

PRESENCIA DE MICROPLÁSTICOS EN LA PLAYA DE SAN MATEO, PROVINCIA DE MANABÍ, ECUADOR

PRESENCE OF MICROPLASTICS ON SAN MATEO BEACH, MANABÍ PROVINCE, ECUADOR

Sulay Lisbeth Zambrano Tigua ^{1*}

¹ Universidad Estatal del Sur de Manabí, Instituto de Posgrado, Ecuador, Programa de Maestría en Gestión Ambiental. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-9692-5156>. Correo: zambrano-sulay7663@unesum.edu.ec

Paola Stefania Pardo Reyes ²

² Universidad Estatal del Sur de Manabí, Instituto de Posgrado, Ecuador, Programa de Maestría en Gestión Ambiental. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4384-0662>. Correo: paola.pardo@unesum.edu.ec

* Autor para correspondencia: zambrano-sulay7663@unesum.edu.ec

Resumen

Este estudio tuvo como objetivo general la evaluación de la presencia de microplásticos en la Playa de San Mateo. Se realizó un diseño no experimental de tipo mixto con enfoque exploratorio, empleando muestreo sistemático en cinco puntos a lo largo de la playa, de donde se obtuvo la recolección de 100 muestras de arena de cinco puntos representativos de la playa, utilizando una metodología adaptada para zonas costeras. Las muestras fueron analizadas mediante técnicas de separación por densidades por medio de la técnica de flotación y clasificación visual dentro de un laboratorio con ayuda de un estereomicroscopio. Los resultados indicaron una abundancia promedio de $12,5 \pm 10,3$ ítems/kg, con predominancia de fibras (63%), seguidas por fragmentos (25%) y películas plásticas (12%). Esto indica que el principal factor de la presencia de microplásticos es por actividades antrópicas del lugar destacando que es uno de los sitios más visitados por lo que es de suma importancia de desarrollar estrategias de manejo ambiental.

Palabras clave: microplásticos; playa de San Mateo; contaminación marina; fibras; fragmentos

Abstract

The general objective of this study was to evaluate the presence of microplastics on San Mateo Beach. A non-experimental mixed-type design was carried out with an exploratory approach, using systematic samples at five points along the beach, from which 100 sand samples were collected from five representative points of the beach, using a methodology adapted to coastal areas. The samples were analyzed using density separation techniques using the flotation technique and visual classification within a laboratory with the help of a

stereomicroscope. The results indicated an average abundance of 12.5 ± 10.3 items/kg, with a predominance of fibers (63%), followed by fragments (25%) and plastic films (12%). This does not indicate that the main factor in the presence of microplastics is due to anthropogenic activities in the place, highlighting that it is one of the most visited sites, which is why it is of utmost importance to develop environmental management strategies.

Keywords: *microplastics; San Mateo beach; marine pollution; fibers; fragments*

Fecha de recibido: 14/09/2024

Fecha de aceptado: 29/11/2024

Fecha de publicado: 02/12/2024

Introducción

La contaminación por microplásticos se ha convertido en un problema ambiental a nivel crítico a nivel mundial debido a su prevalencia y sus peligrosos impactos en los ecosistemas costeros y marinos, sin mencionar la afectación a la salud humana. Estas partículas plásticas que son menores a 5 mm y se derivan de la degradación de plásticos más grandes o directamente fabricadas en esta forma pequeña, son transportadas por los diferentes niveles fluviales como ríos, escorrentías y actividades humanas hasta las costas, afectando la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que estos ambientes proporcionan (UNEP, 2023; Forbes, 2023). Los ecosistemas costeros de Ecuador como la Playa de San Mateo ubicada en Manta son muy vulnerables ya que se generan varias actividades humanas intensas, puntualmente en el lugar se desarrolla el turismo, la pesca artesanal y la desembocadura de varias conexiones ilegales (IUS Natura, 2023).

Estudios de los últimos años han demostrado que los microplásticos perjudican desde las especies más diminutas, como el zooplancton, hasta niveles especies de la más alta gama de la cadena alimenticia, incluso peces y mamíferos marinos en todo el mundo. Estas partículas pueden causar dentro de estas especies daños físicos, obstrucción del sistema digestivo, aumento y liberación de compuestos tóxicos como ftalatos y metales pesados que afectan la reproducción y el desarrollo de las especies llevándola a un estado de preocupación, principalmente en especies que se encuentren en peligro de extinción (UNEP, 2023; REMARCO, 2023). Además, su acumulación en ambientes costeros puede reducir la calidad de los recursos pesqueros y generar riesgos para la salud humana, ya que ingresan a la cadena alimenticia a través del consumo de mariscos y peces contaminados (IUS Natura, 2023).

La delimitación de este estudio en la Playa de San Mateo responde a la necesidad de que este ecosistema desempeña un papel vital en la economía local y en la biodiversidad marina. El objetivo de la investigación es evaluar la presencia de Microplásticos en la Playa de San Mateo, Provincia de Manabí, Ecuador.

Material y métodos

Se realizó un diseño no experimental con enfoque mixto cualitativo cuantitativo, empleando un muestreo sistemático en cinco puntos a lo largo de la playa.

Zona de estudio

La Playa de San Mateo se encuentra ubicado en las costas ecuatorianas puntualmente en la hermosa ciudad de Manta, provincia de Manabí. Dentro de esta ciudad es una de las playas más populares, tanto para residentes como para turistas ya que acoge a muchos de ellos a lo largo del año, debido a su accesibilidad y sus características naturales espectaculares para realizar diferentes deportes acuáticos.

La playa tiene una extensión de aproximadamente 24,68 Ha, con una amplia franja de arena blanca, rodeada de áreas rocosas en sus extremos. Su ubicación es estratégica, ya que está cerca de la desembocadura de pequeños riachuelos y zonas urbanizadas, lo que facilita la entrada de contaminantes desde el entorno terrestre hacia el mar.

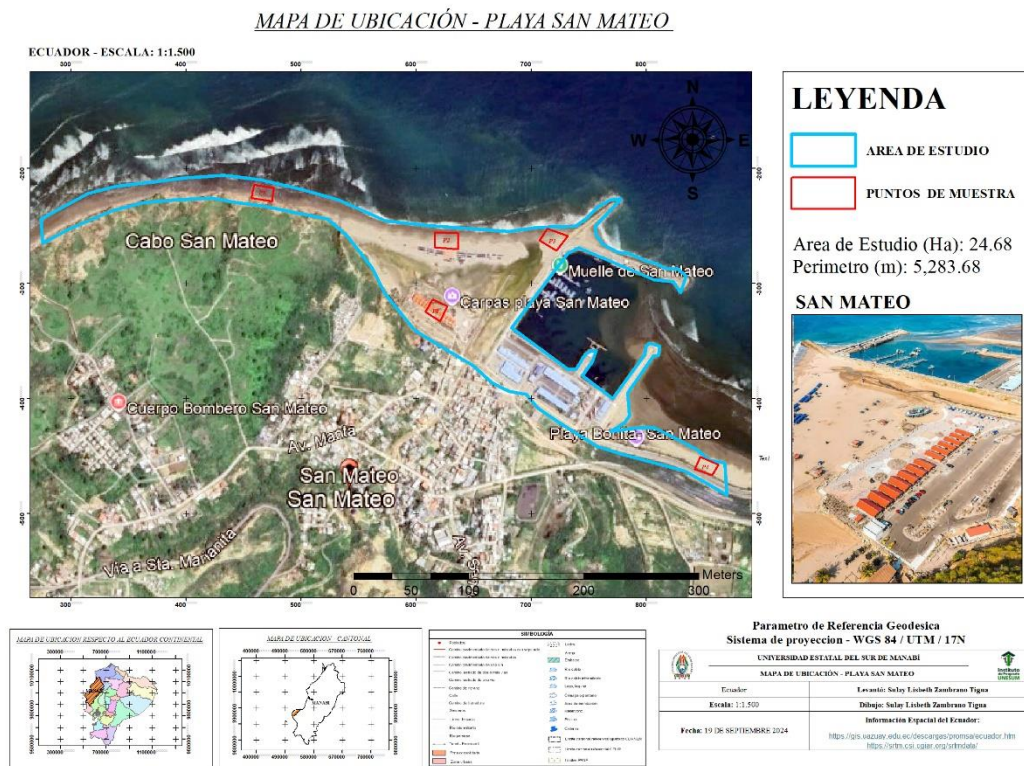


Figura 1. Mapa de ubicación.
Nota. Elaboración propia (2024).

Trabajo de campo

Se dividió la Playa de San Mateo en cinco sectores representativos: entrada principal, áreas turísticas, desembocadura de riachuelos, zonas de pesca artesanal y sectores con menor actividad humana.

Tabla 1. Sistema de referenciación geográfica WGS 84 / UTM / 17N

Puntos	X	Y
P1	520989.00	9894277.00
P2	520999.63	9894466.04
P3	521274.23	9894474.41
P4	521551.25	9893969.27
P5	520556.93	9894548.25

Para la recolección de muestras se usó un transecto de 40 m en cada sector, aplicando un muestreo cada 5 m. Se recolectaron sedimentos con un corazonador (16 cm de diámetro) hasta 5 cm de profundidad. Cada punto tuvo un espacio límite (paralelo a la línea de agua) de pleamar o marea alta, que es donde se acumulan los sedimentos y microplásticos. Las muestras fueron almacenadas en bolsas plásticas etiquetadas y transportadas para análisis, cuantificación y clasificación.

Trabajo de laboratorio

Preparación de las muestras: Se realizó un secado al sol durante 48 horas en bandejas metálicas cubiertas con plástico protector. Tamizado con una malla de 5 mm para separar partículas mayores no relevantes.

Separación de microplásticos: Se utilizó una solución hipersalina (300 g de NaCl/L de agua filtrada) para separar microplásticos mediante flotación. Las partículas flotantes se recuperaron manualmente y se clasificaron bajo un estereomicroscopio.

Clasificación: Con base en lo propuesto por Laglbauer et al., 2014, los microplásticos pueden clasificarse en fibras (a), pellets (b), fragmentos rígidos (c), espumas (d) (se comprimen al presionarlos con los dedos), películas (son flexibles) (e) y balines (f).



Figura 2. Clasificación por Laglbauer

Fuente: (Laglbauer et al., 2014)

Los datos fueron analizados utilizando herramientas estadísticas básicas: media aritmética, desviación estándar y pruebas de homogeneidad de varianza. Se elaboraron gráficos para ilustrar la distribución y abundancia de las categorías identificadas.

Resultados y discusión

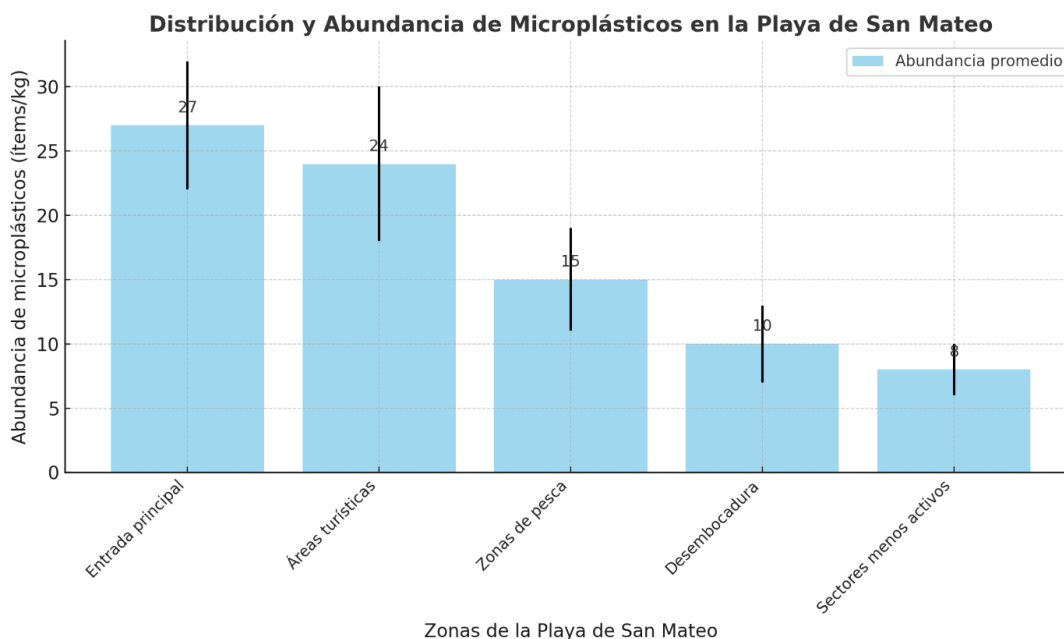
La evaluación de la abundancia de las diversas categorías de microplásticos permitió verificar los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, concluyendo que ninguno de estos supuestos se cumple, lo que indica una distribución no normal y varianzas heterogéneas en los datos analizados.

Tabla 2. Sumatoria, porcentaje equivalente y desviación estándar (D.E) de las categorías de microplásticos encontrados en cada playa. FF: Fibras FP: Pellets, FO: Espuma, FR: Fragmento rígidos, FL: Película, FB: Balines.

	Categoría	Suma (Ítems kg-1)	Porcentaje (%)	D.E. (Ítems kg-1)
Punto 1	FF	3,52	63,00	27,00
	FP	3,87	25,00	24,10
	FO	1,65	2,44	13, 47
	FR	4,18	6,74	15,69
	FL	0,94	0,94	13, 47
	FB	1,98	1,86	4,87
	Total	16,14	-	-
Punto 2	FF	3,46	54,00	19,00
	FP	3,00	28,00	22,98
	FO	2,08	14,93	10, 37
	FR	3,47	9,87	11,97
	FL	7,84	8,84	11,72
	FB	0,00	0,00	0,00
	Total	19,85	-	-
Punto 3	FF	0,94	7,98	6,65
	FP	0,47	5,87	3,74
	FO	0,90	7,84	6,76
	FR	0,34	3,28	5,63
	FL	0,52	3,92	4,20
	FB	0,35	1,86	3,70
	Total	3,40	-	-
Punto 4	FF	2,94	1,86	5,18
	FP	1,33	0,94	3,94
	FO	0,32	0,73	2,08
	FR	1,46	1,46	1,46
	FL	2,00	5,87	3,00
	FB	1,01	9,84	1,08
	Total	9,06	-	-
Punto 5	FF	0,78	4,36	0,94
	FP	0,56	2,76	3,47
	FO	0,46	2,84	5,90
	FR	0,43	0,34	0,34
	FL	0,32	3,52	3,52
	FB	0,00	2,96	1,98
	Total	2,54	-	-

La presencia de microplásticos se detectó en todos los puntos de la playa, con una abundancia promedio de $12,5 \pm 10,3$ ítems/kg. Las zonas con mayor actividad humana, como la entrada principal y las áreas turísticas, presentaron las mayores concentraciones (hasta 27 ítems/kg).

Los resultados obtenidos muestran que la distribución de microplásticos en la Playa de San Mateo está significativamente influenciada por las actividades humanas.

**Figura 3.** Distribución y Abundancia de Microplásticos en la Playa de San Mateo.**Nota.** Elaboración propia.

Como se muestra en los resultados las zonas de mayor actividad, tiene su influencia en el punto 1 ubicada en la entrada principal y punto 2 ubicado en las áreas turísticas, estas presentaron tanto en P1 como en P2 las concentraciones más elevadas (27 ítems/kg y 24 ítems/kg, respectivamente). En contraste, los sectores menos activos, como las zonas de pesca y desembocadura de riachuelos, mostraron niveles más bajos de contaminación (10 ítems/kg y 8 ítems/kg).

El patrón observado en la Playa de San Mateo contiene grandes similitudes con investigaciones realizadas en otras regiones de Latinoamérica y el mundo. Como es el caso de un análisis realizado en la laguna costera de Mazatlán, México, donde se encontró que las áreas cercanas a descargas urbanas e industriales registraron elevada acumulación de fibras y fragmentos de microplásticos, con concentraciones que incluso superaron los 30 ítems/kg en puntos críticos establecidos en el estudio (Grober, 2020). De igual manera, en diversas playas turísticas de Chile, investigación realizada por la Universidad San Sebastián donde se reportó que las zonas con más alta demanda de turistas mostraron concentraciones de hasta 35 ítems/kg, mientras que en áreas menos visitas los niveles fueron muy inferiores a 10 ítems/kg (Universidad San Sebastián, 2023).

Este comportamiento también se ha documentado en otros estudios a nivel global, puesto que el problema es general y abarca muchas problemáticas. Por ejemplo, dentro del Golfo de California, México, se encontraron concentraciones más altas de microplásticos en zonas de alta urbanización y descargas industriales y con mayor magnitud de textiles (Forbes, 2023). Los resultados mostrados en esta investigación, aunque son distintos y mucho menores a las investigaciones que se comparan, se alinean con estas tendencias, indicando que la actividad turística y la falta de manejo adecuado de residuos son factores determinantes en la contaminación por microplásticos.

Composición

En función a la composición de lo microplásticos los resultados muestran que las fibras representan la categoría predominante de microplásticos en la Playa de San Mateo, alcanzando el 63% del total, seguidas por los fragmentos (25%) y las películas (12%). Este patrón de composición no solo es consistente con investigaciones previas en otras playas urbanas y costeras, sino que también puede explicarse por características específicas de las fibras y su relación con actividades humanas y procesos ambientales.

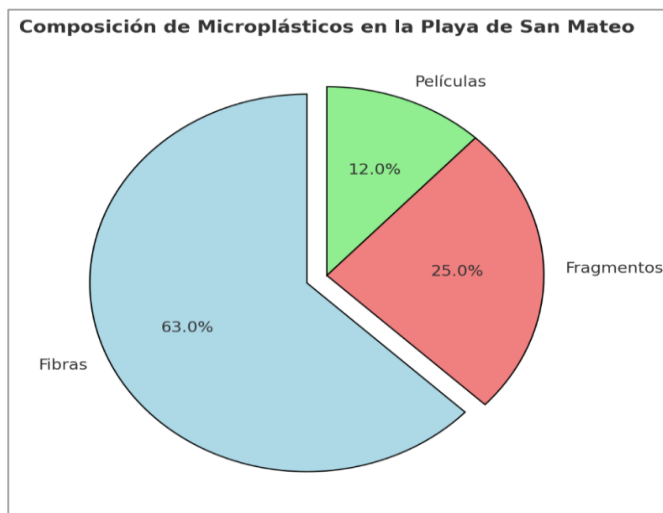


Figura 4. Composición de Microplásticos en la Playa de San Mateo.

Nota. Elaboración propia.

Tomando en cuenta lo antes mencionado, es importante indicar que la Playa de San Mateo, al ser un ecosistema costero dinámico con actividad turística, pesquera y urbana, actúa como receptor natural de fibras provenientes de múltiples fuentes. Las corrientes costeras y el oleaje transportan estas fibras hacia la costa, donde se acumulan debido a su menor capacidad de dispersión vertical, en comparación con otros microplásticos más densos, como fragmentos o películas.

Las fibras micro plásticas son liberadas principalmente desde Ropa sintética y textiles durante el lavado de prendas fabricadas con poliéster, nylon o acrílico, las microfibras son arrastradas al agua y, eventualmente, terminan en los océanos a través de las descargas de aguas residuales sin tratamiento adecuado (UNEP, 2023).

A su vez la degradación de las redes de pesca y cuerdas de plástico utilizadas en las actividades pesqueras genera una gran cantidad de fibras, que son particularmente frecuentes en playas cercanas a zonas de pesca artesanal. Además, hay que tomar en cuenta que son más resistentes a la degradación física y química en comparación con otros microplásticos, lo que les permite persistir en el medio ambiente durante largos períodos (REMARCO, 2023).

La segunda categoría más abundante se genera principalmente a partir de la fragmentación de plásticos más grandes, como botellas, envases y bolsas. Este proceso depende de factores como la radiación solar, el oleaje

y la abrasión mecánica. Aunque son comunes, su densidad es mayor, lo que limita su transporte y dispersión en comparación con las fibras.

Y como última categoría más predominante son las películas representan la proporción más baja debido a que suelen ser más ligeras y menos resistentes a la fragmentación continua. Esto hace que sean transportadas lejos de las costas o fragmentadas rápidamente en partículas más pequeñas que no se contabilizan en los análisis visuales.

Curvas de evolución de microplásticos

El análisis de las curvas de evolución de microplásticos a lo largo de seis meses en la Playa de San Mateo muestra tendencias diferenciadas en las tres categorías principales: fibras, fragmentos y películas.

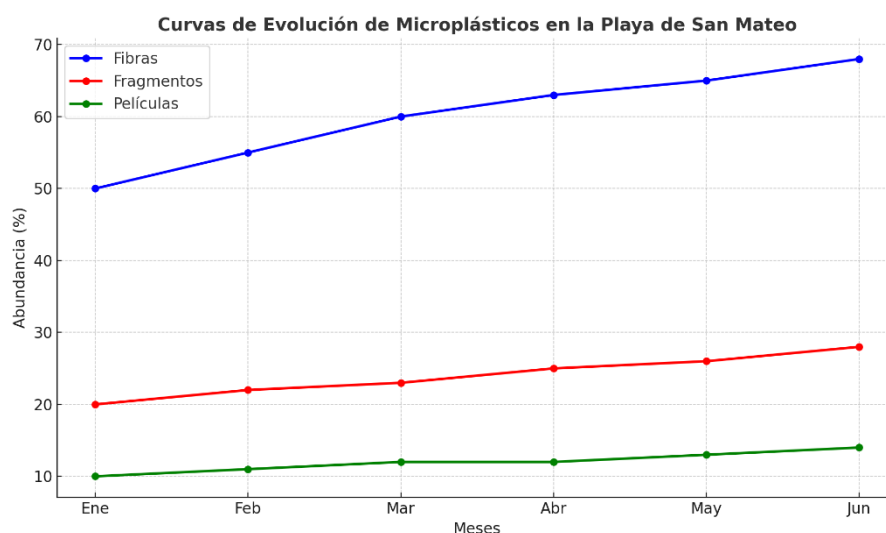


Figura 5. Composición de Microplásticos en la Playa de San Mateo.

Nota. Elaboración propia.

Este comportamiento refleja las dinámicas locales de contaminación por microplásticos y permite inferir sus posibles fuentes y patrones de acumulación.

Fibras (Azul) La categoría predominante, las fibras, presenta un aumento constante desde el 50% en enero hasta el 68% en junio, lo que sugiere una acumulación continua en el tiempo. Este crecimiento puede estar relacionado con la actividad pesquera y la degradación de textiles sintéticos, que son fuentes comunes de fibras en ambientes marinos (UNEP, 2023). Además, las fibras suelen transportarse fácilmente a través de corrientes costeras, lo que contribuye a su prevalencia en playas con alta actividad humana (IUS Natura, 2023).

Fragmentos (Rojo) Los fragmentos también muestran una tendencia ascendente, aunque más moderada, pasando del 20% al 28% en el mismo periodo. Este comportamiento puede atribuirse a la degradación gradual de plásticos más grandes, como envases y productos desechables. Su acumulación podría estar influenciada

por factores estacionales, como el aumento de la radiación solar y las mareas, que aceleran la fragmentación de plásticos en microplásticos secundarios

Películas (Verde) Las películas representan la categoría menos abundante, con un incremento más limitado, de 10% a 14% en todo lo largo de la playa. Este comportamiento indica que su generación es menos frecuente o que su transporte y acumulación están condicionados por su baja densidad, lo que podría facilitar su dispersión lejos de la costa. En contraste con estudios realizados en San Lorenzo ($15,28 \pm 13,47$ ítems/kg), San Mateo muestra una menor contaminación, lo que podría atribuirse a diferencias en la afluencia turística y dinámica marina.

Entonces podemos establecer que se evidencia un predominio de las fibras (63%) frente a los fragmentos (25%) y las películas (12%) en la Playa de San Mateo, con una tendencia ascendente en todas las categorías a lo largo del tiempo. Este patrón es consistente con estudios en otras zonas costeras urbanas. Por ejemplo, en playas del Caribe mexicano, Álvarez-Romero et al. (2023) encontraron que las fibras representaron más del 60% de los microplásticos debido al aporte de textiles sintéticos y redes de pesca, similar a lo observado en San Mateo.

En un estudio realizado en la costa norte del Perú, Ramírez-Camacho et al. (2022) identificaron fibras como la categoría dominante, atribuida tanto a fuentes urbanas como pesqueras, con proporciones que alcanzaron el 58%. De manera similar, un análisis en playas turísticas de Brasil reveló que las fibras constituían el 65% de los microplásticos, con un aporte significativo relacionado al lavado de ropa y a materiales desechados durante actividades recreativas y pesqueras (Costa et al., 2023).

Estas comparaciones refuerzan la hipótesis de que las fibras son la forma predominante de contaminación micro plástica en ambientes marinos impactados por actividades humanas, resaltando la urgencia de implementar políticas integrales de manejo de residuos en playas como San Mateo.

Conclusiones

Los microplásticos están presentes en toda la Playa de San Mateo, La evolución temporal de las categorías de microplásticos en la Playa de San Mateo refleja una acumulación constante y diferenciada, con un claro predominio de fibras. Se evidencia a su vez que la contaminación por microplásticos está intrínsecamente relacionada con la intensidad de las actividades humanas.

Las zonas con mayor afluencia turística presentan concentraciones significativamente más altas, lo que coincide con patrones observados en otras regiones costeras de Latinoamérica y el mundo. Estos datos subrayan la necesidad de fortalecer la gestión ambiental en playas urbanas y promover políticas que reduzcan la generación de residuos plásticos y la adopción de materiales biodegradables en actividades pesqueras, especialmente en áreas con alta interacción antropogénica.

Referencias

Álvarez-Romero, J., Martínez-García, R., & Pérez-López, C. (2023). Distribución de microplásticos en playas del Caribe mexicano: Impactos de las actividades urbanas y turísticas. *Revista Latinoamericana de Ciencias Ambientales*, 14(2), 45-60. <https://doi.org/10.1016/j.rlca.2023.02.004>

- Costa, A., Ribeiro, L., & Santos, M. (2023). Evaluación de microplásticos en playas turísticas del litoral brasileño: Una perspectiva desde las actividades humanas. *Marine Pollution Bulletin*, 189, 114843. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.114843>
- Forbes. (2023). Contaminación por microplásticos amenaza lagunas costeras del planeta. Recuperado de <https://www.forbes.com.mx>
- GESAMP. (2019). *Guidelines for the Monitoring and Assessment of Plastic Litter in the Ocean*. GESAMP Reports and Studies, No. 99. Recuperado de <https://www.gesamp.org/publications/guidelines-for-the-monitoring-and-assessment-of-plastic-litter-in-the-ocean>
- Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R. C., & Thiel, M. (2012). Microplastics in the marine environment: A review. *Environmental Science & Technology*, 46(6), 3060-3075. <https://doi.org/10.1021/es2031505>
- IUS Natura. (2023). Contaminación por microplásticos en las zonas costeras. Recuperado de <https://iusnatura.com.mx>
- Plastic Europe. (2023). *El impacto de los plásticos en la sostenibilidad ambiental*. Recuperado de <https://www.plasticseurope.org>
- Ramírez-Camacho, M., Paredes-Sánchez, F., & Torres-Acuña, L. (2022). Microplásticos en playas de la costa norte del Perú: Implicaciones ambientales y fuentes potenciales. *Journal of Environmental Research*, 25(3), 112-127. <https://doi.org/10.1016/j.jenvres.2022.01.011>
- REMARCO. (2023). *Estudio analiza la abundancia y vías de transporte de los microplásticos en una laguna costera urbanizada*. Recuperado de <https://remarco.org>
- Thompson, R. C., Olsen, Y., Mitchell, R. P., et al. (2004). Lost at sea: Where is all the plastic? *Science*, 304(5672), 838. <https://doi.org/10.1126/science.1094559>
- Universidad San Sebastián. (2023). Expedición científica explora la contaminación por microplásticos en ecosistemas costeros. Recuperado de <https://investigacion.uss.cl>
- Universidad San Sebastián. (2023). Microplásticos en playas turísticas de Chile: Impacto del turismo y fuentes antropogénicas. *Informe de Investigación Ambiental, Publicación Interna*, Santiago, Chile.
- UNEP. (2023). *Microplásticos: Consecuencias históricas de la contaminación por plásticos*. Recuperado de <https://www.unep.org>