata (2018) indicó que la inhalación aguda y crónica de MP puede estar asociada con reacciones bronquiales similares al asma, cambios inflamatorios y granulomatosos en los tejidos bronquiales, que podrían resultar en neumonía crónica y alveolitis alérgica extrínseca, según el nivel de exposición.

Por lo tanto, una alta concentración de MP en el ambiente podría afectar el sistema respiratorio de personas susceptibles por inhalación (Figura 4).

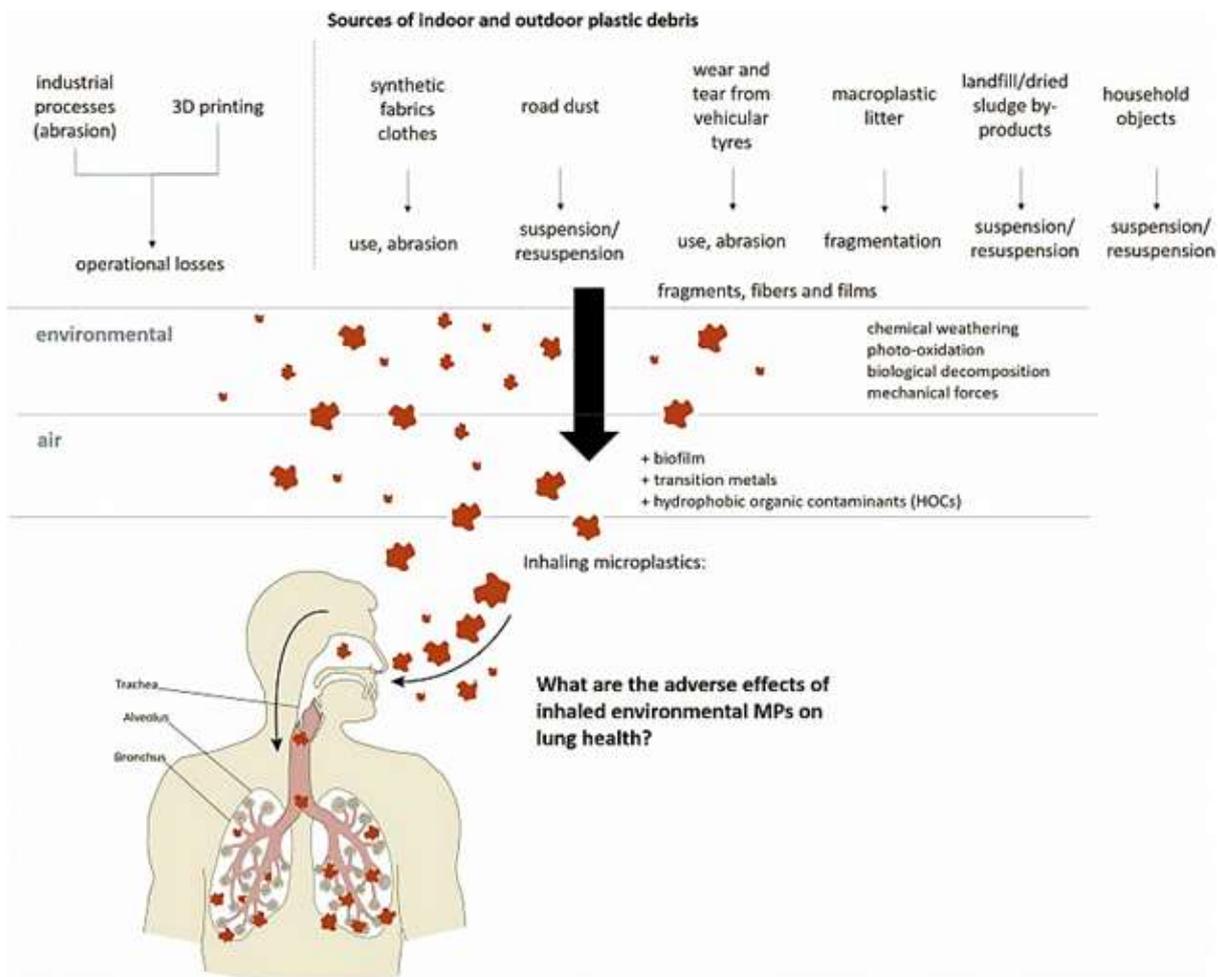


Figura 4. Principales fuentes de desechos plásticos sujetos a la inhalación humana. (Prata, 2018)

Estudios previos han observado plásticos fibrosos de tamaños bien reducidos (micrómetros) en muestras pulmonares malignas, y se cree que los MP más finos inhalados o ingeridos pueden trasladarse al sistema circulatorio y a otros órganos. En efecto, las fibras pueden depositarse en los bronquiolos terminales, los conductos alveolares y los alvéolos, dando lugar a inflamación crónica, granulomas o fibrosis, y la gravedad del daño tisular suele ser función de una dosis inhalada a lo largo del tiempo (Abbasi et al., 2017; Wright y Kelly, 2017; Amato, 2020).

Existen métodos para identificar los tipos de microplásticos, como la espectrofotometría de absorción molecular basado en medir la absorbancia de radiación en la zona visible o ultravioleta del espectro electromagnético de sustancias en solución, así como el método de clasificación basado en criterios de morfología de fibras es más confiable para una clasificación rápida, como la espectroscopía infrarroja transformada de Fourier (FTIR), y la microscopía que hace visible a objetos de estudios con tamaños muy pequeños así también como su morfología. Las partículas de microplástico se pueden clasificar como fibras, fragmentos planos y delgados que son considerados como películas, los microplásticos con formas esféricas se determinaron como esferas, y aquellos con formas difíciles de definir se denominan fragmentos (Flores 2011; Prata et al., 2020; Zhang et al., 2021; Yao et al., 2021).

La espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) se ha utilizado ampliamente para la investigación de la contaminación por microplásticos (MP) desde el 2004. Esta herramienta se ocupa de la medición infrarroja (IR) lo que permite el estudio de la composición molecular del microplástico (MP). En ese contexto Fan et al., (2021) indicaron que para evaluar adecuadamente el impacto ambiental se debe distinguir y conocer los componentes individualmente, ya que pueden presentar diferentes niveles de amenazas para el medio ambiente y la salud humana. Es por esta razón que Veerasingam et al. (2021) mencionaron que la espectroscopia FTIR puede identificar todos los grupos moleculares presentes en los polímeros plásticos a través de longitudes de ondas, véase en la Tabla 1.

Tabla 1. Longitudes de ondas en FTIR para el HDPE

| Número de onda (cm-1) | Descripción |
|-----------------------|--|
| 720-730 | Vibraciones de flexión C-H |
| 874, 8880 | Grupos terminales vinilideno (R1R2C=CH2) |
| 907, 991 | Grupos de vinilo (-CH=CH2) |
| 964 | Radicales alquil secundarios (-CH=CH-) |
| 1048, 1050 | Grupo COC |
| 1176 | Deformación de ondulación |
| 1306 | Deformación de torsión |
| 1351 | Banda que diferencia al HDPE del LDPE |

| | |
|-------------------|---|
| 1366, 1351 | Deformación de ondulación |
| 1377 | Deformación simétrica del CH ₃ |
| 1400-1550 | Grupo metileno |
| 1411 | Formción de cetonas internas |
| 1463, 1473 | Deformación de flexión |
| 1490 | Vibración de flexión de C-H |
| 1650-1800 | Grupo carbonilo |
| 1700 | Ácidos carboxílicos |
| 1716 | Cetonas |
| 1741 | Aldehidos y cetonas |
| 1783 | Lactonas |
| 2851 | Extensión simétrica de CH ₂ |
| 2919 | Extensión asimétrica de CH ₂ |

Fuente. Cambios en la estructura química del polietileno de alta densidad al experimentar múltiples reprocesamientos (Cárdenas et al., 2019).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El trabajo de investigación fue de enfoque cuantitativo porque se realizó la recolección y el registro de datos numéricos su análisis (Caneda et al., 2017), y es de tipo aplicada porque se vió en la necesidad de adquirir nuevos conocimientos que permitió brindar alternativas de solución (Alvarez, 2021). El tipo de muestreo en el presente trabajo de investigación es un muestreo no probabilístico por conveniencia.

Tuvo un diseño no experimental debido a que no existió manipulación de variables, y se basó en la observación tal y cómo se da en su forma natural para luego ser analizados (EcuRed, 2012).

El nivel de investigación fue transversal exploratorio porque se realizó con el objetivo de estudiar un problema poco investigado, en este tipo de diseño no se realizó ninguna intervención y el nivel es descriptivo debido a que se pretendió recoger información, mencionar las características y propiedades de manera detallada (Rodríguez y Medivelso, 2018; Hernández et al., 2017).

3.2 Variables y operacionalización:

El presente trabajo de investigación se utilizó solo una variable:
Microplásticos.

3.3 Población, muestra y muestreo

La población estuvo conformada por las viviendas ubicadas en el distrito de Carabayllo, las muestras fueron tomadas los días 15, 16 y 17 de Setiembre del 2021. Se recogieron 6 muestras distribuidos en 3 puntos de distinto metraje.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica utilizada fue de observación que ayuda a seleccionar la información para validar las hipótesis.

Se utilizó como instrumentos de recolección de datos de las fichas (recolección de datos y descripción de las muestras, caracterización de los microplásticos y la Cadena de custodia), (Tabla 2).

Tabla 2. Instrumentos de recolección de datos

| Nombre de los instrumentos de recolección de datos | Anexos |
|---|---------------|
| Ficha 1. Recolección de datos y descripción de la muestra | Anexo 2 |
| Ficha 2. Caracterización de los microplásticos | Anexo 3 |
| Ficha 3. Cadena de custodia | Anexo 4 |

Para demostrar la confiabilidad y la validez del proyecto de investigación se realizó la verificación por parte de tres expertos en el tema. Paganin and Borsato (2017) definen que la confiabilidad está estrechamente relacionada con el número de fallas que se pueden presentar en un intervalo de tiempo determinado.

Para medir la confiabilidad se utilizó el método de Shapiro - Wilk, que toma el valor promedio de una serie de calificaciones aumentando la confiabilidad en una medición (Mokkink et al., 2017).

3.5 Procedimientos:

En la Figura 5 se muestra el diagrama de flujo correspondiente al proceso del análisis de la calidad de aire en el distrito de Carabayllo.

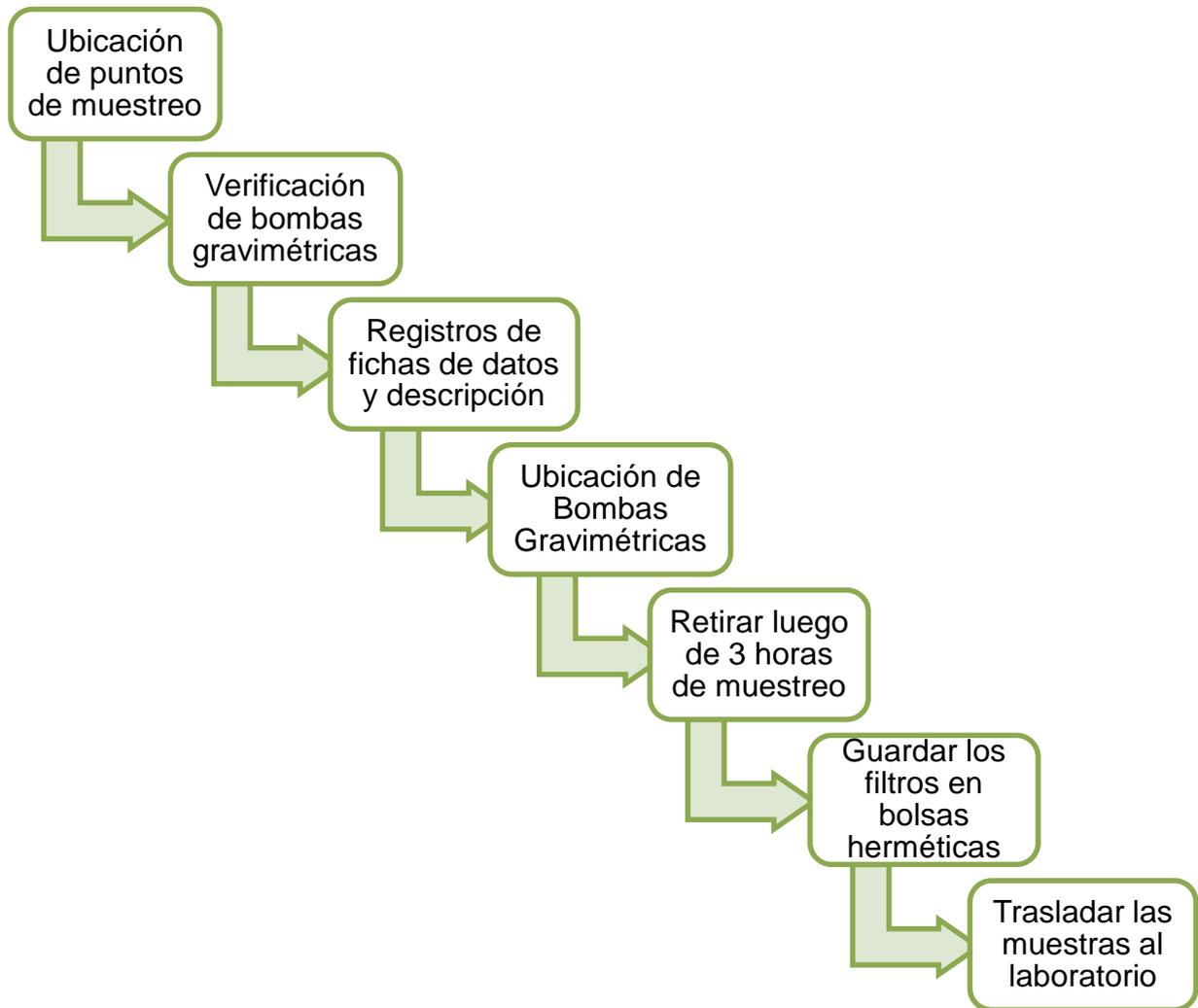


Figura 5. Proceso del muestreo en la calidad del aire en interiores.

Seguidamente se muestran las etapas los procesos utilizados para el muestreo de calidad de aire en interiores (CAI) y análisis de los microplásticos.

Etapas de la investigación:

Etapa 1: Ubicación de puntos para la toma de muestra. Los puntos fueron ubicados estratégicamente utilizando las recomendaciones del Protocolo de Calidad de Aire del Perú, en el que indica un mínimo de 3 estaciones de monitoreo, conformada por 750 a 999 habitantes (Tabla 3).

Tabla 3. Número mínimo de estaciones de monitoreo de calidad de aire (Adaptado del MINAM,2019)

| Población (miles de habitantes) | Número mínimo de estaciones de monitoreo |
|--|---|
| 0 – 29 | 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 |

Se tomó en cuenta el punto 1 (P1) a 30 metros, el punto 2 (P2) a 40 metros y el punto 3 (P3) a 100 metros (Figura 6). Para demostrar su efectividad se consideraron 4 muestras por punto en el interior de cada vivienda, los cuales fueron ubicados en el comedor, dormitorios y salas demostrando la concentración del material particulado durante las horas del monitoreo.

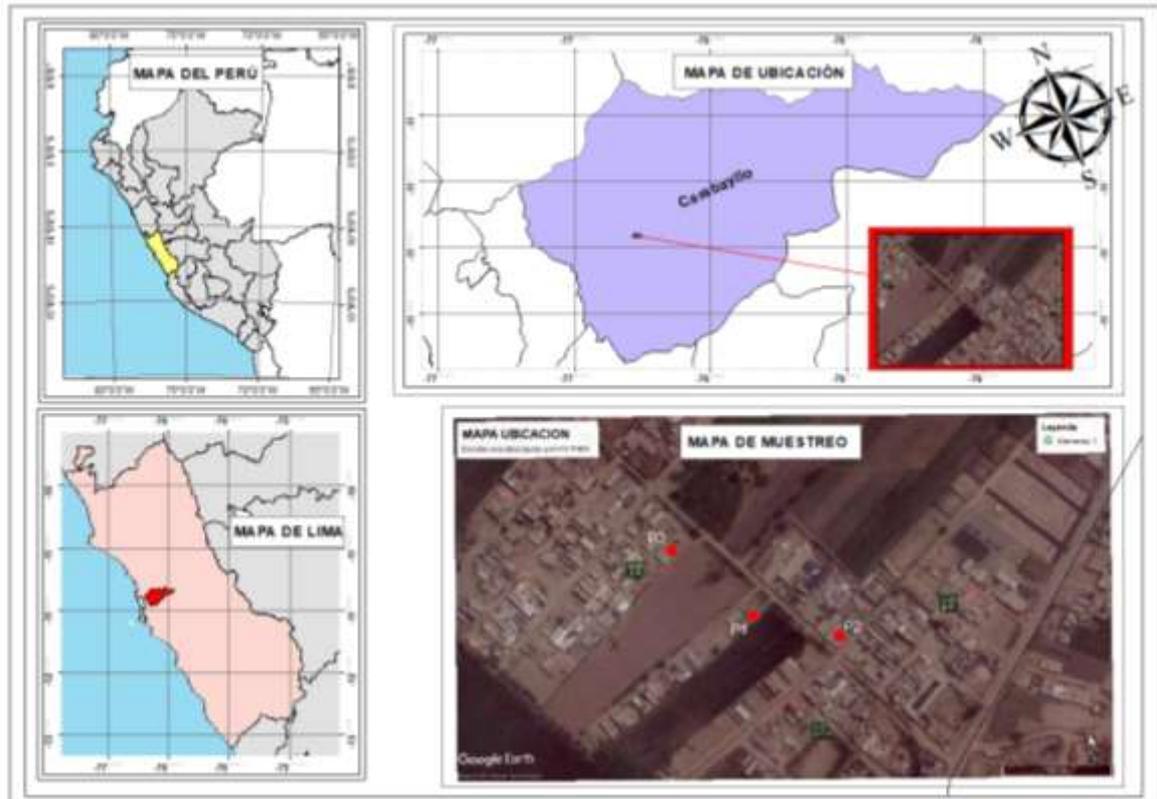


Figura 6. Mapa de ubicación de la zona de estudio.

Etap 2: Recolección y proceso de toma de muestras. Para realizar la toma muestra se utilizó el instrumento bomba de succión para el muestreo de calidad de aire (Figura 7), lo cual permitió captar el material particulado encontrado en el interior de viviendas; se tuvo en cuenta la categoría según el protocolo de monitoreo de calidad de aire del Perú que fue de microescala, donde las concentraciones en volúmenes de aire asociados con dimensiones de área de algunos metros hasta 100 metros, con el objetivo de determinar el impacto de fuente.



Figura 7. Recolección de muestras de material particulado en interiores

Estos sistemas requieren mayormente cambios manuales de filtros cada 3 horas según la NIOSH 0600 (Tabla 4) (National Institute for Occupational Safety & Health) para su análisis posterior en laboratorio.

Tabla 4. Parámetros de muestreo (*National Institute for Occupational Safety & Health, 2021*)

| | |
|---------------------------|-------------------------|
| Agente químico | Polvo respirable |
| Metodología | NIOSH 0600 |
| Equipo | Bomba de Muestreo |
| Flujo | 1.7 Lpm |
| Tiempo de muestreo | 3 horas |

Se utilizó un muestreador activo (Tabla 5), y como factor para la operación en precisión y confiabilidad se utilizó métodos manuales para partícula.

Tabla 5. Materiales y Equipos utilizados para la medición de polvo respirable. (*National Institute for Occupational Safety & Health, 2021*)

| Unid. | Equipo | Marca | Modelo | Nº Serie | Usado en: |
|-------|--------------------------------------|--------|---------------|----------------------------|------------------|
| 2 | Bomba Personal para Muestreo de Aire | GILIAN | Gilian BDX II | 20061202116 20170505069 | Polvo Respirable |
| 12 | Filtros de PVC de Ø 37mm y 5 µm | - | - | - | Polvo Respirable |
| 12 | Cassette de 2 Cuerpos | - | - | - | Polvo Respirable |
| 12 | Porta Filtros de Celulosa | - | - | - | Polvo Respirable |



Para la medición de parámetros meteorológicos se tomó como referencia los datos encontrados en el SENAMHI, el cual tiene como criterio la escala de Beaufort para la velocidad de viento (Tabla 6).

Tabla 6. Escala equivalente de Beaufort para velocidades de viento (Adaptado de MGP – 2021)

| NÚMERO BEAUFORT | DESCRIPCIÓN | VELOCIDAD EQUIVALENTE DEL VIENTO (m/s) |
|-----------------|----------------|--|
| 0 | Calma | 0 – 0,2 |
| 1 | Ventolina | 0,3 – 1,5 |
| 2 | Brisa suave | 1,6 – 3,3 |
| 3 | Brisa leve | 3,4 – 5,4 |
| 4 | Brisa moderada | 5,5 – 7,9 |
| 5 | Brisa fresca | 8,0 – 10,8 |
| 6 | Brisa fuerte | 10,9 – 13,8 |
| 7 | Viento fuerte | 13,9 – 16,9 |
| 8 | Viento duro | 17,0 – 20,5 |
| 9 | Muy duro | 20,65 – 24,1 |
| 10 | Temporal | 24,2 – 28,3 |
| 11 | Borrasca | 28,4 – 32,5 |
| 12 | Huracán | 32,6 a + |

3.6 Método de análisis de datos:

Para el análisis de datos adquiridos en la investigación se utilizó la estadística descriptiva con el programa Excel para el manejo de datos de parámetros meteorológicos, así como el programa SPSS para realizar la captura y análisis de datos.

3.7 Aspectos éticos:

El presente trabajo de investigación basado en honestidad, responsabilidad y respeto a las personas sigue los lineamientos establecidos en el código de ética mencionado en la Resolución Rectoral N° 0089-2019-UCV de la Universidad César Vallejo. Asimismo, se respetan los principios de veracidad comprobando la propiedad y pertenencia intelectual utilizando el software Turnitin.

IV. RESULTADOS

Los resultados se presentan de acuerdo a los objetivos dados:

Para determinar la presencia de microplásticos (MP) se realizó un análisis de indicadores ligados a la contaminación de MP como las condiciones meteorológicas, data obtenida de SENAMHI de los días 15, 16, y 17 de setiembre de 2021 (Tabla 7).

Tabla 7. Data meteorológica máximo, mínimo y promedio. (Adaptado de SENAMHI – 2021)

| | Temperatura °C | Precipitación (mm) | Humedad % | Dirección de viento | Velocidad de viento (m/s) |
|----------|----------------|--------------------|-----------|---------------------|---------------------------|
| Máximo | 13.9 | 0.0 | 97.1 | SSW | 3.6 |
| Mínimo | 10.8 | 0.0 | 78.4 | SW | 0.4 |
| Promedio | 12.1 | 0.0 | 87.9 | SSW | 1.6 |

Frente a estos análisis se obtiene que la temperatura ambiental presentó un promedio de 12.1 °C. La temperatura mínima fue de 10.8 °C y la temperatura máxima fue de 13.9°C. La humedad relativa promedio fue 87.9%. La humedad relativa mínima fue 78.4 %; mientras que la humedad relativa máxima fue 97.1% descritos en la Tabla 7.

La velocidad del viento promedio registrado fue de 1.6 m/s. Según la Escala Beaufort (Tabla 6) se obtuvo una predominancia de ventolina y brisa suave en un 44.4.0%, calma en un 5.6 % y brisa leve en un 2.8%. Por último, la dirección del viento se representa mediante la rosa de viento, las que indican la dirección predominante del viento y el rango de velocidades. Las direcciones predominantes durante el desarrollo del monitoreo fueron SSW con 75.00% del total de registros (Figura 8).

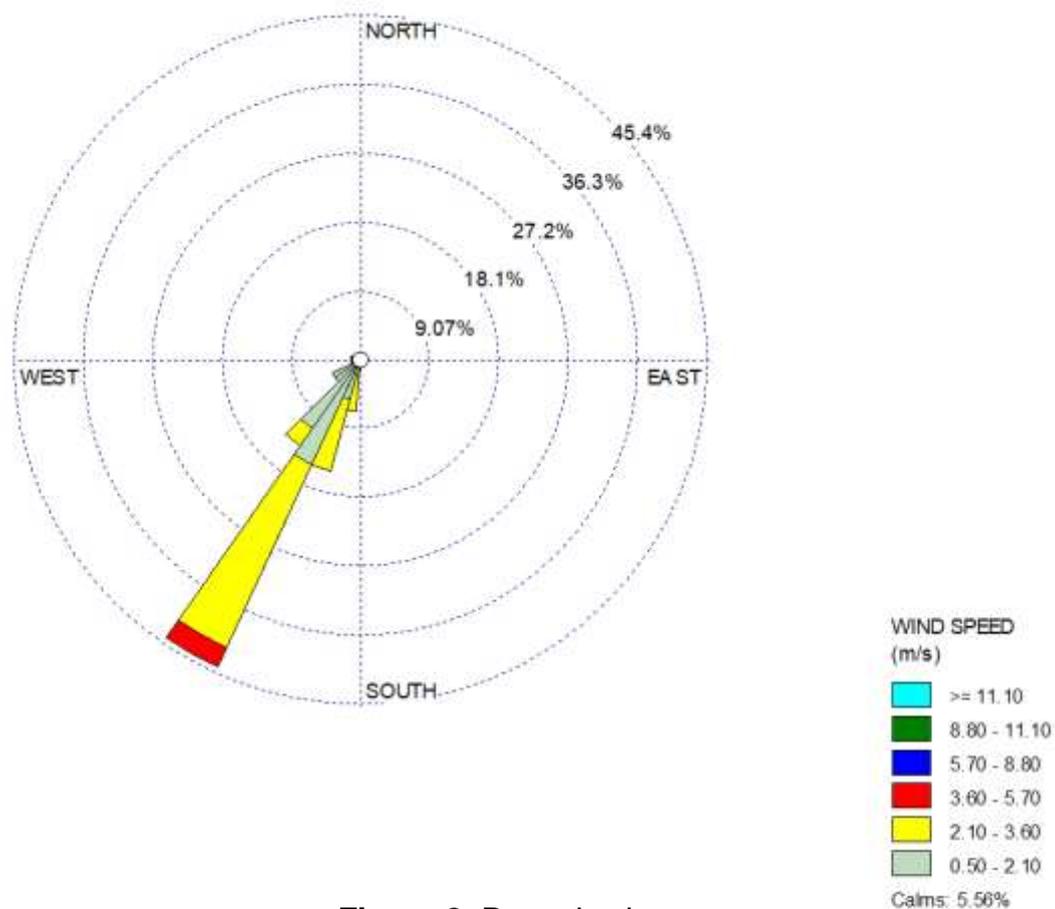


Figura 8. Rosa de viento

La distribución normal para el peso inicial del filtro sin el uso de la bomba gravimétrica, fue calculado por medio de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, con el resultado que se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Pruebas de normalidad.

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|---------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| pesoinicial | ,163 | 6 | ,200* | ,943 | 6 | ,685 |
| pesofinal | ,170 | 6 | ,200* | ,946 | 6 | ,707 |
| concentración | ,421 | 6 | ,001 | ,638 | 6 | ,001 |

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors.

Hipótesis a probar

Ho= Los datos del peso inicial siguen una distribución normal.

H1= Los datos del peso inicial no siguen una distribución normal.

Región crítica

Si: p es menor o igual a 0.05; entonces rechazar la hipótesis nula.

Resultado P= 0.685 y es mayor a 0.05.

Conclusión: Rechazar la hipótesis alterna. Esto es, se acepta la afirmación siguiente:

Ho= Los datos del peso inicial siguen una distribución normal.

La distribución normal para el peso final del filtro con el uso de la bomba gravimétrica, fue calculado por medio de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, con el resultado que se muestra en la Tabla 8.

Hipótesis a probar

Ho= Los datos del peso final siguen una distribución normal.

H1= Los datos del peso final no siguen una distribución normal.

Región crítica

Si: p es menor o igual a 0.05; entonces rechazar la hipótesis nula.

Resultado P= 0.707 y es mayor a 0.05.

Conclusión: Rechazar la hipótesis alterna. Esto es, se acepta la afirmación siguiente:

Ho= Los datos del peso inicial siguen una distribución normal.

La distribución normal para la concentración de la muestra con el uso de la bomba gravimétrica, fue calculado por medio de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, con el resultado que se muestra en la Tabla 8.

Hipótesis a probar

H₀= Los datos del peso final siguen una distribución normal.

H₁= Los datos del peso final no siguen una distribución normal.

Región crítica

Si: p es menor o igual a 0.05; entonces rechazar la hipótesis nula.

Resultado

P= 0.001 y es menor a 0.05.

Conclusión

Rechazar la hipótesis nula. Esto es, se acepta la afirmación siguiente:

H₁= Los datos del peso final no siguen una distribución normal.

La prueba de hipótesis para el material extraño (microplástico) demostradas en la Tabla 9.

Hipótesis a probar

H₀= No existe la presencia de microplásticos en el aire en interiores de viviendas en Carabayllo 2021.

H₁= Existe la presencia de microplásticos en el aire en interiores de viviendas en Carabayllo 2021.

Región crítica

Si: p es menor o igual a 0.05; entonces rechazar la hipótesis nula.

Resultado **P**= 0.001 y es menor a 0.05.

Conclusión: Rechazar la hipótesis nula. Esto es, se acepta la afirmación siguiente:

H₁= Existe la presencia de microplásticos en el aire en interiores de viviendas en Carabayllo.

Tabla 9. Correlación de los pesos.

| | | pesoinicial | pesofinal | concentracion |
|---------------|------------------------|-------------|-----------|---------------|
| pesoinicial | Correlación de Pearson | 1 | ,999** | -,129 |
| | Sig. (bilateral) | | ,000 | ,808 |
| | N | 6 | 6 | 6 |
| pesofinal | Correlación de Pearson | ,999** | 1 | -,080 |
| | Sig. (bilateral) | ,000 | | ,880 |
| | N | 6 | 6 | 6 |
| concentracion | Correlación de Pearson | -,129 | -,080 | 1 |
| | Sig. (bilateral) | ,808 | ,880 | |
| | N | 6 | 6 | 6 |

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Para determinar la característica del material particulado se tuvo que realizar un monitoreo de la concentración del PM-2.5 o también conocido como polvos respirables (Tabla 10) a través de bombas gravimétricas y filtros de PVC, con un tiempo de 180 min establecido por el NIOSH 0600 y con un flujo de 1.7 l/min, promedios de pesos que se muestra a continuación:

Tabla 10. Concentración de PM -2.5($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

| Puntos de muestreo | | Concentración ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) |
|-----------------------|-------|--|
| Sala principal | P1-M1 | 0.022950 |
| Dormitorio | P1-M2 | 0.006120 |
| Comedor | P2-M1 | 0.007038 |
| Oficina | P2-M2 | 0.006732 |
| Sala principal | P3-M1 | 0.008568 |
| Dormitorio | P3-M2 | 0.008568 |

En la Figura 9 se observa la concentración del material particulado PM – 2.5 de las muestras. Obteniendo un valor de $0.02295 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el primer punto de muestreo (P1-M1), siendo este el de mayor cantidad de concentración.

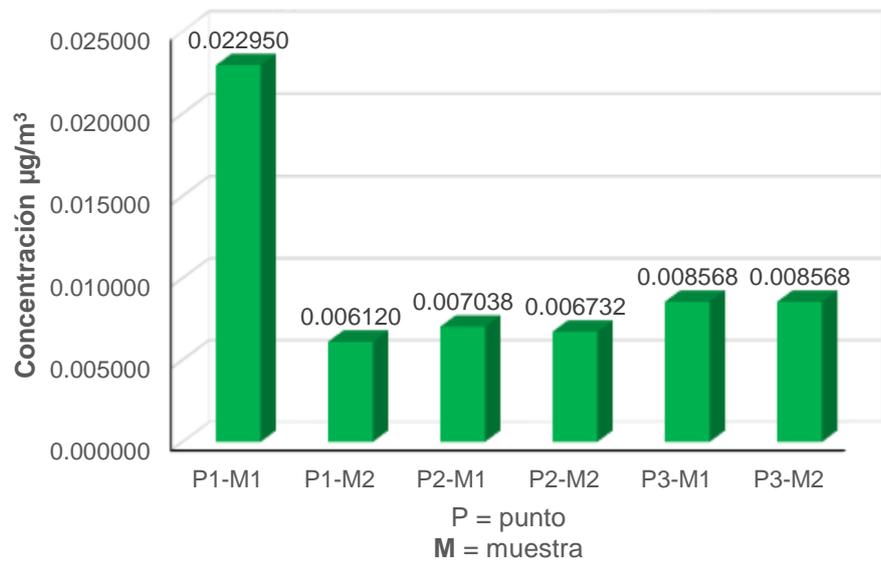


Figura 9. Concentraciones de material particulado (respirables) obtenidas en el monitoreo.

Asimismo, se observó las características del material particulado (PM) presentes en el aire dentro de las viviendas en el distrito de Carabayllo, mediante la microscopía electrónica de barrido (SEM).

En la Figura 10 se observan al material particulado presente en la muestra con una escala microscopica de 70 x apreciandose 6 particulas simetricas (microesferas) y de color claro procedente del material particulado microplastico.

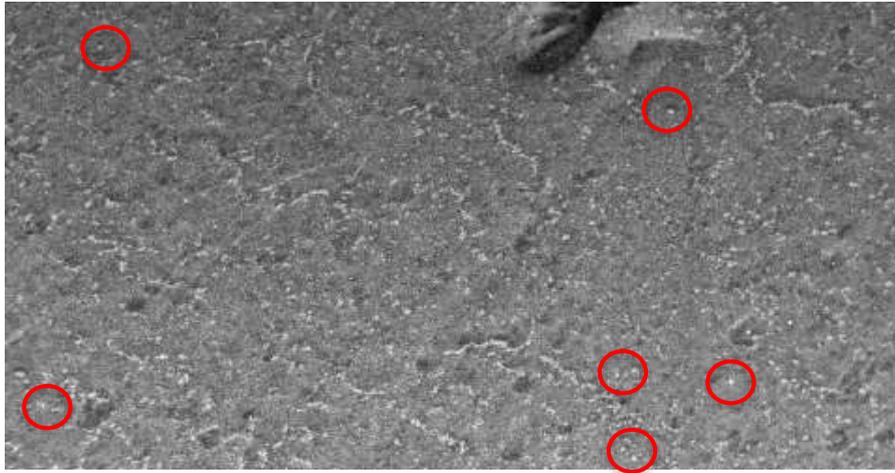


Figura 10. Fotografía de la muestra P1 en el microscopio (70x).

En la Figura 11 se realizó el levantamiento de la escala microscopica a 600 x en la cual se observa 13 partículas de microplástico de color claro y de forma simétrica.

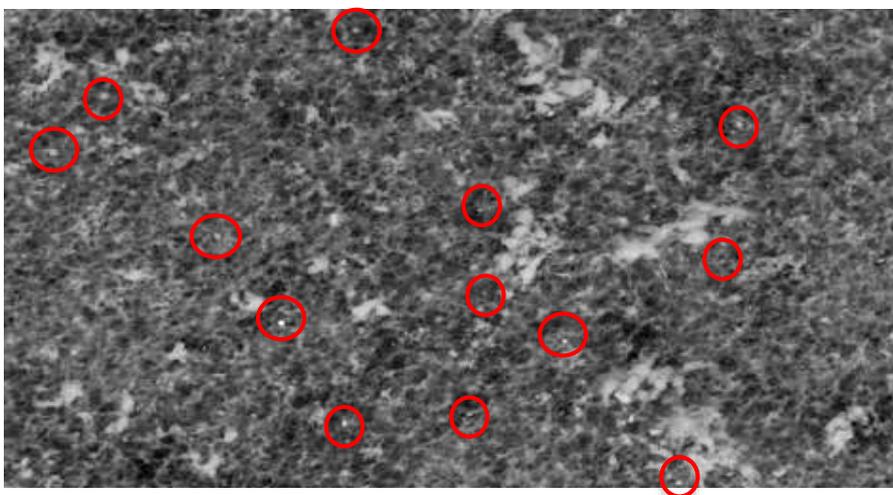


Figura 11. Fotografía de la muestra P1 en el microscopio (600 x).

En la Figura 12 en el punto N° 2 se aprecia que al elevar la escala microscopica a 2500 x observamos al material particulado microplasticos de forma simétrica y de color claro, asi mismo se divisa que el material particulado puede presentar de tamaño muy pequeño que son invisibles para el ser humano.

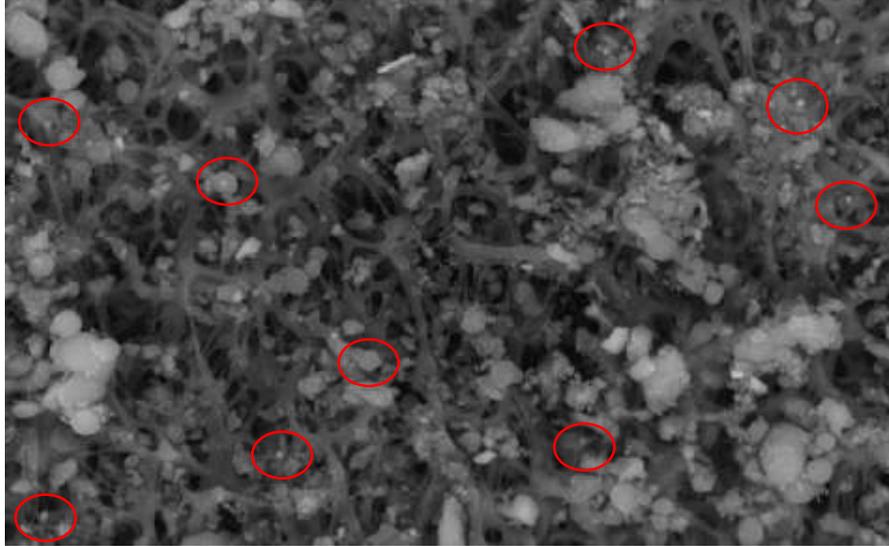


Figura 12. Fotografía de la muestra P2 en el microscopio (2500 x).

En la Figura 13 la escala fue de 10000x se demuestra que los materiales particulados microplasticos logran medir entre los 1.573 μm y los 4.558 μm (micrómetros).

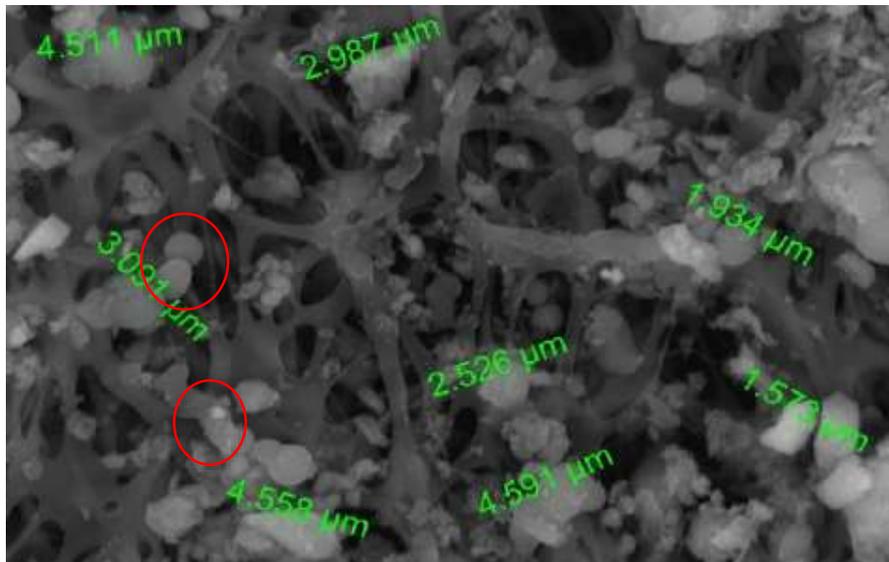


Figura 13. Fotografía de la muestra P2 en el microscopio (10000 x).

En la Figura 14 se observa la presencia material particulado de color oscuro y de forma asimétrica, como también al microplásticos de color claro y de forma simétrica.

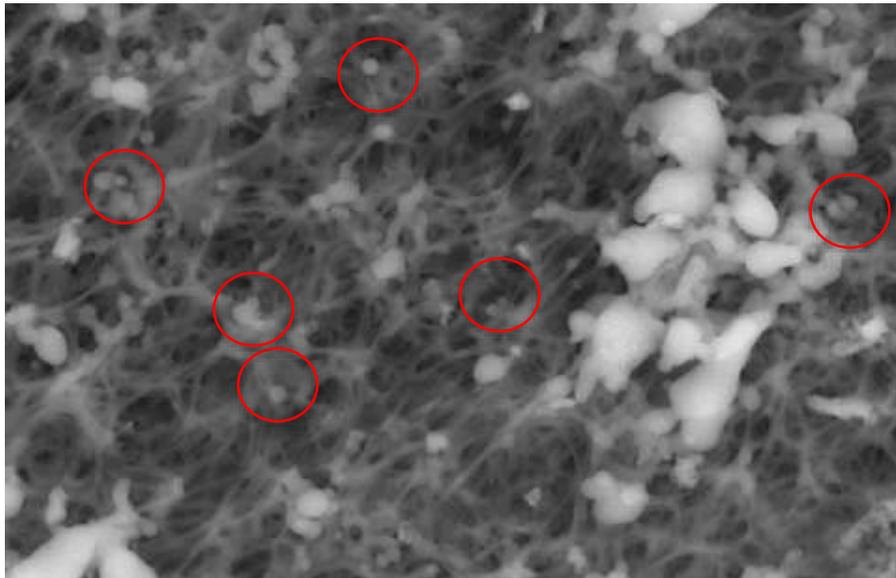


Figura 14. Fotografía de la muestra P3 en el microscopio (2400 x).

En la Figura 15 se observa la presencia de microplásticos están presentes en el aire y pueden medir de 1.127 μm a 4.965 μm , la escalas microscópicas pueden determinar la presencia de dichas particular pueden lograr a ser nanopartículas.

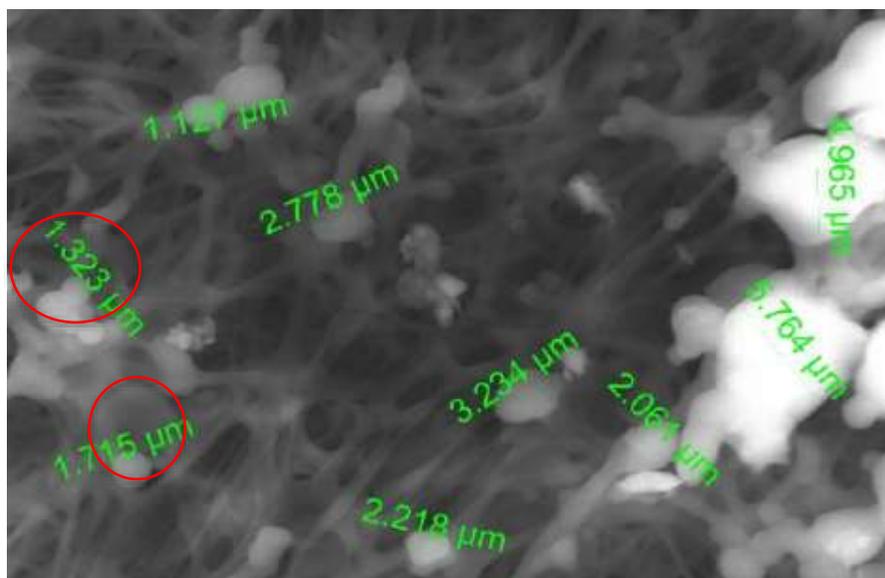


Figura 15. Fotografía de la muestra P3 en el microscopio (10000 x).

La identificación del tipo de microplástico se realizó mediante espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) en el interior de las viviendas en el distrito de Carabaylo, que colindan con un centro de acopio donde se realizan actividades de triturado, lavado y secado de plástico. Se evidenció la existencia de microplástico polietileno (PE) con longitudes de onda de 2916.35 cm^{-1} y 1425.91 cm^{-1} demostrado en la Figura 16, donde las muestras se acercan al estándar de polietileno (PE).

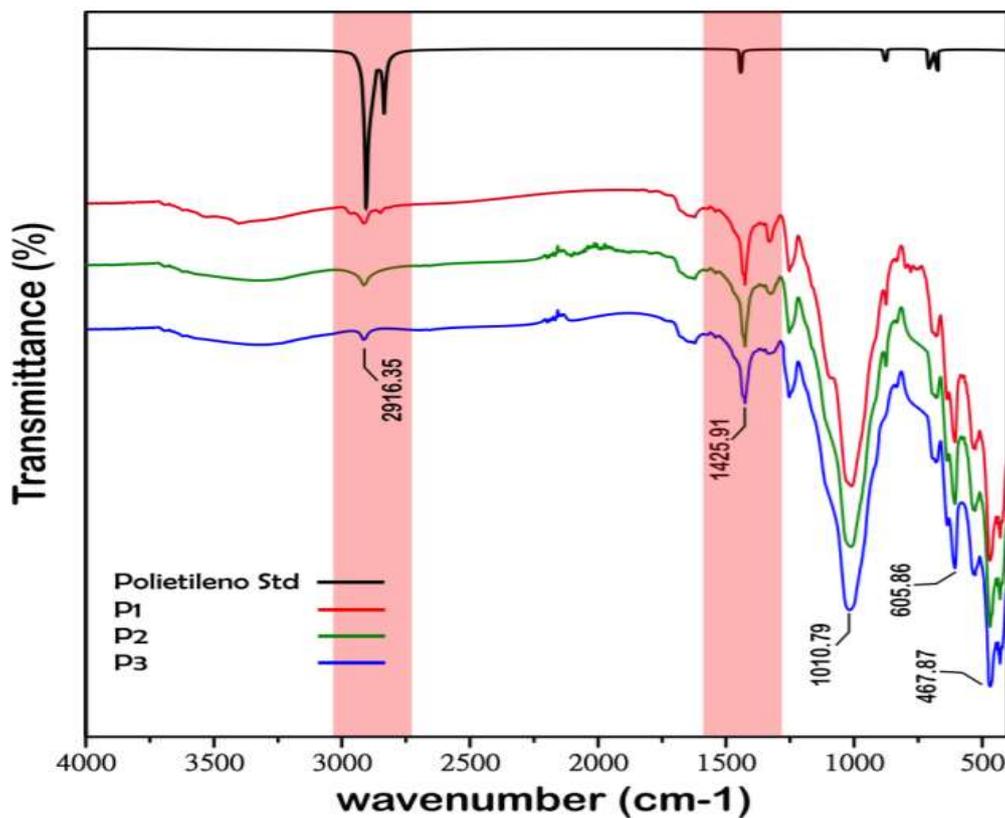


Figura 16. Espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier.

V. DISCUSIÓN

El estudio realizado en las viviendas mostró la existencia de microplástico, manifestando ser polietileno (PE), polímero usado mayormente en accesorios como bolsas, envases y objetos plastificados que al desprenderse las partículas de mayor tamaño suelen caer al suelo y las de menor tamaño se mantienen en el aire por un tiempo prolongado. Contrastando con el estudio de Nyabire et al. (2021) el cual explica que la existencia de microplásticos atmosféricos al aire libre es el resultado de la fragmentación de partículas como: llantas de automóviles, ropa, accesorios y desechos plásticos urbanos que no se han manejado adecuadamente, en el aire en interiores ocurren por el desgaste de la ropa, alfombras y muebles, siendo estas las fuentes más importantes de microplásticos primarios.

De acuerdo al trabajo realizado por Abbasi et al. (2019), determinaron que la inhalación de material particulado microplástico suspendidos en el aire de interiores ha demostrado un aumento significativo en enfermedades respiratorias. Los MP más pequeños submicrométricos que interactúan con el epitelio respiratorio y gastrointestinal, también tienen el potencial de ser translocados al sistema circulatorio y a otros órganos a través de difusión o penetración celular. Es por esta razón que en esta investigación se realizó el análisis de materiales particulados extraños en el interior de viviendas teniendo como resultado la presencia de microplástico polietileno (PE).

La existencia de plásticos en el interior de viviendas en cuanto al resultado nos mostró colores claros y oscuros correspondientes al polietileno, contrastando con los mencionado en la investigación de Prata et al. (2020), en el cual se hallaron microplásticos con características en el primer muestreo que registra la mayor variación en los colores de las fibras, es decir, el menor número de fibras de colores claros en interiores (55,9%).

En el estudio se tuvo como resultado que las principales muestras de microplástico son partículas de polietileno (PE) encontradas en las muestras de

los puntos (P) 1, 2 y 3, las cuales pueden trasladarse en el aire a espacios según el tamaño de la partícula, ya que las más pequeñas permanecen suspendidas en el ambiente por más tiempo y a mayor distancia. Asimismo, Sarmah and Rout (2020) indica que el PE es conocido por sus propiedades que permiten fabricar productos como las bolsas, envolturas, revestimiento de cables, etc; así como también es conocido por el tamaño de la partícula y la capacidad la que tiene para quedar suspendido en el aire. Es por ello que Yao et al. (2021) demuestra en su estudio que las muestras obtenidas en aire de interiores fueron de 12,9 a 56,6 veces más altas que las de las muestras de aire ambiental. Y que las principales muestras de microplásticos en interiores son partículas o fibras de polietileno (PE), las principales muestras de microplásticos en las muestras de aire ambiental son fragmentos de cloruro de polivinilo (PVC).

Los resultados de material particulado (PM-2.5) de la investigación se encontró que en la calidad del aire en el interior de viviendas del distrito de Carabayllo se encuentra por debajo de los límites máximos permisibles (LMP). Por otro lado, los resultados no son semejantes con la investigación de Martínez y Aquino (2019) donde indicaron que el principal problema de contaminación atmosférica en Lima Capital es la alta concentración de material particulado PM 2.5. Las enfermedades que están vinculadas a la contaminación de aire son aquellas que afectan a las vías respiratorias (asma, bronquitis aguda y crónica, enfermedades que llegan a afectar la anatomía sistema respiratorio, entre otras). Por esta razón, Sridharan et al. (2021), mencionó que los microplásticos aerotransportados se propagan en ambientes terrestres creando un riesgo potencial de exposición a través de la inhalación directa de microplásticos suspendidos en el polvo, ingresando a las vías respiratorias, pudiendo generar enfermedades cardiovasculares o incluso cáncer. Las fibras inhalables dispersas en el aire podrían incluso liberar sustancias químicas absorbidas en los pulmones.

La contaminación por microplástico tiene efectos nocivos en la salud de las personas por el tamaño que este pueda tener ya que aquellas partículas de

menor diámetro ingresan a los alveolos pulmonares que este pueda tener al ser analizada. Dicho de otro modo, para Rahman et al. (2021) los microplásticos son un contaminante globalmente emergente que está afectando en diferentes ámbitos. Este artículo explica que la exposición a los microplásticos puede ocurrir a través de la inhalación, ingestión y el contacto dérmico, ya que se encuentran presentes en agua, aire y productos de consumo. También se ha demostrado la potencialidad de neurotoxicidad, las alteraciones metabólicas, y el aumento del riesgo de contraer cáncer en los seres humanos.

Veerasingam et al. (2020) explica en su estudio que la técnica FTIR es un método espectroscópico vibracional versátil que se utiliza para caracterizar diferentes tipos de polímeros

Los resultados de las muestras con respecto al análisis de espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) se identificaron partículas o fibras de polietileno (PE) en las principales muestras de microplásticos. Por consiguiente, en comparación con el estudio realizado por Yao et al. (2021) precisa en sus resultados que se identificaron fibras microplásticas, películas y fragmentos de tereftalato de polietileno (PET), polietileno (PE), polipropileno (PP) y cloruro de polivinilo (PVC), en oficinas, aulas y viviendas unifamiliares.

En el estudio realizado a través de la espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) se obtuvo una longitud de onda de 2916.35 cm^{-1} y de 1426.91 cm^{-1} , indicando ser polietileno (PE). Contrastando con el estudio de Fan et al. (2021) en el que para identificar el número de onda de los microplásticos se preparó una mezcla que contenía cinco microplásticos usando el FTIR, obteniendo como resultado varios picos y reflejaron la combinación de la mezcla de microplásticos. En el número de onda de 729 cm^{-1} , se produjo un pico que podría ser el resultado de PE, otro resultado se observó a 2916 cm^{-1} , que puede deberse a la presencia de polietileno, polipropileno y cloruro de polivinilo, resultando la identificación exitosa de los componentes plásticos investigados en una muestra de microplástico. Asimismo, en el estudio de Cárdenas et al. (2019) analizaron las partículas de polietileno confirmando que existen picos de polietileno de alta intensidad,

localizados entre 2980 y 2750 cm^{-1} , dos picos de polietileno de baja intensidad, uno de ellos entre 1480 y 1420 cm^{-1} , y el otro entre 740 y 700 cm^{-1} . De la misma manera, Bredács et al. (2021) mediante su estudio de espectros FTIR encontraron rangos que oscilan entre 3000-2800, 1500-1300, 720 cm^{-1} y 3000-2700, 1500-1000 cm^{-1} donde se puede deducir claramente a las características del PE. Los cuatro picos grandes corresponden a las vibraciones características del polietileno, a saber, las bandas a 2919 cm^{-1} y 2851 cm^{-1} se pueden atribuir a las vibraciones de estiramiento asimétricas y simétricas de CH_2 . Por otro lado, Kovács et al. (2021) indican que las bandas fuertes de 1463 y 720 cm^{-1} se deben a la deformación por flexión C – H y la vibración de balanceo C – C respectivamente.

VI. CONCLUSIONES

El estudio demostró la presencia de microplástico en el interior de las viviendas, identificándose partículas de forma simétrica (microesferas).

1. El material particulado presentó características de color claro oscuro, siendo estas de forma asimétrica y tamaños de entre 1 a 5 μm .
2. El tipo de microplásticos identificados mediante el estudio de la espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) fue el polietileno (PE).

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar muestreos de microplásticos en diferentes tiempos para obtener datos más precisos.
2. Realizar estudios de la presencia de microplásticos en diferentes periodos estacionales (invierno, otoño, primavera y verano) para estudiar la tendencia.
3. Comparar la concentración de microplásticos tanto en los ambientes de los centros de acopio como en las viviendas colindantes.

REFERENCIAS:

ABBASI, Sajjad., [et al.]. Distribution and potential health impacts of microplastics and microrubbers in air and street dusts from Asaluyeh County, Iran [en línea]. *Environmental Pollution*, 2019. Vol. 244, pp. 153-164. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.10.039>

ACOSTA, Mauro, PINCAY, Katuska. “Obtención de MasterBatch de Polietileno de alta densidad (HDPE) y Polietileno de baja densidad (LDPE) a partir de la Cochinilla (*Dactylopius coccus*).”. Universidad de Guayaquil, 2019. Pag. 178. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/reduq/45449/1/BINGQ-IQ-19P33.pdf>

AGATHOKLEOUS, Evgenios, CALABRESE, Edward J. Calabrese. Environmental toxicology and ecotoxicology: How clean is clean? Rethinking dose-response analysis. *Science of The Total Environment*, 2020 [en línea]. Vol. 746, p. 138769. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138769>

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, 2017. Disponible en: <https://espanol.epa.gov/espanol/conceptos-basicos-sobre-el-material-particulado-pm-por-sus-siglas-en-ingles>

AKANYANGE, S. N., [et al.]. Does microplastic really represent a threat? A review of the atmospheric contamination sources and potential impact. [en línea]. *Science of the Total Environment*, 2021. Vol 777, p. 146020. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146020>

AL-GHAMDI, Hanan. [et al.]. FTIR study of gamma and electron irradiated high-density polyethylene for high dose measurements. *Nuclear Engineering and Technology*, 2021. ISSN 1738-5733. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112142>

ALVAREZ RISCO, Aldo. Universidad de Lima. Clasificación de las Investigaciones, 2021. Disponible en:

<https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10818/Nota%20Acad%C3%A9mica%20%20%2818.04.2021%29%20-%20Clasificaci%C3%B3n%20de%20Investigaciones.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

AMATO-LOURENÇO, Luís Fernando., [et al.]. An emerging class of air pollutants: Potential effects of microplastics to respiratory human health? [en línea]. *Science of The Total Environment*, 2020. Vol. 749, pp. 141676. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141676>

AŠMONAITĖ, Giedrė and CARNEY ALMROTH, Bethanie. Effects of microplastics on organisms and impacts on the environment: balancing the known and unknown, 2019 [en línea]. Disponible en: [10.13140 / RG.2.2.28556.77448](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.28556.77448)

BRAUER, Michael., [et al.]. Taking a Stand Against Air Pollution the Impact on Cardiovascular Disease: A Joint Opinion from the World Heart Federation, American College of Cardiology, American Heart Association, and the European Society of Cardiology [en línea]. *Journal of the American College of Cardiology*, 2021. Vol. 77, pp. 1684-1688. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.12.003>

CADENA-INIGUEZ, Pedro., [et al.]. Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales. *Rev. Mex. Cienc. Agríc*, 2017 [en línea]. Vol.8, n.7, pp.1603-1617. ISSN 2007-0934. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342017000701603&script=sci_abstract&tlng=pt

CALHOUN, Allison. Polypropylene, In *Plastics Design Library, Multilayer Flexible Packaging (Second Edition)*, 2016. *William Andrew Publishing* [en línea]. Pages 35-45, ISBN 9780323371001. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-37100-1.00003-X>.

- CÁRDENAS, Juan, ROJAS Gonzáles, Andrés, GÁLIVIZ, Beatriz . Cambios en la estructura química del polietileno de alta densidad al experimentar múltiples reprocesamientos. *Rev. ing. univ. Medellín*, 2019. Vol.18 no.35. Disponible en: <https://doi.org/10.22395/rium.v18n35a7>
- CASTAÑEDA, Grover [et al.]. Microplastics: A contaminant that grows in all environmental áreas, its characteristics and possible risks to public health from exposure,. *Rev. Bol. Quim*, 2020 [en línea]. vol.37, n.3, pp. 142-157. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602020000300005&lng=es&nrm=iso. ISSN 0250-5460.
- CASTIBLANCO, Cristian y CAÑON, Nicolas. Prototipo de bajo costo para monitoreo de calidad del aire en ambientes interiores, 2019. Tesis (Pregrado). Bogotá: *Universidad Piloto de Colombia*. Vol. 53. Disponible en: <http://35.227.45.16/bitstream/handle/20.500.12277/4880/Trabajo%20de%20grado5094.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CHAPTER, Sara Ronca. Polyethylene, Editor (s): Marianne Gilbert, Brydson's Plastics Materials (Eighth Edition). *Butterworth-Heinemann*, 2017. Pp. 247-278, ISBN 9780323358248. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-35824-8.00010-4>
- CORREIA PRATA, Joana. Airborne microplastics: Consequences to human health? [en línea]. *Environmental Pollution*, 2018. Vol. 234, pp. 115-126. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.11.043>
- CORREIA PRATA, Joana. Airborne microplastics: Consequences to human health?. *Environmental Pollution*, 2018 [en línea]. Vol. 234, pp. 115-126. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.11.043>
- COSGUN, Ahmet. Determination of indoor air quality in collective living spaces utilizing Fuzzy logic analysis. Vol. 19 No. 3: *Journal of Construction*, 2020 [en línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.7764/rdlc.19.3.288-300>

COSTA APONTE, Francisco., [et al.]. Estadísticas Ambientales, 2018. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/03-informe-tecnico-n03_estadisticas-ambientales-feb2018.pdf

DALBERG ADVISORS, de Wit W, Hamilton A., [et al.]. Solving plastic pollution through accountability. Gland: *WWF International*, 2019. Disponible en: De corte transversal. *Revista Médica Sanitas*, 2018 [en línea]. 21(3), pp. 141-147. Disponible en: <https://doi.org/10.26852/01234250.20>

DRIS, Rachi., [et al.]. A first overview of textile fibers, including microplastics, in indoor and outdoor environments [en línea]. *Environmental Pollution*, 2017. Vol. 221, pp. 453-458. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.12.013>

EcuRed contributors, Investigación no experimental 5 junio 2021 [en línea]. Disponible en: https://www.ecured.cu/index.php?title=Investigaci%C3%B3n_no_experimental&oldid=1451545

FAN, Chihhao, [et al.]. Microplastic constituent identification from admixtures by Fourier-transform infrared (FTIR) spectroscopy: The use of polyethylene terephthalate (PET), polyethylene (PE), polypropylene (PP), polyvinyl chloride (PVC) and nylon (NY) as the model constituents. *Environmental Technology & Innovation* 2021 [en línea]. Vol. 23, p. 101798. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101798>

FERMO, Paola [et al.]. Improving indoor air quality through an air purifier able to reduce aerosol particulate matter (PM) and volatile organic compounds (VOCs): Experimental Results, 2021. Vol 197. ISSN 0013-9351. ScienceDirect [en línea]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935121004254>

HALE Robert and SONG B. Single-use plastics and COVID-19: Scientific evidence and environmental regulations. *Environmental Science & Technology*, 2020 [en línea]. Vol. 54, pp. 7034–7036. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acs.est.0c02269>

HERNÁNDEZ-SAMPIERI, Roberto. Definición del alcance de la investigación que se realizará: exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo, 2014. p. 634. Disponible en: http://metabase.uaem.mx/bitstream/handle/123456789/2792/510_06_color.pdf?sequence=1

HIRT, Nell., BODY-MALAPELI, Mathilde. Immunotoxicity and intestinal effects of nano- and microplastics: a review of the literature. Part Fibre Toxicol, 2020 [en línea]. Vol. 17, p. 57. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12989-020-00387-7>

HISHAM A. Maddah. Polypropylene as a Promising Plastic: A Review. *American Journal of Polymer Science*, 2016 [en línea]. p-ISSN: 2163-1344 e-ISSN: 2163-1352; 6 (1): 1-11. Disponible en: [doi: 10.5923 / j.ajps.20160601.01](https://doi.org/10.5923/j.ajps.20160601.01)

HUAMANÍ, Elisabet, BLAS, Rosa. Estadísticas Ambientales, 2018. INEI. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/informe-tecnico-n04_estadisticas-ambientales-mar2018.pdf

HÜFFER, Thorsten., [et al.]. Polyethylene microplastics influence the transport of organic contaminants in soil [en línea]. *Science of The Total Environment*, 2019. Vol. 657, pp. 242-247. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.047>

ISO 16890. UNE-EN, Génova, España, 2017. Disponible en: https://airfiltration.mannhummel.com/fileadmin/user_upload/air_knowledge/Filtration_Standards/ISO_16890/ISO_Guide/AA01-ISO_Guide-ES.pdf

KOVÁCS, Réka. [et al.]. Surface characterization of plasma-modified low density polyethylene by attenuated total reflectance fourier-transform infrared (ATR-FTIR) spectroscopy combined with chemometrics. *Polymer Testing*, 2021. Vol. 96, p. 107080.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2021.107080>

LIAO, Zhonglu., [et al.]. Airborne microplastics in indoor and outdoor environments of a coastal city in Eastern China. *Journal of Hazardous Materials*, 2021 [en línea]. Vol 417, p 126007. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126007>

LIU, Chunguang., [et al.]. Widespread distribution of PET and PC microplastics in dust in urban China and their estimated human exposure. *Environment International*, 2019 [en línea]. Vol. 128, pp. 116-124 Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.04.024>

M. BREDÁCS. [et al.]. Prediction of polyethylene density from FTIR and Raman spectroscopy using multivariate data analysis. *Polymer Testing* , 2021. Vol. 104, pages. 107406.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2021.107406>

MARIN SANCHEZ, Obert, AQUINO AYLAS, Rafael Ricardo. Evaluación del Riesgo por Inmisión de Material Particulado 2.5 en El Condominio Los Robles del Distrito de El Agustino. *Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur*, 2019 [en línea].

Disponible en: <http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/228>

Ministerio del Ambiente. Cifras del mundo y el Perú, MINAM, 2020. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/menos-plastico-mas-vida/cifras-del-mundo-y-el-peru/>

MURRAY, Christopher J L., [et al.]. Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990–2019: A systematic analysis for the Global

Burden of Disease Study, 2019 [en línea]. *The Lancet*, (2020 Oct 17), Vol. 396, pp. 1223-1249. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(20\)30752-2](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(20)30752-2)

NEHUL, Agarwal., [et al.]. Indoor air quality improvement in COVID-19 pandemic: Review [en línea]. *Sustainable Cities and Society*, 2021. Vol. 70, p. 102942. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102942>

NYABIRE, Stephen. [et al.]. Does microplastic really represent a threat? A review of the atmospheric contamination sources and potential impacts. *Science of The Total Environment*, 2021 [en línea]. Vol. 777. p. 146020. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146020>

PAMPI Sarmah, JAYASHREE Rout. Chapter. Role of algae and cyanobacteria in bioremediation: prospects in polyethylene biodegradation. Prashant Kumar Singh, Ajay Kumar, Vipin Kumar Singh, Alok Kumar Shrivastava, *Advances in Cyanobacterial Biology*, Academic Press, 2020 [en línea]. Pp. 333-349. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819311-2.00022-X>

PATEL, Rajen M. Polyethylene, In *Plastics Design Library, Multilayer Flexible Packaging (Second Edition)*. William Andrew Publishing, 2016 [en línea]. Pp. 17-34, ISBN 9780323371001. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-37100-1.00002-8>

PRATA, Joana C., [et al.]. An easy method for processing and identification of natural and synthetic microfibers and microplastics in indoor and outdoor air, *MethodsX*. *ScienceDirect*, 2020 [en línea]. Vol 7, p. 100762. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.mex.2019.11.032>

PRATA, Joana C., [et al.]. The importance of contamination control in airborne fibers and microplastic sampling: Experiences from indoor and outdoor air sampling in Aveiro, Portugal. *Marine Pollution Bulletin*, 2020 [en línea]. Vol 159. p. 111522. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111522>

- RAHMAN, Arifur., [et al.]. Potential human health risks due to environmental exposure to nano- and microplastics and knowledge gaps: A scoping review [en línea]. *Science of The Total Environment*, 2021. Vol. 757, p. 143872. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143872>
- RODRIGUEZ P., Roberto. Calidad de aire interior (IAQ): operaciones recomendadas durante la crisis del COVID-19. Trox Technik The art of handling air. Disponible en: https://www.trox.es/downloads/61818a83a12c8200/Calidad-de-Aire-Interior_Operaciones-durante-COVID-19.pdf?type=brochure
- RODRÍGUEZ, Milena, MENDIVELSO, Fredy. Diseño de investigación De corte transversal. *Revista Médica Sanitas*, 2018 [en línea]. 21(3), pp. 141-147. Disponible en: <https://doi.org/10.26852/01234250.20>
- S. VEERASINGAM. [et al.]. Contributions of Fourier transform infrared spectroscopy in microplastic pollution research: A review, 2021. vol. 51, no. 22, pp. 2681-2743. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/10643389.2020.1807450>
- SANCHEZ, Cleidy y BAUTISTA, María. Evaluación de la calidad del aire (PM10 y PM2.5) en relación a los parámetros meteorológicos (temperatura, humedad relativa y velocidad de viento) en el sector Cercado- Tarapoto, 2019. Tesis (Pregrado). Tarapoto: *Universidad Peruana Unión*, p. 85. Disponible en: <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/2012>
- SARMAH, Pampi and ROUT, Jayashree. Chapter 22 - Role of algae and cyanobacteria in bioremediation: prospects in polyethylene biodegradation, 2020, *Advances in Cyanobacterial Biology*. Pages. 333-349, ISBN: 978-0-12-819311-2. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819311-2.00022-X>

X

- SETTIMO, Gaetano, MANIGRASSO, Maurizio and AVINO, Pasquale. Indoor Air Quality: A Focus on the European Legislation and State-of-the-Art Research in Italy. *Atmosphere*, 2020 [en línea]. Vol. 11, no. 4, pp. 370.
Disponibile en: <http://dx.doi.org/10.3390/atmos11040370>
- SHAHUL, Fauziah [et al.]. Agamuthu. Worldwide distribution and abundance of microplastic: How dire is the situation?. *Waste Management & Research*, 2018. Vol 36, Issue 10, pp. 873-897. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/0734242X18785730>
- SHARIFI SOLTANI, Neda , PATRICK TAYLOR, Mark, PATON WILSON, Scott. Quantification and exposure assessment of microplastics in Australian indoor house dust. *Environmental Pollution*, 2021 [en línea]. Vol 283, 11706. ISSN 0269-7491. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117064>
- ŚMIEŁOWSKA, Monika, MARĆ, Mariusz ZABIEGAŁA, Bożena. Indoor air quality in public utility environments a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 2017 [en línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11356-017-8567-7>
- SRIDHARAN, Srinidhi., [et al.]. Microplastics as an emerging source of particulate air pollution: A critical review. *Journal of Hazardous Materials*, 2021. Vol. 418, p. 126245. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126245>
- TRAN, Vinh Van, PARK, Duckshin and LEE, Young-Chul. "Indoor Air Pollution, Related Human Diseases, and Recent Trends in the Control and Improvement of Indoor Air Quality". *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2020 [en línea]. Vol. 17, no. 8: 2927.
Disponibile en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/8/2927>
- TUNAHAN Kaya, A., Yurtsever, M. & ÇİFTÇİ Bayraktar, S. Ubiquitous exposure to microfiber pollution in the air [en línea]. *Eur. Phys. J. Plus*, 2018. Vol. 133, 488.
Disponibile en: <https://doi.org/10.1140/epjp/i2018-12372-7>

VIANELLO, Alvise [et al.]. Jes. Simulating human exposure to indoor airborne microplastics using a Breathing Thermal Manikin, 2019. Vol. 9, p. 8670. *Scientific reports* [en línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45054-w>

WRIGHT, Stephanie [et al.]. Development of screening criteria for microplastic particles in air and atmospheric deposition: critical review and applicability towards assessing human exposure. *Micropl.&Nanopl*, 2021 [en línea]. Vol. 1, p. 6. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s43591-021-00006-y>

YAO, Ying., [et al.]. Characterization of microplastics in indoor and ambient air in northern New Jersey. *Environmental Research*, 2021 [en línea]. p. 112142, ISSN. 0013-9351. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112142>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables.

| Evaluación de la presencia de microplásticos en el aire del interior de viviendas, Carabayllo - 2021 | | | | | | | |
|--|---|--|---|---------------------------------|---------------|---------------------------|------------------|
| Variable(s) | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | | Escala de medición/Unidad | |
| Microplástico | <p>La palabra microplásticos fue utilizado por primera vez en el año 2006 por Thompson para aquellos fragmentos, gránulos y fibras con una dimensión entre 5 mm y 1 μm, (Sharifi et al., 2021). Proviene de la descomposición de materiales sintéticos que tienen plásticos (Barbosa et al., 2020) y se liberan de los materiales cotidianos contaminando el aire interior y exterior (Prata et al., 2020).</p> | <p>Se realizó un monitoreo en los interiores de las viviendas, mediante el uso del instrumento Bomba Gravimétrica y filtro de PVC que permitió medir los niveles de concentración de material particulado. Posteriormente se analizó el tipo de microplásticos mediante espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) y microscopía electrónica de barrido (SEM).</p> | Característica de Material particulado | | Concentración | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | |
| | | | | | Tamaño | μm | |
| | | | | | Forma | - | |
| | | | Características de microplásticos | Color del micro plástico | | Claro | - |
| | | | | | | Oscuro | - |
| | | | | Forma del micro plástico | | Fibra | - |
| | | | | | | Esfera | - |
| | | | | Tipo de microplástico | | Polietileno | cm^{-1} |
| | | | | | | Cloruro del polivinilo | cm^{-1} |
| | Polipropileno | cm^{-1} | | | | | |

Anexo 2. Ficha 1. Registro de datos y descripción de muestras.

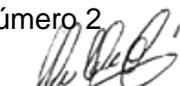
| Ficha 1. Registro de datos y descripción de muestras | | | | | | | | | | |
|--|----------|--|-----------------------|-----------------------|--|--|--------------|------------|-----------------|------------|
| Título | | Evaluación de la presencia de microplásticos en el aire del interior de viviendas, Carabayllo - 2021 | | | | | | | | |
| Línea de investigación | | Calidad y Gestión de los Recursos Naturales | | | | | | | | |
| Responsables | | Sotil Suárez, Daniela Alexandra Velásquez Hoyos, Javier Guillermo | | | | | | | | |
| Asesor | | Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto | | | | | | | Coordenadas UTM | |
| Puntos | Muestras | Peso Inicial (g/filtro) | Peso final (g/filtro) | Concentración (µg/m³) | Descripción | Observaciones | Hora inicial | Hora final | Este | Norte |
| P1 | M - 01 | 0.043516 | 0.043591 | 0.022950 | Sala principal ubicada en el primer piso | Vivienda de 3 pisos de material noble | 10:04 | 13:04 | 279587.42 | 8690952.46 |
| | M - 02 | 0.043703 | 0.043723 | 0.006120 | Oficina ubicada en el segundo piso | Área de oficina ubicada en el segundo piso | 13:31 | 16:31 | 279587.42 | 8690952.46 |
| P2 | M - 01 | 0.043990 | 0.044013 | 0.007038 | Dormitorio principal | Vivienda de un piso hecha de material noble | 10:17 | 13:17 | 279541.42 | 8690967.13 |
| | M - 02 | 0.043189 | 0.043211 | 0.006732 | Comedor | Área de comedor ubicada cerca de la sala principal | 13:20 | 15:20 | 279541.42 | 8690967.13 |
| P3 | M - 01 | 0.044324 | 0.044352 | 0.008568 | Dormitorio principal | Dormitorio de menor ubicado en el primer piso | 10:19 | 13:19 | 279469.92 | 8691050.57 |
| | M - 02 | 0.043240 | 0.043261 | 0.008568 | Sala | Sala principal de la vivienda | 13:42 | 15:42 | 279469.92 | 8691050.57 |

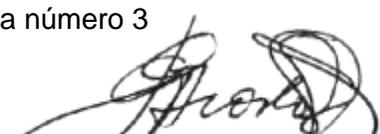
NOTA: P1: Vivienda número 1

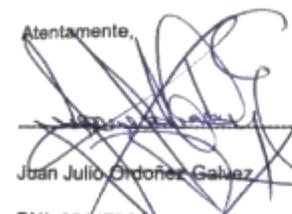
M: Muestra

P2: Vivienda número 2

P3: Vivienda número 3


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275


Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450

Atentamente,

Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

Anexo 3. Ficha 2. Características de los Microplásticos.

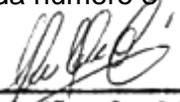
| Ficha 2. Características de los Microplásticos | | | | | |
|--|----------|--|--------------|-------------|---|
| Título | | Evaluación de la presencia de microplásticos en el aire del interior de viviendas, Carabayllo - 2021 | | | |
| Línea de investigación | | Calidad y Gestión de los Recursos Naturales | | | |
| Responsables | | Sotil Suárez, Daniela Alexandra | | | |
| | | Velásquez Hoyos, Javier Guillermo | | | |
| Asesor | | Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto | | | |
| Puntos | Muestras | Color | Forma | Tipo | Observaciones |
| P1 | M - 01 | Claro | Microesferas | Polietileno | La presencia de microplástico se da de forma simétrica (esferas y microesferas) |
| | M - 02 | | | | |
| P2 | M - 01 | Oscuro | Microesferas | Polietileno | |
| | M - 02 | | | | |
| P3 | M - 01 | Claro | Microesferas | Polietileno | |
| | M - 02 | | | | |

NOTA: P1: Vivienda número 1

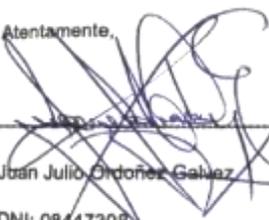
M: Muestra

P2: Vivienda número 2

P3: Vivienda número 3


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275


Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP. N° 25450

Atentamente,

Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

Anexo 4. Cadena de custodia

envirotest
Laboratorio de Análisis de Calidad de Aire

Nº 042522

CADENA DE CUSTODIA

Agua M.S. C.A. S.O. Emi. Otro LE-Nº: 216382 Pág. 1 de 1

| DATOS DEL CLIENTE | | | | | | Envío de muestra por parte de: | ANÁLISIS REQUERIDOS |
|---|---|---------------|--------------|--------------------|---------------|--|---------------------|
| ENVIAR INFORME DE ENSAYO A: | | | | | | | |
| RAZÓN SOCIAL: | JAVIER GUILLERMO VELASQUEZ HOYOS | | | | | Envío de muestra por parte de: PAQ. RESPIRADORA | |
| DIRECCIÓN: | JR APURIMAC 3240 - SHP | | | | | | |
| TELÉFONO: | 987 863 885 (HHA) guillermovh@envirotest.com | | | | | | |
| CONTACTO: | | | | | | | |
| ORIGEN DE SERVICIO / PLAN DE MUESTREO Nº: | CONTAMINACIÓN: 4104-21 | | | | | | |
| OTRA REFERENCIA: | | | | | | | |
| ENVIAR FACTURA A: | | | | | | Indicar con una (X) en las casillas inferiores, los análisis requeridos por cada muestra | |
| RAZÓN SOCIAL: | GESTIÓN ESPECIALIZADA EN HIGIENE, SEGURIDAD INDUSTRIAL Y MEDIO AMBIENTE S.A.C | | | | | | |
| RUC: | 20601649439 | | | | | | |
| DIRECCIÓN: | Jr. GEMINA Nº 915 - URB. MERQUINHO - LOS OLIVOS - LIMA | | | | | | |
| NOMBRE DEL PROYECTO: | CAUDAL DE AIRE EN INTERIORES | | | | | | |
| PROCEDENCIA: | LAS PALMERAS - CAJAMAYO | | | | | | |
| Nº de muestra | Código de Cliente | Fecha (d-m-a) | Hora (24:00) | Muestra o Producto | Ubicación UTM | Indicar con una (X) en las casillas inferiores, los análisis requeridos por cada muestra | |
| 01 | P1-M1 | 12-09-21 | 08:10 | S.O | - | | |
| 02 | P2-M2 | 15-09-21 | 11:30 | S.O | - | | |
| 03 | P2-M2 | 16-09-21 | 09:00 | S.O | - | | |
| 04 | P2-M2 | 16-09-21 | 12:00 | S.O | - | | |
| 05 | P3-M1 | 17-09-21 | 10:00 | S.O | - | | |
| 06 | P3-M2 | 17-09-21 | 13:30 | S.O | - | | |

ENVIROTEST S.A.C.

21 SEP 2021

RECIBIDO

LA RECEPCIÓN NO IMPLICA CONFORMIDAD

(I) Información requerida por Resolución de Muestras. (II) MATRIZ O PRODUCTO: Sólido (Suspendido) (S.O.) | Partículas (Pm1, Sólidos (S.V.), Polvo (Pm10), PVC, MDS, Gases de Aire (CA) | (S.M.10, PM2.5, PM10), PTFE, Sol. Cap. Lí. Otros. Agua (A) | Agua Natural (A. Superficial, A. Subterránea, A. de Manantial, A. de Llave o Bona), Agua Residual (A.R.) (A. 10, C. Doméstica, A. R. Industrial, A. R. Municipal, Agua de Urea y Fosfato Natural (A. de Pesca), A. de Salina - A. Fosfórica, Emulsiones, de Miel, A. de lagos artificiales, Agua Salina (A. de Mar, R. Salada, Salobre), Agua de Proceso (A. de procesamiento o refinamiento, A. de extracción para cadenas, A. de cadenas, A. de fermento, A. perfumada, A. de impresión y rotulación), Emulsiones (Oleo), | (Pulverizada seco - P.S.) | Muestra Sólida (M.S.) | (Sólido (S.V.), Líquido (L.V.), Sólido (S.O.))

| MUESTREO REALIZADO POR | | PLAN/PROCEDIMIENTO DE MUESTREO | | INFORMACIÓN DEL MUESTREO | | OBSERVACIONES | | SUPERVISOR / REPRESENTANTE DEL CLIENTE | |
|------------------------|----------------------------|--------------------------------|--|-------------------------------|--|---------------|--|--|--|
| Empresa: | | | | Código de Equipos Utilizados: | | | | Nombre: | |
| Responsable: | JAVIER GUILLERMO VELASQUEZ | | | | | | | Cargo: | |
| Firma: | <i>[Firma]</i> | | | | | | | Firma: | |

| Entregado por: | | Recibido por: | | Origen de las envases de las muestras: | | Cliente: | | Emisor: | |
|----------------|--|----------------|----------------|--|-------|----------|--|---------|--|
| Fecha (d-m-a): | | Fecha (d-m-a): | 21-09-21 | Horario (24:00): | 15:45 | | | | |
| Firma: | | Firma: | <i>[Firma]</i> | | | | | | |

Copyright: 1993-2019 Envirotest S.A.C. - Lima, Perú

[Firma]
Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
DOCENTE E INVESTIGADOR
CIP: 130267
RENACYT: P0078275

[Firma]
Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnabar
CIP Nº 25450

Atentamente,
[Firma]
Juan José Ordoñez Galvez
DNI: 08447308

ADQUIRENTE O USUARIO

Anexo 5. Ficha de validación de datos.



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Carlos Alberto Castañeda Olivera**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus Los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Química y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 1. Registro de datos y descripción de muestras**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Sotil Suárez, Daniela/Velásquez Hoyos, Javier**

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 |
|----|

Lima, 11 de junio de 2021


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 D.P.: 136267
 RENACRY: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Carlos Alberto Castañeda Olivera**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus Los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y Gestión de los Recursos Naturales**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 2. Características de los Microplásticos**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Sotil Suárez, Daniela/Velásquez Hoyos, Javier**

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 |
|-----------|

Lima, 11 de junio de 2021


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 136267
 RENACRYT: P0878275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

V. DATOS GENERALES

- 1.6. Apellidos y Nombres: **Dr. Carlos Alberto Castañeda Olivera**
 1.7. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus Los Olivos**
 1.8. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y Gestión de los Recursos Naturales**
 1.9. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 3. Cadena de custodia**
 1.10. Autor(A) de instrumento: **Sotil Suárez, Daniela/Velásquez Hoyos, Javier**

VI. 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 | | |

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|----|
| SI |
| - |

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

| |
|----|
| 90 |
|----|

Lima, 11 de junio de 2021


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Acosta Suasnabar Eusterio Horacio**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente/UCV Campus Los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Química y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 1. Registro de datos y descripción de muestras**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Sotil Suárez, Daniela/Velásquez Hoyos, Javier**

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 |
|----|

Lima, 11 de junio de 2021


 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Acosta Suasnabar Eusterio Horacio**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente/UCV Campus Los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y Gestión de los Recursos Naturales**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 2. Características de los Microplásticos**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Sotil Suárez, Daniela/Velásquez Hoyos, Javier**

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 |
|----|

Lima, 11 de junio de 2021



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

V. DATOS GENERALES

- 1.6. Apellidos y Nombres: **Dr. Acosta Suasnabar Eusterio Horacio**
 1.7. Cargo e institución donde labora: **Docente/UCV Campus Los Olivos**
 1.8. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y Gestión de los Recursos Naturales**
 1.9. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 3. Cadena de custodia**
 1.10. Autor(A) de Instrumento: **Sotil Suárez, Daniela/Velásquez Hoyos, Javier**

VI. 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 | | |

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

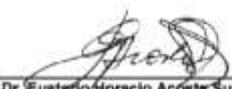
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|----|
| SI |
| - |

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

| |
|----|
| 90 |
|----|

Lima, 11 de junio de 2021



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Juan Julio Ordóñez Gálvez**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente /UCV Campus Los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y Gestión de los Recursos Naturales**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 1. Registro de datos y descripción de muestras**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Sotil Suárez, Daniela/Velásquez Hoyos, Javier**

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. | | | | | | | | | | | / | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | | / | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | | / | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | | / | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | | / | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | | / | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | | / | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | | / | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | | / | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | | / | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Sc

90%

Lima, 23 de junio del 2020

Juan Julio Ordóñez Gálvez

DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Juan Julio Ordóñez Gálvez**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente /UCV Campus Los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y Gestión de los Recursos Naturales**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 2. Características de los Microplásticos**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Sotil Suárez, Daniela/Velásquez Hoyos, Javier**

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. | | | | | | | | | | | / | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | | / | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | | / | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | | / | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | | / | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | | / | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | | / | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | | / | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | | / | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | | / | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

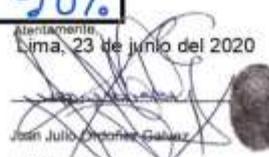
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

| |
|----|
| SI |
| |

| |
|-----|
| 90% |
|-----|

Atentamente
Lima, 23 de junio del 2020


Juan Julio Ordóñez Gálvez

DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

V. DATOS GENERALES

- 1.6. Apellidos y Nombres: **Dr. Juan Julio Ordóñez Gálvez**
- 1.7. Cargo e institución donde labora: **Docente /UCV Campus Los Olivos**
- 1.8. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y Gestión de los Recursos Naturales**
- 1.9. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 3. Cadena de custodia**
- 1.10. Autor(A) de Instrumento: **Sotil Suárez, Daniela/Velásquez Hoyos, Javier**

VI. 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. | | | | | | | | | | | ✓ | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | | ✓ | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | | ✓ | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | | ✓ | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | | ✓ | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | | ✓ | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | | ✓ | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | | ✓ | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | | ✓ | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | | ✓ | | |

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

SL

90%

 Atentamente,
 Lima, 23 de junio del 2020



Juan Julio Ordóñez Gálvez

DNI: 08447308

Anexo 6. Informe de laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION SERVICE, INC., -IAS
CON REGISTRO TL-659



INFORME DE ENSAYO N° 216382-I CON VALOR OFICIAL

Razón Social : JAVIER GUILLERMO VELASQUEZ HOYOS
Domicilio Legal : Jr. Apurímac Nro. 3240, San Martín de Porres - Lima
Solicitado por : GESTION ESPECIALIZADA EN HIGIENE, SEGURIDAD INDUSTRIAL Y MEDIO AMBIENTE S.A.C.
Referencia : Cotización N° 4104-21
Proyecto : CALIDAD DE AIRE EN INTERIORES
Procedencia : LAS PALMERAS - CARABAYLLO
Muestreo Realizado por : EL CLIENTE
Cantidad de Muestras : 6
Producto : SALUD OCUPACIONAL
Fecha de Recepción : 21/09/2021
Fecha de Ensayo : 21/09/2021 al 30/09/2021
Fecha de Emisión : 30/09/2021

I. Resultados

| Código de Laboratorio | 216382-01 | | 216382-02 | | 216382-03 | |
|---|---------------------|---------|---------------------|------------|---------------------|----------|
| Código del Cliente | P1 - M1 | | P1 - M2 | | P2 - M1 | |
| Fecha de Muestreo | 15/09/2021 | | 15/09/2021 | | 16/09/2021 | |
| Hora de Muestreo (h) | 08:10 | | 11:30 | | 09:00 | |
| Ubicación Geográfica (WGS 84) | NO APLICA | | NO APLICA | | NO APLICA | |
| Tipo de Producto | Occupational Health | | Occupational Health | | Occupational Health | |
| Tipo de Ensayo | Unidad | L.D.M. | L.C.M. | Resultados | | |
| Laboratorio Físico Químico | | | | | | |
| Determinación de peso: Partículas Respirables | | | | | | |
| | g/m ³ | 0,00015 | 0,00036 | 0,00075 | <0,00036 | <0,00036 |

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método. "<" Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, "0" = Resultado cuantificado, "0,0" = Límite de Detección de Método. "N/A" = No analizado

| Código de Laboratorio | 216382-04 | | 216382-05 | | 216382-06 | |
|---|---------------------|---------|---------------------|------------|---------------------|----------|
| Código del Cliente | P2 - M2 | | P3 - M1 | | P3 - M2 | |
| Fecha de Muestreo | 16/09/2021 | | 17/09/2021 | | 17/09/2021 | |
| Hora de Muestreo (h) | 12:00 | | 10:00 | | 13:30 | |
| Ubicación Geográfica (WGS 84) | NO APLICA | | NO APLICA | | NO APLICA | |
| Tipo de Producto | Occupational Health | | Occupational Health | | Occupational Health | |
| Tipo de Ensayo | Unidad | L.D.M. | L.C.M. | Resultados | | |
| Laboratorio Físico Químico | | | | | | |
| Determinación de peso: Partículas Respirables | | | | | | |
| | g/m ³ | 0,00015 | 0,00036 | <0,00036 | <0,00036 | <0,00036 |

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método. "<" Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, "0" = Resultado cuantificado, "0,0" = Límite de Detección de Método. "N/A" = No analizado

INFORME DE ENSAYO N°216382-I CON VALOR OFICIAL

I. Métodos y Referencias

| Tipo de Ensayo | Norma Referencia | Título |
|---|--|--|
| Laboratorio Físico Químico | | |
| Determinación de peso: Partículas Respirables | NIOSH Method 0600, Issue 3, 1998 (VALIDADO-Modificado) No incluye muestreo, 2018 | Particulates not otherwise regulated, respirable |

*NIOSH: National Institute of Occupational Safety and Health

II. Observaciones

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió.

IV. Procedimiento de Muestreo

PM-OPC-01 Requisitos Generales de Muestreo.
PM-OPC-11 Aseguramiento y Control de Calidad en el Muestreo.
PM-OPC-12 Muestreo de Polvo - Salud Ocupacional

Ing. Felipe Campos Y.
CIP N° 136871

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según lo ordeno el cliente o solicitante. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad (por ejemplo del estándar). El tiempo de validez de un informe de laboratorio depende de la naturaleza de la muestra y de la metodología de la prueba. El tiempo de validez de la muestra está en función a la estabilidad de los métodos normalizados de ensayo y según el tipo de muestra. Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C. Los resultados de laboratorio corresponden sólo a los datos de ensayo. Bajo las condiciones de los métodos como se realizaron. Para verificar la autenticidad del presente informe de ensayo consulte información al correo: info@envirotest.com.pe

"FIN DEL INFORME"

ANEXOS AL INFORME DE ENSAYO N° 216382

I. Resultados

| Código de Laboratorio | 216382-01 | 216382-02 | 216382-03 | 216382-04 | 216382-05 | 216382-06 | | |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------|----------|
| Código de Cliente | P1-M1 | P1-M2 | P2-M1 | P2-M2 | P3-M1 | P3-M2 | | |
| Fecha de Muestreo | 15/09/2021 | 15/09/2021 | 15/09/2021 | 16/09/2021 | 17/09/2021 | 17/09/2021 | | |
| Hora de Muestreo (h) | 06:10 | 11:30 | 09:00 | 12:00 | 10:00 | 13:30 | | |
| Tipo de Producto | Occupational Health | Occupational Health | Occupational Health | Occupational Health | Occupational Health | Occupational Health | | |
| Tipo Ensayo | Unidad | L.C.M. | Resultados | | | | | |
| Respirable Particulate Filter Weighing - Gravimetric | | | | | | | | |
| Pre Pesado | g | 0.000038 | 0.043515 | 0.043703 | 0.043890 | 0.043189 | 0.044324 | 0.043240 |
| Post Pesado | g | 0.000038 | 0.043591 | 0.043723 | 0.044013 | 0.043211 | 0.044352 | 0.043261 |

Legenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método; "x" = Masa que excede el L.C.M. indicado; "y" = Mayor al valor indicado; "ND" = Resultado cuantificable; "N/A" = No Analizado.

Anexo 7. Resultado de laboratorio de espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR)



Rep. Nro. 096-IR-2021-FILTRO
FECHA 24/11/2021

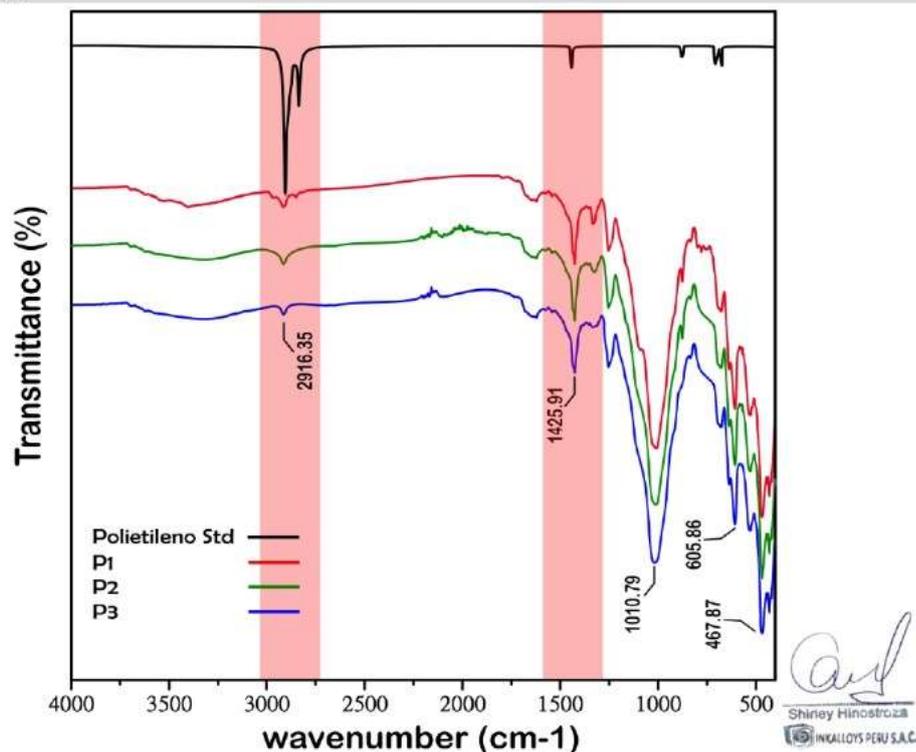
REPORTE DE ENSAYO ESPECTROSCOPIA INFRARROJA

| | | |
|---|--|--|
| Muestra: Filtro de Aire | Fuente: Infrarrojo | Instrumento: Perkin Elmer Frontier |
| Rango Espectral: 400 cm ⁻¹ - 4000 cm ⁻¹ | Resolución: 0.4 cm ⁻¹ | Sistema Óptico: FT-IR |
| Analista: S. Hinostraza | Revisor: M. Taquire | Número de Lote: P1-P2-P3 |

Identificación de los Principales Grupos Funcionales:

| Grupo Funcional: | Región Típica: | Experimental: |
|---|---|--------------------------|
| Zona de Absorción "Estiramiento" C-H | 4000 cm ⁻¹ - 2000 cm ⁻¹ | 2916.35 cm ⁻¹ |
| Zona de Vibración CH ₃ | 1650 cm ⁻¹ - 1340 cm ⁻¹ | 1425.91 cm ⁻¹ |
| Zona Estiramiento Simétrico CH ₂ y C-H | 1500 cm ⁻¹ - 900 cm ⁻¹ | 1010.79 cm ⁻¹ |
| Zona de Vibración (Rocking) CH ₂ | 845 cm ⁻¹ - 600 cm ⁻¹ | 605.86 cm ⁻¹ |
| Zona De Vibración Fingerprint | 1300 cm ⁻¹ - 400 cm ⁻¹ | 467.87 cm ⁻¹ |

ESPECTRO IR:



Anexo 8. Resultados de laboratorio de microscopía electrónica de barrido



Rep. Nro. 097-2021-SEM-FILTRO
FECHA 25/11/2021

REPORTE DE ENSAYO MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO

| | | |
|---|--|--|
| Muestra: Filtro | Preparación: Metalizado | Instrumento: Prisma E ThermoFisher |
| Procesamiento de Datos: Image J | Norma de Referencia: ASTM F1877 - 16 | Referencia: Lote: P1-P2-P3 |
| Analista: D. Vergaray | Revisor: M. Taquiró | |

PREPARACIÓN DE MUESTRA:

PROCESO DE METALIZADO DE LAS MUESTRAS:



INTRODUCCIÓN DE LAS MUESTRAS A LA CÁMARA DE ALTO VACÍO DEL MICROSCÓPIO:

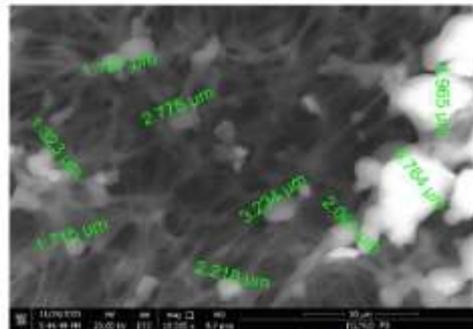
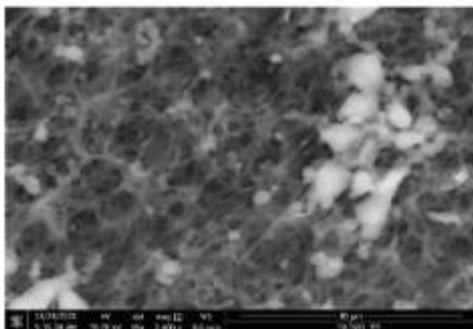
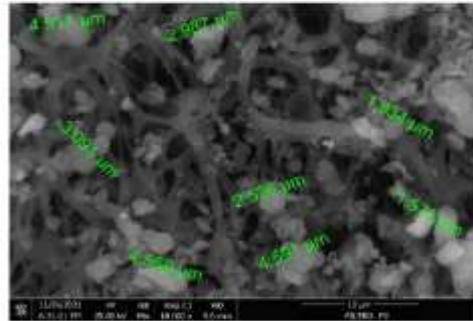
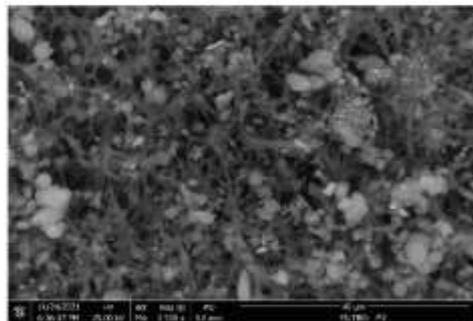
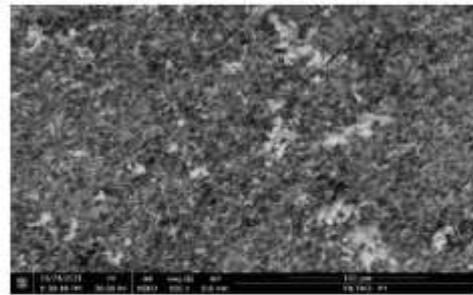
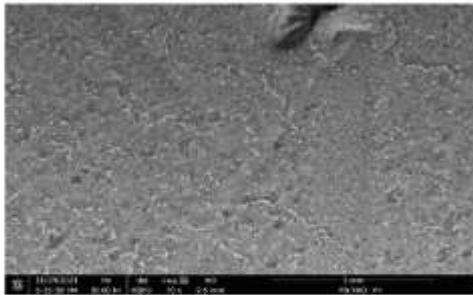



DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO
QUÍMICO
CQP. 1337

REPORTE DE ENSAYO MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO

| | | |
|---|--|--|
| Muestra: Filtro | Preparación: Metalizado | Instrumento: Prisma E ThermoFisher |
| Procesamiento de Datos: Image J | Norma de Referencia: ASTM F1877 - 16 | Referencia: Lote: P1-P2-P3 |
| Analista: D. Vergaray | Revisor: M. Taquire | |

MICROGRAFIAS



RESULTADOS:

Se identifica partículas con tamaños entre 1 µm y 5 µm. La morfología es medianamente simétrica y de superficie lisa.

Diego Romano Vergaray D'Arigo
DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARIGO
QUÍMICO
CQP. 1337

Anexo 9. Certificado de calibración de bombas gravimétricas



Certificado de Calibración OHLF525-251120

1.- SOLICITANTE

Razón social : GEHSIMA S.A.C.
Dirección : JR. GEMINIS NRO. 915 INT. PIS1 URB. MERCURIO LIMA - LIMA -
LOS OLIVOS

2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

Caudalímetro

Marca : GILIAN
Modelo : BDX II
N° Serie : 20170505069
Intervalo de medición : 0,5 L/min a 4 L/min
Resolución : 0,5 L/min
Procedencia : USA

3.- PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

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

4.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

* El instrumento fue calibrado el 2020-11-25
* La calibración se realizó en el Área de Flujo y Caudal del Laboratorio OHLab

5.- PATRONES DE REFERENCIA

| N° de Certificado | Equipo | Marca | Modelo | Número de Serie |
|---------------------------|------------|----------|-----------------|-----------------|
| LFG-205-2019 INACAL/DM | Flujómetro | MesaLabs | Defender 530+ H | 154409 |

6.- CONDICIONES AMBIENTALES

| | | |
|-------------|------------|------------|
| Temperatura | 20,4 °C | ± 0,2 °C |
| Humedad | 50,7 % HR | ± 1,2 % HR |
| Presión | 1011,2 hPa | ± 0,3 hPa |

Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos y/o modificaciones requieren la autorización del Laboratorio de Metrología OHLAB. Certificado sin firma y sello carecen de validez.

Los resultados de este certificado no deben utilizarse como certificado de conformidad de producto.

Fecha de emisión: 2020-11-25

Sello




Juan Diego Anticollpa Nuñez
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA
OCCUPATIONAL HYGIENE LABORATORIES S.A.C.

Certificado de Calibración OHLF525-251120

7.- RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

| CCV (L/min) | Indicación del caudalímetro (L/min) | Error (L/min) | Incertidumbre (L/min) |
|----------------|---|------------------|--------------------------|
| 1,05 | 1,00 | -0,05 | 0,2 |
| 1,54 | 1,50 | -0,04 | 0,2 |
| 2,09 | 2,00 | -0,09 | 0,2 |
| 2,61 | 2,50 | -0,11 | 0,2 |
| 3,09 | 3,00 | -0,09 | 0,2 |

CCV: Caudal Convencionalmente Verdadero

Temperatura del aire: 23,4 °C a 23,1 °C

7.1.- NOTA

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

(fin del documento)

Certificado de Calibración OHLF526-251120

1.- SOLICITANTE

Razón social : GEHSIMA S.A.C.
Dirección : JR. GEMINIS NRO. 915 INT. PIS1 URB. MERCURIO LIMA - LIMA - LOS OLIVOS

2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

Caudalímetro

Marca : GILIAN
Modelo : BDX II
N° Serie : 20061202116
Código : GEHSIMA-SO-001

Intervalo de medición : 0,5 L/min a 4 L/min
Resolución : 0,5 L/min
Procedencia : USA

3.- PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

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

4.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

- * El instrumento fue calibrado el 2020-11-25
- * La calibración se realizó en el Área de Flujo y Caudal del Laboratorio OHLab

5.- PATRONES DE REFERENCIA

| N° de Certificado | Equipo | Marca | Modelo | Número de Serie |
|---------------------------|------------|----------|-----------------|-----------------|
| LFG-205-2019 INACAL/DM | Flujómetro | MesaLabs | Defender 530+ H | 154409 |

6.- CONDICIONES AMBIENTALES

| | |
|-------------|----------------------|
| Temperatura | 20,4 °C ± 0,2 °C |
| Humedad | 50,7 % HR ± 1,2 % HR |
| Presión | 1011,2 hPa ± 0,3 hPa |

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

Fecha de emisión: 2020-11-25

Sello




Juan Diego Antillapala Ramos
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA
OCCUPATIONAL HYGIENE LABORATORY S.A.C.

Certificado de Calibración OHLF526-251120

7.- RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

| CCV (L/min) | Indicación del caudalímetro (L/min) | Error (L/min) | Incertidumbre (L/min) |
|----------------|---|------------------|--------------------------|
| 1,19 | 1,00 | -0,19 | 0,2 |
| 1,80 | 1,50 | -0,10 | 0,2 |
| 2,12 | 2,00 | -0,12 | 0,2 |
| 2,52 | 2,50 | -0,02 | 0,2 |
| 3,07 | 3,00 | -0,07 | 0,2 |

CCV: Caudal Convencionalmente Verdadero

Temperatura del aire: 23,4 °C a 23,1 °C

7.1.- NOTA

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

(fin del documento)