

Presence of microplastics on six beaches in the department of La Libertad, 2022

Cedano-Zavaleta, Giamcarlo Jesús¹, Bachiller, Lujan-Rojas, Jessica Marleny¹, Magister, LLaque-Fernández, Grant Ilich, Magister¹, Valderrama-Puscan, Marlon Walter¹, Magister y Calvinapón-Alva, Flor Alicia, Doctora¹

¹Universidad Privada del Norte, Perú, n00170552@upn.pe, jessica.lujan@upn.pe, grant.llaque@upn.edu.pe, marlon.valderrama@upn.edu.pe y flor.calvanapon@upn.pe

Abstract– The presence of plastic on the beaches has generated that over time they degrade into particles of 5 to 1 mm, known as microplastics, in fact, being of micro size they can be ingested by different organisms, causing a highly worrying panorama for life. Therefore, the objective was to determine the significant difference in the presence of microplastics in quantity and weight in supralitoral and litoral zone of six beaches in La Libertad. For this, a quantitative approach was used and the type of research was descriptive, applied, cross-sectional, prospective, observational and non-experimental, the method used was inductive - deductive through ANOVA Statgraphics and Minitab, the technique was data collection and the. The instruments were the data collection sheets and the observation guides. According to the results with a significance level of 5%, the effect of the beach factor, the effect of the Zone (litoral and supralitoral) and the interaction of both effects are significant for the factorial model, since all the p-values (0.000) are less than 5. %, so it is concluded by stating that there are significant differences in the quantity and weight of microplastics found on the 6 beaches.

Keywords - microplastics, beach, zone

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).

ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

DO NOT REMOVE

Presence of microplastics on six beaches in the department of La Libertad, 2022

Presencia de microplásticos en seis playas del departamento de La Libertad, 2022

Cedano-Zavaleta, Giamcarlo Jesús¹, Bachiller, Lujan-Rojas, Jessica Marleny¹, Magister, LLaque-Fernández, Grant Ilich, Magister¹, Valderrama-Puscan, Marlon Walter¹, Magister y Calvanapón-Alva, Flor Alicia, Doctora¹

¹Universidad Privada del Norte, Perú, n00170552@upn.pe, jessica.lujan@upn.pe, grant.llaque@upn.edu.pe, marlon.valderrama@upn.edu.pe y flor.calvanapon@upn.pe

Resumen– *La presencia del plástico en las playas ha generado que a través del tiempo se degraden en partículas de 5 a 1 mm conocidas como microplásticos, en efecto, al ser de tamaño micro pueden ser ingeridos por diferentes organismos, ocasionando un panorama altamente preocupante para la vida. Por ello, se tuvo como objetivo determinar la diferencia significativa de la presencia de microplásticos en cantidad y peso en zonas supralitoral y litoral de seis playas de La Libertad. Para ello, se tuvo un enfoque cuantitativo y el tipo de investigación fue descriptivo, aplicado, transversal, prospectivo, observacional y no experimental, el método utilizado fue inductivo – deductivo mediante el ANOVA Statgraphics y Minitab, la técnica fue la recolección de datos y los instrumentos fueron las fichas de recolección de datos y las guías de observación. Según los resultados con un nivel de significancia del 5% el efecto de factor Playa, efecto de factor Zona (litoral y supralitoral) y el efecto de la Interacción de ambos son significativos para el modelo factorial al ser todos los p-valor (0.000) menor que 5%, por lo que se concluye afirmando que, si existe diferencias significativas en la cantidad y peso de microplásticos hallados en las 6 playas.*

Palabras Claves - microplásticos, playa, zona

I. INTRODUCCIÓN

Las playas abarcan aproximadamente el 40% del mundo, son importantes porque ofrecen diferentes servicios ambientales a la población y al medio ambiente, por ejemplo: el desarrollo de actividades recreativas y deportivas, el turismo, la explotación de minerales, la protección del oleaje, del viento y de tormentas, entre otros [1]. Lamentablemente, muchas de las playas se han visto afectadas por la mala disposición final del plástico, ocasionando que a través del tiempo y una vez en contacto con el frío, luz u oscuridad se degraden o rompan en fragmentos menores de 5 mm, conocidos hoy en día como microplásticos [2].

Es evidente la preocupación de estos micro contaminantes, tanto es así que, la Organización Mundial de Salud [OMS], anima a investigar el impacto de los microplásticos en el ambiente y en la salud, así como fomenta la reducción drástica del plástico [3]. Por otra parte, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], manifiesta

que los microplásticos han ganado cada vez más atención en la literatura científica, así como en medios de comunicación [4]. Hasta ahora, el Ministerio del Ambiente [MINAM], manifiesta que los microplásticos se han encontrado en faunas marinas (peces, moluscos, aves, tortugas, etc.) sal, agua de grifo, polvo ambiental y miel [5].

A nivel mundial, el 50% del total de residuos plásticos son de un solo uso, es más, se calcula que se utilizan alrededor de 5 billones de bolsas al año, de hecho, Filipinas es el responsable de verter más un tercio de plásticos en el océano, seguido de países asiáticos, tales como, India (12,92%), Malasia (7,46%), China (7,22%) e Indonesia (5,75%). Por otro lado, en América Latina, Brasil encabeza la lista con un porcentaje de 3.86%, seguido de Guatemala (0.73%), Haití (0.71%), República Dominicana (0.64%) y Venezuela (0.61%) [6].

En Perú, aproximadamente se utilizan 30 kilos de plástico por ciudadano, de hecho, en Lima Metropolitana y el Callao se generan al día aproximadamente 886 toneladas de residuos plásticos, representando el 46% de residuos a nivel nacional [7]. Sin embargo, el principal impacto de estos residuos se da a partir de su fragmentación (microplásticos). En Tumbes, se encontró presencia de microplásticos en la fauna bentónica [8]. Por otro lado, en Áncash se encontró presencia de microplásticos en peces y en camarones [9].

En el departamento de La Libertad, el uso del plástico se ha convertido en una necesidad para los pobladores, volviéndose habitual y constante. Lamentablemente, su mala disposición final ha ocasionado que sus residuos lleguen a parar en sus diferentes playas. Por si fuera poco, a través del tiempo se han ido rompiendo y degradando en fragmentos de 5-1 mm conocidos como microplásticos, y por acciones del oleaje y viento, parte de estos han llegado al mar, afectando a la biodiversidad marina.

El presente trabajo pertenece a la línea de investigación de Salud Pública y Poblaciones Vulnerables, así como a la sub línea Urbanismo, Saneamiento y Movilidad Urbana. Puesto que, actualmente las playas del departamento de La Libertad se han visto afectadas por la presencia de microplásticos, generando un panorama altamente preocupante para la vida, con tendencias de impactos que aún no comprendemos de

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).

ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

DO NOT REMOVE

forma exacta. Por ello, es idóneo realizar esta investigación a partir de la siguiente pregunta: ¿Se podrá determinar la diferencia significativa de la presencia de microplásticos en cantidad y peso en zonas supralitoral y litoral de seis playas del departamento de La Libertad?

Trabajos enfocados en analizar las características de los microplásticos, parten a partir de su extracción, caracterización y separación [10]. En este sentido, los microplásticos predominantes son de tipo secundario y en forma de fragmentos [11]. Así como, los más recurrentes son de tamaño de 1 - 5 mm, y de color blanco [12].

Por otro lado, los microplásticos causan un efecto en las actividades cotidianas, por ejemplo: los sectores de pesca y acuicultura son los responsables de generar una gran proporción de microplásticos [13]. Esto principalmente se debe a que la entrada de los microplásticos al ser humano se ha dado mediante el consumo de pescado [14], [15] y [16]. Además, los microplásticos han llegado a tener efectos en el sector agrónomo, debido a que el agua de riego es canalizada a partir de fuentes hídricas con presencia de microplásticos [17].

En lo que respecta a la extracción de microplásticos en playas arenosas, la metodología más utilizada es el muestreo por cuadrantes. Por ello, se describe a esta metodología, como un método de filtrado delimitado por cuadrantes uniformes [18] y [19]. Además, otro de los métodos de muestreo es mediante puntos de muestreo [20]. Por otra parte, con el fin de determinar la diferencia significativa en los valores obtenidos de las muestras, muchos autores utilizan el Análisis de Varianza (ANOVA) [21].

A lo largo de la historia han existido diferentes teorías acerca de los microplásticos, por ejemplo, su definición en relación con su tamaño ha generado una gran controversia. Muchos autores han definido a los microplásticos como micro contaminantes de dimensiones de 1 mm – 5 mm [22]. Sin embargo, otros autores definen a los microplásticos como micro contaminantes de dimensiones de 1 μ m - 1 mm [23]. A raíz de estas discrepancias, en el año 2017, por medio del Taller internacional de Investigación organizado por la Administración Nacional de los Océanos y la Atmósfera, se acordó formalmente que los tamaños de estos micro contaminantes parten a partir de los 5 mm hasta los 1 mm [24].

Otra de las teorías más debatidas acerca de los microplásticos surge a partir de su origen, en algunas investigaciones se señala que los microplásticos más recurrentes son de origen primario, es decir, a partir de los fragmentos de productos de uso personal [25]. Por otro lado, en otras investigaciones se señala que los microplásticos más recurrentes son de origen secundario, es decir, los que se forman a partir de la degradación de los plásticos (≥ 5 mm – 25 mm) o macroplásticos (≥ 25 mm) ya sea de forma química (oxidante), física (calor, luz) o microbiológica (degradación microbial) [26]. En esta línea, también se tiene como teoría a la magnitud, la cual se caracteriza por ser medible [27]. Por ello, a partir de datos de cantidad y peso de muestras de

microplásticos se puede identificar diferentes tipos de Magnitudes [28]. Generalmente, para este análisis se tiene dos tipos de magnitudes: en primer lugar, están las magnitudes fundamentales, las cuales mantienen un patrón previamente determinado, por ejemplo: la longitud (m), masa (kg), tiempo (s), entre otros. En segundo lugar, están las magnitudes derivadas, las cuales se les define como magnitudes formadas por dos o más magnitudes fundamentales, por ejemplo: el volumen (área x altura), densidad (masa/volumen), abundancia (cantidad/volumen), entre otros [29].

A partir de lo mencionado, esta investigación se justifica a raíz de los múltiples problemas que puede llegar a ocasionar la presencia de microplásticos en las playas costeras. Hasta ahora se sabe que los residuos plásticos en general duran aproximadamente entre 500 a 1000 años en degradarse, motivo por el cual muchas organizaciones realizan campañas de limpieza de playas. Sin embargo, existen micro contaminantes como los microplásticos que no son fáciles de retirar debido a su diminuto tamaño, por si fuera poco, por acciones del viento y del oleaje llegan al mar ocasionando una biomagnificación en las especies marinas, incluyendo el ser humano. Hoy es más que importante y necesario el interés en la ciencia en analizar la presencia de microplásticos en las playas, así como determinar su diferencia significativa, puesto que este resultado nos ayudará a proponer un plan estratégico para combatir esta problemática.

Por ello, el objetivo de este trabajo fue determinar la diferencia significativa de la presencia de microplásticos en cantidad y peso en zonas supralitoral y litoral de seis playas del departamento de La Libertad. Para ello, se identificó y cuantificó la presencia de microplásticos, se comparó la cantidad y peso de microplásticos, se comparó la cantidad de microplásticos entre la zona supralitoral y litoral, se identificó las magnitudes fundamentales y derivadas y finalmente se analizó y comparó las características físicas (forma y color) de la presencia de microplásticos.

Se espera que los resultados de este trabajo sirvan de base para la comunidad científica y para las diferentes instituciones interesadas en realizar investigaciones relacionadas con el tema. En este sentido, se tuvo como hipótesis que, si es posible determinar la diferencia significativa de la presencia de microplásticos en cantidad y peso en zonas supralitoral y litoral de seis playas del departamento de La Libertad.

II. METODOLOGÍA

El enfoque considerado para esta investigación fue cuantitativo, debido a que este mantiene un proceso secuencial y se caracteriza por ser medible, por utilizar cálculos matemáticos, y realizar conteos [30]. Además, este trabajo se caracteriza por ser descriptivo, aplicado, transversal, prospectivo, observacional y no experimental.

La población está compuesta por seis playas del departamento de La Libertad: Playa Puerto Morín, Playa

Salaverry, Playa Huanchaco, Playa Puerto Malabrigo, Playa Malecón Grau y Playa Cherrepe. Por otro lado, la muestra está delimitada por 8 muestras de arena de 0.5 m² (4 en la zona supralitoral y 4 en la zona litoral) para cada playa, teniendo un total de 48 muestras.

Para poder determinar la muestra se tuvieron que establecer diferentes criterios de inclusión y exclusión, siendo los siguientes.

TABLA I
CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

INCLUSIÓN	EXCLUSIÓN
<ul style="list-style-type: none"> - Las playas a muestrear deben estar en las mismas condiciones. - El área elegida debe ser lo más homogénea posible. - Las 4 muestras de cada transecto deben estar dentro de una línea de 90 m del área elegida. - Las 4 muestras de cada transecto deben tener una separación de 30 m cada una. - Las muestras deben estar delimitadas por cuadrantes de 50 x 50 cm. - La muestra del cuadrante debe tener una profundidad de 5 cm de espesor. 	<ul style="list-style-type: none"> - Las muestras no se deben tomar en tiempos de lluvia. - Las muestras no se deben tomar en tiempos de fuertes vientos. - Las muestras no se deben tomar en partes inundadas. - Los cuadrantes a muestrear no deben contener obstáculos, como piedras grandes, rocas u otros objetos. - Las muestras recolectadas no deben tener contacto con otro tipo de plástico.

A partir de los criterios de inclusión y exclusión para playas se pudo determinar la muestra a evaluar, para ello, se vio necesario establecer métodos, técnicas e instrumentos que ayuden a la recolección y análisis de datos dentro del problema de investigación.

TABLA II
MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE MUESTREO

MÉTODO	TÉCNICA	INSTRUMENTOS
Inductivo – Deductivo	Recolección de Datos	Ficha de recolección
Método Hermenéutico		Guías de Observación
		Registros

Con la finalidad de obtener muestras representativas en las playas del departamento de La Libertad se adaptaron diferentes metodologías, siguiendo el protocolo del Instituto Tecnológico y Ciencia del Océano de Corea [31] y [32]. Además, se tuvo como base la Guía Nacional de Muestreo de Suelos del Ministerio del Ambiente (D.S No 002-2013-MINAM) (MINAM, 2014) [33]. El mapa de ubicación de las playas analizadas se muestra en la Fig 1.

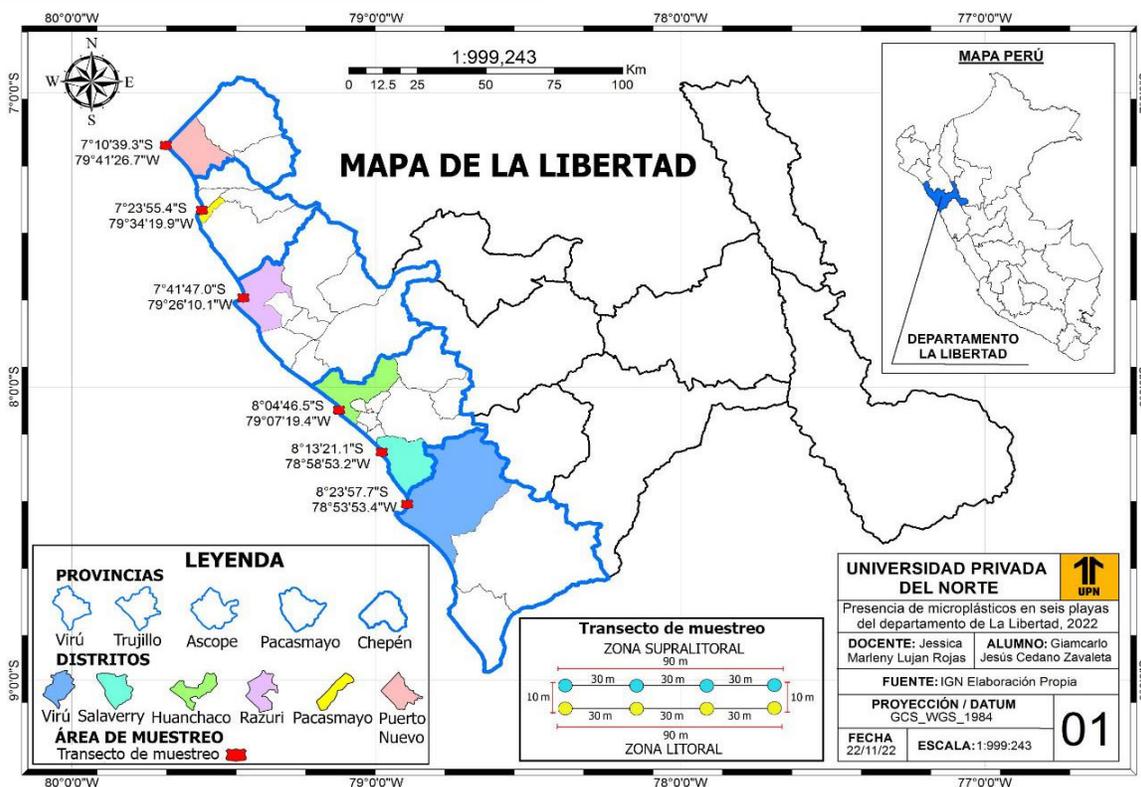


Fig. 1 Mapa de ubicación de las playas analizadas

La presente investigación tiene la validez y visto bueno de los docentes de la Universidad Privada del Norte, así como también cuenta con la certificación de validación y confiabilidad de los instrumentos utilizados.

El procedimiento en campo es el siguiente: como primer paso se delimitó el área a trabajar, para ello se trazaron 2 transectos de 90 metros para cada playa, uno en la zona supralitoral y otro en la zona litoral, seguidamente en cada

transecto se ubicaron 4 puntos de muestreo, todos con una separación de 30 metros. En total, se ubicaron 8 puntos de muestreo por cada playa, 4 en el transecto de la zona supralitoral y 4 en el transecto de la zona litoral.

Una vez identificado los 8 puntos de muestreo, se registró en una planilla los datos de las características de la ubicación de la zona. Luego se comenzó con el muestreo, para ello en cada punto trazado se colocó un marco de 50 x 50 cm hasta una profundidad de 5 cm, después con ayuda de una espátula de acero se tomó la arena contenida en los marcos y se almacenó en baldes metálicos. En cada uno de los puntos se tomó una única muestra, la cual estuvo registrada con el GPS. Por lo que al final se contó con 8 muestras para cada playa (4 en la zona supralitoral y 4 en la zona litoral).

Para el análisis de la cuantificación de los microplásticos se filtró las muestras almacenadas en los baldes por una Torre de Tamices con orificios entre 5 a 1 mm, por lo que los plásticos fuera de este rango quedaron descartados. En el caso de encontrar otro tipo de residuos (madera, conchas de mar, cartón, etc.), se deben retirar cuidadosamente. Por otro lado, en el caso de tener muestras de arena mojada, el método de filtrado se realizará con ayuda de agua de mar. Finalmente, los microplásticos retenidos fueron rotulados y colocados en placas petri para su posterior análisis físico en laboratorio.

El procedimiento en laboratorio fue el siguiente: En primer lugar, es importante aclarar que, si en el muestreo de campo se filtran una gran cantidad de microplásticos, se debe hacer un análisis previo de laboratorio. Este análisis se le conoce como separación por densidad, el cual consiste en preparar una solución saturada de cloruro de sodio (NaCl) (densidad 1.1) o cloruro de calcio (CaCl₂) (densidad 1.6), de preferencia se debe utilizar la solución de cloruro de calcio, ya que su densidad es mayor. Luego, en un vaso de precipitación de 100 ml se debe agregar 80 ml de la solución saturada de NaCl o CaCl₂. Seguidamente con ayuda de un agitador magnético se removerá por 5 minutos y se dejará reposar por 30 minutos, finalmente se filtrará por medio de la decantación usando un papel filtro.

En este caso, la cantidad de microplásticos filtrados en campo fue poca, por lo que el método de separación fue manual, realizándose con ayuda de una pinza metálica, una lupa y guías de observación. En este sentido, en laboratorio solo se analizaron las características físicas de los microplásticos (cantidad, peso, color, forma y tamaño). El peso se realizó mediante una balanza analítica previamente calibrada y certificada, por otro lado, la cantidad se realizó mediante un conteo manual, registrado en una ficha de conteo, en el caso del análisis de tamaño, todos los microplásticos se clasificaron entre 1 a 5 mm, finalmente el color y forma partieron a partir de la observación del investigador, la cual también fue registrada en una ficha de características físicas.

El Análisis de datos se realizó mediante el Análisis de Varianza (ANOVA) por medio del software Statgraphip, en el cual se buscó determinar la diferencia significativa, utilizando

un Análisis de dos factores para la cantidad y peso de microplásticos. Para ello se tomó a las playas como tratamientos y a los puntos de muestreo como repeticiones. Además, se utilizó MINITAB (versión 18) para el agrupamiento y comparación de medias.

Como aspectos éticos, esta investigación se realizó con información verídica, la cual fue respaldada y citada por diferentes investigaciones. Además, se respetaron los resultados del muestreo de microplásticos sin realizar ningún tipo de alteración o modificación. Por otro lado, para garantizar la autenticidad de los artículos mencionados y a la vez para brindar los créditos correspondientes se trabajó con el formato LACCEI 2023 para la redacción de toda la investigación.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con la finalidad de dar respuesta al objetivo general, se determinó la diferencia significativa de la presencia de microplásticos en cantidad y peso en zonas supralitoral y litoral de seis playas del departamento de La Libertad.

Para ello, primero se hizo el análisis de varianza de dos factores para la **CANTIDAD** de microplásticos. Como base se tomaron los datos recopilados en la toma de muestras (TABLA III).

TABLA III
IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LA CANTIDAD DE MICROPLÁSTICOS EN LAS SEIS PLAYAS MUESTREADAS

CANTIDAD DE MICROPLÁSTICOS						
PLAYA Y ZONA	Playa Puerto Morín	Playa Salaverry	Playa Huanchaco	Playa Puerto Malabrigo	Playa Malecón Grau	Playa Cherrepe
Zona Supralitoral	10	13	33	15	8	6
	9	13	32	10	7	6
	10	17	30	11	9	5
	8	20	31	10	6	4
Zona Litoral	4	13	20	4	5	5
	6	8	26	4	4	4
	5	8	15	5	3	4
	4	7	11	5	4	3

Planteamiento de las hipótesis:

Para el efecto del **Factor A** (Efecto de la Playa sobre la cantidad de microplásticos):

H₀: $\alpha_i = 0$ (No existe efecto del factor A)

H₁: al menos un $\alpha_i \neq 0$ (Existe efecto del factor A)

Para el efecto del **Factor B** (Efecto de la Zona sobre la cantidad de microplásticos):

H₀: $\beta_j = 0$ (No existe efecto del factor B)

H₁: al menos un $\beta_j \neq 0$ (Existe efecto del factor B)

Para el efecto del **Factor AB** (Efecto de la Interacción):

H₀: $(\alpha\beta)_{ij} = 0$ (No existe efecto de interacción)

H₁: Al menos un $(\alpha\beta)_{ij} \neq 0$ (Existe efecto de interacción)

Para probar si existe el efecto de interacción se usa el ANOVA considerando un nivel de significación del 5%.

TABLA IV
ANÁLISIS DE VARIANZA (CANTIDAD)

FUENTE	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón -F	Valor -P
Efectos Principales					
Factor A: (Playa)	2256.92	5	451.383	72.87	0.0000
Factor B: (Zona)	444.083	1	444.083	71.69	0.0000
Interacciones					
Factor AB (Interacción)	177.667	5	35.5333	5.74	0.0005
Residuos	223.0	36	6.19444		
TOTAL (Corregido)	3101.67	47			

Nota: Resultados obtenidos con el programa Statgraphics

A un nivel de significancia del 5% se rechaza la H_0 en todos los casos, por tanto, existe evidencia suficiente para afirmar que el efecto de: **Factor A** (Efecto Playa), **Factor B** (Efecto Zona) (litoral y supralitoral) y **Factor AB** (Interacción) son significativos para el modelo factorial al ser todos los p-valor (0.000) menor que el 5%, es decir, existe diferencias significativas en la cantidad media de microplásticos hallados en las 6 playas, y en las dos zonas (litoral y supralitoral) de la playa.

TABLA V
MEDIAS CON INTERVALOS DE CONFIANZA DE 95% (CANTIDAD)

Nivel	Casos	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior
Media Global	48	10.416			
PLAYA					
Cherrepe	8	4.63	0.87994	2.84038	6.40962
Huanchaco	8	24.75	0.87994	22.9654	26.5346
Malecón Grau	8	5.75	0.87994	3.96538	7.53462
Puerto Malabrigo	8	8.0	0.87994	6.21538	9.78462
Puerto Morín	8	7.0	0.87994	5.21538	8.78462
Salaverry	8	12.38	0.87994	10.5904	14.1596
ZONA					
Litoral	24	7.38	0.50803	6.34465	8.40535
Supralitoral	24	13.46	0.50803	12.428	14.4887
PLAYA*ZONA					
Cherrepe / Litoral	4	4.0	1.24443	1.47617	6.52383
Cherrepe / Supralitoral	4	5.25	1.24443	2.72617	7.77383
Huanchaco/Litoral	4	18.0	1.24443	15.4762	20.5238
Huanchaco/Supralitoral	4	31.5	1.24443	28.976	34.0238
Malecón Grau/Litoral	4	4.0	1.24443	1.4761	6.52383
Malecón Grau /Supralitoral	4	7.5	1.24443	4.9761	10.0238
Puerto Malabrigo /Litoral	4	4.5	1.24443	1.9761	7.02383
Puerto Malabrigo /Supralitoral	4	11.5	1.24443	8.9761	14.0238
Puerto Morín /Litoral	4	4.75	1.24443	2.2261	7.27383
Puerto Morín /Supralitoral	4	9.25	1.24443	6.7261	11.7738
Salaverry/Litoral	4	9.0	1.24443	6.4761	11.5238
Salaverry/Supralitoral	4	15.8	1.24443	13.226	18.2738

Nota: Resultados obtenidos con el programa Statgraphics



Fig. 2 Intervalo medio en gráfica de cajas y bigotes (Cantidad)

Analizando las pruebas de comparación de medias y las interacciones al 95% de confianza se puede afirmar que: Para el factor **PLAYA**, Huanchaco presentó la mayor cantidad media de microplásticos (24.75), mientras que Cherrepe presentó la menor cantidad media de microplásticos (4.63) (TABLA V y Fig 2). Por otro lado, para el factor **ZONA**, en la parte supralitoral se halla una mayor concentración media de microplásticos (13.46) en comparación con la parte litoral (7.38). Finalmente, para el factor **PLAYA*ZONA**, Huanchaco/Supralitoral presenta la mayor cantidad media de microplásticos (31.5) (TABLA V).

TABLA VI
AGRUPACIÓN DE INFORMACIÓN UTILIZANDO EL MÉTODO LSD DE FISHER Y UNA CONFIANZA DE 95% (CANTIDAD)

PLAYA*ZONA	N	Media	Agrupación			
Huanchaco / Supralitoral	4	31.50	A			
Huanchaco / Litoral	4	18.00	B			
Salaverry / Supralitoral	4	15.75	B			
Puerto Malabrigo / Supralitoral	4	11.50		C		
Puerto Morín / Supralitoral	4	9.25		C	D	
Salaverry / Litoral	4	9.00		C	D	
Malecón Grau / Supralitoral	4	7.50			D	E
Cherrepe / Supralitoral	4	5.25				E
Puerto Morín / Litoral	4	4.75				E
Puerto Malabrigo / Litoral	4	4.50				E
Cherrepe / Litoral	4	4.00				E
Malecón Grau / Litoral	4	4.00				E

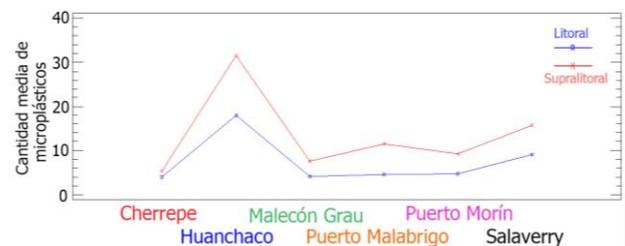


Fig. 3 Puntos de interacción de microplásticos (Cantidad)

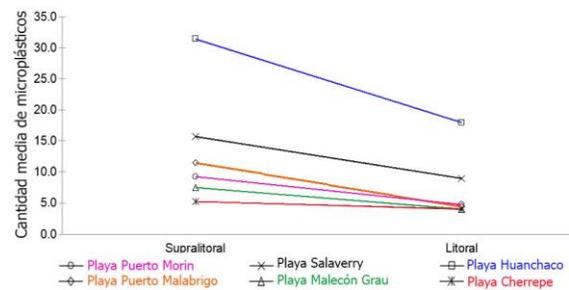


Fig. 4 Interacción de las zonas (supralitoral y litoral) (Cantidad)

Como se puede apreciar en la Fig 3 y Tabla VI, el punto de interacción más contaminado con una cantidad media de microplásticos significativamente superior (media=31.50) a los demás se encuentra en la Playa Huanchaco y en la Zona Supralitoral. Por el contrario, dos de los puntos menos contaminados son las playas de Cherrepe y Malecón Grau, ambos en la zona litoral. Por otro lado, en la Tabla VI las medias que no compartan una letra son significativamente diferentes. Finalmente, en la Fig 4 se puede apreciar que en todas las playas hay una menor presencia de microplásticos en la zona litoral que en la zona supralitoral.

Del mismo modo, se realizó el mismo análisis de varianza de dos factores para el PESO de microplásticos. Como base se tomaron los datos recopilados en la toma de muestras (TABLA VII).

TABLA VII
IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL PESO DE MICROPLÁSTICOS EN LAS SEIS PLAYAS MUESTREADAS

PESO DE MICROPLÁSTICOS						
PLAYA Y ZONA	Playa Puerto Morín	Playa Salaverry	Playa Huanchaco	Playa Puerto Malabrigo	Playa Malecón Grau	Playa Cherrepe
Zona Supralitoral	0.0438	0.0947	0.4715	0.0553	0.0458	0.0562
	0.0568	0.1075	0.3652	0.0905	0.0201	0.0664
	0.0695	0.1954	0.3303	0.0469	0.0286	0.0652
	0.0388	0.1400	0.3605	0.1006	0.0319	0.0665
Zona Litoral	0.0123	0.0829	0.1578	0.0243	0.0096	0.0262
	0.0170	0.0363	0.1139	0.0236	0.0108	0.0210
	0.0127	0.0380	0.0718	0.0198	0.0086	0.0185
	0.0158	0.0576	0.0548	0.0310	0.0101	0.0146

Planteamiento de las hipótesis:

Para el efecto del **Factor A** (Efecto de la Playa sobre el peso de microplásticos):

- $H_0: \alpha_i = 0$ (No existe efecto del factor A)
- $H_1: \text{al menos un } \alpha_i \neq 0$ (Existe efecto del factor A)

Para el efecto del **Factor B** (Efecto de la Zona sobre el peso de microplásticos):

- $H_0: \beta_j = 0$ (No existe efecto del factor B)
- $H_1: \text{al menos un } \beta_j \neq 0$ (Existe efecto del factor B)

Para el efecto del **Factor AB** (Efecto de la Interacción):

- $H_0: (\alpha\beta)_{ij} = 0$ (No existe efecto de interacción)
- $H_1: \text{Al menos un } (\alpha\beta)_{ij} \neq 0$ (Existe efecto de interacción)

Para probar si existe el efecto de interacción se usa el ANOVA considerando un nivel de significación del 5%.

TABLA VIII
ANÁLISIS DE VARIANZA (PESO)

FUENTE	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón -F	Valor -P
Efectos Principales					
Factor A: (Playa)	0.273149	5	0.0546298	69.07	0.0000
Factor B: (Zona)	0.088322	1	0.0883225	111.67	0.0000
Interacciones					
Factor AB (Interacción)	0.096413	5	0.0192827	24.38	0.0000
Residuos	0.028472	36	0.00079088		
TOTAL (Corregido)	0.486357	47			

A un nivel de significancia del 5% se rechaza la H_0 en todos los casos, por tanto, existe evidencia suficiente para afirmar que el efecto de: **Factor A** (Efecto Playa), **Factor B** (Efecto Zona) (litoral y supralitoral) y **Factor AB** (Interacción) son significativos para el modelo factorial al ser todos los p-valor (0.000) menor que 5%, es decir, existe diferencias significativas en el peso medio de microplásticos hallados en las 6 playas, y en las dos zonas (litoral y supralitoral) de la playa.

TABLA IX
MEDIAS CON INTERVALOS DE CONFIANZA DEL 95% (PESO)

Nivel	Casos	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior
Media Global	48	0.079937			
PLAYA					
Cherrepe	8	0.041825	0.009942	0.021659	0.06199
Huanchaco	8	0.240725	0.009942	0.22056	0.26089
Malecón Grau	8	0.020687	0.009942	0.000522	0.04085
Puerto Malabrigo	8	0.049000	0.009942	0.028834	0.06916
Puerto Morín	8	0.033337	0.009942	0.013172	0.05350
Salaverry	8	0.09405	0.009942	0.073884	0.11421
ZONA					
Litoral	24	0.037041	0.005740	0.025399	0.04868
Supralitoral	24	0.122833	0.005740	0.111191	0.13447
PLAYA*ZONA					
Cherrepe/Litoral	4	0.020075	0.014061	-0.008442	0.04859
Cherrepe/Supralitoral	4	0.063575	0.014061	0.035057	0.09209
Huanchaco/Litoral	4	0.099575	0.014061	0.071057	0.12809
Huanchaco/Supralitoral	4	0.381875	0.014061	0.353357	0.41039
Malecón Grau /Litoral	4	0.00977	0.014061	-0.018742	0.03829
Malecón Grau /Supralitoral	4	0.0316	0.014061	0.003082	0.06011
Puerto Malabrigo /Litoral	4	0.02467	0.014061	-0.003842	0.05319
Puerto Malabrigo /Supralitoral	4	0.07332	0.014061	0.044807	0.10184
Puerto Morín/Litoral	4	0.01445	0.014061	-0.014067	0.04296
Puerto Morín /Supralitoral	4	0.05222	0.014061	0.023707	0.08074
Salaverry Litoral	4	0.0537	0.014061	0.025182	0.08221
Salaverry/Supralitoral	4	0.1344	0.014061	0.105882	0.16291

Nota: Resultados obtenidos con el programa Statgraphics

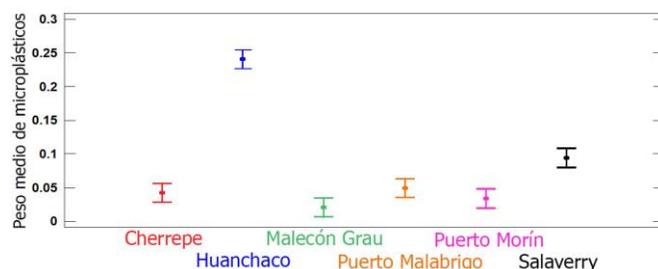


Fig. 5 Intervalo medio en gráfica de cajas y bigotes (Peso)

Analizando las pruebas de comparación de medias y las interacciones al 95% de confianza se puede afirmar que: Para el factor **PLAYA**, Huanchaco presentó un mayor peso medio (0.240725g), mientras que Malecón Grau presentó el menor peso medio de microplásticos (0.020687g) (TABLA IX y Fig

5). Por otro lado, para el factor **ZONA**, en la parte supralitoral se halla un mayor peso medio de microplásticos (0.122833g) en comparación con la parte litoral (0.037041g). Finalmente, para el factor **PLAYA*ZONA**, Huanchaco/Supralitoral presentó el mayor peso medio de microplásticos (0.381875) (TABLA IX).

TABLA X
AGRUPACIÓN DE INFORMACIÓN UTILIZANDO EL MÉTODO LSD DE FISHER Y UNA CONFIANZA DE 95% (PESO)

PLAYA*ZONA	N	Media	Agrupación						
Huanchaco/Supralitoral	4	0.3819	A						
Salaverry/Supralitoral	4	0.1344		B					
Huanchaco/Litoral	4	0.0996		B	C				
Puerto Malabrigo/Supralitora	4	0.0733			C	D			
Cherrepe/Supralitoral	4	0.0636			C	D	E		
Salaverry/Litoral	4	0.0537				D	E	F	
Puerto Morín/Supralitoral	4	0.0522				D	E	F	
Malecón Grau /Supralitoral	4	0.0316					E	F	G
Puerto Malabrigo/Litoral	4	0.0247					E	F	G
Cherrepe / Litoral	4	0.0201						F	G
Puerto Morín / Litoral	4	0.0144						F	G
Malecón Grau / Litoral	4	0.0098							G

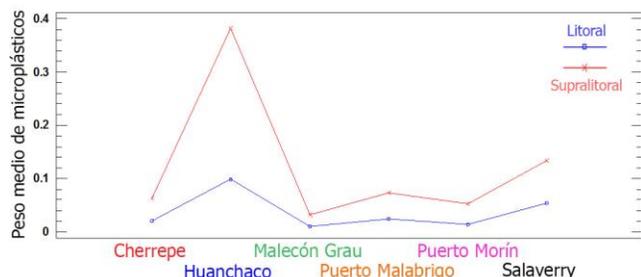


Fig. 6 Puntos de interacción de microplásticos (Peso)

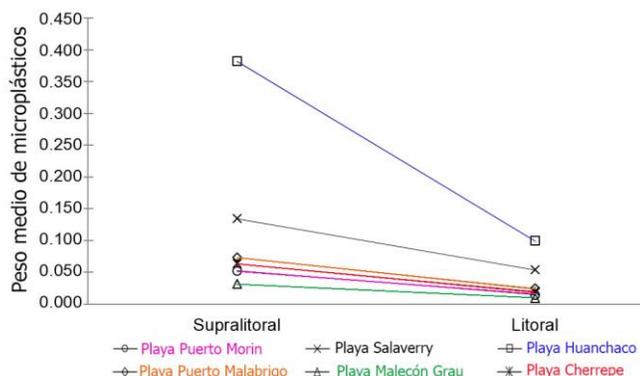


Fig. 7 Interacción de las zonas (supralitoral y litoral) (Peso)

Como se puede apreciar en la Fig 6 y Tabla X, el punto de interacción más contaminado con un peso medio de microplásticos significativamente superior (0.3819g) a los demás, se encuentra en la playa huanchaco y en la parte supralitoral. Por el contrario, dos de los puntos menos contaminados en gramos de microplásticos son las playas de Malecón Grau y Puerto Morín, ambos en la zona litoral. Por otro lado, en la Tabla X las medias que no compartan una letra son significativamente diferentes. Finalmente, en la Fig 7 se

puede apreciar que en todas las playas hay una menor presencia de microplásticos en la zona litoral que en la zona supralitoral.

Por otro lado, con el fin de dar respuesta a los objetivos específicos, se comparó la cantidad y peso de los microplásticos. Según los resultados se identificó que la playa con mayor cantidad y peso de microplásticos fue la Playa de Huanchaco con un porcentaje total del 39.6% y 50.2% respectivamente (Fig 8 y 9).

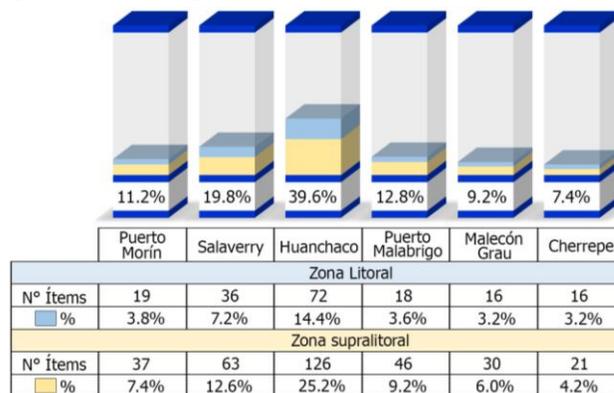


Fig 8. Comparación de la Cantidad de microplásticos en las seis playas

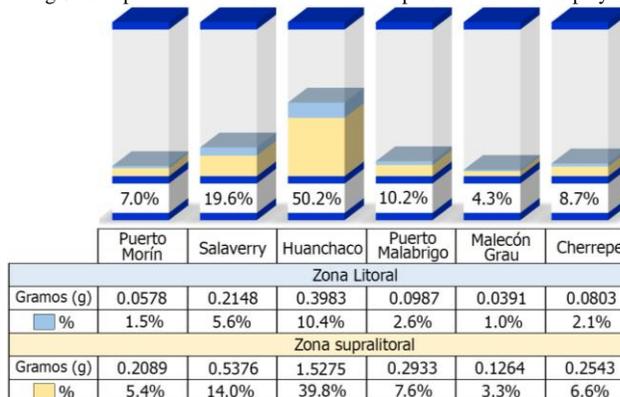


Fig. 9 Comparación del Peso de microplásticos en las seis playas

Así mismo, se comparó la cantidad total de microplásticos de cada playa en la Zona Supralitoral y Zona Litoral. Según los resultados, se pudo identificar que de forma general se obtuvo que el porcentaje total para la Zona Supralitoral fue de 64.6%, mientras que en la Zona Litoral fue de 35.4% (Fig 10).

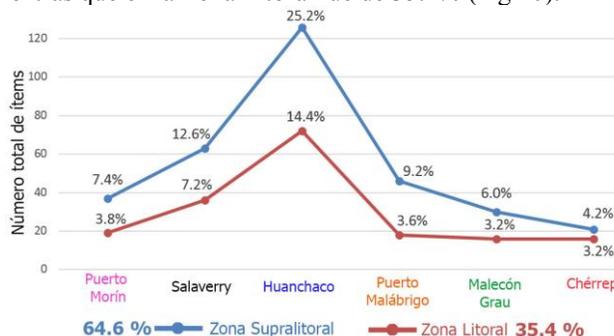


Fig. 10 Comparación de microplásticos entre la zona supralitoral y litoral

Además, se identificó las magnitudes de la presencia de microplásticos en las seis playas de La Libertad (TABLA XI)

Tabla XI
TIPOS DE MAGNITUDES EN LAS MUESTRAS DE MICROPLÁSTICOS

ZONA SUPRALITORAL							
MAGNITUD	UNIDAD	Playa Puerto Morin	Playa Salaverry	Playa Huanchaco	Playa Puerto Malabrigo	Playa Malecón Grau	Playa Cherrepe
MAGNITUD FUNDAMENTAL							
CANTIDAD	Ítems de Microplásticos	37	63	126	46	30	21
MASA (PESO)	(g)	0.2089	0.5376	1.5275	0.2933	0.1264	0.2543
MAGNITUD DERIVADA							
VOLUMEN (área x altura)	cm ³	50000	50000	50000	50000	50000	50000
DENSIDAD (masa/volumen)	g/cm ³	4.18E-06	1.08E-05	3.06E-05	5.87E-06	2.53E-06	5.09E-06
ABUNDANCIA (cantidad/volumen)	Ítems de Microplásticos/cm ³	0.00074	0.00126	0.00252	0.00092	0.0006	0.00042
ZONA LITORAL							
MAGNITUD FUNDAMENTAL							
CANTIDAD	Ítems de Microplásticos	19	36	72	18	16	16
MASA (PESO)	(g)	0.0578	0.2148	0.3983	0.0987	0.0391	0.0803
MAGNITUD DERIVADA							
VOLUMEN (área x altura)	cm ³	50000	50000	50000	50000	50000	50000
DENSIDAD (masa/volumen)	g/cm ³	1.16E-06	4.30E-06	7.97E-06	1.97E-06	7.82E-07	1.61E-06
ABUNDANCIA (cantidad/volumen)	Ítems de Microplásticos/cm ³	0.00038	0.00072	0.00144	0.00036	0.00032	0.00032

Finalmente, se analizó las características físicas de la presencia de microplásticos (Fig 11 y Fig 12)

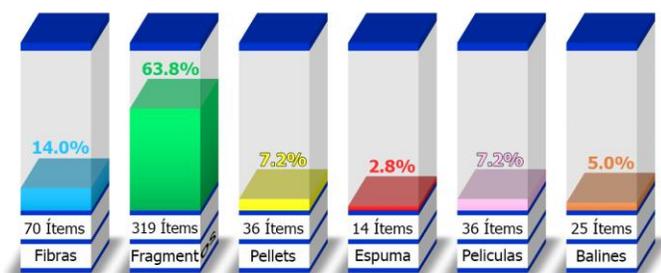


Fig. 11 Forma de los microplásticos (Número de Ítems y %)

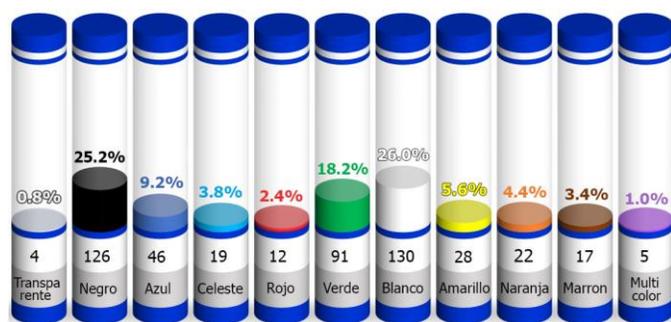


Fig. 12 Color de los microplásticos (Número de Ítems y %)

El uso del plástico hoy en día se ha convertido en una necesidad para los pobladores. Según el MINAM, el aumento de residuos plásticos en las playas costeras, se debe a que la mayoría son de un solo uso [34]. Por ello se considera necesario realizar una buena formación educativa acerca de la

cultura ambiental, especialmente en el manejo adecuado de residuos sólidos [35].

En base a lo mencionado, se planteó como objetivo determinar la diferencia significativa de la presencia de microplásticos en cantidad y peso en zonas supralitoral y litoral de seis playas de La Libertad. Para ello, se utilizó el ANOVA Statgraphics y Minitab. Según los resultados de la Fig 2, 3, 4, 5, 6 y 7 y TABLA III, IV, V, VI, VII, VIII, IX y X se determinó que, si existe una diferencia significativa en la cantidad y peso de los microplásticos debido a que con un nivel de significancia del 5% el efecto de factor playa, efecto de Zona (litoral y supralitoral) y la interacción de ambos efectos son significativos para el modelo factorial al ser todos los p-valor (0.000) menor que 5%. Esto concuerda con muchas investigaciones, en las cuales utilizan el ANOVA para identificar el Factor F contra el Valor Crítico con un nivel de significancia del 5% [36]. Sin embargo, en algunos estudios utilizan previamente la prueba de Shapiro Wilk y de homogeneidad de varianza con el fin de analizar si se cumple los requisitos para una ANOVA de dos factores [37].

Por otro lado, se planteó comparar la cantidad y peso de los microplásticos entre las seis playas de la Libertad. Según los resultados se obtuvo que la cantidad y peso mayor se dieron en la Playa de Huanchaco con valores de 39.6% y 50.2% respectivamente (Fig 8 y Fig 9). Es por ello, que en un estudio reciente se propuso un programa de ciencia ciudadana y contaminación por residuos marinos antropogénicos en la zona marina de Huanchaco [38]. Así como también se propone mejorar las prácticas culturales ambientales en la contaminación marina de Huanchaco [39].

Además, se comparó la cantidad total de microplásticos de la Zona Supralitoral y Litoral. Según los resultados de la Fig 10 se identificó que en la Zona Supralitoral se obtuvo mayor cantidad de microplásticos que en la Zona Litoral, teniendo porcentajes de 64.6% y 35.4% respectivamente. Es por ello, que se deben tomar medidas en el manejo de la disposición de residuos plásticos en las playas, ya que la fuente de contaminación en las playas se da en base al arrojado de residuos plásticos en la Zona Supralitoral [40].

Por otro lado, se identificó las magnitudes de la presencia de microplásticos. Según los resultados de la TABLA XI se encontró que la cantidad, peso, densidad y abundancia mayor estuvo comprendida en la Zona Supralitoral y en la Playa de Huanchaco. Esto se debe a que la cantidad, peso, densidad y abundancia son magnitudes que se relacionan entre sí, es decir, al ser mayor la cantidad y peso, también lo será la densidad y abundancia [41]. Sin embargo, el volumen es un valor constante, muchas investigaciones, al igual que la presente, parten de un valor de 50000 cm³ delimitando por un cuadrante de 50 x 50 cm de largo y ancho y 5 cm de altura [42].

Finalmente, se planteó analizar y comparar las características físicas de la presencia de microplásticos. Según los resultados de la Fig 11 y Fig 12 los microplásticos predominantes fueron Tipo Fragmento y de color Blanco. La mayoría de plásticos son tipo fragmento debido a que muchos de ellos son ligeros, por lo que su fragmentación es rápida [43]. No obstante, los microplásticos tipo espuma, también son predominantes, debido a que la mayoría se originan a partir de la frágil ruptura del tecnopor [44]. Por otro lado, la predominancia de los microplásticos color blanco se debe principalmente a que la mayor contaminación de plástico es a partir del material de tecnopor, el cual se caracteriza por ser blanco y ser de un solo uso [45].

Es importante resaltar, que durante el proceso de esta investigación se encontró una limitación, la cual fue el uso del Espectrofotómetro FTIR, este equipo se encarga de analizar la composición química del plástico. Por otro lado, como implicancias se puede destacar que se hizo una comparación en 6 playas, en la cual se tomó una playa de cada provincia de los límites de marea del departamento de La Libertad, Además se pudo comparar 2 zonas importantes (Supralitoral y Litoral) lo cual deja una base para investigaciones relacionadas al tema. Se recomienda tener cuidado en la manipulación de los microplásticos al momento de la cuantificación, ya que muchos de ellos son ligeros, lo cual los vuelve vulnerables a romperse.

IV. CONCLUSIONES

Se concluye afirmando que, si fue posible determinar la diferencia significativa en cantidad y peso en zonas supralitoral y litoral de seis playas del departamento de La Libertad, mediante la prueba estadística ANOVA a través de los Softwares Statgraphip y Minitab. Así mismo, se identificó y cuantifico la presencia de microplásticos en la que se obtuvo un total de 500 ítems con un peso de 3.837g. Además, se

identificó que la playa de Huanchaco obtuvo la mayor cantidad y peso de microplásticos con porcentajes de 39.6% y 50.2%, respectivamente. Así como, se identificó que la zona supralitoral fue mayor a la litoral con porcentajes de 64.6% y 35.4%, respectivamente. Por otro lado, según las magnitudes, la mayor cantidad, peso, densidad y abundancia estuvieron en la Zona Supralitoral y en la Playa de Huanchaco. Finalmente, se obtuvo que el tipo fragmento y el color blanco obtuvieron los porcentajes más altos en las características físicas con valores de 36.8% y 26%, respectivamente.

En este sentido, se recomienda, establecer un plan estratégico que ponga en alerta a los pobladores o visitantes de las playas acerca de la presencia de microplásticos en la zona supralitoral, ya que su larga estadía genera un desplazamiento a la zona litoral y posteriormente al mar, lo cual ocasiona una biomagnificación en las especies marinas, incluyendo al ser humano, debido al consumo de pescado.

REFERENCES

- [1] Torrez, K., Cervantes, O., Reyes, J., & Olivos, A. (2021). Clasificación de Microplásticos en Playas Urbanas, Suburbanas, Rurales y Naturales de Colima y Jalisco, México. *Revista Costas*, 3(1), 207–230. Retrieved from <https://revistas.uca.es/index.php/costas/article/view/8865/8925>
- [2] Arriaza, J., Sandoval, G., Cortes, E., & Pozo, K. (2018). Un mar de microplásticos en Chile: Propuestas para minimizar sus efectos en salud y el medioambiente. Universidad San Sebastian. Retrieved from <https://fit.uss.cl/content/uploads/2019/05/Un-Mar-de-Micro-Plasticos.pdf>
- [3] Organización Mundial de Salud [OMS]. (2019). La OMS anima a investigar sobre los microplásticos y a reducir drásticamente la contaminación por plásticos. Retrieved from <https://www.who.int/es/news/item/22-08-2019-who-calls-for-more-research-into-microplastics-and-a-crackdown-on-plastic-pollution>
- [4] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2019). Los microplásticos en los sectores de pesca y acuicultura. Retrieved from <https://www.fao.org/3/ca3540es/CA3540ES.pdf>
- [5] Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2020). *Los Microplásticos*. Retrieved from <https://www.minam.gob.pe/menos-plastico-mas-vida/que-son-los-microplasticos/>
- [6] Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2021). Cifras del mundo y el Perú. Retrieved from <https://www.minam.gob.pe/menos-plastico-mas-vida/cifras-del-mundo-y-el-peru/>
- [7] Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2021). Cifras del mundo y el Perú. Retrieved from <https://www.minam.gob.pe/menos-plastico-mas-vida/cifras-del-mundo-y-el-peru/>
- [8] Cisneros, P., Montero, P., & Guevara, M. (2021). Registro de fragmentos y fibras de plástico en sedimentos marinos, Tumbes, Perú. *Repositorio IMARPE*, 48(3). Retrieved from <https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/3583>
- [9] Melgarejo, G. (2022). Microplásticos del agua y sedimento en relación con su acumulación en peces y crustáceos de la cuenca baja del río Lacramarca (Ancash, Perú). Universidad Nacional de Santa. Retrieved from <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3917>
- [10] Carmona, E., & Huanachea, A. (2021). Revisión Sistemática: problemática de la generación de microplásticos y sus principales impactos en el medio marino. *Repositorio UCV*. Retrieved from <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/70056>
- [11] Conor, J., Mahón, A., Ramsperger, A., Trotador, B., Hasselerharm, R., Koelmans, A., & Lally, H. (2019). Microplásticos en la biota de agua dulce: una revisión crítica de los métodos de aislamiento, caracterización y evaluación. *Revista Wiley Online Library*. Retrieved from <https://doi.org/10.1002/gch2.201800118>

- [12]Zhou, S., Lin, G., Lin, Q., Su, S., & Cheng, M. (2020). Contaminación de microplásticos en la planicie costera de la cuenca del río Huangshui. *Revista IOP Science*. Retrieved from 10.1088/1755-1315/546/3/032040
- [13]Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2019). Los microplásticos en los sectores de pesca y acuicultura. Retrieved from <https://www.fao.org/3/ca3540es/CA3540ES.pdf>
- [14]De Souza, C., Santos, C., & Sentio, W. (2020). Ecología alimentaria y presencia de microplásticos en el contenido estomacal de peces neotropicales en un río urbano de la cuenca alta del río Paraná. *Revista Scielo*, 15(4). Retrieved from <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/xbZCYSwJy8tNXbSr98Y3ZcF/?lang=en>
- [15]Rodríguez, C., Antón, M., Quintana, X., & Armengol, X. (2020). Ingesta de microplásticos por el pez exótico *Gambusia holbrooki* en dos lagunas costeras mediterráneas. *Revista Ecológica*, 29(3). Retrieved from <https://revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/2097>
- [16]Lestari, P., Trihadiningrum, Y., Firdaus, M., & Warmadewanthi, I. (2021). Contaminación por microplásticos en el agua del río Surabaya y la biota acuática, Indonesia. *Revista IOP Science*. Retrieved from 10.1088/1755-899X/1143/1/012054
- [17]Pappis, T., Kapusta, S., & Ojeda, T. (2021). Metodología para la extracción de microplásticos asociados a sedimentos de ambientes de agua dulce. *Revista Scielo*, 26(4). Retrieved from <https://doi.org/10.1590/S1413-415220200143>
- [18]Vidal, L., Molina, A., & Duque, G. (2021). Incremento de la contaminación por microplásticos en aguas superficiales de la bahía de Buenaventura, Pacífico colombiano. *Revista AquaDocs*, 50(2), 113--132. Retrieved from [https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/41721/1032-Texto del artículo-6845-1-1020211119.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/41721/1032-Texto%20del%20articulo-6845-1-1020211119.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- [19]Davila, Y., & Montalvan, R. (2021). Análisis de la presencia de microplásticos en la arena de las playas de la costa sur del Perú. *Revista Sincretismo*, 01(1). Retrieved from <https://revistas.unam.edu.pe/index.php/sincretismo>
- [20]Lannacone, J., Huyhua, A., Alvaríño, L., Valencia, F., Príncipe, F., Minaya, D., ... Castañeda, L. (2019). Microplásticos en la zona de marea alta y supralitoral de una playa arenosa del litoral costero del Perú. *The Biologist*, 17(2), 335–346. Retrieved from <https://revistas.unfv.edu.pe/rtb/article/view/369>
- [21]Getino, T. (2016). Novedades en el ANOVA. Diseño de experimentos, su análisis y diagnóstico. *Revista Research*. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Antonio-Monleon-Getino/publication/304283596_Diseño_de_experimentos_su_análisis_y_diagnóstico/links/576b8cea08aefcf135bd5977/Diseño-de-experimentos-su-análisis-y-diagnóstico.pdf
- [22]Primus, A., & Azman, S. (2022). Cuantificación y caracterización de microplásticos en peces y aguas superficiales en el río Melayu, Johor. *Revista IOP Science*. Retrieved from 10.1088/1757-899X/1229/1/012014
- [23]Weber, A., Jeckel, C., Well, C., Umbach, S., Brenhoit, N., & Reifferscheid, M. (2021). Ingestión y toxicidad de microplásticos de poliestireno en bivalvos de agua dulce. *Revista Environmental*. Retrieved from <https://setac.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/etc.5076>
- [24]Administración Nacional de los Océanos y la Atmósfera [NOAA]. (2017). Taller internacional de Investigación organizado por la Administración Nacional de los Océanos y la Atmósfera. Retrieved from <https://www.iaea.org/es/el-oiea/administracion-nacional-de-los-oceanos-y-la-atmosfera>
- [25]Ferrari, L., & Ubiratan, L. (2021). Ingestión de microplásticos por Characidae en arroyos rurales (Rio Grande do Sul, Brasil). *Revista Biotemas*, 34(3). Retrieved from <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2021.e81780>
- [26]Quiros, J., Perez, C., & Escobar, J. (2021). Los microplásticos, una amenaza desconocida para los ecosistemas marinos de Colombia: perspectivas y desafíos a enfrentar. *Revista Research*. Retrieved from <https://doi.org/10.15446/ga.v24n1.91615>
- [27]Parra, I. (2018). El efecto magnitud. *Revista Dialnet*. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=222033>
- [28]Fernandez, M., Nogueira, I., & Mantecon, J. (2019). Prácticas discursivas, operativas y normativas en procesos de instrucción de la medida de magnitudes. *Revista USC*. Retrieved from <https://dspace.usc.es/xmlui/handle/10347/21175>
- [29]Fleisner, A., & Sabaini, B. (2019). Física y lenguaje: el significado de los términos de magnitudes. *Revista Research*. Retrieved from <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/26587>
- [30]Fernandez, P. (2016). Acerca de los enfoques cuantitativo y cualitativo en la investigación educativa cubana actual. *Revista Scielo*, 2(34). Retrieved from <https://www.redalyc.org/journal/4780/478054643001/478054643001.pdf>
- [31]Zarate, M., & Lannacone, J. (2021). Microplásticos en tres playas arenosas de la costa central del Perú. *Revista Research*, 21(2), 123–131. Retrieved from <https://ojs.diffundit.com/index.php/rfa/article/view/1079/999>
- [32]Purca, S., & Henostroza, A. (2017). Presencia de microplásticos en cuatro playas arenosas de Perú. *Revista Scielo*, 24(1). Retrieved from <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v24i1.12724%0A>
- [33]Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2014). Guía para Muestreo de Suelos. Retrieved from <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/2702-guia-para-muestreo-de-suelos>
- [34]Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2021). Cifras del mundo y el Perú. Retrieved from <https://www.minam.gob.pe/menos-plastico-mas-vida/cifras-del-mundo-y-el-peru/>
- [35]Sanchez, P., Bustos, E., & Reyes, J. (2020). La educación ambiental: Problemática de los plásticos de un solo uso en las instituciones educativas. *Revista Research*. Retrieved from <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/1253/1160>
- [36]Lannacone, J., Huyhua, A., Alvaríño, L., Valencia, F., Príncipe, F., Minaya, D., ... Castañeda, L. (2019). Microplásticos en la zona de marea alta y supralitoral de una playa arenosa del litoral costero del Perú. *The Biologist*, 17(2), 335–346. Retrieved from <https://revistas.unfv.edu.pe/rtb/article/view/369>
- [37]Cisneros, P., Montero, P., & Guevara, M. (2021). Registro de fragmentos y fibras de plástico en sedimentos marinos, Tumbes, Perú. *Repositorio IMARPE*, 48(3). Retrieved from <https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/3583>
- [38]Cardenas, S. (2021). Programa de ciencia ciudadana y contaminación por residuos marinos antropogénicos en la zona marino costera – Huanchaco. Universidad Privada Del Norte.
- [39]Tay, B. (2019). Prácticas culturales ambientales de los gremios de surf y su influencia en la disminución de la contaminación marina en Huanchaco. Universidad Nacional de Trujillo.
- [40]Zarate, M., & Lannacone, J. (2021). Microplásticos en tres playas arenosas de la costa central del Perú. *Revista Research*, 21(2), 123–131. Retrieved from <https://ojs.diffundit.com/index.php/rfa/article/view/1079/999>
- [41]Mazariegos, C., García, L., Marroquín, C., & Mendizabal, A. (2021). Contaminación por microplásticos en playas del Pacífico de Guatemala: abundancia y características. *Revista Research*. Retrieved from <https://revistas.usac.edu.gt/index.php/cytes/article/view/904/855>
- [42]Cruz, A., Alvarez, J., & Martínez, C. (2020). Cuantificación y caracterización de microplásticos y residuos sólidos urbanos en playa Zipolite, Oaxaca. *Revista Research*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/341608868_Cuantificacion_y_caracterizacion_de_microplasticos_y_residuos_solidos_urbanos_en_playa_Zipolite_Oaxaca
- [43]Torrez, K., Cervantes, O., Gomez, J & Ortiz, A. (2022). Clasificación de Microplásticos en Playas Urbanas, Suburbanas, Rurales y Naturales de Colima y Jalisco, México. *Costas*, 3(1).
- [44]Purca, S., & Henostroza, A. (2017). Presencia de microplásticos en cuatro playas arenosas de Perú. *Revista Scielo*, 24(1). Retrieved from <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v24i1.12724%0A>
- [45]Villanova, C., Romero, F., Fernandez, S., Muñoz, M., & Alvaro, S. (2018). Estudio de la abundancia de microplásticos en doce playas de la isla de tenerife (islas canarias). *Revista Research*. Retrieved from <http://doi.org/10.25145/j.SI.2018.01.007>