



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Caracterización de microplásticos atmosféricos en la zona de
influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA AMBIENTAL

AUTORAS:

Ccoicca Damiano, Diana (ORCID: [0000-0003-0259-8897](https://orcid.org/0000-0003-0259-8897))
Segura Rivas, Karina Lizeth (ORCID: [0000-0002-2197-8628](https://orcid.org/0000-0002-2197-8628))

ASESOR:

Dr. Elmer Gonzales Benites Alfaro (ORCID: [0000-0003-1504-2089](https://orcid.org/0000-0003-1504-2089))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA — PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedicado a nuestros padres por haber contribuido al logro de nuestras metas trazadas.

A nuestros hermanos, familia y amigos por su incondicional apoyo.

Agradecimiento

Nuestro más sincero agradecimiento a nuestro asesor, el Dr. Elmer Gonzales Benites Alfaro, por su paciencia y orientación en el desarrollo del trabajo.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	39
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	39
3.2. Variables y operacionalización	39
3.3. Población, muestra y muestreo	40
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	43
3.5. Procedimientos.....	44
3.6. Método de análisis de datos	53
3.7. Aspectos éticos	58
IV. RESULTADOS	60
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	92
VI. CONCLUSIONES.....	96
VII. RECOMENDACIONES.....	98
BIBLIOGRAFÍA	99
ANEXOS	107

Índice de tablas

Tabla 1. ECA D.S-003-2017-MINAM	26
Tabla 2. Microplásticos según su forma.....	31
Figura 6. Vista longitudinal de las fibras textiles	35
Tabla 3. Características Microscópicas de las fibras textiles divisadas en un microscopio	35
Tabla 4. Imágenes de fibras Naturales y sintéticas más conocidas	36
Tabla 5. Coordenadas puntos de muestreo	43
Tabla 6. Instrumentos de recolección de datos.....	43
Tabla 7. Validación de instrumentos	44
Tabla 8. Métodos de análisis empleados por cada parámetro de Calidad del Aire53	
Tabla 9. Cuadro de solubilidad para algunas fibras textiles	55
Tabla 10. Caracterización de microplásticos atmosféricos por su tipo.....	61
Tabla 11. Caracterización de microplásticos atmosféricos por su forma	61
Tabla 12. Caracterización de microplásticos atmosféricos por su color.....	62
Tabla 13. Caracterización de microplásticos atmosféricos por su tamaño.....	62
Tabla 14. Resultados concentración g/filtro PM 2.5 High-Vol	63
Tabla 15. Resultados concentración g/filtro PM 2.5 Low-Vol	64
Tabla 16. Volumen estándar PM 2.5 High-Vol	65
Tabla 17. Resultados concentración ug/m ³ PM 2.5 High-Vol.....	65
Tabla 18. Resultados concentración ug/m ³ PM 2.5 Low-Vol.....	67
Tabla 19. Cantidad de Material Particulado (PM 2.5) – Microplásticos Atmosféricos del filtro 2120481	69
Tabla 20. Cantidad de Material Particulado (PM 2.5) – Microplásticos Atmosféricos del Filtro 2120482.....	70
Tabla 21. Cantidad de Material Particulado (PM 2.5) – Microplásticos Atmosféricos del Filtro 2120483.....	71
Tabla 22. Cantidad de Material Particulado (PM 2.5) – Microplásticos Atmosféricos del Filtro 2120484.....	72
Tabla 23. Cantidad de Material Particulado (PM 2.5) – Microplásticos Atmosféricos del Filtro 2120485.....	73
Tabla 24. Cantidad de Material Particulado (PM 2.5) – Microplásticos Atmosféricos del Filtro 2120486.....	74

Tabla 25. Data meteorológica del día miércoles 21/04, Urb. Vulcano, Ate – Lima	75
Tabla 26. Data meteorológica del día jueves 22/04, Urb. Vulcano, Ate – Lima ...	78
Tabla 27. Data meteorológica del día viernes 23/04, Urb. Vulcano, Ate – Lima ..	81
Tabla 28. Tipos de microplásticos atmosféricos	83

Índice de figuras

Figura 1. Clasificación de los plásticos de acuerdo a su procedencia	27
Figura 2. Clasificación de los plásticos de acuerdo al sistema SCS.....	28
Figura 3. Microplásticos según su color.....	30
Figura 4. Microplásticos según su tamaño	30
Figura 5. Microplásticos en forma de fibra	31
Figura 7. Mapa de Ubicación.....	41
Figura 8. Mapa de puntos de muestreo	42
Figura 9. Ubicación de los equipos muestreadores Hi-Vol (A) y Low-Vol (B)	45
Figura 10. Ubicación de los equipos muestreadores Hi-Vol y Low-Vol PM 2.5 en el punto de muestreo CA-02	46
Figura 11. Colocación y retiro del filtro de fibra de cuarzo del equipo Hi-Vol.....	47
Figura 12. Medición de la diferencia de presión del equipo Hi-vol.....	48
Figura 13. Colocación y retiro del filtro de teflón del equipo Low-Vol.	49
Figura 14. Instalación de estación meteorológica.....	50
Figura 16. Filtros PM 2.5 High-Vol.....	51
Figura 17. Fotografía inducida por luz ultravioleta de un microplastico con forma de fibra	54
Figura 18. Microscopio Digital empleado en los análisis	55
Figura 19. Barra de herramientas de software IMAGEJ	57
Figura 20. Representación de una rosa de viento en WRPLOT	58
Figura 21. Fotografía inducida por luz ultravioleta de los filtros contenido microplásticos en forma de fibra y fragmento.....	60
Figura 22. Concentración PM 2.5 High-Vol - Estación CA-01	66
Figura 23. Concentración PM 2.5 High-Vol - Estación CA-02	66
Figura 24. Concentración PM 2.5 Low-Vol - Estación CA-01	67
Figura 25. Concentración PM 2.5 Low-Vol - Estación CA-02	68
Figura 26. Representación de la rosa de viento el día miércoles 21/04, Urb. Vulcano, Ate – Lima	76
Figura 27. Representación de la rosa de vientos en el Google Earth día miércoles 21/04, Urb. Vulcano, Ate – Lima.....	77

Figura 28. Representación de la Rosa de viento día jueves 22/04, Urb. Vulcano, Ate – Lima	79
Figura 29. Representación de la Rosa de vientos en el Google Earth del 22/04, Urb. Vulcano, Ate – Lima.....	80
Figura 30. Representación de la Rosa de viento, día viernes 23/04, Urb. Vulcano, Ate – Lima	82
Figura 31. Representación de la Rosa de vientos en el Google Earth del 23/04, Urb. Vulcano, Ate – Lima.....	82
Figura 32. Microplásticos identificados en el filtro 2120481	85
Figura 33. Microplásticos identificados en el filtro 2120482.....	86
Figura 34. Microplásticos identificados en el filtro 2120483.....	87
Figura 35. Microplásticos identificados en el filtro 2120484.....	88
Figura 36. Microplásticos identificados en el filtro 2120485.....	89
Figura 37. Microplásticos identificados en el filtro 2120486.....	90

Resumen

Investigaciones realizadas reportan la presencia de microplásticos atmosféricos definiéndolo como partículas plásticas con un tamaño menor a 5 mm, están presentes en diferentes tipos de medios ecosistémicos incluyendo lugares remotos, así como zonas urbanas. Por ello esta investigación se enfocó en caracterizar a los microplásticos presentes en la atmósfera en una zona urbana siendo la zona de estudio el área de influencia de la Urb. Vulcano ubicado en el distrito Ate, Lima, en la cual la actividad económica es la fabricación de productos plásticos, elaboración de hilos y telas, venta de prendas de vestir, así como otros insumos en su mayoría del rubro textil, los cuales atribuyen la presencia de plásticos en su contenido. El muestreo se realizó ubicando dos puntos de monitoreo (CA-01 y CA-02) con una distancia entre ellas de 80 metros aproximados y empleando equipos muestreadores de alto y bajo volumen, además de una estación meteorológica durante los 3 días consecutivos. Los microplásticos atmosféricos fueron identificados de manera cualitativa utilizando el análisis por microscopía óptica, seguido de la fluorescencia inducida por luz ultravioleta y por último empleando la solubilidad química aplicando el reactivo acetona $\text{CH}_3(\text{CO})\text{CH}_3$, se encontraron 322 ítems de las cuales solo se logró identificar 44 ítems como algodón (9.3%), lana (1.9%), poliéster (0.9%), seda (1.6%) y otro tipo de microplástico (86.3%), con respecto a las características físicas se encontraron en forma de fibra (56.8%), fragmento (18.3%), esfera (15%), película (5.6%) y espuma (4.3%), y respecto al color se visualizó el azul (27.6%), naranja (14.6%), negro (13.4%), rojo (11.5%), amarillo (10.9%), translucido (7.8%), rosado (7.1%), morado (3.4%), verde (2.5%), blanco (0.9%) y plata (0.3%), Finalmente respecto al tamaño se obtuvo un rango promedio de 30 μm a 1800 μm . Las condiciones meteorológicas durante los días que duro el muestreo influyeron en la concentración del material particulado (PM 2.5) - Microplásticos atmosféricos, ya que al haber vientos en calma y una velocidad promedio de 0.5 m/s con dirección predominante al Noreste se obtuvo concentración que supero los ECA´s de acuerdo al D.S 003-2017-MINAM.

Palabras claves: Microplásticos atmosféricos, Caracterización, Fibras textiles.

Abstract

Investigations carried out report the presence of microplastics in the atmosphere defining it as plastic particles with a size smaller than 5 mm, they are present in different types of ecosystem environments including remote places, as well as urban areas. For this reason, this research focused on characterizing the microplastics present in the atmosphere in an urban area, the study area being the area of influence of Urb. Vulcano located in the Ate district, Lima, in which the economic activity is manufacturing of plastic products, manufacture of threads and fabrics, sale of clothing, as well as other inputs, mostly from the textile sector, which attribute the presence of plastics in their content. The sampling was carried out by locating two monitoring points (CA-01 and CA-02) with a distance between them of approximately 80 meters and using high and low volume sampling equipment, as well as a meteorological station during the 3 consecutive days. Atmospheric microplastics were identified qualitatively using optical microscopy analysis, followed by fluorescence induced by ultraviolet light and finally using chemical solubility applying the CH₃ (CO) CH₃ acetone reagent, 322 items were found, of which only it was achieved identify 44 items such as cotton (9.3%), wool (1.9%), polyester (0.9%), silk (1.6%) and another type of microplastic (86.3%), with respect to the physical characteristics they were found in the form of fiber (56.8%), fragment (18.3%), sphere (15%), film (5.6%) and foam (4.3%), and regarding the color, blue (27.6%), orange (14.6%), black (13.4 %), red (11.5%), yellow (10.9%), translucent (7.8%), pink (7.1%), purple (3.4%), green (2.5%), white (0.9%) and silver (0.3%) Finally, regarding size, an average range of 30 µm to 1800 µm was obtained. The meteorological conditions during the days that the sampling lasted influenced the concentration of the particulate material (PM 2.5) - Atmospheric microplastics, since with calm winds and an average speed of 0.5 m / s with a predominant northeast direction, a concentration was obtained that I passed the environmental quality standards according to Supreme Decree 003-2017-MINAM.

Keywords: Atmospheric microplastics, Caracterizacion y Textile fibres

I. INTRODUCCIÓN

Los residuos plásticos representan un gran problema mundial, la mayoría de artículos que empleamos con frecuencia están compuestos de este material el cual no se degrada con facilidad y persiste en el medio ambiente un tiempo prolongado. Estos residuos se deterioran por acción mecánica y se fragmentan en microplásticos, que son contaminantes plásticos de menor tamaño. La implicancia de la presencia de microplásticos en el agua o suelo ya han sido investigadas y estudiadas, sin embargo, no se ha prestado atención a los microplásticos que existen en el aire.

Según Lui, K. et al. (2019) nos menciona que “A la fecha, la información sobre los microplásticos en el aire todavía es muy limitada, sin embargo, recientes investigaciones publicadas por Dris, R. en *Marine Pollution Bulletin* (2016) y *Environment Pollution* (2017) sugieren que los microplásticos ahora están presentes en la atmósfera, tanto en el aire interior como exterior. Esto fue confirmado en un estudio posterior realizado por investigadores que informaron que los microplásticos se pueden transportar en el aire de diferentes formas”

Por otro lado, Ebere E., et al. (2019) indicó que “Los tipos de microplásticos identificados en la atmósfera son: PET (tereftalato de polietileno), PE (polietileno), PES (poliéster), PAN (poliacrilonitrilo), PAA (poli N-metil acrilamida), RY (rayón), EVA (etileno acetato de vinilo), EP (epoxiresina), ALK (resina alquídica y natural), algodón y lana, los cuales están presentes en forma de fragmentos, espuma, películas, gránulos y fibras, asimismo, se producen principalmente a través de la degradación natural de los plásticos grandes y también por las emisiones durante el proceso de reciclaje de residuos plásticos”.

Bajo los argumentos señalados, se planteó el siguiente problema general, ¿Cómo se caracterizan los microplásticos atmosféricos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021?, del mismo modo, se establecieron los problemas específicos tales como, ¿La concentración de Material Particulado (PM 2.5) – Microplásticos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021 supera

los ECA's?, también ¿ De qué manera contribuye las condiciones meteorológicas en la concentración de Material Particulado (PM 2.5) – Microplásticos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021?, así mismo, ¿Qué tipo de microplásticos atmosféricos está presente en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021? Finalmente, ¿Qué características físicas tienen los microplásticos atmosféricos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021?

Por consiguiente, la investigación se justificó en la necesidad de conocer las características de los microplásticos atmosféricos, ya que existen investigaciones acerca de cómo caracterizar los microplásticos presentes en el agua, sedimentos y el suelo, más no en el aire, por ello se realizó un monitoreo del material particulado en suspensión en la zona de influencia de la Urb. Vulcano en donde la mayor actividad económica que se realiza es la textil, en la cual se emplean telas e hilos compuestos por fibras de algodón y poliéster. Estas fibras se dispersan y se depositan en la atmósfera, en el interior del hogar y el interior de especies pues la confunden con alimento y a su vez son ingeridas por las personas sin ser percibidas lo que acarrea a futuro daños al organismo. Por tal motivo, la investigación permitió describir físicamente a los microplásticos atmosféricos en cuanto a color, tamaño y forma, así como el tipo de polímero presente. Además, sirve como base científica para próximos proyectos e investigaciones, y también para establecer una metodología para la recolección y caracterización de los microplásticos atmosféricos.

Ante lo expuesto, la investigación estableció como objetivo general, caracterizar los microplásticos atmosféricos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021 y como objetivos específicos, evaluar la concentración de Material Particulado (PM 2.5) – Microplásticos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021 tomando como referencia los ECA's, del mismo modo, determinar si las condiciones meteorológicas contribuyen en la concentración de Material Particulado (PM 2.5) – Microplásticos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021, además, identificar el tipo de microplástico atmosférico presente en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021 y finalmente, describir las

características físicas de los microplásticos atmosféricos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021.

En consecuencia, se estableció como hipótesis general, no es posible caracterizar los microplásticos atmosféricos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021 y como hipótesis específica, la concentración de Material Particulado (PM 2.5) – Microplásticos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021 no supera los ECA´s de acuerdo al D.S 003-2017-MINAM, del mismo modo, las condiciones meteorológicas no contribuyen en la presencia de Material Particulado (PM 2.5) – Microplásticos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021, así mismo, el tipo de microplástico atmosférico presente en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021 es el algodón. Finalmente, los microplásticos atmosféricos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021 tienen forma de fragmento, coloración roja y de 1-2 mm de tamaño.

II. MARCO TEÓRICO

Roblin, Ryan, Vreugdenhil y Aherne (2020) en su investigación titulada “The environmental atmospheric deposition of anthropogenic microfibers and microplastics in the western periphery of Europe (Ireland)” (Deposición atmosférica ambiental de microfibras y microplásticos antropogénicos en la periferia occidental de Europa (Irlanda)), tuvo como objetivo estimar la deposición atmosférica de los microplásticos principalmente el tipo de microfibras de origen antropogénico en las precipitaciones de Irlanda, el estudio se realizó cerca a las áreas costeras de la periferia occidental de Europa empleando un muestreo pasivo con ayuda de un recolector de lluvias durante 1 año (junio 2017 – mayo 2018) en 4 estaciones meteorológicas encontrándose distante entre ellos y lejos de las zonas con actividad antropogénica, de las cuales solo 3 estaciones recolectaron la precipitación sólo húmedas y una estación recolectó deposición húmeda diaria y una pequeña fracción de deposición seca, las muestras diarias que se obtuvieron fueron llevadas a laboratorio para el análisis químico (espectroscopia Raman) y físico (un microscopio estereoscópico de 40X) para identificar a los microplásticos como las fibras sintéticas que contienen celulosa (algodón, rayón, acetato, etc.) y las fibras de polímeros sintéticos de origen petroquímico; también se empleó un software estadísticos para relacionar predictivamente las variables meteorológicas (humedad relativa, la velocidad y dirección del viento, precipitación, presión, humedad relativa) mensuales y su influencia en la presencia de mayor cantidad de microfibras, además se elaboró las rosas de viento para su posterior análisis de acuerdo a las estaciones presentadas y por último la deposición atmosférica se determinó de acuerdo a la cantidad de microfibras contenidas en las muestras y el volumen total de lluvia en cada estación meteorológica empleada.

Se obtuvo como resultado que en todas las muestras de lluvia de las 4 estaciones se encontraron 1655 microfibras y que la mayor deposición de microfibras se apreció en otoño del 2017 donde las velocidades de viento fueron más altas y predominaban del oeste y del sur, y que la posición más baja se dio en primavera de 2018 con vientos más fuertes y con predominancia del este, la velocidad media en otoño fue 8.5 m/s lo cual significaba que las microfibras se encontraban suspendidas en la

atmósfera de 1.3 a 1.6 horas antes de que se depositaran por las precipitaciones, con respecto a los análisis físico - químico, el 15 % del total de todas las microfibras (mf) encontradas son de origen sintético los cuales son un tipo de microplásticos, el polímero más abundante fue el polyester o PET (71%), PAN (11%), PE (11%), PP (4%) y el resto de fibras se clasificó de origen orgánico probablemente sea algodón, lana o celulosa; la deposición promedio de las 4 estaciones fue de 80 mf/m²/día, mientras que la deposición de mf en un recolector húmedo fue 70 mf/m²/día a diferencia del recolector diario o denominada a granel que fue de 100 mf/m²/día.

Se concluye que los recolectores húmedos capturan 70% de los recolectores a granel, por ello la deposición seca representa el 30% de la deposición total y que las variables meteorológicas tienen una relación directa con respecto a la presencia de mayor cantidad de microfibras y su potencial alcance es 60 km a 95 km , cabe resaltar que los estudios posteriores se ven obstaculizados por los diferentes periodos de muestreo en los que se realizaron, así como la recolección e identificación lo cual hace que sea limitada.

Según Liu, Wang, Wei, Song y Li (2019) en su artículo científico titulado “Accurate quantification and transport estimation of suspended atmospheric microplastics in megacities: Implications for human health” (Cuantificación precisa y estimación del transporte de microplásticos atmosféricos en suspensión en megaciudades: Implicaciones para la salud), tuvo como objetivo, proporcionar una metodológica para comprender, la fuente, el transporte y la dispersión de los microplásticos en el medio ambiente, para lo cual se tomó muestras de 1, 2, 3, 5, 9, 14, 18, 30, 72, 100 y 144 m³ de aire, filtrando continuamente a través de un muestreador de partículas KB-120 F instalado en la esquina suroeste del techo (38 m sobre el suelo) para recolectar microplásticos atmosféricos en suspensión (SAMP).

El procedimiento que se realizó fue emplear filtros de microfibras de vidrio GF/A, cada una con un tamaño de 1,6 µm y un diámetro de 90 mm, luego se colocó con cuidado un impactador de aleación de aluminio utilizando pinzas de acero inoxidable, el impactador se insertó en la parte superior del muestreador y se atornillo con mucho cuidado; se configuró el instrumento en muestreo retardado (1 minuto) para evitar

cualquier contaminación, cabe mencionar que para cada muestreo se realizó la corrección de precisión necesaria en el filtro para cuantificar la precisión de volumen de aire filtrado y para la identificación del microplástico se utilizó un espectrómetro infrarrojo IN10 equipado con un detector de telururo de mercurio y cadmio para verificar estos microplásticos.

Se obtuvo como resultado la presencia de SAMP fibrosas y en forma de fragmentos, los cuales comprenden el 91% de todas las partículas sintéticas identificadas, también se observaron microperlas de plástico en el aire recolectado, que constituyen el 9% de todos los SAMP; el análisis espectral reveló que estos SAMP consistían en tereftalato de polietileno (PET), resina epoxi (EP), polietileno (PE), resina alquídica (ALK), rayón (RY), polipropileno (PP), poliamida (PA) y poliestireno (PS). El PET, EP, PE y ALK constituyeron la mayoría (90%) de todos los tipos de polímeros, con porcentajes cuantitativos del 51%, 19%, 12% y 8%, respectivamente. Se concluye que existe una cantidad considerable de SAMP, especialmente microfibras plásticas, que pudieron haberse generado por la descomposición de materiales textiles (por ejemplo, ropa, mantas y cortinas) cuando se someten a abrasión mecánica e irradiación UV.

Por otra parte, Chunguan et al. (2019) en su artículo científico titulado “Widespread distribution of PET and PC microplastics in dust in urban China and their estimated human exposure” (Distribución generalizada de microplásticos de PET y PC en polvo en las zonas urbanas de China y su exposición humana estimada), tuvo como objetivo determinar la concentración de polietileno tereftalato (PET) y policarbonato (PC), para lo cual se recolectaron microplásticos en muestras de polvo en interiores y exteriores de 39 ciudades importantes de China. Respecto a la metodología, se procedió a recolectar polvo del interior de una casa utilizando cepillos de cerdas de cerdo y las muestras se almacenaron en una bolsa sellada con revestimiento de papel aluminio, para la recolección del polvo exterior se empleó el mismo cepillo en los balcones.

Las muestras se llevaron a laboratorio y se utilizó $ZnCl_2$ (cloruro de zinc) como fluido de separación a través de un filtro de PTFE (politetrafluoroetileno) de 0,22 μm .

Posteriormente las muestras de polvo de 10 y 15 mg se pesaron y colocó en un vaso de precipitados de 100 mL, se agregó 50 mL de $ZnCl_2$ para que floten los microplásticos. Para el análisis de las muestras de polvo se empleó la despolimerización directa de PC y PET sin separación y para el análisis micro (μ)-FTIR se identificó químicamente el polímero en el polvo utilizando μ -FTIR con un detector de telururo de mercurio y cadmio (MCT) en modo de transmisión y estas se analizaron con un espectrómetro de masas y la cromatografía.

Como resultado se encontró microplásticos de PET en todas las muestras de polvo en interiores y exteriores, las concentraciones oscilaron entre 1550 y 120000 mg/kg, además se detectaron microplásticos de PC en el 74,4% de las muestras de polvo en interiores con un rango de concentración inferior a 107 mg/kg, en la microscopia óptica las partículas de microplásticos tenían forma de fibras, algunos gránulos. El polvo exterior contenía 7 y 431 fibras/mg, la cantidad de fibra en las muestras de polvo en exteriores fue menor y el número de microplásticos de fibra en las muestras de polvo interior y exterior fueron de 342 y 114 fibras/mg, respectivamente, además las fibras representaron el 88,0% y el 73,7% de los posibles microplásticos en las muestras de polvo en interiores y exteriores, lo que indica que la fibra fue predominante en los microplásticos del polvo. Por último, en el análisis de las muestras mixtas en μ -FTIR para las fibras y los gránulos se identificaron fibras pertenecientes a polímeros sintéticos un 46% del total de MP fibrosos, se detectaron seis tipos de polímeros sintéticos como poliéster, poliuretano (PU), nylon (PA), polietileno (PE), polipropileno (PP) y poliacrilonitrilo (PAN), nylon, acrílica y alquídicas, además se confirmó fibras de origen natural como el rayón, proteína y celulosa y los gránulos encontrados en las muestras de polvo representó un 40% visualizando polímeros sintéticos (el poliéster, polietileno, propileno, polietilenimina y alquídicos) y naturales.

Así mismo, Bianco y Passananti (2020) en su investigación titulado "Atmospheric Micro and Nanoplastics: An Enormous Microscopic Problem" (Micro y nanoplasticos atmosféricos: un enorme problema microscópico) tuvo como objetivo realizar una revisión actualizada de la metodología de los microplásticos y nanoplasticos y su relación con las variables meteorológicas. La metodología de muestreo para

microplásticos aerotransportados aún no tiene un procedimiento estandarizado ya que los muestreos que se realizan son diferentes, además para este tipo de muestreo se emplearon 2 métodos principales: recolección pasiva y activa. El método activo permite determinar la concentración en el aire requiriendo solo una porción de volumen de aire capturado, facilitando la comparación de las mediciones obtenidas utilizando una bomba de aspiración de aire a través de filtros para el material particulado atmosférico, el tiempo de muestreo es menor y emplean variables meteorológicas, en cambio para el método pasivo se estima el flujo de la deposición atmosférica estableciendo un balance de masa, utilizando un recolector de muestras de lluvia en el cual se estima la deposición húmeda y seca.

Puesto que no cuentan con una metodología establecida, las partículas de microplásticos deben separarse del resto utilizando la menor densidad que poseen, para ello se emplean soluciones de NaClO (hipoclorito de sodio) o H₂O₂ (peróxido de hidrógeno) aumentando la posibilidad de pérdida de muestra y daño de las partículas de plástico, por ello no se han utilizado en varios estudios. Para el análisis de microplásticos se utilizan técnicas espectroscópicas y espectrométricas ambas se aplican en diferentes matrices ambientales como sedimentos, agua dulce y agua de mar. Para los microplásticos en la atmósfera se aplican las técnicas espectroscópicas vibracional utilizando el FT-IR (infrarrojo por transformada de Fourier) o espectroscopía Raman, estas técnicas no son destructivas y solo identifican microplásticos mayores de 100 µm mas no partículas más pequeñas.

Se concluye que, el transporte atmosférico de microplásticos tiene mayor presencia en ambientes remotos e inaccesibles ocasionando un problema global a causa de la contaminación plástica, además el microplástico y el nanoplásticos pueden reaccionar e interactuar con la luz, los oxidantes, ozono y los radicales hidroxilo por ello es fundamental explorar nuevas metodologías centrándose en el desarrollo de nuevas tecnologías de la mano con los conocimientos existentes sobre el análisis de nanomateriales y partículas atmosféricas.

También, Toledo y Fernández (2019) en su investigación titulada “Revisión bibliográfica de los métodos de análisis de micro (nano) plásticos en el

medioambiente y en la biota marina” tuvieron como objetivo realizar una revisión de los métodos de análisis existentes sobre microplásticos y nanoplásticos en el medioambiente y en la biota marina. Por ello para el análisis se debe evitar la contaminación cruzada por partículas de plásticos procedentes de otras fuentes transportando las muestras en contenedores de metal, botellas de vidrio, filtros de metal o papel, utilizar batas de laboratorio, ropa hecha de algodón y guantes de nitrilo. Ya en el análisis en laboratorio para el pre tratamiento y purificación las muestras que presenten humedad se someten a un secado de 90° con la finalidad de determinar el peso seco de la muestra expresada en g, Kg o L/peso seco de muestra seca. En la separación de densidad dependerá del tipo de polímero (densidad de los plásticos varían entre 0.8-1.4 g/cm³) utilizando diversas soluciones en las muestras de acuerdo a la metodología que se desarrolle.

Para el proceso de digestión se extraen las partículas de las muestras cuando están dentro del estómago de los animales marinos, por ello al realizar la disección y limpieza los microplásticos están junto con residuos de fragmentos orgánicos por ello para diferenciarlos se mezcla con una solución de HCl (ácido clorhídrico) (5%). Al no haber protocolos estandarizados se dificulta la identificación de los microplásticos, por ello el método dependerá del número de muestras, la naturaleza y el rango de tamaño de las muestras. Para la identificación visual se empleó la microscopía electrónica de barrido (SEM), el tintado de muestras o fluorescencia enfocándose en las características físicas y morfológicas de las partículas como color, tamaño y forma. Por último en la detección y cuantificación de microplásticos se emplea la espectroscopia de infrarrojo con transformada de Fourier (FT-IR) la cual se basa en la excitación de las vibraciones moleculares al pasar la muestra un haz infrarrojo brindando información sobre su composición molecular.

Se concluye que los microplásticos y nanoplásticos generan impactos negativos en la salud de los seres vivos y en la biota de acuerdo a su concentración y tipo de polímero las cuales están compuestas por aditivos y pueden transportar sustancias tóxicas a lo largo de la cadena trófica, además existen pocas normas legislativas que generen conciencia global de esta problemática, también se necesita mejorar el ciclo

de vida de los productos plásticos evitando el consumo de un solo uso; y estandarizar un método para el muestreo de microplásticos atmosféricos.

Por otra parte, Sajjad et al. (2018) en su investigación titulado “Distribution and potential health impacts of microplastics and microrubbers in air and street dusts from Asaluyeh County, Irán” (Distribución y posibles impactos en la salud de los microplásticos y microrrugos en el aire y el polvo de las calles del condado de Asaluyeh, Irán), tuvo como objetivo determinar la cuantificación y clasificación de microplásticos (MP) y microarrugas (MR) en entornos urbanos e industriales potencialmente ingeribles e inhalables por las personas en las calles del condado de Asaluyeh.

Este estudio se realizó en 2 estaciones de monitoreo durante 8 días consecutivos utilizando un muestreador de filtros de bajo volumen para PM 2.5, PM 10 y partículas suspendidas totales con referencia del EPA, por ello se recolectó polvo de la calle y polvo en suspensión durante la estación seca en las áreas urbanas e industriales recolectando un aproximado de 100 gr, las muestras se llevaron al laboratorio donde se filtraron con agua destilada y se procedió a secarlas a temperatura ambiente dentro de un armario de metal, después se transfirieron a las placas Petri para el recuento de microplásticos (MP) y microarrugas (MR). Para la identificación y aislamiento de los MP y MR en los filtros se utilizó métodos de microscopía óptica para caracterizarlas de acuerdo a la forma, dureza, brillo y color.

Los resultados obtenidos para microplásticos (MP) de acuerdo a su forma fueron esférulas (74%), films (14%), fibras (36%), fragmentos (45%) y 1 unidad en forma de esfera, además fibras plásticas parecidas a una película, hilos fibrosos enrollados, y con respecto a los microarrugas (MR) se encontró una capa en forma de hoja, 2 fibras, todos de color negro y de brillo bajo, se identificaron un total de 13,132 MP y 3691 MR, la concentración más alta de MP dentro de la zona industrial fue más de 1000 partículas por muestra de 15 gr y la mayor concentración de MR fue de 1000 por 15 gr, en general el número promedio de partículas por muestra es 900 MP y 250 MR (proporción de 3,5 MP:1 MR), de acuerdo al color, se encontraron en color blanco transparente (70%), el rojo-rosa y azul-verde (20%) c/u, además tres

microplásticos azul-verde y amarillo-naranja. De acuerdo al diámetro <100 um fueron esférulas (98%), solo un microplástico se encontró entre 500 y 1000 um y uno por encima de 1000 um, las formas restantes tenían un rango de 100 - 250 um.

Se concluye que, las concentraciones medias en el polvo de la calle y la estimación por ingesta es de 5 a 15 MP y 2 a 7 MR para trabajadores de la construcción y niños pequeños, también que las cantidades de partículas inhalables fueron difíciles de observar, así como la toxicidad potencial de microplásticos (MP) y microarrugas (MR) presentes en el polvo de la calle afectan los pulmones de las personas generando impactos en la salud.

Del mismo modo, Yulan et al. (2020) en su investigación titulada “Atmospheric microplastics: A review on current status and perspectives” (Microplásticos atmosféricos: una revisión del estado actual y las perspectivas), tuvo como objetivo revisar el estudio actual del reconocimiento sobre los microplásticos atmosféricos, los métodos de recolección, análisis y detección de muestras. La metodología de análisis de microplásticos inicia con la recolección de muestras en diferentes periodos de acuerdo a las condiciones meteorológicas del lugar, utilizando equipos de bombeo activo eficaces para el muestreo de microplásticos atmosféricos en volúmenes conocidos de aire y siguiendo un protocolo ya establecido, en cambio los equipos pasivos de deposición atmosférica proporcionan una indicación específica de ubicación y tiempo de acuerdo a la cantidad de MP que cae sobre la superficie garantizando que los resultados de la investigación se puedan comparar con otros estudios internacionales de microplásticos proporcionando así muestras representativas tanto de la masa de aire como de la deposición permitiendo cuantificar la captación, con respecto a la eliminación de la materia orgánica en las muestras se utilizaron NaClO (hipoclorito de sodio), H₂O₂ (peróxido de hidrógeno), reactivo Fenton o cloruro de Zinc para la separación por densidad de microplásticos.

Según la identificación visual se empleó el método de espectroscopía no visual de acuerdo al tamaño y color bajo un microscopio estereoscópico, identificando el tipo de polímero, para el análisis químico se utiliza la pirolisis junto con espectrometría de masas para analizar químicamente los microplásticos, la desorción térmica junto

con el análisis termogravimétrico y la extracción en fase sólida proporcionó un mejor análisis en microplásticos atmosféricos, la espectroscopia FTIR ayudó a analizar, cuantificar y automatizar el análisis espectral de los polímeros atmosféricos al igual que la espectroscopía Raman, la diferencia es que tiene un rendimiento lento y es de alto costo; y las fibras y fragmentos son las formas más encontradas.

Se concluye que los MP atmosféricos requieren más investigación y mayor comprensión para identificar sus distribuciones globales y su posible exposición a la salud humana a través de muestreos periódicos e implementando protocolos analíticos estandarizados, estudios han demostrado que la deposición de ellos se debe a su peso y durabilidad transportándose fácilmente hacia las áreas urbana, rural y remota, además es primordial seguir mejorando la investigación mundial sobre las variaciones espaciales y temporales de los MP atmosféricos así como la interacción con otras sustancias químicas, ecosistemas y exposición humana.

Por otro lado, Prata et al. (2019) en su artículo científico titulado “An easy method for processing and identification of natural and synthetic microfibers and microplastics in indoor and outdoor air” (Un método sencillo para procesar e identificar microfibras y microplásticos naturales y sintéticos en el aire interior y exterior), tuvo como objetivo elaborar un protocolo para determinar las concentraciones de microplásticos y fibras que se encuentran en el aire. El método que empleo se llama Método de muestreo de microfibras y microplásticos en el aire, el cual se llevó a cabo en un tiempo de 48 horas, este método consistió en 4 fases: (fase 1) transferencia de la muestra mediante el lavado de los filtros de fibra de cuarzo a vasos de precipitados de vidrio donde el H₂O₂ se agrega hasta lograr una concentración del 15% y se deja reaccionar durante 8 días para permitir la eliminación de la materia orgánica natural, (fase 2) la solución se filtra y la muestra se transfiere nuevamente para permitir la separación de densidad mediante el uso de 1,6 g/cm³ de NaI, eliminando partículas de mayor densidad como materia inorgánica, (fase 3) se realizó la filtración, secado y recuento manual bajo un estereomicroscopio siguiendo un diagrama completo que ayuda a la clasificación visual de fibras naturales o sintéticas y por último la (fase 4) en la cual se probó la idoneidad de este protocolo utilizando muestras enriquecidas,

con números conocidos y con muestras de material particulado en interiores y exteriores.

Se obtuvo como resultado la identificación de fibras sintéticas o naturales bajo el microscopio estereoscópico gracias a un diagrama elaborado mediante la observación sistemática de las fibras textiles más comunes. Se concluye que las mejoras permitieron reducir el número de transferencias y el tiempo necesario para finalizar el protocolo (de 4 a 1,5 semanas), reduciendo el riesgo de contaminación y mejorando el rendimiento de la muestra, además los efectos de las soluciones utilizadas en fibras textiles comunes demostraron la inocuidad de este protocolo y el respaldo por la tasa de captación del 94,4% de fibras sintéticas y fragmentos. Por lo tanto, este protocolo ofrece un método simple y eficiente para tratar muestras de aire e identificar microplásticos y microfibras en la atmósfera.

También, Wright, Ulke, Fuente, Chan y Kelly (2019) en su artículo científico titulado "Atmospheric microplastics deposition in an urban environment and an evaluation of transport" (Deposición de microplásticos atmosféricos en un entorno urbano y una evaluación del transporte), tuvo como objetivo contribuir al conocimiento existente al examinar si los microplásticos están presentes en la deposición atmosférica total (húmeda y seca) en un entorno de megaciudad, Londres (Reino Unido).

Se evaluaron las cantidades, dimensiones, estructura y tipo de polímero, mejorando así la comprensión de las características de la deposición de microplásticos en un entorno urbano. Dando como resultado presencia de microplásticos en todas las muestras con tasas de deposición que oscilan entre 575 y 1008 microplásticos/m²/re, también se encontraron varias formas como los microplásticos fibrosos que representó el 92%, en todas las muestras se identificaron 15 polímeros diferentes de base petroquímica y los gráficos polares bivariados indicaron dependencia del viento, con diferentes áreas de origen de microplásticos aerotransportados fibrosos y no fibrosos. Se concluye como sugerencia que la precipitación puede influir en la deposición de microplásticos, sin embargo, no se observó influencia de los parámetros meteorológicos en el presente estudio, además se pudo mencionar que las ciudades son una fuente de microplásticos en el aire, por ello para minimizar las

emisiones de microplásticos es necesario identificar los contribuyentes principales y realizar estudios que identifiquen las fuentes puntuales de emisiones.

Además, Eberé, Winrkor, Ngozi, Chizoruo y Emeka (2019) en su artículo científico titulado “Airborne Microplastics: A Review Study on Method for Analysis, Occurrence, Movement and Risks” (Microplásticos en el aire: un estudio de revisión sobre el método para el análisis, ocurrencia, movimiento y riesgos), tuvo como objetivo proporcionar una visión general del conocimiento o información actual de microplásticos en el aire, identificando algunos vacíos dentro de los conocimientos y dando sugerencias para otras investigaciones. Se conoce muy poco sobre los microplásticos en el aire ya que tiene una limitada información, las publicaciones recientes en *Marine Pollution Bulletin* (2016) y *Environment Pollution* (2017) sugirieron que los microplásticos ahora están presentes en la atmósfera (aire), tanto en aire interior como exterior, esto fue confirmado en un estudio posterior dando a conocer que los microplásticos se pueden transportar en el aire en diferentes formas, los tipos de microplásticos identificados en la atmósfera incluyen microplásticos sintéticos como tereftalato de polietileno, PE: polietileno, PES: poliéster, PAN: poliacrilonitrilo, PAA: poli (N-metil acrilamida), RY: rayón, EVA: etileno acetato de vinilo, EP: epoxiresina; ALK: resina alquídica y natural; algodón y lana, mientras que las formas que están presentes incluyen fragmentos, espuma, películas, gránulos y fibras.

Cabe mencionar que las formas se producen principalmente a través de la degradación natural de plásticos grandes por luz ultravioleta. La degradación puede ocurrir en la atmósfera, en el suelo o agua y puede ser arrastrada por vientos en la atmósfera. Los instrumentos y métodos de recolección de muestras son diferentes según la ubicación del estudio ya sea interior o exterior, para el aire interior, se usa una bomba de muestreo o bomba de vacío, para el análisis en el exterior se utilizan el muestreador de lluvia y colector de partículas de lluvia radiactiva. Estos instrumentos se colocan en un ambiente al aire libre a una determinada altura durante un período de tiempo, por otra parte la identificación y cuantificación han sido realizadas por técnicas visuales, espectroscópicas y espectrométricas influyendo los factores meteorológicos, climáticos y antropogénicos en la distribución y movimiento de microplásticos en el aire, el tamaño de los microplásticos oscilan

entre <25 y ≥ 4200 μm , el color de los plásticos revelan la etapa de degradación, mencionemos también que la investigación fue realizada por la inspección visual y los colores variaron de transparente, blanco, brillante naranja, azul, verde, violeta, negro, gris, rosa, amarillo y rojo. Además, los estudios generalmente han encontrado un mayor porcentaje de forma a las fibras de microplásticos en TAF, lo que sugiere que los microplásticos fibrosos son más comunes que los no fibrosos (fragmento, espuma, gránulos y película) en el compartimiento atmosférico.

Se concluye que los MP en la atmósfera están controladas por factores como turbulencia local, flujo y dirección del viento, precipitación, barrido y sedimentación, tamaño de partícula, forma y longitud, los tamaños más pequeños y las longitudes más cortas se transportan fácilmente en comparación con los tamaños más grandes, sin embargo las concentraciones generalmente están influenciadas por actividades antropogénicas, población, tiempo, espacio, condiciones estacionales y topografía de los sitios.

También, Dris, R. et al. (2016) en su investigación titulada “Synthetic fibers in atmospheric fallout: a source of microplastics in the environment?” (Fibras sintéticas en la lluvia atmosférica: ¿una fuente de microplásticos en el medio ambiente?), tuvo como objetivo investigar la precipitación atmosférica de los microplásticos en dos sitios: urbanos y suburbanos, los microplásticos se recogieron de forma continua con un embudo de acero inoxidable. A continuación, las muestras se filtraron y se observaron con un estereomicroscopio. Dando como resultado que las fibras representaron casi todos los microplásticos recolectados, se destacó una lluvia radiactiva atmosférica entre 2 y 355 partículas/ $\text{m}^2/\text{día}$, también los flujos registrados fueron sistemáticamente más altos en el sitio urbano que en el suburbano, además la caracterización química permitió estimar en un 29% la proporción de estas fibras siendo todas sintéticas (elaboradas con petroquímicos), o una mezcla de material natural y sintético. Por último, la extrapolación usando estimaciones de peso y volumen de las fibras recolectadas, permitió una estimación aproximada entre 3 y 10 toneladas de fibras las cuales son depositadas por lluvia atmosférica a la escala de la aglomeración parisina cada año (2500 km^2). Se concluye que estos resultados

podrían servir a la comunidad científica que trabaja en las diferentes fuentes de microplásticos en ambientes continentales y marinos.

Por otra parte, Pretell, Pinedo, Ramos y Benites (2020) en su artículo científico titulado “Evaluación y caracterización de microplásticos en tres playas arenosas en Lima, Perú” tuvo como objetivo evaluar la presencia de MPs en 3 playas arenosas de Lima los cuales fueron D’Onofrio, Pescadores y Pucusana lugares de alta demanda de público por temporada de verano, así como para la actividad pesquera de forma artesanal; por ello se realizó un muestreo donde se trabajó un transecto de 100 metros equidistante al margen de la playa ubicando 6 sectores de 0,5 metros por 0,5 metros distantes entre sí a 20 metros, las muestras ya recolectadas se tamizaron y los pedazos que quedaron atrapadas en el tamiz se recolectaron en una bolsa hermética separando todo desecho no perteneciente a microplásticos, se llevaron al laboratorio para su posterior análisis tamizando las muestras en 4 divisiones de diferentes medidas obteniendo pequeñas porciones de fragmentos para luego ser pesadas, después se agregó una solución salina las cuales ayudaron a diferenciar los MPs de acuerdo a su densidad ya que estas flotaron en la solución, luego se filtró con ayuda de un filtro y fueron transferidas a una placa de Petri para su observación y recuento.

Para la hallar la concentración de los MPs se utilizó ítems m^{-2} para la cantidad de polímeros y g/m^{-3} para el peso de las muestras, ya para el análisis químico se empleó el espectro infrarrojo por transformada de Fourier o FTIR comparando los espectros resultantes en una lista de espectros IR de patrones en función a los plásticos como HDPE, LDPE, PP, PVC, PET, PS entre otros, y para el análisis termogravimétrico los datos que se obtuvieron fueron procesados en un software utilizando 2 réplicas de cada prueba comparando así con los termogramas de los MPs. Dando como resultado 394 ± 42.93 ítems. m^{-2} (19.11 ± 2.89 $g.m^{-2}$), 173.33 ± 11.62 ítems. m^{-2} (5.14 ± 0.71 $g.m^{-2}$) y 136 ± 32.56 ítems. m^{-2} (3.95 ± 1.06 $g.m^{-2}$) en las playas D’Onofrio, los Pescadores y Pucusana respectivamente, además las muestras donde habían más MPs tuvo un diámetro que vario entre 1000 μm y 2000 μm , y por los que tenían más de 2000 μm , también de acuerdo a la metodología aplicada para FTIR y análisis termogravimétrico para MPs con diámetro entre 1000

μm y $2000 \mu\text{m}$ el espectro fue el padrón HDPE correspondientes a plásticos comerciales para las muestras de la playa D'Onofrio, otro espectro referido es PP y predominante en HDPE para las muestras de la playa Los Pescadores y el espectro referido hallado fue HDPE y en poca cantidad PP para las muestras de la playa Pucusana; por ende de las 3 playas la que influyo fue el tipo de polímero HDPE que es el polietileno de alta densidad, la forma predominante fue laminar y los colores amarillo, rojo, verde y negro de los MPs.

Se concluye que las potenciales investigaciones que estén orientadas a las playas del litoral peruano donde existan industrias de rubro del petróleo en especial la extracción tiene que realizar muestreos de forma constante al año para estimar los impactos que generan la concentración de MPs.

Así mismo, Dris, R. et al. (2017) en su investigación titulada "A first overview of textile fibers, including microplastics, in indoor and outdoor environments" (Una primera descripción general de las fibras textiles, incluidos los microplásticos, en entornos interiores y exteriores), se investigaron las fibras en el aire interior y exterior para lo cual se consideraron tres espacios interiores diferentes: dos apartamentos privados y una oficina. Paralelamente, se tomaron muestras del aire exterior en un sitio estimando la tasa de deposición de las fibras y su concentración en el polvo sedimentado recogido de las bolsas de las aspiradoras. En general, las concentraciones en interiores oscilaron entre 1,0 y 60,0 fibras/m³. Las concentraciones en exteriores son significativamente menores, ya que oscilan entre 0,3 y 1,5 fibras/m³ y la tasa de deposición de las fibras en ambientes interiores está entre 1586 y 11,130 fibras/día/m², lo que lleva a una acumulación de fibras en el polvo sedimentado (190 a 670 fibras/mg), en cuanto al tipo de fibra, el 67% de las fibras analizadas en ambientes de interior son de material natural, principalmente celulósico, mientras que el 33% restante de las fibras contienen petroquímicos con predominio del polipropileno.

Se concluye que las fibras observadas de MP están presentes en estudios marinos y continentales, estas son demasiado grandes para ser inhaladas, aunque la

exposición puede ocurrir a través de la ingestión de polvo, especialmente en niños pequeños.

Igualmente, Liu, K. et al. (2019) en su investigación titulada “Source and potential risk assessment of suspended atmospheric microplastics in Shanghai” (Fuente y evaluación de riesgos potenciales de los microplásticos atmosféricos en suspensión en Shanghai), ha revelado recientemente que los microplásticos en el aire podrían ser una fuente importante de contaminación en los ambientes marinos. Sin embargo, los orígenes y las distribuciones espaciales de los microplásticos atmosféricos en suspensión (SAMP) no se conocen bien y su abundancia solo se ha observado utilizando dispositivos de muestreo pasivo que podrían conducir a subestimaciones de abundancias. Para abordar estas brechas de conocimiento, el estudio actual investigó la fuente potencial y la distribución espacial de SAMP en Shanghai durante mayo de 2018 utilizando un muestreador de partículas en suspensión activo.

La abundancia de SAMP del aire filtrado oscilaron entre 0 y 4,18 n/m³ (elementos por metro cúbico de aire). Las microfibras constituían el 67% de todas las SAMP, seguidas de los fragmentos y gránulos que comprendían el 30% y el 3% de las SAMP respectivamente. El análisis μ -FT-IR reveló que los SAMP consistían en tereftalato de polietileno (PET), polietileno (PE), poliéster (PES), poliacrilonitrilo (PAN), poli (N-metil acrilamida) (PAA), rayón (RY), etileno. Acetato de vinilo (EVA), resina epoxi (EP) y resina alquídica (ALK). Los compuestos sintéticos comprendieron el 54% de las partículas observadas, de las cuales PET, PE, PES, PAN, PAA y RY comprendieron el 91% de los microplásticos.

La evaluación preliminar indicó que la ropa textil es probablemente la principal fuente de microplásticos en el aire y el modelado estimó que aproximadamente 120,7 kg de SAMP se transportan anualmente a través del aire de Shanghai. Además, una estimación del riesgo ecológico de los SAMP indicó que estaba presente y que requería una evaluación adicional de la contaminación de los SAMP.

Finalmente, se estimó que aproximadamente 21 partículas de microplásticos son inhaladas diariamente por personas en Shanghai desde ambientes al aire libre, por

ello dada la prevalencia de microfibras en el aire, es de suma urgencia reevaluar los procedimientos de muestreo, transporte y procesamiento de muestras de microplásticos y las investigaciones futuras deben desarrollar métodos más rigurosos y concluyentes para evaluar este tipo de muestras.

Así mismo, Zhou, Q. et al. (2017) en su estudio titulado “Various forms and deposition fluxes of microplastics identified in the coastal urban atmosphere” (Varias formas y flujos de deposición de microplásticos identificados en la atmósfera urbana costera) tuvo como objetivo estudiar microplásticos en muestras de precipitación recolectadas en Yantai, provincia de Shandong al este de China. Para el muestreo realizado las muestras recolectadas se pre filtraron utilizando un juego de tamices de acero inoxidable con tamaños de malla de 5 y 1 mm y los residuos como insectos y restos de plantas retenidos en un tamiz de acero inoxidable fueron descartados. Los residuos retenidos en el tamiz se secaron al aire y se colocó bajo un microscopio estereoscópico para seleccionar y contar microplásticos con diferentes morfologías y tamaños de 1-2, 2-3 y 3-5 mm, las muestras que pasaron a través de la malla de 1 mm se filtraron de nuevo utilizando un filtro de nitrocelulosa para una observación microscópica, así como seleccionar y enumerar los microplásticos más pequeños.

Las muestras que contenían materia orgánica se eliminó con peróxido de hidrógeno (30%) para evitar interferencias durante la observación y selección de los microplásticos, estos se identificaron utilizando espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier encontrando 4 tipos de formas de microplásticos como fibras, fragmentos, películas y espumas, en su mayoría fibras de diferentes colores (blanco, negro, rojo y transparente) (95%), Los fragmentos (4%) y las películas y espumas representaron (1%). Los polímeros encontrados fueron tereftalato de polietileno en fibras, cloruro de polivinilo en fibras y películas, polietileno para los fragmentos y poliestireno para las espumas. Los microplásticos con tamaños inferiores a 0,5 mm (+ del 50%), seguido por 0,5 a 1 mm, de 1 a 2 mm y luego de 2 a 3 mm. En general, la cantidad de microplásticos disminuyó drásticamente al aumentar el tamaño de las partículas. Según el tamaño de 100-300 μm (62%), el flujo anual de deposición de microplásticos atmosféricos fue $1,46 \times 10^5 \text{ n}/(\text{m}^2 \text{ a})$ para

fibras $1,38 \times 10^5$ n/(m² a) y fragmentos, películas y espumas $6,29 \times 10^3$, $7,65 \times 10^2$ y $2,45 \times 10^2$ n/(m² a), respectivamente.

Se estimó que el número total de microplásticos depositados en el área urbana es $2,33 \times 10^{13}$ partículas, equivalente a alrededor de 0,9 a 1,4 toneladas y que las precipitaciones en tierra como en mar son la fuente de encontrarlos en territorios costeros y oceánicos por ello se requiere un estudio sistemático para comprender mejor la contaminación y la precipitación de los microplásticos atmosféricos y su impacto ambiental.

Por otro lado, Díaz (2018) en su tesis “Evaluación del material particulado Microplásticos y su relación con la calidad de aire en el interior de los hogares, Comas, 2018”, determinó la relación entre material particulado microplásticos y la calidad existente en el aire dentro de un domicilio en el Distrito de Comas, para lo cual fueron distribuidos los puntos en diferentes ambientes del hogar (cocina, cuarto y cochera) utilizando una bomba de muestreo con ayuda de un microfiltro para reunir el mayor número de partículas que existen en el ambiente por un tiempo mínimo de 3 horas con distintas alturas comenzando desde el suelo.

Para la caracterización física de estas partículas de microplásticos se utilizó los resultados de laboratorio de la bomba de muestreo sobre la existencia de cuerpos extraños como microplásticos, estas muestras se llevaron para su análisis utilizando un microscopio de gran alcance con una mirada de resolución de 10X y 40X y para el análisis por espectrofotometría se calculó la absorbancia mediante longitudes de ondas.

Los resultados obtenidos fueron 0,0003392 g/m³ concentración promedio dentro del interior del hogar, la mayor concentración mayor dentro del hogar fue 0,000883 g/m³, en el análisis de la espectrofotometría de absorbancia dio como resultado no significativo y las características según el color fueron rojo, amarillo, negro, azul y blanco, se encontró un tipo de microplásticos tipo fibra o microfibra con un tamaño menor a 0,5 mm algo inusual. Se concluye que la calidad del aire presente en el interior de una casa es mala de acuerdo a los Estándares de Calidad de Aire en el

Perú por ende pueden originar problemas a la salud al ser inhaladas estas partículas de microplásticos.

Sotomayor y Vera (2020) en su tesis “Revisión bibliográfica del estudio de los microplásticos presentes en el aire” tuvo como objetivo analizar las investigaciones más importantes acerca de MPs atmosféricos, por ello realizó una revisión sistemática de más de 100 documentos entre revistas científicas internacionales actuales y otras con antigüedad no menor a 6 años de las cuales solo se trabajó con 17 artículos científicos como antecedentes teniendo en cuenta la localización, duración del muestreo, empleo de equipos para realizar el muestreo y recolección de las muestras, además de las metodologías aplicadas, parámetros a considerar así como los análisis fisicoquímicos, entre otros. Dando como resultado que existen actualmente 2 tipos de muestreadores para la recolección de los MPs atmosféricos de los cuales el 31,57 % son activos y el 68.4% son pasivos, se aprecia que el método más utilizado es el pasivo debido a la facilidad de empleo, bajo costo y el tiempo de recolección de las muestras pueden ser en semanas o meses, además no requiere de una fuente de energía eléctrica a diferencia del método activo que es todo lo contrario.

Para la caracterización de los MPs se siguieron los siguientes lineamientos como filtración y caracterización físico y química por medio de microscopía óptica y software de imágenes, además utilizaron en su gran mayoría filtros Whatman de vidrio, celulosa y cuarzo, el diámetro del filtro depende de los equipos a utilizar y de la caracterización física empleando microscopio de resoluciones a gran escala; el 64.7 % utilizaron el análisis de FTIR Y un 11.7% espectroscopia de Raman para definir la composición química las partículas de MP atmosféricas, otro método que se empleó fue la microscopía por fluorescencia la cual es más rentable pero el porcentaje de error es más alto; además para métodos activos y pasivos las concentraciones de MP atmosféricos más utilizadas son partículas/m³ (aire), partículas/m²/día (aire) y partículas/g o mg (polvo), estas pueden variar según el lugar de muestreo.

Se concluye en esta revisión bibliográfica que para realizar los métodos de muestreo se emplearon diferentes equipos, filtros y microscopía óptica para análisis físico y químicos en espacios dentro de un área cerrada, así como en un área exterior al ambiente para los estudios de MP atmosféricos ya sea que se encuentren suspendidos en el aire o estén precipitados debido a las variables meteorológicas o causa de la gravedad, y por último en la captura de los MP atmosféricos se usaron equipos activos y pasivos de acuerdo diferentes factores el cual predominó el factor económico, seguido el de fácil manejo en la metodología, así como el tiempo que se requiera.

Así también, Akhbarizadeh et al. (2020) en su investigación “Suspended fine particulate matter (PM_{2.5}), microplastics (MPs), and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in air: Their possible relationships and health implications” (Material particulado fino en suspensión (PM 2.5), microplásticos (MP) e hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) en el aire: sus posibles relaciones e implicaciones para la salud), tuvo como objetivo estudiar la relación que existe entre el material particulado PM 2.5, los microplásticos e hidrocarburos aromáticos policíclicos en una zona urbana en Irán, el lugar de monitoreo fue dentro de las instalaciones de una Universidad local a una altura de 3 metros aproximados del nivel del suelo, para este estudio se utilizó un muestreador activo de alto volumen TISH con un caudal de 1.4 y 1.6 m³/min monitoreando las 24 horas del día, las muestras se tomaron en 276 días que duró el muestreo de los cuales se escogieron 12 muestras al azar para ser analizadas posteriormente. Ya trasladadas las muestras (filtros de cuarzo) al laboratorio se procedió a pesarlas teniendo en cuenta que previamente fueron pesadas antes del monitoreo con la finalidad de evaluar primero la concentración de PM 2.5 una vez realizado ello se procedió a realizar el análisis en la identificación de hidrocarburos aromáticos policíclicos en las muestras empleando la cromatografía de gases, con respecto al análisis de microplásticos se realizó primero la extracción de esta con un método sugerido por otro autor, para cuantificar los microplásticos mediante el análisis óptico se empleó un microscopio tipo binocular y de fluorescencia con aumentos de hasta 400 X para su identificación, las imágenes se pusieron bajo luz ultravioleta para descartar los elementos no

plásticos ya que al estar expuesto pueden ser detectados con facilidad y por último se utilizó la espectroscopia Raman para identificar el tipo de MP.

Dando como resultado para material particulado PM 2.5 una concentración baja y alta de 22.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 292.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente, además de una concentración media de 52,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 65.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ por encima de los 25.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que rige en la OMS, también se detectó en las muestras que el 83% eran MP que lo contenían, de los cuales el tipo de MP que más habían eran fragmentos con 63%, fibras 27% y películas 10%, con respecto al color que presentaron fueron el blanco/transparente, negro, rojo, gris y naranja con 39%, 21%, 20%, 12% y 8% respectivamente, con respecto a su longitud los fragmentos y películas fueron menor a 2.5 μm y las fibras entre 8 μm y 1 cm. Además, los polímeros identificada fueron el tereftalato de polietileno (PET) 33%, polietileno (PE) 29%, nailon 22%, poliestireno (PS) 10% y polipropileno (PP), 6%. Con respecto a los HAP totales variaron de 0,66 hasta 142,3 ng/m^3 con las concentraciones media de 14,1 y 18,8 ng/m^3 respectivamente.

Se concluye que el material particulado PM 2.5 en las muestras donde están contenidos los MP y los HAP actúan como portadores y pueden transportarse en el aire pudiendo ser originados por las fuentes proximales sino también las distales controlados por las condiciones meteorológicas, por ello se debería realizar un mayor control de las emisiones antropogénicas en el área de estudio, además hay la posibilidad de exista MP con un tamaño menor a 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en las muestras, los cuales son difíciles de observar limitando el nivel de observación.

Castañeda, Gutiérrez, Nacaratte y Manzano (2020) en su artículo científico que se titula "Microplásticos: un contaminante que crece en todas las esferas ambientales, sus características y posibles riesgos para la salud pública por exposición" tuvo como objetivo investigar sobre el origen, tipos, fuentes, interacción entre los contaminantes y las potenciales afectaciones a la salud debido a los MPs presentes en el aire. En el ambiente podemos encontrar diferentes formas de partículas de microplásticos como los pellets, las fibras, los espumas, las esferas entre otros, estos MP provienen por los general de microplásticos primarios los cuales se degradan, fragmentan y erosionan al estar expuestos al ambiente, pueden tener un diámetro menor a 5 mm

hasta 1 μm , además se clasifican en 2 tipos de acuerdo a la fuente de origen como los MPs primarios las cuales se fabrican para utilizarlas en productos de limpieza, cosméticos, pinturas, entre otros, ya que gracias a su variabilidad y menor costo reemplazan productos naturales que tienen mayor costo, en cambio los MPs secundarios se originan a causa de la fragmentación o degradación mecánica de plásticos grandes que están en un ambiente abierto los cuales se transportan hacia otros ecosistemas y también se degradan por factores biológicos.

Una de las amenazas a nivel mundial en este siglo es la contaminación por plásticos, ya que estos poseen una alta demanda de adquisición de acuerdo a los productos que utilizamos cotidianamente y su inadecuado manejo de estos residuos, los MPs tienen la capacidad de transportar sustancias tóxicas y liberarlos en su paso, además absorben metales pesados debido a las exposiciones a radiación ultravioleta UV y pueden ser vector de parásitos patógenos. La contaminación por MPs se atribuye su presencia en las masas de agua del planeta y logrando encontrar en la atmósfera, suelo, sedimentos, arena de playa, glaciares, montañas en lugares inimaginables o en distintos ecosistemas involucrando la cadena trófica perjudicando la salud de los seres vivos. En las personas, la exposición de los MPs utilizaría un camino principal las cuales podrían ser inhaladas, ingeridas o al simple contacto con la piel hasta 52.000 partículas de MPs ingeridas por persona variando de acuerdo al sexo y la edad e inhaladas hasta 121.000. Por último las partículas de MPs en alimentos es consumida por las personas a través de la alimentación con diferentes productos extraídos del mar, ríos, lagos e incluso alimentos que estén envasados, se destaca el caso de América del sur la cual es una región que produce menos plásticos y ocupa el tercer lugar en contribuir el plástico para rubro fluvial que se transportan desde los cuerpos de agua, el país de Guyana tiene un alto aporte de plásticos per cápita por día con 0,586 kg, de acuerdo a todo lo mencionado en la actualidad se están estudiando con más determinación este tema debido a la falta de métodos de muestreos estandarizados y la unidad de concentración lo que dificulta compararlo con otras investigaciones y apreciar el rango de alcance negativo hacia la contaminación plástica.

Finalmente, Yurtsever, Selim, Yılmaz y Hilal (2017) nos menciona en su artículo científico titulado “İç Ve Dış Ortam Havasındaki Mikroplastikler’in İncelenmesi: Bir Kampüs Örneği” (Investigación de los microplásticos en el aire interior y exterior dentro de un campus universitario) que el movimiento del aire tanto en el interior como en el exterior del campus contiene microplásticos por ello para poder responder a esta afirmación se aplica una metodología para lograr estudiar estas partículas de microplásticos tomando muestras semanales al menos tres veces, así como, utilizar dos instrumentos de muestreos ubicándolos en lugares escogidos tanto fuera del laboratorio, comedor y torre dentro del campus, y tomando en cuenta los criterios del viento y flujo de aire. Las muestras obtenidas se trasladaron al laboratorio para ser observadas y caracterizadas mediante el uso de un microscopio y espectrofotometría ATR/FTIR (determinan la estructura química de los microplásticos).

Obteniendo como resultado que el microplásticos más común de todas las muestras fueron las fibras textiles, llegando a la conclusión que estas son fáciles de trasladar tan solo con una mínima cantidad de aire que circula moviéndolas a la dirección actual que mantienen, por ello no solo los encontramos en mayores concentraciones en ambientes urbanos sino también zonas alejadas de la población como montañas, mares, cuencas, lagos, entre otros; esto debido a la influencia de las corrientes y vientos.

Bajo los conceptos expuestos como antecedentes de la investigación, se toma como referencia también lo indicado por Morales, el cual define al material particulado como un conjunto de partículas sólidas y gotas líquidas que pueden estar sedimentadas o suspendidas en el aire, de origen natural y antropogénico (p.107, 2006). Por su parte, Eslava lo define al material particulado (PM 2.5) como partículas finas que tienen un diámetro menor de 2,5 μm o pueden llegar a medir 0.1 μm de diámetro conocidas como partículas ultrafinas, debido a su tamaño pueden ocasionar efectos negativos hacia la salud (p.103, 2016).

En definitiva, el material particulado (PM 2.5) es una mezcla de partículas líquidas y sólidas que se encuentran en suspensión en el aire produciendo contaminación, es por ello que se ha contemplado en el D.S 003-2017-MINAM como parámetro para

determinar la calidad del aire, donde por un periodo de 24 horas debe tener como valor límite una concentración de 50 µg/m³ y para un periodo anual un valor de 25 µg/m³, el método de análisis que se utiliza es la Gravimetría (Ver Tabla 1).

Tabla 1. ECA D.S-003-2017-MINAM

Parámetros	Periodo	Valor (µg/m³)	Criterios de Evaluación	Métodos de análisis
Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM 2.5)	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	25	Media aritmética anual	

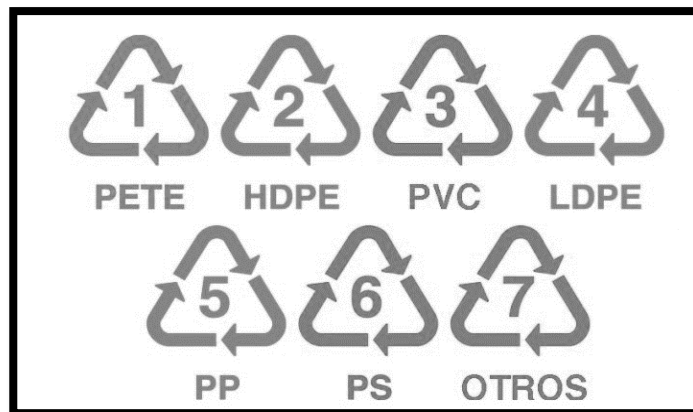
Fuente: MINAM, 2017.

Por otro lado, el término “plástico” proviene de la palabra griega “plastikos” que significa que se puede moldear durante su proceso de fabricación para obtener diferentes formas, como láminas, fibras, placas, tubos, botellas, cajas, etc.

Del mismo modo, los plásticos son elementos hechos a base de polímeros derivados del petróleo, caracterizados por tener diferentes propiedades, estos son mezclados con aditivos para potenciar su rendimiento, de acuerdo a las propiedades que son necesarias para obtener el producto final como plastificantes, antioxidantes, retardantes de llama, estabilizadores UV, lubricantes y colorantes (FAO, 2017, p.3). Los plásticos son un tipo de residuo sólido, que se caracteriza por su flexibilidad y versatilidad. Por lo tanto, se puede utilizar para muchos propósitos, como envases de leche, detergentes, champús, baldes, bolsas, juguetes y utensilios, aparatos sanitarios, etc. La invención del plástico ha resuelto muchos problemas humanos, pero también se ha convertido en un gran contaminante, especialmente en lagos, ríos, playas y océanos.

De acuerdo al Join Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection (GESAMP) (2015, p.14) existen diferentes tipos de

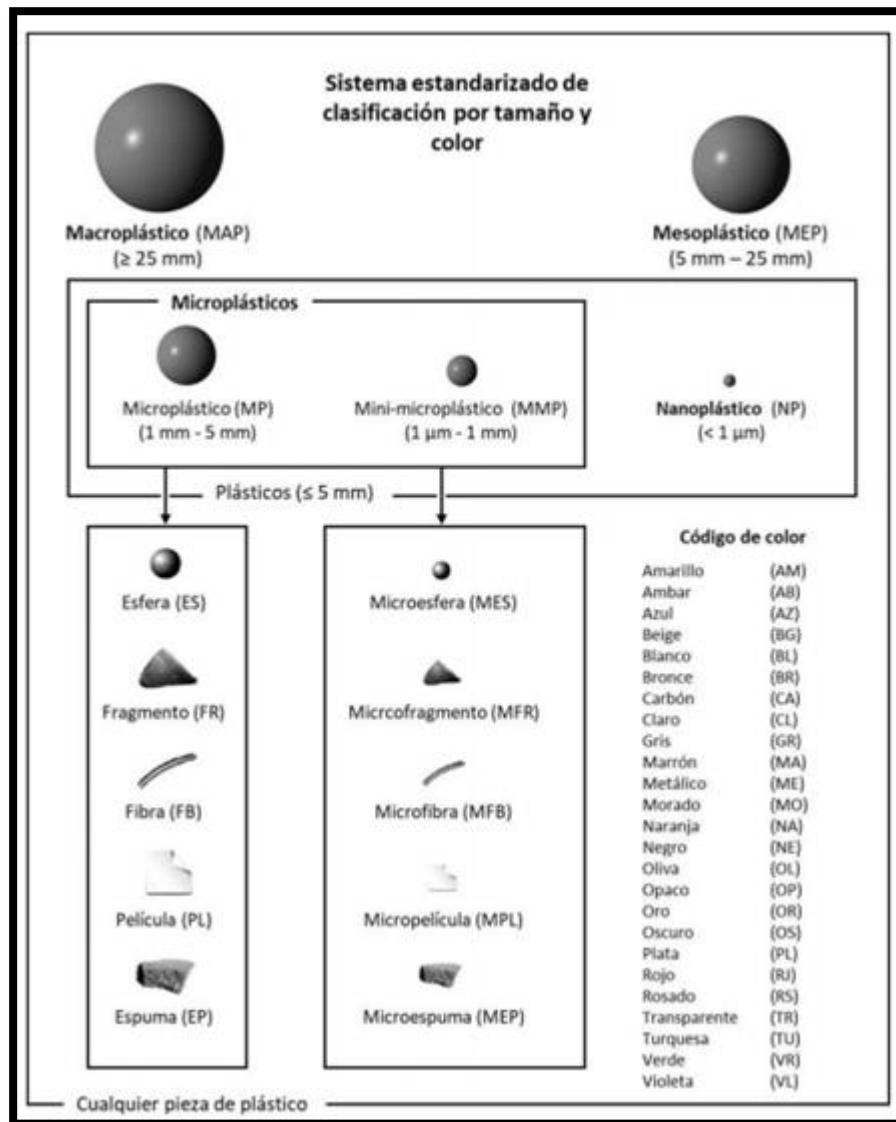
plásticos clasificamos de acuerdo a su procedencia, entre los cuales encontramos seis que están consolidados en el mercado internacional: Polietileno tereftalato (PET o PETE), utilizado en la producción de botellas, Polietileno de alta densidad (HDPE), utilizado generalmente en latas de leche, Cloruro de polivinilo (PVC), utilizado en envases de champú y aceite de cocina, Polietileno de baja densidad (LDPE), utilizado en bolsas de supermercado, Polipropileno (PP), utilizado en tapas de botellas, Poliestireno (PS, incluido EPS expandido), utilizado en bandejas para comida, y otros, los cuales son producto de la mezcla de varios plásticos (Ver Figura 1).



Fuente: Join Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection – GESAMP, 2015.

Figura 1. Clasificación de los plásticos de acuerdo a su procedencia

Según Crawford y Quinn (2017) en su investigación titulada “Microplastic identification techniques” (Técnicas de identificación de microplásticos) tuvo como objetivo la identificación de microplásticos, el cual llevó a incluir un sistema estandarizado conocido como “size and colour sorting (SCS)” para clasificar las piezas de plásticos según su tamaño y color (Ver Figura 2).



Fuente: Manrique, 2019 (Adaptado de Crawford y Quinn, 2017).

Figura 2. Clasificación de los plásticos de acuerdo al sistema SCS

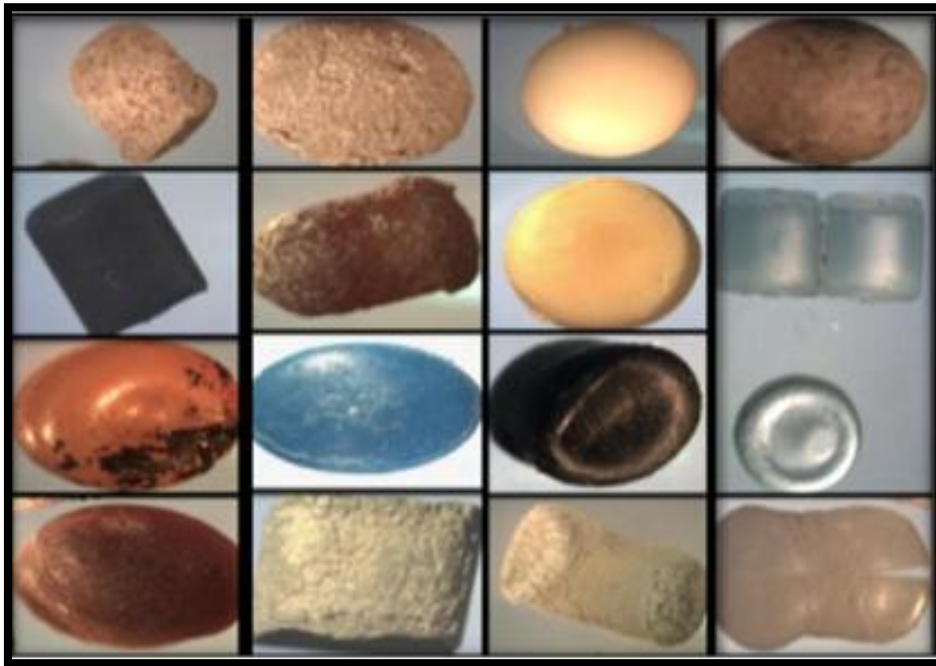
Cabe destacar que los plásticos se pueden degradar o fragmentar generando microplásticos. Los microplásticos son diminutas partículas y fibras de plástico las cuales no tienen un estándar establecido que permita definir su medida, por ello se considera que el diámetro debe ser menor a 5 milímetros, también existen las nanopartículas que miden por debajo de los 100 nanómetros. Estos microplásticos se clasifican morfológicamente por su tamaño, forma y color, siendo su tamaño más estudiado ya que nos proporciona el grado de afectación que tiene hacia los animales, así como a las personas (FAO, 2017).

Del mismo modo, estas pequeñas partículas de plástico de longitud inferior a 5 milímetros y otros nanométricos pueden pasar a través de las membranas celulares ocasionando daños a la salud, son tan imperceptibles que es difícil observarlos a simple vista, cabe mencionar que algunos microplásticos son originados de la fragmentación de residuos plásticos o macroplásticos (MINAM, s.f.).

Así mismo, los microplásticos provienen de diversas fuentes y estas a su vez se clasifican en dos tipos de microplásticos: primarios y secundarios. Los primarios se originan de la elaboración de productos de diversas presentaciones de plásticos, tales como las microperlas de los productos cosméticos y las perlas para el pulido de superficies domésticas o industriales. Por otro lado, los microplásticos secundarios los cuales son derivados de otros subproductos debido a la fragmentación y degradación de materiales más grandes que se encuentran expuestos al medio ambiente (Lusher et al., 2017, p.3).

Los microplásticos se clasifican según su tamaño, forma y color. Los colores se definen de acuerdo a los espectros, además para su clasificación se debe tener cuidado al momento de analizarlos ya que son frágiles, se pueden fragmentar o blanquear y alterar los resultados.

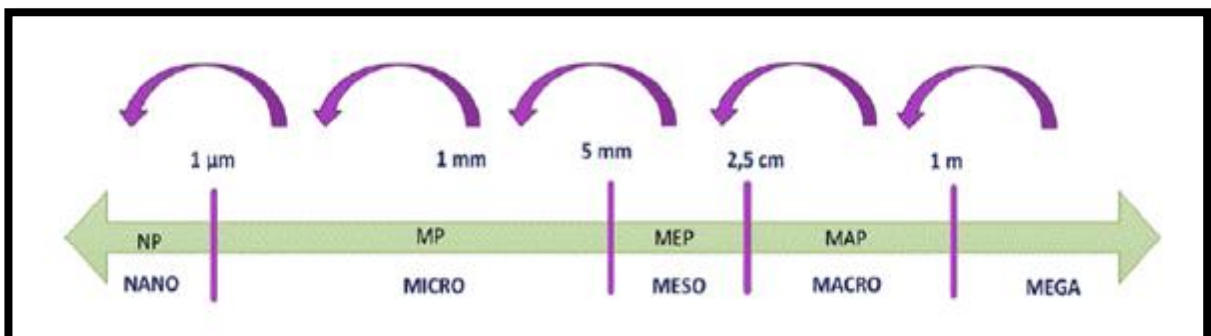
De acuerdo a su color, los microplásticos pueden ser de diversas tonalidades como rojo, amarillo, azul, anaranjado, negro, marrón, entre otros (Ver Figura 3).



Fuente: *Join Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection – GESAMP, 2015.*

Figura 3. *Microplásticos según su color*

Por otro lado, de acuerdo a su tamaño pueden ser clasificados como: nanoplásticos (<1 μm), microplásticos (1 μm - 5 mm), mesoplásticos (5 mm - 2.5 cm) y macroplásticos (>2.5 cm) y megaplásticos (> 1 m) (Ver Figura 4).



Fuente: *Microplastics: a contaminant that grows in all environmental areas, It's characteristics and possible risks to public health from exposure, 2020.*

Figura 4. *Microplásticos según su tamaño*

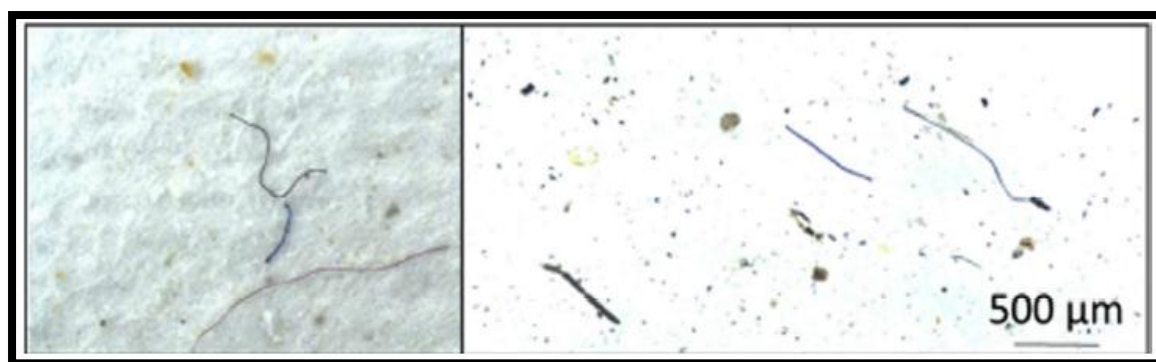
Así mismo, en la tabla 2, se detallan los microplásticos de acuerdo a su forma y los términos con los que se le conocen.

Tabla 2. *Microplásticos según su forma*

Según la forma	Otros términos empleados
Fragmentos	Partículas de forma irregular, cristales, pelusa, polvo, gránulos, virutas, copos y películas.
Fibras	Filamentos, microfibras, hebras e hilos.
Perlas	Granos, microperlas esféricas y microesferas.
Espumas	Poliestireno y poliestireno expandido.
Pellets	Pellets de resina, nurdles, Pellets de preproducción y plumillas

Fuente: *Adaptado de Lusher et al, 2017.*

Según Lusher et al. (2017) nos menciona que podemos encontrar los microplásticos de diferentes formas como fibras/filamentos, perlas/esferas, películas/láminas y granulares (Ver Figura 5).



Fuente: *Adaptado de Gasperi et al, 2018.*

Figura 5. *Microplásticos en forma de fibra*

Siendo la fibra una de las formas de encontrar los microplásticos, Lockuán la define como un diminuto filamento sólido que cuenta con una división transversal y la cual

tiene una alta relación entre su longitud y sección, está compuesta por millones de cadenas moleculares en forma individual y estructura química particular definiendo su origen físico y químico, su morfología dependerá de la forma y dimensión del corte transversal las cual influye en sus propiedades.

Así mismo, los enlaces moleculares poliméricos cuentan con una cadena química determinada que se replica en toda la longitud de la partícula, en el caso de la fibra se puede determinar que es una fibra textil cuando presenta las siguientes características como flexibilidad, elasticidad y resistencia, las cuales son fundamentales para realizar los hilados en la elaboración de tejidos para la industria textil (p.2, 2013).

La fibra textil es considerada como la unidad elemental de materia prima textil, se emplea en la elaboración de hilados para la fabricación de diferentes tejidos, prendas de vestir, accesorios domésticos, productos industriales, entre otros (EcuRed, párr.1-2, 2019).

De acuerdo a su origen las fibras se pueden catalogar en 2 agrupaciones, fibras naturales y fibras manufacturadas, las fibras naturales son aquellas que encontramos en la naturaleza y son separadas con ayuda de procesos físicos o mecánicos, así mismo, de acuerdo a su procedencia pueden ser de tipo vegetal, animal y mineral, las de tipo vegetal están situadas dentro de las plantas como las fibras de semilla, fibras de tallo, fibras de las hojas y fibras de raíz, las de tipo animal así como la seda y la lana las cuales son obtenidas de los pelos de la alpaca, vicuña, guanaco entre otros y las de tipo mineral son de procedencia del asbesto o amianto (Lockuán, p. 33, 2013).

Por otro lado, Villanueva define a las fibras manufacturadas o también conocidas como fibras químicas como aquellas que están compuestas por cadenas de partículas poliméricas y se obtienen a través de un proceso químico-sintético, estas al tener una estructura química a base de polímeros las hace más eficientes y empleadas a diferencia de las fibras naturales, cabe resaltar que se determina las propiedades de la fibra según su aplicación en específico.

Estas fibras químicas a su vez pueden clasificarse en fibras artificiales, fibras bicomponentes y fibras sintéticas (p. 19, 2020).

Cabe mencionar que las fibras sintéticas son una de las más utilizadas en la industria textil, ya que son los filamentos de cadenas de polímeros termoplásticos que se derivan de los procesos de síntesis química en base a productos petroquímicos, cuentan con una gran resistencia ante cualquier agente externo, una de sus desventajas es que no absorben la humedad por ello suelen combinarlo con las fibras naturales.

En todo el planeta se emplean más de la mitad de las fibras manufacturadas, estas pueden catalogarse en celulósicas las cuales son extraídas por modificación de celulosa de plantas y árboles, como ejemplo tenemos al rayón, acetato y lyocell, por otro lado, tenemos a las fibras sintéticas derivadas de compuestos químicos que se adquieren del petróleo o gas natural, como el poliéster, nylon, fibra acrílica, poliolefina y spandex. Estas fibras sintéticas cuentan con armazones regulares permitiendo que las cadenas poliméricas se compacten entre sí, creando fibras resistentes y más ligeras que el acero (Doctorovich y Aldabe, p. 7-8, s.f).

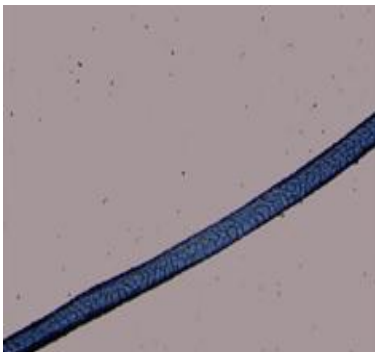



Para la identificación de las fibras textiles dependerá mucho del producto que se obtenga, puesto que definirán el tipo de fibra la cual se quiera conocer, por ello se utilizan diferentes métodos que se unen entre pruebas no técnicas y técnicas.

Las pruebas no técnicas son estimaciones en donde se utilizan los sentidos, estas no están normalizadas, se distinguen por tacto y por combustión, en cambio las pruebas técnicas utilizan instrumentos, equipos y tablas estándar como la observación bajo el microscopio, espectroscopia infrarroja, por teñido, entre otros; existen 2 tipos de análisis para definir el tipo de fibra una es la cuantitativa y la cualitativa, esta última es la más empleada y de fácil acceso para quien lo realice (Lockuán, p.112, 2013).

Este análisis cualitativo define la confirmación de la existencia de una fibra o varias en una muestra, el método empleado para este tipo de análisis es el método microscópico el cual utiliza un microscopio para identificar el tipo de fibra, se

determina de forma visual y también se puede relacionar lo observado con microfotografías de patrones resaltando sus características en base a la sección longitudinal de 250 X (250 aumentos) o 500 X (500 aumentos), Son muy útiles para resultados cualitativos en mezcla de fibras y es bastante seguro para el reconocimiento de fibras naturales a comparación de las fibras manufacturadas las cuales pueden tener algún tipo de error.

Algunas particularidades al momento de observar las fibras en su eje de longitud para la identificación de las fibras según su vista longitudinal son escamas, irregularidades de tamaño y forma a lo largo de su eje, presencia de nudos o manojos, estrías, pigmentación y presencia de 2 a más colores en la fibra (Lockuán, p.115-116, 2013) (Ver Figura 6, Tabla 3 y 4).

	
Lana, vista longitudinal 100 X	Seda, vista longitudinal 100 X
	
Algodón, vista longitudinal 100X	Lino, vista longitudinal 100 X

Fuente: Laboratorio Moda, s.f.

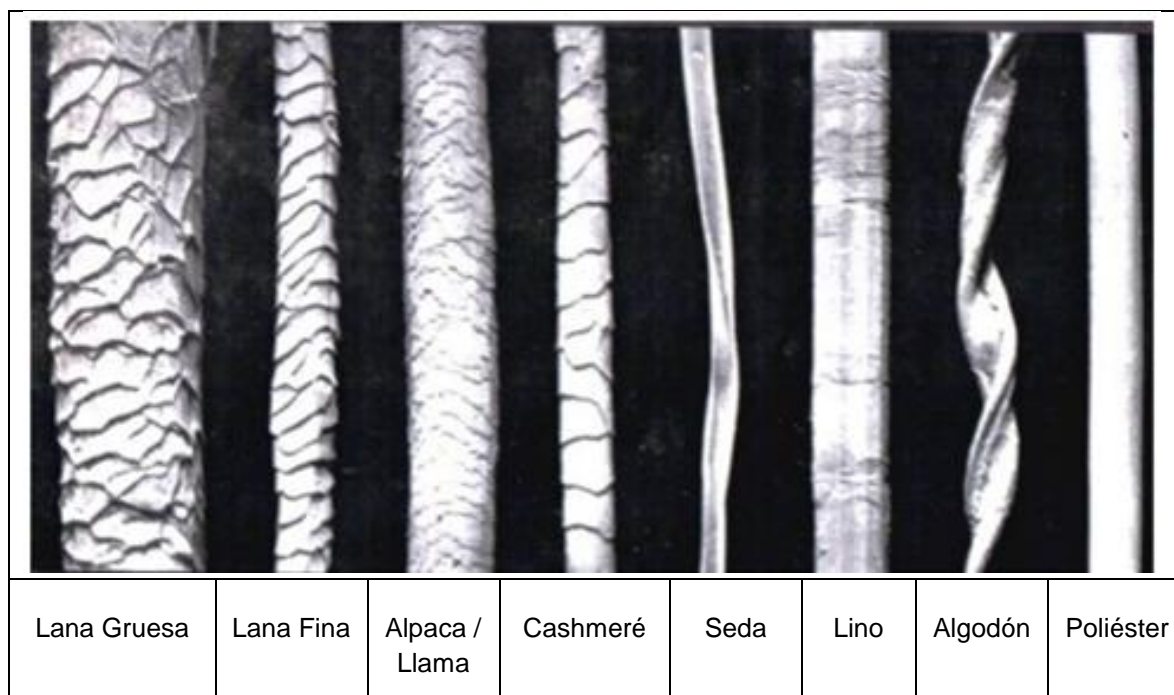
Figura 6. Vista longitudinal de las fibras textiles

Tabla 3. Características Microscópicas de las fibras textiles divisadas en un microscopio

Fibra	Aspecto Longitudinal
Algodón	Forma de cinta con torsiones, las fibras inmaduras tienen paredes delgadas con una leve torsión
Lana	Presencia de escamas a lo largo de su eje longitudinal
Alpaca, mohair y cashmeré	Superficie de la fibra cubiertas por escamas muy finas con perfil suave
Lino	Presencia de nudos y dislocación transversal, parecido a la caña de azúcar
Rayón viscoso	Presencia de numerosas estrías, paralelas a los bordes
Acetato y triacetato	Apariencia lisa, con algunas estrías paralelas al eje
Nylon 6.6	Cilíndrico y liso, presenta bordes marcados y oscuros
Nylon trilobal	Presencia de estrías longitudinales
Dralon y orlon	Casi semejante a una cinta, tiene muy poca tensión, presencia marcada de rayas a lo largo de su eje
poliéster	Por lo general son cilíndricos y lisos

Fuente: La industria textil y su control de calidad, 2013.

Tabla 4. Imágenes de fibras Naturales y sintéticas más conocidas



Fuente: Frank, et al., 2009.

Por otra parte, respecto al muestreo y metodología aplicada para microplásticos atmosféricos investigaciones recientes, tales como la de Bianco y Passananti (2020) titulada “Micro y nanoplásticos atmosféricos: un enorme problema microscópico” nos mencionan acerca del debate que existe en las metodologías aplicadas de muestreo diferentes a otros estudios sobre los MP aerotransportados. Con respecto al muestreo al aire libre, se han utilizado dos métodos principales basados en la recolección pasiva y activa, el método activo permite la determinación de la concentración en el aire, la cual se puede emplear para estudios de exposición, en cambio, en el método pasivo se estima el flujo de la deposición atmosférica para establecer un balance de masa, ambos métodos se han aplicado con algunas diferencias en cada estudio, sin definir un procedimiento estandarizado.

El muestreo pasivo generalmente se lleva a cabo utilizando un recolector de muestras de lluvia o partículas de lluvia recolectando partículas atmosféricas secas y húmedas para su posterior análisis y el muestreo activo requiere de una bomba de aspiración de aire a través de filtros (material particulado atmosférico) o dispositivos de muestreo con filtros secuenciales (impactador en cascada) empleando filtros de

fibra de cuarzo o politetrafluoroetileno. Aunque ambos métodos de muestreo presentan pros y contras, el muestreo activo requiere un tiempo de muestreo menor y los efectos de las condiciones meteorológicas, así como emplea un cierto volumen de aire capturado, lo que facilita la comparación de las mediciones obtenidas en diferentes sitios.

Para el análisis de microplásticos se puede realizar mediante técnicas espectroscópicas y espectrométricas, ambos enfoques se aplican generalmente para el análisis de microplásticos en diferentes matrices ambientales, aunque hasta donde sabemos, solo se han aplicado técnicas espectroscópicas para el análisis de microplásticos en la atmósfera analizando la distribución de tamaño, la morfología y la carga superficial ya que se encuentran polidispersados con formas diferentes, aunque el plástico a menudo se define como un material casi inerte, está compuesto por un esqueleto de carbono que es sensible a la oxidación, la radiación UV o la actividad microbiológica. Cabe mencionar que en el medio ambiente los microplásticos pueden sufrir procesos de degradación física y bioquímica induciendo el deterioro de los plásticos, así como la meteorización.

Abbasi et al. (2019) En su estudio “Distribución y posibles impactos en la salud de los microplásticos y microrrugos en el aire y el polvo de las calles del condado de Asaluyeh, Irán” empleó un muestreador de filtros (unidad de muestreo de bajo volumen) donde se captan a través de los filtros las partículas con diámetro aerodinámico menor a PM 2.5, los filtros se transfirieron a placas Petri. En la extracción los microplásticos aerotransportados contenidos en los filtros se emplearon diferentes procesos de separación por densidad, centrifugación, luego se secaron a temperatura ambiente durante unos días y posteriormente se transfirieron a placas de Petri para el recuento.

Para la identificación y aislamiento de los microplásticos en los filtros de las muestras de partículas suspendidas se empleó la microscopía binocular, la microscopía de luz polarizada (PLM) (Olympus BX41TF) y microscopía de fluorescencia (Olympus CX31) métodos de clasificación visual comúnmente empleado observando así las características físicas determinadas visual y microscópicamente como forma,

dureza, brillo y color para luego clasificarlas según su color con el empleo de un software de imagen clasificarlas según su tamaño en longitud o diámetro primario de acuerdo al polímero encontrado.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación:

La investigación es de tipo aplicada ya que se pudo determinar con ayuda del conocimiento científico los mecanismos para abarcar una necesidad conocida y determinada (CONCYTEC, p.5, 2020).

Diseño de investigación:

La investigación es de diseño no experimental, longitudinal ya que los datos fueron tomados en más de una oportunidad y de nivel descriptivo con enfoque cuantitativo, ya que es una agrupación de procesos que sigue un orden secuencial y probatorio la cual no podemos omitir, puesto que cada etapa la precede, además de emplear la recopilación de información para contrastar las hipótesis de acuerdo a la medición numérica y al estudio estadísticos con la finalidad de poner pautas de conducta y justificar teorías (Hernández, p.34,2014).

3.2. Variables y operacionalización

Variable

Esta investigación considera como única variable a la caracterización de microplásticos atmosféricos, es decir es de tipo univariable.

Con respecto a la variable, la ISO (2020) lo define como cualquier partícula de plástico sólido insoluble al agua con una dimensión que varía de 1 μm y 1000 μm .

Así mismo, Manrique (2020) define a los microplásticos como restos de polímeros que por su diminuto diámetro son difíciles de remover y trabajan como vectores de contaminantes, además obstaculizan el metabolismo de especies y se integran en la cadena alimenticia con mayor facilidad (p.8, 2020).

También se define a los microplásticos como pequeños plásticos que tienen un tamaño máximo de 5 mm, se pueden clasificar en 2 grupos según su origen como los primarios las cuales son fabricadas con tamaño diminuto para uso industrial y las secundarias, estas se dan por la fractura de plásticos expuestos al ambiente (Vázquez, p.04,2019).

Del mismo modo los microplásticos son partículas originarias de polímeros producidas en tamaños menores a 5 mm o que se originen de la degradación de plásticos de tamaño mayor, los cuales tiene efectos más marcados debido a su lipofilicidad, relación superficie-volumen alta y su complejo remoción de ecosistemas contaminados (Manrique, p.11, 2019).

Finalmente, Lusher define a los microplásticos como diminutas partículas y fibras de plásticos que no cuentan con un tamaño estándar establecido considerando un diámetro inferior de 5 milímetros, clasificando de acuerdo a sus características morfológicas como tamaño, forma y color (p.03,2017).

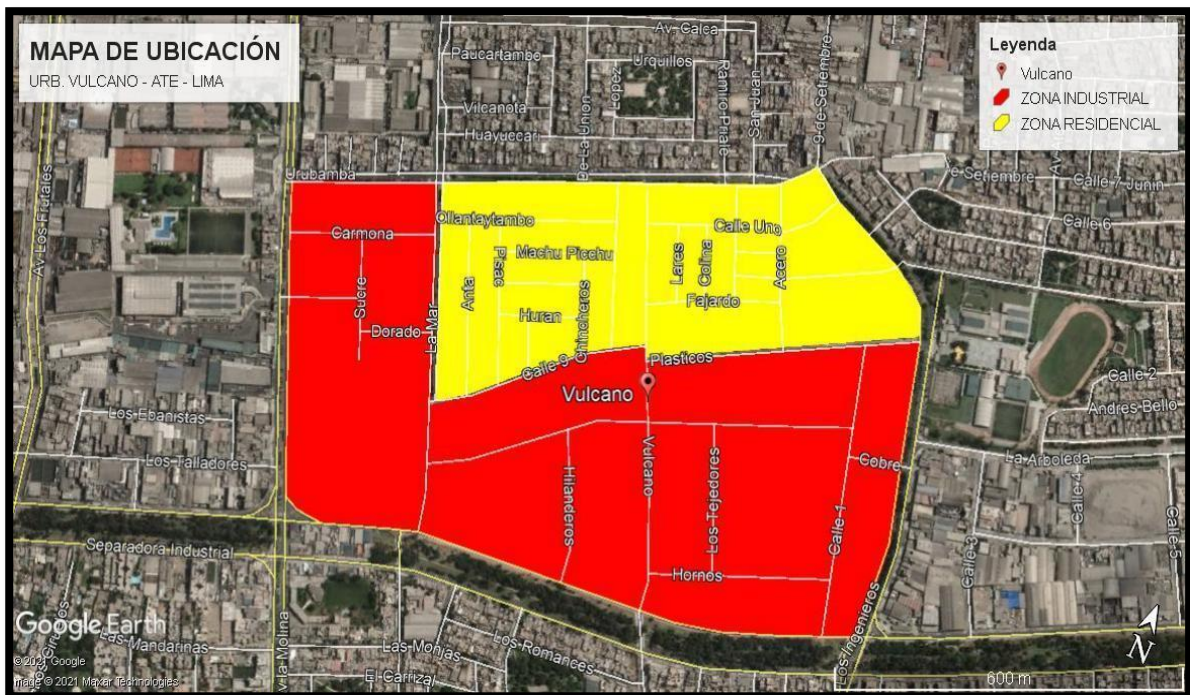
Operacionalización

Definición operacional de variables y matriz de consistencia: Ver Anexo N 1 y 2.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

La población está conformada por los microplásticos atmosféricos que se encuentran en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate (Ver Figura 7).



Fuente: Google Earth.

Figura 7. Mapa de Ubicación

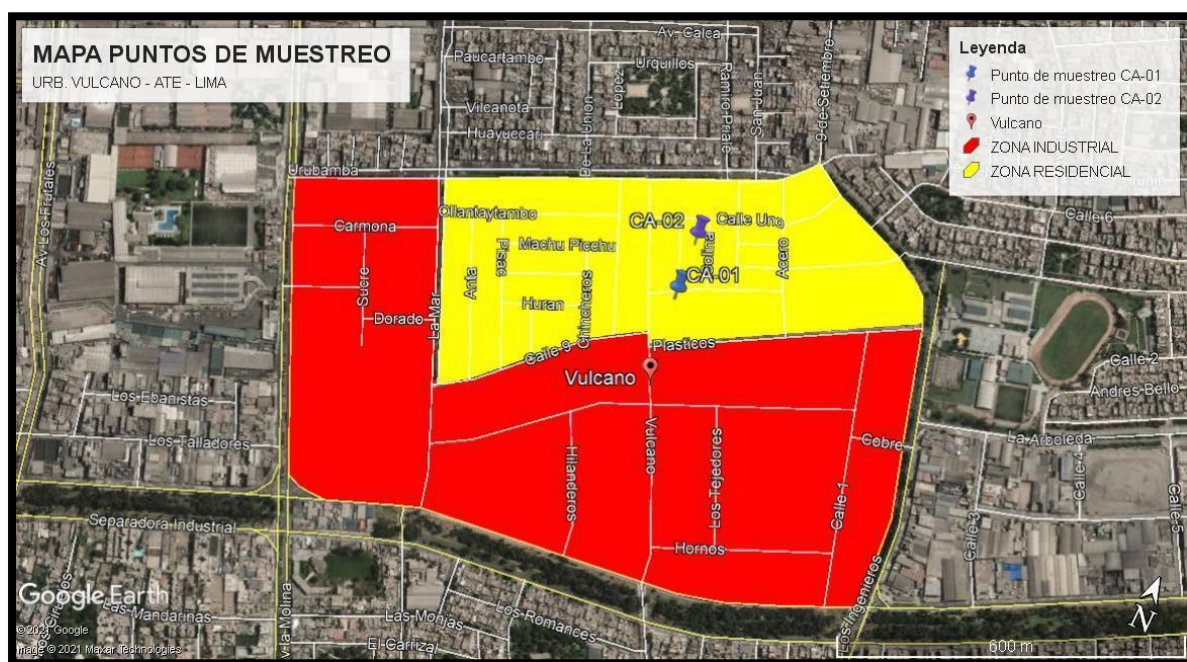
- **Criterios de inclusión:** Se tomó en cuenta los parámetros meteorológicos de la zona de estudio, la ubicación estratégica de las estaciones de monitoreo en las azoteas de las casas (facilitando el acceso a energía eléctrica y seguridad de los equipos), las fábricas textiles ubicadas dentro de zona de monitoreo (Urb. Vulcano) y los filtros donde solo se seleccionaron las posibles partículas de microplásticos corroborando mediante análisis fisicoquímico el objeto de estudio.
- **Criterios de exclusión:** Para este estudio no se incluyó los parámetros de la fuente emisora (chimeneas de las fábricas aledañas al lugar de muestreo), ubicación de las estaciones de monitoreo fuera de las casas, otras zonas donde no hubiera la presencia de fábricas textiles en sus alrededores y se excluirán todo material particulado que no esté relacionado con las partículas de polímeros las cuales no son el objeto de estudio.

Muestra

La muestra está constituida por microplásticos atmosféricos que se recolectaron durante 3 días consecutivos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate.

Muestreo

El muestreo es de tipo no probabilístico de conveniencia ya que se pudo seleccionar directa e intencionalmente los individuos de la población de acuerdo a la disponibilidad en el periodo que se requirió realizar la investigación, en este caso se seleccionó la zona de influencia de la Urb. Vulcano, siendo accesible y encontrándose cerca de la zona industrial (Manterola y Tamara, p.230, 2017) (Ver Figura 8).



Fuente: Google Earth.

Figura 8. Mapa de puntos de muestreo

A continuación, en la Tabla 5 se muestran las coordenadas de los puntos muestreo los cuales se encuentran a una distancia de 70 m uno del otro.

Tabla 5. *Coordenadas puntos de muestreo*

Puntos de Muestreo	Norte	Este	Altitud	Zona
CA-01	8666362	0287022	280 m	18 L
CA-02	8666464	0287012	282 m	18 L

Fuente: DATUM WGS 84.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica que se empleó en el desarrollo del proyecto de investigación fue la observación científica, ya que nos permitió describir la situación de forma detallada y planificada, por ello todos los datos fueron registrados en el área de estudio y nos ayudaron a contrastar las hipótesis planteadas.

Los instrumentos que se utilizaron fueron las fichas en la cual se realizó la recolección de datos, teniendo en cuenta todos los indicadores que se establecieron en el proyecto de investigación de acuerdo a la matriz de operacionalización de variables, las cuales se detallan en la Tabla 6.

Tabla 6. *Instrumentos de recolección de datos*

Instrumento	Descripción	Anexo
Ficha de monitoreo de calidad de aire - microplásticos	Se registran los datos del monitoreo, para su posterior análisis.	3
Ficha de caracterización de microplásticos atmosféricos	Se registran las características de cada muestra (filtro) analizada	4
Cadena de Custodia	Se registran los datos de cada muestra (hora, fecha, código) y se entrega al laboratorio	8

Así mismo, la validación se realizó a través de expertos en investigación a quienes se les solicitó validar y opinar acerca de la investigación, otorgando un puntaje el cual se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Validación de instrumentos

Nombres y Apellidos	Grado Académico	Centro de labores	N° CIP	Puntaje
Elmer Benites Alfaro	Doctor	UCV	71998	90
Juan Ordoñez Gálvez	Doctor	UCV	89972	90
Danny Lizaraburu Aguinaga	Magister	UCV	95556	95
Fiorella Güere Salazar	Magister	UCV	131344	90

Respecto a los instrumentos de recojo de datos que se emplearon para el desarrollo del proyecto, son confiables, por lo cual, Manterola nos dice que la confiabilidad es un elemental primordial para el rigor de un estudio de investigación, se dice que un instrumento es confiable cuando las mediciones que se realizan son igual o da el mismo resultado en distintas ocasiones, lugares, población si se emplea bajo iguales condiciones (2018).

3.5. Procedimientos

El proceso de elaboración del proyecto de investigación estuvo contemplado por cuatro etapas, las cuales son:

a. Etapa de Gabinete

Se inicia con las coordinaciones para el reconocimiento del área de estudio, seguidamente, se realizó el contrato con la empresa Solución Integral en Minería y

Construcción E.I.R.L para el alquiler de los equipos PM 2.5 de alto y bajo volumen y la estación meteorológica portátil, así como el monitorista encargado de la instalación y operación de los equipos. Por otro lado, se realizó el contrato con el laboratorio Environmental Testing Laboratory S.A.C – ENVIROTEST, el cual se encuentra acreditado con el INACAL para el análisis de Determinación de peso de Filtros PM 2.5 alto y bajo volumen.

b. Etapa de Monitoreo

Se realizó la inspección previa del área de estudio el día martes 20 de abril, se delimitaron los puntos de muestreo (CA-01 y CA-02) teniendo en cuenta su ubicación y las facilidades de acceso a energía eléctrica, ya que los equipos deben operar las 24 horas durante 3 días consecutivos, cabe resaltar que durante todo el proceso de monitoreo se tomó en cuenta lo establecido en el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire (Ver Figura 9 y 10).

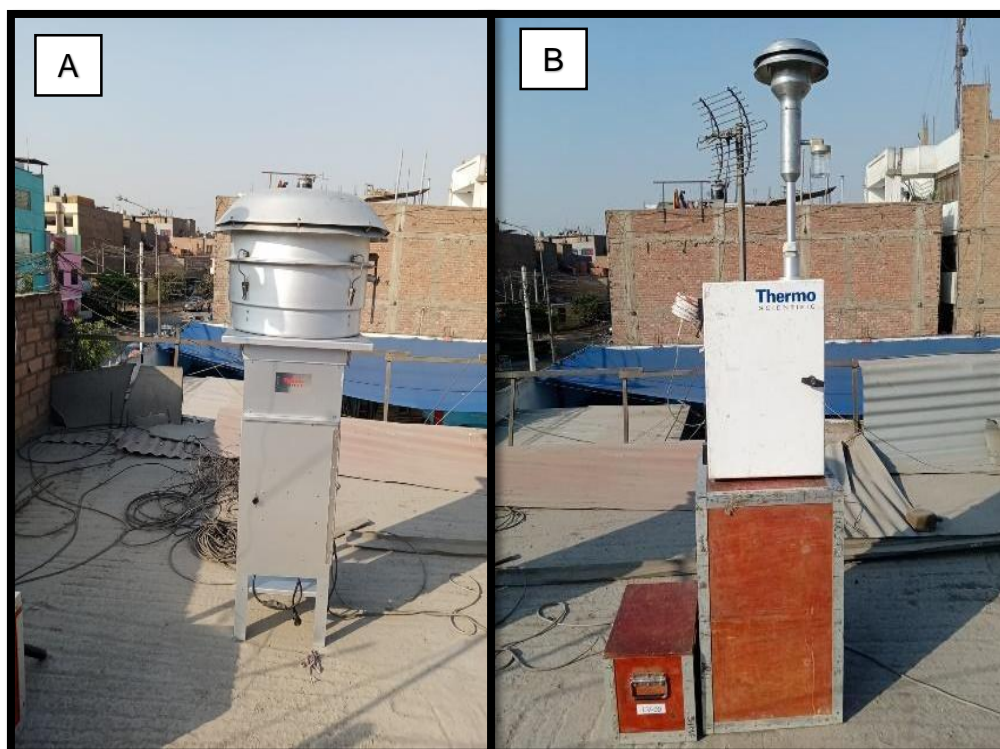


Figura 9. Ubicación de los equipos muestreadores Hi-Vol (A) y Low-Vol (B) PM 2.5 en el punto de muestreo CA-01



Figura 10. Ubicación de los equipos muestreadores Hi-Vol y Low-Vol PM 2.5 en el punto de muestreo CA-02

El monitoreo se realizó los días 21, 22 y 23 de abril, se recogieron del laboratorio los filtros de fibra de cuarzo y teflón pre pesado y codificado y los equipos Hi-Vol y Low-Vol. Se empleó un equipo muestreador de alto volumen (Hi-Vol) Thermo Scientific modelo G10557 con un flujo de 1.13 m³/min, se instaló uniendo el cabezal selector de partículas con el cuerpo con controlador, timer y registrador de flujo, se colocó el filtro de fibra de cuarzo en el porta filtro utilizando guantes de nitrilo, y se instala en el equipo, se aseguran las 04 perillas en forma diagonal hasta fijarlo correctamente, se retira la tapa del portafiltro, se cierra el cabezal y se aseguran con los ganchos externos, se enciende el equipo y se programa hasta las 24 horas posteriores, culminado el muestreo se retira el filtro, se dobla por la mitad con el material dentro, se coloca en un sobre limpio entre dos hojas bond, se sella y rotula (Ver Figura 11).



Figura 11. Colocación y retiro del filtro de fibra de cuarzo del equipo Hi-Vol

Es importante que después de 5 minutos de iniciado el muestreo se mida la diferencia de presión (ΔH en pulg. H₂O) entre el portafiltro y el ambiente con el

manómetro diferencial, se repite la medición 5 minutos antes de culminar el muestreo al día siguiente (con el motor encendido), esto se realiza durante los 3 días consecutivos y los datos se registran en la Ficha de Datos de Monitoreo de Aire – Microplásticos (Ver Figura 12).



Figura 12. *Medición de la diferencia de presión del equipo Hi-vol*

Para el muestreador de bajo volumen (Low-Vol) se utilizó el equipo Thermo Scientific Partisol 2000 AIR SAMPLER con un flujo de 16.7 L/min, el cual aspira el aire del ambiente a través de una entrada diseñada especialmente para separar las partículas con un diámetro aerodinámico menor o igual a un valor nominal de 10 μ m, luego este flujo pasa a través de un ciclón VSCC que permite la separación de las partículas en el rango de 2,5 μ m, se coloca el filtro de teflón de 47 mm de diámetro con ayuda de los guantes, se enciende el equipo y se programa la fecha y hora de inicio y término, una vez culminado el muestreo se retira el filtro y se coloca en una placa Petri, se sella y rotula y los datos se registran en la Ficha de Datos de Monitoreo de Aire – Microplásticos (Ver Figura 13).



Figura 13. Colocación y retiro del filtro de teflón del equipo Low-Vol

Por otra parte, se instaló en el punto de muestreo CA-01, la estación meteorológica Davis modelo Vantage Pro 2 ubicado a una cierta distancia de los equipos muestreadores, la pantalla digital se conecta con el pluviómetro y los sensores de dirección y velocidad del viento y humedad relativa, cabe destacar que se instaló a una altura de 1.30 m desde el suelo, una vez instalado se configura la fecha y hora de inicio, el data logger que contiene el equipo almacena la información de los parámetros medidos y al finalizar el muestreo se exporta para su posterior uso en el programa WRPLOT view, el cual se representa a través de la rosa de viento (Ver Figura 14) .



Figura 14. Instalación de estación meteorológica

Seguidamente, se recolectaron 12 muestras, 6 de bajo y 6 de alto volumen, se registran los datos en la cadena de custodia y se envían al laboratorio para el análisis de Determinación de peso de Filtros PM 2.5 alto y bajo volumen (Ver Figura 15 y 16).



Figura 15. Filtros PM 2.5 Low-Vol

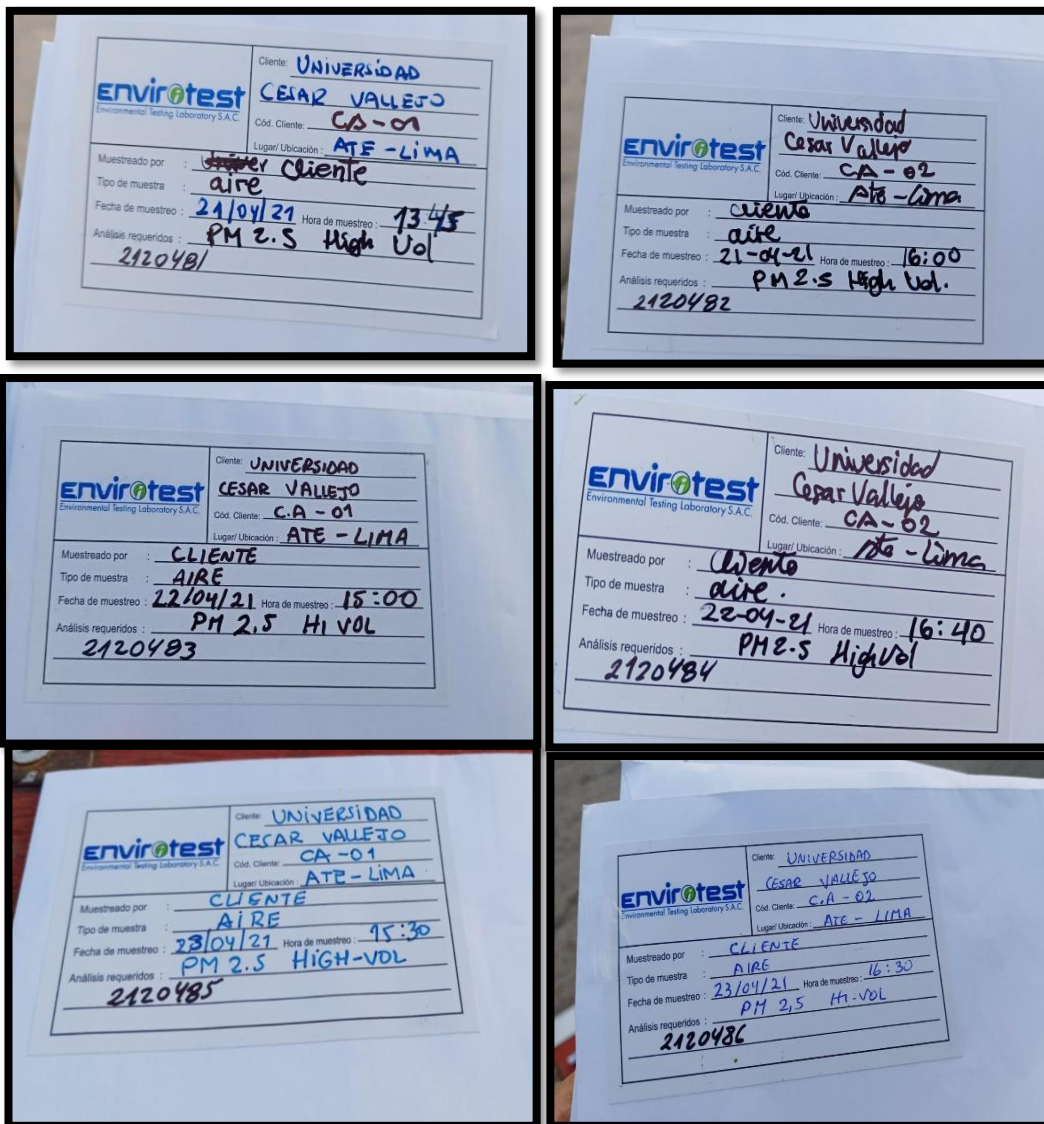


Figura 16. Filtros PM 2.5 High-Vol

c. Etapa de Laboratorio

Habiendo obtenido 6 filtros de bajo y 6 filtros de alto volumen, se enviaron al laboratorio Environmental Testing Laboratory S.A.C – ENVIROTEST acreditado por el INACAL para su análisis de Determinación de peso de Filtros PM 2.5 alto y bajo volumen. Luego, cuando el laboratorio expide el informe de ensayo, se recogen las muestras y se llevan para su análisis con fluorescencia inducida por luz ultravioleta (UV).

Para este análisis se requirió utilizar:

- Cámara fotográfica de alta resolución
- Fluorescentes que emiten luz ultravioleta (UV)

Se instaló la mesa y sobre ella se colocó un fondo blanco para resaltar las muestras y evitar interferencias, se apagaron las luces y se encendieron los fluorescentes ultravioletas, con cuidado se colocaron los filtros y con la cámara encendida empleando un aumento de resolución se tomaron las fotografías.

Seguidamente, se colocaron los filtros en el microscopio para ser observados a través del lente óptico. Para realizar este análisis se utilizó un microscopio digital con imagen ampliada de hasta 500x para identificar las características físicas de los microplásticos, por ello cada filtro fue visualizado detenidamente y fotografiado.

Finalmente, se extrajo la mayor cantidad posible de material particulado con ayuda de una pinza de metal y se colocó en una luna portaobjetos, a esta se le añadió una gota de acetona la cual fue esparcida por toda el área de la luna portaobjeto y cubierta con un cubreobjetos, luego se trasladó al microscopio para ser observada, todo ello para lograr una mejor visualización de los microplásticos y caracterizarlos

d. Etapa de Procesamiento de la Información en el Software

Para el procesamiento de las imágenes obtenidas en la etapa de laboratorio se empleó el software ImageJ, para lo cual se calibró la escala a micras según los píxeles de la fotografía de referencia (fracción de 1 centímetro en milímetros de la regla), luego se realizó 20 mediciones de extremo a extremo como mínimo para obtener la mediana, luego se procedió a tomar las medidas de los microplásticos en cada imagen para finalmente ordenarlos en un cuadro según su codificación por filtro. Por otro lado, para el procesamiento de las condiciones meteorológicas tales como humedad relativa, temperatura, velocidad y dirección del viento y presión atmosférica se extraen de la data logger de la estación meteorológica, esta data se exporta a un Excel y luego se importa al software WRPLOT view en donde los datos se

representan a través de una rosa de vientos, los cuales pueden ser visualizadas en el lugar preciso donde se tomaron los datos meteorológicos con ayuda de la aplicación google Earth.

3.6. Método de análisis de datos

Para el desarrollo del proyecto de investigación se siguieron estrictos protocolos de seguridad para no alterar las muestras, empleando guantes y mandil durante la etapa de laboratorio, así como los equipos de protección personal durante la etapa de monitoreo, a continuación, se detallan los métodos para el análisis de datos recopilados durante todas las etapas del proyecto.

□ **Análisis de los filtros para determinar la concentración de PM 2.5**

El laboratorio de análisis ambientales Environmental Testing Laboratory S.A.C – ENVIROTEST acreditado por el INACAL, realizó el análisis de los filtros PM 2.5 de bajo y alto volumen aplicando los métodos de ensayo que se encuentran definidos en el informe de ensayo. (Ver Anexo N 7 Informe de ensayo). Los métodos de ensayo empleados se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8. *Métodos de análisis empleados por cada parámetro de Calidad del Aire*

Parámetro	Método de Análisis
Determinación de Peso de Filtros PM-2,5 Bajo Volumen	EPA 40 CFR Appendix L to Part 50, 2006 / Compendium Method IO-3.1 June 1999. No incluye muestreo. (VALIDADO modificado). 2015
Weighing Filter PM-2.5 High Volume - Gravimetric	EPA/625/R-96/010a Compendium Method IO-2.1 June 1999 //Compendium Method IO-3.1 June 1999. (validated)

Fuente: *Environmental Testing Laboratory S.A.C y EPA method, 2015.*

□ **Análisis de los filtros con fluorescencia inducida por luz ultravioleta (UV)**

La fluorescencia inducida por la luz ultravioleta (UV) es una técnica empleada para detectar las propiedades ópticas que se produce por la absorción de la luz por parte de un objeto y la posterior emisión de una luz de longitud de onda mayor que la que es absorbida, a esta luz se le conoce como fluorescencia visible inducida por luz ultravioleta, la cual es captada por fotografías. Para este caso, este análisis nos permitió observar el espectro de las partículas contenidas en los filtros, ya que al interactuar la luz con el material orgánico emite un brillo particular haciendo fluorescencia (Lobos, p.6, 2018) (Ver Figura 17).

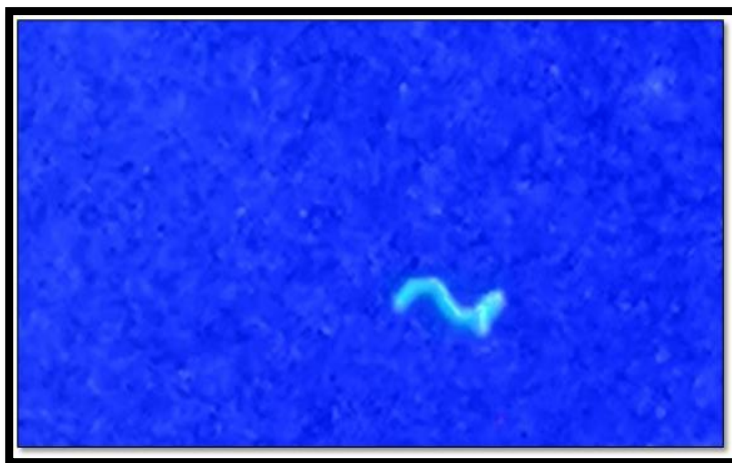


Figura 17. Fotografía inducida por luz ultravioleta de un microplástico con forma de fibra

□ **Análisis de los filtros por microscopía óptica**

Esta técnica permite visualizar de cerca una muestra empleando un microscopio digital, este equipo cuenta con unos lentes que posibilita amplificar las imágenes de los diminutos cuerpos al estar expuesta a la luz visible, existen 2 tipos de análisis microscópicos de acuerdo al objeto de estudio cualitativa y cuantitativa, para esta investigación se empleó el análisis cualitativo con la finalidad de poder identificar y documentar las principales características físicas de los microplásticos según su tipo, tamaño, forma y color (Smith, párr.1 y 2, 2018) (Ver Figura 18).

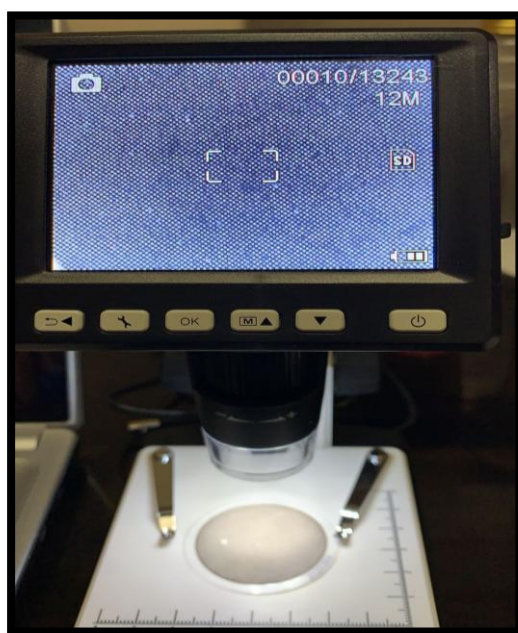


Figura 18. Microscopio Digital empleado en los análisis

- **Análisis de los filtros mediante la solubilidad química empleando el reactivo acetona - $\text{CH}_3(\text{CO})\text{CH}_3$**

El método de solubilidad química se enfoca en la aplicación de uno o varios agentes químicos a una sustancia para determinar si existe alguna alteración o si son inalterables al estar expuesto al reactivo, este método se enfoca principalmente en fibras textiles sin embargo no se aconseja emplearlo en las que están compuestas por biocomponentes, es recomendable utilizar la microscopía óptica, por ello para este estudio se empleó el reactivo acetona para una mejor visualización e identificación del tipo de microplásticos contenidos en los filtros y reafirmar sus características físicas (Lockuán, p.119, 2013) (Ver Tabla 9).

Tabla 9. Cuadro de solubilidad para algunas fibras textiles

ACETONA - $\text{CH}_3(\text{CO})\text{CH}_3$	
CONCENTRACIÓN	100
TEMPERATURA (°C)	20
TIEMPO (minutos)	5
Acetato	S

Acrílico	I
Algodón y Lino	I
Aramida	I
Lana	I
Nytril	I
Poliamida	I
Poliéster	I
Rayón	I
Seda	I
Vidrio	I

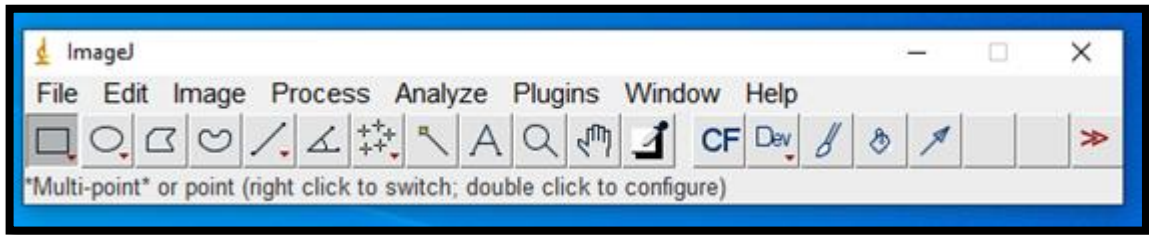
*S: soluble, I: insoluble

Fuente: *Adaptado de la industria textil y su control de calidad, 2013.*

□ **Análisis de los filtros utilizando el software IMAGEJ**

El software IMAGEJ es un programa de análisis digital de imágenes que emplea microfotografías digitales capturadas con una cámara digital sobre un microscopio, cuenta con una barra de herramientas conocido como interface la cual puede movilizarse dentro del escritorio de la PC y a su vez cuenta con 3 subdivisiones las cuales permiten procesar las imágenes según lo que se desee obtener, estas son el menú, los botones de herramientas y la barra de información.

Por lo general IMAGEJ está modelado para cualquier formato de imagen, los más utilizados son el JPG y el TIFF, cuando se abre una imagen esta debe ser calibrada ya que la única información que se obtiene son los píxeles los cuales se pueden convertir a cm, mm, micras, entre otros; además se debe tener como referencia la fotografía de una regleta tomada con la misma resolución y cámara de las imágenes a procesar para calibrar y comenzar a utilizar en las imágenes de estudio. Para esta investigación al ser los microplásticos tan pequeños, se utilizó este software con la finalidad de procesar las imágenes tomadas en el microscopio para obtener el tamaño o longitud de la población de estudio – microplásticos (Campa, p. 15, 16, 2017) (Ver Figura 19).

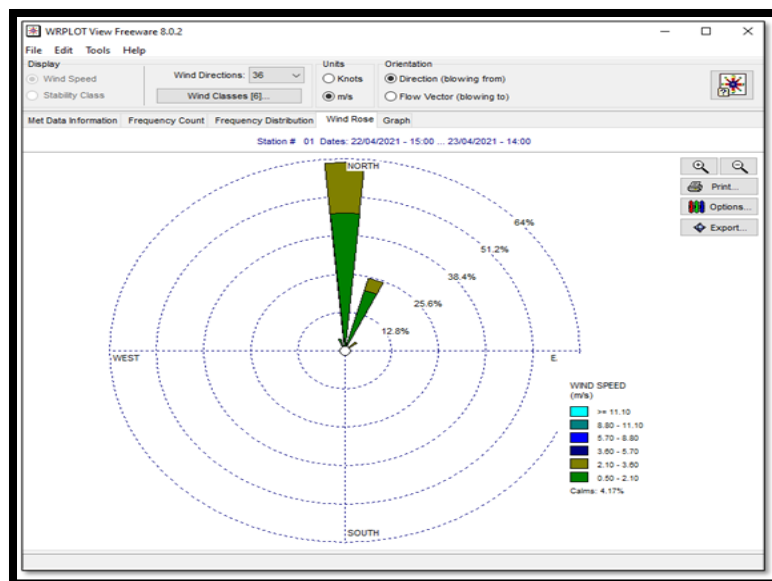


Fuente: Software IMAGEJ 2015

Figura 19. Barra de herramientas de software IMAGEJ

□ **Análisis de la data meteorológica en el software WR PLOT a través de una rosa de vientos**

Es un programa creado por el EPA que utiliza la base de datos de una estación meteorológica exportando su contenido a una data en Excel para luego ser importada en el formato SAMSON DATA (SAM) con extensión .sam.txt el reporte de algunas variables meteorológicas (velocidad y dirección del viento, temperatura, presión atmosférica, precipitación, humedad relativa) ordenadas según año, mes y día, esta información permite realizar el análisis de frecuencia, creación de gráficos para otros formatos de datos meteorológicos, así como graficadores de viento conocido como diagrama de rosas de vientos la cual representa las frecuencia media de la velocidad y dirección del viento (EPA, párr. 1, 2018) (Ver Figura 20).



Fuente: Lakes environmental software, 2018.

Figura 20. Representación de una rosa de viento en WRPLOT

Para esta investigación solo se empleó las variables meteorológicas velocidad y dirección del viento recopilados por los 3 días de monitoreo y que estuvo en funcionamiento la estación meteorológica, esta información fue representado gráficamente en una rosa de vientos por día para su posterior interpretación de acuerdo al objeto de estudio.

3.7. Aspectos éticos

El proyecto de investigación realizado está tutelado de acuerdo a las bases del código de ética en investigación de la Universidad César Vallejo (2020) la cual nos menciona incentivar las investigaciones desarrolladas por la universidad, por ello deben cumplir con los estándares de solidez científica, responsabilidad y honestidad, asegurando los conocimientos, protegiendo los derechos y bienestar del investigador, además del obligatorio cumplimiento de los investigadores.

De acuerdo a los principios de ética podemos mencionar lo más resaltante:

- Autonomía de la participación o retiro de las investigaciones cuando lo deseen.
- Cumplir los niveles de preparación requeridos por la investigación, garantizando así el rigor científico desde el inicio del proceso hasta su publicación de la investigación.
- La investigación tiene que garantizar el resguardo de la naturaleza, fomentando el respeto de la biodiversidad.
- Prevalencia de la integridad de las personas de los intereses de la ciencia.
- El trato de igualdad de los participantes en la investigación para el óptimo desarrollo.
- Honestidad en la realización de la investigación, como la autenticidad de los resultados, obviar las modificaciones y la incorporación de los autores que no tengan aporte en la investigación.

- Mantener siempre el respeto por la propiedad intelectual, evitando plagios ya sea total o parcial de la investigación.
- Responsabilidad de los actos derivados del desarrollo de la investigación o resultado de difusión.
- Transparencia al replicar la metodología y constatar la validez de los resultados.

De acuerdo a la política antiplagio, la universidad incentiva la originalidad de las investigaciones, de modo que los integrantes de la investigación deben citar correctamente las fuentes de consulta, basándose en los estándares de publicación internacionales. Para el desarrollo de este proyecto de investigación se utilizó el manual de referencia estilo ISO 690 para la correcta citación de la fuente, así como el acceso al programa Turnitin la cual nos permitió verificar el grado de similitud del desarrollo de esta investigación con otras publicaciones en donde el porcentaje de similitud permitido por la Universidad César Vallejo debe ser menor a 25%, cumpliendo con el código de ética de la universidad (Ver Anexo 6).

IV. RESULTADOS

Caracterización de los microplásticos atmosféricos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021.

Para la obtención de este resultado se determinó de manera cualitativa los tipos de microplásticos atmosféricos presentes en los filtros, utilizando la microscopía óptica se observó longitudinalmente los microplásticos y se capturó en fotografías para luego ser comparadas con imágenes recogidas por otros autores, en la cual se visualizan las características de los microplásticos.

Seguidamente, a través del análisis con fluorescencia inducida por luz ultravioleta se pudo observar la presencia de partículas contenidas en los filtros de alto volumen (High-Vol), siendo los más resaltantes aquellos que tienen forma de fibra y película que actúan con la luz emitiendo un brillo, esto se debe a que están compuestos por algún material sintético o polímero en su estructura base (Ver Figura 21).

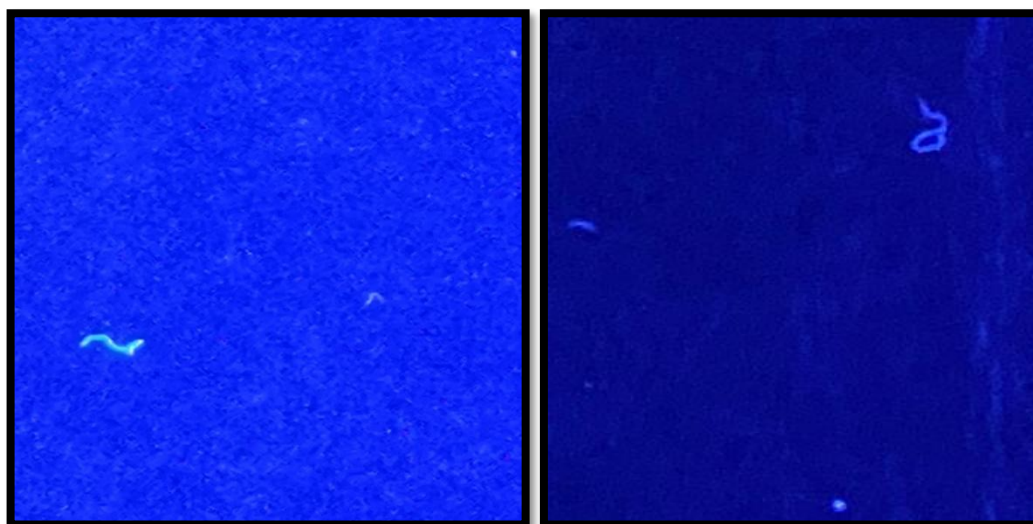


Figura 21. Fotografía inducida por luz ultravioleta de los filtros contenido microplásticos en forma de fibra y fragmento

Finalmente, con el análisis de solubilidad química aplicando el reactivo acetona $\text{CH}_3(\text{CO})\text{CH}_3$, se pudo precisar con mayor claridad el tipo, forma y coloración de los microplásticos.

Cabe resaltar que la localización del lugar de estudio influyó en la identificación del tipo de microplásticos ya que se encuentra cerca de una zona industrial dedicada a la fabricación de productos plásticos, fabricación de hilos y telas, venta de prendas de vestir y otros insumos en su mayoría del rubro textil.

A continuación, en las Tablas 10, 11, 12 y 13 se presentan los resultados de la caracterización de los filtros de material particulado (PM 2.5) – microplásticos atmosféricos.

Tabla 10. Caracterización de microplásticos atmosféricos por su tipo

TIPO DE MP	CANTIDAD	PORCENTAJE
ALGODÓN	30	9.3%
LANA	6	1.9%
POLIESTER	3	0.9%
SEDA	5	1.6%
OTROS (NO IDENTIFICADOS)	278	86.3%
TOTAL	322	100%

Tabla 11. Caracterización de microplásticos atmosféricos por su forma

FORMA	CANTIDAD	PORCENTAJE
FIBRA	183	56.80%
FRAGMENTO	59	18.30%
ESFERA	48	15%
ESPUMA	14	4.30%
PELÍCULA	18	5.60%
TOTAL	322	100%

Tabla 12. Caracterización de microplásticos atmosféricos por su color

COLOR	CANTIDAD	PORCENTAJE
NARANJA	47	14.6%
AZUL	89	27.6%
ROJO	37	11.5%
ROSADO	23	7.1%
AMARILLO	35	10.9%
MORADO	11	3.4%
NEGRO	43	13.4%
BLANCO	3	0.9%
VERDE	8	2.5%
PLATA	1	0.3%
TRANSLÚCIDO	25	7.8%
TOTAL	322	100%

Tabla 13. Caracterización de microplásticos atmosféricos por su tamaño

FORMA	TAMAÑO
FIBRA	90 μm - 1800 μm
FRAGMENTO	50 μm - 600 μm
ESFERA	30 μm - 140 μm
ESPUMA	90 μm - 200 μm
PELÍCULA	40 μm - 600 μm
RANGO DE MICROPLÁSTICOS	30 μm - 1800 μm

Interpretación:

De acuerdo a las Tablas 10, 11, 12 y 13, los resultados indican que se lograron identificar cinco tipos de microplásticos, tales como algodón (9.3%), lana (1.9%), poliéster (0.9%), seda (1.6%) y otro tipo de microplásticos (86.3%), así mismo, existen cinco formas de microplásticos atmosféricos tales como fibra (56.8%),

fragmento (18.3%), esfera (15%), espuma (4.3%) y película (5.6%), con respecto al color, el más predominante fue el azul (27.6%), seguido por el naranja (14.6%), negro (13.4%), rojo (11.5%), amarillo (10.9%), translucido (7.8%), rosado (7.1%), morado (3.4%), verde (2.5%), blanco (0.9%) y plata (0.3%) y por último respecto al tamaño se obtuvo un rango promedio de 30 µm a 1800 µm (1.8 mm) entre todos los microplásticos encontrados.

Cabe destacar que también se aplicaron métodos de análisis para los 6 filtros de bajo volumen (Low-Vol), sin embargo, no se logró identificar la presencia de microplásticos.

Evaluación de la concentración de Material Particulado (PM 2.5) – Microplásticos Atmosféricos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021 tomando como referencia los ECA´s.

Para la determinación de la concentración de PM2.5 se halló el peso inicial del filtro (pre pesado) y el peso final (post pesado), reportándose en g/filtro la diferencia de pesos para los equipos High-Vol y Low-Vol respectivamente:

Tabla 14. Resultados concentración g/filtro PM 2.5 High-Vol

Código del filtro	2120481	2120482	2120483	2120484	2120485	2120486
Fecha de Muestreo	21/04	21/04	22/04	22/04	23/04	23/04
Hora de Muestreo	13:45	16:00	15:00	16:40	15:30	16:30
Punto de muestreo	CA-01	CA-02	CA-01	CA-02	CA-01	CA-02
Pre pesado	3,5754	3,5710	3,5586	3,5674	3,5663	3,5653
Post pesado	3,6872	3,6816	3,6671	3,6781	3,6754	3,6721

Diferencia de pesos	0,1118	0,1106	0,1085	0,1107	0,1091	0,1068
----------------------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

Fuente: ENVIROTEST S.A.C., 2021

Interpretación:

De acuerdo a la Tabla 14, se puede determinar que la muestra con mayor peso es de 0,1118 g/filtro el cual se obtuvo el día 21/04 y la muestra con menor peso es de 0,1068 g/filtro el cual se obtuvo el día el día 23/04, las cuales corresponden a los puntos CA-01 y CA-02 respectivamente.

Tabla 15. Resultados concentración g/filtro PM 2.5 Low-Vol

Código del filtro	2120481	2120482	2120483	2120484	2120485	2120486
Fecha de Muestreo	21/04	21/04	22/04	22/04	23/04	23/04
Hora de Muestreo	13:45	16:00	15:00	16:40	15:30	16:30
Punto de muestreo	CA-01	CA-02	CA-01	CA-02	CA-01	CA-02
Pre pesado	0,150780	0,149590	0,151681	0,150843	0,151975	0,150785
Post pesado	0,151706	0,150542	0,152566	0,151779	0,152866	0,151748
Diferencia de pesos	0,000926	0,000952	0,000885	0,000936	0,000891	0,000963

Fuente: ENVIROTEST S.A.C., 2021

Interpretación:

De acuerdo a la Tabla 15, se puede determinar que la muestra con mayor peso es de 0,000963 g/filtro el cual se obtuvo el día 23/04 y la muestra con menor peso es de 0,000885 g/filtro el cual se obtuvo el día el día 22/04, las cuales corresponden a los puntos CA-02 y CA-01 respectivamente.

Por otra parte, con los datos del volumen medido de manera consecutiva los días que duró el monitoreo, se obtuvieron los resultados de la concentración reportados en ug/m³ para los equipos High-Vol y Low-Vol respectivamente.

Tabla 16. Volumen estándar PM 2.5 High-Vol

EQUIPO HI - VOL (PM 2.5)			
Días muestreados	Fecha de Muestreo	Volumen Estándar	V std promedio (m3)
		Vm= Qm*t (m3)	
1	21/04/2021	1638.7	
2	22/04/2021	1637.7	1659.7
3	23/04/2021	1702.6	

Fuente: SIMC E.I.R.L., 2021.

Tabla 17. Resultados concentración ug/m³ PM 2.5 High-Vol

Código del filtro	2120481	2120482	2120483	2120484	2120485	2120486
Fecha de Muestreo	21/04	21/04	22/04	22/04	23/04	23/04
Hora de Muestreo	13:45	16:00	15:00	16:40	15:30	16:30
Punto de muestreo	CA-01	CA-02	CA-01	CA-02	CA-01	CA-02
Concentración PM 2.5 (ug/m³)	68,19	67,49	66,25	67,59	64,08	62,73
Concentración media (ug/m³)	66.92 ug/m ³					

Fuente: ENVIROTEST S.A.C., 2021

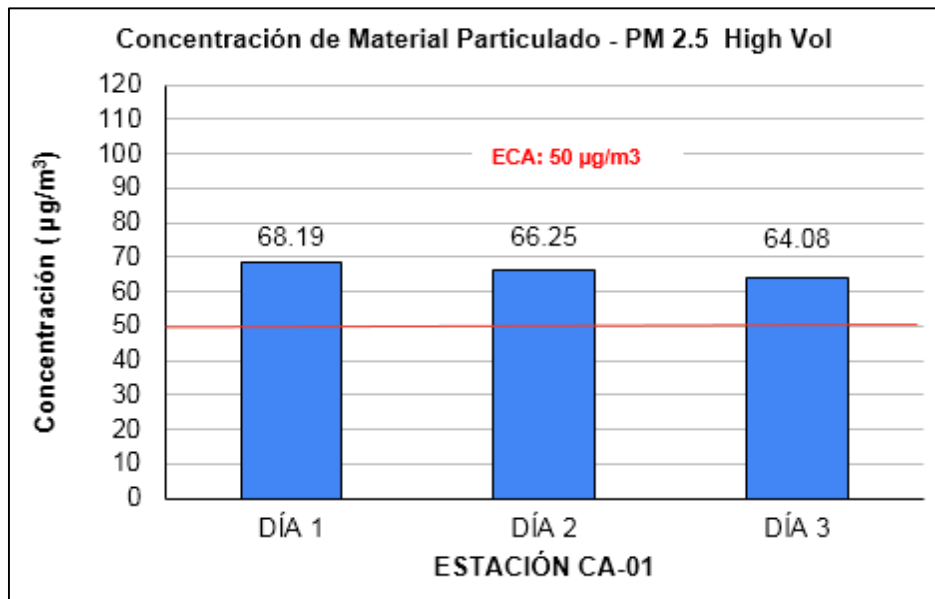


Figura 22. Concentración PM 2.5 High-Vol - Estación CA-01

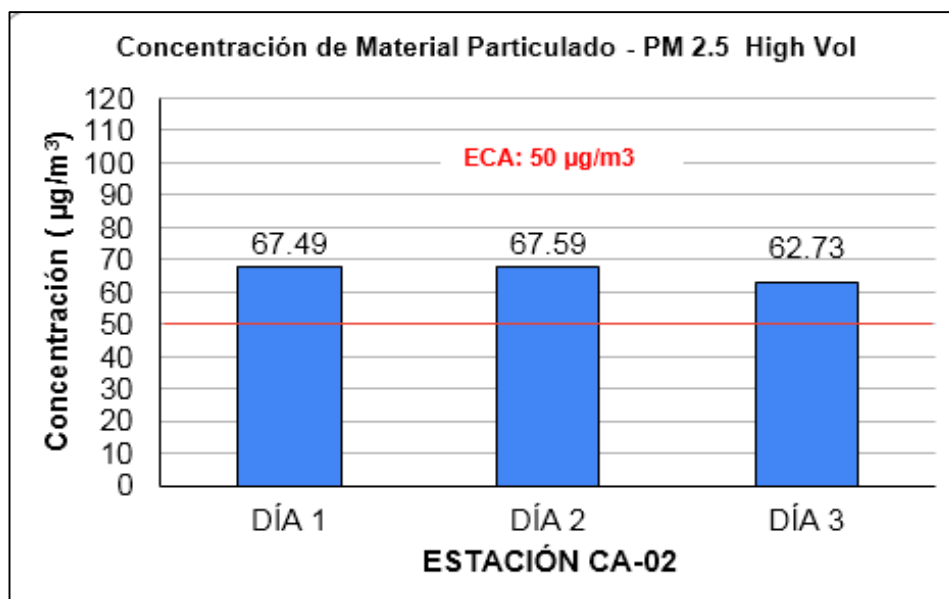


Figura 23. Concentración PM 2.5 High-Vol - Estación CA-02

Interpretación:

De acuerdo a la Tabla 17, se puede determinar que todas las muestras superaron los ECAs para el Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM 2.5) ya que la concentración es de 50 ug/m3 de acuerdo al D.S-003-2017-MINAM, siendo la

mayor concentración de 68,19 ug/m³ el día 21/04 y la menor concentración de 62,73 ug/m³ obtenida el día 23/04 (Ver Figura 22 y 23).

Tabla 18. Resultados concentración ug/m³ PM 2.5 Low-Vol

Código del filtro	21T0401	21T0400	21T0402	21T0403	21T0404	21T0405
Fecha de Muestreo	21/04	21/04	22/04	22/04	23/04	23/04
Hora de muestreo	13:45	16:00	15:00	16:40	15:30	16:30
Punto de muestreo	CA-01	CA-02	CA-01	CA-02	CA-01	CA-02
Concentración PM 2.5 (ug/m ³)	39,07	40,17	37,34	39,49	37,28	40,29
Concentración media (ug/m ³)	38.42 ug/m ³					

Fuente: ENVIROTEST S.A.C., 2021.

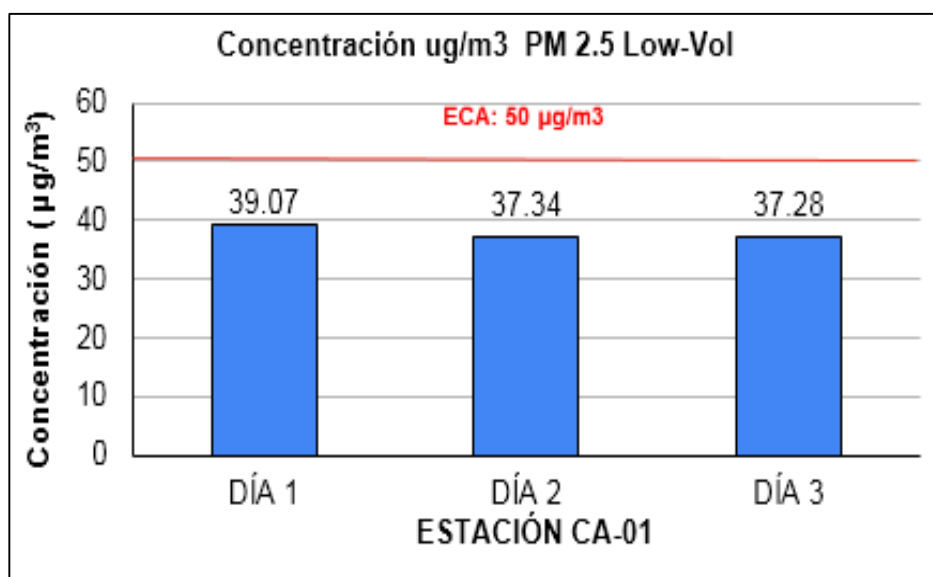


Figura 24. Concentración PM 2.5 Low-Vol - Estación CA-01

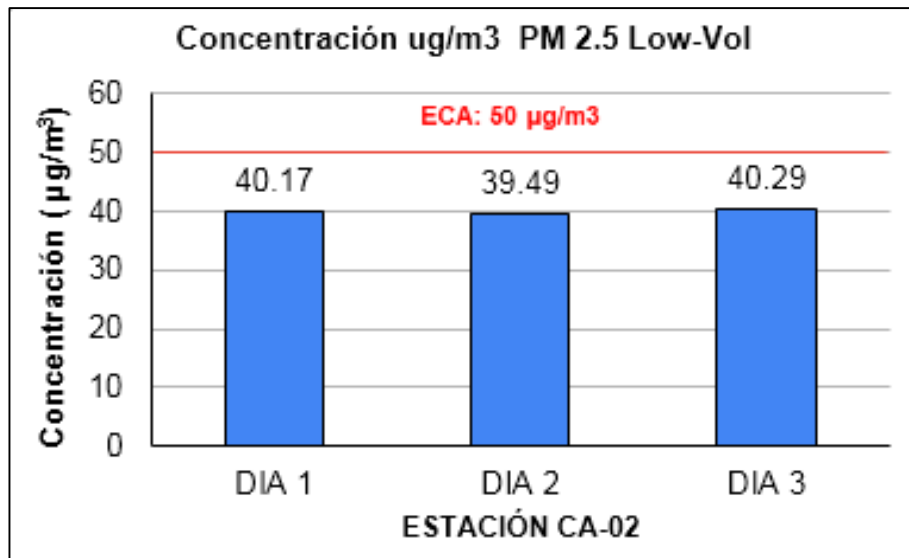


Figura 25. Concentración PM 2.5 Low-Vol - Estación CA-02

Interpretación:

De acuerdo a la Tabla 18, se puede determinar que todas las muestras no superaron los ECAs para el Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM 2.5) ya que la concentración es de 50 ug/m3 de acuerdo al D.S-003-2017-MINAM, siendo la mayor concentración de 40,29 ug/m3 obtenida el día 23/04 y la menor concentración de 37,34 ug/m3 obtenida el día 22/04.

Por otra parte, se determinó la cantidad de material particulado (PM 2.5) – microplásticos atmosféricos contenidos en los filtros y reportado en las tablas de acuerdo a su codificación (Ver Figura 24 y 25).

Tabla 19. Cantidad de Material Particulado (PM 2.5) – Microplásticos Atmosféricos del filtro 2120481

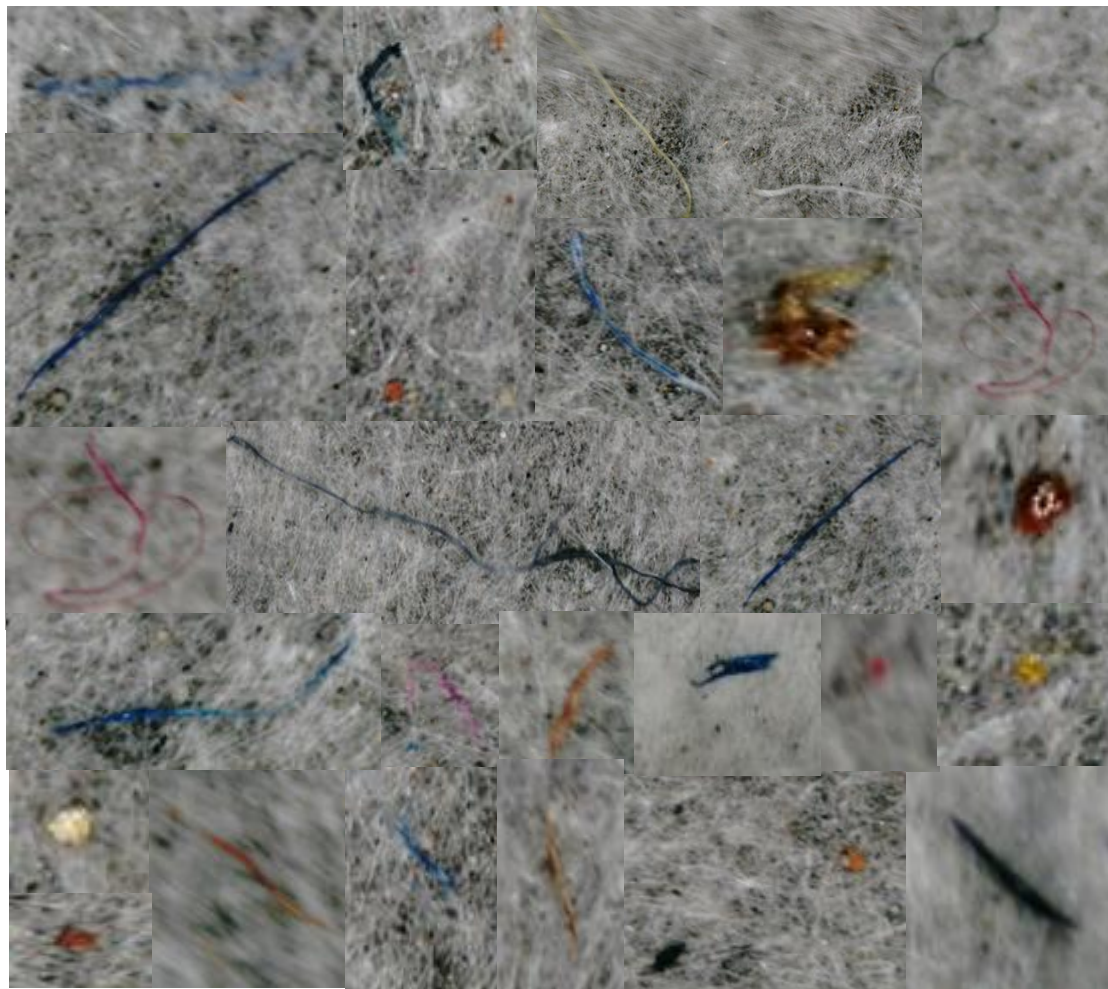
CÓDIGO DE FILTRO- 2120481



FORMA	CANTIDAD
FIBRA	40
FRAGMENTO	8
ESFERA	11
PELICULA	2
TOTAL	61

Tabla 20. Cantidad de Material Particulado (PM 2.5) – Microplásticos Atmosféricos del Filtro 2120482

CÓDIGO DE FILTRO- 2120482



FORMA	CANTIDAD
FIBRA	21
FRAGMENTO	10
ESFERA	9
TOTAL	40

Tabla 21. Cantidad de Material Particulado (PM 2.5) – Microplásticos Atmosféricos del Filtro 2120483

CÓDIGO DE FILTRO- 2120483



FORMA	CANTIDAD
FIBRA	27
FRAGMENTO	12
ESFERA	6
ESPUMA	2
PELICULA	4
TOTAL	51

Tabla 22. Cantidad de Material Particulado (PM 2.5) – Microplásticos Atmosféricos del Filtro 2120484

CÓDIGO DE FILTRO- 2120484



TIPO	CANTIDAD
FIBRA	12
FRAGMENTO	11
ESPUMA	5
PELICULA	3
TOTAL	31

Tabla 23. Cantidad de Material Particulado (PM 2.5) – Microplásticos Atmosféricos del Filtro 2120485

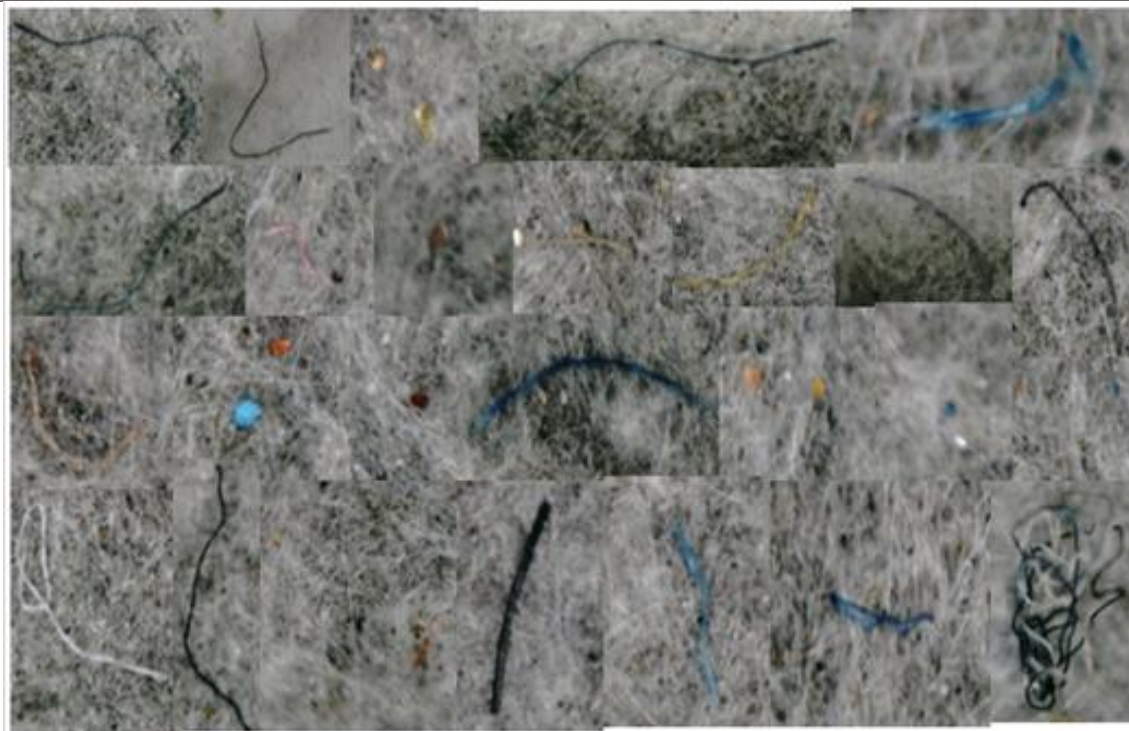
CÓDIGO DE FILTRO- 2120485



FORMA	CANTIDAD
FIBRA	58
FRAGMENTO	11
ESFERA	10
ESPUMA	6
PELICULA	6
TOTAL	91

Tabla 24. Cantidad de Material Particulado (PM 2.5) – Microplásticos Atmosféricos del Filtro 2120486

CÓDIGO DE FILTRO- 2120486



FORMA	CANTIDAD
FIBRA	25
FRAGMENTO	7
ESFERA	12
ESPUMA	1
PELICULA	3
TOTAL	48

Interpretación:

De acuerdo a las tablas 19, 20, 21, 22, 23, 24 presentadas se obtuvo como resultado para el filtro con código 2120481 la cantidad de 61 ítem, en el filtro con código 212048262 se obtuvo 40 ítem, en el filtro con código 2120483 se obtuvo 51 ítem, en el filtro con código 2120484 se obtuvo 31 ítem, en el filtro con código 2120485 se obtuvo 91 ítem y por último en el filtro con código 2120486 se obtuvo 48 ítem, haciendo un total de 322 ítem encontrados en los filtros del High-Vol.

Determinación de las condiciones meteorológicas en función de la concentración de Material Particulado (PM 2.5) – Microplásticos Atmosféricos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021

Para determinar los valores de las condiciones meteorológicas se extrajo la información del datalogger de la estación meteorológica DAVIS para su posterior procesamiento en el software WRPLOT view.

Tabla 25. Data meteorológica del día miércoles 21/04, Urb. Vulcano, Ate – Lima

DÍA	Hora de Muestreo (h)	Temperatura Ambiental (°C)	Humedad Relativa (%)	Velocidad del Viento (m/s)	Dirección del Viento	Presión Atmosférica (mbar)
21/04/2021	15:00	24.9	64	1.3	N	982.3
21/04/2021	16:00	24.6	66	0.9	N	981.9
21/04/2021	17:00	22.9	69	0.9	N	982
21/04/2021	18:00	21.3	74	0.4	NNE	982.2
21/04/2021	19:00	19.8	79	0.4	NNE	983.1
21/04/2021	20:00	19.3	81	0.4	NNE	983.4
21/04/2021	21:00	18.9	82	0.4	NNE	983.7
21/04/2021	22:00	18.1	86	0.4	NNE	984.1
21/04/2021	23:00	17.8	87	0.4	NNE	984
21/04/2021	00:00	17.6	88	0.4	ENE	983.9
22/04/2021	01:00	17.5	88	0	E	983.2
22/04/2021	02:00	17.8	88	0	ENE	982.7
22/04/2021	03:00	17.6	89	0	NNE	982.4
22/04/2021	04:00	17.1	91	0	NNE	982.4
22/04/2021	05:00	16.8	92	0.4	NNE	982.5
22/04/2021	06:00	16.8	93	0	NNE	983.3

22/04/2021	07:00	17	92	0	NNE	984.1
22/04/2021	08:00	18.2	88	0	NNE	984.6
22/04/2021	09:00	18.4	86	0.4	NNE	984.9
22/04/2021	10:00	21	78	0.4	N	985
22/04/2021	11:00	22.9	71	0.9	N	984.1
22/04/2021	12:00	24.6	66	0.9	N	983.1
22/04/2021	13:00	23.7	67	1.3	N	982.9
22/04/2021	14:00	23.2	68	0.9	NNE	981.9
MÁXIMO		24.9	93.0	1.3	CALMA	985.0
MÍNIMO		16.8	64.0	0.0		981.9
PROMEDIO		19.9	80.5	0.5		983.2

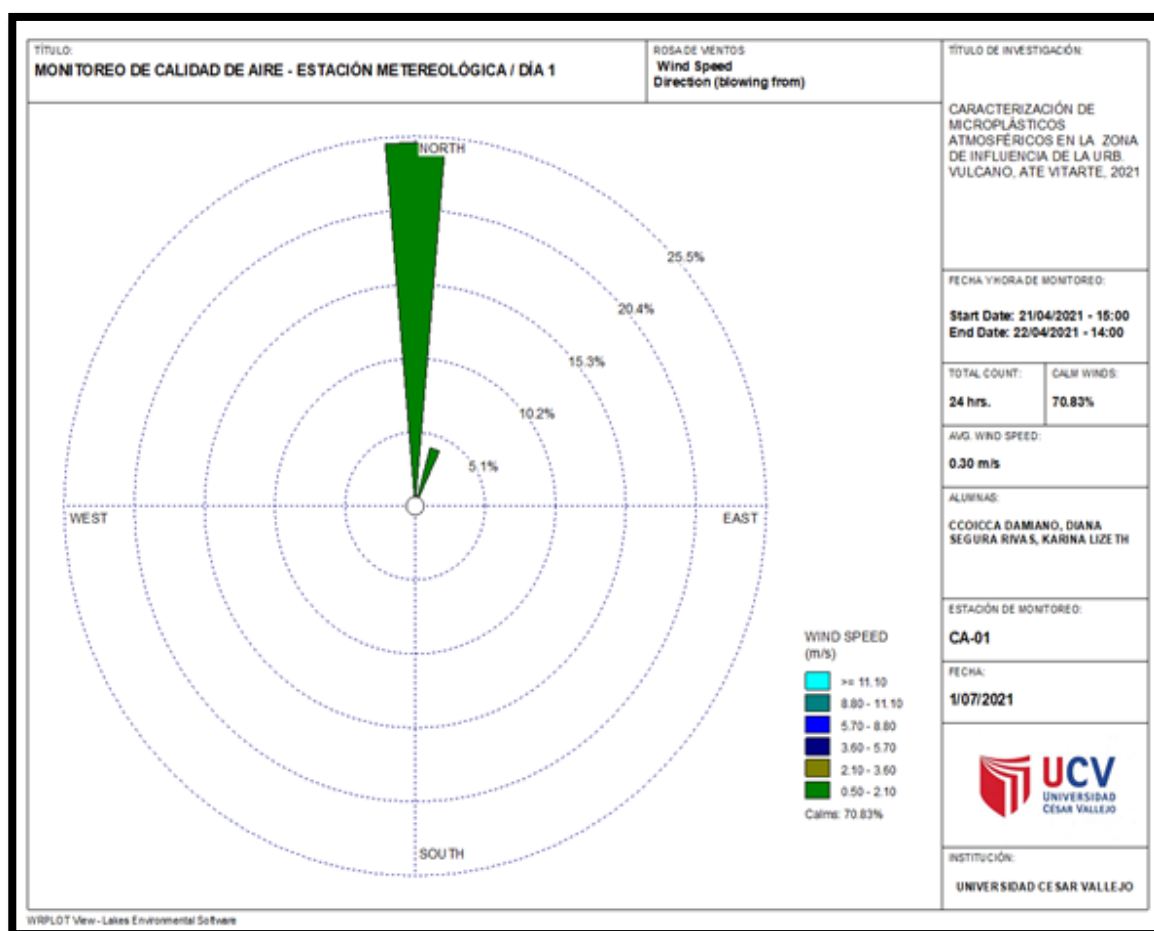


Figura 26. Representación de la rosa de viento el día miércoles 21/04, Urb. Vulcano, Ate – Lima



Fuente: Google Earth.

Figura 27. Representación de la rosa de vientos en el Google Earth día miércoles 21/04, Urb. Vulcano, Ate – Lima

Interpretación:

De acuerdo a la Tabla 25 se puede determinar que existe una temperatura promedio de 19.9 °C, siendo la temperatura máxima de 24.9 °C y mínima de 16.8 °C, así mismo una HR promedio de 80.5%, siendo la HR máxima de 93% y mínima de 64%, respecto a la velocidad promedio se obtiene 0.5 m/s, siendo el máximo 1.3 m/s y mínima 0 m/s.

Por otro lado, la presión atmosférica promedio se obtiene 983.2 mbar, siendo la presión máxima 985 mbar y la mínima 981.9 mbar. Finalmente, se aprecia una frecuencia de 70.83% en vientos calma, quiere decir que la velocidad del viento tiene una magnitud menor que el umbral del anemómetro por ello no se le asignó una dirección predominante y se considera CALMA a pesar que cuenta con una pequeña predominancia de la dirección del viento hacia el noreste (Ver Figura 26 y 27).

Tabla 26. Data meteorológica del día jueves 22/04, Urb. Vulcano, Ate – Lima

Día	Hora de Muestreo (h)	Temperatura Ambiental (°C)	Humedad Relativa (%)	Velocidad del Viento (m/s)	Dirección del Viento	Presión Atmosférica (mbar)
22/04/2021	15:00	24.6	65	0.9	NNE	984.6
22/04/2021	16:00	23.4	66	0.3	N	981.9
22/04/2021	17:00	21.7	73	0.9	N	982.3
22/04/2021	18:00	20.5	74	0.9	N	981.9
22/04/2021	19:00	19.5	78	0.9	N	982
22/04/2021	20:00	19.4	80	1.2	N	982.2
22/04/2021	21:00	18.5	82	1.2	N	983.1
22/04/2021	22:00	18.9	81	2.5	NNE	983.4
22/04/2021	23:00	17.5	84	3.4	N	983.7
23/04/2021	00:00	17.3	85	1.5	N	984.1
23/04/2021	01:00	17.6	85	1.4	N	984
23/04/2021	02:00	17.4	85	3.4	N	983.9
23/04/2021	03:00	17.8	87	2.5	N	983.2
23/04/2021	04:00	17.7	89	0.6	NNE	982.7
23/04/2021	05:00	17.3	89	1.4	NNE	982.4
23/04/2021	06:00	16.9	92	0.8	NNE	983.3
23/04/2021	07:00	17	91	1.1	NNE	982.7
23/04/2021	08:00	17.5	89	2.1	NE	982.1
23/04/2021	09:00	18	89	2.4	N	982.1
23/04/2021	10:00	22.4	78	0.9	N	982.4
23/04/2021	11:00	23	72	0.9	NNW	983
23/04/2021	12:00	25.1	67	0.9	N	983.3
23/04/2021	13:00	25.2	63	0.9	N	982.7
23/04/2021	14:00	24.4	62	1.2	N	982.1
MÁXIMO		25.2	92.0	3.4	NE	984.6
MÍNIMO		16.9	62.0	0.3		981.9
PROMEDIO		19.7	79.4	1.4		982.9

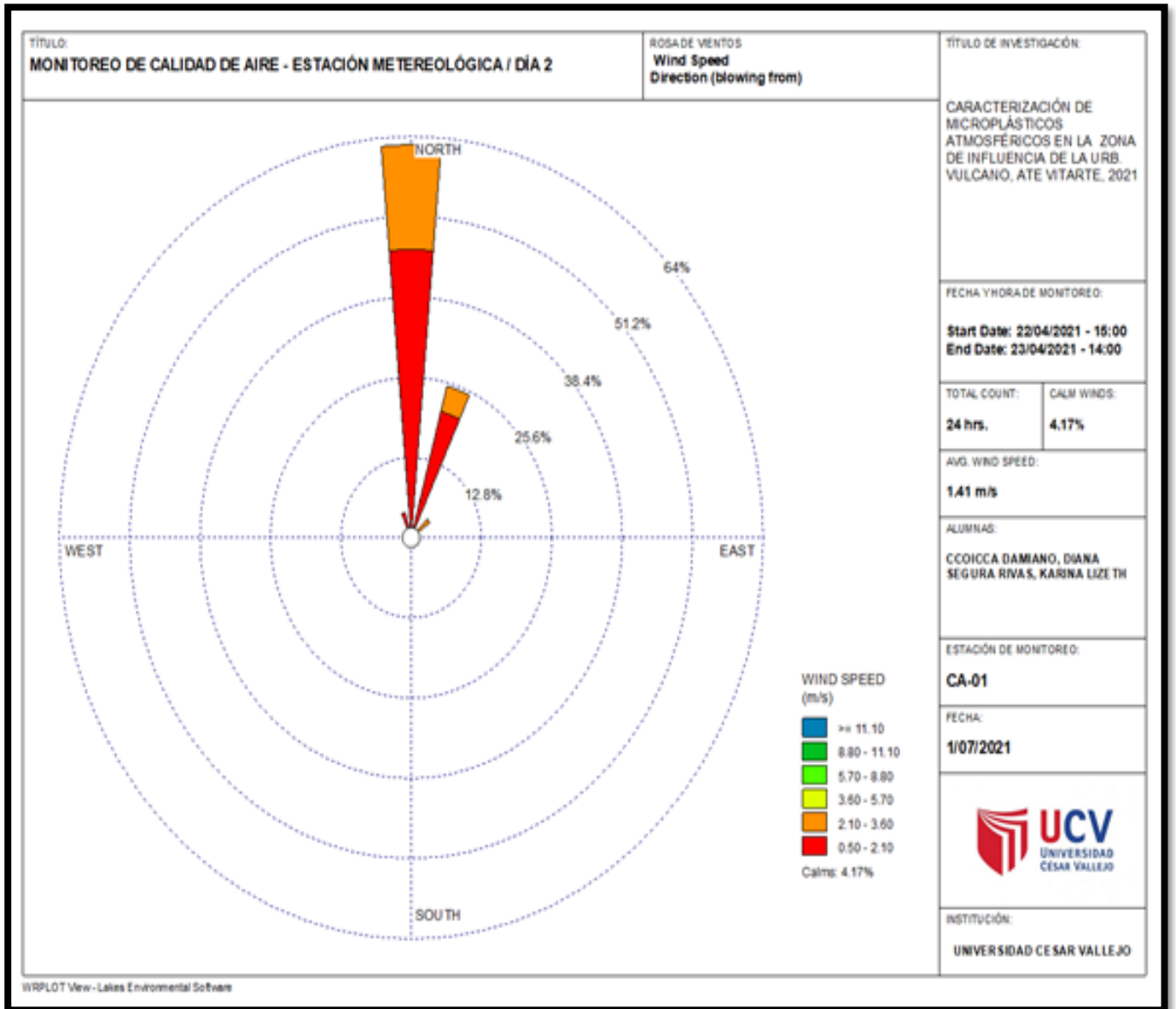
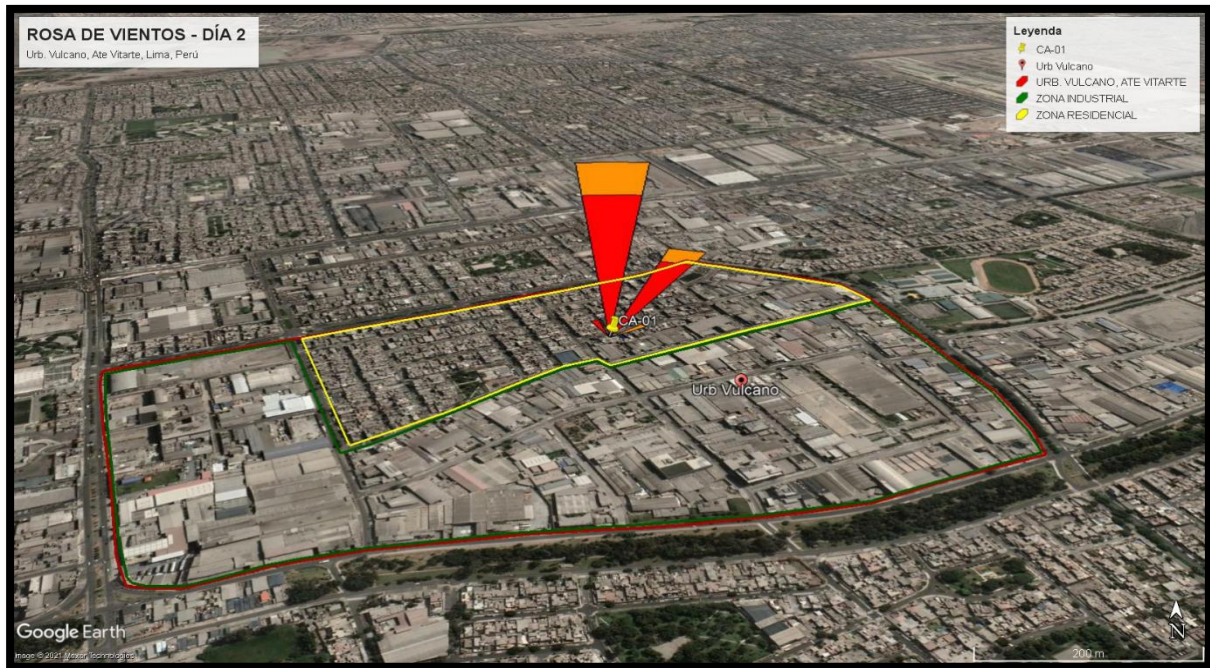


Figura 28. Representación de la Rosa de viento día jueves 22/04, Urb. Vulcano, Ate – Lima



Fuente: Google Earth.

Figura 29. Representación de la Rosa de vientos en el Google Earth del 22/04, Urb. Vulcano, Ate – Lima

Interpretación:

De acuerdo a la Tabla 26 se puede determinar que existe una temperatura promedio de 19.7°C, siendo la temperatura máxima de 25.2°C y mínima de 16.9°C, así mismo una HR promedio de 79.4%, siendo la HR máxima de 92% y mínima de 62%, respecto a la velocidad promedio se obtiene 1.4 m/s, siendo el máximo 3.4 m/s y mínima 0.3 m/s.

Por otro lado, la presión atmosférica promedio se obtiene 982.9 mbar, siendo la presión máxima 984.6 mbar y la mínima 981.9 mbar. Finalmente, existe una predominancia de la dirección del viento hacia el NORESTE (Ver Figura 28 y 29).

Tabla 27. Data meteorológica del día viernes 23/04, Urb. Vulcano, Ate – Lima

DÍA	Hora de Muestreo (h)	Temperatura Ambiental (°C)	Humedad Relativa (%)	Velocidad del Viento (m/s)	Dirección del Viento	Presión Atmosférica (mbar)
23/04/2021	15:00	24.3	65	09	N	982.1
23/04/2021	16:00	24.3	66	0.9	N	982.1
23/04/2021	17:00	22.4	71	0.9	N	982.4
23/04/2021	18:00	19.6	79	0.9	N	983
23/04/2021	19:00	18.6	82	0.9	N	983.6
23/04/2021	20:00	17.8	85	1.1	N	984.4
23/04/2021	21:00	17.9	85	2.4	N	984.6
23/04/2021	22:00	17.8	85	2.3	NNE	984.9
23/04/2021	23:00	17.2	88	1.5	N	984.9
23/04/2021	00:00	16.9	89	1.5	N	984.6
24/04/2021	01:00	16.7	90	2.1	N	984.2
24/04/2021	02:00	16.7	91	3.4	N	984
24/04/2021	03:00	16.9	90	0.5	N	983.7
24/04/2021	04:00	17.2	89	0.6	NNE	983.7
24/04/2021	05:00	17.2	89	2.3	NNE	984
24/04/2021	06:00	17.1	89	0.8	NNE	984.2
24/04/2021	07:00	17.2	90	1.1	NNE	984.9
24/04/2021	08:00	19.6	83	2.1	NE	985.2
24/04/2021	09:00	20.9	78	1.6	N	985.5
24/04/2021	10:00	22.1	74	0.9	N	985.2
24/04/2021	11:00	23.3	70	0.9	NNW	984.8
24/04/2021	12:00	24.5	66	0.9	N	983.8
24/04/2021	13:00	25.6	63	0.9	N	983.2
24/04/2021	14:00	22.6	74	1.2	N	982.2
MÁXIMO		25.6	91.0	3.4	NE	985.5
MÍNIMO		16.7	63.0	0.5		982.1
PROMEDIO		19.8	80.2	1.4		984.1

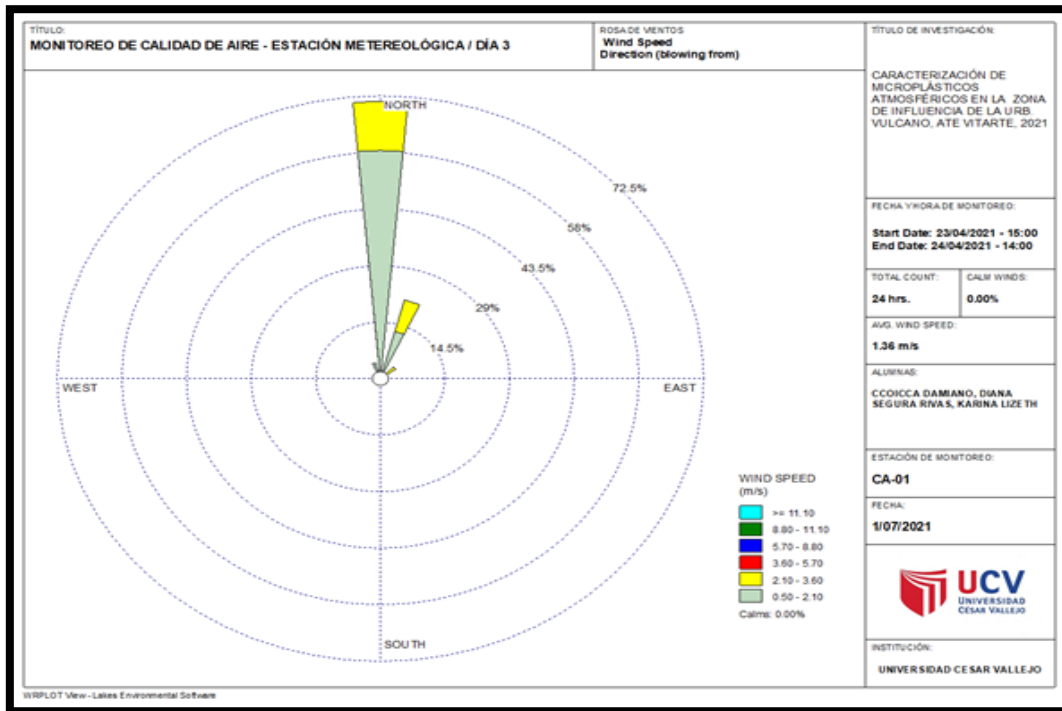
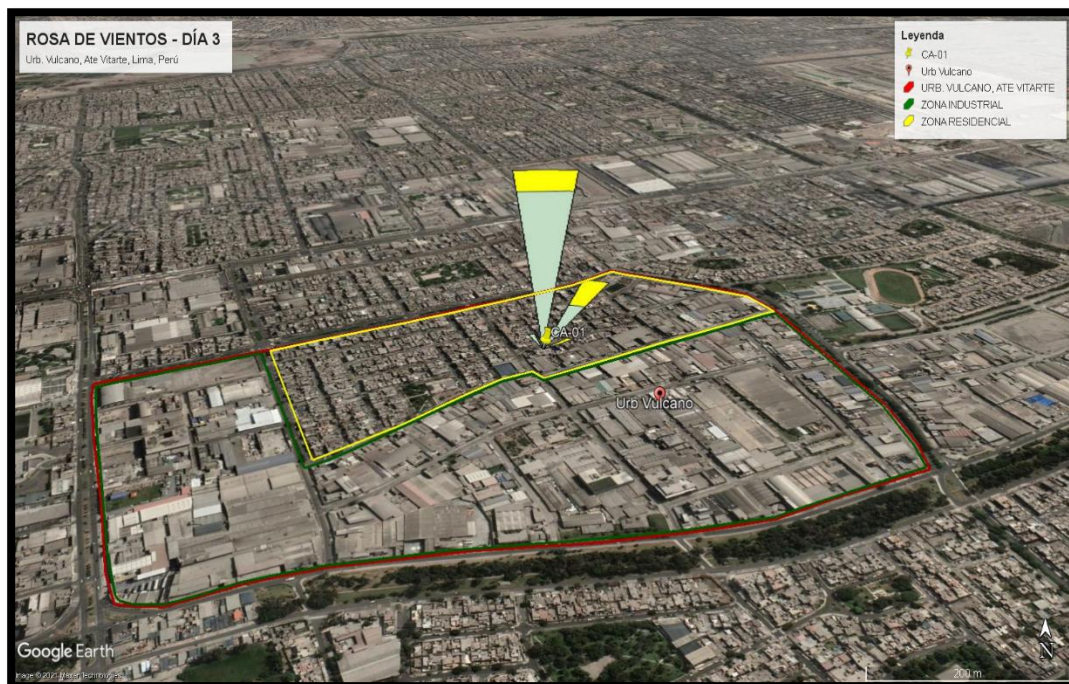


Figura 30. Representación de la Rosa de viento, día viernes 23/04, Urb. Vulcano, Ate – Lima



Fuente: Google Earth

Figura 31. Representación de la Rosa de vientos en el Google Earth del 23/04, Urb. Vulcano, Ate – Lima

Interpretación:

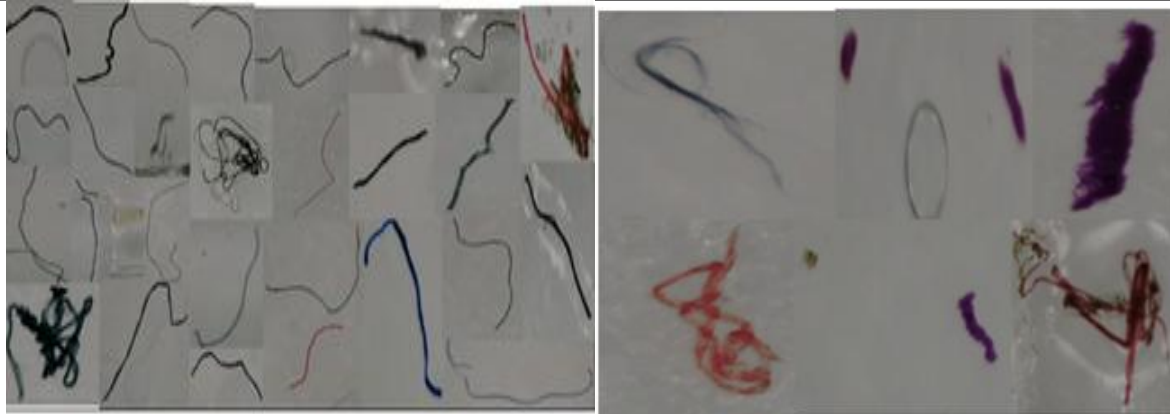
De acuerdo a la Tabla 27 se puede determinar que existe una temperatura promedio de 19.8°C, siendo la temperatura máxima de 25.6°C y mínima de 16.7°C, así mismo una HR promedio de 80.2%, siendo la HR máxima de 91% y mínima de 63%, respecto a la velocidad promedio se obtiene 1.4 m/s, siendo el máximo 3.4 m/s y mínima 0.5 m/s.

Por otro lado, respecto a la presión atmosférica promedio se obtiene 984.1 mbar, siendo la presión máxima 985.5 mbar y la mínima 982.1 mbar. Finalmente, existe una predominancia de la dirección del viento hacia el NORESTE (Ver Figura 30 y 31).

Determinación del tipo de microplásticos atmosférico presente en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 20201

Tomando como referencia la Figura 6 y Tabla 3 y 4, se comparó las características de las fibras textiles con los resultados obtenidos a fin de determinar el tipo de microplásticos, a continuación, en la Tabla 28 se muestra los resultados obtenidos.

Tabla 28. Tipos de microplásticos atmosféricos

TIPO	CANTIDAD	%	TIPO	CANTIDAD	%
					

TIPO	CANTIDAD	%	TIPO	CANTIDAD	%
ALGODÓN	30	68.2%	LANA	6	13.6%
POLIÉSTER	3	6.8%	SEDA	5	1.6%
TOTAL	44	100%			



Interpretación:

De acuerdo a la Tabla 28, se obtuvo como resultado 30 ítems correspondientes al microplásticos de tipo algodón que representa el 68.2%, del tipo lana 6 ítems que representa el 13.6%, del tipo poliéster 3 ítems que representan el 6.8% y finalmente el de tipo seda 5 ítems que representa el 1.6%.

Descripción de las características físicas de los microplásticos atmosféricos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021

Habiendo aplicado los métodos detallados anteriormente, se obtuvo como resultado las siguientes características físicas en cuanto a forma, color y tamaño de los microplásticos atmosféricos encontrados en los filtros del High-Vol










CÓDIGO DE FILTRO 2120481		FORMA	COLOR	TAMAÑO
A 	B 	FIBRA (A Y B)	AZUL (A, B)	479 μm 267 μm
C 	D 	FRAGMENTO (C), PELICULA (D)	NARANJA (C), TRANSLUCIDO (D)	342 μm 130 μm
E 	F 	FRAGMENTO (E), FIBRA (F)	NEGRO (E), AZUL (F)	438 μm 1335 μm
G 	H 	FIBRA (G), FRAGMENTO (H)	ROJO (G), NARANJA (H)	1232 μm 298 μm
I 		FIBRA (I)	NEGRO (I)	849 μm

Figura 32. Microplásticos identificados en el filtro 2120481

Interpretación:

Para el filtro de codificación 2120481, la forma predominante es la fibra con un tamaño de 1335 μm y su coloración azul, así mismo, la película tiene un tamaño de 130 μm y su coloración es translúcido (Ver Figura 32).











CÓDIGO DE FILTRO 2120482		FORMA	COLOR	TAMAÑO
A 	B 	FIBRA (A Y B)	AZUL (A Y B)	1163µm 359 µm
C 	D 	FIBRA (C Y D)	AZUL (C), TRANSLUCIDO (D)	982 µm 308 µm
E 	F 	FIBRA (E Y F)	ROJO (E), VERDE (F)	288 µm 284 µm
G 	H 	FIBRA (G Y H)	AZUL (G), ROSADO (H)	1215 µm 260 µm
I 	J 	FIBRA (I Y J)	NEGRO (I), NARANJA (J)	619 µm 575 µm

Figura 33. Microplásticos identificados en el filtro 2120482

Interpretación:

Para el filtro de codificación 2120482, la forma predominante es la fibra con un tamaño de 1215 µm y su coloración azul y otra con un tamaño de 260 µm y su coloración es rosada (Ver Figura 33).


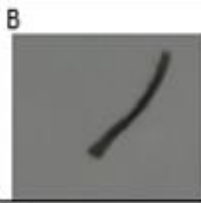





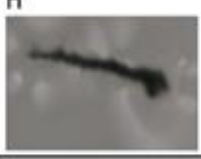



CÓDIGO DE FILTRO 2120483		FORMA	COLOR	TAMAÑO
A 	B 	PELICULA (A), FIBRA (B)	MORADO (A), AZUL (B)	184 μm 229 μm
C 	D 	FIBRA (C Y D)	AZUL (C), TRANSLUCIDO (D)	647 μm 397 μm
E 	F 	ESPUMA (E), FIBRA (F)	MORADO (E), TRANSLUCIDO (F)	133 μm 507 μm
G 	H 	FIBRA (G), PELICULA (H)	AZUL (G Y H)	544 μm 414 μm
I 	J 	FIBRA (I, J) Y PELICULA (J)	AZUL (I Y J) Y AMARILLO (J)	633 μm 568 μm
K 		FIBRA (K)	AZUL(K)	856 μm

Figura 34. Microplásticos identificados en el filtro 2120483

Interpretación:

Para el filtro de codificación 2120483, la forma predominante es la fibra con un tamaño de 856 μm y su coloración azul, así mismo, la espuma tiene un tamaño de 33 μm y su coloración es morado (Ver Figura 34).

CÓDIGO DE FILTRO 2120484			FORMA	COLOR	TAMAÑO
A	B	C	FIBRA (A Y B), PELICULA (C)	NEGRO(A), AZUL (B), ROSADO (B) Y TRANSLUCIDO (C)	1006 μm 394 μm 253 μm
D	E	F	FRAGMENTO (D), ESPUMA (E) Y FIBRA (F)	MORADO (D Y E), AZUL (F)	305 μm 219 μm 219 μm
G	H	I	ESPUMA (G), FIBRA (H, I)	NARANJA (G), AZUL (H) Y NEGRO (I)	140 μm 459 μm 352 μm
J	K		FIBRA (J Y K)	AZUL (J, K Y L)	253 μm 308 μm
L	M		FIBRA (L), ESPUMA (M)	AZUL (L) Y MORADO (M)	712 μm 123 μm

Figura 35. Microplásticos identificados en el filtro 2120484

Interpretación:

Para el filtro de codificación 2120484, la forma predominante es la fibra con un tamaño de 1006 μm y su coloración negra, así mismo, la espuma tiene un tamaño de 123 μm y su coloración es morado (Ver Figura 35).

CÓDIGO DE FILTRO 2120485			FORMA	COLOR	TAMAÑO
A	B	C	FIBRA (A Y C), ESPUMA (B)	ROJO (A), MORADO (B) Y NEGRO (C)	294 μm 154 μm 564 μm
D	E	F	FIBRA (D Y F), ESPUMA (E)	AZUL (D Y F) Y ROJO (E)	366 μm 123 μm 578 μm
G	H	I	FRAGMENTO (G), ESPUMA (H) Y FIBRA (I)	NARANJA (H), ROSADO (H) Y AZUL (I)	376 μm 127 μm 609 μm
J	K	L	FIBRA (J Y L), FRAGMENTO (K)	AZUL (J Y L) Y MORADO (K)	626 μm 260 μm 670 μm
M	N		FIBRA (M Y N)	NEGRO (M) Y ROJO (N)	581 μm 948 μm

Figura 36. Microplásticos identificados en el filtro 2120485

Interpretación:

Para el filtro de codificación 2120485, la forma predominante es la fibra con un tamaño de 948 μm y su coloración roja y otra con un tamaño de 123 μm y su coloración es azul (Ver Figura 36).








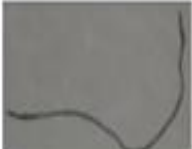

CÓDIGO DE FILTRO 2120486		FORMA	COLOR	TAMAÑO
A 	B 	FIBRA (A) Y FRAGMENTO (B)	AZUL (A Y B)	616 μm 175 μm
C 		FIBRA (C)	NEGRO (C)	397 μm
D 	E 	FIBRA (D) Y PELICULA (E)	ROJO (D) Y AMARILLO (E)	291 μm 298 μm
F 	G 	FIBRA (F Y G)	VERDE (F) Y ROJO (G)	1198 μm 517 μm
H 	I 	FIBRA (H, I)	AZUL (H Y I)	1085 μm 452 μm

Figura 37. Microplásticos identificados en el filtro 2120486

Interpretación:

Para el filtro de codificación 2120486, la forma predominante es la fibra con un tamaño de 1198 μm y su coloración verde, así mismo, el fragmento tiene un tamaño de 175 μm y su coloración es azul (Ver Figura 37).

Tabla 29. Características físicas de los microplásticos atmosféricos identificados

FORMA	COLOR											TAMAÑO
	NA	AZ	RJ	RS	AM	MO	NE	BL	VR	PL	TR	
FIBRA								X				90 µm - 1800 µm
FRAGMENTO												50 µm - 600 µm
ESFERA												30 µm - 140 µm
ESPUMA												90µm - 200 µm
PELICULA												40 µm - 600 µm

Interpretación:

Se obtuvo como resultado las características físicas de los microplásticos atmosféricos, con respecto a la forma se apreciaron fibras, fragmentos, esfera, película y espuma, respecto al color se visualizó al naranja, azul, rojo, amarillo, rosado, negro, verde, blanco, morado, plata y translucido, así mismo respecto al tamaño se encontró desde 30 µm a 1800 um (Ver Tabla 29).

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con respecto a la caracterización de microplásticos atmosféricos, se aplicaron una serie de métodos iniciando con la microscopia óptica, seguidamente la fluorescencia inducida por luz ultravioleta y finalmente la solubilidad química utilizando el reactivo acetona, ello permitió identificar 322 microplásticos con forma de fibras, fragmentos, esfera, película y espuma con un tamaño que oscila entre 30 μm a 1800 μm y de coloración naranja, azul, rojo, amarillo, rosado, negro, verde, blanco, morado, plata y translucido. Se emplearon estos métodos ya que permiten conservar la mayor cantidad de muestra, a diferencia de otro tipo de análisis en donde se debe extraer las partículas aplicando soluciones químicas lo cual conlleva a la pérdida de las muestras, ya que los filtros de cuarzo son susceptibles a rajaduras o tienden a fragmentarse fácilmente. Bianco y Passananti (2020) utilizaron soluciones de NaClO (hipoclorito de sodio) o H₂O₂ (peróxido de hidrógeno) para separar los microplásticos del resto aumentando la posibilidad de pérdida de muestra y daño de las partículas de plástico, y luego aplicaron técnicas espectroscópicas vibracional utilizando el FT-IR (infrarrojo por transformada de Fourier) o espectroscopia Raman, sin embargo solo identificaron microplásticos mayores de 100 μm mas no partículas más pequeñas a diferencia de esta investigación. Por otro lado, Díaz (2018) caracterizo las partículas de microplásticos utilizando un microscopio de gran alcance con una mirada de resolución de 10X y 40X, obteniendo las características según el color: rojo, amarillo, negro, azul y blanco, así mismo, encontró microplásticos tipo fibra o microfibra lo cual concuerda con esta investigación sin embargo el tamaño es menor a 0,5 mm, a diferencia de esta investigación que pudo reconocer microplásticos con un tamaño de 0.03 mm como mínimo.

Respecto a la investigación la concentración mínima fue de 62.73 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, la concentración máxima de 68.19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y la concentración media de 66.92 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en comparación con la investigación de Akhbarizadeh, et al. (2020) realizado dentro de un campus universitario en Irán se reportó una concentración mínima de 22.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, una concentración máxima de 292.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y una concentración media de 52.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, demostrando que en ambos casos las concentraciones medias superan los ECA's, así mismo, ambas investigaciones emplearon al equipo muestreador de alto

volumen (High-Vol) para determinar el material particulado (PM 2.5) y se identificaron y caracterizaron a los microplásticos. Por otra parte, con respecto a la cantidad se encontró una concentración de 0.2 ítems/m³ de material particulado – microplástico contenido en los filtros High-Vol, comparado con la investigación de *Dris, R. et al (2017)* se encontró una concentración que oscila entre 0.3 a 1.5 fibras/m³ ambas investigaciones fueron realizadas en espacios exteriores para conocer la presencia de microplásticos.

Con respecto a las condiciones meteorológicas y su contribución en la concentración de Material Particulado (PM 2.5) – Microplásticos Atmosféricos esta investigación realizó el muestreo en el periodo estacionario de otoño del 2021 durante 3 días consecutivos, dando como resultado que el primer día que inició el monitoreo se presentó vientos en calma y con una velocidad promedio de 0,5 m/s, sin embargo ese mismo día se registró la mayor concentración para Material Particulado (PM 2.5) - Microplásticos con 62.73 ug/m³ a diferencia de los demás días; por otro lado *Roblin, et al. (2020)* en su investigación determinó que la concentración de microplásticos atmosféricos estuvo influenciada por las variables meteorológicas ya que encontró mayor cantidad de microplásticos en otoño, presentando una velocidad máxima de 8.5 m/s con dirección predominante al oeste y sur; así mismo *Wright, et al. (2019)* menciona que las precipitaciones pueden influir en la presencia de microplásticos atmosféricos sin embargo no influenció los parámetros meteorológicas en este estudio; por otro lado *Ebere, et al. (2019)* menciona que la distribución y movimiento de los microplásticos atmosféricos influyen en los factores meteorológicos ya que al ser de tamaño muy pequeño los microplásticos tienden a trasladarse a diferentes lugares; y por último *Akhbarizadeh, et al. (2020)* menciona que el material particulado PM_{2.5} en las muestras están contenidos por microplásticos atmosféricos e hidrocarburos aromáticos los cuales pueden ser transportados en el aire y controlados por las condiciones meteorológicas que presenten, la mayoría de los autores coinciden que las variables meteorológicas influyen en la concentración y en la presencia de los microplásticos atmosféricos siendo la velocidad del viento el principal parámetro para el desplazamiento de los microplásticos además de fomentar su dispersión en otros lugares evitando así que se concentre en un solo lugar, poniendo en referencia esta investigación ya que mientras sea menor

velocidad del viento a un estado de calma más propicia a que la concentración de Material Particulado (PM 2.5) - Microplásticos sea mayor a diferencia de los otros días donde las velocidad del viento fue 1.4 m/s y registrando una concentración de Material Particulado (PM 2.5) - Microplásticos de 62.73 ug/m³ con dirección al Noreste.

De acuerdo a la investigación los tipos de microplásticos encontrados son el algodón (68.2%), lana (13.6%), poliéster (6.8%) y seda (1.6%) estos se detectaron de manera cualitativa tomando en consideración a otros autores que describen las características y vista longitudinal de los microplásticos utilizando la técnica de microscopia óptica, así mismo, para identificar si dentro de su estructura base cuenta con material plástico, se utilizó la técnica de fluorescencia con incidencia de luz ultravioleta (UV), evidenciando que algunas partículas emiten un brillo particular facilitando su reconocimiento, ello concuerda con lo indicado por Akhbarizadeh, et al. (2020), el cual cuantifico los microplásticos mediante el análisis óptico, empleó un microscopio tipo binocular y de fluorescencia con aumentos de hasta 400 X para su identificación, las imágenes se pusieron bajo luz ultravioleta para descartar los elementos no plásticos ya que al estar expuesto pueden ser detectados con facilidad.

Con respecto a las características físicas de los microplásticos atmosféricos encontrados en esta investigación se clasificó de acuerdo a su forma, color y tamaño, encontrando en forma de fibra, fragmentos, esfera, películas y espuma, con respecto al color se visualizó, azul, naranja, negro, rojo, amarillo, translucido, rosado, morado, verde, blanco y plata, finalmente el tamaño de las partículas de microplásticos oscilo en un rango de 30 µm a 1800 µm, mientras que otras investigaciones como Sajjad et al. (2018) identificó las formas de esférulas, fibras o filamentos, fragmentos, esferas, películas, así mismo, los colores que visualizo fue el negro, blanco, translucido, rojo, rosa, azul, verde, amarillo y naranja, con respecto al tamaño oscilo en un rango de 100 µm a 1000 µm; así mismo, Ebere et al. (2019) identificó las siguientes formas tales como fragmentos, espumas, películas, gránulos y fibras, además se visualizó los colores transparente, blanco, brillante naranja, azul, verde, violeta, negro, gris, rosa, amarillo y rojo, el tamaño oscilo de 25 µm a 4200 µm, Zhou et al. (2017) también identifico las formas de fibras, fragmentos, películas y espumas,

se visualizó los colores blanco, negro, rojo y transparente, con respecto al tamaño estuvieron por debajo de los 3 mm, finalmente *Akhbarizadeh et al. (2020)* obtuvo las formas de fragmentos, fibras, películas, en cuanto a los colores observo blanco (transparente), negro, rojo, gris y naranja, oscilando en un tamaño de 2.5 μm a 1 cm; demostrando coincidencia en la mayoría de sus características físicas presentadas, así como el empleo indispensable de la observación microscópica para poder determinarlos.

VI. CONCLUSIONES

Los métodos de análisis utilizados permitieron caracterizar a los microplásticos atmosféricos presentes en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Lima 2021, identificando 322 microplásticos de diversos tipos, formas, colores y tamaños, siendo los microplásticos predominantes los de tipo algodón con 9.3%, respecto a su forma predominan las fibras con 56.8%, así mismo, el color azul predominó entre los demás colores con 27.6% y el tamaño osciló de 30 μm a 1800 μm , demostrando que con un análisis cualitativo si es posible caracterizar los microplásticos atmosféricos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021, ya que nos permite visualizar sus características, siendo de gran importancia para futuras investigaciones respecto al tema.

La concentración de Material Particulado (PM 2.5) – Microplásticos Atmosféricos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021 superó los ECA's de acuerdo al D.S 003-2017-MINAM, ya que el valor máximo permisible es de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para un periodo de 24 horas de muestreo y según los resultados obtenidos en esta investigación la mayor concentración de material particulado (PM 2.5) es de 68.19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ el primer día de muestreo así como los posteriores días los cuales superaron los 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el equipo de alto volumen (High-Vol) en ambas estaciones de monitoreo, Sin embargo, para el equipo de bajo volumen (Low-Vol) la concentración no superó los ECA's de acuerdo al D.S 003-2017-MINAM, ya que se obtuvo una concentración máxima de 40.29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y mínima de 37,28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Las condiciones meteorológicas contribuyen en la concentración de Material Particulado (PM 2.5) – Microplásticos Atmosféricos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021, ya que de acuerdo a la Tabla 17, en el cual indica que el día 21/04 se encontró una concentración de 68.19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de Material Particulado (PM 2.5) – Microplásticos Atmosféricos y también ese mismo día de acuerdo a la Tabla 25, se presentó una velocidad del viento promedio de 0.5 m/s, a diferencia del día 23/04 se encontró una concentración de 62.73 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Material Particulado (PM 2.5) – Microplásticos Atmosféricos y también ese mismo día de acuerdo a la Tabla 27 se presentó una velocidad del viento promedio de 1.4 m/s,

esto ratifica lo indicado por *Inche (2004)* el cual indica que “Mientras mayor sea la velocidad del viento, menor será la concentración de contaminantes. El viento diluye y dispersa rápidamente los contaminantes en el área circundante” (p. 60).

El tipo de microplásticos presente con mayor predominancia en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021 es el algodón ya que fue identificado de la mano con investigaciones en donde se observa la vista longitudinal, así como las características que presenta. Se identificaron de tipo algodón un 68.2%, de tipo lana un 13.6%, de tipo poliéster un 6.8% y de tipo seda un 1.6%, todas ellas encontradas en forma de fibra las cuales se pueden atribuir como fuente de origen a las empresas del rubro textil que se encuentra cerca de la zona de estudio.

Finalmente, los microplásticos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021 tienen en su mayoría forma de fibra, coloración azul y tiene un rango de 30 μm a 1800 μm de tamaño, esto se logró mediante el análisis por microscopía óptica, solubilidad química y fluorescencia con incidencia de luz ultravioleta (UV) sin necesidad de aplicar otro método que destruya o deteriore los filtros.

VII. RECOMENDACIONES

El empleo de equipos de alto volumen (High-Vol) tienen una mejor eficiencia al momento de recolectar y analizar las muestras encontrando mayor cantidad de microplásticos a comparación de los equipos de bajo volumen (Low-Vol).

Si bien el análisis cualitativo empleado en esta investigación permitió identificar los microplásticos, hubo un porcentaje que no pudo ser identificado por lo cual se recomienda complementar con otro tipo de análisis a fin identificar todos los microplásticos contenido en los filtros.

De preferencia se debe realizar 10 días de muestreo como mínimo para investigaciones similares y en las 4 estaciones del año (verano, otoño, invierno y primavera) con la finalidad de obtener muestras más representativas.

Es importante implementar en los laboratorios un protocolo de fácil acceso para la extracción de microplásticos atmosféricos contenidos en los filtros de monitoreo de calidad de aire, ya que estos no cuentan con una metodología ni equipos adecuados para el desarrollo de investigaciones en este tema.

BIBLIOGRAFÍA

1. AKHBARIZADEH, Razegheh. [et al]. Suspended fine particulate matter (PM2.5), microplastics (MPs), and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in air: Their possible relationships and health implications. ELSEVIER [en línea]. 2020, [Fecha de consulta: enero de 2021]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013935120312366>
2. BIANCO, Angelica y PASSANTI, Mónica. Atmospheric Micro and Nanoplastics: An Enormous Microscopic Problem. Sustainability. [en línea]. Septiembre de 2020, [Fecha de consulta: 2020]. Disponible en <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/18/7327>
3. CAMPA, Victor. Análisis de Imágenes de Microscopía con ImageJ. ResearchGate [en línea]. Marzo 2017. [Fecha de consulta: junio de 2018]. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Victor-Campa/publication/313768335_Analisis_de_Imagenes_de_Microscopia_con_ImageJ/links/5b2ba17c45851505d4c25300/Analisis-de-Imagenes-de-Microscopia-con-ImageJ.pdf
4. CASTAÑETA, Grover. [et al]. Microplásticos: un contaminante que crece en todas las esferas ambientales, sus características y posibles riesgos para la salud pública por exposición. Redalyc [en línea]. 2020, [Fecha de consulta: agosto de 2020]. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=426365043004>
ISSN: 2078-3949
5. CHUNGUANG, Liu. [et al]. Widespread distribution of powdered PET and PC microplastics in urban areas of China and their estimated human exposure. ELSEVIER [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: mayo de 2019]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412019301850>
6. CRAWFORD, Blair y Quinn, Brian. Microplastic identification techniques. Researchgate [en línea]. 2017. [Fecha de consulta: enero de 2017]. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/312009549_Microplastic_identification_techniques

7. ¿Cuál es la microscopía óptica? [Página web]. Australia: Smith, Y., (23 de agosto de 2018). [Fecha de consulta: 2021]. Recuperado de [https://www.news-medical.net/life-sciences/What-is-Optical-Microscopy-\(Spanish\).aspx](https://www.news-medical.net/life-sciences/What-is-Optical-Microscopy-(Spanish).aspx)
8. DÍAZ, Giner. Evaluación del material particulado microplásticos y su relación con la calidad del aire en el Interior de los hogares, Comas, 2018. Tesis (Ingeniero Ambiental). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2018. Disponible en http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/32304/D%c3%a1daz_DGE.pdf?sequence=1&isAllowed=y
9. DRIS, Rachid. [et al]. Synthetic fibers in atmospheric fallout: A source of microplastics in the environment?. ELSEVIERV [en línea]. Enero 2016, n° 104. [Fecha de consulta: 15 de marzo de 2016]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X16300066?via%3Dihub>
10. DRIS, Rachid. [et al]. A first overview of textile fibers, including microplastics, in indoor and outdoor environments. ELSEVIERV [en línea]. Diciembre 2016, n° 221. [Fecha de consulta: febrero de 2017]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749116312325?via%3Dihub>
11. EBERE, Enyoh. [et al]. Airborne Microplastics: A Review Study on Method for Analysis, Occurrence, Movement and Risks. ResearchGate [en línea]. Agosto 2019. [Fecha de consulta: 30 de agosto de 2019]. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/335489664_Airborne_Microplastics_A_Review_Study_on_Method_for_Analysis_Occurrence_Movement_and_Risks#fullTextFileContent
12. ESLABA, Juan. Reflexiones acerca de la relación ambiente y salud: Pensando en ambientes saludables [en línea]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2016. Disponible en <https://books.google.com.pe/books?id=bLekDwAAQBAJ&pg=PA103&dq=que+es+material+particulado+2.5&hl=qu&sa=X&ved=2ahUKEwjD0rzt15LtAhXpRt8KHc5RA80Q6AEwAXoECAUQAQ#v=onepage&q=que%20es%20material%20particulado%202.5&f=false>

ISBN: 978-958-775-796-5

13. Fibra Textil. [Mensaje en un blog]. EcuRed contributors. (28 junio 2019). [Fecha de consulta: 24 de junio de 2021]. Recuperado de https://www.ecured.cu/index.php?title=Fibra_textil&oldid=3435228
14. GASPERI, Jhonny. [et al]. Microplastics in air: Are we breathing it in?. ELSEVIER. [en línea]. 2018. [Fecha de consulta: febrero de 2018]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2468584417300119>
15. GUÍA Práctica para la Formulación y Ejecución de Proyectos de Investigación y Desarrollo (I+D) [en línea]. CONCYTEC, 2020 [fecha de consulta: 04 de noviembre de 2020]. Disponible en <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1423550/GU%C3%8DA%20P R%C3%81CTICA%20PARA%20LA%20FORMULACI%C3%93N%20Y%20E JECUCI%C3%93N%20%20DE%20PROYECTOS%20DE%20INVESTIGACI %C3%93N%20Y%20DESARROLLO-04-11-2020.pdf.pdf>
16. HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la Investigación. 6.a ed. México: McGRAW-HILL, 2014. 634 pp.
ISBN: 978-1-4562-2396-0
17. IDENTIFICACIÓN de fibras textiles por microscopía. [en línea]. España: Laboratorio de Moda. [Fecha de consulta: Julio de 2021]. Disponible en http://www.fashionlaboratory.org/images/practicas/p2_or_es_Identificacion_d e_fibras_por_microscopia.pdf
18. INCHE, Jorge. Gestión de la calidad del aire: causas, efectos y soluciones [en línea]. Lima: Instituto de Investigación de Ingeniería Industrial-UNMSM, 2004. [Fecha de consulta: Julio de 2021]. Disponible en https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/libros/geologia/gestion_calidad/Ca p07.pdf
19. INTERNATIONAL Organization for Standardization (Suiza). ISO/TR 21960:2020. Plastics — Environmental aspects — State of knowledge and methodologies. Disponible en <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:tr:21960:ed-1:v1:en>
20. LIU, Kai. [et al]. Accurate quantification and transport estimation of suspended atmospheric microplastics in megacities: Implications for human health.

- ELSEVIERV [en línea]. 2 de septiembre de 2019, n° 132. [Fecha de consulta: noviembre de 2019]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412019325206>
21. LIU, Kai. [et al]. Source and potential risk assessment of suspended atmospheric microplastics in Shanghai. ELSEVIERV [en línea]. 9 de abril de 2019, n° 675. [Fecha de consulta: 20 de julio de 2019]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969719316304?via%3Dihub>
 22. LOBOS, Natalia. Estudio de la fluorescencia visible inducida por luz ultravioleta en dientes anteriores, según edad en pacientes de la Clínica Odontológica de la Universidad de Chile. Tesis (Cirujano Dentista). Santiago de Chile: Universidad de Chile, Facultad de odontología, 2018. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/148633/Estudio-de-la-fluorescencia-visible-inducida-por-luz-ultravioleta-en-dientes-antteriores%2c.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 23. LOCKUÁN Lavado, Fidel E. La industria textil y su control de calidad [en línea].2013. Capítulo II. Fibras Textiles. Disponible en <https://books.google.com.pe/books?id=al9HRXxdx6kC&pg=PA115&dq=identificacion+de+fibras+sinteticas+textiles&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwib28eQqJ3xAhXnrJUCHaC9AEsQ6AEwAnoECAsQAg#v=onepage&q=identificacion%20de%20fibras%20sinteticas%20textiles&f=false>
 24. Los microplásticos en los sectores de pesca y acuicultura ¿qué sabemos? ¿deberíamos preocuparnos? [en línea]. FAO, 2017. Disponible en <http://www.fao.org/3/ca3540es/ca3540es.pdf>
 25. LUSHER, Amy, HIOLLMAN, Peter y MENDOZA-HILL, Peter. Microplastics in fisheries and aquaculture, Status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety. FAO [en línea]. 2017. [Fecha de consulta: 2017]. Disponible en <http://www.fao.org/3/i7677e/i7677e.pdf>
ISBN 978-925
 26. MANTEROLA, Carlos. [et al]. Confiabilidad, precisión o reproducibilidad de las mediciones. Métodos de valoración, utilidad y aplicaciones en la práctica clínica. Scielo [en línea]. 2018, n°35. Disponible en

https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182018000600680

ISSN: 0716-1018

27. MANTEROLA, Carlos y Tamara, Otzen. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. Scielo [en línea]. 2017, n° 35. [Fecha de consulta: julio 2021]. Disponible en <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>
28. MANRIQUE, Ruben. Microplásticos sedimentos fluviales de la cuenca baja y desembocadura del río Jequetepeque, Perú. Tesis (Magíster en Química). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Escuela de Postgrado, 2019. Disponible en <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/15030?show=full>
29. METODOLOGÍA de identificación cualitativa y cuantitativa de fibras textiles naturales [en línea]. Córdoba: La Red SUPPRAD, 2009 [fecha de consulta: Junio de 2021]. Disponible en http://pa.bibdigital.uccor.edu.ar/1330/1/DT_Frank_Hick_Prieto_Castillo.pdf
30. Microplastics: The huge problem of tiny plastic particles [en línea]. Lima: Revista de Química PUCP [fecha de consulta: 2020]. Disponible de <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/quimica/article/view/20796/21831>
31. MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias. DECRETO SUPREMO N° 003-2017-MINAM. 9 pp.
32. MORALES, Raúl. Contaminación atmosférica urbana: Episodios críticos de contaminación ambiental en la ciudad de Santiago [en línea]. Santiago de Chile: Editorial Universitaria, 2006 [fecha de consulta: 10 de mayo de 2013]. Disponible de https://books.google.com.pe/books?id=HdeX6SWHBW8C&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=true
ISBN: 956-11-1835-1
33. PLÁSTICOS y Fibras: materiales versátiles [en línea]. Explora: Programa de capacitación multimedial. [S.f.]. Disponible en <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL002320.pdf>

34. Plásticos, Fibras y Maderas [Mensaje en un blog]. (2016). [Fecha de consulta: 15 de marzo de 2016]. Recuperado de <https://plasticosyfibras.wordpress.com/2016/03/15/fibras-sinteticas/>
35. PRATA, Joana. An easy method for processing and identification of natural and synthetic microfibers and microplastics in indoor and outdoor air. ELSEVIERV [en línea]. 4 de diciembre de 2019, n° 7. [Fecha de consulta: 2020]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215016119303383>
36. PRETELL, Víctor. [et al]. Evaluación y Caracterización de Microplásticos en tres Playas Arenosas en Lima, Perú. Researchgate [en línea]. enero 2020. [Fecha de consulta: 2020]. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/344972958_Evaluacion_y_Caracterizacion_de_Microplasticos_en_Tres_Playas_Arenosas_de_Lima_Peru
37. ¿QUÉ son los microplásticos?. Ministerio del Ambiente. Disponible en <http://www.minam.gob.pe/menos-plastico-mas-vida/que-son-los-microplasticos/>
ISSN: 1390-6542
38. ROBLIN, Brett.[et al]. Ambient Atmospheric Deposition of Anthropogenic Microfibers and Microplastics on the Western Periphery of Europe (Ireland). Environmental Science & Technology [en línea]. 13 de agosto de 2020. [Fecha de consulta: 2020]. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/343645685_Ambient_Atmospheric_Deposition_of_Anthropogenic_Microfibers_and_Microplastics_on_the_Western_Periphery_of_Europe_Ireland
39. SAJJAD, Abbasi. [et al]. Distribution and potential health impacts of microplastics and microrubbers in air and street dusts from Asaluyeh County, Iran. PUBMED [en línea]. Octubre 2018. [Fecha de consulta: enero de 2019]. Disponible en <https://www.semanticscholar.org/paper/Distribution-and-potential-health-impacts-of-and-in-Abbasi-Keshavarzi/3880b133cc79451f4e7817407ed9f53dc219db96>
40. SOTOMAYOR, Marycielo y VERA, Maricielo. Revisión bibliográfica del estudio de los microplásticos presentes en el aire. Tesis (Ingeniera Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2020.

- Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/53192>
41. SOURCES, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment [en línea]. GESAMP, 2015. Disponible en https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/9545/-Sources_Fate_and_Effects_of_Microplastics_in_the_Marine_Environment_A_Global_Assessment.pdf?sequence=2&isAllowed=y
ISSN: 1020-4873
 42. SOURCES, fate and effects of microplastics in the marine environment: part 2 of a global assessment [en línea]. GESAMP, 2016. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/312577266_SOURCES_FATE_AND_EFFECTS_OF_MICROPLASTICS_IN_THE_MARINE_ENVIRONMENT_PART_2_OF_A_GLOBAL_ASSESSMENT
ISSN: 1020-4873
 43. TOLEDO, Ángeles (2019). Revisión Bibliográfica de los Métodos de Análisis de Micro (Nano) Plásticos en el Medioambiente y en la Biota Marina. Master Tesis (Química). España: Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2019.
Disponible en <http://e-spacio.uned.es/fez/view/bibliuned:master-Ciencias-CyTQ-Matoledo>
 44. Los microplásticos textiles (o la increíble historia de cómo tu suéter termina en el salero) [en línea]. México: Vázquez, Gabriela. [Fecha de consulta: enero de 2019].
Disponible en https://www.amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/70_1/PDF/Microplasticos.pdf
 45. WRIGHT, Stephanie. [et al]. Atmospheric microplastic deposition in an urban environment and an evaluation of transport. ELSEVIERV [en línea]. 27 de diciembre de 2019, n°136. [Fecha de consulta: marzo de 2020]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412019330351>
 46. WRPLOT View: Freeware [Página Web]. Lakes Software: EPA. 21 de marzo de 2018. [Fecha de consulta: 2021]. Recuperado de <https://www.weblakes.com/products/wrplot/index.html>

47. YULAN, Zhang. [et al]. Atmospheric microplastics: A review on current status and perspectives. ELSEVIER [en línea]. Febrero 2020. [Fecha de consulta: abril de 2020]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001282521930621X>
48. YURTSEVER, M. [et al]. IÇ VE DIŞ ORTAM HAVASINDAKİ MİKROPLASTİKLER'İN İNCELENMESİ: BİR KAMPÜS ÖRNEĞİ. TESKON. [en línea]. 2017. Disponible en <http://mmoteskon.org/wpcontent/uploads/2017/05/2017-111.pdf>
49. VILLANUEVA, Zulma. Preparativa y ensayos de muestras textiles. [en línea]. Trabajo de fin de Grado(Química). España: Universidad da Coruña, 2020. Disponible en https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/27181/VillanuevaVera_ZulmaElizabeth_TFG_2020.pdf?sequence=2&isAllowed=y
50. UNIVERSIDAD César Vallejo (Perú). Resolución de Consejo Universitario N° 0262-2020/UCV- Código de Ética en Investigación de la Universidad Cesar Vallejo. Trujillo, 2020.19 pp.
51. ZHOU, Qian, CHONGGUO, Tian y YOUNGMING, Luo. [et al]. Various forms and deposition fluxes of microplastics identified in the coastal urban atmosphere. SciEngine [en línea]. 06 de noviembre de 2017, n° 62. Disponible en:<https://engine.scichina.com/publisher/scp/journal/CSB/62/33/10.1360/N972017-00956?slug=fulltext>

ISSN: 3902-3909

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
CARACTERIZACIÓN DE MICROPLÁSTICOS ATMOSFÉRICOS	<p>Los microplásticos son diminutas partículas y fibras de plásticos que no cuentan con un tamaño estándar establecido considerando un diámetro inferior de 5 milímetros y clasificado de acuerdo a sus características morfológicas como tamaño, forma y color (Lusher et al, p.03, 2017).</p> <p>De la definición anterior se puede decir que la variable "caracterización de microplásticos atmosféricos" consiste en la descripción de las características físicas de las diminutas partículas y fibras de plástico con diámetro menor a 5 mm presentes en la atmósfera.</p>	<p>La caracterización de microplásticos atmosféricos se determinó mediante la concentración de material particulado, las condiciones meteorológicas, el tipo de microplásticos y su descripción física.</p>	Concentración	Cantidad de microplásticos en el aire menor a 2.5 micras (PM.2.5) ECA D.S-003-2017-MINAM (PM 2,5)	Ítem 50 µg/m3 (24 horas)
			Condiciones meteorológicas	Temperatura ambiental Humedad relativa Velocidad del viento Dirección del viento Presión atmosférica	°C % M/S Grados ° (rosa de vientos) mbar
			Tipo de microplásticos	PET, PE, PES, PAN, PAA, RY, EVA, EP, ALK Otros MP (algodón y lana)	Nominal Nominal
			Características Físicas	Tamaño Color Forma	micra azul, verde, amarillo, rojo, blanco y negro fragmento, fibras, perlas, espumas, otros

Anexo 2. Matriz de consistencia

TÍTULO: Caracterización de microplásticos atmosféricos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICA
General:	General:	General:				
¿Cómo se caracterizan los microplásticos atmosféricos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021?	Caracterizar los microplásticos atmosféricos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021.	No es posible caracterizar los microplásticos atmosféricos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021				
Específicas:	Específicas:	Específicas:				
1. ¿La concentración de Material Particulado (PM 2.5) – Microplásticos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021 supera los ECA's?	1. Evaluar la concentración de Material Particulado (PM 2.5) – Microplásticos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021 tomando como referencia los ECA's.	1. La concentración de Material Particulado (PM 2.5) – Microplásticos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021 no supera los ECA's de acuerdo al D.S 003-2017-MINAM.				
2. ¿De qué manera contribuye las condiciones meteorológicas en la concentración de los Material Particulado (PM 2.5) – Microplásticos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021?	2. Determinar si las condiciones meteorológicas contribuyen en la concentración de Material Particulado (PM 2.5) – Microplásticos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021	2. Las condiciones meteorológicas no contribuyen en la presencia de Material Particulado (PM 2.5) – Microplásticos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021.	Caracterización de microplásticos atmosféricos	<ul style="list-style-type: none"> • Descriptivo • Aplicada • No experimental • Longitudinal 	La población está conformada por los microplásticos atmosféricos que se encuentran en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate.	Observación
3. ¿Qué tipo de microplásticos atmosféricos está presente en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021?	3. Identificar el tipo de microplástico atmosférico presente en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021	3. El tipo de microplástico atmosférico presente en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021 es el algodón.				
4. ¿Qué características físicas tienen los microplásticos atmosféricos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021?	4. Describir las características físicas de los microplásticos atmosféricos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021	4. Los microplásticos atmosféricos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021 tienen forma de fragmento, coloración roja y de 1-2 mm de tamaño.				

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos

FICHA DE MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE - MICROPLASTICOS								
DISTRITO:								
PROVINCIA:								
DEPARTAMENTO:								
EQUIPO	ESTACION	CODIGO DE FILTRO	FECHA INICIO FECHA TERMINO	HORA DE INICIO HORA TERMINO	FLUJO INICIAL FLUJO FINAL (inH2O)	FLUJO PROMEDIO (inH2O)	CONCENTRACION MATERIAL PARTICULADO PM 2.5	COORDENADAS (DATUM WGS84)
HIGH-VOL								
LOW-VOL								
ESTACIÓN METEOROLÓGICA		FECHA INICIO FECHA TERMINO	HORA INICIO HORA TERMINO	TEMPERATURA AMBIENTAL PROMEDIO (C°)	HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO (%)	VELOCIDAD DEL VIENTO PROMEDIO (m/s)	DIRECCIÓN DEL VIENTO PROMEDIO	PRESIÓN ATMOSFÉRICA PROMEDIO (mBar)
OBSERVACIONES:								

Anexo 5. Validación de instrumentos



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Ordoñez Galvez, Juan Julio
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de recojo de Datos del Monitoreo de Calidad de Aire - Microplásticos
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Ccoisca Damiano, Diana y Segura Rivas, Karina Lizeth

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Característica
 Lima, del 2021

 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308 

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

V. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Ordoñez Galvez, Juan Julio
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Recajo de las Caracterización de Microplásticos Atmosféricos
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Ccoicca Damiano, Diana y Segura Rivas, Karina Lizeth

2. 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		

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

4. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Agradecidamente
firma..... del 2021

Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro, Elmer
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de recojo de Datos del Monitoreo de Calidad de Aire - Microplásticos
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Ccoicca Damiano, Diana y Segura Rivas, Karina Lizeth

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

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90%

Lima, 27/06 del 2021


Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP. 71998

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

V. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro, Elmer
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Recajo de las Caracterización de Microplásticos Atmosféricos
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Ccoicca Damiano, Diana y Segura Rivas, Karina Lizeth

2. 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		

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

4. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90%

Lima, 27/06/2021


Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP. 71998

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Lizaraburu Aguinaga, Danny Alonso
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente Auxiliar de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y Gestión de Residuos
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de recojo de Datos del Monitoreo de Calidad de Aire - Microplásticos
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Ccoicca Damiano, Diana y Segura Rivas, Karina Lizeth

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95 %

Lima, 28 de Mayo de 2021

 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP 95556
 DNI No 17640671 Telf: 995978529

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

V. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Lizarzaburu Aguinaga, Danny Alonso
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente Auxiliar de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y Gestión de Residuos
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Recajo de las Caracterización de Microplásticos Atmosféricos
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Ccoicca Damiano, Diana y Segura Rivas, Karina Lizeth

2. 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

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

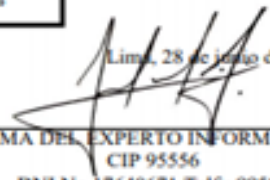
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

4. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95%

Lima, 28 de junio de 2021


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP 95556
 DNI No 17640671 Telf.: 995978529

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: M.Sc. Güere Salazar, Fiorella Vanessa
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de recojo de Datos del Monitoreo de Calidad de Aire - Microplásticos
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Ccoicca Damiano, Diana y Segura Rivas, Karina Lizeth

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 <u>cuanta</u> 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, del 2021


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP131344.....
 DNI No.....43566120..... Telf:.....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

V. DATOS GENERALES

- 5.1. Apellidos y Nombres: M.Sc. Güere Salazar, Fiorella Vanessa
- 1.1. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.2. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Recojo de las Caracterización de Microplásticos Atmosféricos
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Ccoicca Damiano, Diana y Segura Rivas, Karina Lizeth

2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

4. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90%

Lima, ..  del 2021

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
CIP... 131344.....
DNI No... 43566120..... Telf:.....

Anexo 6. Informe de Originalidad – Turnitin

Página de Inicio de la clase

Esta es la página de inicio de su clase. Para entregar un trabajo, haga clic en el botón de "Entregar" que está a la derecha del nombre del ejercicio. Si el botón de Entregar aparece en gris, no se pueden realizar entregas al ejercicio. Si está permitido entregar trabajos más de una vez, el botón dirá "Entregar de nuevo" después de que usted haya entregado su primer trabajo al ejercicio. Para ver el trabajo que ha entregado, pulse el botón "Ver". Una vez la fecha de publicación del ejercicio ha pasado, usted también podrá ver los comentarios que le han dejado en el trabajo haciendo clic en el botón de "Ver".

Bandeja de entrada del ejercicio: DPI 2021-2da parte					
Título del Ejercicio	Información	Fechas		Similitud	Acciones
Tesis-2021-1		Comienzo	03-jun.-2021 9:51PM	9% 	Entregar de nuevo Ver 
		Fecha de entrega	31-jul.-2021 11:59PM		
		Publicar	11-jun.-2021 12:00AM		

Anexo 7. Informe de laboratorio ENVIROTEST S.A.C

INFORME DE ENSAYO N° 212213 CON VALOR OFICIAL

Razón Social : Ccoica Damiano Diana y Segura Rivas Karina
 Domicilio Legal : Reservado por el cliente
 Solicitado Por : Ccoica Damiano Diana y Segura Rivas Karina
 Referencia : Cotización N° 1089-21R01
 Proyecto : Tesis "Caracterización atmosférica de microplásticos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021"
 Procedencia : Ate - Lima
 Muestreo Realizado Por : EL CLIENTE
 Cantidad de Muestra : 6
 Producto : Calidad de aire
 Fecha de Recepción : 26/04/2021
 Fecha de Ensayo : 26/04/2021 al 04/05/2021
 Fecha de Emisión : 04/05/2021

I. Resultados

Código de Laboratorio	212213-01	212213-02	212213-03	212213-04	212213-05	212213-06
Código de Cliente	CA-01	CA-02	CA-01	CA-02	CA-01	CA-02
Fecha de Muestreo	21/04/2021	21/04/2021	22/04/2021	22/04/2021	23/04/2021	23/04/2021
Hora de Muestreo (h)	16:00	15:00	15:00	16:00	15:30	16:30
Tipo de Producto	Filtro Ambiental	Filtro Ambiental	Filtro Ambiental	Filtro Ambiental	Filtro Ambiental	Filtro Ambiental

Lugar de ensayo (Laboratorio Inorgánico)			
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
Fisicoquímicos			
Determinación de Pesaje Filtro PM-2.5- bajo volumen			
Partícula PM-2.5 *	µg/m ³	0.60	39.07 40.17 37.34 39.49 37.28 40.29

Legenda: 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, "n.d." = No Analizado.

*Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

II. Métodos y Referencias

Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
Fisicoquímicos		
Determinación de Peso de Filtros PM-2.5 Bajo Volumen	EPA 40 CFR Appendix L to Part 50, 2006 / Compendium Method ID-3.1 June 1999. No incluye muestreo. (VALIDADO modificado) 2015	REFERENCE METHOD FOR THE DETERMINATION OF FINE PARTICULATE MATTER AS PM2.5 IN THE ATMOSPHERE.

SIGLAS: *EPA*: U.S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemical Analysis

Ing. Felipe Campos Y.
Jefe de Laboratorio
C.I.P N° 136871

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según el cubetto de cambio correspondiente. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto. El tiempo de cubetto de la muestra es de un hora laborable desde el ingreso de la muestra al Laboratorio. El tiempo de cubetto del informe de ensayo, leído en algún caso en función de él otro. El tiempo de posibilidad de la muestra está en función a lo indicado en los métodos normalizados de ensayo y tipo de la muestra de muestra. Está prohibida la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotec S.A.C. Los resultados se relacionan solamente con los datos de ensayo, bajo las condiciones de las muestras como se recibieron. Para verificar la autenticidad del presente informe de ensayo solicitar información al correo info@envirotec.com.pe

** FIN DEL INFORME **

INFORME DE ENSAYO N° 212213 CON VALOR OFICIAL

Razón Social : Ccoica Damiano Diana y Segura Rivas Karina
 Domicilio Legal : Reservado por el cliente
 Solicitado Por : Ccoica Damiano Diana y Segura Rivas Karina
 Referencia : Cotización N° 1089-21R01
 Proyecto : Tesis "Caracterización atmosférica de microplásticos en la zona de influencia de la Urb. Vulcano, Ate Vitarte, 2021"
 Procedencia : Ate - Lima
 Muestreo Realizado Por : EL CLIENTE
 Cantidad de Muestra : 6
 Producto : Calidad de aire
 Fecha de Recepción : 26/04/2021
 Fecha de Ensayo : 26/04/2021 al 04/05/2021
 Fecha de Emisión : 04/05/2021

I. Resultados

Código de Laboratorio	212213-01	212213-02	212213-03	212213-04	212213-05	212213-06
Código de Cliente	CA-01	CA-02	CA-01	CA-02	CA-01	CA-02
Fecha de Muestreo	21/04/2021	21/04/2021	22/04/2021	22/04/2021	23/04/2021	23/04/2021
Hora de Muestreo (h)	16:00	15:00	15:00	16:00	15:30	16:30
Tipo de Producto	Filtro Ambiental	Filtro Ambiental	Filtro Ambiental	Filtro Ambiental	Filtro Ambiental	Filtro Ambiental

Lugar de ensayo (Laboratorio Inorgánico)							
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados				
Weighing Filter PM-2.5 High Volume - Gravimetric							
Partícula PM-2.5 **	µg/m ³	0,74	68,19	67,49	66,25	67,59	64,08

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método; "<"; ">" = Menor que el L.C.M. indicado; ">" = Mayor al valor indicado; "—" = No Analizado.

** : Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el International Accreditation Service (IAS).

II. Métodos y Referencias

Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
Fisicoquímicos		
Weighing Filter PM-2.5 High Volume - Gravimetric	EPA/625/R-96/010a Compendium Method IO-2.1 June 1999 (Compendium Method IO-3.1 June 1999. (validated)	Compendium of Methods for the Determination of Inorganic Compounds in Ambient Air. Sampling of ambient air for total suspended particulate matter (SPM) and PM10 using high volume (HV) sampler. If Selection, preparation and extraction of filter material.

ISOLAS "EPA" U.S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemical Analysis.

Ing. Felipe Campos Y.
Jefe de Laboratorio
C.I.P N° 136871

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto. El tiempo de custodia de la muestra es de un mes, calculado desde el día de la muestra al laboratorio. El tiempo de custodia del informe de ensayo, tanto en digital como en físico es de 4 años. El tiempo de preservación de la muestra está en función a lo establecido en las tablas normalizadas de ensayo y tipo desde la fecha de muestra. Está prohibida la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envidat S.A.C. Los resultados se relacionan solamente con las fechas de ensayo, bajo las condiciones de las muestras como se recibieron. Para verificar la autenticidad del presente informe de ensayo solicitar información al correo info@envidat.com.pe

** FIN DEL INFORME **

Anexo N° 8. Cadena de custodia

envirotest
Environmental Safety Laboratory S.A.C.

N° 037310

CADENA DE CUSTODIA

LE. N° 012213

Pag. 1 de 1

W.S. C.A. S.O. Otro

Agosto Septiembre Octubre Noviembre Diciembre

Fecha de Emisión: 21/04/21

Fecha de Validación: 21/04/21

Fecha de Caducidad: 23/04/21

EMISOR INFORME DE EMERGENCIA

UNIVERSIDAD CESTRA VALLEJO S.A.C.

UBI: 0801-21

PERSONAL: KARINA SANCHEZ / DINAID GARCIA

AS B CONSULTING GROUP PERU ENL

AL: BENIGNO M.P. TORRES DTE-VALD

MANEJO INSISTENTE RECIBIDO DE TURNO

ATE-UNIP

RECEPTOR INFORME DE EMERGENCIA

UBI: 0801-21

PERSONAL: KARINA SANCHEZ / DINAID GARCIA

AS B CONSULTING GROUP PERU ENL

AL: BENIGNO M.P. TORRES DTE-VALD

MANEJO INSISTENTE RECIBIDO DE TURNO

ATE-UNIP

ANÁLISIS REALIZADOS

N° de muestra	Código de Cliente	Fecha (UTC)	Hora (GMT)	Muestra a Probar	Observación UTM
01	CA-01	21-04-21	16:00	C.A	
02	CA-02	21-04-21	15:00	C.A	
03	CA-01	22-04-21	15:00	C.A	
04	CA-02	22-04-21	16:00	C.A	
05	CA-01	23-04-21	15:30	C.A	
06	CA-02	23-04-21	16:30	C.A	

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

SECTOR: EQUIPOS UTILIZADOS

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Superior: REPRESENTANTE DEL CLIENTE

Nombre: _____

Cargo: _____

Primer: _____

Apellido: _____

Correo: _____

Teléfono: _____

Fecha (UTC): 21/04/21

Hora (GMT): 15:30

Ubicación: 0801-21

Observaciones: MANEJO INSISTENTE RECIBIDO DE TURNO

INFORMACIÓN DEL EMISOR

Nombre: _____

Cargo: _____

Primer: _____

Apellido: _____

Correo: _____

Teléfono: _____

Fecha (UTC): 21/04/21

Hora (GMT): 15:30

Ubicación: 0801-21

Observaciones: MANEJO INSISTENTE RECIBIDO DE TURNO

RECIBIDO

26 ABR 2021

ENVIROTEST S.A.C.

LA RECIBIDA NO IMPlica RESPONSABILIDAD

ADOLIBENTE A LISIABIO



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, BENITES ALFARO ELMER GONZALES, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "CARACTERIZACION DE MICROPLASTICOS ATMOSFERICOS EN LA ZONA DE INFLUENCIA DE LA URB. VULCANO, ATE, LIMA, 2021", cuyos autores son SEGURA RIVAS KARINA LIZETH, CCOICCA DAMIANO DIANA, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 15 de Julio del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
BENITES ALFARO ELMER GONZALES DNI: 07867259 ORCID 0000-0003-1504-2089	Firmado digitalmente por: ELBENITESALF el 15-07- 2021 20:31:30

Código documento Trilce: TRI - 0131478