

# Micro plástico: una amenaza imperceptible en la Playa Agua Dulce, distrito de Chorrillos

## Micro plastic: an imperceptible threat on Agua Dulce Beach, Chorrillos District

Leonela Lourdes Sánchez Contreras<sup>1</sup>, Angie Luz Huamán Quispe<sup>2</sup>, Omar Jair Ángeles Mendiola<sup>3</sup>

Recibido: 5/12/2020 – Aprobado: 27/02/2022 – Publicado: 30/06/2022

### RESUMEN

El uso de plásticos en el mundo va en aumento, pero su adecuada disposición final es limitada. El Perú realizó esfuerzos normativos para reducir su uso; sin embargo, son actividades aisladas que no han representado un cambio significativo sobre su manejo. Este estudio, permite identificar la presencia de micro plástico en una de las playas más concurridas de la ciudad de Lima Metropolitana, durante el periodo de emergencia provocado por la pandemia de SARS- COV-2. Para lograr los objetivos de la investigación, se ha muestreado en las zonas de alta marea y supra litoral, aplicando la metodología propuesta en la Guía para el muestreo de suelo del Ministerio del Ambiente. En este estudio se evidencia la presencia de micro plástico, con una abundancia de 43 piezas por m<sup>2</sup>, además se observó que la predominancia del tipo de micro plástico encontrado es de origen secundario (poliestireno y polipropileno); sin embargo, el 20.9% corresponden a micro plástico primario (pellets) cuya fuente no se pudo determinar. Por último, se indica que a pesar de las restricciones por el estado de emergencia la cantidad de micro plásticos por m<sup>2</sup> en la Playa Agua Dulce entre los años 2019 (40 piezas) y 2020 (43 piezas) se incrementó en un 7.5%.

**Palabras claves:** micro plásticos; playa Agua Dulce; poliestireno; pellet.

### ABSTRACT

The use of plastics in the world is increasing, but their proper final arrangement is limited. Peru made regulatory efforts to reduce its use; however, they are isolated activities that have not represented a significant change in their management. This study allows to identify the presence of microplastic on one of the busiest beaches of the city of Lima Metropolitana, during the emergency period caused by the SARS- COV-2 pandemic. To achieve the objectives of the research, it has been sampled in high tide and supra-coastal areas, applying the methodology proposed in the Ministry of the Environment's Soil Sampling Guide. This study shows the presence of microplastics, with an abundance of 43 pieces per m<sup>2</sup>, and found that the predominance of the type of microplastic found is of secondary origin (polystyrene and polypropylene); however, 20.9% correspond to primary microplastics (pellets) whose source could not be determined. Finally, it is indicated that despite restrictions on the state of emergency the number of microplastics per m<sup>2</sup> in Agua Dulce Beach between 2019 (40 pieces) and 2020 (43 pieces) increased by 7.5%.

**Keywords:** microplastic; SARS-COV-2; beach; polystyrene; Peru.

1 Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Unidad de Posgrado. Lima, Perú.

Autor para correspondencia: [leonela.sanchez@unmsm.edu.pe](mailto:leonela.sanchez@unmsm.edu.pe) - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2217-8921>

2 Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Unidad de Posgrado. Lima, Perú.

Docente de la EPIG. E-mail: [angie.huaman@unmsm.edu.pe](mailto:angie.huaman@unmsm.edu.pe) - ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3377-6625>

3 Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Unidad de Posgrado. Lima, Perú.

Docente de la EPIG. E-mail: [omar.angeles@unmsm.edu.pe](mailto:omar.angeles@unmsm.edu.pe) - ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1853-9859>

## I. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas los países latinoamericanos han experimentado un proceso de urbanización acelerado, lo cual contrasta con la ausencia de planes de desarrollo públicos y una legislación ambiental adecuada sobre el manejo de residuos municipales, incrementando el vertimiento de residuos a los ríos, quebradas y zonas de playa, introduciendo elementos ajenos a los ecosistemas afectando seriamente a la calidad del suelo, aire y agua (de Miguel & Tavares, 2015, pp. 16–21).

En el Perú como en otros países de Latinoamérica uno de los problemas más importantes que tiene sus ciudades, es el manejo de los residuos sólidos municipales, desde su origen hasta su disposición final, dada la carencia de una cultura de segregación, recolección selectiva y poco número de rellenos sanitarios, apenas 52 rellenos sanitarios (MINAM-Ministerio del Ambiente del Perú, 2021), para más de 31 millones de personas 2017 (INEI Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú, 2017).

Por otro lado, uno de los problemas relacionado al manejo de residuos sólidos, pero esta vez a escala mundial, es la generación de plástico, según (Ellen MacArthur Foundation, 2022), en el mundo se utilizan 5 billones de bolsas de plástico al año, casi 10 millones de bolsas por cada minuto, y cada año se vierten hasta 8 millones de toneladas de plástico en los océanos; así mismo, según el (Banco Mundial, 2018); en el año 2016, el mundo generó 242 millones de toneladas de residuos plásticos, lo cual representó el 12% de todos los residuos sólidos, principalmente distribuidos en tres regiones: 57 millones de toneladas Asia y el Pacífico, 45 millones de toneladas procedentes de Europa y Asia Central, y 35 millones de toneladas Norteamérica.

Según las cifras del Ministerio del Ambiente de Perú, solo el 56% de los residuos plásticos que se generan en el país terminan en un relleno sanitario, mientras que el 43.7% a botaderos que finalmente terminan en el océano pacífico a través del cauce de los ríos y sólo el 0.3% es reinsertado en la cadena productiva a través del reciclaje (Sierra Praeli, 2018).

Además, el Ministerio del Ambiente (MINAM) indica que Lima Metropolitana y Callao, dos de sus ciudades importantes, las cuales, representa el 0.2% de la superficie del país, pero generan 886 toneladas de residuos plásticos al día, representando el 46% de dichos residuos a nivel nacional, considerándose una contaminación plástica muy localizada. (Citado en (Blancard Manon et al., 2019, p. 23)

En este escenario, los plásticos representan un gran porcentaje del volumen de los residuos generados y debido a nuestra cultura de “usar y tirar”, los plásticos de un solo uso (Congreso de la República, 2019) han invadido los supermercados y son un problema para el ambiente debido a que no pueden ser degradados, en cambio, se fragmentan lentamente en partículas más pequeñas, por diferentes procesos de degradación físicos (Efectos de temperatura o radiación UV, fuerza motriz), químicos (oxidación, hidrólisis) o biológicos. (Rojo-Nieto & Montoto, 2017, p. 6); y si bien se han desarrollado algunos plásticos

biodegradables, ninguno ha demostrado ser válido para las condiciones requeridas en la mayoría de los rellenos sanitarios o vertedero (Greenpeace, 2018)

En adición, se indica que los residuos plásticos representan un problema para la vida marina, debido a su persistencia y su alta toxicidad, así mismo, están biodisponibles para muchas especies, y son fácilmente ingeridos por los organismos que se alimentan de plancton o menores, estos pueden causar la obstrucción física del sistema digestivo, generando que el animal deje de alimentarse debido a la sensación de llenura, por tanto los animales que ingieren grandes cantidades de micro plástico mueren por inanición (Andrés Sarria-Villa & Gallo-Corredor, 2016, p. 4). Es importante destacar que los micro plásticos pueden actuar como un vector de transporte de contaminantes químicos en el ecosistema marino, debido a la absorción de contaminantes en sus superficies (Isobe et al., 2017, p. 1).

En este orden, se señala que cuando los plásticos alcanzan tamaños inferiores a 5 mm de diámetro son considerado micro plástico estos no son visibles y los impactos negativos potenciales son menos evidentes. Los microplásticos se dividen en primarios y secundarios de acuerdo con su origen (Lusher et al., 2022) , así mismo, por su tamaño y poca perceptibilidad son difíciles de retirar del océano, consideran al polietileno y polipropileno entre los más abundantes (Acosta Coley, 2014). Muchos estudios sugieren que las bolsas de plástico y los contenedores hechos de espuma de poliestireno expandido pueden tardar miles de años en descomponerse, por lo que contaminan el suelo y el agua por largos periodos de tiempo (ONU-Medioambiente, 2018, p. 5) que, según Andrady (2011) al degradarse se convierten en micro plásticos de origen secundario.

Los plásticos primarios están en su forma original o casi original cuando se recolectan, como tapas de botellas, colillas de cigarrillos, microesferas o gránulos de resina. Los desechos plásticos secundarios abarcan las piezas más pequeñas de plástico resultantes de la descomposición de los desechos primarios a través de diversos procesos de degradación ambiental (Driedger et al., 2015, p. 2).

Para tener una idea de la cantidad de micro plásticos en los diferentes escenarios de nuestra vida, como las playas, se indica que, la concentración promedio de micro plásticos en playas a nivel global es de 200 partículas/kg de sedimento seco (Harris, 2020), y en estudios más específicos realizados en diferentes países, las cantidades son diversas por ejemplo en playas de Dubai se encontró 953mg/m<sup>2</sup> (Aslam et al., 2020); en Hawai 48,988 fragmentos/kg (Young & Elliott, 2016), en Islas Canarias 0.408g/kg (Solano et al., 2018), entre otros, la presencia de micro plásticos en playas de arenas se debería al proceso físico de filtración del agua debido a los gradientes hidráulicos que resultan de la acción de las olas (Urban-Malinga et al., 2020), en el que las moléculas y las partículas suspendidas de la superficie del agua y los sedimentos son empujadas por las olas hacia el cuerpo de arena y adsorbidas en las superficies de los granos de arena (A.C. Brown & Anton McLachlan, 2006); por lo tanto, se sugiere que la presencia de micro plásticos en las playas arenosas refleja

la magnitud de la contaminación por basura en las aguas adyacentes y áreas costeras (Urban-Malinga et al., 2020) y su abundancia tiende a aumentar con la proximidad a áreas urbanas densamente pobladas, (Yonkos et al., 2014).

En este orden de ideas, corresponde identificar las actividades y tipos de residuos plásticos que se generan durante nuestras actividades cotidianas, por ejemplo: según Retama et al. (2016), las malas prácticas de la actividad de recreo, la actividad turística, descarga de efluentes de hoteles y restaurantes son consideradas una las causantes de la contaminación en la Bahía de Huatulco por residuos plásticos, en México; por su parte, en el Perú, la Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA), realizó campañas de limpieza en la Playa Agua Dulce del Distrito Chorrillos, desde el 2013 al 2019, donde afirmó la eminente contaminación de los ecosistemas marinos, al recolectar una gran cantidad de residuos como: botellas y tapas plásticas, envolturas de snacks, bolsas plásticas, sorbetes, colillas de cigarro y envases de tecnopor; y según el reporte <<hazla por tu playa>> (SPDA-Sociedad Peruana de Derecho Ambiental, 2019) del mismo país, las bolsas plásticas recolectadas provienen principalmente de supermercados.

Otra fuente de entrada de micro plástico en zona de playas es a través del mar, según el estudio de (Gandara, 2016) realizado en las playas de Parapapu los micro plásticos son arrastrados por las corrientes marinas desde otras regiones y se depositan en la línea de alta marea.

En este contexto, el estudio de Purca & Henostroza (2017), en el Perú, reveló la presencia de micro plástico en cuatro playas arenosas del Perú (playas Costa Azul, Albufera Medio Mundo, Vesique y El Chaco), donde el 89% de plásticos recolectado corresponde a plástico duro, el cual pertenece a la clasificación de micro plásticos secundarios.

Una respuesta a ello se dio en el año 2019, año en el que el Perú emitió la ley que regula el plástico de un solo uso y los envases descartables donde se prohíbe la adquisición, uso o comercialización de bolsas y sorbetes de base poliméricas y recipientes o envases de poliestireno extendido para bebidas y alimentos de consumo humano en las playas del litoral (Ley N° 30884, Art 3°. Congreso de la República, 2018). Así mismo, en el Artículo 20° del Reglamento de la presente Ley establece que las acciones de comunicación, educación, capacitación y sensibilización a los visitantes de las playas sobre el consumo responsable de los plásticos, la adecuada segregación de residuos y la valorización de estos.

La investigación se centra en la playa Agua Dulce, ubicado en el distrito de Chorrillos perteneciente a la provincia de Lima Metropolitana, considerado una de las más concurrentes por su alta actividad de recreo, colinda por el sur con la Playa Los Pescadores considerándose este uno de los atractivos turísticos por la presencia de la caleta de pescadores, donde se extraen aproximadamente 23 especies de peces y 9 de mariscos (Baylón et al., 2019) para su expendio, siendo esta actividad generadora de impactos al fondo marino por la disposición de residuos, sumado a ello el impacto de la descarga de los efluentes el emisor submarino de La Chira que se encuentra próximo a la Playa Agua Dulce (Torres Aranibar, 2019).

## II. MÉTODOS

El estudio se realizó en la Playa Agua Dulce en el distrito de Chorrillos de la Región Lima Metropolitana, cuyas coordenadas geográficas 279444 E; 8654648 N, se registraron en el sistema de coordenadas WGS 84, Zona 17S, mediante el uso del equipo GPS; la playa está influenciada por las corrientes del océano pacífico, además es una de las playas más concurridas de Lima Metropolitana por ello su importancia en el estudio. El muestreo en campo se ejecutó durante el invierno correspondiente al mes de setiembre del 2020, donde la actividad humana fue limitada por el estado de emergencia promulgado por el estado peruano a consecuencia de la pandemia provocado por el SARS-COV-2 (ver Figura 1).

El fin del estudio fue la identificación de la presencia de micro plásticos en la Playa Agua Dulce por ende se recolectaron muestras de sedimentos arenosos en la zona supra litoral y de línea de alta marea de la playa con el fin de evaluar la concentración de partículas micro plásticas en el sedimento arenoso e identificar su abundancia, tipología en micro plásticos primarios y secundarios además de posibles fuentes de ingreso de contaminación en la zona de estudio. Con el fin de obtener una muestra representativa se determinó el número de muestras de acuerdo a la Guía para el muestreo de suelo del Ministerio del Ambiente (MINAM, 2014) donde se identificaron 20 puntos, 10 en la zona supra litoral y 10 en la zona de alta marea, de un área de 3,5 Ha aproximadamente en transectos triangulares, usando cinta métrica, que cubrieron el área de estudio, considerando además la recomendación de obtener como mínimo 3 muestras por tramo lineal de 100 m (Aslam et al., 2020), y en el área de estudio se trazó imaginariamente 700 m lineales aproximadamente, por tanto la cantidad de muestras es representativa.

Se usó un marco de madera de 1 m x 1 m para la delimitación del cuadrante y para la recolección de las muestras superficiales de los primeros 2 cm de espesor se usó palas metálicas y se almacenaron en bandejas de vidrio, para evitar contaminación cruzada por plástico en la muestra (Aslam et al., 2020). Se etiquetaron y registraron las coordenadas con el GPS de los puntos de monitoreo (Ver Tabla 1). Posteriormente las muestras fueron secadas y tamizadas.

En laboratorio las muestras húmedas se secaron durante dos días a temperatura ambiente, luego se usó dos tamizadores metálicos con tamaño de malla de 1mm y 5mm, todos los fragmentos atrapados en la malla fueron almacenados en placas Petri de vidrio para su posterior medición, identificación y clasificación tal como se muestra en los resultados, respecto a los fragmentos de pellet fueron previamente lavados para la eliminación de cristales salinas presentes en la muestra que puedan ser confundidos en su identificación por su parecido en textura y coloración; los fragmentos superiores a 5mm ( $\geq 5$  mm) se rechazaron. Los micro plásticos encontrados se categorizaron por su abundancia, tipología, composición química estándar (pellet, poliestireno expandido, polipropileno, otros) (ver Figuras 2-3).

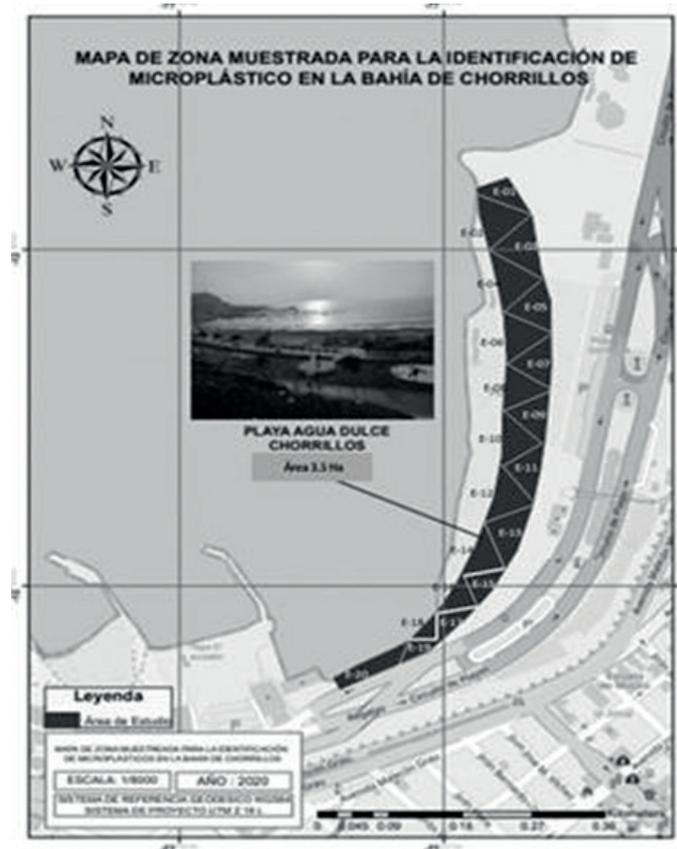


Figura 1. Localización de las estaciones de muestreo a lo largo de la playa Agua Dulce.

Tabla 1. Coordenadas de los puntos de monitoreo de micro plástico

Zonas	Nomenclatura de los puntos de monitoreo	Coordenadas WGS 84, Zona 17S	
		Norte	Este
Zona Supralitoral	E-01	8654992	279432
	E-03	8654885	279451
	E-05	8654799	279463
	E-07	8654712	279462
	E-09	8654626	279460
	E-11	8654538	279440
	E-13	8654459	279422
	E-15	8654391	279389
	E-17	8654346	279352
	E-19	8654310	279314
Zona de Alta Marea	E-02	8654928	279393
	E-04	8654837	279413
	E-06	8654755	279425
	E-08	8654670	279423
	E-10	8654593	279420
	E-12	8654515	279404
	E-14	8654440	279383
	E-16	8654377	279354
	E-18	8654340	279322
	E-20	8654310	279288



Figura 2. (01) GPS Garmin Montana 680 (02) y (03) Bandeja utilizada para la recolección de muestras

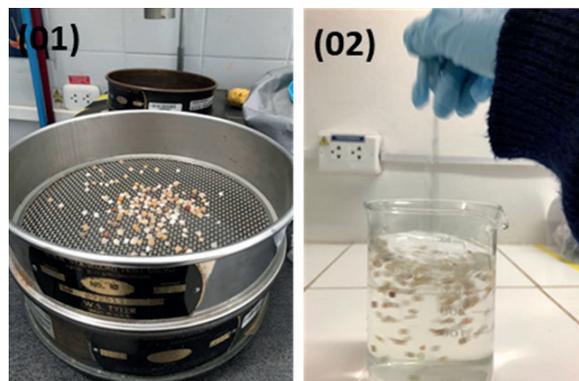


Figura 3. (01) Tamizado de muestras y (02) Lavado de pellets para la eliminación de cristales de sal.

### III. RESULTADOS

De las 20 estaciones de muestreo ubicadas en la playa Agua Dulce del Distrito Chorrillos se contabilizó 864 piezas de micro plástico (<5mm) de las cuales el 58.8% corresponden a la zona del supra litoral y 41.2 % a la línea de alta marea.

Así mismo, el 29.4% de las muestras corresponden a poliestireno expandido, 23.3% a polipropileno (se identificó principalmente fragmentos de tapas roscas), 20.9% de pellets y 20.4% de otro tipo de micro plástico como PVC, espumas, polietileno de alta densidad y polietileno de baja densidad (ver Figura 4 y Tabla 2).

La concentración media de micro plástico por metro cuadrado en la zona de supra litoral es de 43 piezas y en la línea de alta marea es de 25 piezas.

En la Figura 5. Podemos observar que en la línea de alta marea hay mayor dispersión de las muestras que en la zona del supra litoral, así mismo se observa un dato atípico esto se debe a que la estación de monitoreo número 20 se encontraba cerca a la caleta de pescadores, donde se observó mayor concentración de residuos sólidos (ver Figuras 6-7).

Por otro lado, el 79.1% de las muestras corresponden a micro plástico secundario y el 20.9% de micro plástico primarios (ver Tabla 3).

### IV. DISCUSIÓN

El análisis demostró que la mayor cantidad de micro plásticos (primarios y secundarios) encontrados en la Playa Agua Dulce corresponden a la zona supra litoral, situación similar indicada en el estudio de micro plásticos en la Playa Venencia en el distrito de Villa el Salvador, Lima-Perú (Iannacone et al., 2019), cuya procedencia se atribuye a las actividades ejecutadas por los visitantes a esta playa, principalmente.

De acuerdo con el estudio sobre la abundancia y distribución de micro plástico de las playas arenosas de Lima por De-la-Torre et al. (2020), la mayor concentración de micro plásticos corresponden a poliestireno expandido (micro plástico de origen secundario), lo cual confirma los resultados obtenidos en el presente estudio, sin embargo, la distribución porcentual de las Playas arenosas de Lima es de 78,3% mientras que en la Playa Agua Dulce fue de 29,4%,



Figura 4. Vista de micro plástico que van desde 1 a 5 mm

Tabla 2. Número de piezas de micro plástico por clasificación

Zonas	Pellets	Poliestireno expandido (PS)	Polipropileno (PP)	Otro tipo de micro plástico	Total
Supra litoral	123	185	100	100	508
Línea de alta marea	58	69	101	128	356

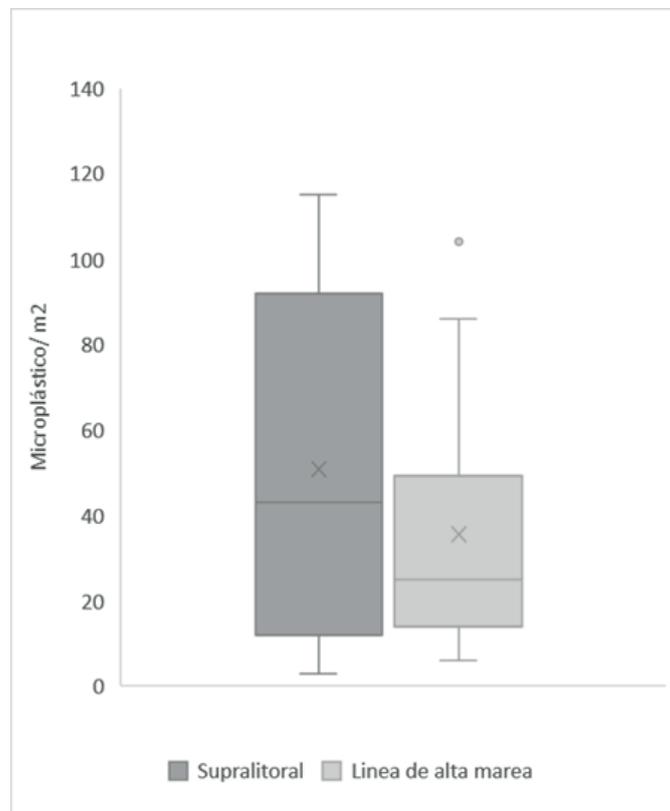


Figura 5. Concentración de micro plástico en playa Agua Dulce – Chorrillos.



Figura 6. Vista de acumulación de residuos estación de muestreo E-20: (01) Red de pesca, (02) Traje impermeable de pescadores, (03) Restos de envases de un solo uso.

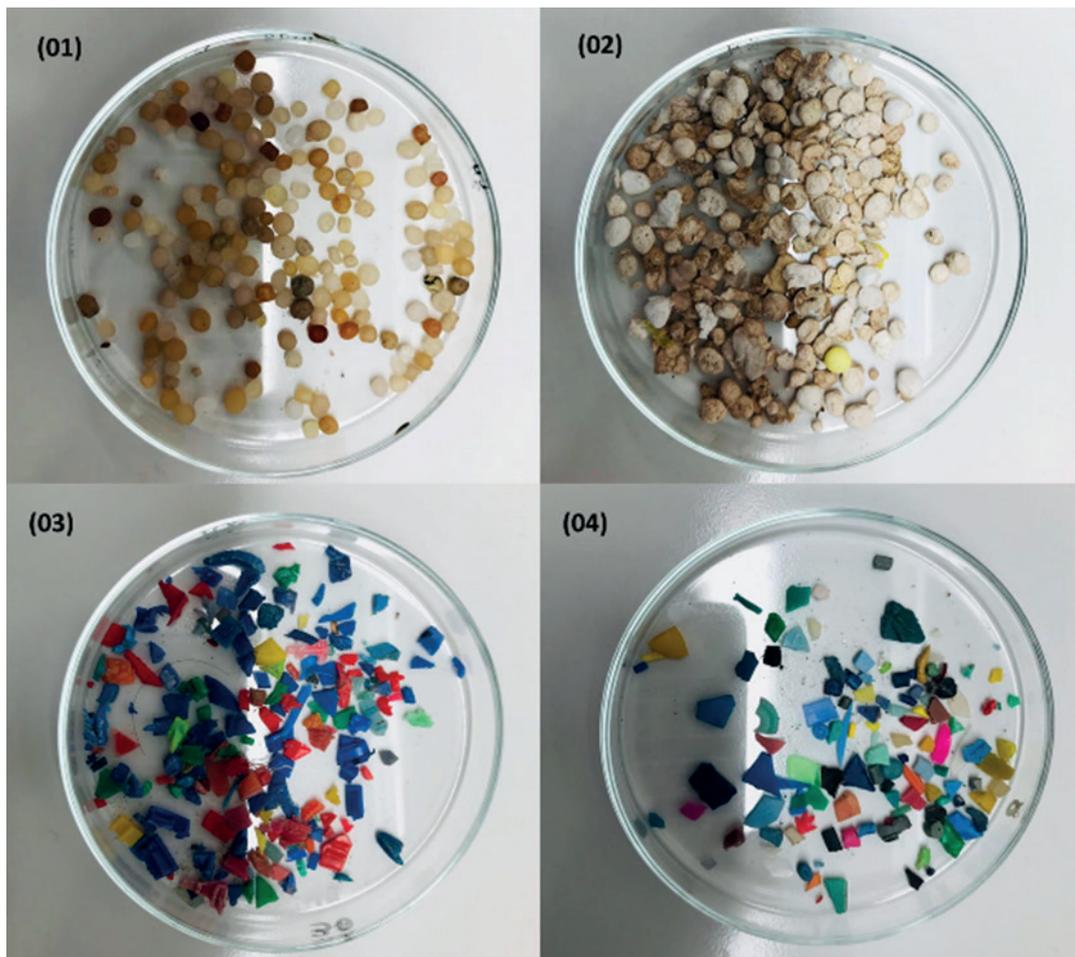


Figura 7. Muestras: (01) Pellet, (02) Poliestireno expandido, (03) Polipropileno y (04) otro tipo de micro plástico

Tabla 3. Número de micro plástico por tipo

Zonas	Micro plástico primarios	Micro plástico secundarios
Supra litoral	123	385
Línea de alta marea	58	298
Total	181	683

esto podría estar influenciado por los periodos de tiempo en que se ejecutaron ambos estudios. El primer estudio se realizó sin restricciones asociadas al estado de emergencia SARS-COV-2, cuya fuente principal del poliestireno se debe a la venta de alimentos en recipientes de tecnopor, así como, los mismos recipientes que los visitantes llevan a la playa Agua Dulce para su alimentación durante la estación de verano.

Por otro lado, es importante indicar que el 20.9% de los micro plásticos encontrados corresponden a Pellets micro plásticos de origen primario, cuyo origen está asociado principalmente a plantas de procesamiento de plástico. Al respecto es preciso indicar que a 1.7 km aproximadamente al sureste de esta playa se encuentra la empresa Platers S.A.C, dedicada a la fabricación y comercialización de compuestos de PVC rígidos, semi rígidos y plastificados; sin embargo, no se tiene evidencia del aporte de micro plásticos

provenientes de esta empresa a la playa mencionada, ya sea de forma directa o indirecta. Si bien la presencia de los Pellets, están asociados principalmente a las plantas de procesamiento de plástico, no necesariamente éstas son fuentes de contaminación directa, sino que los micro plásticos también pueden ser transportados por corrientes marinas (Hidalgo-Ruz & Thiel, 2013).

La abundancia media encontrada de micro plásticos por  $m^2$  (a una profundidad de 2 cm) en el presente estudio fue de 43 piezas; mientras que la abundancia de micro plásticos calculada por (De-la-Torre et al., 2020) en 4 playas de la ciudad de Lima, entre ellas Agua Dulce, fue de 40 piezas por  $m^2$  (a una profundidad de 1 cm); cantidades similares, a pesar de que el presente estudio se realizó en el periodo de emergencia sanitaria SARS- COV-2. Esto demuestra que la presencia de micro plástico no sólo se debe a la influencia de bañistas sino también existe aporte de contaminantes por

corrientes marinas, por otro lado, cabe resaltar que durante las campañas de limpieza de playa sólo se retiran plásticos grandes quedando acumulados los micro plásticos en los sedimentos arenosos.

## V. CONCLUSIONES

La identificación de micro plástico de origen primario (181 piezas) y secundario (683 piezas) del área muestreada, confirman que nos encontramos ante un escenario con agentes contaminantes que de manera silenciosa causan impactos negativos en el medio ambiente como la contaminación del suelo y agua, así como la afectación a las especies marinas alterando la cadena trófica, hecho que incide directamente en la salud humana como último eslabón de la cadena trófica.

A pesar de las restricciones por el estado de emergencia la cantidad de micro plásticos por m<sup>2</sup> en la Playa Agua Dulce entre los años 2019 (40 piezas) y 2020 (43 piezas) se incrementó en un 7.5%.

Los residuos de la pesca artesanal que se desarrolla en la Caleta de Pescadores (boyas, redes de pesca trajes impermeables, entre otros) son arrojado al mar y finalmente son erosionados, fragmentados y depositados en la zona de playa generando impactos al ecosistema marino.

No se evidencio una fuente directa de deposición de Pelletes en la playa Agua Dulce, a pesar de que representan el 20.9% de los micro plásticos encontrados, por lo que se sugiere continuar investigando su procedencia.

## VI. REFERENCIAS

- A.C. Brown, & Anton McLachlan. (2006). *The Ecology of Sandy Shores* (Elsevier, Ed.; Issue 2nd Ed.). <https://www.elsevier.com/books/the-ecology-of-sandy-shores/brown/978-0-12-372569-1>
- Acosta Coley, I. (2014). *Caracterización de microplásticos primarios en el ambiente marino de una playa urbana en Cartagena de Indias*. <https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/4191/TESISENTREGADAFINAL.pdf>
- Lusher, A., Hollman, P., & Mendoza-Hill, J. (2022). Los microplásticos en los sectores de pesca y acuicultura ¿Qué sabemos? ¿Deberíamos preocuparnos? *Informe FAO. Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura*. <http://www.fao.org/3/a-i7677e.pdf>
- Andrady, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8), 1596–1605. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2011.05.030>
- Andrés Sarria-Villa, R., & Gallo-Corredor, A. (2016). La gran problemática ambiental de los residuos plásticos: Microplásticos. In *Journal de Ciencia e Ingeniería* (Vol. 8, Issue 1). <https://jci.uniautonomo.edu.co/2016/2016-3.pdf>
- Aslam, H., Ali, T., Mortula, M. M., & Attaelmanan, A. G. (2020). Evaluation of microplastics in beach sediments along the coast of Dubai, UAE. *Marine Pollution Bulletin*, 150, 110739. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2019.110739>

- Banco Mundial. (2018). *Los desechos 2.0: Un panorama mundial de la gestión de desechos sólidos hasta 2050*. <https://www.bancomundial.org/es/news/infographic/2018/09/20/what-a-waste-20-a-global-snapshot-of-solid-waste-management-to-2050>
- Baylón, M., Advíncula, O., Loyola, O., Norabuena, Á., & Hernández-Becerril, D. (2019). Variación espacial y temporal del fitoplancton con énfasis en las floraciones algales frente a La Playa de Pescadores Artesanales de Chorrillos/Lima. *Ecología Aplicada*, 18(2), 133–143. <https://doi.org/10.21704/REA.V18I2.1332>
- Blancard Manon, Choplin Laurine, Mbaye Mariette, & Olivereau Adrien. (2019). *Un sistema de depósito para botellas de plástico en Lima : ¿una alternativa colectiva y exitosa para resolver el problema de la contaminación y de la creciente producción de plástico en el Perú?* <https://repositorio.esan.edu.pe/handle/20.500.12640/1754>
- Congreso de la Republica. (2018). *Ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables - Ley N° 30884*. Diario Oficial El Peruano. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ley-que-regula-el-plastico-de-un-solo-uso-y-los-recipientes-ley-n-30884-1724734-1/#:~:text=1.1%20El%20objeto%20de%20la,humano%20en%20el%20territorio%20nacional.>
- Congreso de la Republica. (2019). *Aprueban el Reglamento de la Ley N° 30884, Ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables. DS N° 006-2019-MINAM*. Diario El Peruano. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-el-reglamento-de-la-ley-n-30884-ley-que-regula-el-decreto-supremo-n-006-2019-minam-1800497-4/>
- de Miguel, C. J., & Tavares, M. (2015). El desafío de la sostenibilidad ambiental en América Latina y el Caribe. Textos seleccionados 2012-2014. *CEPAL. Repositorio Digital*. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/37791>
- De-la-Torre, G. E., Dioses-Salinas, D. C., Castro, J. M., Antay, R., Fernández, N. Y., Espinoza-Morrinerón, D., & Saldaña-Serrano, M. (2020). Abundance and distribution of microplastics on sandy beaches of Lima, Peru. *Marine Pollution Bulletin*, 151, 110877. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2019.110877>
- Driedger, A. G. J., Dürr, H. H., Mitchell, K., & van Cappellen, P. (2015). Plastic debris in the Laurentian Great Lakes: A review. *Journal of Great Lakes Research*, 41(1), 9–19. <https://doi.org/10.1016/J.JGLR.2014.12.020>
- Ellen MacArthur Foundation. (2022). *Plastics and a circular economy*. News and Updates Ellen MacArthur Foundation. <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/plastics/overview>
- Greenpeace. (2018). Un millón de acciones contra el plástico. *Greenpeace Manual Para Un Futuro Sostenible*, 1–43. <https://es.greenpeace.org/es/wp-content/uploads/sites/3/2018/04/TOOLKIT-PLASTICOS-v3.pdf>
- Harris, P. T. (2020). The fate of microplastic in marine sedimentary environments: A review and synthesis. *Marine Pollution Bulletin*, 158, 111398. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2020.111398>
- Hidalgo-Ruz, V., & Thiel, M. (2013). Distribution and abundance of small plastic debris on beaches in the SE Pacific (Chile):

A study supported by a citizen science project. *Marine Environmental Research*, 87–88, 12–18. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2013.02.015>

- Iannacone, J., Huyhua, A., Alvarino, L., Valencia, F., Principe, F., Minaya, D., Ortega, J., Argota, G., & Castañeda, L. (2019). Microplásticos en la zona de marea alta y supralitoral de una playa arenosa del litoral costero del Perú. *The Biologist (Lima)*, 17(2). <https://doi.org/10.24039/RTB2019172369>
- INEI Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú. (2017). *Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*. REDATAM. <http://censo2017.inei.gov.pe/resultados-definitivos-de-los-censos-nacionales-2017/>
- Isobe, A., Uchiyama-Matsumoto, K., Uchida, K., & Tokai, T. (2017). Microplastics in the Southern Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 114(1), 623–626. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2016.09.037>
- MINAM. (2014). *Guía para el muestreo de suelos (R.M. 085-2014-MINAM)* (Vol. 2, p. 91). <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2018/07/GUIA-PARA-EL-MUESTREO-DE-SUELO.pdf>
- MINAM-Ministerio del Ambiente del Perú. (2021). *Listado de rellenos sanitarios*. Registro. <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/279709-listado-de-rellenos-sanitarios-a-nivel-nacional>
- ONU-Medioambiente. (2018). *El estado de los plásticos. Perspectiva del día mundial del medio ambiente*. 1–20. [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/25513/state\\_plastics\\_WED\\_SP.pdf?isAllowed=y&sequence=5](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/25513/state_plastics_WED_SP.pdf?isAllowed=y&sequence=5)
- Gandara, P. (2016). *Contaminação e toxicidade de microplásticos em uma área de proteção marinha cost...* <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-27092016-084059/en.php>
- Purca, S., & Henostroza, A. (2017). Presencia de microplásticos en cuatro playas arenosas de Peru. *Revista Peruana de Biología*, 24(1), 101–106. <https://doi.org/10.15381/RPB.V24I1.12724>
- Retama, I., Jonathan, M. P., Shruti, V. C., Velumani, S., Sarkar, S. K., Roy, P. D., & Rodríguez-Espinosa, P. F. (2016). Microplastics in tourist beaches of Huatulco Bay, Pacific coast of southern Mexico. *Marine Pollution Bulletin*, 113(1–2), 530–535. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2016.08.053>
- Rojó-Nieto, E., & Montoto, T. (2017). *Basuras marinas, orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global* (pp. 1–54). <https://acceda.cris.ulpgc.es/handle/10553/56275>
- Solano, C. V., Romero Peral, F., Fernández Martín, S., Muñoz Molina, M., & Álvaro Berlanga, S. (2018). Estudio de la abundancia de microplásticos en doce playas de la isla de Tenerife (Islas Canarias). *REVISTA SCIENTIA INSULARUM*, 103–121. <https://doi.org/10.25145/j.SI.2018.01.007>
- SPDA-Sociedad Peruana de Derecho Ambiental. (2019). *HAZla por tu playa*. [www.spda.org.pe](http://www.spda.org.pe)
- Torres Aranibar, L. A. (2019). *Evaluación de la contaminación al medio marino de las operaciones artesanales en el muelle pesquero artesanal de Chorrillos con la finalidad de su recuperación*. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/3548>
- Urban-Malinga, B., Zalewski, M., Jakubowska, A., Wodzinowski, T., Malinga, M., Palys, B., & Dąbrowska, A. (2020). Microplastics on sandy beaches of the southern Baltic Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 155, 111170. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2020.111170>
- Yonkos, L. T., Friedel, E. A., Perez-Reyes, A. C., Ghosal, S., & Arthur, C. D. (2014). Microplastics in four estuarine rivers in the Chesapeake Bay, U.S.A. *Environmental Science and Technology*, 48(24), 14195–14202. [https://doi.org/10.1021/ES5036317SUPPL\\_FILE/ES5036317\\_SI\\_001.PDF](https://doi.org/10.1021/ES5036317SUPPL_FILE/ES5036317_SI_001.PDF)
- Young, A. M., & Elliott, J. A. (2016). Characterization of microplastic and mesoplastic debris in sediments from Kamilo Beach and Kahuku Beach, Hawai'i. *Marine Pollution Bulletin*, 113(1–2), 477–482. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2016.11.009>
- Sierra Praeli, Y. (2018). *Guerra contra los plásticos desechables: ¿cuánto ha avanzado Latinoamérica?* Mongabay Latam. <https://es.mongabay.com/2018/07/plasticos-desechables-leyes-latinoamerica/>

#### Contribución de autoría:

Conceptualización, Adquisición de fondos, Recursos, Software, Administración del proyecto, Visualización, Redacción-borrador original: Karen Samantha Sánchez Antezana

Curación de datos: Juan Manuel Sánchez Soto

Análisis formal: Karen Samantha Sánchez Antezana, Juan Manuel Sánchez Soto, José Freddy

Atuncar Yrribari y Henri Emmanuel Lopez Gomez

Investigación: Karen Samantha Sánchez Antezana y Juan Manuel Sánchez Soto

Metodología: Juan Manuel Sánchez Soto y Henri Emmanuel Lopez Gomez

Supervisión: Juan Manuel Sánchez Soto y José Freddy Atuncar Yrribari

Validación: Manuel Sánchez Soto y Henri Emmanuel Lopez Gomez

Redacción - revisión y edición: Karen Samantha Sánchez Antezana, Juan Manuel Sánchez Soto y Henri Emmanuel Lopez Gomez