



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Microplásticos en el ecosistema marino de las playas de la provincia
de Chiclayo

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORES:

Odar Jauregui, Nicole Angie (orcid.org/0000-0002-1295-6849)

Requejo Tenorio, Jhany Yodalith. (orcid.org/0000-0001-9708-6696)

ASESOR:

Dr. Ponce Ayala, Jose Elias (orcid.org/0000-0002-0190-3143)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHICLAYO - PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedicado esta tesis en primer lugar, a Dios por estar ahí presente siempre y brindarnos sabiduría amor y paciencia, de esta manera, también a nuestros queridos padres por ofrecer su infinito amor y cariño y sus grandes enseñanzas de amor, honestidad, trabajo, perseverancia y esfuerzo que muchas veces me han inculcado por el camino del bien. En segundo lugar, a la familia, a nuestros hermanos por ser el motivo de seguir esforzándonos día a día y su apoyo incondicional que brindan y hacen posible que los sueños se hagan realidad, así mismo también a todas las personas que nos ayudaron en la formación académica y personal de la carrera.

Jhany y Nicole

Agradecimiento

En primer lugar, agradecer a mis queridos y amados padres por ser el apoyo incondicional de todo este proceso, también por sus palabras de aliento y motivación para lograr lo que me proponga.

De esta manera, agradecer a nuestro asesor Ing. Ponce Ayala José, por su incondicional apoyo, tiempo y dedicación sus majestuosas enseñanzas, su orientación y lo principal la motivación en el proceso de esta investigación.

Jhany y Nicole

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2. Variables y operacionalización.....	12
3.3. Población, muestra y muestreo.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5. Procedimiento.....	13
3.6. Método de análisis de datos.....	13
3.7. Aspectos éticos.....	14
IV. RESULTADOS.....	15
V. DISCUSIÓN	26
VI. CONCLUSIONES.....	30
VII. RECOMENDACIONES	32
REFERENCIAS	33
ANEXOS	37

Índice de tablas

Tabla 01: Índice de Calidad Ambiental en Playas Turísticas para microplásticos	9
Tabla 02: Características físicas de los microplásticos presentes en la arena en la Playa Pimentel	15
Tabla 03: Características físicas de los microplásticos presentes en la arena de la playa Santa Rosa	16
Tabla 04: Características físicas de los microplásticos presentes en la arena de la Playa Puerto Eten	17
Tabla 05: Características físicas de los microplásticos de la muestra 4, en las zonas donde hay mayor actividad pesquera de la playa Pimentel y Puerto Eten	18
Tabla 06: Características Físicas de los microplásticos presentes en el agua de la Playa Pimentel	19
Tabla 07: Características físicas de los microplásticos presentes en el agua de la Playa Santa Rosa	20
Tabla 08: Características físicas de los microplásticos presentes en el agua de la Playa Puerto Eten	21
Tabla 09: Causas de la presencia de microplástico en las playas de la provincia de Chiclayo.	22
Tabla 10. Comparación de microplásticos en la arena y el agua en las playas de la provincia de Chiclayo.	23

Índice de figuras

Figura 1. Comparación del peso de microplásticos presentes en la arena de las playas de la provincia de Chiclayo. 24

Figura 2. Cantidad de microplásticos en el agua de las playas de la provincia de Chiclayo. 25

Resumen

Esta investigación se realizó con el objetivo de determinar niveles de microplásticos presentes en la arena y en el agua del ecosistema marino de las playas de la provincia de Chiclayo, debido a que en la actualidad la contaminación por microplásticos es una problemática que suele pasar desapercibida y a la vez genera efectos negativos a los ecosistemas marinos. La metodología de este trabajo fue descriptiva no experimental, la cual tuvo por población el área del ecosistema marino frente a las playas de la provincia de Chiclayo. De esta manera se dio a conocer cuáles eran las características físicas de los microplásticos presentes en la arena en la playa Pimentel, Santa Rosa y de Puerto Eten, seguidamente de las causas de la presencia de los microplástico en estas playas, resaltando que se debía principalmente a actividades antropogénicas y las barcas asentadas en cada playa. Concluyendo así que el nivel de contaminación de microplásticos en las tres playas según Índice de Calidad Ambiental en Playas Turísticas se encuentra en un nivel CONTROL, por lo que se requiere seguir realizando estudios para prevenir los impactos.

Palabras claves: Microplástico, playa, ecosistema marino, arena.

Abstract

This investigation was carried out with the objective of determining the levels of microplastics present in the sand and in the water of the marine ecosystem of the beaches of the province of Chiclayo, due to the fact that currently microplastic contamination is a problem that usually goes unnoticed. and at the same time generates negative effects on marine ecosystems. The methodology of this work was non-experimental descriptive, which had as population the area of the marine ecosystem in front of the beaches of the province of Chiclayo. In this way, the physical characteristics of the microplastics present in the sand on the Pimentel, Santa Rosa and Puerto Eten beaches were revealed, followed by the causes of the presence of microplastics on these beaches, highlighting that it is mainly due to anthropogenic activities and the boats settled on each beach. Thus concluding that the level of microplastic contamination in the three beaches according to the Environmental Quality Index in Tourist Beaches is at a CONTROL level, so it is necessary to continue carrying out studies to prevent impacts.

Keywords: Microplastic, beach, marine ecosystem, sand.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la producción de plásticos se realiza a gran escala, de tal manera que, a mediados del 2015, la producción mundial llegó a los 380 millones de toneladas (Geyer et al., 2017) y se pronostica que en el futuro esta cifra llegara a cuadruplicarse. Asimismo, la mala gestión de este ha llevado a una contaminación, especialmente en los mares; y que cierta parte de estos residuos plásticos, un aproximado de 4.8 a 13 millones de toneladas, acaban en las aguas del mar (Andrady, 2017).

La preocupación ante esta situación es cuando el plástico se ha ido desintegrando hasta convertirse en microplásticos, debido a la dificultad de recolectar el plástico de los océanos y su permanencia prolongada en el medio ambiente, una vez que entra al mar es casi imposible removerlo (Tekman et. al. 2022), puesto que llegan a pasar por desapercibido y su dispersión en el mar es más fácil, así como su ingesta por parte de la fauna marina.

La presencia de microplásticos ha terminado afectando particularmente áreas como: los mares del este y el sureste asiático, el mar Mediterráneo y las zonas de convergencia ecuatorial del Atlántico Norte y Pacífico. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2019), hasta las áreas catalogadas como vírgenes, incluso en las profundidades de los océanos o el hielo del Ártico, que se encuentran alejadas de las fuentes de producción de estos materiales. Sin duda, la presencia de microplásticos se da tanto en los medios marinos como costeros, además de estar a disposición de ser ingeridos por una variedad de organismos, entrando así en la cadena trófica marina (Rojo y Montoto, 2017).

Asimismo, una gran variedad de actividades humanas como la pesca, el desarrollo urbano y el turismo contribuyeron a la distribución de microplásticos en los ambientes marinos de América Latina es probable que los microplásticos principalmente sean PE, PP o PS, se liberen a través de la meteorización de macroplásticos (Kutralam et. al., 2020).

En la costa de Perú, se realizó un estudio a 4 playas donde se encontró plásticos y microplásticos duro fragmentados mayores de 1 mm representando un porcentaje mayor al 80% de plásticos por muestra, en la playa Vesique se observó 40 partículas por m², Albúfera de Medio Mundo 4.67 partículas por m², Costa Azul presentó 522 fragmentos m², Ventanilla 463.33 partículas por m² y finalmente está la playa del Chaco con 11.33 partículas por m², esto puede estar afectando la cadena trófica en el mar Peruano (Purca y Henostroza, 2017). Donde diversos estudios realizados manifiestan que la humanidad usa solo el 30% de plásticos y el 70 % tienen como disposición final en las playas teniendo un impacto negativo en las especies como en la salud del ser humano, convirtiéndose en una contaminación silenciosa en la fauna marina.

En los últimos años se ha conocido una variedad de consecuencias debido a la ingestión de microplásticos por peces, tortugas, aves y mamíferos marinos, donde los microplásticos pueden acumular y absorber compuestos persistentes y tóxicos en el mar (PBt, polibutileno tereftalato), estos químicos contienen metales pesados entre otras sustancias que afecta a los organismos marinos. La presencia de desechos sólidos en el mar se ha convertido en un problema en el medio ambiente que ocasiona la alteración de los sistemas acuáticos y afectando la biodiversidad. En Perú el Ministerio del Ambiente estima que durante el año se utiliza 30 kilos de plástico por cada persona, donde Lima Metropolitana y el Callao genera el 46 % del total de plástico a nivel nacional, con 886 toneladas de residuos plásticos al día teniendo como disposición final en playas.

Díaz (2020), realizó un estudio en la playa de Pimentel donde se seleccionaron 4 áreas debido a la gran presencia de microplástico por la actividad antropogénica se realizó un muestreo durante 3 meses, en la que se delimitó un área de muestreo de 27 m² por área con una muestra simple de 1 m² la cual se encontró LDPE, PP, HDPE y PET. Sin embargo, los microplásticos se han convertido en un problema a nivel de la región puesto que tienen compuestos orgánicos persistentes u otras sustancias tóxicas, las cuales se liberan en la descomposición de los microplásticos en el ecosistema marino ocasionando un impacto en los factores de agua, suelo y especies marinas que mediante el consumo llega a generar problemas en el organismo humano.

De esta manera nos hacemos la siguiente interrogante, ¿Cuáles son los niveles de microplásticos presentes en la arena y el mar del ecosistema marino de las playas de la provincia de Chiclayo, 2022?

El tema de investigación busca describir la realidad problemática en la que se encuentra la arena y el mar que son parte del ecosistema marino de la costa de la provincia de Chiclayo por la presencia de microplástico que aumenta cada vez más en las playas generando un enigma medioambiental debido al impacto que presenta en los factores bióticos y abióticos, donde el dilema del ser humano es como remediar los estragos que ocasiona los microplásticos en los organismos de las especies y hasta del propio ser humano, por esta razón, esta investigación se realizó con la intención de generar conciencia sobre la contaminación por microplástico que pasa por desapercibida y así poder reducir en la medida posible el uso de plásticos de un solo uso y así contribuir en la preservación, cuidado y salvaguardar los ecosistemas marinos.

Por lo tanto, lo que se busca es incentivar la realización de más estudios por parte de investigadores o expertos en temas ambientales ante esta problemática de la que aún se necesita seguir adquiriendo conocimientos suficientes de cómo afecta al ecosistema marino de las playas del litoral peruano.

Se planteó como objetivo general determinar los niveles de microplásticos presentes en la arena y en el agua del ecosistema marino de las playas de la provincia de Chiclayo.

Así como los objetivos específicos analizar las características de microplásticos que están presentes en la arena y en el agua del ecosistema marino de las playas de la provincia de Chiclayo; Describir las causas de la presencia del microplástico en el ecosistema marino de las playas de la provincia de Chiclayo, y por último, comparar la cantidad de microplásticos en las playas de la provincia de Chiclayo.

II. MARCO TEÓRICO

Escobar et. al (2018) y Lino (2020) en su investigación fundamentaron el nivel de microplástico en el tracto digestivo del pescado, en los dos estudios se aplicó una muestra aleatoria debido que se examinó especies de distintos lugares para detectar la presencia de microplástico en su intestino, con respecto a los resultados de Escobar se detectó la mayoría de las partículas ingeridas estuvieron representadas por fibras (70 %) y plástico duro (20,8 %), mientras que la proporción de otros grupos: nailon (2,7 %), caucho (0,8 %) y plásticos varios (5,5 %) fue baja. El color azul del plástico fue el color más dominante, el 34% de todos los examinados pescados tuvo microplástico en el estómago, también se detectó partículas tan pequeñas como 9 g.

Según Sighicelli et. al (2018), Hernández et. al (2019) y Curren et.al (2021) en su revisión fundamentan el tema de contaminación por microplástico en lagos y ríos, donde en los tres estudios toman como muestra en diferentes ubicaciones en distintos lugares de los lagos y ríos llegando a una conclusión que según Sighicelli determinó que proporcionan relaciones significativas entre las diferentes contribuciones de fuentes directas y difusas a la cantidad de microplásticos, destacando la importancia de comprender la dinámica de distribución espacial de los microplásticos dentro de un sistema lacustre que actúa como sumidero y fuente de partículas plásticas, a diferencia de Hernández determinó la presencia de MPs, con un promedio en el orden de trescientas mil (300'000) unidades por kilómetro cuadrado de superficie de lago.

Molina y Rosales (2019), en su investigación basada en contaminación por microplástico ubicado en Naplo, en el distrito de Pucusana, así como Ríos (2017), en el balneario "Costa Azul", Ventanilla, tuvieron la misma finalidad de identificar el origen de los microplásticos presentes. En los dos estudios se usaron muestras al azar y entre los resultados llegaron a una conclusión que los microplásticos provenían de la misma población y visitantes que acuden y que están contaminando al medio ambiente al consumir bebidas en botella, bolsas plásticas y/o distintos materiales de plásticos.

Fernández et al. (2021), su objetivo evaluó la existencia de desechos plásticos en el contenido estomacal de dos especies comercialmente importantes, así mismo Iannacone et al. (2021) también evaluó la presencia de microplásticos en los peces con valor económico en Perú, en los dos estudios se sometieron al análisis estomacal y branquial en los peces llegando a una conclusión de que todos los peces estudiados contaron con la presencia de microplástico en su interior; sin embargo, en las branquias solo se encontraron fibras y en relación al tracto digestivo, hubo una mayor cantidad de fibra, fragmentos, a diferencia de Fernández concluyó que se requiere más investigación para comprender este problema en los recursos pesqueros de importancia comercial en el Perú.

Según Escobar (2021), en su investigación analizó el impacto de los macroplásticos en la fauna marina, y así de esta manera saber la situación actual de este contaminante en los medios marinos. La muestra estuvo conformada por especies como pingüinos y magallanes, los instrumentos empleados fueron la base de datos de ciencias naturales en Guayaquil. Según los resultados determinaron que el macroplástico como el microplástico pueden llegar a ser perjudiciales cuando interactúa con los organismos marinos del lugar, de modo que se obtiene una mortalidad de 21,30% en macroplásticos y en cuanto a los microplásticos un 20%.

Díaz (2020), en su estudio, como objetivo determinó las consecuencias de las actividades del hombre que hace al suelo de la playa de Pimentel. La población de estudio fue el suelo de esta playa y su muestra de 6 kg de arena de cada zona en donde sus muestreos fueron en cuatro zonas, desembocadura del dren 3000, Norte del Muelle, Sur del Muelle y Zona de Pesca Artesanal, mediante un sistema de referencia. Los principales resultados fueron para residuos orgánicos 97.36%, plástico 95.57%, vidrios-latas 2.64%, colillas de cigarro 0.50%, papel 0.90 % y residuos de fruta 0.39%. Asimismo, determinó el impacto que traen las actividades antropogénicas apoyándose en una encuesta que se hizo a los visitantes y concluye que los impactos generados se valoraron significativos y muy significativos por la pesca artesanal, el comercio ambulatorio y la recreación.

Por otro lado, se encuentra Cruz (2020), de acuerdo a su investigación analizó la presencia de residuos sólidos y microplásticos y se limita la calidad ambiental en

cinco playas mexicanas, la muestra de microplásticos y residuos sólidos se realizó en un transecto de 100m dividido en 20 sesiones de 5 metros cada una de manera aleatoria. Entre los resultados se corroboran que los plásticos son un tipo de residuo que se encuentra con más frecuencia en todas las playas y que muy probablemente los microplásticos se producen por la fragmentación de esos plásticos desechados.

Asimismo, Germanov et al. (2019), realizaron una investigación basada en que las zonas de alimentación de mantarrayas y los tiburones ballenas de Indonesia estaban contaminadas con plástico. El objetivo de este trabajo fue evaluar la abundancia de plástico y la caracterización de los desechos en las zonas de alimentación de las mantarrayas (*Mobula alfredi*) y los tiburones ballena (*Rhincodon typus*), en tres ubicaciones costeras de Indonesia. Entre los resultados se encuentran que la abundancia de plástico varió ampliamente, las piezas pequeñas <5 mm ($\geq 78\%$), películas y fragmentos (> 50% combinados) fueron los plásticos más prevalentes. Se concluyó que las estimaciones superiores de ingestión de plástico en las mantarrayas fueron ~ 63 y 25 piezas h^{-1} y ~ 137 piezas h^{-1} para los tiburones ballena, y entre las consecuencias están la exposición a aditivos plásticos tóxicos y contaminantes orgánicos persistentes adheridos.

Ruiz et al. (2021), en su investigación contó con el objetivo de conocer la contaminación por residuos microplásticos presentes en el sedimento, agua y tracto digestivo de Tilapia (*Oreochromis aureus*) de la laguna de Catemaco, Veracruz. Se llevaron a cabo dos periodos de muestreo, uno en el mes de septiembre y el otro en el mes de noviembre del año 2020. Se pretrataron las muestras de sedimento con H_2O_2 al 30 % y se analizó a través del método de separación por sedimentación que consta en someter las muestras de arena a una solución salina saturada.

Pérez et al. (2020), monitoreó la presencia de microplásticos en las heces ($N = 205$) de cuatro especies/ subespecies de pinnípedos en cinco lugares diferentes en el Océano Pacífico sur (Perú y Chile). Las muestras de todas las colonias contenían microplásticos y, en general, el 68 % de los excrementos examinados contenían fragmentos/fibras, en su mayoría de color azul. Confirmamos que el 81,5% de los fragmentos/fibras eran de origen antropogénico, pero solamente el 30% eran

polímeros. Se presentaron concentraciones de microplásticos más altas que las colonias continentales. Además, la dieta común en cada localidad puede influir en los niveles encontrados en las muestras. Este estudio presenta una técnica no invasiva útil para rastrear la contaminación plástica en las dietas de los depredadores superiores como bioindicadores para futuros planes de vigilancia/gestión aplicados a diferentes ubicaciones.

De la Torre (2020), en este trabajo de revisión definieron los microplásticos y los xenobióticos relacionados, así como se revisó la evidencia global de la contaminación por microplásticos en los productos del mar, se analizan los impactos en las especies marinas comerciales y la seguridad alimentaria, y se revisa el conocimiento actual de sus efectos directos en la salud humana. Además, se identifica información limitada sobre seguridad alimentaria y vacíos científicos. Aunque los microplásticos en el medio ambiente marino y sus efectos en los organismos marinos están bien documentados, se necesita más investigación para comprender completamente las implicaciones de los microplásticos en la seguridad alimentaria y la salud humana.

Entrando a las bases teóricas y enfoques conceptuales de este trabajo de investigación, por residuos sólidos se refieren a materiales, productos o subproductos sólidos o semisólidos que su generador maneja o que está legalmente obligado a manejar de acuerdo a la normativa para poder evitar riesgos peligrosos en la salud y el medio ambiente (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2015).

Por otro lado, Rojo y Montoto, (2017), comentan que el microplástico es la separación de plásticos más grandes ya sea por su descomposición física o degradaciones químicas (oxidación, hidrólisis) se va reduciendo en partículas y fibras más pequeñas, que a menudo son indetectables al ojo humano, puesto que estas partículas de plástico que poseen un promedio de tamaño menor de 5 mm.

Asimismo, los microplásticos se dividen en primarios, los cuales se definen como las partículas de plástico con descomposición química versátil, su contextura es de 5 mm y son gastados por la industria cosmética y farmacéutica como exfoliantes en beneficio de cuidado personal como cremas de exfoliación facial y corporal,

protector solar, etc., estos contaminantes han sido llevado a las aguas del océano y playas de todo el mundo generando un grave problema en la población marina y en la salud de las personas, los microplásticos primarios de polietileno gastados en la industria cosmética, microplástico de forma irregulares, fibras plásticas en cremas exfoliantes, microplásticos de tereftalato de polietileno empleados para el brillo en fragancia.

También se encuentran los microplásticos secundarios son productos de dimensiones micrométricas que se producen ante la descomposición de los plásticos más grandes que pueden ser físicos, químicos y biológicos donde presentan entre el 69 % y el 81% de microplásticos encontrados en los océanos teniendo un efecto en la salud humana es aún desconocido, pero a menudo contienen aditivos y otros químicos, tóxicos para el medio acuático donde ingresan al sistema digestivo hasta que su organismo supere el límite de tolerancia de toxicidad y es ahí donde mueren las especies y poco a poco se va extinguiendo la fauna silvestre en el mundo.

En cuanto a los ecosistemas marinos puede ser considerado como un todo en el planeta Tierra, que consiste en un ambiente físico específico o hábitat donde un grupo de organismos están íntimamente relacionados entre sí y con el ambiente de desarrollo (Calvín, 2019).

El Observatorio Ambiental de la Unión Europea (2010), expresa que la calidad ambiental es un conjunto de atributos, factores o variables del medio ambiente que aseguran que el ecosistema tiene el valor suficiente para ser conservado. En otros términos, quienes mantienen sus condiciones ideales para una vida armoniosa de todos los seres vivos, por lo que debe estimarse prioridad de la conservación.

El medio ambiente marino, también puede verse afectado y Elías (2015), nos comenta que los desechos sólidos es una de las principales fuentes de contaminación en la biodiversidad y se ha convertido en una fuente de malestar debido a la persistencia, durabilidad en el medio ambiente marino la cual se han registrado numerosas consecuencias directas e indirectas en el medio marítimo convirtiéndose en una incertidumbre y preocupación ambiental , especialmente en aves y peces por lo que en el tracto intestinal contienen partículas de microplástico

de formas y colores la cual confunden con sus presas, mayormente los que se alimentan de plancton están expuestos a confundir gránulos de plásticos por sus presas la cual tienen mayor incidencia de microplásticos en su contenido estomacal. El microplástico está generando muchas consecuencias en el ecosistema marino que debido a la ingesta de partículas se ha generado un enigma en las especies y también en la salud humana puesto que ya se ha encontrado datos donde manifiestan la presencia de microplástico en la sangre situación que preocupa en la sociedad.

Para la identificación del nivel de la presencia de microplásticos, se tomó como guía al Índice de Calidad Ambiental en Playas Turísticas (ICAPTU), 2018, en que el se especifica los rangos y el nivel que le pertenece de acuerdo con el microplástico presente.

Tabla 01: *Índice de Calidad Ambiental en Playas Turísticas para microplásticos*

PARÁMETRO	RANGO	NIVEL
	>79	ALERTA
Microplásticos presentes	11 a 79	CONTROL
	0 a 11	ÓPTIMO

Fuente: Índice de Calidad Ambiental en Playas Turísticas (ICAPTU), 2018.

El ICAPTU, representa un rango donde de 0 a 11 microplásticos presentes, se considera un nivel óptimo y aceptable, luego el rango 11 a 79, que es el nivel control por lo que ya se debería tomar acciones en el que se evite que llegue a nivel alerta porque la contaminación sería preocupante.

Por otro lado, Stacey (2022), manifiesta que los contaminantes asociados a los desechos marinos contienen sustancias químicas la cual están asociados a una variedad de contaminantes químicos y orgánicos donde la materia prima es utilizado en la fabricación de productos plásticos que al fragmentarse se convierten en partículas de microplástico que contienen sustancias contaminantes que genera un problema en el ecosistema marino la cual son ingeridos por las especies generando un impacto en su organismo.

Por otro lado, como base legal se encuentra la Ley N° 28611, Ley General del Medio Ambiente, la cual regula aspectos enlazados con la problemática ambiental en el Perú. En una parte otorga a los ciudadanos una secuencia de derechos relacionados con el medio ambiente, en el que garantiza un medio ambiente sano, ordenado y suficiente para el desarrollo de la vida; Otro punto es, las misiones, en la medida en que cada persona tiene la obligación de colaborar con una gestión ambiental eficaz y al cuidado del medio ambiente.

Ley N° 26842, Ley General de Salud, el Estado se encarga de promocionar el aseguramiento de las personas con el fin de proteger los imprevistos que puedan dañar su salud y asegurar la libre elección de los sistemas previsionales, sin afectar el sistema que el Estado ha impuesto de modo que todos cuenten con protección.

Ley N° 30884, Ley que regula consumo de bienes de plástico de un solo uso que generan riesgo para la salud pública y/o el ambiente teniendo como objetivo establecer un marco regulatorio para los plásticos desechables, los no reutilizables y envases desechables o de poliestireno usados en comidas y bebidas consumidas por la población en el territorio nacional.

Decreto Supremo N° 013-2018 - MINAM, Acerca de la aprobación y reducción del plástico de un solo uso su objetivo es que se promueva un consumo responsable de plástico, minimizar el uso de plásticos desechables en las dependencias gubernamentales, reciclar y predominar el uso de los plásticos biodegradables u otro que no produzca contaminación por microplásticos o sustancias peligrosas.

El Decreto Legislativo N°1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos la cual aprueba la ley, que tiene por objetivo principal minimizar la producción de residuos sólidos frente a otras alternativas. Y como objetivo secundario, la recuperación y el fortalecimiento.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Corresponde a una investigación de tipo aplicada debido a que se utilizó conocimientos de otros autores en donde nos orienta a mejorar o perfeccionar nuestros procedimientos a investigar. La investigación aplicada hace uso de los conocimientos en la práctica para ser aplicados en beneficio de grupos partícipes de estos procesos como también en la sociedad y con nuevos conocimientos enriqueciendo la disciplina, teniendo como finalidad de hacer uso inmediato del conocimiento existente (Vargas, 2009).

Asimismo, los análisis para este trabajo de investigación se llevaron a cabo en el laboratorio de ingeniería de la Universidad César Vallejo, filial Chiclayo.

3.1.2. Diseño de investigación

El diseño de la presente investigación fue experimental transversal, esto se debe a que no se modificaron las variables, en otros términos, la variable no varía al evaluar su efecto ante otra, es así como los fenómenos son observados de tal forma en la que se muestran en su ambiente natural (Mousalli-Kayat, 2015). De esta manera, en la investigación transversal se acoplaron en un momento dado los datos, en un tiempo único teniendo como fin estudiar las variables, y analizar su repercusión o interrelación en un tiempo único.

3.1.3 Nivel de investigación

El nivel de investigación fue descriptivo, porque identificó los factores presentes en el entorno de una variable de interés y es considerado para la investigación.

De igual forma, los estudios descriptivos tratan la variable de investigación, y determinan su tamaño a través de sus características, cualidades y componentes para desarrollar un estudio en profundidad y posibilitar la identificación de las características que interactúan con su entorno, es decir, con los elementos diferenciadores (Ochoa y Yunkor, 2019).

3.2. Variables y operacionalización.

Vi: Presencia de microplásticos

Vd: Contaminación del ecosistema marino (arena y mar).

3.3. Población, muestra y muestreo.

3.3.1 Población:

Área del ecosistema marino frente a las playas de la provincia de Chiclayo.

3.3.2 Muestra:

- 3 muestras de arena cada una de 2 kg de cada una de las playas.
- 3 muestras de agua de 100 ml del mar a 100 metros, 200 metros y 300 mar adentro de la orilla de cada playa.

3.3.3 Muestreo:

Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia donde las muestras son tomadas de acuerdo a la facilidad de acceso o disponibilidad de los investigadores y transversal porque la muestra se tomó una sola vez en el tiempo.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

Observación, se fundamenta en la interpretación del medio y la búsqueda la cual es una eficaz herramienta de investigación para la recolección de información la cual se enfoca en un objetivo específico.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

En la recolección de datos en la investigación se utilizó: Guía de observación de campo, se recopiló los datos que son observados y la información para señalar los aspectos notables.

3.5. Procedimiento.

Para el muestreo y análisis de microplástico en arena y agua de las playas Pimentel, Puerto Eten y Santa Rosa, se tomó 3 muestras de arena en tres puntos de diferentes áreas geográficas de cada playa, con una distancia de 30 metros de cada punto; con respecto, al agua se tomó a una distancia de 100, 200 y 300 metros de la orilla del mar. De esta manera, se procedió al análisis en laboratorio, para la arena se llevó a cabo utilizando el método del tamizado para observar los microplásticos de 1 mm a 5 mm, luego se pesó para ver la cantidad de microplástico presentes; en cuanto al análisis de agua se hizo a través del método de filtración luego se llevó el papel filtro de 0.45 μm al microscopio y se observó los microplásticos presentes en cada muestra.

3.6. Método de análisis de datos.

Los datos fueron analizados por medio del método descriptivo, de forma secuencial (en donde los datos de una fuente son importantes para la recolección de información de estudios ya realizados) o simultánea (se utiliza la triangulación de la información teórica y empírica examinadas). Asimismo, con la información recopilada en el presente trabajo se emplearon tablas para la obtención de resultados. La cual se utilizó el SPSS para la obtención de medidas estadísticas, cuadros y tablas donde reflejan los datos.

3.7. Aspectos éticos.

Para nuestro trabajo investigativo el proceso de análisis de datos se ha respetado la guía de investigación formativa, los derechos de propiedad de la capacidad intelectual de los autores consultados los cuales contribuyeron con información por medio de sus conocimientos e investigaciones a través de revistas, artículos científicos, trabajos de investigación, libros y otros, haciendo el uso correcto de citas, también se basa en la recolección de datos en campo sin ser alterados para luego proceder analizar en laboratorio y tener resultados veraces y confiables. También se hizo uso del servicio del programa del Turnitin, de esta manera se cumplió con los aspectos éticos de investigación en el tema de microplásticos en el ecosistema marino.

IV. RESULTADOS

De acuerdo con el primer objetivo: analizar las características de microplásticos presentes en la arena y en el agua del ecosistema marino de las playas de la provincia de Chiclayo, se obtuvo los siguientes datos, en cuanto a la arena donde las muestras se tomaron con una distancia de 30 metros entre cada una, ubicándose el primer punto al lado sur del muelle.

Tabla 02: *Características físicas de los microplásticos presentes en la arena en la Playa Pimentel*

Características	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Color	Amarillo, celeste, verde, anaranjado, azul y blanco	Verde Azul	Azul Amarillo
Tamaño	1mm - 5mm	1mm - 2mm	1mm - 4mm
Cantidad	35	20	25
Peso	0.0367 gr	0.0200 gr	0.0293 gr

Fuente: Elaboración propia

Según se observó en la Tabla N° 02, podemos decir que los microplásticos que se encontraron en la arena de la playa Pimentel contaron con las siguientes características: tamaño de microplásticos de 5 a 1 mm, además de poseer distintos colores como azul, blanco, verde, celeste, anaranjado y amarillo, asimismo el peso de microplásticos por muestra estuvieron en un rango de 0,0293 gr a 0.0367 gr, de modo que se puede deducir que en la muestra 1 de (0,0367 gr) de microplásticos, es la que contó con una mayor cantidad de este contaminante siendo de distintos colores y tamaños, el color del microplástico varía por las diversas maneras que ingresan a la playa, también cambia su color por el agua, sol, viento y microorganismos que van degradando y al mismo tiempo cambiando su color.

Con respecto a la playa Santa Rosa se tomó la muestra a 10 metros del malecón a una distancia de 30 metros de la segunda y tercera muestra en la zona de actividad comercial. De esta manera se tuvieron los siguientes resultados:

Tabla 03: *Características físicas de los microplásticos presentes en la arena de la playa Santa Rosa*

Características	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Color	Azul, rojo, verde, amarillo y negro	Azul, blanco y negro	Azul, celeste, amarillo, negro y blanco
Tamaño	1mm - 5mm	1mm - 5mm	4mm - 5mm
Cantidad	17	11	12
Peso	0.1895 gr	0.1293 gr	0.0692 gr

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la Tabla N° 03, podemos decir que los microplásticos presentes en la arena de la playa Santa Rosa contaron con las siguientes características de ser: microplástico de 1 a 5 mm; además de poseer distintos colores como azul, rojo, negro, blanco, verde, celeste, verde, anaranjado y amarillo. En cuanto a el peso de microplásticos por muestra estuvieron en un rango de 0,0692 gr a 0.1895 gr, deduciendo que en la muestra 1 hay más cantidad de microplástico, el cual tiene un peso así de (0,1895 gr), teniendo como consecuencia la contaminación de las playas, el color del microplástico varía por las diversas fuentes que ingresan a la playa, también cambia su color por el agua, sol, viento y microorganismos que van degradando y al mismo tiempo cambiando su color.

En cuanto a la playa Puerto Eten, el primer punto, de igual manera fue ubicado a 10 metros de distancia del Mirador I del malecón, a una distancia de 30 metros al sur de cada muestra.

Tabla 04: *Características físicas de los microplásticos presentes en la arena de la Playa Puerto Eten*

Características	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Color	Verde y azul	Verde, azul y amarillo	Negro y rojo
Tamaño	3mm - 5mm	3mm - 5mm	1mm - 3mm
Cantidad	5	7	3
Peso	0.0062 gr	0.0358 gr	0.0210 gr

Fuente: Elaboración propia

Según se observó en la Tabla N° 04, se dedujo que los microplásticos que se encontraron en la arena de la playa Puerto Eten poseían las siguientes características: el tamaño del microplástico varía entre 1 a 5 mm; además de poseer distintos colores como azul, rojo, negro, blanco, verde, celeste, verde y amarillo, asimismo el peso de microplásticos en estas muestras varió entre 0,0062 gr y 0,0358 gr, entre estas tres muestras, la muestra 2, es la que contiene una mayor cantidad de microplásticos 0,0558 gr de distintos colores y tamaños.

Asimismo, se tomó una muestra adicional en la playa de Pimentel y Puerto Eten, dado a que hay zonas en estas playas donde se llevan a cabo actividades pesqueras, las cuales cuentan con la presencia de barcas, redes, caballitos de totoras, entre otras cosas.

Tabla 05: *Características físicas de los microplásticos de la muestra 4, en las zonas donde hay mayor actividad pesquera de la playa Pimentel y Puerto Eten*

Características	Pimentel	Puerto Eten
	Muestra 4	Muestra 4
Color	Azul, rojo, verde, amarillo y blanco	Azul, rojo, celeste y amarillo
Tamaño	1mm - 5mm	1 mm - 5 mm
Peso	0.7037 gr	0.4946 gr

Fuente: Elaboración propia

Según lo que se observó en la tabla N° 05, se puede decir que los microplásticos que se encuentran en la arena de la playa Pimentel y Puerto Eten tenían las siguientes características como color: azul, rojo y amarillo, verde, blanco y celeste, con respecto al tamaño varía de 1 a 5 mm y el peso de los microplásticos es de 0.7037 gr y 0.4946 gr.

De igual manera, se tomaron muestras de agua de cada playa, obteniéndose los siguientes datos:

Tabla 06: *Características Físicas de los microplásticos presentes en el agua de la Playa Pimentel*

Características	Muestra 1 (100 m)	Muestra 2 (200 m)	Muestra 3 (300 m)
Color	Azul y verde	Rojo y azul	Azul, verde, rojo, negro, marrón y blanco
Forma	Fibras y fragmento	Fibras, fragmentos y pellets	Fibras, fragmentos y pellets
Cantidad	15	20	26

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la Tabla N° 06, los microplásticos presentes en el agua de la playa Pimentel tenían distintos colores, en mayoría se encuentra el color azul, seguido del color verde, rojo, negro, marrón y blanco. Asimismo, la forma del microplástico eran de fibra, fragmento y pellets entre las tres muestras, la muestra 3, es la que contiene una mayor cantidad de microplásticos, de distintos colores y formas, el color del microplástico varía por las diversas formas en la que ingresan al mar, también cambia su color por la descomposición y el tiempo que llevan dentro del agua.

Tabla 07: *Características físicas de los microplásticos presentes en el agua de la Playa Santa Rosa*

Características	Muestra 1 (100 m)	Muestra 2 (200 m)	Muestra 3 (300 m)
Color	Azul, rojo, amarillo, marrón y negro	Azul, negro y amarillo	Azul, amarillo, rojo, marrón, negro y blanco
Forma	Fibras, fragmento y pellets	Fibras, fragmento y pellets	Fibras, fragmento y pellets
Cantidad	11	16	23

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 07, se observó que en la playa Santa Rosa, los microplásticos que mayormente se encuentran presentes en las tres muestras son los de color azul, amarillo, rojo y negro, por otro lado, también están los microplásticos que poseen colores como marrón y blanco. Asimismo, en todas las muestras se encontró microplástico con forma de fibras, fragmentos y pellets. En cuanto a la cantidad de presencia de microplástico, a mayor distancia dentro del mar se encontraron más microplásticos, donde la muestra 3 se obtuvo un total de 23 microplásticos presentes en 100 ml de agua.

Tabla 08: *Características físicas de los microplásticos presentes en el agua de la Playa Puerto Eten*

Características	Muestra 1 (100 m)	Muestra 2 (200 m)	Muestra 3 (300 m)
Color	Azul, negro y amarillo	Azul, amarillo, rojo y negro	Azul, negro, amarillo y rojo
Forma	fibras, fragmentos y pellets	Fragmentos y fibras	Fragmentos y fibras
Cantidad	10	17	20

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 08, se observó que en la playa Puerto Eten, los microplásticos que mayormente se encuentran presentes en las tres muestras son los de color azul, amarillo y negro, por otro lado, también están los microplásticos que poseen color rojo. Asimismo, en todas las muestras se encontró microplástico con forma de fibras, fragmentos y pellets. En cuanto a la cantidad de presencia de microplástico, la muestra 3 contó con mayor cantidad de este contaminante, haciendo un total de 20 microplásticos presentes en 100 ml de agua.

Con respecto al segundo objetivo: describir las causas de la presencia del microplástico en el ecosistema marino de las playas de la provincia de Chiclayo, tenemos la siguiente tabla:

Tabla 09: *Causas de la presencia de microplástico en las playas de la provincia de Chiclayo.*

Playa	Causas
Pimentel	<ul style="list-style-type: none"> - Turismo. - El constante tránsito de personas por la playa. - Actividades que realizan directamente en las playas como fiestas, matrimonios, cumpleaños, bautizos, etc. - Ingreso de aguas residuales - Caballitos de totora y barcas asentadas en la arena. - Baja educación ambiental en la población.
Santa Rosa	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades que realizan directamente en las playas como la pesca artesanal. - Barcas asentadas en la arena. - Pesca artesanal.
Puerto Eten	<ul style="list-style-type: none"> - Producto de la acción del viento y la lluvia los microplásticos pueden terminar en el mar. - Turismo. - Barcas asentadas en la arena.

Fuente: Elaboración propia.

Mediante la Tabla N° 09, se describió que las causas que hacen que se de la presencia de microplásticos en las tres playas en común son las barcas asentadas en la arena, en cambio, de manera específica en cuanto a la playa Pimentel es en especial a las actividades antropogénicas y el turismo, así como en la playa Puerto Eten, pero en Santa Rosa se debe especialmente a las actividades pesqueras.

De acuerdo con el tercer objetivo, comparar la cantidad de microplásticos en las playas de la provincia de Chiclayo, obteniéndose los siguientes datos, donde se comparará la mayor y menor presencia de microplástico en la arena y en el agua de las playas.

Tabla 10. Comparación de microplásticos en la arena y el agua en las playas de la provincia de Chiclayo.

Análisis de arena				
Playas	M1	M2	M3	Peso total
Pimentel	0.0367 gr	0.0200 gr	0.0293 gr	0.0860 gr
Santa Rosa	0.1895 gr	0.1293 gr	0.0692 gr	0.3880 gr
Puerto Eten	0.0062 g	0.0358 g	0.0210 gr	0.0630 gr

Análisis de agua				
Playas	M1	M2	M3	Cantidad total
Pimentel	15	20	26	61
Santa Rosa	11	16	23	50
Puerto Eten	10	17	20	47

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la tabla N° 10, se ha realizado la comparación de la cantidad de microplástico en la arena y agua de las playas de la provincia de Chiclayo, con respecto al análisis de arena la playa Santa Rosa tiene mayor cantidad de microplástico a diferencia de las demás playas, así mismo, en el análisis de agua la playa Pimentel es la playa que contiene más cantidad de microplástico.

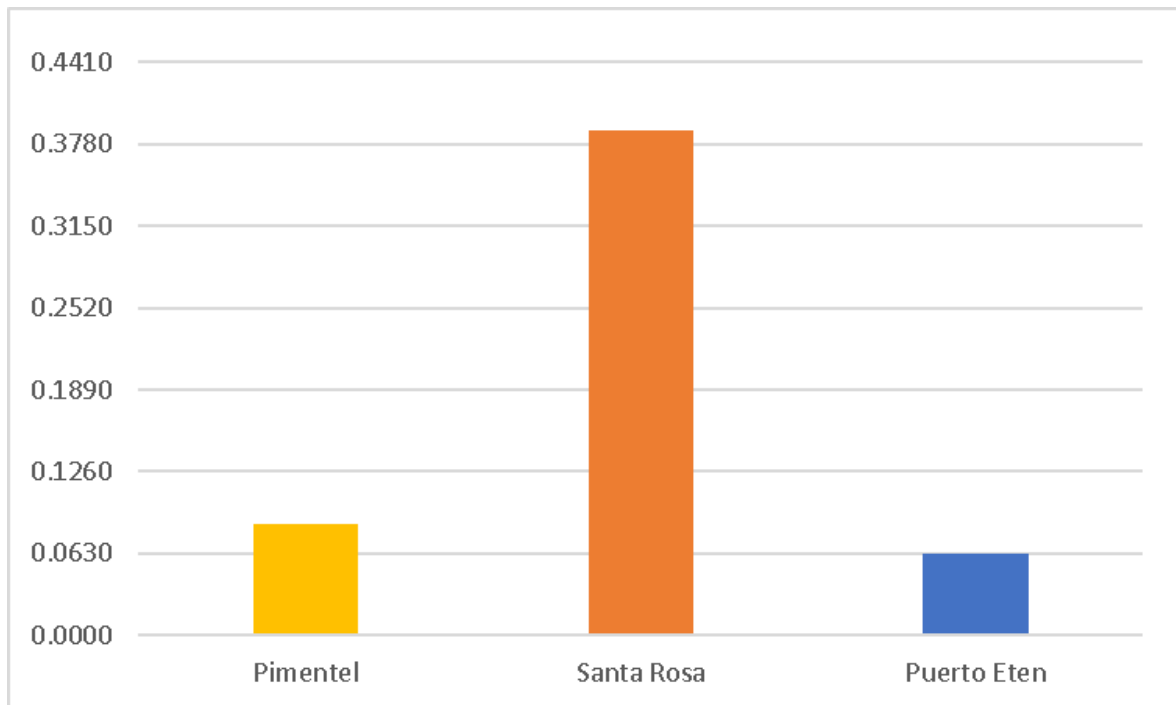


Figura 1. Comparación del peso de microplásticos presentes en la arena de las playas de la provincia de Chiclayo.

Los datos mostrados en la figura resaltan que la playa Santa Rosa presenta una mayor presencia de microplásticos en la arena, haciendo un total de peso de todas sus muestras con 0.3880 gr, luego en menor cantidad está la playa de Pimentel con 0.0860 gr, por último, la playa Puerto Eten con 0.0630 gr de microplásticos presentes.

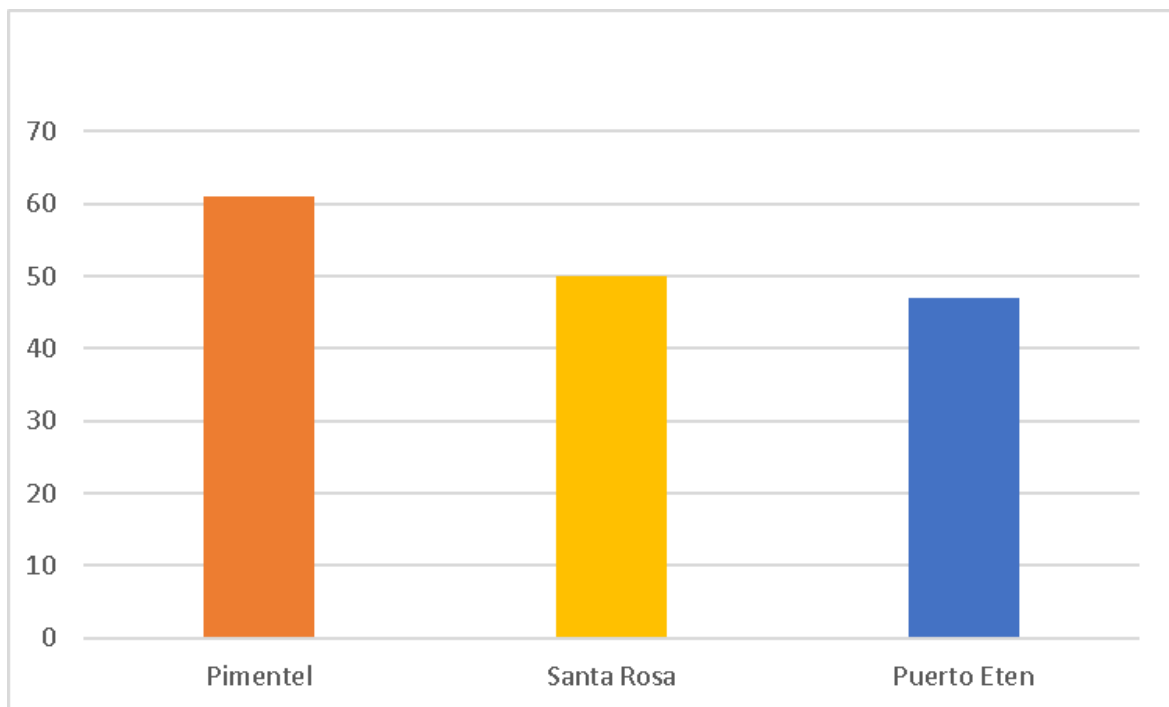


Figura 2. Cantidad de microplásticos en el agua de las playas de la provincia de Chiclayo.

De acuerdo, a la figura 2, la playa Pimentel contenía 61 piezas de microplásticos como suma total de todas sus muestras, lo que hace que tenga una mayor presencia de microplásticos en el agua comparada con las demás playas, en donde Santa Rosa se halló un total de 50 piezas y en Puerto Eten 47 piezas de microplásticos.

V. DISCUSIÓN

En base a los resultados obtenidos en el análisis de características físicas de los microplásticos presentes en arena y agua de la playa Pimentel, Santa Rosa y Puerto Eten, con relación a los colores se encontró microplásticos de color azul, rojo, verde, amarillo, negro, celeste, marrón, blanco y anaranjado, y en el agua se encontró microplásticos de color azul, rojo, amarillo y negro con una forma de fibras, fragmentos y pellets, en el trabajo de investigación de Escobar et. al (2018) y Lino (2020), en el cual tuvieron como objetivo determinar el nivel de microplástico en las especias debido a la presencia de microplástico en el agua, se detectó la mayoría de las partículas ingeridas estuvieron representadas por fibras (70 %), donde el color azul fue el color más dominante en las características del plástico hallado.

Asimismo, Ríos (2017) e Iannacone et al. (2021) los colores coincidieron en las muestras de la playa fueron: azul, blanco, negro, amarillo, y rojo la cual son los colores más representativos encontrados en las playas, donde los colores coinciden con las muestras analizadas de las playas (Puerto Eten, Santa Rosa, Pimentel) ubicadas en la provincia de Chiclayo. En la misma línea, el autor Díaz (2020), registró, en la playa de Pimentel, que además de encontrarse microplásticos que poseían colores como azul, rojo, blanco, entre otros, estos pertenecían a las características de ser PP, PET, HDPE y LDPE.

En relación, a la muestra 4 de la playa de Pimentel y Puerto Eten, que fueron tomadas en las zonas donde se llevan a cabo actividades pesqueras, estas contienen mayor contaminación y presencia de microplástico ante las demás muestras que se han tomado. Los autores Molina y Rosales (2019) determinaron que las actividades de pesca son los principales contribuyentes a la contaminación plástica, de modo que aumenta la presencia de microplásticos, y que esto podría llegar a afectar al ecosistema marino.

De acuerdo, a los resultados de los análisis sobre la identificación del color de los microplásticos en las 3 playas (Pimentel, Puerto Eten, Santa Rosa) todas ellas ubicadas en la provincia de Chiclayo, indica que el aumento excesivo de microplásticos en las playas afecta a la fauna marina por la confusión de los colores al momento de ingerir sus alimentos, asimismo ocasiona un impacto en la salud humana, generado mediante la cadena trófica.

Los fragmentos encontrados en las playas de la provincia de Chiclayo se originaron producto de las actividades pesqueras, turismo y recreación, el sistema de desagüe también, contiene gran cantidad de fragmentos la cual genera un impacto en la fauna marina al ser consumido como parte de su alimentación incrementando la contaminación ecológica.

Con respecto, a los resultados del análisis de agua lo que se ha encontrado en mayor proporción es microplásticos en forma de fibras y fragmentos, microplásticos de diferentes colores y tamaños, estas características llevan a una consecuencia muy grave que es asfixia y muerte de la fauna marina, también problemas de salud en el ser humano que se genera por medio de la cadena trófica. Pérez et al. 2020, reporta que los excrementos examinados de las especies contenían fragmentos y fibras, en su mayoría de color azul, confirmamos que el 81,5% de los fragmentos y fibras eran de origen antropogénico, pero solamente el 30% eran polímeros.

Los fragmentos y las fibras son los microplásticos más abundantes en el agua, donde las aguas residuales actúan como fuentes que contienen microplásticos de fibras y fragmentos, así como el uso cotidiano de prendas de vestir hechas de distintos polímeros como el poliéster y la inadecuada gestión de los residuos sólidos en las playas.

Por otro lado, las causas de la presencia de microplásticos en cada una de las tres playas de la provincia de Chiclayo pueden ser diversas, pero aun así tienen una causa en común, que es las barcas asentadas en sus costas, aunque en mayor cantidad se da en la playa de Santa Rosa, así como la pesca artesanal que se realiza en la zona, lo que conlleva a que sean las principales razones que generan la presencia de microplásticos en este lugar.

La mayor parte de la contaminación por microplásticos en la playa de Pimentel se debe a que se realizan una variedad de actividades antropogénicas, en especial al ser un lugar turístico del departamento de Lambayeque, en esta misma línea los autores Molina y Rosales (2019) en su estudio mencionan que las actividades recreativas, religiosas y de pesca son los principales contribuyentes a la contaminación plástica en las playas, lo que se confirma por la gran cantidad de microplástico encontrado.

Asimismo, el turismo es una de las causas que colabora a la existencia de microplásticos en las playas, y esta se da tanto en la playa de Pimentel como en la de Puerto Eten, es más, Cruz (2020) en su investigación específica que en las playas los residuos presentes pueden ser resultado de lo que los turistas comúnmente llevan o el comercio ambulatorio vende, bebidas y comida en recipientes desechables o de un sólo uso (botellas, platos o vasos), lo que conlleva a que se genera una contaminación al no ser gestionados de la manera adecuada, por lo que ocasiona el aumento de microplásticos con el tiempo en las playas.

Son muchos los factores que influyen en la acelerada producción de microplástico, la cual los residuos son arrojados directamente a las playas, otra fuente de ingreso de microplástico es la influencia de los vientos que lleva de un lugar a otro, también las visitas de los turistas en temporadas son las causas de que en las playas analizadas se haya encontrado presencia de microplásticos en el agua y arena.

Con relación a los resultados alcanzados al comparar la presencia de microplásticos en cada playa, Santa Rosa, fue la que más posee microplásticos en la arena teniendo un peso total de todas sus muestras de 0,3880 gr; en cambio en el agua, la playa Pimentel fue la que tenía una mayor cantidad de microplásticos, contando con la presencia de 61 piezas totales de microplásticos, mientras que la Puerto Eten fue la playa que menor tuvo microplásticos en comparación de las otras dos playas, tanto en arena como en agua.

El impacto ambiental y en la salud generado por microplástico en las condiciones de vida de la fauna marina, es significativo, Díaz (2020) a diferencia de Ríos (2017), consolida que los impactos al medio ambiente en particular a la cadena trófica del ecosistema marino se deben a la ingesta de la fauna y asimismo a la acumulación de estos microplásticos en la fauna marina, lo que en consecuencia genera la asfixia y hasta la propia muerte de las especies.

La playa Pimentel es la que contiene mayor cantidad de microplástico en agua encontrándose más de 26 microplásticos por muestra de 100 ml de agua y eso es debido que recibe las aguas servidas de toda la población, conteniendo en su totalidad fibras y fragmentos, afectando a las especies que se encuentran en el fondo del mar, un estudio de las naciones unidas determinó que el 90 % de los microplásticos se encuentran enterrados en el fondo del mar mientras el 10 % se encuentra flotando en la superficie.

VI. CONCLUSIONES

1. El nivel de microplásticos en las tres playas de la provincia de Chiclayo, fueron determinados mediante la cantidad de ítems encontrados en la muestra de agua, comparándose con los parámetros establecidos, para la playa Pimentel el promedio es de 20.33 ítems donde corresponde a un nivel CONTROL, para la playa Santa Rosa el promedio es de 16.67 la cual pertenece a un nivel CONTROL, para la playa Puerto Eten el promedio de los resultados es de 15.67 perteneciendo a un nivel CONTROL. Se puede decir que las 3 playas analizadas con respecto al agua no se encuentran en un nivel ALERTA, pero si existe un nivel CONTROL de contaminación por microplásticos por lo que se requiere seguir realizando estudios para prevenir los impactos.
2. El nivel de microplásticos en las tres playas de la provincia de Chiclayo, fueron determinados mediante la cantidad de ítems encontrados en la muestra de arena, comparándose con los parámetros establecidos, la playa Pimentel, el promedio de los ítems es de 26.67 donde corresponde a un nivel CONTROL, para la playa Santa Rosa el promedio es de 13.33 la cual pertenece a un nivel CONTROL, para la playa Puerto Eten el promedio de los resultados es de 5 perteneciendo a un nivel ÓPTIMO. Se puede decir que las 3 playas analizadas con respecto a la arena no se encuentran en un nivel ALERTA, pero si existe un nivel CONTROL de contaminación por microplásticos en dos playas que es Santa Rosa y Pimentel a diferencia de la playa Puerto Eten que está en un nivel ÓPTIMO. por lo que se requiere seguir realizando estudios para prevenir los impactos.
3. Las características del microplásticos presentes en la arena de las playas de la provincia de Chiclayo, coinciden en los colores la cual son: verde, amarillo, negro, celeste, marrón, blanco y anaranjado, el tamaño de los microplásticos encontrados en las playas son de 1 a 5 mm, así mismo, en el agua coinciden los colores del microplástico, mayormente de color rojo y azul, con una forma de fragmentos, fibras y pellets, donde su manera de

ingresar al ecosistema marino es de diversas maneras y actividades que realizan en cada playa.

4. La presencia de microplásticos en el ecosistema marino de las playas de Chiclayo se ha generado por múltiples causas, principalmente porque las personas no tienen una adecuada educación ambiental, realizando así diferentes actividades al aire libre abandonando los residuos como bolsas plásticas que con el tiempo se convierte en microplástico. Los efectos del microplástico en el ecosistema marino son adversos, causados por los microplásticos debido a los diferentes productos que ingresan al mar y muchos de ellos contienen químicos entre otras sustancias tóxicas, la cual ocasiona una serie de daños internos y intoxicación a la fauna marina, debido a la ingesta indiscriminada, aumentando cada vez más la muerte acelerada de las especies presentes en las playas y con ello la alteración de la cadena trófica.

5. De acuerdo a los análisis, las características físicas de los microplásticos presentes en el agua y arena de las playas (Pimentel, Santa Rosa y Puerto Eten) de la provincia de Chiclayo, se concluye que en el análisis de arena la playa Santa Rosa presenta mayor cantidad de microplástico, en el lugar donde se encuentran las barcas existe más cantidad de microplástico debido que hay plásticos que cubren las barcas y se encuentran en proceso de descomposición que con el tiempo se convierte en partículas pequeñas, con respecto al análisis de agua la playa con mayor presencia de microplástico y las más contaminada es Pimentel, según resultados de los análisis se puede manifestar que a mayor distancia de la orilla existe más contaminación y presencia de fibras, fragmentos y pellets producto de la descomposición de los microplásticos.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a las autoridades Municipales de los Distritos de Pimentel, Santa Rosa y Puerto Eten, supervisar el nivel de contaminación en el que se encuentran las playas dos veces al año para que de esta manera se pueda realizar una limpieza correspondiente a cada playa.
2. Asimismo, se recomienda a las autoridades Municipales planificar estrategias haciendo el uso de las 3R (reducir, reciclar y rehusar) de modo que se proporcione a los residuos sólidos una segunda vida y disminuir la contaminación por plásticos.
3. También, se recomienda a las autoridades del Ministerio de Educación y autoridades municipales, realizar campaña de educación ambiental, sobre los problemas que se derivan a causa del microplástico para que de esta manera se pueda profundizar la investigación y así se estaría disminuyendo el impacto en el ecosistema marinas de las playas de Chiclayo.
4. Se recomienda a las autoridades Municipales del Distrito de Pimentel tomar en forma periódica muestras en donde desembocan los drenes, para poder obtener más información sobre la cantidad y tipos de microplásticos que ingresan al mar a través de este tipo de fuentes contaminantes ya que estos drenes reciben el vertimiento de diversos tipos de aguas residuales.
5. Finalmente, se recomienda a las autoridades portuarias coordinar con las autoridades del Gobierno Regional para el mantenimiento periódico de los drenes que desembocan en la zona marítima.

REFERENCIAS

ANDRADY, Antony., 2017. The plastic in microplastics: A review. *Marine Pollution Bulletin*, vol. 119, no. 1, pp. 12-22. ISSN 0025-326X. DOI 10.1016/j.marpolbul.2017.01.082.

ALAN, David. *Procesos y fundamentos de la investigación científica*. 2017. 33 pp.

Cruz, Arely. *Evaluación de la calidad ambiental y su relación con la presencia de microplásticos en cinco playas mexicanas*. México: Universidad Autónoma Metropolitana. 2020. 224 pp.

CURREN, Emely. [et. al]. Marine microplastics in the ASEAN region: A review of the current state of knowledge 2021. *Environmental Pollution* [en línea], vol. 288, pp. 117776. [Consulta: 19 mayo 2022]. ISSN 0269-7491. DOI 10.1016/j.envpol.2021.117776. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749121013580>.

DE-LA-TORRE, Gabriel. *Microplásticos: una amenaza emergente para la seguridad alimentaria y la salud humana*. *Revista de ciencia y tecnología de los alimentos*, 2020. 57, 1601-1608.

DÍAZ, Milagritos. *Efecto de las actividades antropogénicas en la calidad del suelo de la playa de Pimentel – Lambayeque*. Tesis (Ingeniería Química). Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias, 2020. 61 pp.

ESCOBAR, Edward [et al]. *Impactos de la ingesta de residuos plásticos en peces*. 2018. 14 pp.

ESCOBAR, Paulo. *Análisis del impacto de los macro y microplásticos sobre la fauna marina 2021. Estado del Arte*. En: Accepted: 2021-06-23T20:52:39Z [en línea], [Consulta: 19 mayo 2022]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/53425>.

ELÍAS, R., *Mar del Plástico: una revisión del plástico en el mar*. 2015. 23 pp.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Los microplásticos en los sectores de pesca y acuicultura. Roma: FAO. 2019. 12 pp.

FERNÁNDEZ-OJEDA, C., MUNIZ, M.C., CARDOSO, R.P., DOS ANJOS, R.M., HUARINGA, E., NAKAZAKI, C., HENOSTROZA, A. y GARCÉS-ORDÓÑEZ, O., 2021. Plastic debris and natural food in two commercially important fish species from the coast of Peru. *Marine Pollution Bulletin*, vol. 173, pp. 113039. ISSN 0025-326X. DOI 10.1016/j.marpolbul.2021.113039.

GERMANOV, Elitza [*et al*]. Microplastics on the Menu: Plastics Pollute Indonesian Manta Ray and Whale Shark Feeding Grounds. *Frontiers in Marine Science*. (2019) 6:679. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2019.00679/full>

GEYER ROLAND, JAMBECK JENNA R., y LAW KARA LAVENDER, [2017]. Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, vol. 3, no. 7, pp. e1700782. DOI 10.1126/sciadv.1700782.

Hernández, Ángel. Estudio de niveles de contaminación por microplásticos en el lago de Coatepeque, Santa Ana, El Salvador. 2019. 13 pp.

IANNACONE, José [*et al*]. Microplásticos En Peces Marinos De Importancia Económica En Lima, Perú, Perú: *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 32, no. 2 (abril 23, 2021): e20038. Accedido septiembre 28, 2021. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/article/view/2003>

ICAPTU. Indicador de calidad ambiental sanitaria. 2018. Colombia. Disponible en <https://icaptu.info/public/indicador/6>.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Perú: Anuario de Estadísticas Ambientales 2014. Perú. 2015. 574pp.

KUTRALAM-MUNIASAMY, G., PÉREZ-GUEVARA, F., ELIZALDE-MARTÍNEZ, I. y SHRUTI, V.C., 2020. Review of current trends, advances and analytical challenges for microplastics contamination in Latin America. *Environmental Pollution*, vol. 267, pp. 115463. ISSN 0269-7491. DOI 10.1016/j.envpol.2020.115463.

LINO, Janín. 2020. Microplástico en el tracto digestivo de *Scomber japonicus*, *Opisthonema libertate* y *Auxis thazard*, comercializados en el puerto pesquero de Santa Rosa, provincia de Santa Elena-Ecuador. En: Accepted: 2020-01-22T23:19:49Z [en línea], [Consulta: 19 mayo 2022]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5246>.

MOUSALLI-KAYAT, Métodos y diseño de investigación cuantitativa. México: Mérida. 2015. 39 pp.

MOLINA, Brigitte y ROSALES, Kely. Caracterización de microplásticos y su identificación en peces de orilla en la playa Naplo - Lima 2019. Perú: Universidad César Vallejo. 2019. 96pp.

OBSERVATORIO AMBIENTAL DE LA UNIÓN EUROPEA. Concepto de Calidad Ambiental. [en línea]. 2010. [Fecha de consulta: 26 de abril de 2022] Disponible en: <http://www.observatorio-camaravalladolid.com/> Consultado

OCHOA, José y YUNKOR, Yurela. El estudio descriptivo en la investigación científica. Perú: Universidad Autónoma del Perú. 2021. 19 pp.

PEREZ-VENEGAS, D.J., TORO-VALDIVIESO, C., AYALA, F., BRITO, B., ITURRA, L., ARRIAGADA, M., SEGUEL, M., BARRIOS, C., SEPÚLVEDA, M., OLIVA, D., CÁRDENAS-ALAYZA, S., URBINA, M.A., JORQUERA, A., CASTRO-NALLAR, E. y GALBÁN-MALAGÓN, C., 2020. Monitoring the occurrence of microplastic ingestion in Otariids along the Peruvian and Chilean coasts. *Marine Pollution Bulletin*, vol. 153, pp. 110966. ISSN 0025-326X. DOI 10.1016/j.marpolbul.2020.110966.

REGIÓN DE MURCIA DIGITAL. Murcia: Calvín, J. 15 de enero de 2019. Disponible en: https://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c,365,m,2624,&r=ReP-9671-DETALLE_REPORTAJES

ROJO, Elisa y MONTOTO, Tania. Basuras marinas, plásticos y microplásticos: orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global [en línea]. España: Ecologistas en acción, enero 2017. [fecha de consulta: 18 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://accedacris.ulpgc.es/handle/10553/56275>

ISBN:978-84-946151-9-1

RUIZ, Jessica; MONTOYA, Carlos; DEL ANGEL, Erasto y MALDONADO, Soledad. Evidenciación de la presencia de microplásticos en agua, sedimento y tracto digestivo de tilapia (*Oreochromis Aureus*) proveniente de la laguna de Catemaco, Veracruz. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental) México: Instituto tecnológico superior de san andrés tuxtla. 2021. 174 pp. Disponible en: <https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/1210>

STACEY, Micaela. Análisis ecotoxicológicos para evaluar la bioacumulación de toxinas asociadas a la ingesta de microplásticos en manta rayas oceánicas (*mobula birostris*) de isla de la Plata-Ecuador. 2022.39 pp.

SIGHICELLI, María Microplastic pollution in the surface waters of Italian Subalpine Lakes.2018. *Environmental Pollution* [en línea], vol. 236, pp. 645-651. [Consulta: 19 mayo 2022]. ISSN 0269-7491. DOI 10.1016/j.envpol.2018.02.008. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749117345074>.

VARGAS, Zoila. La Investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. Revista Educación [en línea]. 31 de julio de 2009, vol. 33, n.º 1. [Fecha de consulta: 19 de octubre de 2021]. Disponible en <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/educacion/article/view/538>
ISSN: 0379-7082

PURCA, S. y HENOSTROZA, A., 2017. Presencia de microplásticos en cuatro playas arenosas de Perú. *Revista Peruana de Biología* [en línea], vol. 24, no. 1, pp. 101-106. [Consulta: 19 mayo 2022]. ISSN 1727-9933. DOI 10.15381/rpb.v24i1.12724. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/rpb/article/view/12724>.

Tekman, M. B. , Walther, B. A. , Peter, C. , Gutow, L. and Bergmann, M. 2022. Impacts of plastic pollution in the oceans on marine species, biodiversity and ecosystems, 1–221, WWF Germany, Berlin. Doi: 10.5281/ zenodo.5898684

ANEXOS

Anexo 01. Cuadro de operacionalización

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente: Presencia de microplástico	Microplástico es la degradación de plásticos grandes ... ya sea por su descomposición física o degradaciones químicas (oxidación, hidrólisis) que se va reduciendo en partículas y fibras más pequeñas, que a menudo son indetectables al ojo humano, puesto que estas partículas de plástico poseen un promedio de tamaño menor de 5 mm. (Rojo y Montoto, 2017)	Con las diversas muestras obtenidas se caracterizará el microplástico de acuerdo a las dimensiones que posee: - Tamaño - Color - Peso	Tamaño	mm	Razón
			Color	Azul Verde Amarillo Rojo Blanco Negro	Nominal
			Peso	g	Intervalo

Variable dependiente:	El ecosistema marino puede ser considerado como un todo en el planeta	La contaminación del ecosistema marino se determina de acuerdo si el ambiente de un individuo goza de un equilibrio biológico, ambiental y social.	Condición	Óptimo	Ordinal
Contaminación del ecosistema marino (arena y mar)	Tierra, que consiste en un ambiente físico específico o hábitat donde un grupo de organismos están íntimamente relacionados entre sí y con el ambiente de desarrollo (Calvín, 2019)			Control	
				Alerta	

Anexo 02: Muestra de arena extraída de la playa



Anexo 03: Muestras llevadas al laboratorio para ser analizadas



Anexo 04: Tamizaje de la muestra de arena.



Anexo 05: Extracción de los microplásticos en las muestras de arena.



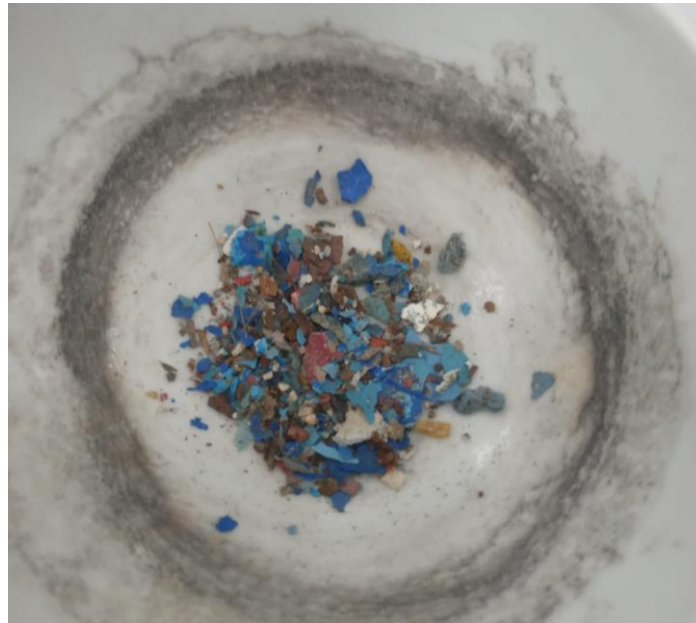
Anexo 06: Presencia de microplástico de 1mm - 5mm en una muestra de arena.



Anexo 07: Peso de la presencia de microplástico de las muestras de arena.



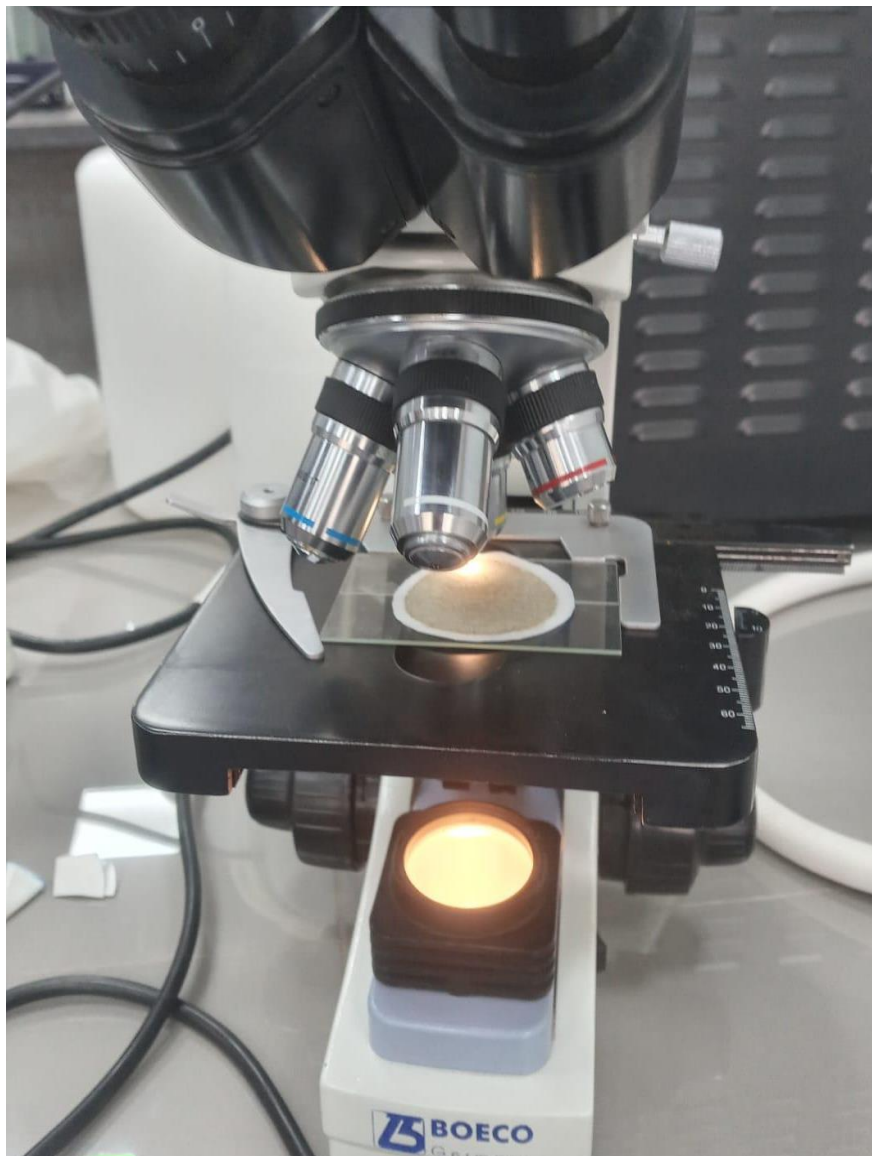
Anexo 08: Microplásticos presentes en la muestra 4 de arena la playa de Pimentel.



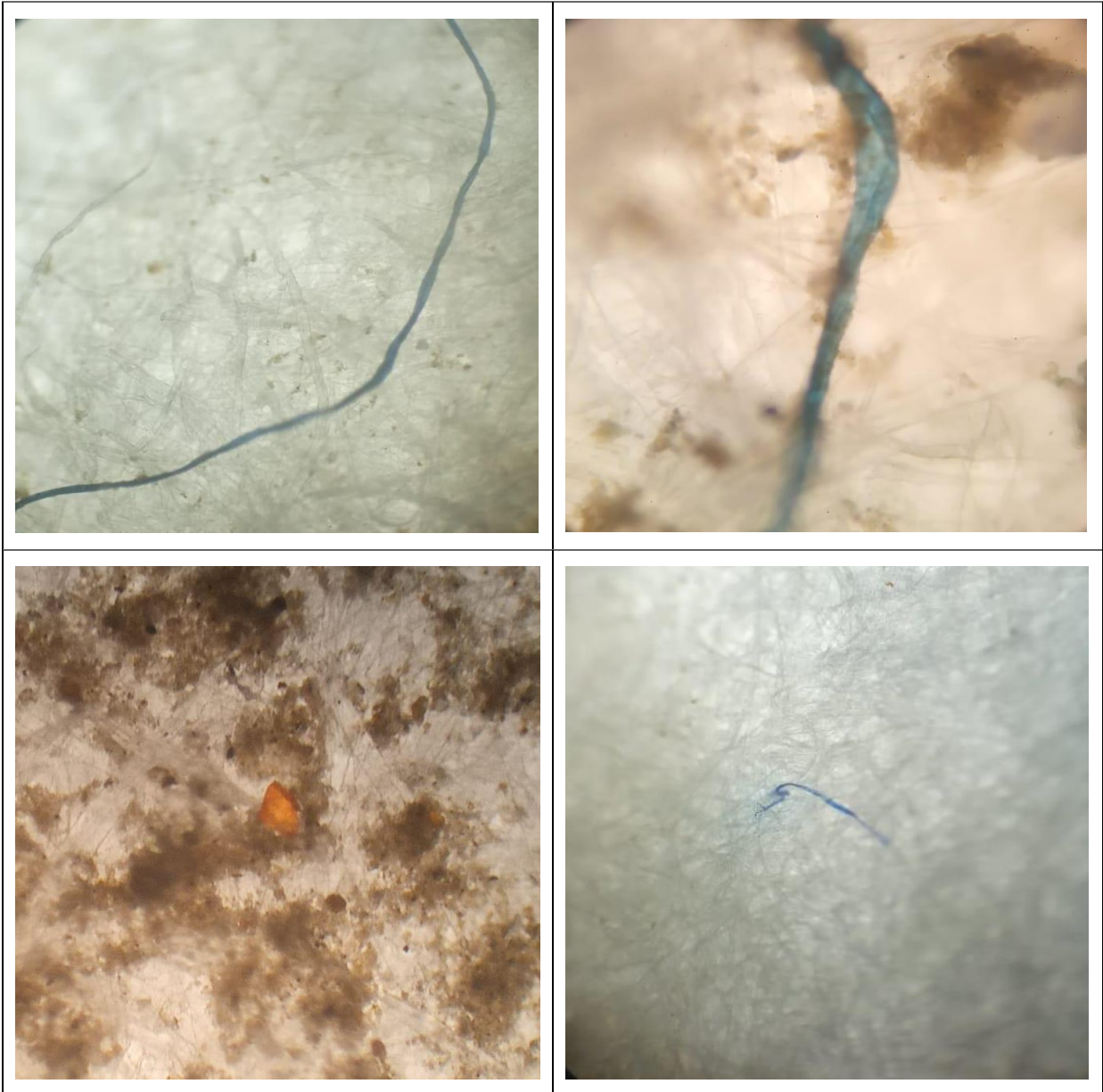
Anexo 09: Filtración del agua extraída del mar de las playas.



Anexo 10: El papel filtro posicionado en el microscopio.



Anexo 11: Visualización de los microplásticos en muestras de agua a través del microscopio.



LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA

TIPO DE ANÁLISIS : Análisis de características físicas de los microplásticos presentes en la arena y el agua en la Playa Pimentel, Santa Rosa y Puerto Eten.

USUARIOS : Odar Jauregui, Nicole Angie / Requejo Tenorio, Jhany Yodalith

N° DE MUESTRA 6

FECHA DE EMISIÓN : 18 de Octubre del 2022

RESULTADOS :

N° DE MUESTRA	COLOR	TAMAÑO	PESO
T1-M1	Amarillo, celeste, verde, anaranjado, azul, blanco	1mm - 5mm	0.0367 gr
T1-M2	Verde y azul	1mm - 2mm	0.0200 gr
T1-M3	Azul y amarillo	1mm - 4mm	0.0293 gr
T1-M4	Azul, rojo, verde, amarillo y blanco	1mm - 5mm	0.7037 gr
T2-M1	Azul, rojo, verde, amarillo y negro	1mm - 5mm	0.1895 gr
T2-M2	Azul, blanco y negro	1mm - 5mm	0.1293 gr
T2-M3	Azul, celeste, amarillo, negro y blanco	4mm - 5mm	0.0692 gr
T3-M1	Verde y azul	3mm - 5mm	0.0062 gr
T3-M2	Verde, azul y amarillo	3mm - 5mm	0.0358 gr
T3-M3	Negro y rojo	1mm - 3mm	0.0210 gr
T3-M4	Azul, rojo, celeste y amarillo	1mm - 5mm	0.4946 gr
N° DE MUESTRA	COLOR	FORMA	CANTIDAD
T4-M1 - (100 m)	Azul y verde	Fibras y fragmento	15
T4-M2 - (200 m)	Rojo y azul	Fibras, fragmentos y pellets	20
T4-M3 - (300 m)	Azul, verde, rojo, negro, marrón y blanco	Fibras, fragmentos y pellets	26
T5-M1 - (100 m)	Azul, rojo, amarillo, marron y negro	Fibras, fragmento y pellets	11
T5-M2 - (200 m)	Azul, negro, amarillo	Fibras, fragmento y pellets	16
T5-M3 - (300 m)	Azul, amarillo, rojo, marron, negro y blanco	Fibras, fragmento y pellets	23
T6-M1 - (100 m)	Azul, negro y amarillo	Fibras, fragmentos y pellets	10
T6-M2 - (200 m)	Azul, amarillo, rojo y negro	Fragmentos y fibras	17
T6-M3 - (300 m)	Azul, negro, amarillo y rojo	Fragmentos y fibras	20

Nota: La muestra fue tomada por el usuario, el laboratorio no se responsabiliza.



LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOTECNOLOGÍA

ING. CRISTIAN MICHEL GÓMEZ CORNEJO

CIP: 255514



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, PONCE AYALA JOSE ELIAS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Microplásticos en el ecosistema marino de las playas de la provincia de Chiclayo", cuyos autores son ODAR JAUREGUI NICOLE ANGIE, REQUEJO TENORIO JHANY YODALITH, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 11.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

CHICLAYO, 10 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
PONCE AYALA JOSE ELIAS DNI: 16491942 ORCID: 0000-0002-0190-3143	Firmado electrónicamente por: PAYALAJE el 12-12- 2022 09:50:45

Código documento Trilce: TRI - 0438543