



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Revisión Sistemática: Problemática de la Generación de
Microplásticos y sus Principales Impactos en el Medio Marino**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL

AUTORES:

Carmona Vásquez, Eduardo Antonio (ORCID: 0000-0002-0853-0773)

Huanachea Bordon, Abigail Alexandra (ORCID: 0000-0001-8928-5222)

ASESOR:

Dr. Sernaque Auccahuasi, Fernando Antonio (ORCID: 0000-0003-1485-5854)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A mis padres y mis hermanos, ya que siempre me han apoyado incondicionalmente y me han ayudado a llegar donde estoy ahora, por ellos y para ellos.

Eduardo Carmona Vásquez

DEDICATORIA

A mi padre,
Quien siempre será mi mayor ejemplo de amor, esfuerzo y perseverancia.

A mi madre,
En quien siempre encuentro apoyo, motivación y el mejor de los consejos.

Abigail Alexandra Huanachea Bordon

AGRADECIMIENTO

A nuestras familias quienes son nuestra mayor motivación para lograr nuestras metas.

Al Dr. Fernando Sernaqué por su guía, orientación y siempre amable predisposición para el desarrollo del presente trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1 Tipo y diseño de investigación	13
3.2 Categorías, sub categoría y matriz de categorización apriorística	14
3.3 Escenario de estudio.....	15
3.4 Participantes	16
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	16
3.6 Procedimiento	16
3.7 Rigor científico.....	18
3.8 Método de análisis de datos.....	19
3.9 Aspectos éticos	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
V. CONCLUSIONES	51
VI. RECOMENDACIONES	52
REFERENCIAS	53
ANEXOS	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Matriz de categorización apriorística	15
Tabla N° 2. Resultados de los impactos de microplásticos en la cadena trófica ..	23
Tabla N° 3. Resultados de las fuentes de microplásticos	32
Tabla N° 4. Densidad y aplicación de polímeros plásticos comunes	40
Tabla N° 5. Resultados de contaminantes adheridos a los microplásticos.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de bloques del proceso de búsqueda y selección de documentos.....	17
Figura 2. Países donde se realizaron los estudios incluidos en esta revisión sistemática	21
Figura 3. Polímeros más encontrados en lo estudios incluidos en esta revisión sistemática	39

RESUMEN

La presente revisión sistemática describe los principales impactos de la presencia de microplásticos en el medio marino y su interacción con los organismos acuáticos mediante la revisión de la literatura científica existente, para ello se eligieron tres objetivos específicos que responden a los impactos en la cadena trófica, las principales fuentes de generación de microplásticos y los contaminantes adheridos a microplásticos. Se obtuvo como resultado que las principales afectaciones en los organismos acuáticos son en el sistemas digestivo y reproductivo a causa de la ingestión de microplásticos de diferentes tamaños en distintas especies analizadas. En cuanto a las principales fuentes de generación de estos polímeros destacan la industria cosmética y la industria pesquera, según su origen primario y secundario, respectivamente. Además se identificaron diversos contaminantes adheridos a los microplásticos entre los que destacan contaminantes orgánicos persistentes y metales pesados, los cuales fueron los que se mencionan con mayor frecuencia en los artículos revisados; de esta manera, los microplásticos podrían funcionar como vectores de contaminantes al ser ingeridos por distintos organismos marinos y a la vez introducirlos en diversos ecosistemas mediante su desplazamiento. Debido a que el tema recién va tomando relevancia y se investiga desde hace poco tiempo, el impacto de los microplásticos es aún impredecible.

Palabras claves: Microplásticos, cadena trófica, fuentes, contaminantes, océanos.

ABSTRACT

The purpose of this systematic review is to describe the main impacts of the presence of microplastics in the marine environment and their interaction with aquatic organisms through a review of the existing literature, for which three specific objectives were chosen that respond to the impacts on the trophic chain, the main sources of microplastic generation and the pollutants attached to microplastics. It was obtained as a result that the main effects on aquatic organisms are in the digestive and reproductive systems due to the ingestion of microplastics of different sizes in different species analyzed. The main sources of microplastics generation are the cosmetic industry and the fishing industry, according to their primary and secondary origin, respectively. In addition, several contaminants attached to microplastics were identified, mainly persistent organic compounds and heavy metals, which were the most frequently found in the articles reviewed. In this way, microplastics could function as vectors of contaminants when they're ingested by different marine organisms and at the same time introduce them into diverse ecosystems through their displacement. Due to the fact that the issue has just recently become relevant and has been researched very recently, the impact of microplastics is still unpredictable.

Key words: Microplastics, trophic chain, sources, contaminants, oceans.

I. INTRODUCCIÓN

Desde la creación del plástico, su producción ha ido en aumento, sobre todo en la última década, donde la fabricación de este material ha crecido exponencialmente. La producción mundial de polímeros aumentó de 2×10^6 Mt en 1950 a 380×10^6 Mt en 2015, y se proyecta que se duplique para el año 2040. Así mismo, se estima que se han generado 8,300 millones de toneladas métricas (Tm) de plástico virgen hasta el 2017 (Geyer, Jambeck y Lavender, 2017, p. 1), de los cuales aproximadamente 4900 Mt, se descartaron y se encuentran en los ecosistemas (Geyer, Jambeck y Lavender, 2017, p. 3).

En el contexto actual que vivimos provocado por el virus COVID-19, se ha regresado al uso desmedido del plástico de un solo uso (Correa, 2020, p.11), lo que acrecenta aún más el consumo, y por lo tanto la producción de este material.

El estudio de Bergmann, Gutow y Klages, asegura que la totalidad del plástico que se ha producido a lo largo de la historia, a excepción del que ha sido quemado, permanece en la actualidad en el medio natural sin haberse mineralizado o degradado, sin embargo, lo más probable es que esté fragmentado (2015, p. 194).

En los sistemas naturales, los plásticos son susceptibles a los procesos de meteorización y degradación, provocados por factores ambientales entre los que resaltan la humedad, la energía solar, la oxidación química, la presión atmosférica y la actividad biológica (Gewert, Plassmann y MacLeod, 2015) que son causantes de los cambios químicos y físicos en la estructura del polímero, provocando la fragmentación en partículas que se sabe que alcanzan milímetros o micrómetros de tamaño, originando lo que se conoce como microplásticos. Esta fragmentación del polímero en unidades más pequeñas, aumenta la superficie expuesta a los elementos.

Actualmente, no se ha llegado a un acuerdo por parte de la comunidad científica sobre el diámetro mínimo del tamaño para que la definición de estas partículas sea considerada microplástico (Bergmann, Gutow y Klages, 2015, p. 191). De manera más genérica, los microplásticos comprenden todas aquellas partículas

de plástico con un tamaño inferior a 5 mm (International Maritime organization, 2015, p. 5).

El plástico no es un material inerte, este libera aditivos y otros componentes químicos al medio natural a lo largo de su vida útil; estos compuestos son diferentes entre los distintos tipos de plástico y cuando son liberados, algunos resultan dañinos y tienen efectos adversos sobre los factores ambientales y la salud humana (Teuten et al., 2017, p. 9).

De acuerdo con diversos autores, se calcula que llegan al océano entre 6 y 8 millones de toneladas de basura marina por año (Jackman et al., 2015, p. 770). A pesar de que existen diversos materiales en la basura marina, como cartones, papel, retazos de textiles, vidrios, metales, residuos de la actividad pesquera, cuerdas, filtros de cigarrillos, residuos sanitarios, juguetes, entre muchos otros materiales, varias investigaciones coinciden que los plásticos simbolizan más del 80% de las basuras marinas (Deudero et al., 2015, p. 3).

Si tenemos en cuenta la cantidad de plásticos que se disponen de manera inadecuada actualmente, y la proyección de producción que se estima en un futuro a corto plazo, se puede considerar que la incidencia de los microplásticos a nivel global es un problema significativo en la actualidad, a pesar de no mencionarse con frecuencia, y que en un futuro a corto plazo, se convertirá en un problema que puede tener una incidencia de gran magnitud.

Ante lo expuesto, el problema general planteado para la investigación es el siguiente: ¿Cuál es la problemática de la generación de microplásticos y sus principales impactos en los océanos?, del cual se derivan tres problemas específicos: ¿Cómo afecta la generación de microplásticos en la cadena trófica acuática?, ¿Cuáles son las principales fuentes de microplásticos vertidos en los océanos?, ¿Cuáles son los principales contaminantes adheridos a los microplásticos vertidos en los océanos?

La presente investigación se justifica en la necesidad de conceptualizar la información disponible acerca de los efectos de los microplásticos en el medio marino a nivel global a partir de la revisión de los trabajos realizados en distintas partes del mundo, teniendo en cuenta que la generación de plásticos aumentan

de manera exponencial debido al estilo de vida llevado actualmente y al inadecuado manejo de estos que permite que lleguen a los océanos y permanezcan sobre ellos por mucho tiempo haciéndolos más frágiles y propensos a fragmentarse con mayor facilidad y alterando así los ecosistemas marinos. La presencia de microplásticos en aves, en peces y microorganismos en distintos niveles de profundidad e ubicación geográfica, nos permite conocer sobre el gran problema persistente del mal manejo de residuos plásticos y la importancia de evitar su disposición en lugares inadecuados.

La investigación tiene como finalidad esquematizar los resultados de la información recopilada respecto a la contaminación por microplásticos en el medio marino, que permitan mostrar la influencia de este material en los océanos. Si bien en nuestro país la información sobre microplásticos es aún escasa, conocemos sobre la palpable problemática del inadecuado manejo de residuos plásticos que cabe lugar en las zonas costeras, se requiere enfatizar con mayor profundidad aquellos problemas que estarían generando los microplásticos, aquellos que debido a su tamaño podrían ser imperceptibles, pero no dejarían de ser perjudiciales a la fauna marina y también a la salud humana.

El objetivo general es explicar la problemática de la generación de microplásticos y sus principales impactos en los océanos, mientras que los objetivos específicos fueron: Describir cómo afecta la generación de microplásticos en la cadena trófica acuática, identificar las principales fuentes de microplásticos vertidos en los océanos y describir los principales contaminantes adheridos a los microplásticos vertidos en los océanos.

II. MARCO TEÓRICO

El trabajo de Lusher A., Hollman P., y Mendoza Hill J. (2017) tuvo como objetivo el de evaluar el impacto potencial de los microplásticos en los consumidores, salud y percepción; y comprender las posibles consecuencias en la productividad de los peces ya que es probable que los procesos fisiológicos se vean afectados por los microplásticos. Los resultados obtenidos fueron: el sector de pesca y acuicultura contribuyen a la contaminación por microplásticos debido al abandono, descarte o pérdida de los equipos de pesca, convirtiéndose así en la principal fuente de generación de microplásticos en los entornos acuáticos. En cuanto a la ingesta de microplásticos por organismos acuáticos sugieren que a pesar de que se ha confirmado su presencia en trabajos de laboratorio y de campo, incluso en especies comerciales, el número de microplásticos observado suele ser bajo; esto podría deberse a la imposibilidad de la enumeración de microplásticos presentes si el material biológico, las biopelículas microbianas y las algas cubren la presencia de partículas del plástico. (p.73)

El Grupo de expertos sobre los aspectos científicos de la protección del medio ambiente marino (GESAMP, 2015) mediante su trabajo obtuvieron como resultado sobre las principales fuentes, que los microplásticos pueden fabricarse de tal tamaño para aplicaciones concretas o ser el resultado de la fragmentación de objetos plástico de mayor tamaño; también que los microplásticos son ingeridos por una amplia gama de organismos marinos, y el desplazamiento, almacenamiento y eliminación de los microplásticos por parte de los organismos marinos dependerá del tamaño de la partícula. Además los polímeros más identificados fueron el polietileno, polipropileno y poliestireno expandido los cuales son más probable que floten, y los compuestos de polivinilo de cloruro, la poliamida (nylon) y el tereftalato de polietileno son más propensos a hundirse. (p. 64).

Tim Kiessling, Lars Gutow y Martin Thiel (2015, p. 158) cuyo trabajo tuvo como objetivo revisar las implicaciones medioambientales de la acumulación de desechos plásticos; concluye que los desechos plásticos ofrecen un hábitat para varios microorganismos, incluyendo algunos dañinos que se

adhieren a polímeros flotantes, como patógenos humanos y animales del género *Vibrio*, el ciliado *Halofolliculina sp.*, y los *dinoflagelados* *Ostreopsis sp.* *Coolia sp.* y *Alexandrium taylori* , conocido por formar floraciones de algas nocivas en condiciones favorable. La composición de esta comunidad microbiana difiere claramente del agua de mar circundante, lo que sugiere que la basura plástica forma un hábitat novedoso para la microbiota.

En el estudio realizado por los autores Van Cauwenberghe, Vanreusel, Mees, Janssen (2013 p., 496) donde se realizaron análisis al sedimento de 4 ubicaciones de aguas profundas para detectar la presencia de microplásticos, se obtuvo como resultado la existencia de un promedio de hasta 1 microplástico por 25 cm³, la profundidad de donde se recuperaron estos microplásticos oscilaron entre 1176 y 4843 m. Como conclusiones indica que en los hábitats de aguas superficiales sería menor la abundancia de microplásticos que en las profundidades marinas.

Peeken, I. et al. (2018, p., 8); cuyo trabajo tuvo como objetivo la identificación de concentraciones de partículas de microplásticos en las regiones polares mediante la evaluación de núcleos de hielo entre el 2014 y 2015; se obtuvieron como resultados la identificación de 17 tipos de polímeros donde se identificó al polietileno como el polímero más importante, la poliamida también fue un compuesto común observado en las muestras. Mediante este trabajo se concluye que la distribución de microplásticos en el Ártico Central es más compleja de lo que se consideró anteriormente, asumiendo el transporte con altas cargas de microplásticos desde las áreas urbanas hacia las regiones polares remotas.

Zhenfei Dai et al. (2018, p. 7); su estudio fue realizado en la columna de agua y el sedimento del agua superficial en el mar de Bohai ubicado en la costa noroeste de China. Se tomaron muestras de agua de mar cada 5 m, con una profundidad máxima de 30 m en la columna de agua. Los autores concluyeron que la identificación de acumulación de microplásticos a profundidades de 5-15 m es más abundante que en las aguas superficiales, además, las formas y tamaños de las partículas microplásticas también cambian desde la superficie hasta el fondo de la columna de agua.

Kutralam-Muniasamy et al. (2020, p. 11) Los autores realizaron una revisión de estudios sobre la contaminación por microplásticos en América Latina, indicaron que la presencia de microplásticos tanto en aguas superficiales como en sedimentos, la mayor parte de los estudios revisados correspondieron a Brasil, los principales hallazgos mostraron que los microplásticos no son despreciables en América Latina a pesar de contar con relativamente pocos estudios. Se identificó la prevalencia de fibras de plásticos en los océanos representando el 62% del total, y los polímeros más encontrados fueron el polietileno, polipropileno, tereftalato de polietileno y poliestireno que representan el 80% del total. Las principales fuentes de microplásticos en América Latina se atribuye al inadecuado manejo de residuos sólidos representando el 71% de las principales fuentes identificadas.

Courtene-Jones et al. (2017, p. 276), a través de su investigación realizada en aguas profundas mayores a 2200 m, en la Fosa de Rockall, Océano Atlántico Noreste; identificaron fibras microplásticas en aguas profundas con una concentración de 70,8 partículas/m³. Mediante este trabajo se obtuvieron las primeras fotografías de la presencia de microplásticos en aguas profundas, evidenciando la contaminación por microplásticos en la Fosa Rockall y afirmando así el potencial de afectación al mayor ecosistema mundial. Los resultados de esta investigación demuestra la presencia de microplásticos en aguas profundas y en los invertebrados bentónicos. De igual forma, se identificaron microplásticos en las tres especies de macroinvertebrados bentónicos de mar profundo, con una incidencia de ingestión del 48%. En la conclusiones del presente estudio se demuestra la presencia de microplásticos en el agua y la fauna bentónica de aguas profundas en el Rockall Trough (Océano Atlántico nororiental).

Everaert G. et al (2020, p. 4) mediante su investigación identificaron que en el mar Mediterráneo se ubicaron las concentraciones más altas de microplásticos; en la capa superficial del océano (0-5 cm) y representaron más de 40,000 partículas/m³ y de más de 50,000 partículas/m³ en el mar Amarillo (cerca de la China Oriental) convirtiéndose así en puntos críticos de

riesgos de microplásticos marinos en las próximas décadas; los efectos se atribuyen principalmente a la producción exponencial del plástico. Mediante este trabajo se determinó que actualmente el 0,17% de la capa superficial del océano global se ve afectada por la contaminación por microplásticos y esta aumentaría a 1.62% para el 2100 en el peor de los casos.

Coyle et al.(2020, p. 5) este trabajo tuvo como finalidad revisar la literatura para probar que la densidad de partículas es un factor clave para describir el comportamiento del hundimiento y la distribución vertical de microplásticos y para considerar la absorción y transferencia trófica de microplásticos; los autores concluyeron que si bien la densidad del polímero juega un papel clave en la distribución inicial de microplásticos al ingresar al medio marino, lo que influye en la dispersión de estas partículas son las interacciones de microplástico con organismos marinos.

López Martínez et al. (2020), a través del análisis de 112 estudios relacionados a los impactos de la ingestión de macro y microplásticos en vertebrados en el Mediterráneo y el noroeste del océano Índico, indicaron que en las tortugas marinas, cetáceos y en peces los microplásticos más encontrados son los macro y microplásticos blancos, fibras, plásticos transparentes y los polímeros de poliéster, polietileno de baja densidad y poliamidas nylon. Los autores concluyeron que los microplásticos de fibra transparente son los más ingeridos por la megafauna marina alrededor del mundo y pueden estar causando trastornos del metabolismo además de obstrucciones intestinales. Entre los resultados de la investigación se resalta que la distribución global de especies observadas en esta revisión, mostró que las concentraciones más altas de los individuos que contienen plástico se encuentran en el Océano Pacífico. Esto podría deberse al hecho de que el 51% de la producción mundial de plástico en 2018 se fabricó en Asia, donde China constituía 30% de esta producción. Otro de los resultados mas relevantes es la que hace mención a la ingesta de plástico por color, tanto en tortugas como en cetáceos, los colores más ingeridos son blancos y azules, mientras que en los peces son claras / transparentes y negras (p. 11).

Thompson R. (2015) a partir de las diversas investigaciones revisadas de la presencia de microplásticos en océanos, concluye que los plásticos también absorben y concentran contaminantes orgánicos del medio marino. Este grado de absorción varía entre los plásticos; el polietileno tiene una mayor difusividad de contaminantes y exhibe una mayor absorción de contaminantes que otros plásticos, incluidos el polipropileno y el policloruro de vinilo. Así mismo, la meteorización ultravioleta también parece afectar la absorción de contaminantes por los plásticos. (p. 196)

Ory N. (2017), demuestra en su estudio que la mayoría de los microplásticos encontrados en los estómagos de las especies analizadas estaban fragmentos con bordes afilados que potencialmente pueden desgarrar el tejidos del tracto del sistema digestivo. Estos plásticos también estaban muy degradados y, por lo tanto, más susceptible en comparación a las partículas más nuevas, a la liberación de sustancias peligrosas como aditivos.

Bellas J. et al. (2016) indica que el mar Mediterráneo se considera una gran zona de acumulación de desechos plásticos a nivel mundial, con concentraciones promedio de 243,854 plásticos/km² en aguas superficiales (83% de las cuales son microplásticos). En cuanto a las costas gallega y cantábrica, los plásticos estuvieron presentes en el 95% de las muestras recogidas, y las concentraciones promedio de microplásticos fueron 0.011–0.285 ítems/m² en el litoral gallego y 0,035-0,086 ítems/m² en el Cantábrico, con valores más altos observados cerca de las ciudades de Vigo y Santander.

Bessa F. et al. (2018) en su investigación nos indican que como resultado de su investigación las especies de peces de los estuarios de Mondego son vulnerables a la contaminación por microplásticos, principalmente fibras de origen sintético y semisintético y que *Desulfovibrio vulgaris* parece ser más vulnerable a la ingestión de microplásticos, lo que lo convierte en un especies candidatas para el seguimiento de microplásticos en hábitats similares.

A partir de la información revisada, se estudia los siguientes términos y conceptos claves:

La basura marina, es un término que comprende cualquier material sólido producido o procesado y duradero, que es descartado, abandonado o dispuesto en el litoral o en el mar, según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Según los datos obtenidos por esta organización y por distintos autores, se calcula que se vierten al mar cerca de 8 millones de toneladas de basuras marinas cada año (PNUMA, 2015), de los cuales aproximadamente un 80% son plásticos de distintos tipos (Deudero et al., 2015, p. 3).

El plástico es un material sintético obtenido mediante fenómenos de polimerización o multiplicación artificial de los átomos de carbono en largas cadenas moleculares de compuestos orgánicos (Segura, Noguez y Espín, 2017, p. 361). Se define también como una sustancia compuesta por cadenas moleculares complejas, denominadas polímeros. Estos polímeros son grandes agrupaciones de monómeros unidos mediante un proceso químico llamado polimerización. Estos monómeros son moléculas formadas por carbono e hidrógeno (Billmeyer, 2020).

Los productos plásticos son muy diversos, tanto en composición química, propiedades y posibles aplicaciones (D. Lithner, 2011, p. 2). Los compuestos utilizados en la fabricación de plásticos incluyen una mezcla de aditivos y mediante diferentes procesos industriales le atribuyen al producto las características de más durabilidad, resistencia a la temperatura, entre otros; todo ello con la finalidad de incrementar su vida útil. (Rojo Nieto, E. y Montoto, T., 2017).

Los restos de plásticos se pueden dividir en macroplásticos y microplásticos, según su tamaño. Los macroplásticos son aquellas partículas de diámetro mayor a 5 mm, generalmente son los más perceptibles y son encontrados muchas veces enredados en especies como aves, tortugas, peces y mamíferos. Los microplásticos, por lo general derivan de plásticos más grandes, es decir macroplásticos, que por degradación física, (mecanización

de las olas, consecuencia de temperatura o radiación ultravioleta), y degradación química (oxidación, hidrólisis) reducen este material a partículas y fibras más diminutas, muchas veces desapercibidas a simple vista (Ipekoglu, 2017).

Los microplásticos abarcan las partículas plásticas con un diámetro menor a los 5 milímetros (GESAMP, 2015, p. 5). Existen los denominados microplásticos primarios, los cuales son diseñados y elaborados con un tamaño microscópico. Dentro de este grupo resaltan las microesferas con un diámetro $<500 \mu\text{m}$, que generalmente se encuentran en productos de cosmética (Anagnosti et al., 2020). Estas micropartículas son origen de uno de los problemas ambientales contemporáneos más significativos, al ingresar al sistema de alcantarillado después de usarse y desembocar en los océanos. Así mismo existen los denominados microplásticos secundarios, los cuales derivan de estructuras de mayor tamaño, que por distintos factores, se van fragmentando en materiales con un tamaño cada vez más pequeño; un claro ejemplo es el que nos brinda el estudio de Browne et al. (2011) el cual indica que con lavar prendas sintéticas una sola vez, se pueden desprender casi 2000 fibras de microplásticos, las cuales se disponen en los mares mediante la descarga de estos efluentes.

Dentro de los microplásticos encontramos el grupo más pequeño de los mismos: los nanoplásticos, que se pueden definirse como un material plástico con cualquier dimensión externa en la nanoescala o que tenga una estructura interna o una estructura de superficie en la nanoescala. La nanoescala se establece entre un rango de aproximadamente $0.001\text{--}0.1 \mu\text{m}$ (EFSA, 2016, p.14). Según especialistas, esta fracción de los microplásticos es calificada como la más peligrosa, ya que sus dimensiones las vuelve vulnerables para la ingesta de organismo que se encuentran en el primer nivel de la cadena trófica, como el plancton (EFSA, 2016, p.27).

Las fuentes de microplásticos en los océanos, provienen de las actividades terrestres y marítimas, las fuentes terrestres se deben a las distintas actividades antropogénicas que ocasionan la disposición de residuos plásticos en los mares, también se identifican las provenientes de actividades

marítimas, como la pérdida accidental o disposición clandestina de residuos de materiales del sector pesca y acuícola. Por ejemplo, un barco puede desechar hasta 6,5 millones de toneladas de plástico en un año. (Coyle R., 2020, p.2)

Los microplásticos primarios son fabricados intencionalmente de un cierto tamaño, tales como granulados, polvos y abrasivos domésticos e industriales (FAO, 2017 p.4) para aplicaciones que incluyen pellets de resina y los exfoliantes en productos de cuidado personal. Otros artículos que generan los microplásticos primarios durante su uso son la ropa sintética y los neumáticos de autos.

Los microplásticos secundarios provenientes de la degradación de los residuos plásticos de mayor tamaño en tierra y en el mar, tienen como fuente importante a las bolsas de plástico de un solo uso, materiales de embalaje de alimentos que debido a su baja resistencia a la degradación cuando están expuestas al agua y a la luz solar. Otras fuentes incluyen las cuerdas de pescar y redes y los artículos de consumo desechables (Coyle R. 2020, p.1).

Además de la cantidad innumerable de fuentes puntuales a nivel de actividades terrestres y marítimas generadoras de desechos marinos, existen también las vías difusas que ocurren en un área extensa a partir de una serie de fuentes, como los derrames accidentales o la eliminación indiscriminada de los macrolásticos, como los que sucede al hundirse una embarcación, que con el tiempo tiene el potencial de degradarse en microplásticos secundarios (Cole M. et al. 2011 p. 2590).

Los procesos de distribución de microplásticos comprenden los de tipo horizontal y vertical, dentro de los procesos de distribución horizontal identificamos a los hidrodinámicos, como las corrientes costeras, la deriva y el desembocamiento de los ríos los cuales afectan la dispersión de microplásticos de sus fuentes iniciales (Coyle R. et al., 2020. p. 3); por otro lado las corrientes costeras los dispersan a las playas. Asimismo las corrientes oceánicas transportan los plásticos de la superficie a las zona de los giros oceánicos en donde se acumulan (JP Da Costa et al. 2016).

Dentro de los procesos de distribución de tipo vertical se menciona las hipótesis que afirman que la densidad del polímero determinaría la distribución de microplásticos en la columna de agua (Coyle R. et al., 2020, p.3). La acción del viento afecta el movimiento vertical de los plásticos además de su densidad, es decir, los plásticos de menor densidad que el agua de mar (y que representan el 46% de los plásticos) flotan en la superficie y por acción del viento tendrán mayor movilidad sobre la superficie, mientras que los microplásticos más densos o los bioincrustados se hunden en el fondo marino (GESAMP. 2015, p.24). La mayoría de los microplásticos identificados a 2200 m de profundidad en el Rockall Trough, Océano Atlántico Norte eran más densos que el agua de mar, lo que acentúa esta tendencia (Courtene-Jones W. et al.. 2017, p. 271).

Otra de las teorías de como se distribuye el plástico en los océanos, es la que menciona Gaby Gorsky, la cual indica que el zooplancton sube por la noche para alimentarse en la superficie y es en este momento que se produce la ingesta de nanoplásticos, y como en la mañana toda esta fauna vuelve a descender, hay una oscilación que sube y baja; así pues, existen especies de las profundidades marinas que se alimentan del zooplancton. Quizá por esta razón hay menos cantidad de plástico en la superficie de lo que se esperaría la comunidad científica (Gorsky, 2019).

Existen diversos estudios de identificación y cuantificación de microplásticos en océanos, como en el Océano Pacífico Norte y Sur, Océano Atlántico, Océano Índico, Mediterráneo y mares europeos; se ha afirmado también la presencia de microplásticos en las regiones polares. (Lusher A., 2015, p. 292)

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación:

Corresponde a una investigación de tipo aplicada; esta investigación tiene como propósito hacer uso del conocimiento existente.

(Vargas 2009 p. 158 cita a Cívicos y Hernández (2007), la investigación aplicada se caracteriza por la manera en que analiza la realidad social y aplica sus descubrimientos en el desarrollo y la mejora de estrategias y actuaciones concretas, lo que además, permite desarrollar la innovación y creatividad.

Supo y Cavero (2014 p. 43) citan a Zorrilla 1992 donde indican que la investigación aplicada es aquella que dependerá de los avances, descubrimientos de la investigación básica y se desarrolla en ellos, se caracteriza por buscar el conocer, para actuar, construir, modificar.

Mientras que la investigación básica tiene como finalidad aumentar el conocimiento en áreas específicas, la investigación aplicada desea lograr la eficacia del conocimiento científico.

Vargas (2009 p. 159) cita a Murillo (2008), donde define a la investigación aplicada aquella que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, al mismo tiempo que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación.

La presente revisión sistemática es de tipo aplicada debido a que busca recopilar, estudiar y analizar los resultados de trabajos disponibles sobre el tema de Microplásticos y sus principales impactos en el medio marino, a fin de dar respuesta a los planteamientos propuestos. Se considera importante los resultados de este tipo de investigación de manera que contribuyan a una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad. Vargas (2009, p. 6)

3.1.2 Diseño de investigación:

La investigación cualitativa se define como el método que hace uso de la recolección de datos para descubrir o precisar preguntas de investigación en el proceso de interpretación. Cabezas E. et al. (2018 p. 19). Una investigación cualitativa busca descubrir, captar y comprender una teoría, es decir impone un contexto de exploración y descubrimiento.

La presente investigación tiene enfoque cualitativo, a través de la recopilación e interpretación de varias fuentes de información se analiza y sintetiza la evidencia científica sobre el tema propuesto, este proceso es flexible debido a que se ajusta a la realidad para de esta forma lograr una correcta interpretación de datos. Escudero C. y Cortéz L. (2018 p. 43).

La investigación narrativa es el estudio de cómo los seres humanos experimentan el mundo, y los investigadores narrativos recopilan estas historias y escriben narrativas de la experiencia. Moen T. (2006, p. 56) Según Moen T. (2006, p. 57) el enfoque narrativo en una investigación cualitativa es un marco de referencia, una forma de reflexionar durante todo el proceso de indagación, un método de investigación y un modo de representar el estudio de investigación. La presente revisión sistemática es de tipo narrativa debido a que a que se lleva a cabo la recopilación y el análisis de los relatos de distintas personas para describir experiencias y posteriormente ofrecer una interpretación. Overcash (2003, p. 2003) Es de tipo cualitativo narrativo de tópicos, es decir la investigación está enfocada a un tema en específico. Salgado A. (2007 p. 73).

3.2 Categorías, sub categoría y matriz de categorización apriorística

Tabla N° 1. Matriz de categorización apriorística

Objetivos específicos	Problemas específicos	Categoría	Subcategoría	Criterio 1	Criterio 2
Describir cómo afecta la generación de microplásticos en la cadena trófica acuática	¿Cómo afecta la generación de microplásticos en la cadena trófica acuática?	Cadena trófica (Santos, L. et. al., 2021)	<ul style="list-style-type: none"> - Zooplacton - Fitoplacton - Peces - Crustaceos (Santos, L. et. al., 2021) 	Según el tamaño del microplástico	Según la concentración de microplástico
Identificar las principales fuentes de microplásticos vertidos en los océanos	¿Cuáles son las principales fuentes de microplásticos vertidos en los océanos?	Fuentes de microplásticos (Li W., 2018)	<ul style="list-style-type: none"> - Industria cosmética - Industria textil - Sector pesca (Li W., 2018) 	Según su origen	Según su procedencia
Describir os principales contaminantes adheridos a los microplásticos vertidos en los océanos	¿Cuáles son los principales contaminantes adheridos a los microplásticos vertidos en los océanos?	Contaminantes hallados en microplásticos (Tang Y., 2020)	<ul style="list-style-type: none"> - Antibióticos - Metales pesados - Contaminantes orgánicos persistentes (Tang Y., 2020) 	Según el tipo de polímero	De acuerdo a la ubicación geográfica

3.3 Escenario de estudio

La presente investigación recopiló artículos científicos relacionados al análisis de la presencia de microplásticos en los ecosistemas acuáticos en diferentes locaciones a cargo de investigadores en distintas partes del mundo , los escenarios comprendidos en este trabajo fueron los océanos de donde se extrajeron las muestras de agua, sedimentos, fauna afectada las cuales fueron trasladadas posteriormente a laboratorios o universidades para su análisis, evaluación y documentación.

3.4 Participantes

Para el desarrollo de la presente revisión sistemática se realizó la recopilación de información y análisis de documentos como: informes técnicos, artículos de revistas indexadas, libros, artículos científicos; para la obtención de información se consultó a las siguientes bases de datos: Science Direct, Scopus y ProQuest.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos se utilizó la técnica de análisis documental que consiste en indagar, identificar y analizar con precaución los documentos o fuentes informativas con el propósito de extraer datos de relevancia, que contribuyan a la investigación.

Mediante el análisis documental es posible conocer y describir los sucesos, personas o culturas para situarlos en un contexto que permita revelar y comprender los intereses y puntos de vista de la realidad. Arreaga C., Quezada C. y Tinoco W. (2018, p.75) El análisis documental, al representar sintéticamente los documentos originales, facilita su recuperación y consulta; facilita su obtención e incorporación al proceso posterior de análisis de la información.

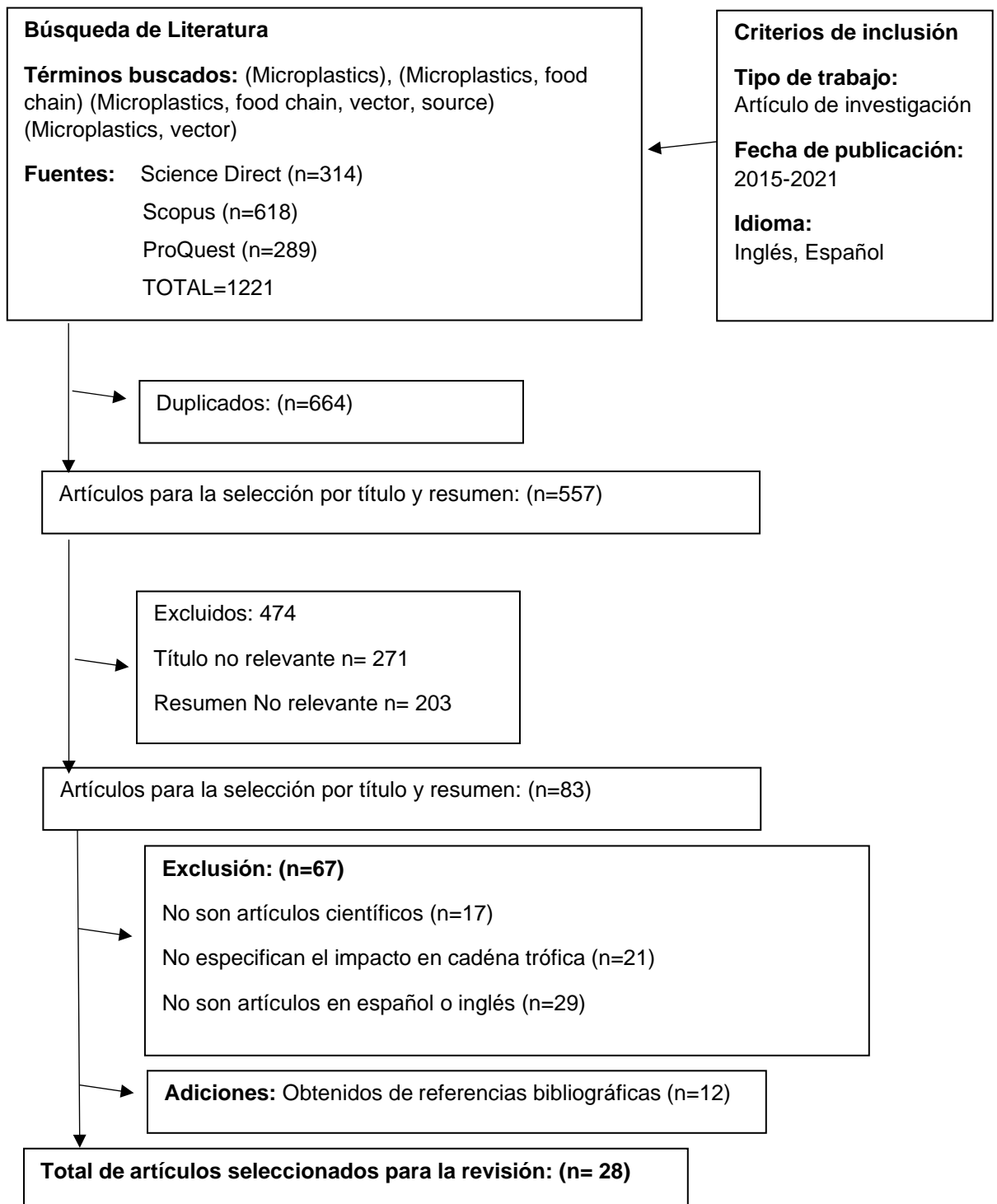
Para síntesis de la información obtenida se elaboró una ficha de identificación como instrumento de recolección de datos, en donde se consideró la siguiente información de los documentos revisados: autores, año de publicación, palabras claves, enlace de documento y base de datos utilizada; respecto al tema se consideró: el eslabón de la cadena trófica, impacto en la cadena trófica, fuente de microplástico, tipo de polímero y material adherido en microplásticos. Ver Anexo 1.

3.6 Procedimiento

La metodología empleada consistió en realizar una revisión sistemática de artículos o publicaciones científicas que existen en la base de datos de buscadores académicos de ingeniería como Science Direct, Scopus, ProQuest utilizando palabras clave asociadas relacionadas al tema de investigación, desarrolladas en el periodo desde el 2015 al 2021.

Para la revisión de información utilizada en la presente investigación, se realizaron la búsqueda de información en buscadores académicos reconocidos tanto en idioma español como en inglés de las palabras claves que se detallan en la Figura 1.

Figura 1: Diagrama de bloques del proceso de búsqueda y selección de documentos



3.7 Rigor científico

Una investigación cualitativa requiere de rigor científico, pues se busca la coherencia en los resultados y de garantizar la calidad de la investigación. Los criterios orientadores de validez son la confirmabilidad, dependencia, credibilidad y transferibilidad. Rojas X. y Osorio B. (2017, p. 64).

La credibilidad, permite evidenciar los fenómenos y las experiencias humanas, tal y como son percibidos al momento de interpretar. Este criterio se asegura mediante la obtención de varios datos, procedentes del empleo de materiales objetivos. Para obtener validez de la interpretación se considera de mucha importancia la consulta a varios especialistas y someter los resultados a confrontación con estudios e investigaciones parecidas.

La transferibilidad, referida a la posibilidad de extender los resultados del estudio a otros contextos. Los autores de la investigación son quienes determinan el grado de similitud entre el contexto del estudio y otros contextos, ellos deben describir con toda amplitud y precisión en el ambiente, materiales, participantes, entre otros. Rojas X. y Osorio B. (2017, p. 68).

El criterio de dependecia o consistencia lógica hace referencia a la estabilidad de los datos recopilados. La dependencia se demuestra cuando el investigador explica los criterios de selección de participantes, de recolección de datos y cómo se incorporó en el análisis, también especifica detalles sobre el diseño utilizado y la perspectiva teorica del investigador. Hernández R., Fernández C. y Baptista P. (2014, p. 473)

La confirmabilidad permite conocer el protagonismo del autor durante el desarrollo de su trabajo e identificar sus alcances. Para lograrlo, es necesario que el instrumento de recolección de datos elegido demuestre los objetivos del estudio, que los resultados se contrasten con la literatura, respetando el citado de fuentes y vigilando la veracidad de datos. Noreña A. y otros (2012, p. 268)

Se evidencia el rigor científico en la presente revisión sistemática debido a que se cumplió con los criterios anteriormente explicados. Para el desarrollo de este trabajo se consideró el criterio de dependencia mediante la búsqueda y obtención de datos de fuentes de bases de datos de revistas científicas de fuentes confiables con la finalidad de proveer validez no solo

en la recolección de datos sino también en la interpretación, se demuestra la consistencia de datos mediante el empleo de las fichas de análisis de datos como instrumento para la síntesis de información obtenida, además se respetó el citado de fuentes y la integridad de los datos de los estudios elegidos para fundamentar la confirmabilidad de los resultados. Se aplica el criterio de credibilidad debido a que a partir de los trabajos de investigación revisados se evitó que en la interpretación de los resultados se vea alterado por nuestras opiniones o puntos de vista. Por último aplica el criterio de transferibilidad esperando que los resultados finales contribuyan a un mejor análisis y aun mayor entendimiento de la problemática global de la presencia de microplásticos en los ecosistemas marinos.

3.8 Método de análisis de datos

Para el análisis de datos se empleó una matriz de categorización apriorística en donde incluimos las siguientes categorías: Cadena trófica, fuentes y contaminantes.

Para la categoría de cadena trófica, se analizaron las investigaciones existentes sobre la presencia de microplásticos en la cadena trófica de distintas especies, a partir de ello se establecieron las siguientes subcategorías: zooplacton, fitoplacton, kril y moluscos, se establecieron para el análisis, dos criterios; tales como; de acuerdo a su ubicación geográfica y según la profundidad.

En la segunda categoría, Fuentes de microplásticos, a partir de la literatura revisada, se consideraron las siguientes subcategorías: industria cosmética, industria de higiene y el sector pesca, los criterios designados a esta categoría fueron: según su fabricación y según su disposición.

Por último, en la tercera categoría, Contaminantes hallado en microplásticos, de acuerdo a las investigaciones analizadas se consideraron las subcategorías como: vibriones, escherichia coli y algas rojas; para análisis de esta categoría se consideraron los criterios: según el tipo de polímero y de acuerdo al tamaño del polímero.

3.9 Aspectos éticos

Para la elaboración de la presente revisión sistemática se respetaron los lineamientos establecidos por la Universidad César Vallejo. En todo momento se salvaguarda la propiedad intelectual de los autores citados, precisando debidamente las fuentes bibliográficas de la información tomada en referencia mediante la aplicación de la Norma Internacional de Estandarización ISO 690:2010.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el presente trabajo de investigación se realizó la búsqueda de literatura a través de 3 buscadores científicos, los cuales fueron Science Direct, Scopus, y ProQuest, obteniéndose un total de 1121 artículos relacionados con la contaminación por microplásticos en el medio marino, los cuales incluían los términos de búsqueda en el título que contengan las palabras clave :microplásticos, nanoplásticos, contaminación, cadena trófica, vector y fuente, tanto en idioma español como en inglés; luego, se filtró la información obtenida considerando los criterios de inclusión y exclusión.

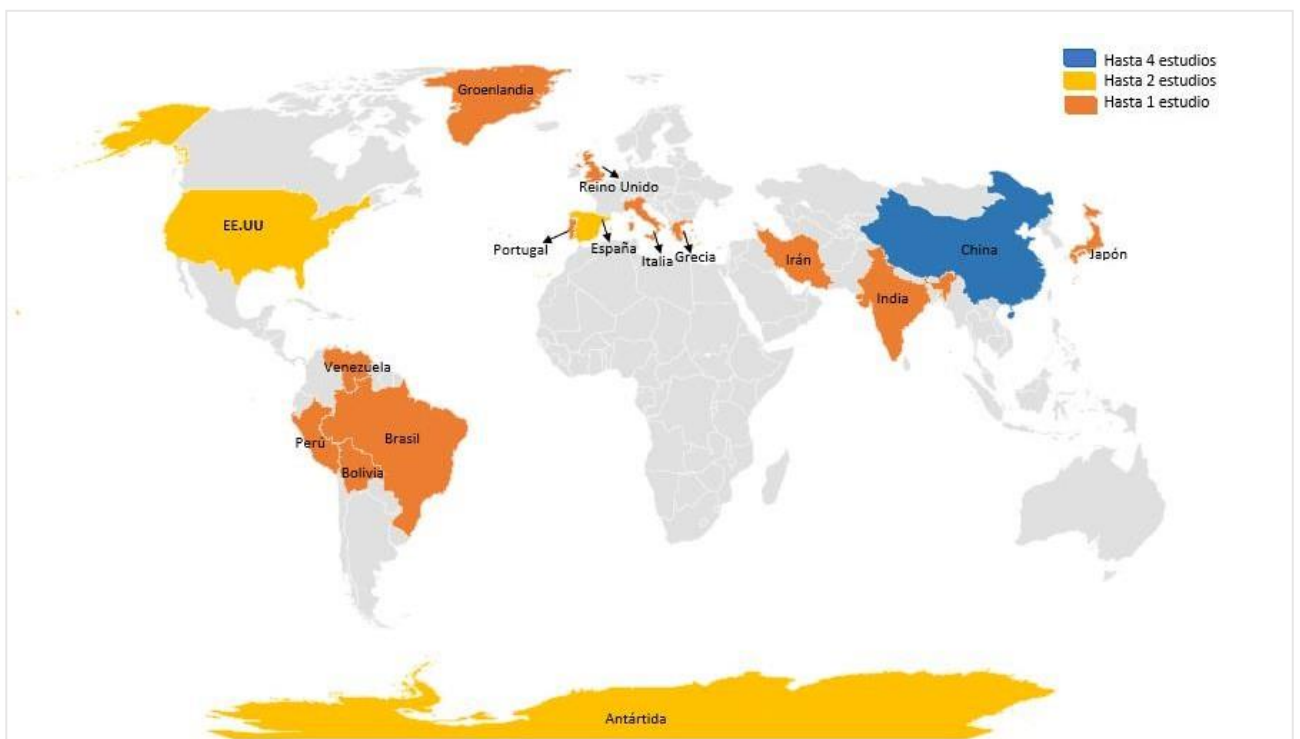
A partir de la revisión, 664 artículos fueron descartados por duplicidad y 457 por no contar con un título y resumen relevante; así mismo, se continuó descartando fuentes de información de la siguiente manera: No son artículos científicos (n=17), No especifican el impacto en cadena trófica (n=21), No son artículos en español o inglés (n=29). Por otra parte, se agregaron 12 artículos obtenidas de las fuentes bibliográficas de la información revisada.

Se han analizados diferentes casos de investigaciones sobre la problemática de microplásticos en los océanos a distintos niveles de profundidad y en diferentes ubicaciones geográficas, como los océanos Atlántico (Barboza L. et al, 2019), Pacífico (Castañeta G., et. al., 2020), Antártico (Santos, L. et. al., 2021), la región mediterránea (Suaria G. et al., 2016), costas de Europa (Santos, L. et. al., 2021), Asia (Gao F. et al., 2020), Norteamérica (Chen Q. et al., 2017) y Latinoamérica (De la Torre G. et a l., 2020), e incluso en regiones donde no hay presencia de actividades antropogénicas o se encuentran muy alejadas, como hace referencia la investigación de Li W.

(2018), por lo que se deduce que la presencia de microplásticos es omnipresente en todos los océanos del planeta, tal como señala Peng L. et al., (2020); es decir, abarca todas las regiones oceánicas del mundo, pudiendo ocasionarse por los giros oceánicos, tal y como indica la investigación de Ory N. et al. (2017).

Como resultado final se obtuvo un total de 28 artículos científicos realizados durante los años 2015 al 2021, en cuanto a los países donde fueron llevadas a cabo estas investigaciones destaca China con 4 estudios seguido de España, Antártida y EE.UU cada una con 2 estudios; además de los siguientes países con al menos 1 estudio realizado: Japón, Portugal, Groenlandia, Irán, Grecia, Italia, Reino Unido, Venezuela, Bolivia, Brasil, Perú.

Figura 2. Países donde se realizaron los estudios incluidos en esta revisión sistemática.



Se clasificaron los artículos elegidos para responder a los problemas específicos planteados de la siguiente manera: En la Tabla N° 1 se describe los impactos de los microplásticos en la cadena trófica mediante la

identificación de daños en las especies analizadas; en la Tabla N° 2 se describen las fuentes principales y específicas de microplásticos vertidos en los océanos de acuerdo a su origen; y la Tabla N° 3 describe los tipos de contaminantes adheridos a los microplásticos hallados en distintas regiones oceánicas.

Tabla N° 2. Resultados de los impactos de microplásticos en la cadena trófica

Autor y año	Especie analizada	Impacto en especies analizadas	Polímero detectado	Tamaño del microplásticos	Concentración de microplásticos (MP)
Barboza L. et al, 2019	Peces (<i>Dicentrarchus labrax</i> , <i>Trachurus trachurus</i> y <i>Scomber colias</i>)	Daño en el sistema respiratorio, alteración de funciones musculares, neurotoxicidad	Polietileno, poliéster, celulosa semisintética	0.501 mm - 1.5 mm	0.054 ± 0.099 MP/g
Masiá P. et al., 2019	Aves marinas Cormorán moñudo europeo (<i>Phalacrocorax aristotelis</i>), gaviota patiamarilla (<i>Larus michahellis</i>), gaviota cabecinegra (<i>Chroicocephalus ridibundus</i>).	Ingesta de microplásticos mediante cadena alimenticia	Cloruro de polivinilo	0.5 mm - 5 mm	Arena: 145 - 382 MP /kg Aves: 114 MP/10 dep.
Rodríguez R. et al., 2019	Zooplankton ártico. Copépodos árticos (<i>Calanus finmarchicus</i> , <i>C. glacialis</i> y <i>C. hyperboreu</i>)	Desove inducido por estrés	Polietileno	20 um	200-20000 MP L ⁻¹
Baptista J. et al., 2019	Zooplankton y otros invertebrados bentónicos	Vector microbiológico, químico	Nylon	0.2 - 2 mm	0-38 p/300 g
Bowley J. et al., 2021	Bivalvos (mejillones, ostras, almejas)	Transferencia de bacterias patógenas (<i>Vibrio spp.</i>, <i>E.coli</i>)	Microfibra	-	1.5 - 7.64 p/ind-1

Tang Y. et al., 2020	Microalgas, fitoplancton	daños físicos, afectan su metabolismo y expresión génica	Polipropileno, Poliestireno	-	-
	Camaron	Interrupción del tracto digestivo	Poliestireno	1.3 mm	
	Aves migratorias	-	-	-	4,93 ítems / g
Anagnosti L., 2020	mejillones, artrópodos y moluscos	Tensiones mecánicas y desnutrición debido a la saturación causada por la incapacidad para excretar MP	Poliétileno	-	-
Santos L. et al., 2021	<i>Mircoalgas (Chlorella pyrenoidosa)</i>	Abrusiones internas (p. Ej., Daño del epitelio intestinal), anomalías en los tejidos (p. Ej., Vacuolas de grasa, necrosis unicelular, adenomas de hepatocitos, inflamación del hígado, entre otros) y comportamiento de baja ingestión, mientras que las partículas más pequeñas (bajas μm y NP) aumentan los efectos internos de los organismos,	Poliestireno	600 nm	1,1–3,3 mg / kg
	<i>Bivalvos (Corbicula fluminea)</i>		-	1 a 5 μm	<u>1.8 mg / L</u>
	<i>Tegillarca granulosa</i>		Poliestireno	500 nm	60,30 \pm 1,99 μg / kg
	<i>Pescado (Oreochromis niloticus)</i>		Poliestireno	0,1 μm	Intestino: 8539,7 \pm 481,9 μg / kg Branquias: 635,2 \pm 15,4 μg / kg Cerebro: 1127,2 \pm 60,1 μg / kg Hígado: 3211,3 \pm 214,6 μg / kg

	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	potenciando las alteraciones en niveles celulares y moleculares, tales como metabolismo, defensa antioxidante, sistema inmunológico o disfunción de neurotransmisores	Cloruro de polivinilo	<10 µm	Hígado: 15 ng / g
López F., 2019	Mejillón <i>Mytilus edulis</i>	daños histológicos y respuesta inflamatoria	Polietileno	-	-
	Pez <i>Pomatoschistus microp</i>	incrementa la concentración de los metabolitos de pireno	Polietileno	-	-
	Ostras <i>Crassostrea gigas</i>	interferir con la absorción de energía y la reproducción	Polietileno	-	-
	<i>Choromytilus choru</i>	reducción de las tasas de crecimiento y reproducción debido a la disminución en la ingesta de nutrientes	Polipropileno	-	-
Castañeta G., et. al., 2020		cáncer y anomalías reproductivas	Poliestireno	-	-
	Anfípodos (detritívoros), percebes (alimentadores de filtro) y gusanos		Cloruro de polivinilo	-	-
	Poliquetos, equinodermos y mejillones		Poliestireno	-	-

Li W., 2018	Caballa	laceraciones y daños internos o externos y bloqueos del tracto digestivo, que provocan saciedad, inanición y deterioro físico. Disminución de la reproducción, ahogamiento, disminución de la evitación de depredadores, deterioro de la capacidad de alimentación, transferencia de contaminantes del agua de mar y muerte. Alteración del sistema endocrino, teratogenicidad, problemas hepáticos y renales, estrés patológico y oxidativo e inflamación del hígado	Poliestireno, Polietileno, Polietileno de alta densidad, Polietileno de baja densidad y Polipropileno	<5 mm, <2 mm/450 - 800 µm	0.9 - 0.9 partículas/g
	zooplancton, copépodos, salpas y larvas de peces lombrices (<i>Arenicola marina</i>), anfípodos (<i>Orchestia gammarellus</i>), mejillones azules (<i>Mytilus edulis</i>) y pepinos de mar				
	Las gaviotas, pardelas y fulmares, auk (<i>Alle alle</i>)				
	tortuga verde				
Wang F., et al., 2018	aves marinas, peces, tortugas, ballenas y cangrejos	Cancerígeno	Polietileno y Polipropileno, Poliestireno, Cloruro de polivinilo	-	2.1 items/individuo; 1.9-0.1 items/individuo; 4.3-57.2 items/individuo; 34-178
		Afecta el hígado			
		Altera función reproductiva			
		Deterioro del sistema nervioso			

		Trastornos endocrinos			items/individuo
Harmon S., 2018	Camarón marrón (Crangon crangon (L.))	Problemas físicos o nutricionales directos	Cloruro de polivinilo, Poliestireno	-	-
	Ostra del pacifico (Crassostrea gigas)	Malformaciones neonatales			
	Larvas de erizo de mar (Tripneustes gratilla)	Alteración de la capacidad de alimentación			
	Isópodo marino (Idotea emarginata)	Alteración endocrina			
	Percebes de cuello de cisne (Lepas spp.)	Disminución en el rendimiento reproductivo			
	Pepinos de mar (Echinodermata)	-			
	Bígaro (Littorina littorea)	-			
Khalid N. et al., 2020	Algas y fitoplancton marino, anfípodos y gusanos marinos Crustáceos de estuario, peces, mariscos intermareales, mejillones, percebes, gusanos de mar, pepinos de mar, anfípodos y aves marinas	Propagación de especies invasoras, reducción de las tasas de supervivencia y la disminución de las reservas de energía, ecotoxicidad	Polietileno, Poliestireno, Polipropileno, microfibras	-	-
Chen Q. et al., 2017	Biota pelágica: pez cola amarilla y albatros de Laysan Copépodos, insectos marinos Halobates spp., Peces voladores, peces linterna, medusas, salpas, Velella spp., Janthina spp. y huevos	Transferencia de sustancias químicas	Polietileno, Polipropileno	1.5 mm - 5 mm	0.01 ug/kg - 193,860 ug/kg

Karthik R. et al., 2018	Peces (<i>Rastrelliger kanagurta</i> , <i>Siganus javus</i> , <i>Arius arius</i> , <i>Leiognathus equulus</i> , and <i>Mugil cephalus</i>)	Obstrucción del tracto digestivo	Polietileno, Polipropileno, Poliéstireno, nylon	0.3 mm - 9.5 mm	48.9 mg/m ² - 1020.4 mg/m ²
Peng L. et al., 2020	Mejillones <i>Mytilus edulis</i> . daphnia (<i>Daphnia magna</i>) tiburón peregrino del Mediterráneo (<i>Cetorhinus maximus</i>) copépodo <i>C. helgolandicus</i>	Efectos tóxicos directos sobre la fauna acuática a nivel tisular, celular y molecular disminución de la actividad alimentaria, citotoxicidad, inflamación del intestino reduce la actividad reproductiva impactos en el metabolismo	polietileno, poliéstireno y polipropileno	0.5 mm - 5 mm	1,2 ± 2,8 p / g
Auta H. et al., 2017	Gusanos, mejillones, percebe, Pepinos de mar (Echinodermata), anfípodos, zooplancton, aves, peces, tortugas, ballenas, microalgas, bacalao, lenguado, platija y las especies de peces pelágicos (caballa y arenque)	Dificulta la movilidad y la obstrucción del tracto digestivo inflamación, estrés hepático, disminución del crecimiento cáncer y alteraciones endocrinas, defectos de nacimiento, problemas del sistema inmunológico y problemas de desarrollo infantil	poliéstireno, polietileno y polipropileno	60 - 800 µm	1.2 × 10 ⁶ partículas mg ⁻¹

Sobre los principales impactos de los microplásticos en la cadena trófica, se presentan más casos de estudio en diferentes especies de peces (Barboza L. et al., 2019; Abbasi S. et al., 2018, Santos, L. et. al., 2021; López F., 2019; Li W., 2018; Wang F., et al., 2018; Khalid N. et al., 2020, Karthik R. et al., 2018; Morgana S. et al., 2018; Peng L. et al., 2020; Auta H. et al., 2017), seguidos de los bivalvos (Bowley J. et al., 2021; Anagnosti L., 2020; Santos, L. et. al., 2021; López F., 2019; Harmon S., 2018; Khalid N. et al., 2020; Peng L. et al., 2020; Auta H. et al., 2017) y el zooplancton (Bee Geok Y. et al., 2020; Jones-Williams K. et al., 2019; Rodríguez-Torres R. et al., 2019; Baptista J. et al., 2019; Castañeta G., et. al., 2020; Li W., 2018; Peng L. et al., 2020; Auta H. et al., 2017), así mismo se mencionan casos de estudios en crustáceos (Harmon S., 2018; Wang F., et al., 2018; Tang et al., 2020; Abbasi S. et al., 2018), equinodermos (Castañeta G., et. al., 2020; Li W., 2018; Harmon S., 2018; Khalid N. et al., 2020; Auta H. et al., 2017), aves marinas (Masiá P., 2019), tortugas (Li W., 2018, Wang F., et al., 2018; Auta H. et al., 2017), ballenas (Wang F., et al., 2018; Auta H. et al., 2017) fitoplancton (Tang et al., 2020; Khalid N. et al., 2020) y microalgas (Tang et al., 2020; Santos, L. et. al., 2021; Khalid N. et al., 2020; Gao F. et al., 2020; Auta H. et al., 2017) .

Los principales impactos en las especies analizadas son la disminución en la reproducción (López F., 2019; Li W., 2018; Rodríguez-Torres R. et al., 2019; Castañeta G., et. al., 2020; Wang F., et al., 2018; Harmon S., 2018) y daños al sistema digestivo como obstrucciones en el tracto intestinal (Karthik R. et al., 2018; Auta H. et al., 2017; Tang et al., 2020; Li W., 2018), inflamaciones del intestino (Peng L. et al., 2020) y laceraciones internas (Santos, L. et. al., 2021); a su vez, nos señalan que los microplásticos causan diversos daños a organismos marinos, dependiendo del tipo de polímero ingerido, como problemas nutricionales (Harmon S., 2018; Anagnosti L., 2020), deterioro del sistema nervioso (Wang F., et al., 2018; Barboza L. et al, 2019; Santos, L. et. al., 2021), malformaciones genéticas (Harmon S., 2018; Auta H. et al., 2017), contrario a lo que señala la investigación de Imhof & Laforsch (2016), ya que en esta se menciona que la exposición a microplásticos no causó cambios morfológicos ni efectos de desarrollo en los caracoles de barro (*Potamopyrgus antipodarum*). Otro de los efectos nocivos que se le atribuye a los microplásticos es el desarrollo

de células cancerígenas (Wang F., et al., 2018; Auta H. et al., 2017 ; Castañeta G., et. al., 2020) , afectan la supervivencia de la segunda generación (Rodríguez-Torres R. et al., 2019) e incluso señalan que las perlas de poliestireno ingeridas y acumuladas en las hembras ovígeras pueden transferirse a su descendencia, como se hace referencia en la investigación desarrollada Li W. (2018); es importante señalar que el tamaño del microplástico también es relevante en las afectaciones que puede causar en los organismos, ya que al llegar a una escala nanométrica, la fracción del polímero puede ocasionar graves daños a nivel tisular en diferentes órganos como lo indican Peng L. et al. (2020) y López F. (2019), discrepando con la investigación Imhof & Laforsch (2016), la cual señala que si bien se produjo la ingestión de microplásticos, no hubo indicios de translocación a los tejidos ni se percibió algún daño físico en larvas de ostra del Pacífico (*Crassostrea gigas*) ni en larvas de erizo de mar (*Tripneustes gratilla*), siendo estos casos de estudio la excepción, ya que en la mayoría de investigaciones se señala a los microplásticos causantes de diferentes efectos nocivos en organismos marinos. Los daños a nivel tisular son una de las principales afectaciones de los microplásticos en la biota marina según el autor Auta H., 2017 quien refiere a los hallazgos de microplásticos acumulados en algunos tejidos, sistemas circulatorio, e incluso el cerebro, debido principalmente a su tamaño el cual lo hace fácilmente digerible por diversas especies.

Auta H., 2017 indicó en su trabajo sobre los peligros ocasionados por el consumo de microplásticos en peces al causar mortalidad antes de alcanzar la madurez debido a su ingestión; en su trabajo indicó también su preocupación por la transferencia de microplásticos y sustancias químicas nocivas entre los niveles tróficos. Por ejemplo el estudio de Bellas et al. (2016) detectó que más del 70% del plástico hallado en el estómago de los peces eran fibras, el cual coincide con la investigación de Bessa et al. (2018) realizada en el estuario de Mondego, Portugal, en la cual se evaluó tres especies de peces, donde resultó que los tipos de plásticos con más predominancia correspondía a este polímero. Es probable que la predominancia descrita, esté relacionada con el movimiento de las fibras en el agua, lo que podría simular el nado de organismos pequeños y de esta forma atraer a los peces. Por otra parte, la investigación de Mizraji et al. (2017) propone la preferencia de algunas especies por ingerir partículas de un color

específico, basándose en los elevados registros de fibras rojas en el contenido estomacal de *Girella laevifrons*, las cuales fueron atribuidas a que las algas rojas forman parte de su dieta habitual.

Según las investigaciones revisadas, la mayor concentración de microplásticos que se encontró fue de 4603,3 - 1167,2 ítems/kg en la especie *Ulva prolifera*. Los principales polímeros retenidos por esta especie fueron el poliestireno (PS) y tereftalato de polietileno (PET) y por lo general poseían un diámetro entre 2 y 5 mm. El mecanismo que utilizaban para la adsorción de los microplásticos en *U. prolifera* mostró que se debía principalmente a la interacción física (Gao F. et al., 2020).

Tabla N° 3. Resultados de las fuentes de microplásticos

Autor y año	Según su origen	Procedencia	Tipo de fuente	Fuente(s) específicas	Tipo de Polímero
Yeo G.B. et al., 2020	Secundario	Marítima	Industria química	-	Poliestireno, Polipropileno
Barboza L. et al, 2019	Secundario	Marítima/Terrestre	Industria pesquera/textil/portuaria	Redes, fibras textiles, embarcaciones marinas	Polietileno, poliéster, celulosa semisintética
Jones-Williams K. et al., 2019	Secundario	Marítima/Terrestre	Industria naviera, industria textil	Fibras textiles, embarcaciones marinas	Polipropileno, Tereftalato de polietileno
Sfriso A. et al., 2020	Primario	Terrestre	Industria cosmética, industria textil	Purpurina, exfoliantes faciales, fibras sintéticas de ropa lavada	Polímeros de nylon, polietileno, politetrafluoroetileno, polioximetileno, polipropileno, resina de poliestireno y polímero XT
Suaría G. et al., 2016	Secundario	Terrestre/Marítima	Industria naviera	Pintura de embarcaciones	Polietileno, polipropileno, pinturas sintéticas y cera de parafina, poliamidas, cloruro de polivinilo, polietireno y alcohol polivinílico

Masiá P. et al., 2019	Secundario	Terrestre	Industria portuaria, Industria de envasado	Plásticos de un solo uso	Cloruro de polivinilo
Baptista J. et al., 2019	Secundario	Marítimo	Industria pesquera	Redes de pesca	Nylon
Abbasi S. et al., 2018	Secundario	Terrestre	Plantas industriales, industrias petroquímica y naviera y aguas residuales	Fragmentos de pintura desincrustante	Nylon
Bowley J. et al., 2021	Secundario	Marítima/Terrestre	Rios, aguas residuales	Efluentes	Microfibra
Tang Y. et al., 2020	Primario, Secundario	Marítima/Terrestre	Vertidos directamente al agua por uso humano; plantas de tratamiento de aguas residuales; residuos plásticos en la navegación, industrias pesqueras	Microperlas utilizadas en la industria textil, cosmética, de lavado y cuidado personal; lodos de las PTARs utilizados como fertilizantes; bolsas de envasado de alimentos, botellas de plástico y capas de película impermeable en bolsas tejidas de cebo de pescado	Tereftalato de polietileno, cloruro de polivinilo, Polietileno de alta densidad, Polipropileno

Anagnosti L., 2020	Primario	Terrestre	Industria cosmética	Polvo de maquillaje, limpiadores y exfoliantes faciales, pasta dental,	Tereftalato de polietileno
Santos, L. et. al., 2021	Primario	Terrestre	Efluentes de las estaciones de depuración de aguas residuales		Poliestireno, Cloruro de polivinilo
López F., 2019	Secundario	Marítima/Terrestre	i) Inadecuada disposición de desechos urbanos, de la actividad turística en playas o basura arrojada al mar por buques, ii) mediante los vertidos de plantas de tratamiento de desechos sólidos o aguas residuales, tanto domésticas como industriales y iii) por la escorrentía de ríos y basura transportada por el viento		Poliestireno, Polipropileno y Polietileno, Tereftalato de polietileno y Cloruro de polivinilo
Castañeta G., et. al., 2020	Primario, secundario	Terrestre	Industria farmacéutica	revestimiento entérico de una capsula (Asacol)	-

			Proceso de meteorización	fragmentación y/o degradación selectiva de macroplásticos	-
			Fibras sintéticas provenientes de los textiles	lavado de ropa	-
			Aguas residuales	plantas de tratamiento de aguas residuales	-
			Parque automotor	desgaste de los neumáticos	-
			Rellenos sanitarios y vertederos, debido a la	incineración de residuos plásticos	-
Li W., 2018	Primario, secundario	Marítima/Terrestre	Industria cosmética	exfoliantes	Poliestireno, Polietileno, Polietileno de alta densidad, Polietileno de baja densidad y Polipropileno
			Proceso de meteorización		
			Industria portuaria	construcción de barcos	
			Aguas residuales	plantas de tratamiento de aguas residuales	
			Fibras sintéticas provenientes de los textiles	lavado de ropa	
			Rellenos sanitarios y vertederos, debido a la	incineración de residuos plásticos	
			Industria naviera	-	
Wang F., et al., 2019	Secundario	Marítima/Terrestre	Pinturas, agentes deslizantes	-	Polietileno y Polipropileno,

			Parque automotor	combustión de combustibles fósiles,	Poliestireno, Cloruro de polivinilo
			Rellenos sanitarios y vertederos, debido a la	descomposición térmica	
Harmon S., 2018	Primario, secundario	Terrestre	Industria cosmética	pastas dentales, jabones corporales y limpiadores faciales	-
			-	instalaciones de tratamiento de aguas residuales	
Khalid N. et al., 2020	Secundario	Terrestre	Aguas residuales	Efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales	Polietileno, Poliestireno, Polipropileno, microfibras
Gao F. et al., 2020	-	Marítima/Terrestre	-	-	Poliestireno y Polietileno, Tereftalato de polietileno
Chen Q. et al., 2017	Primario/Secundario	Marítima/Terrestre	Industria pesquera	Redes, sogas, pellets, plástico duro,	Polietileno, Polipropileno
Karthik R. et al., 2018	Secundario	Terrestre	Actividades urbanas, turismo, actividades pesqueras	Instrumentos de pesca	Polietileno, Polipropileno, Poliestireno, nylon
Morgana S. et al., 2018	Primario	Terrestre	Industria cosmética	Limpiadores de manos, limpiadores faciales y pasta de	

				dientes. Gránulos o escamas de resina plástica	
Auta H. et al., 2017	Primario/Secundario	Terrestre	Industria cosmética Degradación de macroplásticos por factores ambientales	limpiadores faciales, pasta de dientes, gránulos de resina y cosméticos como geles de ducha / baño, exfoliantes, desodorante, maquillaje, crema de afeitar, productos para bebés, colorantes para el cabello, esmaltes de uñas, repelentes de insectos y bloqueador solar ropa sintética	Poliestireno, polietileno y polipropileno
De la Torre G. et al., 2020	Secundario	Terrestre	Actividades recreativas, actividades pesqueras	Espuma de poliestireno expandido, gránulos, fibras	Polietileno de alta densidad, Poliestireno, Polipropileno

Para la evaluación de las fuentes de microplásticos, se clasificó los microplásticos por su origen, primario y secundario; en la fuente primaria se destaca como principal generador a la industria cosmética (Augusto Sfriso A. et al., 2020; Anagnosti L., 2020; Li W., 2018; Harmon S., 2018; Morgana S. et al., 2018; Auta H. et al., 2017) y en las de origen secundario, la fuente principal que se puede deducir son los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales, (Bowley J. et al., 2021; Tang et al., 2020; López F., 2019; Castañeta G., et. al., 2020; Li W., 2018; Khalid N. et al., 2020; Santos, L. et al., 2021) ya que estas no retienen los polímeros con un diámetro menor de 5 mm y son descargados al medio acuático (Carr et al., 2016; Talvitie et al., 2015). En la principal fuente de microplásticos de procedencia marítima destaca la industria pesquera (Barboza L. et al, 2019; Baptista Neto, J.et al., 2019; Chen Q. et al., 2017; Karthik R. et al., 2018; Peng L. et al., 2020; De la Torre G. et a l., 2020).

La industria cosmética, reconocida como una principal fuente de contaminación microplástica primaria en los océanos es debido a la fabricación de microplásticos de tamaño menor a 5 mm encontrados en exfoliantes faciales, pastas dentales, jabones, etc. (Anagnosti et al., 2020); y la industria pesquera, como fuente secundaria, a causa de las herramientas de pesca desechadas y/o abandonadas en los mares; lo cual coincide con lo descrito por Auta H.S. et al., 2017, donde indica como principal fuente de microplásticos en océanos a la industria cosmética y la fragmentación de residuos plásticos flotantes.

El trabajo realizado por la FAO, 2017 también indica como fuente de contaminación plástica importante la industria pesquera, mediante las cuerdas y redes fabricadas de fibras sintéticas, los materiales plásticos utilizados en la construcción y mantenimiento de embarcaciones, entre otras herramientas de pesca. En su trabajo indica también que la presencia de microplásticos a causa de esta actividad es preocupante debido a su desarrollo y crecimiento durante los últimos años. (Lusher A., Hollman P., y Mendoza Hill J., 2017).

A diferencia de las principales fuentes identificadas en las regiones estudiadas en Europa, Asia, Antártida; el trabajo realizado por los autores De la Torre G. et al., 2020 indica como una de las fuentes principales las actividades recreativas aludiendo a los desperdicios dispuestos inadecuadamente por los veraneantes en

las costas peruanas; este resultado tiene relación a lo expresado en el trabajo de los autores Kutralam-Muniasamy et al., 2020 quienes llevaron a cabo una revisión de estudios en América Latina en donde se contempló también aquellos realizados en Perú, indicando como principal fuente de microplásticos al inadecuado de residuos sólidos seguido de la basura plástica con 71% y 11.52% respectivamente. Otro dato importante del estudio realizado por De la Torre G. et al., 2020 es que se identificó a la espuma de poliestireno o comúnmente denominado “tecnopor” en la zona como el tipo microplásticos más encontrado, esto se atribuye al uso frecuente de envases descartables por las personas que acuden con frecuencia a los sectores estudiados. Kutralam-Muniasamy et al., 2020 sobre las espumas indica un porcentaje de tan sólo el 3% del total de tipos de microplásticos identificados en todos los estudios revisados, cantidad muy poco relevante; asumiéndose que la predominancia de este material sería característico de la zona debido a la cercanía de los negocios de comida muy cerca a orillas de los mares y el uso excesivo de los envases hechos de este material.

Figura 3. Polímeros más encontrados en lo estudios incluidos en esta revisión sistemática

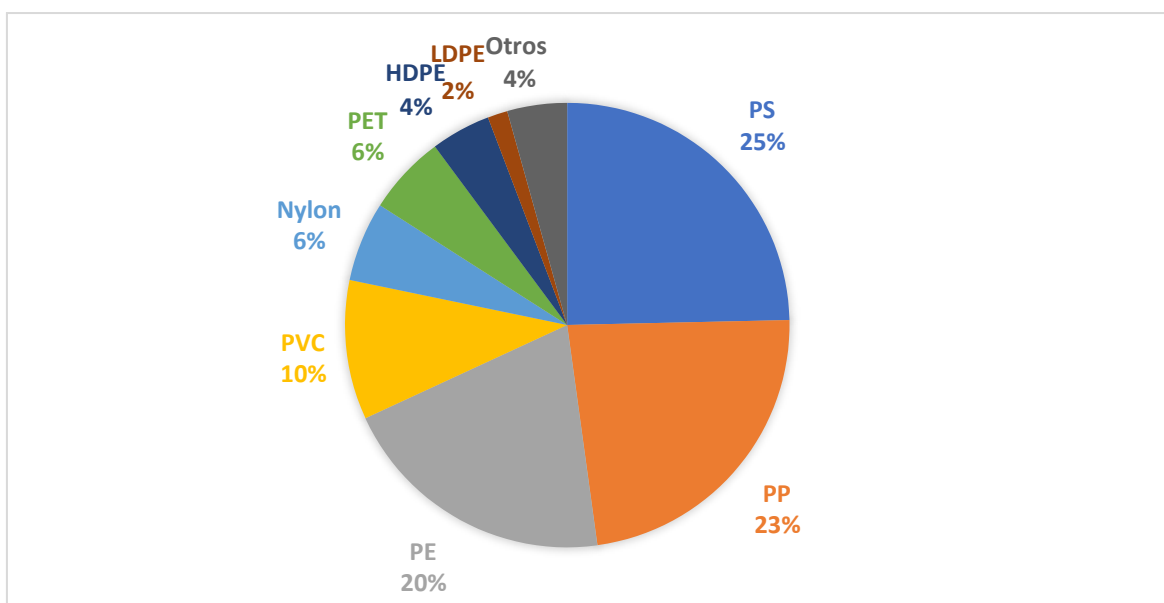


Gráfico de proporciones de principales polímeros hallados en los artículos revisados. PS (Poliestireno), PP (Polipropileno), PE (Polietileno), PVC (Cloruro de polivinilo), Nylon (Poliamida), PET (Tereftalato de polietileno), HDPE (Polietileno de alta densidad), LDPE (Polietileno de baja densidad).

Los polímeros que se identificaron con mayor frecuencia en esta revisión sistemática fueron el poliestireno, seguido del polipropileno y polietileno, este resultado se puede atribuir a lo descrito por Auta H. et al., (2017) quienes describen que estos polímeros son más propensos a flotar; y señalan que el cloruro de polivinilo (PVC), nylon y tereftalato de polietileno (PET), tienen más probabilidades de hundirse. Ver Tabla N° 4. Estos resultados difieren con el estudio realizado por los autores López Martínez et al. (2021), el cual indica como principales polímeros el poliéster, polietileno de baja densidad y poliamida nylon; esto puede deberse a la ubicación geográfica de los estudios realizados además de las actividades o fuentes puntuales de microplásticos vertidos en dichas regiones oceánicas. Sin embargo, otra hipótesis planteada por Gorsky G. et al. (2019) relacionada a la distribución de polímeros a diferentes profundidades en océanos, indica que el zooplancton sube por la noche para alimentarse en la superficie y es en este momento que se produce la ingesta de nanoplásticos, y como en la mañana toda esta fauna vuelve a descender, hay una oscilación que sube y baja; así pues, existen especies de las profundidades marinas que se alimentan del zooplancton. Quizá por esta razón hay menos cantidad de plástico en la superficie de lo que se esperaría la comunidad científica.

Tabla N° 4. Densidad y aplicación de polímeros plásticos comunes

Tipo de polímero	Aplicaciones Comunes	Gravedad específica
Polietileno de baja densidad (LDPE)	Recipientes, tubos, bolsas, anillos de six packs, envoltorios	0,92-0,93
Polietileno de alta densidad (HDPE)	Botellas (leche y detergente), pipas, geomembranas	0,94
Polietileno (PE)	Bolsas de plástico, recipientes de almacenamiento, microperlas en productos para el cuidado personal	0,94-0,95
Polipropileno (PP)	Cuerdas, tapas de botellas, artes de pesca, flejes, embalajes, alfombras, pajitas, microperlas en productos de cuidado personal	0,90–0,92
Poliestireno (expandido) (PS)	Neveras, boyas, tazas	0.01–1.05

Poliestireno (PS)	Utensilios, envases, envases comerciales, dispositivos médicos, microperlas en productos para el cuidado personal	1.04–1.09
Cloruro de polivinilo (PVC)	Película, tubería, contenedores, marcos de ventanas, pisos, cortinas de ducha	1,16-1,30
Poliamida (nylon) (PA)	Redes de pesca, cuerdas, textiles, cerdas de cepillo de dientes, industria automotriz, microperlas	1.13–1.35
Tereftalato de polietileno (PET)	Botellas, flejado, envasado de alimentos, aislamiento térmico, microperlas	1,34–1,39
Poliéster (Poliéster)	Textiles, abrasivos en productos de limpieza	1.4

(Adaptado: GESAMP, 2015; Andrady A., 2011 y Choy C. et al., 2015)

En el cuadro anterior se describe el valor de la gravedad específica de los polímeros más comunes cuyo valor consiste en la densidad relativa al agua, donde los valores <1 indican que el material es positivamente flotante en agua dulce ($<1,025$ para el agua de mar). (Choy C. et al., 2015)

Una vez que los objetos plásticos flotantes pierden su integridad, es la densidad del plástico que determinará si estos flotan o se hunden (GESAMP, 2015); sin embargo según Coyle R., et al., 2020, las interacciones con la biota marina como las incrustaciones con material biológico, algas provocarían que los microplásticos de menor densidad se hundan, independientemente de la densidad del polímero.

Tabla N° 5. Resultados de contaminantes adheridos a los microplásticos

Autor y año	Tipo de polímero	Tamaño del polímero	Tipo de contaminante adherido	Contaminante específico	Locación geográfica	Región oceánica
Yeo G.B. et al., 2020	Poliestireno, Polipropileno	1-5 mm	Contaminantes Orgánicos Persistentes	Policlorobifenilos (PCB), éteres de bifenilos polibromados (PBDE)	Océano Pacífico	Pacífico Norte, Bahía de Tokio y la bahía de Sagami
Barboza L. et al, 2019	Polietileno, poliéster, celulosa semisintética	0.501 mm - 1.5 mm	Aditivos tóxicos y químicos orgánicos	-	Océano Atlántico nororiental	Aguas costeras del noroest de Portugal /Plataforma continental portuguesa.
Jones-Williams K. et al., 2019	Polipropileno, Tereftalato de polietileno	0.001mm - 10 mm	Aditivos químicos tóxicos	-	Océano Austral	Península antártica
Sfriso A. et al., 2020	Polímeros de nylon, polietileno, politetrafluoroetileno, polioximetileno, polipropileno, resina de poliestireno y polímero XT	0.033-5 mm	Aditivos químicos tóxicos	-	Océano Austral	Mar de Ross

Suaria G. et al., 2016	Polietileno, Polipropileno, pinturas sintéticas y cera de parafina, poliamidas, Cloruro de polivinilo, poliestireno y alcohol polivinílico	0.3-0.5 mm	Aditivos químicos tóxicos	-	Mar Mediterráneo	Mar Mediterráneo Occidental
Baptista J. et al., 2019	Nylon	0.2 - 2 mm	Restos de diatomeas, filamentos de hongos, bacterias		Bahía de Vitória	Bahía de Vitória, Brasil
Abbasi S. et al., 2018	Nylon	0.1- 1 mm	Metales pesados	Cu y C, O	Océano Indico	Estuario de Musa y golfo Pérsico
Bowley J. et al., 2021	Microfibra	-	Bacterias patógenas	<i>Vibrio spp., E.coli</i>	Océano Atlántico medio norte	Mar del Norte, Mar Báltico, estuario del Yangtze
Tang et al., 2020	Cloruro de polivinilo, Poliestireno	1.3 mm	Antibióticos; metales pesados; contaminantes orgánicos persistentes	Tetraciclinas, macrólidos, fluoroquinolonas y sulfonamidas / Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn / ftalatos y bisfenoles	Mar mediterráneo , oceano Atlántico	Costas de la provincia de Jiangxi, China

Anagnosti L., 2020	Poliestireno		bifenilos policlorados (PCB), hidrocarburos aromáticos policíclicos y de petróleo, hidrocarburos de petróleo, pesticidas organoclorados como DDT y difeniléter polibromado	Plastificantes, ftalatos, pigmentos o metales pesados que contienen estabilizadores, retardadores de llama, alquilfenoles o bisfenol A,		
Santos, L. et. al., 2021	Poliestireno, Cloruro de polivinilo	500 nm - <10 µm	Productos farmacéuticos	Los antibióticos, los fármacos antiinflamatorios no esteroideos (AINE), los fármacos psiquiátricos y los fármacos cardiovasculares	Europa	Mar Báltico (Suecia), Océano Atlántico nororiental
					Asia	Océano Pacífico Noreste
					América	Bahía de Guanabara (Brasil)
					África	Costa de Sudáfrica
					Ártico	Océano Ártico
López F., 2019	-	-	Contaminantes Orgánicos Persistentes	Bifenilos policlorados (PCB), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), plaguicidas organoclorados	-	-
	Poliestireno, Cloruro de polivinilo	-	Metales pesados	Zinc (Zn) y Cobre (Cu)		

	Poliestireno, Polipropileno	-	Antibióticos	Sulfadiazina, tetraciclina y trimetoprima		
	-	-	Estabilizadores UV y antioxidantes	-		
	-	-	Flexibilizadores	Ftalatos, retardantes de llama (tetraBDE, y pentaBDE)		
	-	-	Colorantes	-		
	-	-	Solventes	-		
Castañeta G., et. al., 2020	Poliestireno, Cloruro de polivinilo	0.1 mm - 2.5 mm	Compuestos Orgánicos Volátiles	Dicloro difenil tricloroetano (DDT) y hexaclorobenceno (HCB)	Océano Atlántico y Pacífico	-
			Metales pesados	Pb ⁺² , Cu ⁺² , Cd ⁺²		-
			parásitos patógenos y microorganismos			-
Li W., 2018	Poliestireno, Polietileno de alta densidad, Polietileno de baja densidad y Polipropileno	2-5 mm	Contaminantes Orgánicos Persistentes	Hexanos hexaclorinados, aromáticos policíclicos, hidrocarburos (HAP), bifenilos policlorados (PCB) y difenilo polibromado éteres (PBDE), así como plaguicidas organoclorados como el Dicloro difenil tricloroetano (DDT).	Océano atlántico	Offshore, Irlanda Giro Nor Atlántico Costa

						portuguesa
			Aditivos plásticos	Ftalatos, bisfenol A (BPA), alquilfenoles y éteres de bifenilos polibromados (PBDE)	Mar mediterráneo	Norderney, Alemania
			Metales pesados	Cobre (Cu) y el zinc (Zn)	Océano Pacífico	Giro Sub Tropical Nor Pacífico
Wang F., et al., 2018	Polietileno y Polipropileno, Poliestireno, Cloruro de polivinilo		Metales pesados	Al, Fe, Cu, Mn, Ni, Zn, Ti, Cd, Cr, Pb, Co, Mo, Sn, Sb, Ag, U y Hg	Océano Pacífico	Giro del Pacífico Central
			productos químicos orgánicos	Bifenilos policlorados (PCB), hidrocarburo aromático policíclico (HAP), Dicloro difenil tricloroetano (DDT) y hexaclorociclohexano (HCH), éteres de bifenilos polibromados (PBDE), bisfenol A (BPA)		Océano Pacífico Mar Caribe

Harmon S., 2018	Poliétileno, Poliestireno		contaminantes orgánicos persistentes	<p>hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), bifenilos policlorados (PCB), hexaclorociclohexanos (HCH), hidrocarburos halogenados y plaguicidas organoclorados</p> <p>Productos farmacéuticos</p> <p>Cobre (Cu), zinc (Zn), cromo (Cr)</p>	-	-
Khalid N. et al., 2020	Poliétileno, Poliestireno, Polipropileno, microfibras	-	<p>-Metales pesados</p> <p>-Contaminantes orgánicos, hidrocarburos aromáticos policíclicos, antibióticos, metales traza y pesticidas organoclorados.</p> <p>-Bacterias patogénicas</p> <p>-Metales pesados, especies exóticas</p>	<p>-Plomo (Pb), Cobre (Cu), Cadmio (Cd), Arsénico (As)</p> <p>-Diclorodifenilos Tricloro etanos (DDT), Bifenilos policlorados (PCB)</p> <p>-<i>Vibrio</i>, <i>Leptolyngbya</i>, y <i>Pseudomonas spp</i></p>	Océano Atlántico Norte, Océano Meridional, Mar Mediterráneo, Golfo de Guinea, aguas profundas del Ártico, Océano Pacífico, Océano Atlántico y	-

					Mar Amarillo del Sur	
Chen Q. et al., 2017	Polietileno, Polipropileno	1.5 mm - 5 mm	Contaminantes Orgánicos Persistentes	Éteres de bifenilos polibromados (PBDE), Hexabromociclododecano (HBCD), Bifenilos policlorados (PCB) y hidrocarburo aromático policíclico (HAP)	Pacífico Norte	California y Hawaii
Morgana S. et al., 2018	Polietileno, Poliestireno, Tereftalato de polietileno, Polipropileno, Cloruro de polivinilo	1.6 mm	Contaminantes Orgánicos Persistentes	Retardadores de llama, suavizantes	Océano Ártico	Mar de Barents, Groenlandia
Peng L. et al., 2020	Polietileno, Poliestireno, Polipropileno	0.5 mm - 5 mm	Metales pesados contaminantes orgánicos persistentes	pesticidas, bifenilos policlorados (PCB),	-	-

			(COP) antibióticos microorganismos tóxicos	diclorodifeniltricloroetano (DDT) y dioxinas Vibrio y Arcobacter spp.		
Auta H. et al., 2017	Cloruro de polivinilo, perlas de Poliestireno	-	Contaminantes orgánicos persistentes (COP), Metales pesados	Plaguicidas organoclorados (diclorodifenil tricloroetano (DDT)), hidrocarburos aromáticos policíclicos aluminio (Al), cobre (Cu), plata (Ag), zinc (Zn), plomo (Pb), hierro (Fe) y manganeso (Mn).	-	-

Se identificó que la mayor cantidad de contaminantes que se adhieren a los microplásticos son los contaminantes orgánicos persistentes y los metales pesados, además, en menor cantidad, restos de productos farmacéuticos y algunos microorganismos patógenos. La adsorción física depende de la gran superficie específica y Fuerza de Van der Waals, mientras que la adsorción química se debe principalmente a una mayor afinidad de los contaminantes orgánicos por las superficies hidrófobas de la microplásticos en comparación con el agua de mar (Wang et al.,2016). Por todo esto Vethaak (2016) propuso la hipótesis que los microplásticos actúan como un “caballo de Troya”, haciendo alusión al mecanismo por el cual se ingiere o inhala involuntariamente microplásticos incluyendo sustancias tóxicas hacia el interior de los organismos vivos (Vethaak & Leslie, 2016). Además, se ha comprobado que los microplásticos pueden interactuar y sorber fácilmente sustancias tóxicas en su superficie, para luego liberarlos (Colón-Ortiz, A, & Febles-Moreno, K., 2018).

Estos contaminantes utilizan a los microplásticos como vectores para poder transportarlos a diferentes partes de los océanos, tal y como señala la investigación de Quan et al. (2019), la cual da a conocer que la adsorción de antibióticos por microplásticos puede conducir a su migración de largo alcance y causar efectos complejos. Estos antibióticos ya son hallados usualmente en el medio acuático mundial, incluso en las áreas polares remotas, coincidiendo con las revisiones realizadas por Peng, L. et al. (2020) y Waller, C. (2017).

Como se ha determinado, la mayor cantidad de contaminantes que se adhieren a los microplásticos son los contaminantes orgánicos persistentes y se asume que entre las principales causas se encuentran las propiedades de los polímeros, como la polaridad y el grado de cristalinidad, que influyen en la capacidad del material para adsorber contaminantes (Li et al. 2018), de tal manera que los compuestos hidrofóbicos pueden adsorberse fácilmente (Lopez-Monroy, F. & Fermin, I., 2018). Según Peng L. et al. (2020), uno de los principales Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) que se adhieren a los microplásticos son los plaguicidas organoclorados (principalmente el diclorodifenil tricloroetano (DDT)), sin embargo, Harmon S. (2018) señala que adicionalmente

de los plaguicidas organoclorados, los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) con más presencia son los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP).

Otro de los materiales significativos que se adhieren a los microplásticos son los metales pesados, como el cadmio, plomo (Tang et al., 2020; Zou et al., 2020), zinc, cobre (Brennecke et al. 2016), aluminio, plata, manganeso (Auta H. et al., 2017). La electronegatividad de los microplásticos parece ofrecer las condiciones ideales para la acumulación de metales como se concluye en la investigación realizada por Brennecke et al. (2016), por su lado Li et al. (2018) indica que la porosidad en los plásticos podría promover la adsorción de metales del agua del mar. Sin embargo, según lo citado por Wang et al. 2018, el aumento de la salinidad mejora la sorción de cromo, pero disminuye la sorción de cadmio, cobre y níquel.

La capacidad de sorción de los microplásticos está influenciada por sus propiedades fisicoquímicas. Algunos de los más relevantes son: el tipo de polímero, la carga superficial de microplástico y el área de superficie específica. Mientras los microplásticos son más pequeños tienen una superficie específica más alta (Shen et al., 2018). Así mismo, Li et al. (2018), nos indica que propiedades como la polaridad y el grado de cristalinidad influyen en la capacidad del material para adsorber contaminantes, de tal manera que los compuestos hidrofóbicos (como bifenilos policlorados, hidrocarburos aromáticos policíclicos y plaguicidas organoclorados) pueden adsorberse fácilmente por algunos microplásticos (Wright & Kelly, 2017). En este sentido, los microplásticos pueden transportar e introducir especies, toxinas biológicas, metales pesados y agentes químicos en diversos ecosistemas, con efectos ambientales aún impredecibles.

V. CONCLUSIONES

Mediante esta revisión sistemática se pudo determinar que los microplásticos abarcan todas las regiones oceánicas del planeta, incluyendo los polos y áreas geográficas alejadas de actividades antropogénicas, siendo los más predominantes el PS (Poliestireno), PP (Polipropileno), PE (Polietileno).

Los microplásticos originan diversos impactos en los organismos que forman parte de la cadena trófica marina en distintos niveles, desde los productores,

como microalgas y fitoplancton, hasta grandes consumidores, como ballenas y tiburones; estos daños son principalmente afectaciones el daño al sistema reproductivo y al sistema digestivo. Así mismo, se identifica como las especies mayor analizadas en los artículos elegidos a los peces seguido del zooplancton y bivalvos.

Como principal fuente de microplásticos vertidos en los océanos se identificó a las plantas de tratamiento de aguas residuales, a la industria pesquera y a la industria cosmética.

Por último, como principales contaminantes adheridos a los microplásticos vertido en océanos se identificaron los contaminantes orgánicos persistentes (COP) y metales pesados, así mismo se encontraron microorganismos patógenos y antibióticos. En este sentido, se concluye que los microplásticos pueden transportar e introducir especies, toxinas biológicas, metales pesados y agentes químicos en diversos ecosistemas, con efectos ambientales aún impredecibles.

VI. RECOMENDACIONES

Maximizar la eficiencia en cada etapa del manejo de residuos sólidos; como la regulación y/o prohibición de la producción y utilización de microplásticos primarios (cosméticos), hasta los sistemas de tratamientos de disposición final; ya que una vez que el plástico llega al mar, es prácticamente imposible recuperarlo, debido a la acción mecánica del oleaje y la exposición a factores ambientales como la luz UV, el viento y la interacción con organismos, las partículas plásticas se fragmentan hasta alcanzar tamaños diminutos e imperceptibles.

Se debe implementar o mejorar los sistemas de tratamiento de aguas residuales, ya que estos no garantizan capturar o filtrar partículas plásticas con un tamaño menor o igual a los 5 mm y terminan en el océano.

Debe regularse la composición de las pinturas con las que se revisten las embarcaciones pesqueras y de transporte, ya que una de las principales fuentes de metales pesados es la pintura utilizada que tiene contacto directo con los océanos; así como de supervisar el manejo adecuado de los desechos plásticos de las actividades pesqueras en todo nivel.

REFERENCIAS

AKHBARIZADEH, R., MOORE, F., KESHAVARZI, B. Investigating microplastics bioaccumulation and biomagnification in seafood from the Persian Gulf: a threat to human health? *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess.* 2019 Nov. 36(11). 1696-1708. [Fecha de consulta: 11 de febrero 2021] doi: 10.1080/19440049.2019.1649473

ANAGNOSTI, L., VARVARESOU, A., PAVLOU, P., PROTOPAPA, E., CARAYANNI, V. Worldwide actions against plastic pollution from microbeads and microplastics in cosmetics focusing on European policies. Has the issue been handled effectively?. *Marine Pollution Bulletin.* 2020. n.162, 1-15. [Fecha de consulta: 25 de febrero 2021] doi: 10.1016/j.marpolbul.2020.111883

ANDRADY, A. Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin* 2011. Vol. 62, issue 8. 1596-1605. [Fecha de consulta: 28 de febrero 2021] doi: 10.1016/j.marpolbul.2011.05.030

ANDRÉU ABELA, J. Las técnicas de Análisis de Contenido: Una revisión actualizada. Fundación Centro de Estudios Andaluces, 2002

ARREAGA SALAZAR, C., QUEZADA ABAD, C., TINOCO IZQUIERDO, W. La implementación y gestión de los procesos de investigación social cualitativos en Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica 2018. Machala-Ecuador. Pp. 72-89 ISBN: 978-9942-24-092-7

BARBOZA, LG., LOPES, C., OLIVEIRA, P., BESSA, F., OTERO, V., HENRIQUES, B., RAIMUNDO, J., CAETANO, M., VALE, C., GUILHERMINO, L. Microplastics in wild fish from North East Atlantic Ocean and its potential for causing neurotoxic effects, lipid oxidative damage, and human health risks associated with ingestion exposure. *Science of The Total Environment*, 2020.Vol. 717. 134625. [Fecha de consulta: 25 de febrero 2021] ISSN 0048-9697. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.134625.

BELLAS, J., MARTÍNEZ-ARMENTAL, J., MARTÍNEZ-CÁMARA, A., BESADA, V., MARTÍNEZ-GÓMEZ, C. Ingestion of microplastics by demersal fish from the Spanish Atlantic and Mediterranean coasts. *Marine pollution bulletin*, 2016, vol. 109, no 1, p. 55-60. [fecha de consulta 20 de febrero 2021]. doi: 10.1016/j.marpolbul.2016.06.026

BESSA, F., BARRÍA, P., NETO, J.M., FRIAS, J.P.G.L., OTERO, V., SOBRAL, V., MARQUES, J.C. Occurrence of microplastics in commercial fish from a natural estuarine environment. *Marine pollution bulletin*, 2018, vol. 128, p. 575-584. [fecha de consulta 21 de febrero 2021]. doi: 10.1016/j.marpolbul.2018.01.044

BILLMEYER, F. Ciencia de los polímeros. Edición en español. New York, USA: *Reverté*, 1975 [2004] [consultado el 7 de febrero del 2021]. ISBN:84-291-7048-0. Disponible en: <https://books.google.co.ve/books?id=vL9QrpOKsQcC&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>

BROWNE, M.A., CRUMP, P., NIVEN, S.J., TEUTEN, E., TONKIN, A., GALLOWAY, T., THOMPSON, R. Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. *Environmental science & technology*, 2011, vol. 45, no 21, p. 9175-9179. [fecha de consulta 23 de febrero 2021]. doi: 10.1021/es201811s

CHOY, CA, ROBINSON, BH, GAGNE, TO; EVAN FURL, BE., HALDEN, R.U. HAMILTON J.A. ,KATJA K., LISIN SE., ROLSKY C.y VAN HOUTAN KS, The vertical distribution and biological transport of marine microplastics across the epipelagic and mesopelagic water column *Sci Rep* 2019, 7843 [Fecha de consulta: 28 de abril 2021] doi: 10.1038/s41598-019-44117-2

COURTENE JONES W., QUINN, B., GARY, S., MOGG, A., NARAYANASWAMY, B. Microplastic pollution identified in deep-sea water and ingested by benthic invertebrates in the Rockall Trough, North Atlantic Ocean Norte Reinar. *Environmental Pollution* 2017. Vol. 231. 271 – 280. [Fecha de consulta: 25 de febrero 2021] doi: 10.1016/j.envpol.2017.08.026

COLE, M., LINDEQUE, P., HLSBAND C., GALLOWAY T. Microplastics as contaminants in the marine environment: A review en *Marine Poluttion Bulletin* 2011. Vol. 62, Issue 12, pp 2588-2597. [Fecha de consulta: 25 de febrero 2021] ISSN 0025-326X. doi: 10.1016/j.marpolbul.2011.09.025

COLÓN-ORTIZ, A. J., FEBLES-MORENO, K. Description of microplastic on the coast of La Guancha in Ponce. Puerto Rico, *ECORFAN-Bolivia Journal*, 2018, vol. 5, no 8, p. 24-32. [fecha de consulta 17 de febrero 2021]. ISSN: 2410-4191

COYLE, R. HARDIMAN, G., O' DRISCOLL, K. Microplastics in the marine environment: A review of their sources, distribution processes, uptake and exchange in ecosystems. *Studies in Chemical and Environmental engineering*, 2020. Vol. 2, 100010. [Fecha de consulta: 25 de febrero 2021] ISSN 2666-0164. doi: 10.1016/j.cscee.2020.100010

CABEZAS MEJÍA E.; ANDRADE NARANJO D., TORRES SANTAMARÍA J. *Introducción a la metodología de la investigación científica*, 2018. Universidad de las Fuerzas Armadas. Ecuador. David Andrade Aguirre Primera edición electrónica: Octubre 2018.[fecha de consulta 25 de febrero 2021]. ISBN: 978-9942-765-44-4.Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf>

DULZAIDES IGLESIAS M., MOLINA GÓMEZ A. Análisis documental y de información: dos componentes de un mismo proceso *ACIMED2004*. v.12 n.2. La Habana.[fecha de consulta 25 febrero 2021]. ISSN 1024-9435.

DA COSTA, JP., SANTOS, PSM., DUARTE, AC., ROCHA-SANTOS T. (Nano)plastics in the environment – Sources, fates and effects. *Science of The Total Environment* 2016, vol. 566-567, 15 – 26. [Fecha de consulta: 28 de febrero 2021] doi: 10.1016 / j.scitotenv.2016.05.041

DAI, Z., ZHANG, H., ZHOU, Q., TIAN, Y., CHEN, T., TU, C., FU, C., LUO, Y. Occurrence of microplastics in the water column and sediment in an inland sea affected by intensive anthropogenic activities. *Environmental Pollution*. 2018 Nov;242(Pt B). 1557-1565. . [Fecha de consulta: 13 de marzo 2021] doi: 10.1016/j.envpol.2018.07.131.

DEUDERO, S.; ALOMAR, C. Mediterranean marine biodiversity under threat: Reviewing influence of marine litter on species. *Marine pollution bulletin*, 2015, vol. 98, no 1-2, 58-68. [Fecha de consulta: 25 de febrero 2021] ISSN 0025-326X. doi: 10.1016/j.marpolbul.2015.07.012

DÍAZ-NOCI, J. Medios de comunicación en Internet: algunas tendencias. El profesional de la información [en línea]. 2010, noviembre-diciembre, 19 (6). 561-567 [fecha de consulta 20 noviembre 2010]. ISSN 1386-6710. doi: 10.3145/epi.2010.nov.01

EFSA CONTAM Panel (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain). Presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood. *EFSA Journal* 2016. 14(6). e04501. [Fecha de consulta: 18 de febrero 2021] ISSN: 1831-4732. doi: 10.2903/j.efsa.2016.4501

ESCUADERO SÁNCHEZ CL., CORTEZ SUÁREZ LA. *Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica*. En: Repositorio Universidad Técnica de Machala. Ecuador. Primera edición en español, 2018. 26-41. [Fecha de consulta: 21 de febrero 2021] ISBN: 978-9942-24-092-7. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14208/1/Cap.2-Evoluci%C3%B3n%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%20cient%C3%ADfica.pdf>

GEYER, R.; JAMBECK, J.; LAW, K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 2017. vol. 3. no 7. 1207-1221. [Fecha de consulta: 25 de febrero 2021] doi: 10.1126 / sciadv.1700782

GALGANI, François; HANKE, Georg; MAES, Thomas. Global distribution, composition and abundance of marine litter. En *Marine Anthropogenic Litter*. 2015. 29-56. [Fecha de consulta: 25 de febrero 2021]. ISBN: 978-3-319-16509-7. 978-3-319-16510-3. doi: 10.1007 / 978-3-319-16510-3_2

KUTRALAM-MUNIASAMY, G., PÉREZ-GUEVARA, F., ELIZALDE-MARTÍNEZ I., SHRUTI, VC. Review of current trends, advances and analytical challenges for microplastics contamination in Latin America. *Environmental Pollution* 2020. Vol. 267. 115463. [Fecha de consulta: 25 de febrero 2021]. ISSN 0269-7491. doi: 10.1016/j.envpol.2020.115463.

EVERAERT, G., DE RIJCKE, M; LONNEVILLE, B., JANSSEN, C.R, BACKHAUS, T., MEES, J., VAN SEBILLE, E., KOELMANS, A.A., CATARINO, A.I., VANDEGEHUCHTE, M.B. Risks of floating microplastic in the global ocean. *Environmental Pollution*. 2020. Vol. 267. 2020. 115499. [Fecha de consulta: 25 de febrero 2021]. ISSN 0269-7491 doi: 10.1016/j.envpol.2020.115499.

GAO, F., LI, J., HU, J., LI, X., SUN, C. Occurrence of microplastics carried on *Ulva prolifera* from the Yellow Sea, China. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 2020. Vol. 2. 100054. ISSN 2666-0164. doi: 10.1016/j.cscee.2020.100054.

GESAMP. *Sources, fate and effects of microplastic in the marine environment: A global assesment*. (Kershaw, P. J., ed.). (IMO, FAO, UNESCO-IOC, UNIDO, WMO, IAEA, UN, UNEP, UNDP, Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). Rep. Sud. No. 90, 96. [Fecha de consulta: 23 de febrero 2021]. ISSN: 1020-4873. Disponible en: https://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/descriptor-10/pdf/GESAMP_microplastics%20full%20study.pdf.

GEYER, R., JAMBECK, J., LAW, K. L. Producción, uso y destino de todos los plásticos jamás fabricados. *Science Advances*, 2017, vol. 3, no 7, p. 1207-1221. [fecha de consulta 20 enero 2021] DOI <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>

GORSKY G., OHMAN M., PICHERAL M., GASPARINI S., STEMMANN L., ROMAGNAN JB., CAWOOD A., PESANT S., GARCÍA-COMAS C., PREJGER F. Digital zooplankton image analysis using the ZooScan integrated system. *Journal of Plankton Research*. Vol. 32, Issue 3. 2019. 285–303, [Fecha de consulta 9 de febrero 2021]. doi: 10.1093/plankt/fbp124.

HAHLADAKIS, JN., VELIS, CA., WEBER, R., LACOVIDOU, E., PURNELL P. An overview of chemical additives present in plastics: Migration, release, fate and environmental impact during their use, disposal and recycling. *Journal of Hazard Materials*. 2018. Vol. 344. 179 – 199. [Fecha de consulta 15 de febrero 2021]. doi: 10.1016/j.jhazmat.2017.10.014.

HU, L., SU, L., XUE, Y., MU, J., ZHU, J., XU, J., SHI, H. Uptake, accumulation and elimination of polystyrene microspheres in tadpoles of *Xenopus tropicalis*. *Chemosphere*, 2016, vol. 164, p. 611-617. [fecha de consulta 22 de febrero 2021]. doi: 10.1016/j.chemosphere.2016.09.002

IMHOF, H.K., LAFORSCH, C. Hazardous or not–Are adult and juvenile individuals of *Potamopyrgus antipodarum* affected by non-buoyant microplastic particles?. *Environmental Pollution*, 2016, vol. 218, p. 383-391. [fecha de consulta 23 de febrero 2021]. doi: 10.1016/j.envpol.2016.07.017

JAMBECK, JR., GEYER, R., WILCOX, C., SIEGLER, TR., PERRYMAN, M., ANDRADY, A., NARAYAN, R., LAVANDA, LK. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 2015. Vol. 347., no 6223. 768-771. [Fecha de consulta 18 de febrero 2021]. doi: 10.1126 / science.1260352

JONES-WILLIAMS, K., GALLOWAY, T., COLE, M., STOWASSER, G., WALUDA, C., MANNO, C. Close Encounters - Microplastic availability to pelagic amphipods in sub-Antarctic and Antarctic surface waters. *Environment International*, 2020. Vol. 140. 105792. . [Fecha de consulta 12 de abril 2021]. ISSN 0160-4120.doi: 10.1016/j.envint.2020.105792.

KHALID, N., AQEEL, M., NOMAN, A., HASHEM, M., MOSTAFA, YS., ALHAITHLOUL, HAS., ALGHANEM, SM. Linking effects of microplastics to ecological impacts in marine environments. *Chemosphere*, 2021. Vol. 264, Part 2. 128541. [Fecha de consulta 12 de abril 2021]ISSN 0045-6535. doi: 10.1016/j.chemosphere.2020.128541.

KIESSLING, T., GUTOW, L. y THIEL, M. Marine Litter as Habitat and dispersal” En: *Marine Anthropogenic Litter 2015*. Springer, Cham.141-181. [Fecha de consulta 22 de enero 2021] doi: 10.1007/978-3-319-16510-3_6

LITHNER, D. *Environmental and health hazards of chemicals in plastic polymers and products* 2017. Tesis doctoral. Department of Plant and Environmental, University of Gothenburg. 2011. [Fecha de consulta 18 de febrero 2021]. ISBN: 978-91-85529-46-9. Disponible en: <https://www.econologie.com/fichiers/partager2/1306197604nGZivg.pdf>

LOPEZ MARTINEZ, S., MORALES CASELLES, C., KADAR, J., RIVAS, ML. Overview of global status of plastic presence in marine vertebrates. *Global Change Biology* 2020. Vol. 27, Issue 4. 728-737. doi: 10.1111/gcb.15416

LUSHER, A., HOLLMAN, P., y MENDOZA HILL, J. Microplastics in fisheries and aquaculture. Fisheries and aquaculture technical paper FAO 2017 N° 615 .Roma. 68. ISSN: 2070-7010. Disponible en: <http://www.fao.org/3/i7677e/i7677e.pdf>

MIZRAJI, R., AHRENDT, C., PEREZ-VENEGAS, D., VARGAS, J., PULGAR, J., ALDANA, M., OJEDA, F.P., DUARTE, C., GALBÁN-MALAGÓN, C. Is the feeding type related with the content of microplastics in intertidal fish gut?. *Marine pollution bulletin*, 2017, vol. 116, no 1-2, p. 498-500. [fecha de consulta 21 de febrero 2021]. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.01.008>

MOEN, T. Reflections on the Narrative Research Approach. *International Journal of Qualitative Methods*. December 2006. 56-69. [Fecha de consulta 18 de febrero 2021]. doi:10.1177/160940690600500405

MONJE ÁLVAREZ CA., Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa Guía didáctica. Universidad Surcolombiana Facultad de ciencias sociales y humanas Programa de comunicación social y periodismo Neiva. 2011. Disponible en: <https://es.slideshare.net/Sadymar11/monje-carlos-arturo-gua-didctica-metodologa-de-la-investigacin>

ORY, N.; SOBRAL, P.; FERREIRA, J.; THIEL, M. Amberstripe scad *Decapterus muroadsi* (Carangidae) fish ingest blue microplastics resembling their copepod prey along the coast of Rapa Nui (Easter Island) in the South Pacific subtropical gyre. *Science of The Total Environment*, 2017, vol. 586, pág. 430-437. [fecha de consulta 15 de febrero 2021]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.175>

OVERCASH, JA. Narrative research: a review of methodology and relevance to clinical practice. *Critical Reviews in Oncology/Hematology*. 2003. Nov;48(2). 179–184. doi:10.1016/j.critrevonc.2003.04.006

PLASTICS EUROPE. Plastic – The Facts 2016. An analysis of European plastics production, demand and waste data. Plastic Europe Association of Plastics Manufacturers. 2016 Disponible en: <https://www.plasticseurope.org/en/resources/publications/3-plastics-facts-2016>

PEEKEN, I., PRIMPKE, S., BEYER, B., GÜTERMANN, J., KATLEIN, C., KRUMPEN, T., BERGMANN, M., HEHEMANN, L., GERDTS, G. Arctic sea ice is an important temporal sink and means of transport for microplastic. *Nature Communications*. 2018. Vol. 9, 1505. [Fecha de consulta 12 de marzo 2021]. doi: 10.1038/s41467-018-03825-5

PENG, LICHENG; FU DONGDONG; QI HUAIYUAN; LAN CHRISTOPHER; YU HUAMEI; GE CHENGJUN. Micro-and nano-plastics in marine environment: Source, distribution and threats—A review. *Science of the Total Environment*, 2020, VOL. 698, P. 134254. [FECHA DE CONSULTA 15 DE FEBRERO 2021]. DOI: [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.SCITOTENV.2019.134254](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134254)

ROJAS BRAVO X., BELKIS OSORIO A. Criterios de calidad y rigor en la metodología cualitativa. Universidad Pedagógica de Caracas. Venezuela. 2017. Gaceta de pedagogía. N° 36. ISSN: 0435-026X. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/337428163_Criterios_de_Calidad_y_Rigor_en_la_Metodologia_Cualitativa

ROJO-NIETO, E.; MONTOTO MARTÍNEZ, T. Basuras marinas, plásticos y microplásticos: orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global. 2017. *Edita Ecologistas en Acción* ISBN:978-84-946151-9-1

ROYER, SJ., FERRON, S., WILSON, ST., KARL, DM. Production of methane and ethylene from plastic in the environment. *PLoS One*, 2018, vol. 13, no 8. e0200574. doi: 10.1371/journal.pone.0200574

SALGADO LEVANO AC. Investigación cualitativa: Diseños de valuación del rigor metodológico y retos. Universidad de San Martín de Porres: Lima. 2007. Vol. 13. N° 13. 71-78. ISSN: 1729-4827. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-48272007000100009

SANTOS, L., RODRÍGUEZ-MOZAZ, S.; BARCELÓ, D. Microplastics as vectors of pharmaceuticals in aquatic organisms—an overview of their environmental implications. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 2021, p. 100079. [fecha de consulta 15 de febrero 2021]. doi: 10.1016/j.cscee.2021.100079

SEGURA D., NOGUEZ R., ESPÍN G. Contaminación ambiental y bacterias productoras de plásticos biodegradables. *Researchgate*. 2017, Vol. 14. 361- 372 [fecha de consulta 4 de febrero 2021]. doi: 10.3145/epi.2010.nov.01

SELTENRICH, N. ¿Nuevo eslabón en la cadena alimentaria? Contaminación plástica marina y seguridad de los mariscos ". *Perspectivas de salud ambiental* vol. 123,2 (2015): A34-41. [fecha de consulta 13 de febrero 2021]. doi: 10.1289 / ehp.123-A34

SFRISO, AA., TOMIO, Y., ROSSO, B., GAMBARO, A., SFRISO, A., CORAMI, F., RASTELLI, E., CORINALDESI, C., MISTRI, M., MUNARI, C. Microplastic accumulation in benthic invertebrates in Terra Nova Bay (Ross Sea, Antarctica). *Environment International*, 2020. Vol. 137. 105587. ISSN 0160-4120. doi: 10.1016/j.envint.2020.105587.

SHEN, XC., LI, DC., SIMA, XF.; CHENG, HY.; JIANG H. The effects of environmental conditions on the enrichment of antibiotics on microplastics in simulated natural water column. *Environmental Research*. 2018, vol. 166, pág. 377-873. [fecha de consulta 19 de febrero 2021]. doi:10.1016/j.envres.2018.06.034

SUARIA, G.; ALIANI, S. Floating debris in the Mediterranean Sea. *Marine pollution bulletin*, 2014, vol. 86, no 1-2, 494-504. [Fecha de consulta: 23 de enero 2021] doi: 10.1016/j.marpolbul.2014.06.025

SUARIA, G., AVIO, C., MINEO, A., LATTIN, GL., MAGALDI, MG., BELMONTE, G., MOORE, CJ., REGOLI, F., ALIANI, S. The Mediterranean Plastic Soup: synthetic polymers in Mediterranean surface waters. *Scientific Reports*, 2016. 37551. doi: 10.1038/srep37551

TEUTEN EL, SAQUING JM, KNAPPE DR, BARLAZ MA, JONSSON S, BJÖRN A, ROWLAND SJ, THOMPSON RC, GALLOWAY TS, YAMASHITA R, OCHI D, WATANUKI Y, MOORE C, VIET PH, TANA TS, PRUDENTE M, BOONYATUMANOND R, ZAKARIA MP, AKKHAVONG K, OGATA Y, HIRAI H, IWASA S, MIZUKAWA K, HAGINO Y, IMAMURA A, SAHA M, TAKADA H. Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2009 Jul 27;364(1526).2027-45. PMID: 19528054; PMCID: PMC2873017.doi: 10.1098/rstb.2008.0284.

THOMPSON, RC. Microplastics in the marine environment: sources, consequences and solutions. En *Marine anthropogenic litter*. Springer, Cham, 2015. p. 185-200. [Fecha de consulta: 18 enero 2021] . ISBN: 978-3-319-16510-3 doi: 10.1007/978-3-319-16510-3_7

VAN CAUWENBERGHE, L., VANREUSEL, A., MEES J., JANSSEN CR. Microplastic pollution in deep-sea sediments. *Environmental Pollution*, 2013. Vol. 182. 495-499. [Fecha de consulta 26 de febrero 2021 ISSN 0269-7491. doi: 10.1016/j.envpol.2013.08.013.


DICK, V., HEATHER, L. Plastic debris is a human health issues, *Environmental Science & Technology*, 50(13), 6825-6826. [fecha de consulta 17 de febrero 2021]. doi: <https://doi.org/10.1021/acs.est.6b02569>


WALLER, C.; GRIFFITHS, H.; WALUDA, C.; THORPE, S.; LOAIZA, I.; MORENO, B.; PACHERRES, C.; HUGHES K. Microplastics in the Antarctic marine system: An emerging area of research. *Science of the Total Environment*, 2017, vol. 598, pág. 220-227. [fecha de consulta 16 de febrero 2021]. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.03.283

WRIGHT, S.L.; KELLY, F.J. Plastic and human health: a micro issue?. *Environmental science & technology*, 2017, vol. 51, no 12, p. 6634-6647. [fecha de consulta 19 de febrero 2021]. doi: 10.1021/acs.est.7b00423

ZOU, J., LIU, X., ZHANG, D., YUAN, X., Adsorción de tres metales divalentes por cuatro tipos de microplásticos químicamente distintos, *Chemosphere*, 2020, vol. 248, pág.126064. [fecha de consulta 18 de febrero 2021]. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126064>

ANEXOS

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO	01
TÍTULO: Revisión: avances de la investigación sobre contaminantes microplásticos en ambientes acuáticos		
AUTOR (ES): Tang, Y. et. al.	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2020	
PALABRAS CLAVE: Biosfera; microplásticos; ecotoxicología; transferencia trófica; peligros ecológicos; organismos acuáticos	BASE DE DATOS: Science Direct	
DOI:	https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142572	
ESLABÓN DE CADENA TRÓFICA AFECTADO:	Fitoplancton, mejillones, cangrejos, peces	
IMPACTO EN LA CADENA TRÓFICA:	ecotoxicología	
FUENTE DE MICROPLÁSTICO:	-	
TIPO DE POLÍMERO ENCONTRADO:	Poliétileno, poliéster, polipropileno, tereftalato de polietileno, cloruro de polivinilo, poliestireno	
MATERIAL ADHERIDO AL MICROPLÁSTICO:	Antibióticos, metales pesados, contaminantes orgánicos persistentes	

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO	02
TÍTULO: Acciones a nivel mundial contra la contaminación plástica por microperlas y microplásticos en cosmética con foco en políticas europeas. ¿Se ha manejado el problema de manera eficaz?		
AUTOR (ES): Anagnosti, L. et. al.	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2020	
PALABRAS CLAVE: Cosméticos, Microperlas, Microplásticos, Políticas europeas	BASE DE DATOS: Science Direct	
DOI:	https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111883	
ESLABÓN DE CADENA TRÓFICA AFECTADO:	Zooplancton, fitoplancton, peces y mamíferos marinos	
IMPACTO EN LA CADENA TRÓFICA:	Bioacumulación	
FUENTE DE MICROPLÁSTICO:	Industria cosmética	
TIPO DE POLÍMERO ENCONTRADO:	Tereftalato de polietileno (Glitter), polietileno, polipropileno, metacrilato de metilo, poliestireno	
MATERIAL ADHERIDO AL MICROPLÁSTICO:	Metales pesados, Bisfenol A	



TÍTULO: ¿Nuevo eslabón en la cadena alimentaria? Contaminación plástica marina y seguridad de los mariscos

AUTOR (ES): Seltenrich, N.

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2015

PALABRAS CLAVE: Nanomateriales, dioxinas, furanos, disruptores endocrinos, bifenilos policlorados, plásticos

BASE DE DATOS: ProQuest

DOI:

<http://dx.doi.org/10.1289/ehp.123-A34>

ESLABÓN DE CADENA TRÓFICA AFECTADO:

Mariscos

IMPACTO EN LA CADENA TRÓFICA:

Biomagnificación de tóxicos, disruptor endocrino

FUENTE DE MICROPLÁSTICO:

-

TIPO DE POLÍMERO ENCONTRADO:

Polietileno, polipropileno

MATERIAL ADHERIDO AL MICROPLÁSTICO:

Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), bifenilos policlorados (PCB), éteres de difenilo polibromados (PBDE), dioxinas y DDT



TÍTULO: Los microplásticos como vectores de productos farmacéuticos en organismos acuáticos: una descripción general de sus implicaciones ambientales

AUTOR (ES): Santos, L. et. al.

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2021

PALABRAS CLAVE:
Contaminantes emergentes,
Transportador, Bioacumulación,
Toxicidad, Biota

BASE DE DATOS: Science Direct

DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.cscee.2021.100079>

**ESLABÓN DE CADENA TRÓFICA
AFECTADO:**

*Oreochromis niloticus, Corbicula fluminea,
Chlorella pyrenoidosa, Tegillarca granosa.*

**IMPACTO EN LA CADENA
TRÓFICA:**

Bioacumulación, biomagnificación
abrasiones internas, anomalías en los
tejidos, alteraciones en niveles celulares y
moleculares

FUENTE DE MICROPLÁSTICO:

Industria farmacéutica

**TIPO DE POLÍMERO
ENCONTRADO:**

Polietileno (PE), poliestireno (PS), cloruro
de polivinilo (PVC), polipropileno (PP) o
poliamida (PA)

**MATERIAL ADHERIDO AL
MICROPLÁSTICO:**

Productos farmacéuticos

**TÍTULO:** Microplásticos en el ambiente marino**AUTOR (ES):** Lopez-Monroy, F. & Fermin, I.**AÑO DE PUBLICACIÓN:** 2018**PALABRAS CLAVE:** Contaminación marina, plástico, basura marina**BASE DE DATOS:** Science Direct**ISSN:**

2343-6468

ESLABÓN DE CADENA TRÓFICA AFECTADO:*Oreochromis niloticus, Corbicula fluminea, Chlorella pyrenoidosa, Tegillarca granosa.***IMPACTO EN LA CADENA TRÓFICA:**

Bioacumulación, biomagnificación abrasiones internas, anomalías en los tejidos, alteraciones en niveles celulares y moleculares

FUENTE DE MICROPLÁSTICO:

Inadecuada deposición de desechos urbanos (de la actividad turística en playas o basura arrojada al mar por buques), mediante los vertidos de plantas de tratamiento de desechos sólidos o aguas residuales, y por la escorrentía de ríos y basura transportada por el viento

TIPO DE POLÍMERO ENCONTRADO:

Polietileno (PE), poliestireno (PS), cloruro de polivinilo (PVC), polipropileno (PP) o poliamida (PA)

MATERIAL ADHERIDO AL MICROPLÁSTICO:

Metales pesados (Zn y Cu) y antibióticos (sulfadiazina, tetraciclina y trimetoprima)



TÍTULO: Microplásticos: un contaminante que crece en todas las esferas ambientales, sus características y posibles riesgos para la salud pública por exposición

AUTOR (ES): Castañeta G., et. al.

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2020

PALABRAS CLAVE: Contaminación plástica, Microplásticos, Residuos plásticos, Salud pública, Medio ambiente, Microplásticos en Sudamérica.

BASE DE DATOS: Scielo

DOI:

10.34098/2078-3949.37.3.4

ESLABÓN DE CADENA TRÓFICA AFECTADO:

Plancton, bivalvos, crustáceos, equinodermos, elasmobranquios, cetáceos, tortugas, focas gaviotas, pingüinos

IMPACTO EN LA CADENA TRÓFICA:

Posible riesgo cancerígeno, obstrucción respiratoria y neurotoxicidad.

FUENTE DE MICROPLÁSTICO:

Productos de limpieza, cosméticos, pinturas y exfoliantes

TIPO DE POLÍMERO ENCONTRADO:

PS, PET, PVC

MATERIAL ADHERIDO AL MICROPLÁSTICO:

ftalatos, monómeros residuales, biocidas, hidrocarburos poliaromáticos, metales pesados (Pb, Cu, Cd) y parásitos patógenos



TÍTULO: La ocurrencia, el destino y los efectos de Microplásticos en el medio marino

AUTOR (ES): Li W.

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2018

PALABRAS CLAVE: El plástico, Ingestión, Contaminantes orgánicos, Metal pesado, Nivel trópico

BASE DE DATOS: Science Direct

DOI:

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813747-5.00005-9>

ESLABÓN DE CADENA TRÓFICA AFECTADO:

Peces, aves marinas, tortugas marinas,

IMPACTO EN LA CADENA TRÓFICA:

Bloqueos del tracto digestivo (provocan saciedad, inanición y deterioro físico)

FUENTE DE MICROPLÁSTICO:

Aguas residuales, medicamentos, pesca, transporte marino,

TIPO DE POLÍMERO ENCONTRADO:

PVC, PE

MATERIAL ADHERIDO AL MICROPLÁSTICO:

hexanos hexaclorinados, aromáticos policíclicos hidrocarburos (HAP), bifenilos policlorados (PCB) y difenilo polibromado éteres (PBDE), plaguicidas organoclorados (DDT)

**TÍTULO:** Sorción de sustancias químicas tóxicas en microplásticos**AUTOR (ES):** Wang F., Wang F., Zen E.**AÑO DE PUBLICACIÓN:** 2018**PALABRAS CLAVE:** Microplásticos, Sorción, División, Productos químicos**BASE DE DATOS:** Science Direct**DOI:**<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813747-5.00007-2>**ESLABÓN DE CADENA TRÓFICA AFECTADO:**

Peces, aves marinas, tortugas, cangrejos y ballenas

IMPACTO EN LA CADENA TRÓFICA:

Posible cancerígeno, disruptor hormonal

FUENTE DE MICROPLÁSTICO:


-


TIPO DE POLÍMERO ENCONTRADO:


PE, PP, PS, PVC


MATERIAL ADHERIDO AL MICROPLÁSTICO:

Metales pesados (Al, Fe, Cu, Mn, Ni, Zn, Ti, Cd, Cr, Pb, Co, Mo, Sn, Sb, Ag, U y Hg) y productos químicos orgánicos (PCB, PAH, DDT y HCH), PBDE y bisfenol A

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO	09
TÍTULO: Los efectos de la contaminación por microplásticos en los organismos acuáticos		
AUTOR (ES): Harmon S.	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2018	
PALABRAS CLAVE: Microplásticos primarios, Microplásticos secundarios, Nanoplástico, Toxicidad	BASE DE DATOS: Science Direct	
DOI:	https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813747-5.00008-4	
ESLABÓN DE CADENA TRÓFICA AFECTADO:	Camarón, erizo, caracoles, microalgas	
IMPACTO EN LA CADENA TRÓFICA:	reducción de la tasa de crecimiento, reducción de la fecundidad, disminución de la esperanza de vida, mayor tiempo de reproducción, potencial disruptor endocrino	
FUENTE DE MICROPLÁSTICO:	-	
TIPO DE POLÍMERO ENCONTRADO:	-	
MATERIAL ADHERIDO AL MICROPLÁSTICO:	Compuestos orgánicos persistentes (hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), bifenilos policlorados (PCB), hexaclorociclohexanos (HCH), hidrocarburos halogenados y plaguicidas organoclorados), metales pesados, productos farmacéuticos	

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO	10
TÍTULO: Microplásticos en el Ártico: un estudio de caso con muestras de peces y agua subterránea en el noreste de Groenlandia		
AUTOR (ES): Morgana S. et al.	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2018	
PALABRAS CLAVE: Mar de Groenlandia, Microplásticos, Bacalao polar, Subsuperficie, Contaminación plástica, Regiones polares	BASE DE DATOS: Science Direct	
DOI:	https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.08.001	
ESLABÓN DE CADENA TRÓFICA AFECTADO:	Tiburón de Groenlandia (<i>Somniosus microcephalus</i>), sculpin demersal patudo, Triglops nybelini y el bacalao polar pelágico (<i>Boreogadus saida</i>).	
IMPACTO EN LA CADENA TRÓFICA:	Lesiones u obstrucciones del sistema digestivo, sensación de saciedad	
FUENTE DE MICROPLÁSTICO:	Limpiadores de manos, limpiadores faciales y pasta de dientes. Gránulos o escamas de resina plástica	
TIPO DE POLÍMERO ENCONTRADO:	-	
MATERIAL ADHERIDO AL MICROPLÁSTICO:	bacterias, algas e invertebrados, tintes, COP, retardadores de llama y suavizantes utilizados en productos plásticos	

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO	11
TÍTULO: Micro y nanoplásticos en el medio marino: fuente, distribución y amenazas: una revisión		
AUTOR (ES): Peng L. et al.	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2020	
PALABRAS CLAVE: Microplásticos, Nanoplásticos, Ambiente marino, Red alimentaria, Salud Contaminación	BASE DE DATOS: Science Direct	
DOI:	https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134254	
ESLABÓN DE CADENA TRÓFICA AFECTADO:	mejillón <i>Mytilus edulis</i> . (Kolandhasamy et al., 2018) y el pez pelágico <i>Platycephalus indicus</i> <i>Pomatoschistus microps</i> crustáceo <i>D. magna</i>	
IMPACTO EN LA CADENA TRÓFICA:	Bloqueo y daño de los órganos digestivos Inflamación en los tejidos Reducción de la reproducción Impactos sobre el metabolismo.	
FUENTE DE MICROPLÁSTICO:	micro-pellets, microperlas, microfibras, erosión y desgarro en el uso de productos plásticos de gran tamaño, fuentes terrestres.	
TIPO DE POLÍMERO ENCONTRADO:	PS, PET	
MATERIAL ADHERIDO AL MICROPLÁSTICO:	metales pesados, contaminantes orgánicos persistentes (COP) (por ejemplo, pesticidas, bifenilos policlorados (PCB), diclorodifeniltricloroetano (DDT) y dioxinas) antibióticos microorganismos tóxicos	

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO	12
TÍTULO: Distribución e importancia de los microplásticos en el medio marino: una revisión de las fuentes, el destino, los efectos y las posibles soluciones		
AUTOR (ES): Auta H. et al.	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2017	
PALABRAS CLAVE: Microplásticos, Contaminación, Ingestión, Ambiente marino, Sedimentos, Absorción biológica	BASE DE DATOS: Science Direct	
DOI:	https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.02.013	
ESLABÓN DE CADENA TRÓFICA AFECTADO:	Gusanos, mejillones, percebes; pepinos de mar, anfípodos y zooplancton y aves, peces, tortugas y mamíferos que se alimentan de peces	
IMPACTO EN LA CADENA TRÓFICA:	obstrucción del tracto digestivo, o el efecto podría ser químico, como inflamación, estrés hepático, disminución del crecimiento	
FUENTE DE MICROPLÁSTICO:	Productos cosméticos/higiene personal (limpiadores faciales, pasta de dientes, gránulos de resina y cosméticos como geles de ducha / baño, exfoliantes, sombra de ojos, desodorante, rubores en polvo, maquillaje base, rímel, crema de afeitar, productos para bebés, lociones de baño de burbujas, colorantes, esmaltes de uñas, repelentes de insectos y bloqueador solar	
TIPO DE POLÍMERO ENCONTRADO:	Poliétileno, polipropileno y esferas de poliestireno	
MATERIAL ADHERIDO AL MICROPLÁSTICO:	contaminantes orgánicos persistentes (COP), metales (Ashton et al., 2010; Cole et al., 2011) y químicos disruptores endocrinos contaminantes orgánicos persistentes (COP), metales (Ashton et al., 2010; Cole et al., 2011) y químicos disruptores endocrinos	



TÍTULO: Plásticos y microplásticos en los océanos: de contaminantes emergentes a amenazas emergentes

AUTOR (ES): Avio C. et al.

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2017

PALABRAS CLAVE: plástico, Microplásticos
Distribución, Acumulación, organismos marinos, Efectos ecotoxicológicos

BASE DE DATOS: Science Direct

DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2016.05.012>

ESLABÓN DE CADENA TRÓFICA AFECTADO:

mamíferos marinos, las aves marinas, las tortugas y los peces Fitoplancton y zooplancton cangrejos costeros (*Carcinus maenas*) percebe de cuello de cisne (*Lepas spp.*) calamares de Humboldt (*Dosidicus gigas*) camarones marrones (*Crangon crangon*)

IMPACTO EN LA CADENA TRÓFICA:

comprometiendo su capacidad para capturar y digerir los alimentos, sensación de hambre, escapar de los depredadores, disminución de condición corporal y deterioro de la locomoción, disruptor endocrino

FUENTE DE MICROPLÁSTICO:

-

TIPO DE POLÍMERO ENCONTRADO:

cloruro de polivinilo, polietileno, polipropileno, poliestireno

MATERIAL ADHERIDO AL MICROPLÁSTICO:

bacterias, diatomeas, cianobacterias y ciliados depredadores. ftalatos, bisfenol A (BPA), alquifenoles, éteres de difenilo polibromados
DDT, hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), hexaclorociclohexanos y bencenos clorados
contaminantes orgánicos persistentes (COP) (como los bifenilos policlorados (PCB), plaguicidas organohalogenados, nonilfenol, PAH)



TÍTULO: Microplásticos en peces silvestres del Océano Atlántico nororiental y su potencial para causar efectos neurotóxicos, daño oxidativo de lípidos y riesgos para la salud humana asociados con la exposición a la ingestión

AUTOR (ES): Barboza L.G.A et al.

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2019

PALABRAS CLAVE: Microplastics, Marine fish health, Neurotoxicity, Human food safety and health

BASE DE DATOS: Science Direct

DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134625>

ESLABÓN DE CADENA TRÓFICA AFECTADO:

Peces (*Dicentrarchus labrax*, *Trachurus trachurus* y *Scomber colias*)

IMPACTO EN LA CADENA TRÓFICA:

Daño en el sistema respiratorio, alteración de funciones musculares, neurotoxicidad

FUENTE DE MICROPLÁSTICO:

Industria pesquera, industria textil y portuaria

TIPO DE POLÍMERO ENCONTRADO:

Polietileno, poliéster, célula semisintética

MATERIAL ADHERIDO AL MICROPLÁSTICO:

Aditivos plásticos tóxicos y químicos orgánicos



TÍTULO: Encuentros cercanos: disponibilidad de microplásticos para anfípodos pelágicos en aguas superficiales subantárticas y antárticas

AUTOR (ES): Jones-Williams, K. et al.

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2019

PALABRAS CLAVE:

Microplásticos, Tasa de encuentro, Fibras sintéticas, Anfípodos, Océano del Sur

BASE DE DATOS: Science Direct

DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105792>

ESLABÓN DE CADENA TRÓFICA AFECTADO:

Zooplankton (*Themisto spp.*, *Salpa spp.*)

IMPACTO EN LA CADENA TRÓFICA:

Bioacumulación

FUENTE DE MICROPLÁSTICO:

Industria portuaria, industria textil

TIPO DE POLÍMERO ENCONTRADO:

Polipropileno, tereftalato de polietileno

MATERIAL ADHERIDO AL MICROPLÁSTICO:

Aditivos químicos despendidos de embarcaciones



TÍTULO: Acumulación de microplásticos en invertebrados bentónicos en la bahía Terra Nova (RossMar, Antártida)

AUTOR (ES): Sfriso, A.A. et al.

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2020

PALABRAS CLAVE: Microplásticos, Antártida, red alimentaria, FITR

BASE DE DATOS: Science Direct

DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105587>

ESLABÓN DE CADENA TRÓFICA AFECTADO:

Invertebrados bentónicos (*Edwardsia meridionalis*, *Cyamiocardium denticulatum*, *Yoldiella antártica*, *Aequiyoldia eightsi*, *Thyasira debilis*, *Harpiniopsis similis*, *Orchomenella franklini*, *Eatoniella* sp, *Oweniidae* sp. *Aglaophamus macroura* , *Leitoscoloplos mawsoni* , *Perkinsiana milae*

IMPACTO EN LA CADENA TRÓFICA:

Bioacumulación, ecotoxicología

FUENTE DE MICROPLÁSTICO:

Industria cosmética, industria textil

TIPO DE POLÍMERO ENCONTRADO:

Polímeros de nylon, polietileno, politetrafluoroetileno, polioximetileno, polipropileno, resina de poliestireno y polímero XT

MATERIAL ADHERIDO AL MICROPLÁSTICO:

Aditivos plásticos tóxicos



TÍTULO: La sopa plástica mediterránea: polímeros sintéticos en aguas superficiales mediterráneas	
AUTOR (ES): Suaria, G. et al.	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2016
PALABRAS CLAVE:	BASE DE DATOS: Scopus
DOI:	https://doi.org/10.1038/srep37551
ESLABÓN DE CADENA TRÓFICA AFECTADO:	Depredadores pelágicos mediterráneos
IMPACTO EN LA CADENA TRÓFICA:	-
FUENTE DE MICROPLÁSTICO:	Industria naviera
TIPO DE POLÍMERO ENCONTRADO:	Polietileno, polipropileno, pinturas sintéticas y cera de parafina, poliamidas, cloruro de polivinilo, polietireno y alcohol polivinílico
CONTAMINANTE ADHERIDO AL MICROPLÁSTICO:	Aditivos químicos (pintura y cera de parafina)



TÍTULO: Vinculación de los efectos de los microplásticos con los impactos ecológicos en los entornos marinos

AUTOR (ES): Khalid, N. et al.

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2020

PALABRAS CLAVE:
Contaminación marina;
Microplásticos; Plásticos;
Ecología oceánica; Sustancias
químicas absorbidas

BASE DE DATOS: Science Direct

DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128541>

**ESLABÓN DE CADENA
TRÓFICA AFECTADO:**

Algas y fitoplancton marino, anfípodos y gusanos marinos
Crustáceos de estuario, peces, mariscos intermareales, mejillones, percebes, gusanos de mar, pepinos de mar, anfípodos y aves marinas

**IMPACTO EN LA CADENA
TRÓFICA:**

Propagación de especies invasoras, reducción de las tasas de supervivencia y la disminución de las reservas de energía, ecotoxicidad, abrasiones físicas y/o perforaciones en su sistema digestivo, disminuyendo la absorción de nutrientes y reduciendo la actividad alimentaria debido a la sensación de falsa saciedad

FUENTE DE MICROPLÁSTICO:

Efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales

**TIPO DE POLÍMERO
ENCONTRADO:**

Polietileno, poliestireno, polipropileno, microfibras

**CONTAMINANTE ADHERIDO
AL MICROPLÁSTICO:**

Metales pesados (Pb, Cu, Cd, As)
Contaminantes orgánicos (Diclorodifenilos Tricloro etanos, Bifenilos policlorados), hidrocarburos aromáticos policíclicos, antibióticos, metales traza y pesticidas organoclorados.
Bacterias patogénicas (*Vibrio*, *Leptolyngbya*, and *Pseudomonas* spp.), metales pesados, especies exóticas



TÍTULO: Aparición de microplásticos transportados en <i>Ulva prolifera</i> desde el Mar Amarillo, China	
AUTOR (ES): Gao, F. et al.	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2020
PALABRAS CLAVE: Microplásticos, <i>Ulva prolifera</i> , Limpieza de microplásticos Mar Amarillo	BASE DE DATOS: Science Direct
DOI:	https://doi.org/10.1016/j.cscee.2020.100054
ESLABÓN DE CADENA TRÓFICA AFECTADO:	Algas (<i>Ulva prolifera</i>)
IMPACTO EN LA CADENA TRÓFICA:	Microplásticos adheridos
FUENTE DE MICROPLÁSTICO:	-
TIPO DE POLÍMERO ENCONTRADO:	Poliestireno (PS), Tereftalato de polietileno (PET), Polietileno (PE), Polipropileno (PP), Cloruro de polivinilo (PVC), nylon
CONTAMINANTE ADHERIDO AL MICROPLÁSTICO:	-

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO	20
TÍTULO: Microplásticos en zonas de especial protección para las aves migratorias en el Golfo de Vizcaya		
AUTOR (ES): Masiá, P. et al.	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2019	
PALABRAS CLAVE: Golfo de Vizcaya, Estuarios Aves marinas, Espacios marinos protegidos, Microplásticos, Playas abiertas	BASE DE DATOS: Science Direct	
DOI:	https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.07.065	
ESLABÓN DE CADENA TRÓFICA AFECTADO:	Aves marinas Cormorán moñudo europeo (<i>Phalacrocorax aristotelis</i>), gaviota patiamarilla (<i>Larus michahellis</i>), gaviota cabecinegra (<i>Chroicocephalus ridibundus</i>).	
IMPACTO EN LA CADENA TRÓFICA:	Ingesta de MP mediante cadena alimenticia	
FUENTE DE MICROPLÁSTICO:	Industria portuaria, Industria de envasado	
TIPO DE POLÍMERO ENCONTRADO:	Cloruro de polivinilo (PVC)	
CONTAMINANTE ADHERIDO AL MICROPLÁSTICO:	-	



TÍTULO: Ingestión e impacto de microplásticos en copépodos árticos de *Calanus*

AUTOR (ES): Rodríguez-Torres, R. et al.

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2019

PALABRAS CLAVE: Microplásticos, Copépodos árticos, Ingestión de microplásticos, Producción de pellets fecales, Producción de huevos

BASE DE DATOS: Science Direct

DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2020.105631>

ESLABÓN DE CADENA TRÓFICA AFECTADO:

Zooplankton ártico. Copépodos árticos (*Calanus finmarchicus*, *C. glacialis* y *C. hyperboreu*)

IMPACTO EN LA CADENA TRÓFICA:

Abrasión intestinal, la obstrucción, la disminución tasas de asimilación y reducción de la función braquial

FUENTE DE MICROPLÁSTICO:

-

TIPO DE POLÍMERO ENCONTRADO:

Polietileno

CONTAMINANTE ADHERIDO AL MICROPLÁSTICO:

Lixiviados tóxicos



TÍTULO: Contaminantes en plásticos dentro del giro subtropical del Pacífico norte

AUTOR (ES): Chen, Q. et al.

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2017

PALABRAS CLAVE:
Partículas de polímeros, Materiales geológicos, Plásticos, Fenilos, Éteres

BASE DE DATOS: EBSCO

DOI:

<https://doi.org/10.1021/acs.est.7b04682>

ESLABÓN DE CADENA TRÓFICA AFECTADO:

Biota pelágica: pez cola amarilla y albatros de Laysan
Copépodos, insectos marinos Halobates spp., Peces voladores, peces linterna, medusas, salpas, *Velella spp.*, *Janthina spp.* y huevos

IMPACTO EN LA CADENA TRÓFICA:

Transferencia química, portador significativo de PBT

FUENTE DE MICROPLÁSTICO:

Industria pesquera

TIPO DE POLÍMERO ENCONTRADO:

Polietileno, polipropileno

CONTAMINANTE ADHERIDO AL MICROPLÁSTICO:

PBDE, HBCD, PCB y PAH



TÍTULO: Microplásticos a lo largo de las playas de la costa sureste de la India

AUTOR (ES): Karthik, RS et al.

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2018

PALABRAS CLAVE: Contaminantes costeros, Microplásticos, Tipo de fuente, Playas, Peces

BASE DE DATOS: Science Direct

DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.242>

ESLABÓN DE CADENA TRÓFICA AFECTADO:

Peces (*Rastrelliger kanagurta*, *Siganus javus*, *Arius arius*, *Leiognathus equulus*, and *Mugil cephalus*)

IMPACTO EN LA CADENA TRÓFICA:

Obstrucción del tracto digestivo

FUENTE DE MICROPLÁSTICO:

Actividades urbanas, turismo, actividades pesqueras

TIPO DE POLÍMERO ENCONTRADO:

Polietileno, Polipropileno, Poliestireno, nylon

CONTAMINANTE ADHERIDO AL MICROPLÁSTICO:

-



TÍTULO: PCB y PBDE en partículas microplásticas y zooplancton en aguas abiertas en el Océano Pacífico y alrededor de la costa de Japón

AUTOR (ES): Bee Geok Yeo, et al.

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2020

PALABRAS CLAVE: Microplastics, Zooplankton, PCBs, PBDEs, Coastal zone, Open ocean

BASE DE DATOS: Science Direct

DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110806>

ESLABÓN DE CADENA TRÓFICA AFECTADO:

Zooplancton (*Evadne*, *Pontellidae*, *Oncaeidae*, *Eucalanidae*, *Corycaeidae*, *Temora sp.*, *Noctiluca scintillans*, *Doliidae*, *Penilia sp.*, *Luciferidae*, *Zoea*, *Decapoda*, *Labidocera sp.*, and *Calanoida*.)

IMPACTO EN LA CADENA TRÓFICA:

Ecotoxicidad, bioacumulación

FUENTE DE MICROPLÁSTICO:


Industria química

TIPO DE POLÍMERO ENCONTRADO:

Polietileno, polipropileno,

CONTAMINANTE ADHERIDO AL MICROPLÁSTICO:

PCBs, PBDEs

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO	25
TÍTULO: icropilásticos y microorganismos adheridos en sedimentos del sistema estuarino de la bahía de Vitória en el sureste de Brasil		
AUTOR (ES): Baptista Neto, JA et al.	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2019	
PALABRAS CLAVE: Microplástico marino, Plastisfera, Sistema estuarino de la bahía de Vitória, Sedimento de fondo, Microscópio electrónico escaneando	BASE DE DATOS: ScienceDirect	
DOI:	https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.12.030	
ESLABÓN DE CADENA TRÓFICA AFECTADO:	Zooplankton y otros invertebrados bentónicos	
IMPACTO EN LA CADENA TRÓFICA:	Vector microbilógico y químico	
FUENTE DE MICROPLÁSTICO:	Industria pesquera (redes)	
TIPO DE POLÍMERO ENCONTRADO:	Nylon (Fibras sintéticas)	
MATERIAL ADHERIDO AL MICROPLÁSTICO:	Restos de diatomeas, filamentos de hongos filamentos y esporas de hongos y, principalmente, bacterias	



TÍTULO: Abundancia y distribución de microplásticos en playas arenosas de Lima, Perú

AUTOR (ES): De la Torre G.,

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2020

PALABRAS CLAVE:

BASE DE DATOS: Science Direct

DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110877>

ESLABÓN DE CADENA TRÓFICA AFECTADO:

-

IMPACTO EN LA CADENA TRÓFICA:

-

FUENTE DE MICROPLÁSTICO:

Actividades recreativas, actividades pesquera

TIPO DE POLÍMERO ENCONTRADO:

Poliestireno, Polipropileno, Polietileno de alta densidad

CONTAMINANTE ADHERIDO AL MICROPLÁSTICO:

-



TÍTULO: Microplásticos en diferentes tejidos de peces y langostinos del Estuario de Musa, Golfo Pérsico

AUTOR (ES): Abbasi,S et al.

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2018

PALABRAS CLAVE: Acumulación;
Pescado; Microplásticos; Microscopía;
Golfo pérsico; Langostinos

BASE DE DATOS: Science Direct

DOI:

10.1016 / j.chemosphere.2018.04.076

**ESLABÓN DE CADENA TRÓFICA
AFECTADO:**

Rabilargo (*Platycephalus indicus*),
(*Saurida tumbil*), la pescadilla del norte
(*Sillago sihama*), el lenguado
(*Cynoglossus abbreviatus*), y el langostino
tigre, *Penaeus semisulcatus*)

**IMPACTO EN LA CADENA
TRÓFICA:**

Ecotoxicidad

FUENTE DE MICROPLÁSTICO:

Plantas industriales, industrias
petroquímica y naviera y aguas residuales

**TIPO DE POLÍMERO
ENCONTRADO:**

Fibras sintéticas (nylon)

**CONTAMINANTE ADHERIDO AL
MICROPLÁSTICO:**

Metales pesados (Cu), C, O



TÍTULO: Autoestopistas oceánicos: evaluación de los riesgos patógenos de los microplásticos marinos

AUTOR (ES): Bowley, J et al.

AÑO DE PUBLICACIÓN: 2020

PALABRAS CLAVE: Vibrios, salud humana, acuicultura, bivalvos, Seguridad alimenticia

BASE DE DATOS: Science Direct

DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.tim.2020.06.011>

ESLABÓN DE CADENA TRÓFICA AFECTADO:

Bivalvos (mejillones, ostras, almejas)

IMPACTO EN LA CADENA TRÓFICA:

Transferencia de bacterias patógenas (Vibrio spp., E.coli)

FUENTE DE MICROPLÁSTICO:

Vertiente de ríos con aguas residuales

TIPO DE POLÍMERO ENCONTRADO:

Microfibra

CONTAMINANTE ADHERIDO AL MICROPLÁSTICO:

Bacterias patógenas (Vibrio spp., E.Coli)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor / Autores

Yo (Nosotros), CARMONA VASQUEZ EDUARDO ANTONIO Y HUANACHEA BORDON ABIGAIL ALEXANDRA estudiante(s) de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, declaro (declaramos) bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado: "REVISIÓN SISTEMÁTICA: PROBLEMÁTICA DE LA GENERACIÓN DE MICROPLÁSTICOS Y SUS PRINCIPALES IMPACTOS EN EL MEDIO MARINO", es de mi (nuestra) autoría, por lo tanto, declaro (declaramos) que el Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He (Hemos) mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Apellidos y Nombres del Autor	Firma
CARMONA VASQUEZ EDUARDO ANTONIO DNI: 71001744 ORCID: 0000-0002-0853-0773	
HUANACHEA BORDON ABIGAIL ALEXANDRA DNI: 70285751 ORCID: 0000-0001-8928-5222	