



**UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES**

**Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**

**Maestría en Conservación de la Biodiversidad**

**Investigación y gestión de residuos plásticos marinos en  
el ecosistema de El Rincón: estado de situación y  
perspectiva**

Tesis presentada para optar al título de Magister de la Universidad de Buenos Aires en  
Conservación de la Biodiversidad

**Alexia Barrera Hernández**

**Directora de tesis:** Rosana Di Mauro

**Lugar de trabajo:** Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,  
Buenos Aires, 2024

**Fecha de defensa:** 19/02/2026

# **Investigación y gestión de residuos plásticos marinos en el ecosistema de El Rincón: estado de situación y perspectiva**

## **RESUMEN**

El presente trabajo de tesis analiza la problemática de la contaminación por plásticos en el Sistema Costero Marino “El Rincón”, una región costera del sur bonaerense caracterizada por su alta productividad biológica y relevancia ecológica, social y económica. El estudio se planteó como objetivo general evaluar la situación actual de la contaminación por microplásticos en el área de estudio integrando datos de campañas oceanográficas con una revisión crítica de investigaciones científicas recientes y del marco normativo ambiental vigente.

Los resultados evidencian una alta diversidad de polímeros en El Rincón, con una clara predominancia de microfibras como forma principal de microplástico. Se registró un patrón decreciente en su concentración a medida que aumenta la distancia desde la costa, lo que sugiere que el Estuario de Bahía Blanca actúa como una fuente activa de contaminación plástica hacia mar abierto. El análisis químico permitió identificar diversos polímeros, muchos de ellos asociados a actividades industriales del estuario, entre los cuales destacan el PE, PES y PBM como los más frecuentes.

En cuanto al análisis normativo, se identificaron 19 instrumentos legales aplicables al área de estudio, sin embargo, solo el 21% aborda específicamente la problemática de los plásticos, revelando una brecha normativa significativa. A partir del diagnóstico integrado, se proponen estrategias de mitigación y recomendaciones de gestión, orientadas a reducir el ingreso de microplásticos al ecosistema marino, designar al Sistema Costero Marino “El Rincón” como Área Marina Protegida, fortalecer la legislación vigente, e impulsar políticas públicas basadas en evidencia científica.

Palabras clave: microplásticos, contaminación marina, polímeros plásticos, El Rincón, Estuario de Bahía Blanca, legislación ambiental.

# **Research and management of marine plastic waste in El Rincón ecosystem: current situation and perspective**

## **ABSTRACT**

This thesis examines the issue of plastic pollution in the El Rincón Marine Coastal System, a coastal region in southern Buenos Aires Province characterized by high biological productivity and significant ecological, social, and economic importance. The main objective was to assess the current status of microplastic pollution in the study area by integrating data from oceanographic surveys with a critical review of recent scientific research and the existing environmental regulatory framework.

The results reveal a high diversity of polymers in El Rincón, with microfibers being the predominant form of microplastic. A decreasing pattern in their concentration was observed with increasing distance from the coast, suggesting that the Bahía Blanca Estuary functions as an active source of plastic pollution toward the open sea. Chemical analysis identified several polymers, many of them associated with industrial activities in the estuary, with PE, PES, and PBM being the most frequent.

Regarding the regulatory analysis, 19 legal instruments applicable to the study area were identified, however, only 21% specifically address plastic pollution, highlighting a significant regulatory gap. Based on the integrated diagnosis, mitigation strategies and management recommendations are proposed, including reducing the input of microplastics into the marine ecosystem, designating the El Rincón Marine Coastal System as a Marine Protected Area, strengthening existing legislation, and promoting evidence-based public policies.

Keywords: microplastics, marine pollution, plastic polymers, El Rincón, Bahía Blanca Estuary, environmental legislation

## **Agradecimientos**

A mi papá, por ser mi eterna inspiración en la búsqueda del saber y del conocimiento, y por confiar siempre en mi capacidad intelectual más de lo que yo confío en mí misma.

A mi mamá, por su amor incondicional, su apoyo inagotable y su increíble resiliencia. Ella es un ejemplo de fortaleza, enseñándome que no importa cuán grandes sean los obstáculos, siempre hay una forma de superarlos.

A mi hermano, por ser mi ángel guardián y cuidarme desde mi primer aliento.

A Bebi, por ser mi compañero de vida. No solo por estar presente en mis logros, sino también por soportar mis lágrimas y ansiedades.

A Roxi, por su acompañamiento como directora en esta investigación. Gracias por tu paciencia, por tu buena disposición, y por brindarme siempre una palabra de aliento.

A mis amigos y amigas de la vida, por aguantarme, quererme y acompañarme con risas y locuras.

Al Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), por la provisión de los datos sobre microplásticos. Sin su colaboración y disposición, este trabajo no hubiera sido posible.

A mis profesores y profesoras, por adaptar el plan de estudios y sus métodos de enseñanza al formato virtual, motivando e inspirando a 30 estudiantes a seguir con su pasión por la conservación en épocas de pandemia.

Al consejo directivo de la Maestría en Conservación de la Biodiversidad, por aceptarme como alumna de este programa y permitirme formar parte de una comunidad académica increíble.

A la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, por ser una fuente constante de aprendizaje.

## **Dedicatoria**

Para mi mamá, que me apoya desde la Tierra, y para mi papá, que me guía desde su estrellita.

# **ÍNDICE**

|                                                                                                                                      |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b>                                                                                                               | <b>6</b>  |
| <b>1.1. La contaminación por plásticos en el ambiente marino</b>                                                                     | <b>6</b>  |
| 1.1.1. Clasificación de los polímeros que componen los residuos plásticos                                                            | 7         |
| 1.1.2. Gestión de los residuos plásticos                                                                                             | 7         |
| 1.1.3. Impactos ocasionados por los residuos plásticos en el ambiente marino                                                         | 7         |
| 1.1.4. Microplásticos                                                                                                                | 8         |
| <b>1.2. Área de estudio</b>                                                                                                          | <b>9</b>  |
| 1.2.1. El Rincón                                                                                                                     | 9         |
| 1.2.2. Servicios ecosistémicos de El Rincón                                                                                          | 10        |
| 1.2.3. El Estuario de Bahía Blanca como fuente de contaminación en El Rincón                                                         | 13        |
| <b>2. OBJETIVOS</b>                                                                                                                  | <b>14</b> |
| <b>2.1. Objetivos Específicos</b>                                                                                                    | <b>15</b> |
| <b>3. HIPÓTESIS</b>                                                                                                                  | <b>15</b> |
| <b>3.1. Hipótesis general</b>                                                                                                        | <b>15</b> |
| <b>3.2. Hipótesis secundarias</b>                                                                                                    | <b>15</b> |
| <b>4. METODOLOGÍA</b>                                                                                                                | <b>15</b> |
| <b>4.1. Revisión sobre las investigaciones relacionadas con MPs en el área de estudio y las potenciales fuentes de contaminación</b> | <b>15</b> |
| <b>4.2. Análisis de la abundancia y composición polimérica de los MPs en El Rincón</b>                                               | <b>16</b> |
| 4.2.1. Recolección de muestras de zooplancton y agua en campañas de investigación pesquera.                                          | 16        |
| 4.2.2. Procesamiento y análisis de MPs en muestras de zooplancton                                                                    | 18        |
| 4.2.3. Procesamiento y análisis de microfibras en muestras de agua recolectadas con botellas oceanográficas Niskin.                  | 19        |
| <b>4.3. Examinar el marco legal y normativo vigente en el área de estudio</b>                                                        | <b>19</b> |
| <b>4.4. Proponer recomendaciones para gestionar y mitigar la contaminación por plásticos en el área de estudio</b>                   | <b>20</b> |
| <b>5. RESULTADOS</b>                                                                                                                 | <b>20</b> |
| <b>5.1. Revisión de las investigaciones sobre MPs en el área de estudio</b>                                                          | <b>20</b> |
| 5.1.1. Industrias en el EBB y su asociación con polímeros plásticos                                                                  | 23        |
| <b>5.2. Abundancias y composición polimérica de MPs en El Rincón</b>                                                                 | <b>23</b> |
| <b>5.3. Comparación de polímeros presentes en las campañas (VA-1318 y EH-0119) e investigaciones en el área de estudio</b>           | <b>27</b> |
| <b>5.4. Leyes ambientales que rigen en el área de estudio</b>                                                                        | <b>28</b> |
| <b>6. DISCUSIÓN</b>                                                                                                                  | <b>30</b> |
| <b>6.1. Contaminación por plásticos en El Rincón</b>                                                                                 | <b>30</b> |
| <b>6.2. Crítica a las leyes ambientales que rigen en el área de estudio</b>                                                          | <b>35</b> |
| <b>6.3. Recomendaciones y estrategias para abordar la contaminación por MPs</b>                                                      | <b>36</b> |
| 6.3.1. Áreas Marinas Protegidas (AMPs)                                                                                               | 36        |
| 6.3.2. Recomendaciones finales                                                                                                       | 37        |
| <b>7. CONCLUSIÓN</b>                                                                                                                 | <b>39</b> |
| <b>8. BIBLIOGRAFÍA</b>                                                                                                               | <b>40</b> |
| <b>9. ANEXO</b>                                                                                                                      | <b>57</b> |

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. La contaminación por plásticos en el ambiente marino

Los residuos plásticos son estresores ambientales emergentes del Antropoceno (Zalasiewicz et al., 2017). En las últimas dos décadas, la industria del plástico ha producido una cantidad equivalente a la generada desde 1950 hasta el año 2000, manteniendo desde entonces un crecimiento anual sostenido del 4%. En particular, el sector del embalaje es responsable del 36% de la demanda global de plástico, gran parte del cual está diseñado para ser desechado luego de un único uso (Geyer et al., 2017) (Figura 1).

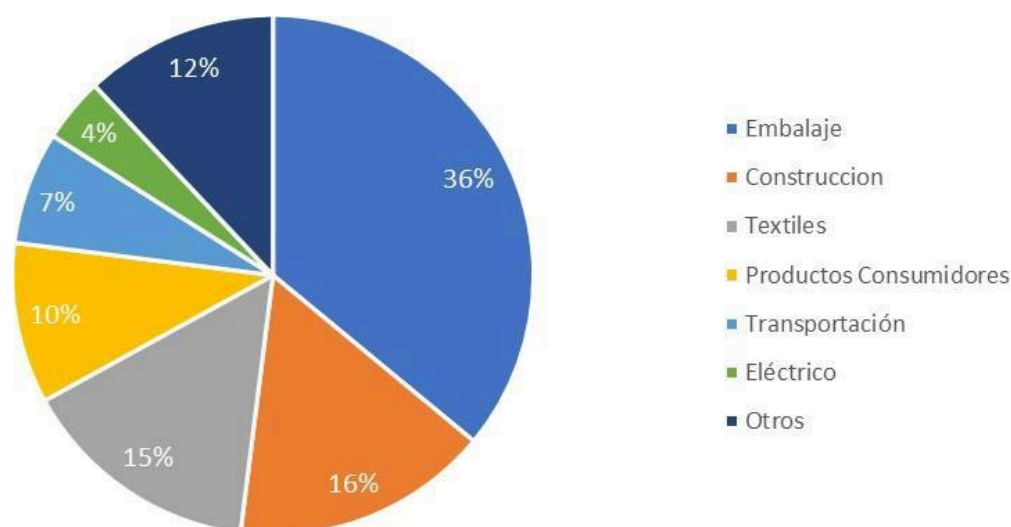


Figura 1. Demanda relativa global de plástico por sector del mercado.

A nivel global, los gobiernos muestran una creciente preocupación por los efectos ambientales, económicos y sociales de la contaminación plástica, lo que ha impulsado la creación de múltiples iniciativas y compromisos internacionales. No obstante, la mayoría de estas acciones carece de carácter vinculante y, por lo tanto, resulta insuficiente para alcanzar metas concretas (Borrelle et al., 2017; Haward, 2018; Karasik et al., 2020). La problemática del plástico genera un ciclo de retroalimentación en el que, a medida que los desechos plásticos marinos se acumulan, se agravan los problemas ambientales, económicos y de gestión de residuos a largo plazo, lo que incluye costos económicos significativos asociados con la prevención y limpieza (Junga et al., 2018).

En Argentina, se estima un consumo anual de 1,7 millones de toneladas de plástico, con una marcada predominancia de envases descartables (Ecoplas, s.f). En 2017, la capacidad de producción de materiales plásticos en el país alcanzó 1.477.500 toneladas, provenientes principalmente de los polos petroquímicos ubicados en Buenos Aires (Zárate, Ensenada, Bahía Blanca), Santa Fe (San Lorenzo-Puerto San Martín) y Mendoza (Luján de Cuyo) (OCDE, 2022).

### 1.1.1. Clasificación de los polímeros que componen los residuos plásticos

La clasificación de los polímeros se basa principalmente en las propiedades químicas y físicas, como la estructura molecular, el comportamiento frente al calor, la humedad y otros factores ambientales, así como en sus propiedades mecánicas, eléctricas, su reactividad química y su uso final en aplicaciones específicas (Fried, 2014). Además, durante el proceso de fabricación, se incorporan aditivos plásticos en los polímeros para mejorar sus propiedades o incrementar su resistencia al calor (por ejemplo, mediante el uso de éteres de difenilo polibromados), al daño oxidativo (como con el nonilfenol) y a la degradación microbiana (Browne et al., 2007). Estos aditivos también generan preocupación ambiental, ya que no sólo prolongan los tiempos de degradación del plástico, sino que también pueden liberarse al ambiente (Avio et al., 2016).

Existen cientos de tipos diferentes de polímeros y mezclas en la producción comercial, pero la mayoría de los polímeros plásticos se clasifican según siete códigos numéricos. Estos son: 1 PET, 2 HDPE, 3 PVC, 4 LDPE, 5 PP, 6 PS y 7 OTROS (ASTM, 2013).

### 1.1.2 Gestión de los residuos plásticos

El manejo inadecuado de los desechos plásticos es un problema global crítico. Actualmente, existen tres posibles destinos para los desechos plásticos: en primer lugar, pueden reciclarse o reprocesarse para convertirse en material secundario; sin embargo, solo el 9% de los residuos plásticos son reciclados, y no siempre se garantiza que se conviertan en nuevos productos (Evode et al., 2021). Segundo, los plásticos pueden ser destruidos térmicamente. Aunque existen tecnologías como el pirólisis, que extrae combustibles de los residuos plásticos, la gran mayoría de la destrucción térmica se realiza mediante incineración, sin recuperación de energía. Por último, los plásticos pueden ser desechados y confinados en sistemas de gestión, como los rellenos sanitarios, o abandonados en vertederos abiertos o en el entorno natural. Se estima que el 12% de los residuos plásticos se incineran, mientras que el 60% termina en rellenos sanitarios o vertederos a cielo abierto. De mantenerse las tendencias actuales de producción y gestión, se proyecta para el año 2050 aproximadamente 12.000 megatoneladas de residuos plásticos habrán sido acumuladas en vertederos, donde algunos se encuentran muy cercanos a costas (Geyer et al., 2017).

### 1.1.3. Impactos ocasionados por los residuos plásticos en el ambiente marino

Como resultado directo del uso masivo de plásticos y la deficiente gestión de residuos, estos desechos se están acumulando en el ambiente marino. Las principales fuentes de contaminación provienen de áreas urbanizadas, donde la escorrentía transporta los residuos hacia los cursos de agua, permitiendo que los desechos plásticos lleguen a los mares y océanos (Elias, 2015). Se estima que entre 4,8 y 23 millones de toneladas de residuos plásticos ingresan a los océanos cada año (Jambeck et al., 2015; Borrelle et al., 2020). Estos desechos son dispersados por las corrientes oceánicas, alejándose de sus fuentes originales y expandiendo la contaminación a nivel global (Zaman et al., 2019). Actualmente, se calcula que existen 30 millones de toneladas de residuos plásticos en los mares y océanos, y otros 109 millones de toneladas en los ríos (OCDE, 2022). Estos plásticos pueden permanecer en el ambiente marino durante cientos o miles de años,

fragmentándose repetidamente y dando lugar a partículas microscópicas llamadas microplásticos (Galloway et al. 2017).

Los plásticos, como contaminantes marinos, pueden generar impactos significativos en los ecosistemas. Un ejemplo es el encallamiento de especies con residuos plásticos provenientes de la pesca, lo que suele causar lesiones graves o crónicas e incluso la muerte de la fauna afectada (Elias, 2015). Además, la ingesta accidental de plásticos es perjudicial para la salud de los animales, con efectos que pueden ser letales o subletales, como la alteración de las tasas metabólicas y la posible translocación de microplásticos a los músculos y tejidos hepáticos (Ryan, 2016). Consecuentemente, se han identificado residuos plásticos en peces y mariscos comercializados, lo que representa un riesgo potencial para la salud humana (Kühn et al., 2020). Asimismo, se ha demostrado que las toxinas liberadas por los plásticos ingeridos pueden afectar negativamente la reproducción y debilitar el sistema inmunológico de los animales (Elias, 2015). En resumen, los plásticos presentes y persistentes en el medio acuático provocan daños a una amplia gama de organismos, desde aves, tortugas y mamíferos marinos, hasta peces, moluscos, crustáceos e incluso organismos en la base de la cadena trófica marina, como el plancton.

#### 1.1.4. Microplásticos

Los residuos plásticos se clasifican operativamente en cuatro categorías de tamaño: megaplásticos (> 1 m), macropelásticos (1 m - 2.5 cm) mesoplásticos (2.5 cm - 5 mm), microplásticos (5 mm - 1  $\mu$ m) y nanopelásticos (1  $\mu$ m - 1 nm) (Bermúdez & Swarzenski, 2021). Los microplásticos (MPs) se pueden presentar en una amplia variedad de formas, que incluyen microfibras, gránulos, microperlas, espumas (foams), películas (films) y fragmentos (GESAMP, 2019). En términos generales, los MPs pueden clasificarse según su origen en primarios y secundarios. Los MPs primarios son aquellos fabricados de tamaño microscópico para incorporar en productos farmacéuticos y de cuidado personal (Cole et al., 2011; Browne, 2015). En cambio, los MPs secundarios se generan de la fragmentación progresiva de plásticos de mayor tamaño, como resultado de la prolongada exposición a la radiación ultravioleta y la abrasión física (Arthur et al., 2009). Se ha determinado que las vías de entrada de MPs primarios al medio marino son los desagües pluviales (66%), los sistemas de tratamiento de aguas residuales (25%) y el transporte atmosférico (7%), mientras que un pequeño porcentaje (2%) sería producido por las actividades marítimas (Boucher & Friot, 2017)

Los MPs también pueden funcionar como vectores de contaminantes. Sus propiedades físicas, químicas y biológicas facilitan la adsorción de metales pesados, contaminantes orgánicos persistentes, hidrocarburos aromáticos policíclicos, microorganismos y patógenos, cuya concentración se incrementa con el tiempo debido a la formación de biopelículas (Avio et al., 2016). Por ende, estas partículas pueden propagar su impacto a otras áreas. Debido a su pequeño tamaño, los MPs pueden ser ingeridos por una amplia variedad de especies acuáticas, lo que posibilita su bioacumulación y biomagnificación a lo largo de las cadenas tróficas (Kühn et al., 2020). Una vez ingeridos, estos MPs pueden causar daños físicos y bioquímicos en las especies, como estrés oxidativo, desequilibrio metabólico y energético, así como alteraciones en la biología reproductiva (Von Moos et al., 2012; Wright et al., 2013; Anbumani & Kakkar, 2018; Critchell & Hoogenboom, 2018).

La dinámica de los MPs en el medio marino aún no se comprende completamente y parece estar influenciada por una combinación de factores, entre ellos las corrientes oceánicas, las interacciones biológicas, los procesos de degradación y la composición química de los MPs (Erni-Cassola et al., 2019, Wichmann et al., 2019, Cai et al., 2023). En este contexto, resulta fundamental analizar regiones marinas específicas que puedan funcionar como zonas de acumulación, transporte o transformación de MPs. Una de estas regiones es el sector costero de El Rincón, cuyas características oceanográficas y ecológicas particulares lo convierten en un escenario adecuado para el estudio de la contaminación por MPs.

## **1.2. Área de estudio**

### **1.2.1 El Rincón**

El ecosistema costero de la Provincia de Buenos Aires conocido como "El Rincón", está situado entre los 38° 30' S y 41° 30' S, y abarca un área marina de 47.000 km<sup>2</sup>, con profundidades menores a 50 metros (Figura 2).

Esta región presenta una compleja oceanografía, resultado de la convergencia de diferentes masas de agua, incluyendo aguas diluidas originadas por la descarga continental de los ríos Colorado y Negro, y aguas de alta salinidad provenientes del Golfo San Matías (Lucas et al., 2005). Además, las aguas de El Rincón están principalmente influenciadas por corrientes patagónicas de plataforma que se desplazan desde el sur (Perillo et al., 2006) que generan un régimen estuarino homogéneo paralelo a la costa, mientras que al este de Bahía Blanca se forma un frente costero de alta salinidad (Acha et al., 2012). Por otro lado, una lengua de aguas salinas se desplaza desde el sur creando un frente con dirección norte-sur. La salinidad presenta un fuerte gradiente cerca de la desembocadura del Río Negro y del Golfo San Matías, extendiéndose hacia el norte a lo largo de la costa hasta Bahía Blanca (Acha et al., 2012).

La distribución de la temperatura también muestra un marcado gradiente horizontal, con aguas más cálidas en la zona costera y un enfriamiento hacia el este en áreas más profundas, influenciadas por aguas frías subantárticas y las intrusiones de la Corriente de Malvinas (Lucas et al., 2005). La columna de agua se mezcla mecánicamente debido a la acción del viento y las mareas, lo que rompe la estratificación térmica provocada por el calentamiento superficial del océano durante la primavera y el verano (Guerrero, 1994).

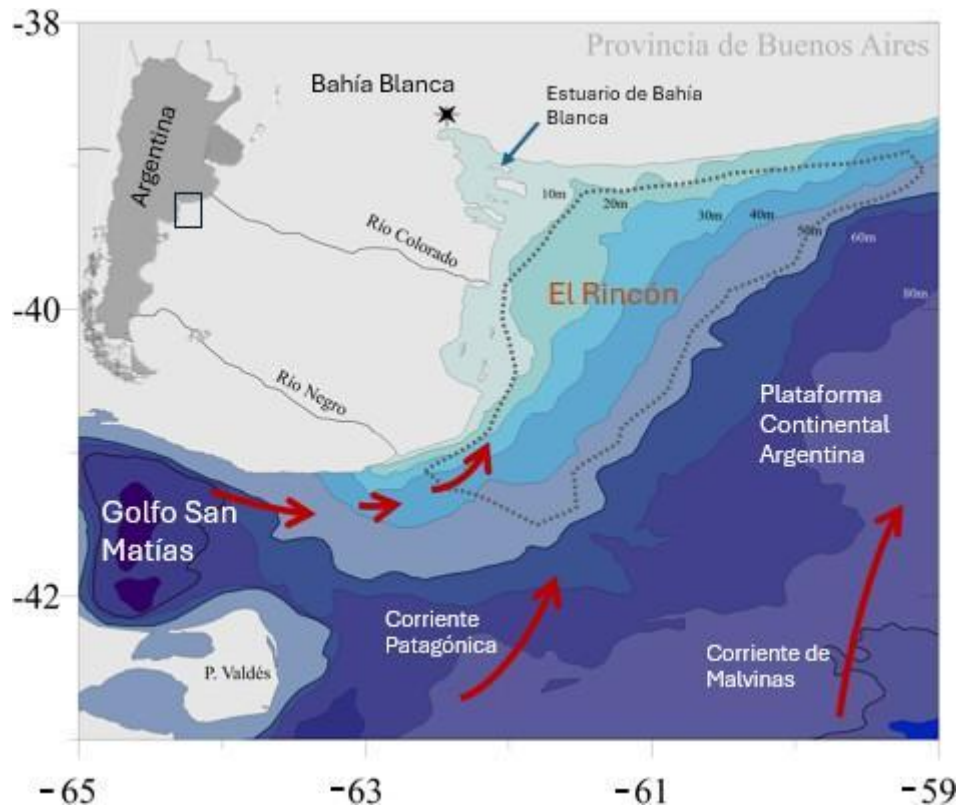


Figura 2: Representación gráfica del área de estudio: La línea de puntos delimita la zona conocida como El Rincón; y la influencia de las corrientes oceánicas en el área (flechas rojas): Golfo de San Matías, Corriente Patagónica, Corriente de Malvinas.

### 1.2.2 Servicios ecosistémicos de El Rincón

El Rincón forma parte del denominado Ecosistema Costero Sur que ofrece una gran heterogeneidad de hábitats (marismas, planicies de marea, playas de arena y rocas, entre otros). Este humedal costero brinda diversos servicios, como la regulación hídrica y climática, la provisión de alimentos, recreación, entre otros (Speake et al., 2020). Debido a su importancia, muchas zonas urbanas y actividades humanas se desarrollan en torno a este humedal costero (IADO, 2016).

El Rincón alberga 26 especies de aves marinas, 17 especies de mamíferos marinos, tres especies de tortugas marinas y más de 30 especies de peces (Falabella, 2014) (Tabla I). Algunas de ellas representan especies en peligro de extinción, amenazadas o vulnerables según la Lista Roja de la IUCN. Entre los mamíferos se destaca el lobo marino de un pelo (*Otaria flavescens*), y el delfín franciscana (*Pontoporia blainvillei*), ambos clasificados como especies vulnerables, siendo la última una especie endémica de la región (Carman & Gonzalez Carman, 2016; Athor & Celsi, 2016; Speake et al., 2018). Asimismo, la tortuga verde (*Chelonia mydas*), categorizada como especie “En Peligro”, y la tortuga cabezona (*Caretta caretta*) en estado “Vulnerable” (Carman & Gonzalez Carman, 2016). En cuanto a las aves, el petrel gigante del sur (*Macronectes giganteus*) está categorizado como “Casi Amenazado”, mientras que el gaviotín real (*Sterna maxima*) y la gaviota cangrejera (*Larus atlanticus*) se encuentran en estado “Vulnerable” (Petracci & Sotelo, 2013; Falabella, 2014). Por último, en el área de estudio podemos encontrar al cangrejo granuloso (*Neohelice*

*granulata*), una especie emblemática, categorizada como “Casi Amenazada” (Speake et al., 2018). Como resultado, en 2014 esta región fue identificada como un área de alto valor de conservación debido a su importancia ecológica y biológica dentro del Mar Argentino y se propuso su designación como Área Marina Protegida, con el objetivo de preservar ecosistemas marinos representativos y las especies que los habitan (Falabella, 2014). En 2017 se volvió a proponer a El Rincón como Parque Nacional Marino, donde se prohibiría totalmente la pesca, o como Reserva Nacional Marina donde se podría pescar bajo un modelo de aprovechamiento sustentable de los recursos (DNC/APN, 2017). Esta área protegida garantizará la conectividad ecológica entre ocho áreas marino-costeras, reservas naturales y refugios con un área continental de 1100 km<sup>2</sup> y un área marina de 4200 km<sup>2</sup> la cual está altamente influenciada por la actividad antropogénica del Estuario de Bahía Blanca y la descarga del Río Colorado (Ronda et al., 2019).

Tabla I: Diversidad de especies en el ecosistema costero de El Rincón.

| Nombre                 | Nombre científico             | Estado de conservación (Lista Roja IUCN) |
|------------------------|-------------------------------|------------------------------------------|
| Lobo Marino de un Pelo | <i>Otaria flavescens</i>      | Vulnerable                               |
| Delfín Franciscana     | <i>Pontoporia blainvillei</i> | Vulnerable                               |
| Tortuga Verde          | <i>Chelonia mydas</i>         | En Peligro                               |
| Tortuga Cabezona       | <i>Caretta caretta</i>        | Vulnerable                               |
| Petrel Gigante del Sur | <i>Macronectes giganteus</i>  | Casi Amenazado                           |
| Gaviotín Real          | <i>Sterna maxima</i>          | Vulnerable                               |
| Gaviota Cangrejera     | <i>Larus atlanticus</i>       | Vulnerable                               |
| Cangrejo Granuloso     | <i>Neohelice granulata</i>    | Casi Amenazada                           |

La funcionalidad del ecosistema de El Rincón depende tanto de su geomorfología como de la circulación oceanográfica semicerrada, además de sus características inherentes de aguas poco profundas y cálidas (Elisio et al., 2020). La columna de agua bien mezclada, las altas concentraciones de nutrientes y las intrusiones de agua fría de la Corriente de Malvinas promueven floraciones de fitoplancton cerca del Estuario de Bahía Blanca, la Bahía Anegada y al norte de las desembocaduras de los ríos Colorado y Negro, constituyendo la base de la cadena alimentaria de la región (Piola et al., 2013, Guinder et al., 2010; Garibotti et al., 2011). Además de la complejidad del sistema entre el Estuario de Bahía Blanca, el régimen oceanográfico y la desembocadura de los ríos Negro y Colorado proporciona refugio, abundante alimento y condiciones favorables para la cría y desarrollo de especies de peces, muchas de ellas de importancia comercial (Acha et al., 2012, Ferronato et al., 2021).

El Rincón es una zona altamente productiva que alberga una gran diversidad de organismos marinos costeros de alto valor económico, haciendo este espacio ideal tanto para la pesca artesanal como para la pesca a gran escala. Entre las especies que se encuentran en esta área destacan: *Epinephelus marginatus*, *Galeorhinus galeus*, *Cynoscion striatus*, *Cynoscion guatucupa*, *Percophys brasiliensis*, *Paralichthys patagonicus*, *Paralichthys orbignyanus*, *Parona signata*, *Merluccius merluccius*, *Acanthistius brasiliensis*, *Stromateus brasiliensis*, *Mustelus schmitti*, *Prionotus nudigula*, *Cheilodactylus bergi*, *Micropogonias furnieri*, *Pagellus bogaraveo*, *Pagrus pagrus*, *Pseudopercis semifasciata*, *Acanthistius patachonicus*,

*Artemesia longinaris*, *Pleoticus muelleri*, *Engraulis anchoita*, y nueve especies de rayas de la familia *Rajidae* (Macchi & Acha, 1994; Lasta, 1994; Bremec et al., 2017; Ferronato et al., 2021; Athor & Celsi, 2016) (Tabla II). Dada esta gran riqueza, gran cantidad de barcos y pequeñas embarcaciones navegan diariamente por las aguas de El Rincón, aprovechando los recursos pesqueros, de los que dependen muchas familias de pescadores artesanales de la zona (Truchet et al., 2021; Truchet et al., 2022).

Tabla II: Especies de peces presentes en el ecosistema costero de El Rincón de interés comercial.

| Nombre              | Nombre científico                | Estado de conservación (Lista Roja IUCN) |
|---------------------|----------------------------------|------------------------------------------|
| Mero                | <i>Epinephelus marginatus</i>    | En Peligro Crítico                       |
| Mero Patagónico     | <i>Acanthistius patachonicus</i> | Preocupación Menor                       |
| Cazón               | <i>Galeorhinus galeus</i>        | En Peligro Crítico                       |
| Pescadilla de Red   | <i>Cynoscion striatus</i> ,      | No Evaluado                              |
| Pescadilla Común    | <i>Cynoscion guatucupa</i>       | Preocupación Menor                       |
| Pez palo            | <i>Percophys brasiliensis</i>    | No Evaluado                              |
| Lenguado Patagónico | <i>Paralichthys patagonicus</i>  | Vulnerable                               |
| Lenguado            | <i>Paralichthys orbignyanus</i>  | Datos Insuficientes                      |
| Palometa de Mar     | <i>Parona signata</i>            | Preocupación Menor                       |
| Palometa Moteada    | <i>Stromateus brasiliensis</i>   | No Evaluado                              |
| Testolin Rojo       | <i>Prionotus nudigula</i>        | Preocupación Menor                       |
| Castañeta           | <i>Cheilodactylus bergi</i> ,    | No Evaluado                              |
| Corvina Rubia       | <i>Micropogonias furnieri</i>    | Preocupación Menor                       |
| Besugo              | <i>Pagellus bogaraveo</i>        | Casi Amenazado                           |
| Pargo               | <i>Pagrus pagrus</i>             | Preocupación Menor                       |
| Falso Salmón de Mar | <i>Pseudoperca semifasciata</i>  | No Evaluado                              |
| Sardina Argentina   | <i>Engraulis anchoita</i>        | Preocupación Menor                       |

Por otro lado, las costas y balnearios en la línea de costa de El Rincón tienen un gran valor paisajístico que genera ingresos económicos para los municipios a través del turismo, impulsando a su vez la demanda inmobiliaria en la región (Delgado et al., 2009). Sin embargo, la rápida expansión de las actividades humanas y el aumento en la demanda de servicios ecosistémicos en El Rincón han dificultado la implementación de una gestión ambiental planificada, lo que ha tenido efectos negativos sobre los servicios de abastecimiento y el bienestar de la población local (IADO, 2016; Speake et al., 2020). Para revertir esta situación, es necesario implementar planes de concientización, promover e incentivar una urbanización sostenible, buenas prácticas y su difusión masiva, fomentar una pesca sustentable, y gestionar eficientemente los residuos y efluentes (Nudelman et al., 2020).

En este contexto, resulta importante considerar que una de las fuentes más significativas de contaminación que afectan a la región de El Rincón proviene del Estuario de Bahía Blanca, el cual concentra numerosas actividades industriales, portuarias y urbanas que generan una

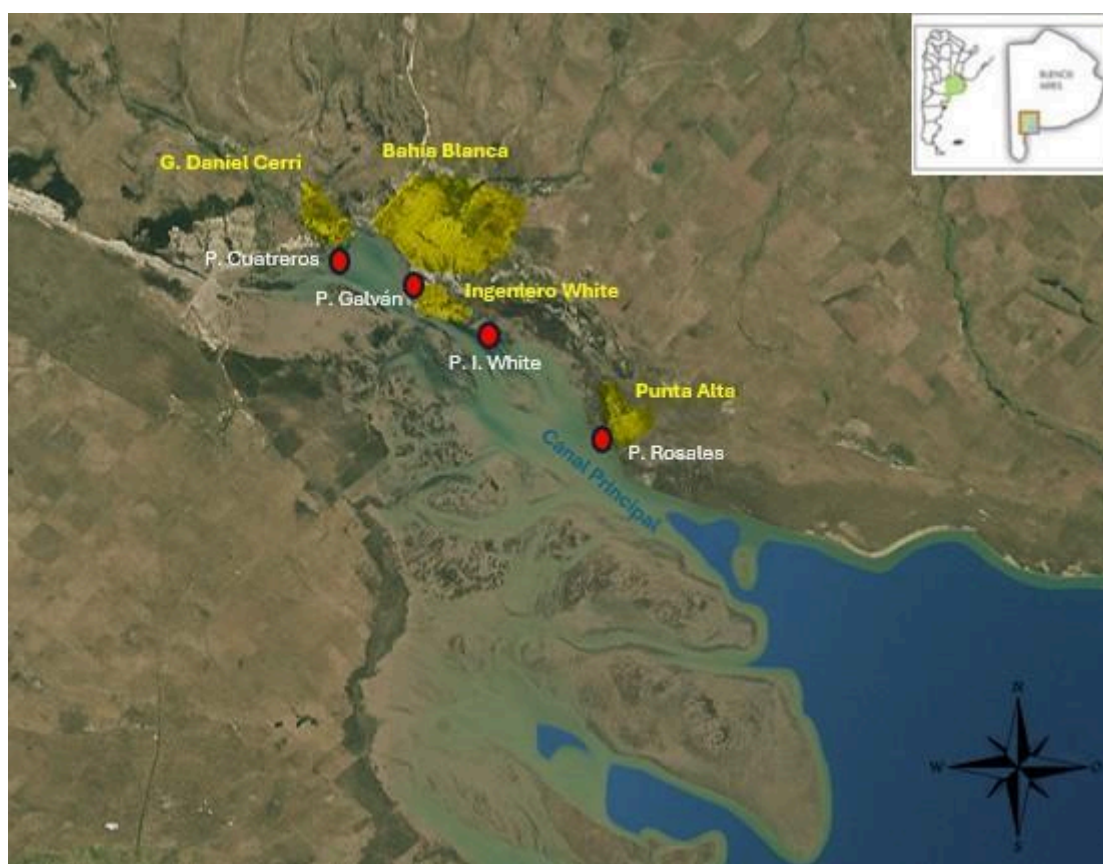
elevada carga de contaminantes sólidos y efluentes líquidos. Debido a la conectividad hidrológica y a la dinámica costera compartida entre ambos sistemas, los contaminantes originados en el estuario pueden ser transportados hacia El Rincón, lo que podría impactar negativamente en servicios ecosistémicos locales y acentuar los desafíos para una gestión ambiental sostenible.

### 1.2.3 El Estuario de Bahía Blanca como fuente de contaminación en El Rincón

El Estuario de Bahía Blanca (EBB) está ubicado en el suroeste del Océano Atlántico y en el sudeste de la provincia de Buenos Aires ( $38^{\circ}45'-39^{\circ}25'$  S y  $61^{\circ}45'-62^{\circ}30'$  W). Se extiende a lo largo de 2.300 km<sup>2</sup>. Este sistema abarca una amplia variedad de elementos paisajísticos, como playas de arena, dunas costeras, llanuras de marea, marismas, islas, canales de marea y extensas tierras salinas (Melo, 2021). Dentro del EBB, los municipios más relevantes son Bahía Blanca (336.574 hab.), con las localidades de Ingeniero White y General Daniel Cerri, y Coronel de Marina Leonardo Rosales (67.503 hab.), cuya principal área urbana es Punta Alta (INDEC, 2023).

El Canal Principal del EBB, que desemboca en El Rincón (Figura 3), es utilizado principalmente por embarcaciones pesqueras, buques de carga y barcos de transporte de combustibles y cereales (Melo, 2021; Comité Técnico Ejecutivo Municipalidad de Bahía Blanca, 2018). En Bahía Blanca se encuentra el mayor complejo petroquímico de Sudamérica, que representa más de la mitad de la producción industrial de la provincia de Buenos Aires (Melo, 2021). Este polo industrial incluye refinerías, plantas petroquímicas, fábricas de productos plásticos, lavaderos de lanas, plantas textiles, silos y molinos cerealeros, curtiembres y frigoríficos, entre otros (Comité Técnico Ejecutivo Municipalidad de Bahía Blanca, 2018). El estuario se ve directamente afectado por la descarga de efluentes provenientes de estas actividades industriales y de descargas cloacales (Marcovecchio et al., 2021; Comité Técnico Ejecutivo Municipalidad de Bahía Blanca, 2018). Además, en Bahía Blanca se localizan dos plantas de producción de PVC y PP, las cuales son potenciales fuentes de residuos en el ambiente (Fernández Severini et al., 2019).

El EBB cuenta con cuatro puertos: Puerto Cuatrero, Puerto Galván, Puerto Ingeniero White y Puerto Rosales (Figura 3). El Puerto Galván, ubicado en la zona interna del estuario, tiene como función principal apoyar las actividades de las grandes empresas petroquímicas, como INDUPA S.A. y TGS, en los sectores de petróleo y gas. Recibe las descargas de diversas refinerías y plantas de fertilizantes, que incluyen contaminantes como bifenilos policlorados, hidrocarburos aromáticos policíclicos y metales traza, entre otros (Melo, 2021). Además, en el estuario se encuentra una planta petroquímica flotante de Polisur S.A., dedicada a la producción de HDPE y LDPE. Por otra parte, la flota pesquera que opera en el estuario está compuesta principalmente por buques fresqueros de altura, barcos de pesca costera y congeladores tangoneros (Martínez et al., 2024).



*Figura 3: Mapa satelital del Estuario de Bahía Blanca: Localidades importantes de los alrededores del estuario resaltados en amarillo (Bahía Blanca, General Daniel Cerri, Punta Alta e Ingeniero White); Puntos rojos: puertos ubicados en el estuario (Puerto Cuatrero, Puerto Galván, Puerto Ingeniero White y Puerto Rosales).*

Dado el alto grado de urbanización, industrialización y actividad portuaria concentrada en el EBB, este sistema representa una fuente significativa de MPs hacia El Rincón. Estas características están en el foco del presente estudio de tesis para evaluar su influencia en el Ecosistema Costero de El Rincón.

## **2. OBJETIVOS**

Pese a que existen estudios sobre MPs en otros ecosistemas acuáticos de la Provincia de Buenos Aires y en el EBB, la zona de El Rincón no ha sido abordada sistemáticamente, lo que convierte a este trabajo en un aporte novedoso para el conocimiento regional y para la gestión ambiental de la provincia. Además, este estudio adquiere un carácter innovador al proponer no solo identificar la presencia y composición química de MPs en el área, sino también determinar las posibles fuentes de contaminación en El Rincón y explorar si existe una conexión con el EBB como potencial origen de dichos contaminantes, aportando así una perspectiva integral sobre la dinámica regional de los plásticos en ambientes costeros.

El objetivo general de este trabajo es evaluar la situación actual de la contaminación por MPs en el ecosistema costero de El Rincón. Para ello, se integrará información bibliográfica y el análisis de información proveniente de campañas de investigación pesquera realizadas por el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) durante los años 2018 y 2019. Además, se incluye un análisis del marco normativo vigente, con la finalidad de generar un documento que contribuya al conocimiento científico necesario para el diseño

y fortalecimiento de políticas públicas orientadas a la mitigación del posible impacto ambiental causado por MPs en los ecosistemas, en consonancia con la legislación nacional e internacional sobre residuos.

## **2.1 Objetivos Específicos**

1. Revisar y analizar la bibliografía científica disponible sobre la contaminación por MPs en El Rincón y áreas adyacentes, con el propósito de establecer una línea base de conocimiento de presencia de MPs que permita contextualizar los resultados, identificando al EBB como potencial fuente de contaminación.
2. Analizar la información obtenida sobre la composición química de los MPs presentes en El Rincón, mediante la integración de los resultados provenientes de campañas de investigación pesquera realizadas por el INIDEP.
3. Examinar el marco legal y normativo vigente en materia de residuos plásticos y contaminación marina, a nivel internacional, nacional, provincial y local, evaluando su grado de implementación en el área de estudio.
4. Proponer recomendaciones de gestión ambiental orientadas a la prevención, reducción y mitigación de la contaminación por MPs en el ecosistema marino de El Rincón.

## **3. HIPÓTESIS**

### **3.1. Hipótesis general**

La contaminación por MPs en el ecosistema costero de El Rincón está asociado a múltiples fuentes de origen antrópico (actividades pesqueras, urbanas y portuarias) del EBB y zonas aledañas.

### **3.2. Hipótesis secundarias**

- La revisión bibliográfica evidencia que la presencia de MPs en El Rincón y áreas adyacentes se relaciona directamente con fuentes antrópicas locales y regionales.
- Los MPs presentes en El Rincón corresponden en su mayoría a polímeros sintéticos derivados de la actividad pesquera y urbana.
- El marco normativo vigente en materia de residuos plásticos presenta un bajo nivel de implementación en el área costera de El Rincón.

## **4. METODOLOGÍA**

### **4.1. Revisión sobre las investigaciones relacionadas con MPs en el área de estudio y las potenciales fuentes de contaminación**

Para revisar las concentraciones de MPs en el área de estudio, se utilizó la plataforma Google Scholar para identificar artículos científicos relacionados con la presencia y caracterización de MPs en el EBB y en la región de El Rincón. Para la búsqueda bibliográfica se emplearon las siguientes palabras clave, tanto en español como en inglés:

*“microplásticos”, “Estuario de Bahía Blanca”, “El Rincón”, “plástico”, “contaminación por plásticos”, “polímeros plásticos”, y “composición química”.* Los criterios de elegibilidad se basaron en estudios revisados por pares, que abordaron la presencia de MPs en muestras de diferentes matices (agua, sedimentos y biota), incluyendo la identificación química y física de polímeros entre 2019 y 2024. Para este propósito, se descargaron y evaluaron un total de 21 artículos en función de su pertinencia y compatibilidad con el objetivo general de este trabajo.

Del mismo modo, para identificar las fuentes potenciales de contaminación por MPs en el EBB, también se utilizó la plataforma Google Scholar para recopilar información confiable sobre industrias establecidas en la región que utilizan o producen plásticos, vierten efluentes al medio acuático, o bien cuentan con datos sobre la gestión de residuos sólidos en los núcleos urbanos del área de estudio. La búsqueda se realizó mediante palabras clave como: “Bahía Blanca”, “Estuario de Bahía Blanca”, “industrias”, “contaminación por plásticos”, “gestión de residuos sólidos”, “basura”, “residuos”, “puertos” y “efluentes”. De forma complementaria, se consultaron los sitios web oficiales de los municipios vinculados al EBB, con el objetivo de recolectar información adicional sobre sus políticas de gestión de residuos sólidos urbanos y el tratamiento de efluentes.

## **4.2. Análisis de la abundancia y composición polimérica de los MPs en El Rincón**

### **4.2.1 Recolección de muestras de zooplancton y agua en campañas de investigación pesquera.**

Históricamente, los programas de evaluación pesquera utilizan redes de plancton como información complementaria para evaluar la salud del ambiente marino. Las muestras de zooplancton se colectan con una red de plancton realizando lances oblicuos en un recorrido desde el fondo hasta la superficie, filtrando agua de mar y colectando una amplia variedad de organismos marinos, incluyendo micro-crustáceos y larvas de peces. Esta metodología no solo permite realizar estudios taxonómicos de la comunidad planctónica y evaluar el estado de salud del ambiente donde se desarrolla el ciclo de vida de especies de interés pesquero, sino también analizar y monitorear la presencia de MPs en los distintos ecosistemas (Frias et al., 2014).

Los datos analizados en esta tesis provienen de dos campañas de evaluación pesquera, llevadas a cabo en por el INIDEP en área de El Rincón durante los años 2018 y 2019, a bordo de los Buques de Investigación Oceanográfico-Pesquera BIPO *Víctor Angelescu* (VA-1318) y BIPO *Dr. Eduardo Holmberg* (EH-0119) respectivamente (Figura 4). Ambas campañas fueron realizadas en primavera, entre 11 al 24 de octubre del 2018 y 24 y 28 de septiembre del 2019, correspondiente para VA-1318 y EH-0119 (más detalles en las Tablas AII y AIII). En ambas campañas se obtuvieron muestras de zooplancton con una red Bongo de 30 cm de diámetro (Figura 5A), provista de una malla de 300  $\mu\text{m}$  de tamaño de poro y un flujómetro en la boca de la red que permitió estimar el volumen filtrado. Como medida preventiva para evitar la contaminación cruzada entre estaciones, la red Bongo fue lavada con abundante agua de mar antes de ser sumergida en cada estación de muestreo.

Adicionalmente, durante la campaña VA-1318 se cuantificó la concentración de microfibras antropogénicas en una sección transversal siguiendo la batimetría del área de El Rincón

(Figura 4) (más detalles en el Tabla AIV). Para ello, se recolectaron muestras de agua de mar a una profundidad de 5 metros utilizando botellas oceanográficas Niskin (Figura 5B). Estas botellas son dispositivos diseñados para la recolección de agua en profundidades específicas. Se bajan cerradas hasta la profundidad deseada y se activan mediante un mensajero o sistema de cierre automático, lo que permite capturar una muestra representativa sin contaminación de capas superiores. Esta metodología permite obtener muestras discretas con alta precisión, fundamentales para el análisis de contaminantes como microfibras (Barrows et al., 2018).

El análisis de microfibras en muestras de agua constituye una herramienta útil para estimar con mayor exactitud la concentración de estos contaminantes en la columna de agua. Además, el estudio de su presencia y distribución espacial contribuye a comprender el comportamiento de las microfibras en el ambiente marino y su posible vinculación con fuentes de emisión de origen costero.

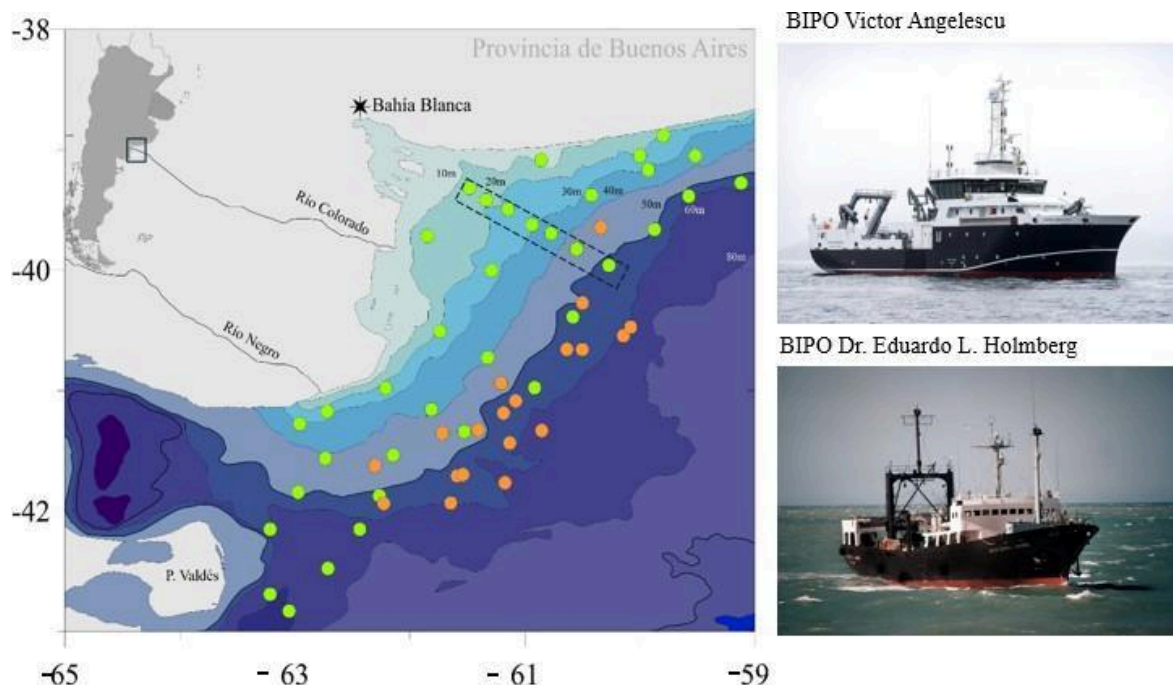


Figura 4. Localización de las estaciones de muestreo durante las campañas de evaluación de peces en El Rincón VA-1318 (verde) y EH-0119 (naranja) en los buques de Investigación del INIDEP. Las muestras de agua del VA-1318 (recuadro interlineado) fueron analizadas para cuantificar microfibras con botellas Niskin.

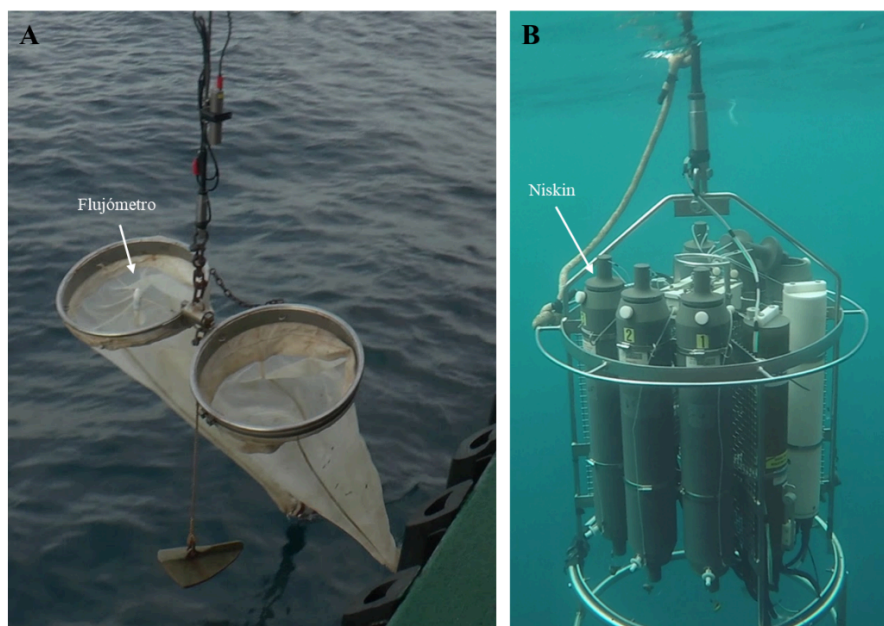


Figura 5: Dispositivos de muestreo utilizados durante las campañas de investigación oceanográfico-pesquera:  
 A) Red Bongo de 30 cm de diámetro con malla de 300  $\mu\text{m}$  de tamaño de poro utilizada en la colecta de muestras de zooplancton, y B) Roseta con botellas oceanográficas Niskin usada para la colecta de agua de mar.

#### 4.2.2. Procesamiento y análisis de MPs en muestras de zooplancton

Las muestras de zooplancton fueron tamizadas secuencialmente y los fragmentos de MPs fueron separados manualmente del material residual y guardados en tubos eppendorf para su posterior análisis de composición polimérica. Las partículas separadas fueron digitalizadas utilizando un escáner comercial EPSON V600 PHOTO, permitiendo obtener un registro digital a color (24 bits) y a 2400 dpi (Figura 6).

Las partículas aisladas fueron analizadas por espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) en colaboración con la Dra. Belén Alfonso (Center for Ocean Plastic Studies, Universidad de Kyushu, Japón). La concentración final de los MPs identificados se expresó como número de MPs por metro cúbico de agua filtrada ( $\text{MPs.m}^3$ ).

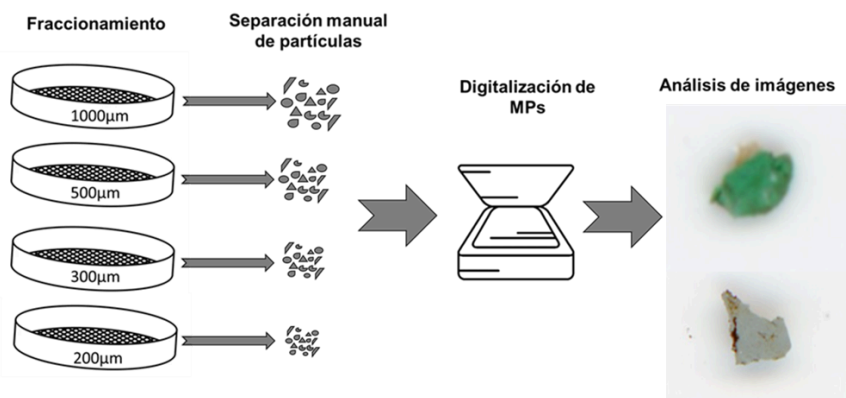
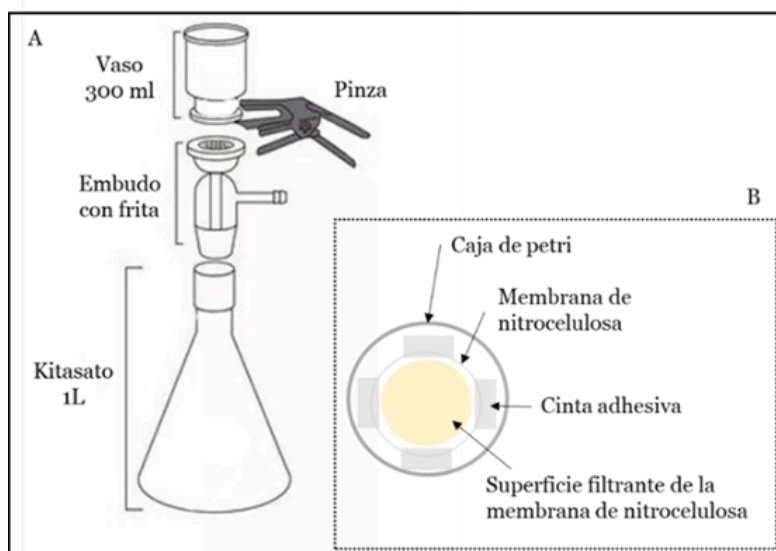


Figura 6: Esquema del procesamiento de muestras de zooplancton para el aislamiento de MPs y registro digital utilizando un escáner comercial.

#### 4.2.3. Procesamiento y análisis de microfibras en muestras de agua recolectadas con botellas oceanográficas Niskin.

El agua de mar recolectada con botellas oceanográficas Niskin fue transferida a botellas de vidrio de 1 litro, previamente enjuagadas, dejando unos mililitros de agua en su interior para evitar la contaminación con partículas externas. Como método de conservación, a cada muestra se le añadió 1 mL de formol al 1%. Posteriormente, las muestras fueron procesadas en el laboratorio de zooplankton del INIDEP mediante un sistema de filtración al vacío, utilizando membranas estériles de nitrocelulosa de 47 mm de diámetro con un tamaño de poro de 0,45 micras (Figura 7). Los residuos retenidos del filtrado, fueron observados bajo un microscopio estereoscópico equipado con una cámara digital. Este equipo permitió el registro fotográfico y la cuantificación de las microfibras presentes, lo que posibilitó la estimación de su concentración en la columna de agua, expresada como número de partículas por litro (MPs·L<sup>-1</sup>). Los datos obtenidos fueron validados y corregidos por el personal técnico responsable del INIDEP, asegurando su confiabilidad para los análisis posteriores.

Todo el material de laboratorio fue cuidadosamente lavado con agua destilada y manipulado bajo condiciones controladas para minimizar el riesgo de contaminación cruzada.



*Figura 7: Esquema del dispositivo de vidrio para la filtración al vacío de agua de mar obtenida con botellas oceanográficas, y la disposición de la membrana de nitrato de celulosa en cajas de petri con los residuos del filtrado.*

#### 4.3. Examinar el marco legal y normativo vigente en el área de estudio

Se evaluó el grado de aplicación y alcance de las leyes ambientales vigentes a nivel internacional, nacional, provincial y municipal, con especial énfasis en la contaminación por plásticos y MPs. Para ello, se utilizó nuevamente la plataforma Google Scholar con el fin de identificar informes académicos y documentos técnicos vinculados a políticas públicas y regulaciones ambientales. La búsqueda se realizó empleando palabras clave tanto en

español como en inglés: “microplásticos”, “políticas públicas”, “plástico”, “contaminación por plásticos”, “Estuario de Bahía Blanca”, “Argentina”, “Buenos Aires” y “marco legal”.

Complementariamente, se consultaron sitios web de instituciones y organizaciones relevantes, como la Fundación Ambiente y Recursos Naturales (FARN), Unplastify, el Foro para la Conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia, y el Municipio de Bahía Blanca, con el fin de descargar informes técnicos y documentos normativos que pudieran aportar información actualizada sobre las regulaciones aplicables en el área de estudio.

#### **4.4. Proponer recomendaciones para gestionar y mitigar la contaminación por plásticos en el área de estudio**

A partir de la bibliografía evaluada y analizada, se elaboraron recomendaciones para la gestión de nuevas políticas ambientales destinadas a reducir y/o eliminar la contaminación plástica marina, así como a minimizar la descarga de efluentes líquidos.

### **5. RESULTADOS**

#### **5.1. Revisión de las investigaciones sobre MPs en el área de estudio**

El Rincón ha sido objeto de diversas investigaciones. Se identificaron 21 investigaciones, publicadas entre los años 2019 y 2024, que analizaron la presencia de MPs mediante diferentes metodologías que aportaron información relevante para la región, incluyendo estimaciones de concentración de MPs y análisis de su composición química (Tabla III). El estudio de la contaminación por MPs en esta área comenzó en 2019, y desde entonces se observa una tendencia creciente en la cantidad de publicaciones, especialmente aquellas que incorporan la identificación de la composición química de los plásticos.

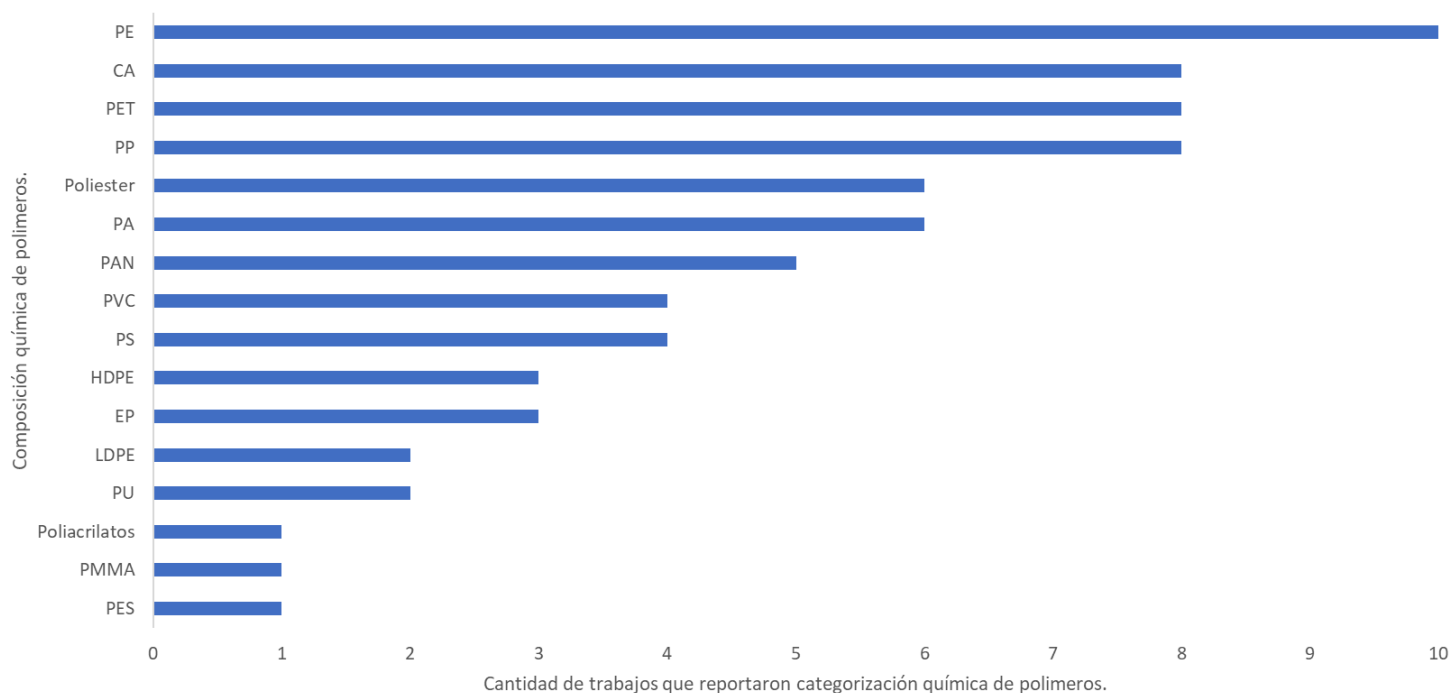
| Ubicación                                                                                     | Forma de MP                                | Matriz estudiada         | Polímeros identificados                   | Método empleado                 | Referencia                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------|
| EBB: Puerto Cuatros, Canal Embudo                                                             | Fibras, Fragmentos, Pellets y Films        | Biota                    | No identificados                          | -                               | <a href="#">Arias et al., 2019</a>               |
| EBB: Puerto Rosales, Canal Vieja, Ingeniero White, Puerto Galván, Maldonado, y Puerto Cuatros | Fibras, Microperlas, Pellets y Fragmentos  | Biota y Agua             | No identificados                          | -                               | <a href="#">Fernández Severini, et al., 2019</a> |
| Sur Pcia de Buenos Aires: El Rincón                                                           | Fibras                                     | Sedimentos y Agua        | No identificados                          | -                               | <a href="#">Ronda et al., 2019</a>               |
| EBB: Puerto Cuatros, Puerto Villa del Mar, Puerto Rosales                                     | Fibras, Fragmentos y Pellets               | Biota                    | No identificados                          | -                               | <a href="#">Villagran et al., 2019</a>           |
| EBB: Canal Vieja                                                                              | Fibras                                     | Biota                    | PE, PP y CA                               | SEM y Espectroscopia Raman      | <a href="#">Fernández Severini, et al., 2020</a> |
| EBB: Puerto Cuatros                                                                           | Fibras                                     | Agua                     | PA y CA                                   | FTIR                            | <a href="#">Forero López et al., 2021a</a>       |
| EBB: Puerto Cuatros, Puerto Galván, Canal Vieja, Canal Embudo                                 | Fibras, Fragmentos, Pellets y Films        | Biota y Agua             | PVC, PET, PP, CA, PAN y Poliéster         | FTIR                            | <a href="#">Forero-López et al., 2021b</a>       |
| Estuarios argentinos del Océano Atlántico Suroeste, Mar Chiquita, Quequén Grande y EBB        | Fibras, Fragmentos, Films                  | Sedimentos               | PE, PVC, PET y PP                         | ATR-FTIR                        | <a href="#">Díaz-Jaramillo et al., 2021</a>      |
| Sur Pcia de Buenos Aires: Claromecó                                                           | Fibras, Fragmentos y Films                 | Biota, Agua y Sedimentos | PE, PA, CA, Poliéster y Poliacrilatos     | FTIR y SEM/EDX                  | <a href="#">Truchet et al., 2021</a>             |
| EBB: Puerto Cuatrero                                                                          | -                                          | Agua                     | No identificados                          | -                               | <a href="#">Forero-López et al., 2022</a>        |
| EBB: Puerto Cuatrero y Puerto Rosales                                                         | Fibras, Microperlas, Fragmentos y Films    | Biota, Agua y Sedimentos | PE, PA, PET, CA y Poliéster               | μ-ATR                           | <a href="#">Truchet et al., 2022</a>             |
| Sur Pcia de Buenos Aires: Punta Verde en San Antonio Oeste                                    | Fibras                                     | Biota                    | No identificados                          | -                               | <a href="#">Mendoza et al., 2023</a>             |
| EBB: Puerto Galvan, Playa Arroyo Parejas y Playa Baterías.                                    | Fibras, Pellets, Fragmentos y Films        | Sedimentos               | PE y HDPE                                 | ATR-FTIR                        | <a href="#">Arias et al., 2023</a>               |
| EBB: Canal Vieja, Canal Embudo, Isla Green                                                    | Fibras                                     | Biota                    | Poliéster, CA y PA                        | FTIR y SEM                      | <a href="#">Colombo et al., 2023</a>             |
| EBB: Puerto Cuatrero, Puerto Galvan y Canal Vieja                                             | Fibras, Microperlas, Fragmentos y Films    | Biota y Agua             | PE, PP, PAN, PET y EP                     | Espectroscopia Raman            | <a href="#">Ronda et al., 2023a</a>              |
| Sur Pcia de Buenos Aires: Pehuen Cò, Monte Hermoso, La Chiquita                               | Fibras, Films y Fragmentos                 | Sedimentos               | PE, PVC, PU, PET, PP, PAN, PS             | Espectroscopia Raman            | <a href="#">Ronda et al., 2023b</a>              |
| Costas del Sur Pcia de Buenos Aires                                                           | Fibras, Pellets, Fragmentos y Films        | Biota                    | PP, Poliéster, PET, PE, PE, HDPE y LDPE   | ATR-FTIR y espectroscopia Raman | <a href="#">Recabarren-Villalón et al., 2023</a> |
| EBB: Puerto Cuatros, Puerto Rosales, Puerto Villa del Mar                                     | Fibras y Fragmentos                        | Biota                    | PAN, PES EP, PMMA, PA PP y CA             | FTIR y SEM                      | <a href="#">Forero-López et al., 2024</a>        |
| EBB: Puerto Cuatros, Punta Ancla, e Isla Zuraita                                              | Fibras, Pellets, Fragmentos, Films y Foams | Biota, Agua y Sedimentos | PE, PS, PA, CA, PET, PAN y Poliéster      | FTIR y SEM                      | <a href="#">Ardusso et al., 2024</a>             |
| EBB: Zona de fangos, Marismas altas salinas, Marismas bajas salinas                           | Fibras, Pellets, Fragmentos, Films y Foams | Sedimentos y Biota       | PE, PS, PU, PVC, EP, PP, HDPE, LDPE y PET | ATR-FTIR                        | <a href="#">Girones et al., 2024</a>             |
| Sur Pcia de Buenos Aires: EBB y Pehuen Cò                                                     | Fibras                                     | Biota                    | No identificados                          | -                               | <a href="#">Fiori et al., 2024</a>               |

*Tabla III: Resumen de los artículos científicos que investigaron la concentración, categorización y composición química de MPs en el área de estudio.*

Todos los artículos científicos, que registraron forma de MPs (N=20), identificaron microfibras en las matrices estudiadas. Asimismo, 14 de ellos registraron fragmentos, 11 identificaron films, ocho detectaron pellets, tres señalaron microperlas y dos reportaron la presencia de foams. Se observa que ciertas formas de MPs, como pellets y microperlas, se encuentran principalmente en matrices biológicas, lo cual sugiere que podrían incorporarse al organismo por mecanismos tróficos, como la ingesta. En contraste, los fragmentos, films y fibras muestran una distribución más amplia y constante en todas las matrices analizadas (agua, biota y sedimento), lo que evidencia su capacidad para diseminarse ampliamente y persistir en el ambiente.

De los 21 artículos científicos revisados, 14 realizaron análisis de composición química mediante diversas metodologías para caracterizar los polímeros presentes, incluyendo SEM, SEM/EDX, FTIR, ATR-FTIR,  $\mu$ -ATR y espectroscopía Raman. En otras palabras, el 66.7% de los estudios que investigan MPs en El Rincón determinaron la composición química de los polímeros encontrados. En estos estudios se identificaron polímeros como PE, CA, PVC, PU, PET, PP, PAN, PS, PA, poliéster, poliacrilatos y HDPE.

Teniendo en cuenta todos los trabajos analizados, así como las distintas matrices estudiadas, el PE fue el polímero mayormente identificado, apareciendo en diez investigaciones, lo cual es coherente con su elevada producción mundial y amplio uso en envases descartables y productos textiles. Le siguen el PP, PET y CA, registrados en ocho artículos. El PA y el PES fueron detectados en seis estudios, mientras que el PAN en cinco. Por su parte, el PS, PVC y PAN fueron identificados en cuatro investigaciones. En tanto, el HDPE y el EP fueron mencionados en tres trabajos, y el LDPE junto con el PU en dos. El resto de los polímeros fueron registrados en una sola investigación (Figura 8).



*Figura 8. Número de estudios, de un total de 14 analizados, que identificaron la composición química de polímeros en El Rincón.*

### 5.1.1. Industrias en el EBB y su asociación con polímeros plásticos

Según la UTN (2014), existen 167 empresas e industrias activas en el EBB, operando la mayoría de estas industrias para servir al sector petroquímico. Las empresas de distribución y transporte se encargan de movilizar los subproductos y productos generados por las petroquímicas. Asimismo, las industrias energéticas, al estar ubicadas dentro del Polo Petroquímico, están directamente vinculadas al funcionamiento de este sector. Lo mismo ocurre con las industrias de construcción, que proporcionan la infraestructura necesaria para el funcionamiento de otras industrias del EBB, especialmente las petroquímicas y las relacionadas con la energía. Por otro lado, de las 167 empresas, 35 son empresas de embarcaciones pesqueras vinculadas a los puertos del estuario.

En la Tabla IV, se presentan en detalle los polímeros que son utilizados, fabricados o están relacionados con las industrias establecidas en el EBB (UTN, 2014, Puerto de Bahía Blanca, s.f., Asociados, s.f.). Estos polímeros se agrupan según los distintos sectores industriales o económicos presentes en la región. Cada categoría industrial refleja los principales productos o residuos plásticos que generan o emplean en sus procesos productivos.

*Tabla IV. Usos de los polímeros distintos tipos de polímeros plásticos en los diferentes rubros económicos y la cantidad de industrias que operan en el EBB de cada rubro (Se incluyeron únicamente los polímeros identificados en El Rincón).*

| Rubro                     | Cantidad de industrias que operan en el EBB <sup>1</sup> | Polímeros plásticos asociados a la industria/actividad económica                                                                                      |
|---------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Transporte                | 8                                                        | PP, PU, PMMA, y PBM                                                                                                                                   |
| Construcción              | 47                                                       | PES, PE, PE-PS, PE-PES, PE-PP, PBM, PS, PU, PMMA, SBM, PVC, SA, PDP, CMC, EP, ABS, STY, PA, HDPE, PP, CA, PAN, PI, LDPE, Poliacrilatos y Poliéster    |
| Fabricación / Manufactura | 24                                                       | PES, PE-PS, PE-PES, PE-PP, PS, PU, PMMA, SBM, PVC, PDP, CMC, EP, PET, ABS, STY, PA, PET, HDPE, PP, CA, PAN, PI, LDPE, PTFE, Poliacrilatos y Poliéster |
| Petroquímica / Energética | 22                                                       | PE, PS, SBM, PVC, PA, PDP, PP, y CMC                                                                                                                  |
| Agroalimentaria           | 10                                                       | PE, Poliacrilatos, LDPE, y PVC                                                                                                                        |
| Pesca                     | 35                                                       | PE, PVC, PA, PET, PP, CA, PAN y Poliéster                                                                                                             |

### 5.2. Abundancias y composición polimérica de MPs en El Rincón

La Tabla V resume la diversidad y abundancia relativa de MPs según su composición polimérica, identificados en muestras de redes de zooplancton durante las campañas oceanográficas VA-1318 y EH-0119 en El Rincón. Se identificaron un total de 22 composiciones químicas de polímeros, lo que evidencia un aumento de variabilidad de polímeros en el mar y una alta heterogeneidad en la contaminación por MPs en la región.

<sup>1</sup> No se incluyeron todas las 167 empresas que operan en el EBB en esta tabla, ya que las restantes no liberan efluentes en el estuario ni producen o emiten polímeros plásticos de manera significativa

*Tabla V: Diversidad de polímeros registrados a partir de muestras de redes de zooplancton colectadas en las campañas oceanográficas en El Rincón (VA-1318 y EH-0119).*

| <b>Composición química del MPs</b> | <b>Cantidad de MPs</b> | <b>Porcentaje del total de los polímeros</b> | <b>Abundancia (MPs/m3)</b> |
|------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------|----------------------------|
| PE                                 | 26                     | 16%                                          | 0,0111                     |
| PBM                                | 23                     | 15%                                          | 0,0129                     |
| PES                                | 21                     | 13%                                          | 0,0190                     |
| PS                                 | 13                     | 8%                                           | 0,0118                     |
| SBM                                | 11                     | 7%                                           | 0,0086                     |
| PDP                                | 10                     | 6%                                           | 0,0064                     |
| ABS                                | 9                      | 6%                                           | 0,0156                     |
| PVC                                | 8                      | 5%                                           | 0,0102                     |
| PMMA                               | 7                      | 4%                                           | 0,0074                     |
| EP                                 | 7                      | 4%                                           | 0,0073                     |
| PP                                 | 5                      | 3%                                           | 0,0148                     |
| PA                                 | 3                      | 2%                                           | 0,0071                     |
| STY                                | 3                      | 2%                                           | 0,0037                     |
| PE-PP                              | 2                      | 1%                                           | 0,0111                     |
| PI                                 | 2                      | 1%                                           | 0,0168                     |
| LDPE                               | 2                      | 1%                                           | 0,0055                     |
| PU                                 | 1                      | 1%                                           | 0,0055                     |
| PE-PS                              | 1                      | 1%                                           | 0,004                      |
| PE-PES                             | 1                      | 1%                                           | 0,002                      |
| SA                                 | 1                      | 1%                                           | 0,003                      |
| CMC                                | 1                      | 1%                                           | 0,005                      |
| PET                                | 1                      | 1%                                           | 0,011                      |

Los polímeros más abundantes en términos de cantidad fueron PE (16%), PBM (15%) y PES (13%), que en conjunto representan el 44% del total de los MPs. Le siguen en frecuencia el PS (8%), y el SBM (7%), indicando una contribución significativa de materiales utilizados en embalajes, textiles técnicos y componentes electrónicos. La presencia de polímeros más complejos y de menor abundancia, como el PI, el PU y combinaciones como PE-PP o PE-PES, sugiere múltiples fuentes de origen, tanto urbanas como industriales. Cabe destacar que el polímero PET fue identificado en una única ocasión, representando apenas el 1% del total de las partículas registradas, una observación llamativa considerando su uso masivo a nivel global en envases y botellas plásticas. La Tabla V refleja una

contaminación compleja por MPs en El Rincón, dominada por polímeros de uso masivo en la vida cotidiana (PE, PET, PP, PVC), pero también con la presencia de plásticos técnicos (PI, PU, ABS).

La abundancia, expresada como número de partículas por metro cúbico (MPs/m<sup>3</sup>), permite identificar qué polímeros tienen mayor densidad en el agua, más allá de la frecuencia de aparición. Los valores más altos se observaron para el PES (0,0190 MPs/m<sup>3</sup>), seguido del PI (0,0168 MPs/m<sup>3</sup>) y el PBM (0,0129 MPs/m<sup>3</sup>), lo cual indica que, si bien algunos polímeros están presentes en menor cantidad, su concentración en el agua puede ser significativa. Esto sugiere que, aunque el PE es el más frecuente en cantidad de partículas, no necesariamente presenta la mayor concentración por volumen de agua. En contraste, algunos polímeros como PE-PES (0,002 MPs/m<sup>3</sup>) o SA (0,003 MPs/m<sup>3</sup>) muestran abundancias mínimas.



*Figura 9: Ejemplos de fragmentos de MPs detectadas con las redes de zooplancton: A) Fragmento de PVC B) Fragmento de ABS.*

La relación entre la concentración de microfibras y la distancia a la costa se analiza con el objetivo de identificar posibles gradientes espaciales de contaminación y establecer patrones de dispersión de los MPs en la región de El Rincón. Esta relación es especialmente relevante considerando que las fuentes de emisión de MPs se encuentran mayormente concentradas en áreas costeras, particularmente en torno a la boca del EBB. Al comparar las concentraciones de microfibras detectadas en estaciones ubicadas a diferentes distancias de la costa, se puede inferir si existe un efecto de dilución o dispersión asociado al transporte de estos contaminantes hacia mar abierto.

La Tabla VI muestra la concentración de microfibras (MPs.L-1), detectada a partir de muestras de agua colectadas con botellas Niskin, registradas en siete estaciones de muestreo dispuestas perpendicularmente a la batimetría durante la campaña VA-1318, en función de su distancia (km) respecto a la costa de la boca del EBB.

*Tabla VI: Concentración de microfibras para cada una de las siete estaciones dispuestas perpendiculares a la batimetría de la campaña VA-1318. Se indica la distancia de la costa.*

| Estaciones | Distancia de la costa (km) | Concentración de microfibras (MPs/L <sup>-1</sup> ) |
|------------|----------------------------|-----------------------------------------------------|
| 1          | 324.33                     | 35                                                  |
| 2          | 333.78                     | 49                                                  |
| 3          | 341.3                      | 39                                                  |
| 4          | 349.7                      | 25                                                  |
| 5          | 358.75                     | 24                                                  |
| 6          | 370.01                     | 24                                                  |
| 7          | 377.33                     | 12                                                  |

Los resultados revelan una tendencia decreciente en la concentración de microfibras a medida que aumenta la distancia al litoral. La mayor concentración fue registrada en la estación 2, ubicada a 333,78 km de la costa, con 49 MPs/L<sup>-1</sup>, seguida por las estaciones 3 y 4 con 39 y 25 MPs/L<sup>-1</sup> respectivamente. En contraste, las estaciones más alejadas (6 y 7), ubicadas a más de 370 km del litoral, presentaron las menores concentraciones, con valores de 24 y 12 MPs/L<sup>-1</sup>, correspondiente. Cabe destacar que las estaciones más próximas al litoral se encuentran también en cercanía a la boca del EBB, lo cual podría explicar la mayor concentración de polímeros registrada en dichas áreas, en tanto el estuario actúa como un punto de descarga y acumulación de residuos plásticos provenientes de actividades urbanas, industriales y portuarias.

Para establecer una relación entre la concentración de microfibras (MPs/L<sup>-1</sup>) y la distancia de la costa (km), se aplicó el análisis de la prueba de Spearman. El resultado de un coeficiente de determinación  $R^2=0,7031$  sugiere una posible disminución de la concentración de microfibras a medida que aumenta la distancia desde la costa (Figura 10). Este valor indica que aproximadamente el 70% de la variabilidad observada en la concentración de MPs podría explicarse por su proximidad al litoral, lo que apunta a una posible influencia de las descargas costeras en la distribución de MPs. Sin embargo, dado que el número de observaciones (N = 7) es reducido, se recomienda interpretar estos resultados con cautela y considerar la necesidad de ampliar el tamaño de muestra para confirmar esta tendencia con mayor robustez estadística.

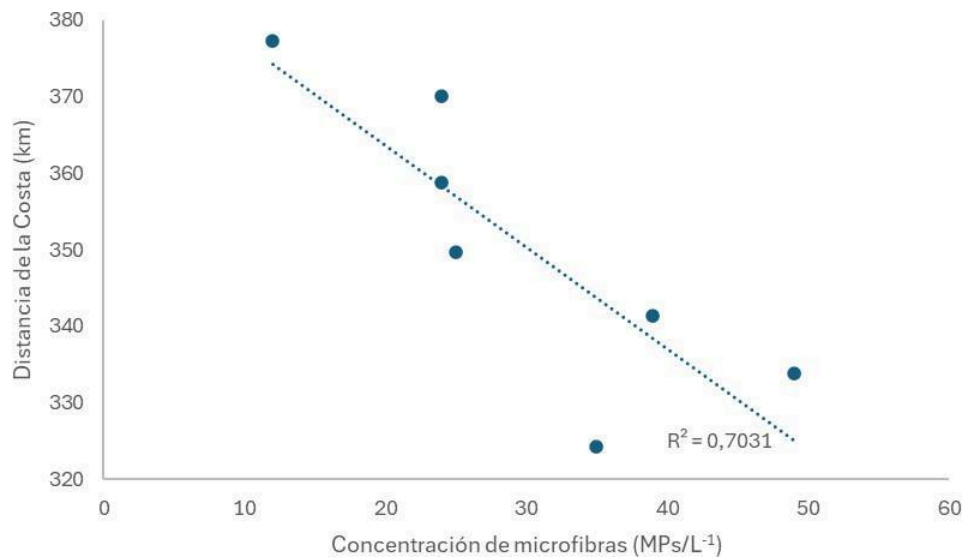


Figura 10. Correlación de Spearman entre la concentración de microfibras (MPs/L<sup>-1</sup>) y la distancia a la costa (km).

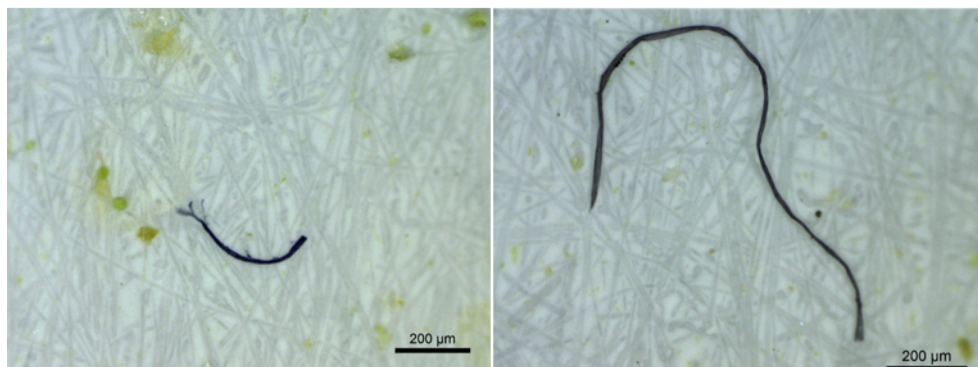


Figura 11: Ejemplos de microfibras detectadas en las membranas de nitrocelulosa.

### 5.3. Comparación de polímeros presentes en las campañas (VA-1318 y EH-0119) e investigaciones en el área de estudio

La Tabla VII presenta la distribución espacial de las distintas composiciones químicas de polímeros identificados en dos áreas de estudio: el mar abierto de El Rincón (campañas VA-1318 y EH-0119) y la región costera de EBB y zonas adyacentes. Se distinguen tres categorías: polímeros detectados exclusivamente en el mar, aquellos encontrados solo en la costa, y los que se registraron en ambas áreas.

Tabla VII: Registro de los polímeros presentes exclusivamente en el mar (VA-1318 y EH-0119), en la costa (EBB y zonas adyacentes) y en ambas áreas.

| Registro de polímeros por área:      |                                                              |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Únicamente identificados en el mar   | PE-PS, PE-PES, PE-PP, PBM, SBM, SA, PDP, CMC, ABS, STY, y PI |
| Únicamente identificados en la costa | HDPE, CA, PAN, Poliéster y Poliacrilatos                     |
| En la costa y el mar                 | PES, PE, PS, PU, PMMA, PVC, EP, PA, PP, LDPE, y PET          |

En el mar abierto, se identificaron polímeros como PE-PS, PE-PES, PE-PP, PBM, SBM, SA, PDP, CMC, ABS, STY y PI, los cuales no fueron hallados en muestras costeras. Muchos de estos polímeros corresponden a materiales compuestos o de uso industrial especializado, lo que sugiere que su presencia podría deberse a actividades marítimas, vertidos desde embarcaciones o corrientes que los transportan desde zonas más distantes.

En contraste, en la zona costera se identificaron de forma exclusiva polímeros como HDPE, CA, PAN, poliéster y poliacrilatos, compuestos comúnmente asociados a residuos domésticos, textiles y productos de cuidado personal. Su distribución restringida al entorno litoral sugiere que estas partículas tienen una fuerte vinculación con fuentes continentales directas, como efluentes urbanos y descargas industriales cercanas a la costa y que tienden a no desplazarse hacia aguas abiertas.

La distribución diferencial de los polímeros entre mar abierto y costa permite inferir que existen fuentes específicas según el entorno. Los polímeros exclusivos del mar, vinculados a materiales industriales o de uso especializado, apuntan a una mayor relación con actividades marítimas, navegación y transporte. En cambio, los polímeros exclusivos de la costa se asocian más directamente a la presión antropogénica local, como descargas urbanas, residuos domésticos y textiles.

Finalmente, se observa un conjunto de polímeros compartidos entre ambas regiones, entre los que se encuentran PES, PE, PS, PU, PMMA, PVC, EP, PA, PP, LDPE y PET. La presencia común de estos materiales en ambas zonas indica una distribución amplia y posiblemente más homogénea en el ambiente marino, atribuible a su alta producción, persistencia y capacidad de dispersión en la columna de agua, ya sea por corrientes marinas, flotabilidad o persistencia. Estos polímeros parecen representar la fracción más "móvil" y persistente de la contaminación plástica en el área de estudio.

#### 5.4. Leyes ambientales que rigen en el área de estudio

La Tabla VIII presenta un resumen de las leyes ambientales vigentes, a nivel local, nacional e internacional, que enmarcan la gestión de residuos sólidos y efluentes. En ella se evidencia con claridad la cantidad de normativas, regulaciones y acuerdos que rigen en la región y conforman el marco legal aplicable a la problemática ambiental.

*Tabla VIII: Resumen de las leyes, políticas, acuerdos y convenios ambientales que rigen en el área de estudio a escala global, regional, nacional, provincial y municipal.*

| Escala                    | Políticas / Leyes / Acuerdos / Convenios                                                                                            |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Global                    | <a href="#">Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (UNCLOS)</a>                                                 |
| Global                    | <a href="#">Convención sobre la Diversidad Biológica (CBD)</a>                                                                      |
| Global                    | <a href="#">Convención sobre Especies Migratorias (CMS)</a>                                                                         |
| Global                    | <a href="#">Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (IAC)</a>                           |
| Global                    | <a href="#">Convención de Londres sobre la Prevención de la Contaminación Marina por Vertimiento de Desechos y Otros Materiales</a> |
| Global                    | Comité Intergubernamental de Negociación (INC)                                                                                      |
| Global                    | <a href="#">Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques (MARPOL)</a> y Ley 24.089                          |
| Regional                  | <a href="#">Acuerdo Ambiental del MERCOSUR</a> y Decreto N.º 1289/10                                                                |
| Argentina                 | Ley General del Ambiente N.º 25.675                                                                                                 |
| Argentina                 | Ley Nacional de Residuos N.º 25.916                                                                                                 |
| Argentina                 | Ley de Gestión Integral de Residuos Industriales y de Actividades de Servicios N.º 25.612                                           |
| Argentina                 | Ley de Residuos Domiciliarios N.º 25.916                                                                                            |
| Argentina                 | Ley de Residuos Peligrosos N.º 24.051 y Decreto Reglamentario 831/93                                                                |
| Argentina                 | Ley de Productos Cosméticos y Productos de Higiene Oral de Uso Odontológico N.º 27.602                                              |
| Provincia de Buenos Aires | Ley de Gestión de Residuos Urbanos (Basura Cero) N.º 1854/05                                                                        |
| Provincia de Buenos Aires | Ley de Protección del Ambiente N.º 11.723/95                                                                                        |
| Provincia de Buenos Aires | Ley de Residuos Industriales N.º 22.015/77                                                                                          |
| Provincia de Buenos Aires | Ley de Gestión de Residuos Peligrosos N.º 1.731/06                                                                                  |
| Bahía Blanca              | Ley N.º 12.530                                                                                                                      |

La Tabla VIII incluye un total de 19 instrumentos normativos y políticos con distintos niveles de aplicación. De ellos, cinco instrumentos (26,3%) abordan de manera explícita la conservación de la biodiversidad, entre ellos la CBD, la CMS, la IAC, la UNCLOS, que incorpora principios ecosistémicos, y la Ley General del Ambiente N.º 25.675, que establece el enfoque precautorio y la sostenibilidad como pilares de la política ambiental argentina. Por otro lado, cuatro instrumentos (21,1%) hacen referencia específica a la gestión o prevención de la contaminación por plásticos. Estos son: el Convenio Internacional MARPOL (y su ratificación mediante la Ley 24.089), el INC, la Ley de Residuos Domiciliarios N.º 25.916, y la Ley de Productos Cosméticos y Productos de Higiene Oral de Uso Odontológico N.º 27.602. El resto de los instrumentos (diez en total, 52,6%) se centra en la gestión de residuos de manera general, incluyendo residuos peligrosos, industriales, patogénicos y domiciliarios, sin abordar específicamente a los plásticos ni a los MPs como contaminantes emergentes. Esta ausencia normativa específica es especialmente significativa si se considera el impacto creciente de los residuos plásticos sobre la biodiversidad marina, la salud humana y los ecosistemas costeros.

## **6. DISCUSIÓN**

### **6.1. Contaminación por plásticos en El Rincón**

La comparación entre los polímeros encontrados en el mar y en la costa revela una distribución diferenciada de los tipos de MPs presentes en cada área, con algunos polímeros siendo exclusivos de una región mientras que otros se encuentran en ambas. Esta diferenciación espacial sugiere que la distribución de polímeros está fuertemente influenciada por la categoría de fuente emisora y la dinámica oceanográfica, siendo más diversos en el mar abierto, pero con una mayor proporción de polímeros típicamente urbanos en la zona costera.

A pesar del aumento en las investigaciones sobre MPs en el EBB y en el sur de la Provincia de Buenos Aires, no todas incluyen el análisis de la composición química de las muestras (Villagran et al., 2019; Arias et al., 2019; Fernández Severini et al., 2019; Ronda et al., 2019; Forero-Lopez et al. 2022; Mendoza et al. 2023; Fiori et al 2024). Aunque existen diversas metodologías para llevar a cabo estos análisis, es fundamental que los resultados se reporten de manera clara y uniforme para facilitar la interpretación y comparación de los datos (Gorokhova, 2015). Los estudios deben especificar si están reportando fibras y fragmentos por separado o si las formas de MPs se combinan en un único informe. La falta de uniformidad en estos aspectos dificulta una comprensión integral del problema y complica el análisis y discusión de los resultados de la tesis, lo que subraya la necesidad de establecer pautas consistentes para la presentación de resultados. Es crucial generar un consenso y una guía metodológica que unifique la investigación de la composición química y las características físicas de los MPs en los ambientes acuáticos (Avio et al., 2016).

Por otro lado, resulta fundamental ampliar la escala espacial de las investigaciones sobre MPs en el área de estudio, incorporando el muestreo en mar abierto. Hasta la fecha, solo Ronda et al. (2019) han realizado recolección de muestras en esta zona, lo que pone en evidencia una importante brecha en el conocimiento. La mayoría de los estudios se han concentrado en ambientes costeros o estuariales, sin considerar cómo los residuos generados en estas áreas pueden ser transportados y redistribuidos hacia regiones más alejadas de la costa. Incorporar el mar abierto en las campañas de monitoreo permitirá comprender con mayor precisión la magnitud del impacto que generan las actividades antropogénicas costeras sobre los ecosistemas marinos, así como también evaluar el rol de las corrientes marinas, el viento y otros procesos físico-oceanográficos en la dispersión de los MPs.

Es igualmente importante contar con investigaciones que estimen la cantidad de plástico que ingresa al mar a través de los ríos Negro y Colorado, los cuales desembocan en El Rincón (Lucas et al., 2005; Ronda et al., 2023b). El río Colorado nace en la cordillera de los Andes y, a lo largo de su recorrido, atraviesa zonas con intensa actividad industrial, así como actividades agroindustriales, vitivinícolas y forestales (Wild et al., 2021). Asimismo, el río Negro, nace del río Limay y Neuquén y atraviesa regiones con intensa actividad agrícola, industrial y urbana (Abrameto et al., 2013). Esta cuenca sufre la descarga de efluentes líquidos de ciudades, la inadecuada disposición de residuos sólidos urbanos, y la degradación ambiental debido a prácticas agropecuarias y de ganadería vacuna (Abrameto et al., 2013). Por lo tanto, investigar el aporte de los ríos Colorado y Negro a la

contaminación plástica marina es crucial para comprender la conexión entre las actividades terrestres y la acumulación de MPs en ambientes costeros y marinos.

Las microfibras constituyen el tipo de MP secundario más frecuente en la región de estudio, lo que coincide con investigaciones previas que las identifican como predominantes en las aguas residuales domésticas (Brown et al., 2011; Acharya et al., 2021). En el presente trabajo de tesis se registró su presencia en diversas matrices (biota, sedimentos y muestras de agua), hallazgo que concuerda con otros estudios realizados en Argentina. En efecto, investigaciones efectuadas en lagos de la Patagonia (Alfonso et al., 2020), en la ciudad de Puerto Madryn, donde representaron en promedio el 90,3% del total de MPs (Ríos et al., 2020), y en el arroyo Languetú, con un 56% de fibras respecto al total de MPs (Montecinos et al., 2021).

Las composiciones químicas más comunes, como PE, PET, CA, PA, PP, PAN y poliéster, representan una fracción significativa de las microfibras liberadas al ambiente (Henry et al., 2018). El PA o nylon, por ejemplo, se encuentra con frecuencia en las aguas superficiales del EBB (Forero López et al., 2021a, 2021b) y en zonas aledañas del mismo (Truchet et al., 2021). Por su parte, el CA ha adquirido relevancia en las últimas décadas como sustituto económico del algodón en la industria textil, debido a sus propiedades mecánicas, flexibilidad, biodegradabilidad y amplia superficie específica (Mishra et al., 2019). No obstante, aunque la celulosa es un recurso natural y renovable proveniente de la madera, su procesamiento industrial requiere etapas químicas intensivas y la incorporación de aditivos que transforman estos materiales en contaminantes de origen antropogénico (Wang et al., 2017; Acharya et al., 2021).

La principal vía de emisión de microfibras es el lavado doméstico, durante el cual se desprenden fibras sintéticas que ingresan a los sistemas de aguas residuales, en muchos casos sin recibir un tratamiento adecuado (Gago et al., 2018). Sin embargo, Alfonso et al. (2020) identificaron otra fuente relevante: las fibras liberadas al aire que se depositan posteriormente desde los asentamientos urbanos. No obstante, se estima que un solo lavado de ropa puede liberar aproximadamente 121.465 microfibras al océano (Resnick, 2018), mientras que en Estados Unidos se descargan diariamente unas 29.000 kg de microfibras, de las cuales cerca del 35% proviene de textiles sintéticos (Varinsky, 2016). Asimismo, la industria textil y de productos de higiene, que utiliza polímeros como CA, PE, poliéster, PP y PA, es reconocida como una de las principales fuentes emisoras de microfibras sintéticas (Henry et al., 2018).

En el presente estudio se observó una disminución en la concentración de microfibras en el agua a medida que aumenta la distancia desde la costa, evidenciando una correlación significativa entre la cantidad de partículas y la proximidad a la orilla. Este mismo patrón fue registrado en la región por Ronda et al. (2019), quienes reportaron la mayor concentración de microfibras a 10,97 km de la costa más cercana y la menor a 15,79 km. Estos resultados confirman que la distancia a la línea costera constituye un factor determinante en la abundancia de microfibras y reflejan cómo la proximidad a fuentes antrópicas influye directamente en la contaminación por MPs en ecosistemas marinos.

La variabilidad en la composición polimérica/química puede atribuirse a diversos factores. Entre ellos las diferencias en las fuentes de contaminación y en la gestión de residuos

plásticos en las distintas regiones, así como a las propiedades físico-químicas de los polímeros, particularmente su densidad, que influye en su comportamiento de flotación o sedimentación en el ambiente acuático (Ronda et al., 2019). Los polímeros de baja densidad tienden a permanecer en la superficie (HDPE, LDPE, PP y PS), mientras que los más densos se hunden con mayor facilidad (PET, PA, PMMA, poliéster y PVC) (Ronda et al., 2019; Erni-Cassola et al., 2019). Sin embargo, factores como el tráfico marítimo y las corrientes oceánicas pueden redistribuir las partículas plásticas, contribuyendo a la variabilidad observada en las diferentes ubicaciones (Peng et al., 2018). Incluso con una menor densidad, muchos polímeros se vuelven más pesados que la densidad del mar como resultado de la ingestión/incrustación por organismos o la adherencia a partículas más densas que como efecto ocasionan que estas se hundan (Fazey & Ryan 2016; Lobelle & Cunliffe, 2011; Morét-Ferguson et al., 2010). No obstante, al igual que ocurre con otros contaminantes, el fondo marino se convierte en el depósito final de la mayoría de los MPs (Barnes et al., 2009). Las corrientes oceánicas del Mar Argentino también pueden influir en el transporte de MPs hacia la zona marítima de El Rincón (Guerrero, 1994; Peng et al., 2018). Estas corrientes, que incluyen tanto flujos superficiales como subsuperficiales, actúan como vectores que trasladan partículas plásticas desde áreas de mayor concentración hacia regiones más distantes o viceversa (Wu et al., 2020). Las corrientes costeras, en particular, pueden arrastrar MPs desde zonas de acumulación cercanas a la costa hacia áreas marinas más profundas y remotas (Gray et al., 2018). Además, las variaciones estacionales en la intensidad y dirección de las corrientes afectan la distribución de estos contaminantes, facilitando su acumulación en áreas específicas como El Rincón. Asimismo, la acumulación de MPs en el fondo marino puede originarse a través de una combinación de corrientes superficiales, corrientes de fondo y la propagación de mareas internas (Peng et al., 2018).

En el presente trabajo de tesis, el PE presenta la concentración más alta en aguas abiertas, en el estuario y zonas adyacentes, al ser registrado en diez de las 14 investigaciones realizadas en las costas del área de estudio. Esto sugiere que el PE no solo es uno de los polímeros más abundantes en ambos ambientes acuáticos, sino también es uno de los MPs más prevalentes en la región. El PE se utiliza para fabricar bolsas de plástico, juguetes y botellas (Karthik et al., 2018; Purca & Henostroza, 2017). Según Geyer et al. (2017), el PE representa la categoría de plásticos con mayor producción a nivel global (36% del total de plásticos) debido a sus propiedades, como el bajo costo, resistencia alta al impacto, flexibilidad y buena resistencia química. Esta tendencia también ha sido reportada en otros estudios realizados en ambientes marinos del sur de Sudamérica (Olivatto et al., 2019; de Jesus Piñon-Colin et al., 2019; Martínez Silva & Nanny, 2020; Mazariegos-Ortíz et al., 2020; Kutralam-Muniasamy et al., 2020). Además, al ser polímeros de menor densidad, el PE tiende a representar las muestras tomadas en la superficie del agua (Erni-Cassola et al., 2019).

El PES tiene una significativa carga ambiental en el contexto local de El Rincón siendo uno de los polímeros con mayor concentración en el área de estudio (21%), pero con poco registro en las áreas costeras. Esto puede deberse a que el PES industrial es bastante resistente a degradarse en condiciones ambientales normales siendo un polímero bastante estable. No obstante, Li et al., (2022) descubrieron que la exposición de biberones PES a rayos UV puede promover significativamente la erosión del plástico y además liberar Bisfenol ES, un disruptor endocrino que causa problemas reproductivos y desarrollo de los

órganos. Por ello, resulta fundamental profundizar en el estudio del destino y los efectos del PES en ambientes costeros, a fin de evaluar con mayor precisión sus riesgos ecológicos y sanitarios.

El poliéster fue identificado en los estudios realizados en el estuario y sus zonas aledañas, aunque no se registró en las campañas de El Rincón, lo que sugiere que su presencia estaría restringida a los ambientes costeros. Este resultado contrasta con investigaciones previas que han detectado polímeros de poliéster en distintos sistemas marinos (Pakhomova et al., 2022; Morgana et al., 2018; Rist et al., 2020). Debido a su baja densidad y ligereza, el poliéster puede ser fácilmente transportado por el viento y el escurrimiento superficial, lo que favorece su dispersión desde áreas urbanas hacia los ambientes costeros (Hidalgo-Ruz et al., 2012; Chan & Not, 2023). Una vez incorporado al medio ambiente, tiende a fragmentarse con mayor rapidez que otros plásticos (Song et al., 2017). En concordancia, se ha estimado que el poliéster representa aproximadamente el 23% de la contaminación plástica costera global (Chan & Not, 2023) y el 19% de los plásticos presentes en aguas residuales de Beijing, Japón (Yang et al., 2019).

Por su parte, el PET, utilizado ampliamente en textiles y en envases para alimentos y bebidas, es uno de los polímeros con mayor volumen de producción a nivel mundial (Dhaka et al., 2022). Yang et al. (2019) demostraron que el PET representó el 42,25% del total de MPs de descargas municipales en Beijing, China. Su densidad permite que permanezca suspendido en la columna de agua, aunque con el tiempo puede hundirse debido al biofouling, fenómeno que facilita su deposición en sedimentos (Ronda et al., 2019). Su presencia en el estuario, al igual que en mar abierto, puede explicarse por la degradación de residuos mayores, como botellas o bandejas, representando MPs secundarios. Particularmente, Seo & Cloyd (1991) y Horne et al. (2019) demostraron que la degradación del PET aumenta con exposición a luz UV y la extensión del tiempo de hidrólisis, incrementando el riesgo de una mayor fragmentación MPs.

El EBB recibe descargas de aproximadamente 70.000 m<sup>3</sup>/día de aguas residuales de la ciudad de Bahía Blanca, 19.000 m<sup>3</sup>/día de la ciudad de Punta Alta, y 106.000 m<sup>3</sup>/día de vertidos industriales provenientes del parque industrial (Marcovecchio et al., 2021). Según el informe de la UTN (2014), las industrias Solvay Indupa S.A.I.C., PBB Polisor S.A., Petrobras S.A., Compañía Mega, TGS S.A., Air Liquide S.A., Central Piedra Buena S.A., Profertil S.A. y Cargill SACI vierten sus efluentes al estuario con permisos de descarga, aunque algunas han superado los límites permitidos de contaminantes. Mientras estas y otras empresas continúen teniendo permisos para verter efluentes en el estuario, es probable que la concentración de contaminantes siga en aumento en el medio acuático. En el estuario del Río de la Plata, donde operan destilerías, puertos, astilleros y plantas energéticas, se ha evidenciado que las mayores concentraciones de MPs se encuentran en zonas cercanas a áreas urbanizadas y afectadas por aguas residuales, lo que refleja la influencia directa del uso del suelo y las actividades antrópicas en la acumulación de contaminantes en el ambiente acuático (Arias et al., 2020). En el presente trabajo de tesis, se han identificado químicamente polímeros vinculados a las industrias ubicadas en el EBB tanto en el estuario como a mar abierto. Esto sugiere que, debido al gran número de industrias dedicadas al uso o producción de estos materiales, su presencia como contaminantes seguirá siendo frecuente en ambas áreas.

En este contexto, cobra especial relevancia la situación de la Planta de Tratamiento de Líquidos Cloacales Tercera Cuenca, localizada en un sector particularmente vulnerable del EBB. Las plantas de tratamiento de efluentes actualmente no tienen la capacidad de eliminar todos los MPs de las aguas residuales antes de verterlas en el ambiente o en los sistemas de agua municipales (Xu et al., 2021). Los reiterados fallos operativos y la falta de tratamiento terciario han dado lugar a vertidos que no cumplen con los estándares establecidos por la normativa vigente (Fernandez Severini et al., 2019). Esta situación incrementa el riesgo de acumulación de contaminantes en un ecosistema ya afectado por múltiples presiones antrópicas. Los resultados obtenidos por Fernández Severini et al. (2019) fueron comparados con los de Lares et al. (2018), quienes reportaron la presencia de MPs en distintas etapas de una planta de tratamiento en Finlandia. La comparación reveló que los MPs identificados eran muy similares a los encontrados por Fernández Severini et al. (2019) en el EBB. Además, en el estudio de Browne et al. (2011), se descubrió que las fibras utilizadas en la ropa se asemejan a las que se encuentran en los sitios que reciben descargas de aguas residuales y efluentes cloacales. Por lo tanto, resulta de vital importancia ajustar la normativa vigente respecto a los valores permisibles de los efluentes industriales y urbanos, para garantizar que las descargas de aguas residuales contengan la menor cantidad posible de sustancias dañinas, protegiendo así la salud humana y los ecosistemas (UTN, 2014).

A medida que se avanza mar adentro, suele incrementar la proporción de residuos provenientes de embarcaciones (Pichel et al., 2007). En El Rincón, la pesca industrial constituye una fuente relevante de desechos plásticos debido a la pérdida o deterioro de redes, flotadores, líneas de pesca y otros implementos, lo que no solo amenaza la navegación y los ecosistemas marinos, sino que también contribuye a la contaminación plástica global (Macfadyen et al., 2009; Arias et al., 2020). Como consecuencia, especies de interés pesquero ingieren plásticos que pueden ser transferidos al ser humano a través del consumo, generando un riesgo potencial para la salud humana (Makhdoumi et al., 2022; Colombo et al., 2023). En este trabajo se constató la presencia de MPs en especies comerciales del área de estudio, un patrón coincidente con lo reportado en el estuario del Río de la Plata, donde el 100% de los peces costeros analizados contenían MPs en el estómago (Pazos et al., 2017). Este resultado también se observa a nivel internacional: en el Atlántico oriental y el Mediterráneo, el crustáceo *Crangon crangon* presentó un 63% de ejemplares con MPs (Devriese et al., 2015), mientras que en el estuario del Mondego (Portugal) se detectaron MPs en la lubina (*Dicentrarchus labrax*), la dorada (*Diplodus vulgaris*) y la platija (*Platichthys flesus*), con un 38% de individuos afectados. En este último caso, los polímeros predominantes fueron poliéster, PP y rayón (Bessa et al., 2018).

El PE, PP, PET, PA, CA y poliéster son polímeros ampliamente utilizados en la industria pesquera. El poliéster, por ejemplo, se emplea como resina náutica, sola o combinada con fibra de vidrio, para recubrimiento y refuerzo de embarcaciones. Por su parte, el PE, PP, PET y la PA son esenciales en la fabricación de cuerdas, redes de pesca y sistemas de atraque (Li et al., 2016; Chowdhury et al., 2024). La presencia de estos materiales en el medio marino se refleja en casos documentados de delfines franciscana (*Pontoporia blainvillei*) que han ingerido artículos de pesca, como cuerdas y redes de PA, en áreas al norte de El Rincón (Denuncio et al., 2011), lo que evidencia el impacto directo de la actividad pesquera sobre la fauna marina. Además, la inspección microscópica de microfibras encontradas en camarones y en muestras de agua del EBB detectaron que

provenían de sogas de pesca (Fernández Severini et al., 2020). En este contexto, la zona marítima de El Rincón, con alto potencial pesquero, resulta especialmente vulnerable a la acumulación de plásticos derivados de estas actividades. Asimismo, en el EBB se localiza el puerto más grande del país y la Base Naval Puerto Belgrano (Punta Alta), que concentran un intenso tráfico marítimo junto a 35 empresas pesqueras que operan en el área. En comparación, Arias et al., (2020) destacan que el puerto de Mar del Plata, el segundo en importancia a nivel nacional, también ejerce una fuerte presión antropogénica sobre su línea de costa, con descargas directas de residuos al mar. Según el INDEC (2023), la pesca de altura en Bahía Blanca aumentó de 12,6 toneladas en 2017 a 160,9 toneladas en 2021. A ello se suma el vertido ilegal, intencional o incidental, de residuos desde los buques. A escala global, se estima que cada año se pierden cerca de 640.000 toneladas de artes de pesca en los océanos, lo que representa alrededor del 20% del plástico marino, debido a tormentas, fallas operativas, desconocimiento y baja conciencia ambiental (Macfadyen et al., 2009; Albareda et al., 2021).

## **6.2. Crítica a las leyes ambientales que rigen en el área de estudio**

A pesar de la existencia de ocho acuerdos internacionales y regionales, seis leyes nacionales, cuatro provinciales y una ordenanza municipal que establecen estándares ambientales y normas para la gestión de residuos, aún no se ha logrado una regulación efectiva de los efluentes ni un control adecuado de los plásticos en el área de estudio. En consecuencia, los problemas ambientales que afectan la integridad de los ecosistemas costeros derivan más de la escasa aplicación de las normas vigentes que de su inexistencia, ya que muchas de ellas regulan con claridad las actividades permitidas y las prohibidas en la región (Carbone et al., 2021).

Esta falta de efectividad se acentúa por la débil presencia de normativas locales específicas. Salvo en Bahía Blanca, que cuenta con una ordenanza municipal vinculada al manejo de efluentes, los municipios costeros y estuariales carecen de regulaciones propias que atiendan de manera concreta la gestión de residuos líquidos y sólidos. A ello se suma la ausencia de un sistema eficiente de monitoreo y control, lo que ha permitido que numerosas empresas del estuario continúen vertiendo efluentes sin el tratamiento requerido. Si bien las leyes establecen parámetros de calidad del agua para la descarga de residuos peligrosos, la falta de sanciones efectivas hacia los infractores ha favorecido que la contaminación persista sin consecuencias relevantes (UTN, 2014).

En la Provincia de Buenos Aires, las normativas identificadas se enfocan principalmente en la gestión de residuos sólidos urbanos e industriales, sin distinguir de manera específica a los plásticos ni a sus derivados en escala micro. Este escenario pone de relieve la necesidad de fortalecer la gobernanza ambiental local mediante políticas adaptadas a las condiciones de las zonas costeras, que funcionan como sumideros naturales de contaminantes.

A nivel nacional, la Ley General del Ambiente N.º 25.675 y la Ley Nacional de Residuos N.º 25.916 constituyen marcos importantes, ya que establecen principios sobre sostenibilidad, prevención y gestión de residuos domiciliarios. No obstante, carecen de disposiciones concretas sobre plásticos de un solo uso y MPs, lo que configura un marco insuficiente frente a la problemática planteada. Carenzo (2023) destaca que debería existir una norma

de responsabilidad extendida del productor, que imponga obligaciones a aquellos que introducen productos, como el plástico, en los mercados. A ello se suma que la Ley de Residuos Peligrosos N.º 24.051 tampoco reconoce a los MPs como contaminantes emergentes, pese a la evidencia científica que demuestra su persistencia y toxicidad potencial (Thompson et al., 2020).

En el plano internacional, convenios como la UNCLOS, la CBD, la CMS y el MARPOL aportan marcos jurídicos amplios que establecen obligaciones generales en conservación y prevención de la contaminación marina. Sin embargo, ninguno contempla de manera explícita la problemática de los MPs, lo que limita su alcance frente a un contaminante cuya dispersión se ha intensificado en las últimas décadas. Este vacío puede explicarse, en parte, porque la mayoría de estas normativas fueron elaboradas antes de que la investigación científica evidenciara la ubicuidad y los riesgos de los MPs en ambientes marinos y costeros. Argentina podría inspirarse en otros países o regiones que han adoptado normativas y planes para la gestión de la basura marina. Países del Caribe han establecido un Plan de Acción del Pacífico Noroeste para salvaguardar el medio ambiente marítimo frente a las actividades terrestres (García et al., 2019), el Norte de Europa estableció el Plan de Acción e Implementación Regional para monitorear y reportar basura marina en los puertos (Bishop et al., 2020), y los países que limitan el Mar Báltico firmaron el Plan de Acción Regional del Mar Báltico para la Gestión de Basuras Marinas cuyo objetivo es reducir significativamente la basura marina y minimizar su impacto en ambientes marinos y costeros (Kandziora et al., 2019).

Por último, Besada et al., (2023) resaltan que para diseñar políticas públicas contra la contaminación del plástico es necesario apoyarse en el conocimiento científico, acompañar la transición tanto de las industria productoras de plástico como los consumidores, y por último, involucrar a todos los actores afectados en un proceso participativo para integrar todas las miradas. Es importante establecer objetivos graduales de reducción con el fin de minimizar y hasta prohibir su uso en un plazo establecido. Para futuras investigaciones, la incorporación de entrevistas a autoridades locales y organizaciones de la sociedad civil enriquecería el análisis de las normativa aportando diferentes perspectivas sobre la implementación y aplicación de las leyes ambientales que rigen en el área de estudio.

### **6.3. Recomendaciones y estrategias para abordar la contaminación por MPs**

Es innegable que las áreas urbanas del área de estudio requieren un crecimiento ordenado, respaldado por estudios y leyes que permitan gestionar y administrar adecuadamente sus zonas costeras. Esto es esencial para evitar su deterioro y preservar los recursos naturales, que son una fuente primordial de desarrollo (Comité Técnico Ejecutivo Municipalidad de Bahía Blanca, 2018).

En este contexto, las áreas protegidas surgen como una herramienta clave para equilibrar la necesidad de conservación ambiental con el crecimiento urbano y productivo en las zonas costeras, al ofrecer un marco legal e institucional que permite proteger ecosistemas sensibles frente a las crecientes presiones antrópicas.

### 6.3.1. Áreas Marinas Protegidas (AMPs)

El EBB cuenta con tres reservas naturales: la Reserva Natural Bahía Blanca, Bahía Falsa y Bahía Verde (Ley Provincial 12.101), la Reserva Natural Islote de la Gaviota Cangrejera (Decreto Provincial 469/11) y la Reserva Costera de Bahía Blanca (Decreto Provincial 469/11). Estas áreas brindan servicios ambientales únicos y son cruciales para el desarrollo de especies marinas costeras, además de servir como hábitat para aves migratorias (Carbone et al., 2021). Sin embargo, a pesar de su valor ecológico, estas áreas están amenazadas por la contaminación, especialmente por plásticos, infligiendo una amenaza adicional para las especies amenazadas que habitan la región.

La extensión de las áreas protegidas en el estuario es insuficiente para mantener los procesos naturales a escala de paisaje y es necesario proteger el área limítrofe al norte del Canal Principal y regular los usos portuarios e industriales que sean incompatibles con los objetivos de conservación de estas zonas. Se deben adoptar prácticas de gestión más rigurosas, como la implementación de normas estrictas para el manejo de desechos, la promoción de alternativas sostenibles al plástico y la prohibición de la pesca en estos sectores (Fraschetti et al., 2022). Liubartseva et al., 2019 registraron que seis AMPs del Mediterráneo tenían menos flujo de plástico hacia las costas en comparación con el flujo promedio, resaltando también al transporte marítimo como la principal fuente de contaminación en todas las AMPs estudiadas.

En este contexto, se vuelve urgente avanzar hacia un enfoque de conservación más abarcativo e integral. La designación del Sistema Costero Marino El Rincón como AMP permitiría ampliar la escala de protección, garantizando no solo la conservación de las especies amenazadas y los ecosistemas reconocidos por su valor ecológico, sino también de aquellos sectores desprotegidos pero igualmente estratégicos para la conectividad ecológica y el mantenimiento de procesos naturales clave (DNC/APN, 2017). Esta figura de protección permitiría implementar medidas de manejo más efectivas frente a las amenazas actuales, como la contaminación por plásticos y la presión industrial y portuaria, contribuyendo al cumplimiento de los compromisos nacionales e internacionales de protección ambiental.

### 6.3.2. Recomendaciones finales

A modo de resumen, se ofrecen una serie de recomendaciones y sugerencias prácticas para mitigar la amenaza de la contaminación por plásticos en los ambientes marinos (González Carman et al., 2015, Onyena et al., 2021, Albareda et al., 2021, Carbone et al., 2021, Arias et al., 2022, Lau et al., 2020, Xu et al., 2021, Ronda et al., 2021, Falabella, 2014; DNC/APN, 2017):

- Mejora de la implementación y aplicación
  - Incrementar el control sobre el vertido intencional de desechos, especialmente plásticos, por parte de embarcaciones, y garantizar la disponibilidad de instalaciones adecuadas para la disposición de plásticos en los puertos de la provincia de Buenos Aires.

- Revisar y regular estrictamente los permisos de vertidos de efluentes industriales, con el fin de proteger la salud del ecosistema marino y de las personas que dependen de él.
  - Fortalecer la gestión de residuos en los puertos, así como en los sitios de carga y descarga de cada buque. Para ello, es necesario implementar un sistema eficiente de recepción de los residuos generados a bordo y educar a los tripulantes sobre la correcta clasificación de los desechos.
  - Cerrar los vertederos actuales ubicados en áreas costeras o propensas a inundaciones y eliminar de manera definitiva los vertederos a cielo abierto en la provincia de Buenos Aires.
  - Asegurar que los municipios implementen los planes de gestión de residuos establecidos en la Ley de Gestión de Residuos Domiciliarios, incluyendo esquemas para reutilizar, reciclar y reducir la disposición final de residuos.
  - Asegurar que las plantas depuradoras y de tratamiento de efluentes funcionen adecuadamente y sean monitoreadas periódicamente.
  - Fortalecer la tecnología de las plantas de tratamiento de aguas residuales para aumentar su capacidad de gestionar efluentes y mejorar la retención de MPs, especialmente de microfibras, evitando así su liberación en cuerpos de agua naturales.
- Mejora de las regulaciones actuales
    - Revisar, modificar y/o actualizar la legislación vigente sobre la disposición de residuos sólidos generados a bordo, como los cajones de pescado, y controlar adecuadamente el destino de los mismos.
    - Incorporar explícitamente a los MPs como contaminante emergente en las leyes de residuos y de protección ambiental.
    - Diseñar/actualizar el plan de manejo y plan de gestión para las áreas protegidas Reserva Natural Bahía Blanca, Bahía Falsa y Bahía Verde que proponga objetivos operativos para realizar un monitoreo biológico ambiental, regular las actividades de pesca, turismo recreativo y controlar los desechos.
    - Crear el AMP "El Rincón" para fortalecer la conservación de especies endémicas y vulnerables de la región, y contribuir indirectamente a la mitigación de la contaminación por MPs.
- Acciones para concientizar al público
    - Implementar programas de sensibilización y educación ambiental dirigidos especialmente al público general es clave para abordar el desconocimiento y las percepciones erróneas en torno a la contaminación por plásticos y sus efectos en los ecosistemas marinos.
    - Promover políticas de responsabilidad social empresarial en los sectores industrial y comercial, orientadas a reducir la generación de residuos plásticos, mejorar su gestión y fomentar la economía circular.
    - Incrementar la investigación científica sobre la contaminación plástica en el área de estudio promoviendo la armonización y consenso de metodologías. Esto a su vez facilitará la comunicación entre científicos y tomadores de decisiones/educadores.
    - Articular con los distintos niveles del Estado para avanzar en la implementación de medidas de mitigación eficaces, basadas en la evidencia

científica disponible, más que en percepciones, y con un enfoque de gobernanza ambiental integrada.

## **7. CONCLUSIÓN**

El presente trabajo permitió evaluar de manera integral la contaminación por MPs en el ecosistema marino de El Rincón, combinando análisis cuantitativo de muestras obtenidas durante campañas oceanográficas, revisión bibliográfica de investigaciones regionales recientes y un examen crítico del marco normativo vigente.

Los resultados obtenidos confirman la alta diversidad y abundancia de MPs en la zona, con un predominio de microfibras y de polímeros sintéticos como PE, PES y PBM. Estos hallazgos coinciden con lo registrado en el EBB, lo cual refuerza la hipótesis de una conectividad hidrodinámica entre ambos sistemas, en la que el estuario funciona como una fuente de aporte de contaminantes hacia El Rincón. Asimismo, la concentración de microfibras evidenciado en otras investigaciones del área de estudio y en las siete estaciones de muestreo, indica que las principales fuentes de emisión se relacionan directamente con actividades urbanas, pesqueras e industriales, y que las corrientes costeras desempeñan un rol clave en su dispersión regional.

Por otra parte, el análisis normativo demostró la existencia de un vacío regulatorio en materia de plásticos y MPs, tanto a nivel nacional como provincial y local. Aunque Argentina adhiere a convenios internacionales y cuenta con leyes generales sobre residuos, la implementación de medidas específicas en el área costera y estuarial bonaerense es limitada, dispersa y carece de mecanismos de control eficaces. Esta situación pone en evidencia que la problemática de los MPs aún no ha sido incorporada al marco legal vigente, a pesar de los riesgos ecológicos que plantea.

A partir de este diagnóstico, se formulan recomendaciones orientadas a la gestión ambiental del área, entre ellas: la mejora en la gestión de residuos sólidos urbanos y efluentes, el cierre progresivo de basurales a cielo abierto, la incorporación explícita de los MPs en las políticas públicas locales y la promoción de El Rincón como Área Marina Protegida, lo que permitiría consolidar medidas preventivas y de conservación.

En síntesis, este trabajo constituye un aporte innovador porque no sólo caracteriza la presencia y composición de los MPs en El Rincón, sino que también avanza en la identificación de sus posibles fuentes de contaminación y en el análisis de la conexión con el EBB como origen potencial. De este modo, la investigación ofrece un panorama actualizado y multidimensional de la contaminación plástica en la región, que puede servir de base para la formulación de políticas públicas orientadas a la conservación de la biodiversidad marina y a la sostenibilidad de los ecosistemas costeros de la provincia de Buenos Aires.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Abrameto, M., Dapeña, C., Aldalur, B., Caro, A., Cecchini, V., Fernandez, C., ... & Abate, S. (2013). Marcadores de contaminación urbana y agrícola, en agua superficial y subterránea en el Valle inferior del río Negro, Argentina. In *VIII Congreso Argentino de Hidrogeología y VI Seminario Latinoamericano sobre Termas Actuales de la Hidrología Subterránea (La Plata, 17 al 20 de septiembre de 2013)*. Disponible en: <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/10372>

Acha, E. M., Orduna, M., Rodrigues, K., Militelli, M. I., & Braverman, M. (2012). Caracterización de la zona de “El Rincón” (Provincia de Buenos Aires) como área de reproducción de peces costeros. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero*, 21, 31-43. Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/79392>

Acharya, S., Rumi, S.S., Hu, Y., Abidi, N., (2021). Microfibers from synthetic textiles as a major source of microplastics in the environment: a review. *Textil. Res. J.* 91 (17–18), 2136–2156. <https://doi.org/10.1177/0040517521991244>

Albareda, D., Filippo, P., García, V., González Zevallos, D., Schteinbarg, R., & Zavattieri, V. (2021). *Basura plástica marina: Un problema en común. Material de formación y capacitación para el sector pesquero*. Foro para la Conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia. Disponible en: <https://marpatagonico.org/publicaciones/>

Alfonso, M.B., Scordo, F., Seitz, C., Mavo Manstretta, G.M.M, Ronda, A.C., Arias, A.H., Tomba, J.T., Silva, L.I., Eduardo Perillo, G. M., Piccolo, M.C. (2020). First evidence of microplastics in nine lakes across Patagonia (South America). *Science of the Total Environment* 733 (2020) 139385. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139385>

Anbumani, S., & Kakkar, P. (2018). Ecotoxicological effects of microplastics on biota: A review. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(15), 14373–14396. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1999-x>

Arduzzo, M.G., Fernandez Severini, M.D., Abasto, B., Prieto, G., Rimondino, G., Malanca, F., Buzzi, N.S. (2024). First multi-compartment approach to microplastics in an urbanized estuary of Argentina: The case of Magallana gigas. *Marine Pollution Bulletin* 208. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.117027>

Arias, A. H., Ronda, A. C., Gómez, N. G., Pazos, R., Amalvy, J., Dimauro, R., Ondarza, P. M., Miglioranza, K. S. B., & Marcovecchio, J. (2020). El impacto de los desechos plásticos y los microplásticos en la costa bonaerense. En *Residuos plásticos en Argentina: Su impacto ambiental y en el desafío de la economía circular* (Capítulo 7). Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/126960>

Arias, A. H., Alvarez, G., Pozo, K., Pribylova, P., Klanova, J., Rodríguez Pirani, L. S., Picone, A. L., Alvarez, M., & Tombesi, N. (2023). Beached microplastics at the Bahía Blanca Estuary (Argentina): Plastic pellets as potential vectors of environmental pollution by POPs. *Marine Pollution Bulletin*, 187, 114520. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114520>

Arias, A. H., Ronda, A. C., Oliva, A. L., & Marcovecchio, J. E. (2019). Evidence of microplastic ingestion by fish from the Bahía Blanca Estuary in Argentina, South America. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. <https://doi.org/10.1007/s00128-019-02604-2>

Arthur, C., Baker, J., Bamford, H., (2009). Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects, and Fate of Microplastic Marine Debris. University of Washington Tacoma, Tacoma, WA, USA. <https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/2509>

Asociados (s.f.). Parque Industrial Bahía Blanca. <https://pibb.com.ar/asociados-2/>

ASTM International, (2013). Standard Practice for Coding Plastic Manufactured Articles for Resin Identification. Designation: D7611/D7611M-13e1

Athor, J., & Celsi, C. E. (Eds.). (2016). La Costa Atlántica de Buenos Aires – Naturaleza y Patrimonio Cultural. *Fundación de Historia Natural Félix de Azara*. <https://www.fundacionazara.org.ar/img/libros/la-costa-atlantica-de-buenos-aires.pdf>

Avio, C. G., Gorbi, S., & Regoli, F. (2016). Plastics and microplastics in the oceans: From emerging pollutants to emerging threat. *Marine Environmental Research*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marenvres.2016.05.012>

Barnes, D.K., Galgani, F., Thompson, R.C., Barlaz, M., 2009. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philos. Trans. R. Soc. Biol. Sci.* 364 (1526), 1985–1998. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0205>

Barrows, A.P.W., Cathey, S.E., Petersen, C.W. (2018). Marine environment microfiber contamination: Global patterns and the diversity of microparticle origins. *Environmental Pollution*. Volume 237, June 2018, Pages 275-284. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.02.062>

Bermúdez, J. R., & Swarzenski, P. W. (2021). A microplastic size classification scheme aligned with universal plankton survey methods. *MethodsX*, 8, 101516. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2021.101516>

Besada, A., Subirachs, C., Astesama, C. (2023). El rol de las políticas para minimizar el uso de descartables. *Un mar de plásticos: desafíos nuevos para la cooperación*. Disponible en: [https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2023/02/REVISTA-PULSO\\_N19 .pdf](https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2023/02/REVISTA-PULSO_N19.pdf)

Bessa, F., Barría, P., Neto, J. M., Frias, J. P., Otero, V., Sobral, P., & Marques, J. C. (2018). Occurrence of microplastics in commercial fish from a natural estuarine environment. *Marine pollution bulletin*, 128, 575-584. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.01.044>

Bishop, G., Styles, D., & Lens, P. N. (2020). Recycling of European plastic is a pathway for plastic debris in the ocean. *Environment International*, 142, 105893.

Borrelle, S.B., Rochman, C.M., Liboiron, M., Bond, A.L., Lusher, A., Bradshaw, H., Provencher, J.F., (2017). Opinion: why we need an international agreement on marine plastic pollution. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 114, 9994–9997. <https://doi.org/10.1073/pnas.1714450114>

- Boucher, J. & Friot, D. (2017). *Primary microplastics in the oceans: a global evaluation of sources*, Gland, Switzerland: IUCN, 2017, pp. 2017-002. <https://www.vliz.be/imisdocs/publications/358335.pdf>
- Bremec, C. S., Elías, R., & Giberto, D. A. (2017). El Rincón. *Contribución INIDEP*, N° 2086.
- Browne, M.A. (2015). Sources and pathways of microplastic to habitats. En M. Bergmann, L. Gutow, & M. Klages (Eds.), *Marine anthropogenic litter* (pp. 229–244). Springer.
- Browne, M.A., Crump, P., Niven, S.K., Teuten, E., Tonkin, A., Galloway, T., Thompson, R. (2011). Accumulation of Microplastic on Shorelines Worldwide: Sources and Sinks. *Environmental Science & Technology* 2011 45 (21), 9175-9179. DOI: 10.1021/es201811s
- Browne, M.A., Galloway, T. S., & Thompson, R. C. (2007). Microplastic: An emerging contaminant of potential concern. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 3, 559-566. Disponible en: [https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Agcd%3A2%3A114722/detailv2?sid=ebsco%3Aplink%3Ascholar&id=ebsco%3Agcd%3A27789431&crl=c&link\\_origin=scholar.google.com.ar](https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Agcd%3A2%3A114722/detailv2?sid=ebsco%3Aplink%3Ascholar&id=ebsco%3Agcd%3A27789431&crl=c&link_origin=scholar.google.com.ar)
- Cai, Z., Li, M., Zhu, Z., Wang, X., Huang, Y., Li, T., Gong, H., & Yan, M. (2023). Biological Degradation of Plastics and Microplastics: A Recent Perspective on Associated Mechanisms and Influencing Factors. *Microorganisms*, 11(7), 1661. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11071661>
- Carbone, M. E., Speake, M. Á., & Melo, W. D. (2021). Environmental diagnosis of the protected coastal areas of the Bahía Blanca estuary. In S. M. Fiori & P. D. Pratolongo (Eds.), *The Bahía Blanca estuary* (pp. 345-360). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-66486-2\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-030-66486-2_17)
- Carenzo, S., Saidón, M., & Stevanato, A. (2023). La transición hacia la economía circular de los residuos en Argentina: aportes metodológicos para su abordaje a través del análisis de los casos del plástico y del vidrio. *Estudios Socioterritoriales*, 33, 3-3. <https://dx.doi.org/10.37838/unicen/est.33-141>.
- Carman, M., & González Carman, V. (2016). La fragilidad de las especies: Tensiones entre biólogos y pescadores artesanales en torno a la conservación marina. *Etnográfica*, 20(2), 411–438. Disponible en: [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/45223/CONICET\\_Digital\\_Nro.7d5ba231-dbf2-4e25-916e-c2fcb6704856\\_B.pdf?sequence=8&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/45223/CONICET_Digital_Nro.7d5ba231-dbf2-4e25-916e-c2fcb6704856_B.pdf?sequence=8&isAllowed=y)
- Cerdá, & Khalilova. (2016). Economía Circular. *Economía circular: Estrategia y competitividad empresarial*. Disponible en: <https://www.mintur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/401/CERD%C3%81%20y%20KHALILOVA.pdf>
- Chan, H.H., Not, C., (2023). Variations in the spatial distribution of Expanded polystyrene Marine debris: are Asian's coastlines more affected? *Environ. Adv.* 100342 [doi.org/10.1016/j.envadv.2023.100342](https://doi.org/10.1016/j.envadv.2023.100342).

Choe, K., Kim, K.J., Kim, D., Manford, C., Heo, S., Shahinpoor, M., (2006). Performance characteristics of electro-chemically driven polyacrylonitrile fiber bundle actuators. *J. Intell. Mater. Syst. Struct.* 17 (7), 563–576. <https://doi.org/10.1177/1045389X06059074>

Chowdhury, G.W., Koldewey, H.J., Niloy, N.H., Rahman Khan, M.M., Das, N., Patel, S., Nishat, B., Diana, Z.T., Tsydenova, N., Sarker, S. (2024). Discarded fishing net pollution in coastal areas of Bangladesh. *Science of The Total Environment*. Volume 952. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.175529>

Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 62(12), 2588–2597. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.09.025>

Colombo, C. V., Fernandez-Severini, M. S., Forero-Lopez, A. D., Arduoso, M. G., Rimondino, G. N., Malanca, F. E., & Buzzi, N. S. (2023). Microplastics in commercial seafood: *Pleoticus muelleri* as a case study in an estuarine environment highly affected by human pressure (Southwestern Atlantic). *Environmental Research*, 216, 114738. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114738>

Comité Técnico Ejecutivo Municipalidad De Bahía Blanca. (2018). *Programa: Monitoreo de cuerpos receptores. Subprograma: Estuario de Bahía Blanca*. Disponible en: [https://cte.controlambiental.bahia.gob.ar/inc/emcabb/pim/2018/1.1-Subprograma\\_Estuario\\_De\\_Bahia\\_Blanca.pdf](https://cte.controlambiental.bahia.gob.ar/inc/emcabb/pim/2018/1.1-Subprograma_Estuario_De_Bahia_Blanca.pdf)

Critchell, K., & Hoogenboom, M. O. (2018). Effects of microplastic exposure on the body condition and behaviour of planktivorous reef fish (*Acanthochromis polyacanthus*). *PLoS One*, 13(3), e0193308. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193308>

De Jesus Piñon-Colin, T., Rodriguez-Jimenez, R., Rogel-Hernandez, E., Alvarez Andrade, A., Wakida, F.T., 2019. Microplastics in stormwater runoff in a semiarid region, Tijuana, Mexico. *Sci. Total Environ.* 704, 135411. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135411>

Delgado, A. L., Ángeles, G. R., & Rosell, P. (2009). Estudio de cambio de usos del suelo en el espacio litoral balneario Claromecó, Provincia de Buenos Aires, en el período 1967-2004. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GESIG-UNLU)*, 1(1), 62-80. Disponible en: <http://www.gesig-proeg.com.ar>

Denuncio, P., Bastida, R., Dassis, M., Giardino, G., Gerpe, M., & Rodríguez, D. (2011). Plastic ingestion in Franciscana dolphins, *Pontoporia blainvillei* (Gervais and d'Orbigny, 1844), from Argentina. *Marine pollution bulletin*, 62(8), 1836-1841. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.003>

Devia, L. (2023). Hacia un instrumento internacional jurídicamente vinculante. *Pulso Ambiental – Revista Política y de Debate*. *Un mar de plásticos: desafíos nuevos para la cooperación*. Disponible en: [https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2023/02/REVISTA-PULSO\\_N19\\_.pdf](https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2023/02/REVISTA-PULSO_N19_.pdf)

Devriese, L.I., Van der Meulen, M.D., Maes, T., Bekaert, K., Paul-Pont, I., Frère, L., Robbens, J., Vethaak, A.D. (2015). Microplastic contamination in brown shrimp (*Crangon*

crangon, Linnaeus 1758) from coastal waters of the Southern North Sea and Channel area. *Marine Pollution Bulletin*, Volume 98, Issues 1–2, Pages 179-187, ISSN 0025-326X. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.06.051>.

Dhaka, V., Singh, S., Anil, A. G., Sunil Kumar Naik, T. S., Garg, S., Samuel, J., Kumar, M., Ramamurthy, P. C., & Singh, J., (2022). Occurrence, toxicity and remediation of polyethylene terephthalate plastics. A review. *Environmental Chemistry Letters*, 20, 1777–1800. <https://doi.org/10.1007/s10311-021-01384-8>.

Díaz-Jaramillo, M., Islas, M. S., & González, M. (2021). Spatial distribution patterns and identification of microplastics on intertidal sediments from urban and semi-natural SW Atlantic estuaries. *Environmental Pollution*, 273, 116398. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.116398>

DNC/APN (Dirección Nacional de Conservación/Administración de Parques Nacionales) (2017). Sistema Nacional de Áreas Marinas Protegidas (Ley N° 27.037): Justificación técnica para la creación de seis áreas Marinas Protegidas. Documento Técnico de la Dirección Nacional de Conservación (APN/MAyDS), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. 52 pp. Recuperado de:

Ecoplas (s.f). Datos de Mercado. Recuperado de: <https://ecoplas.org.ar/datos-de-mercado>

Elias, R. (2015). Mar del plástico: Una revisión del plástico en el mar. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero*, 27, 83-105. Disponible en: [https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/10964/RevINIDEP27\\_83.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/10964/RevINIDEP27_83.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Elisio, M., Maenza, R. A., Luz Clara, M., & Baldoni, A. G. (2020). Modeling the bottom temperature variation patterns on a coastal marine ecosystem of the Southwestern Atlantic Ocean (El Rincón), with special emphasis on thermal changes affecting fish populations. *Journal of Marine Systems*, 212, 103445. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2020.103445>

Erni-Cassola, G., Zadjelovica, V., Gibsonb, M.I., Christie-Oleza, J.A. (2019). Distribution of plastic polymer types in the marine environment; A meta-analysis. *Journal of Hazardous Materials*. Volume 369, 5 May 2019, Pages 691-698. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.02.067>

Evode, N., Qamar, S. A., Bilal, M., Barceló, D., & Iqbal, H. M. N. (2021). Plastic waste and its management strategies for environmental sustainability. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 4, 100142. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2021.100142>

Falabella, V. (2014). Identificación de áreas de alto valor de conservación como potenciales áreas marinas protegidas. *Informe elaborado durante la fase preparatoria del Proyecto GEF 5112-FAO-Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable*. Disponible en: [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2018/10/identificacion\\_de\\_areas\\_de\\_alto\\_valor\\_de\\_conservacion\\_2014.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2018/10/identificacion_de_areas_de_alto_valor_de_conservacion_2014.pdf)

Fazey, F.M.C., Ryan, P.G. Biofouling on buoyant marine plastics: an experimental study into the effect of size on surface longevity, *Environ. Pollut.* 210 (2016) 354–360. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.01.026>

Fernández Severini, M. D., Buzzi, N. S., Forero López, A. D., Colombo, C. V., Chatelain Sartor, G. L., Rimondino, G. N., & Truchet, D. M. (2020). Chemical composition and abundance of microplastics in the muscle of commercial shrimp *Pleoticus muelleri* at an impacted coastal environment (Southwestern Atlantic). *Marine Pollution Bulletin*, 161, 111700. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111700>

Fernández Severini, M. D., Villagran, D. M., Buzzi, N. S., & Chatelain Sartor, G. (2019). Microplastics in oysters (*Crassostrea gigas*) and water at the Bahía Blanca Estuary (Southwestern Atlantic): An emerging issue of global concern. *Regional Studies in Marine Science*, 32, 100829. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2019.100829>

Ferronato, C., Guinder, V. A., Chidichimo, M. P., Lopez-Abbate, C., & Amodeo, M. (2021). Zonation of protistan plankton in a productive area of the Patagonian shelf: Potential implications for the anchovy distribution. *Food Webs*, 29, e00211. <https://doi.org/10.1016/j.fooweb.2021.e00211>

Fiori, S.M., Simonetti, P., La Colla, N.S., Giménez, J., Otegui, M.B.P., Palacios, P., Orazi, M., Arias, A.H., Ronda, A.C., Bot, S.E. (2024). Assessment of coastal pollutants and health status of Pacific oysters (*Magallana gigas*) in the Bahía Blanca Estuary and adjacent beaches (Argentina). *Marine Pollution Bulletin* 205. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116652>

Forero López, A. D., Poza, A. M., Colombo, C. V., Morales-Pontet, N. G., Rimondino, G. N., Toniolo, M. A., Malanca, F. E., & Botte, S. E. (2024). Chemical analysis of marine microdebris pollution in macroalgae from the coastal areas of Argentina. *Science of the Total Environment*, 923, 171390. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171390>

Forero-López, A. D., Rimondino, G. N., Truchet, D. M., Colombo, C. V., Buzzi, N. S., Malanca, F. E., Spetter, C. V., & Fernández-Severini, M. D. (2021)b. Occurrence, distribution, and characterization of suspended microplastics in a highly impacted estuarine wetland in Argentina. *Science of the Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147141>

Forero López, A. D., Truchet, D. M., Rimondino, G. N., Maisano, L., Spetter, C. V., Buzzi, N. S., Nazzarro, M. S., Malanca, F. E., Furlong, O., & Fernández Severini, M. D. (2021)a. Microplastics and suspended particles in a strongly impacted coastal environment: Composition, abundance, surface texture, and interaction with metal ions. *Science of the Total Environment*, 754, 142413.

Fraschetti, S., Fabbriizzi, E., Tamburello, L., Uyarra, M. C., & others. (2022). An integrated assessment of the Good Environmental Status of Mediterranean Marine Protected Areas. *Journal of Environmental Management*, 305, 114370. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114370>

Frias, J., Otero, V., & Sobral, P. (2014). Evidence of microplastics in samples of zooplankton from Portuguese coastal waters. *Marine Environmental Research*. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2014.01.001>

Fried, J.L. (2014). *Polymer science and technology* (3rd ed.). Prentice Hall. <https://www.eng.uc.edu/~beaucag/Classes/Properties/Books/Joel%20R.%20Fried%20-%20Polymer%20Science%20and%20Technology-Prentice%20Hall>

Fundación Vida Silvestre (2023). *Alerta plástico: más del 70% de los residuos censados en las playas bonaerenses continúan siendo plásticos*. Disponible en: <https://www.vidasilvestre.org.ar/?25000/Alerta-plastico-mas-del-70-de-los-residuos-censados-en-las-playas-bonaerenses-continuan-siendo-plasticos> [Fecha de acceso: 05/09/2023]

Galloway, T., Cole, M. & Lewis, C. (2017). Interactions of microplastic debris throughout the marine ecosystem. *Nat Ecol Evol* 1, 0116 . <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0116>

Gago, J., Carretero, O., Filgueiras, A. V., & Viñas, L. (2018). Synthetic microfibers in the marine environment: A review on their occurrence in seawater and sediments. *Marine Pollution Bulletin*, 127, 365–376. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.11.070>

Gao, L., Fu, D., Zhao, J., Wu, W., (2021). Microplastics aged in various environmental media exhibited strong sorption to heavy metals in seawater. *Mar. Pollut. Bull.* 169, 112480 <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112480>.

Garcia, B., Fang, M. M., & Lin, J. (2019). Marine plastic pollution in Asia: All hands on deck!. *Chinese Journal of Environmental Law*, 3(1), 11-46.

Garibotti, I. A., Ferrario, M. E., Almandoz, G. O., & Castaños, C. (2011). Seasonal diatom cycle in Anegada Bay, El Rincón estuarine system, Argentina. *Diatom Research*, 26(2), 227–241. <https://doi.org/10.1080/0269249x.2011.604158>

GESAMP. (2019). *Guidelines for the monitoring and assessment of plastic litter and microplastics in the ocean* (Kershaw, P. J., Turra, A., & Galgani, F., Eds.). IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP/ISA Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection. Rep. Stud. GESAMP No. 99, 130p. <http://dx.doi.org/10.25607/OBP-435>

Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7), e1700782. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>

Girones, L., Adaro, M.E., Pozo, K., Baini, M., Panti, C., Fossi, M.C., Marcovecchio, J.E., Ronda, A.C., Arias, A.H. (2024). Spatial distribution and characteristics of plastic pollution in the salt marshes of Bahía Blanca Estuary, Argentina. *Science of the Total Environment* 912. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169199>

González Carman, V., Machain, N., & Campagna, C. (2015). Legal and institutional tools to mitigate plastic pollution affecting marine species: Argentina as a case study. *Marine Pollution Bulletin*. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.12.047>

Gorokhova, E. (2015). Screening for microplastic particles in plankton samples: How to integrate marine litter assessment into existing monitoring programs?. *Marine Pollution Bulletin*. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.07.056>

Gray, A. D., Wertz, H., Leads, R. R., & Weinstein, J. E. (2018). Microplastic in two South Carolina estuaries: Occurrence, distribution, and composition. *Marine Pollution Bulletin*, 128, 223-233. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.01.030>

Guan, J., Qi, K., Wang, J., Wang, W., Wang, Z., et al., (2020). Microplastics as an emerging anthropogenic vector of trace metals in freshwater: significance of biofilms and comparison with natural substrates. *Water Res.* 184, 116205. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116205>

Guerrero, R. (1994). Oceanografía física del Estuario del Río de la Plata y el sistema costero del Rincón. *Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP)*. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/profile/Raul-Guerrero-3/publication/277045682\\_Oceanografia\\_fisica\\_del\\_estuario\\_del\\_Rio\\_de\\_la\\_Plata\\_y\\_el\\_sistema\\_costero\\_de\\_El\\_Rincon\\_Noviembre\\_1994/links/55b22d4208ae092e965034a6/Oceanografia-fisica-del-estuario-del-Rio-de-la-Plata-y-el-sistema-costero-de-El-Rincon-Noviembre-1994.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Raul-Guerrero-3/publication/277045682_Oceanografia_fisica_del_estuario_del_Rio_de_la_Plata_y_el_sistema_costero_de_El_Rincon_Noviembre_1994/links/55b22d4208ae092e965034a6/Oceanografia-fisica-del-estuario-del-Rio-de-la-Plata-y-el-sistema-costero-de-El-Rincon-Noviembre-1994.pdf)

Guinder, V. A., Popovich, C. A., Molinero, J. C., & Perillo, G. M. E. (2010). Long-term changes in phytoplankton phenology and community structure in the Bahía Blanca estuary, Argentina. *Marine Biology*, 157(12), 2703–2716. <https://doi.org/10.1007/s00227-010-1530-5>

Guinder, V. A., Popovich, C. A., & Perillo, G. M. E. (2009). Particulate suspended matter concentrations in the Bahía Blanca estuary, Argentina: Implications for the development of phytoplankton blooms. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 85(2), 157–165. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2009.05.022>

Guinder, V. A., Tillmann, U., Krock, B., Delgado, A. L., Krohn, T., Garzón Cardona, J. E., Metfies, K., López Abbate, C., Silva, R., & Lara, R. (2018). Plankton multiproxy analyses in the Northern Patagonian Shelf, Argentina: Community structure, phycotoxins, and characterization of toxic *Alexandrium* strains. *Frontiers in Marine Science*, 5, Article 394. <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00394>

Haward, M., (2018). Plastic pollution of the world's seas and oceans as a contemporary challenge in ocean governance. *Nat. Commun.* 9, 667. DOI:10.1038/s41467-018-03104-3

Henry, B., Laitala, K., & Klepp, I. G. (2018). Microplastic pollution from textiles: A literature review. *Consumption Research Norway – SIFO*, Project Report No 1–2018. Disponible en: [https://oda.oslomet.no/oda-xmlui/handle/20\\_500.12199/5360](https://oda.oslomet.no/oda-xmlui/handle/20_500.12199/5360)

Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R.C., Thiel, M., (2012) Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification. *Environ. Sci. Technol.* 46, 3060–3075. <https://doi.org/10.1021/es2031505>

Horne, F.J., Liggat, J.J., Macdonald, W.A., Sankey, S.W., 2019. Photo-oxidation of poly (ethylene terephthalate) films intended for photovoltaic backsheet. J. Appl. Polym. Sci. 137, 48623. <https://doi.org/10.1002/app.48623>.

Instituto Argentino de Oceanografía (IADO). (2016). *Programa de monitoreo de la calidad ambiental de la zona interior del estuario de Bahía Blanca. Informe final, 2015-2016*. Disponible en <https://www.bahia.gob.ar/subidos/cte/informes/Informe-FINAL-Monitoreo-2015-2016.pdf>

Instituto Argentino de Oceanografía (IADO). (2018). *Programa de monitoreo de la calidad ambiental de la zona interior del estuario de Bahía Blanca. Informe final, 2017-2018*. Disponible en [https://www.bahia.gob.ar/subidos/cte/informes/Informe-Monitoreo-Estuario-de-Bahia-Blanca\\_-\\_periodo-2017-2018.PDF](https://www.bahia.gob.ar/subidos/cte/informes/Informe-Monitoreo-Estuario-de-Bahia-Blanca_-_periodo-2017-2018.PDF)

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). (2023). *Anuario estadístico de la República Argentina 2021* (Volumen 36). Disponible en [https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/publicaciones/anuario\\_estadistico\\_2021.pdf](https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/publicaciones/anuario_estadistico_2021.pdf)

Izar, G. M., Gimiliani, G. T., Nobre, C. R., Takada, H., Fontes, R. F. C., & Abessa, D. M. D. S. (2022). Can the colors of beach-stranded plastic pellets in beaches provide additional information for the environmental monitoring? A case study around the Santos Port, Brazil. *International Aquatic Research*, 14(1), 23–40. <https://doi.org/10.22034/IAR.2021.689369>

Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., Law, K.L., 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science* 347 (6223), 768–77. DOI: [10.1126/science.1260352](https://doi.org/10.1126/science.1260352)

Kandziora, J. H., Van Toulon, N., Sobral, P., Taylor, H. L., Ribbink, A. J., Jambeck, J. R., & Werner, S. (2019). The important role of marine debris networks to prevent and reduce ocean plastic pollution. *Marine pollution bulletin*, 141, 657-662.

Karasik, R., Vegh, T., Diana, Z., Bering, J., Caldas, J., Pickle, A., Rittschof, D., Virdin, J., (2020). 20 Years of Government Responses to the Global Plastic Pollution Problem. Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions. Duke University, Durham, North Carolina, USA.

Karthik, R., Robin, R.S., Purvaja, R., Ganguly, D., Anandavelu, I., Raghuraman, R., Ramesh, R., 2018. Microplastics along the beaches of southeast coast of India. *Sci. Total Environ.* 45, 1388–1399. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.242>

Kühn, S., van Oyen, A., Bravo Rebolledo, E. L., Ask, A. V., & van Franeker, J. A. (2020). Polymer types ingested by northern fulmars (*Fulmarus glacialis*) and southern hemisphere relatives. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(2), 1643–1655. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10540-6>

Kutralam-Muniasamy, G., Pérez-Guevara, F., Elizalde-Martinez, I., Shruti, V.C., 2020. Review of current trends, advances and analytical challenges for microplastics

contamination in Latin America. *Environ. Pollut.* 267, 115463–115478. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115463>

Lares, M., Chaker Ncibi, M., Sillanpää, M., Sillanpää, M., 2018. Occurrence, identification and removal of microplastic particles and fibers in conventional activated sludge process and advanced MBR technology. *Water Res.* 133, 236–246. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.01.049>

Lasta, C. A. (1994). Prólogo a la Campaña de Evaluación de Recursos Demersales Costeros de la Provincia de Buenos Aires y del Litoral Uruguayo. Resultados de una campaña de evaluación de recursos demersales costeros de la provincia de Buenos Aires y del litoral uruguayo, 1-10.

Lau, W. W. Y., Shiran, Y., Bailey, R. M., Cook, E., Stuchtey, M. R., Koskella, J., Velis, C. A., Godfrey, L., Boucher, J., Murphy, M. B., Thompson, R. C., Jankowska, E., Castillo, A. C., Pilditch, T. D., Dixon, B., Koerselman, L., Kosior, E., Favoino, E., Gutberlet, J., Baulch, S., Atreya, M. E., Fischer, D., He, K. K., Petit, M. M., Sumaila, U. R., Neil, E., Bernhofen, M. V., Lawrence, K., & Palardy, J. E. (2020). Evaluating scenarios toward zero plastic pollution. *Science*, 369(6510), 1455–1461. <https://doi.org/10.1126/science.aba9475>

Li, W. C., Tse, H. F., & Fok, L. (2016). Plastic waste in the marine environment: A review of sources, occurrence and effects. *Science of the Total Environment*, 566–567, 333–349. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.084>

Li, Y., Liu, Y., Liu, S., Zhang, L., Shao, H., Wang, X., & Zhang, W. (2022). Photoaging of baby bottle-derived polyethersulfone and polyphenylsulfone microplastics and the resulting bisphenol S release. *Environmental Science & Technology*, 56(5), 3033-3044. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c05812>

Liubartseva, S., Coppini, G., & Lecci, R. (2019). Are Mediterranean marine protected areas sheltered from plastic pollution?. *Marine Pollution Bulletin*, 140, 579-587. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.01.022>

Lippiatt, S., Opfer, S., and Arthur, C. (2013). Marine Debris Monitoring and Assessment. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-46. [https://marine-debris-site-s3fs.s3.us-west-1.amazonaws.com/s3fs-public/publications-files/TM\\_NOS-ORR\\_46.pdf?VersionId=pANO182x4tnYLJVnFzQcuF\\_5ZoaN.iUY](https://marine-debris-site-s3fs.s3.us-west-1.amazonaws.com/s3fs-public/publications-files/TM_NOS-ORR_46.pdf?VersionId=pANO182x4tnYLJVnFzQcuF_5ZoaN.iUY)

Liu, Y., Zhang, K., Xu, S., Yan, M., Tao, D., (2021). Heavy metals in the “plastisphere” of marine microplastics: adsorption mechanisms and composite risk. *Gondwana Res.* <https://doi.org/10.1016/j.gr.2021.06.017>.

Lobelle, D., Cunliffe, M., 2011. Early microbial biofilm formation on marine plastic debris. *Mar. Pollut. Bull.* 62 (1), 197–200. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.10.013>

Loganathan, Y., Kizhakedathiv, M.P.J., (2023). A Review on Microplastics - An Indelible Ubiquitous Pollutant. *Biointerface Research in Applied Chemistry*. Volume 13, Issue 2, 2023, 126. <https://doi.org/10.33263/BRIAC132.126>

Lu, S., Zhu, K., Song, W., Song, G., (2018). Impact of water chemistry on surface charge and aggregation of polystyrene microspheres suspensions. *Sci. Total Environ.* 630, 951–959. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.2>.

Lucas, A. J., Guerrero, R. A., Mianzán, H. W., Acha, E. M., & Lasta, C. A. (2005). Coastal oceanographic regimes of the northern Argentine continental shelf (34–43°S). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 65(3), 405–420. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2005.06.015>

Macchi, G. J., & Acha, E. M. (1994). Aspectos reproductivos de las principales especies de peces en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguay y en El Rincón. *INIDEP Informe Técnico*, 21, 67–89. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Gustavo-Macchi/publication/277061349\\_Aspectos\\_reproductivos\\_de\\_las\\_principales\\_especies\\_de\\_peces\\_en\\_la\\_Zona\\_Comun\\_de\\_Pesca\\_Argentino-Uruguay\\_y\\_en\\_El\\_Rincon\\_Noviembre\\_1994/links/5578248208ae7521586ef92d/Aspectos-reproductivos-de-las-principales-especies-de-peces-en-la-Zona-Comun-de-Pesca-Argentino-Uruguay-y-en-El-Rincon-Noviembre-1994.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Gustavo-Macchi/publication/277061349_Aspectos_reproductivos_de_las_principales_especies_de_peces_en_la_Zona_Comun_de_Pesca_Argentino-Uruguay_y_en_El_Rincon_Noviembre_1994/links/5578248208ae7521586ef92d/Aspectos-reproductivos-de-las-principales-especies-de-peces-en-la-Zona-Comun-de-Pesca-Argentino-Uruguay-y-en-El-Rincon-Noviembre-1994.pdf)

Macfadyen, G., Huntington, T., Cappell, R., (2009). Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear. UNEP Regional Seas Reports and Studies, No. 185; FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, No. 523. UNEP/FAO, Rome, 115p. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/d7a3fc14-912f-4302-b706-7e39c34f41e0/content/i0620e.htm>

Makhdoumi, P., Hossini, H., Pirsahab, M. (2022). *A review of microplastic pollution in commercial fish for human consumption*. Reviews on Environmental Health, vol. 38, no. 1, 2023, pp. 97-109. <https://doi.org/10.1515/reveh-2021-0103>

Marcovecchio, J. E., Oliva, A. L., La Colla, N. S., Arias, A. H., Botté, S. E., Simonetti, P., Serra, A. V., Negrin, V. L., Ronda, A. C., & Domini, C. E. (2021). Bahía Blanca Estuary: A chemical oceanographic approach. In S. M. Fiori & P. D. Pratolongo (Eds.), *The Bahía Blanca Estuary* (pp. 63–94). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-66486-2\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-66486-2_4)

Martínez, E., Bruno, M., Ortiz, P. S., Cano, M., Tatarian, O., Vaccari, A., & Zanfrillo, A. (2024). Tratamiento de efluentes a bordo de barcos pesqueros. *UTNMDP*. Disponible en: [https://capearalfa.com.ar/wp-content/uploads/documentos/UTNMDP\\_Informe\\_Aguas.pdf](https://capearalfa.com.ar/wp-content/uploads/documentos/UTNMDP_Informe_Aguas.pdf)

Martínez Silva, P., Nanny, M.A., 2020. Impact of microplastic fibers from the degradation of nonwoven synthetic textiles to the Magdalena River water column and river sediments by the city of neiva, huila (Colombia). *Water* 12 (4), 1210. <https://doi.org/10.3390/w12041210> }

Mazariegos-Ortíz, C., de los Angeles Rosales, M., Carrillo-Ovalle, L., Cardoso, R.P., Muniz, M.C., dos Anjos, R.M., 2020. First evidence of microplastic pollution in the El Quetzalito sand beach of the Guatemalan Caribbean. *Mar. Pollut. Bull.* 156, 111220. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111220>

Melo, W. D. (2021). Geography of the Bahía Blanca Estuary. In S. M. Fiori & P. D. Pratolongo (Eds.), *The Bahía Blanca Estuary* (pp. 17–29). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-66486-2\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-66486-2_2)

Mierzejewski, K., Kurzyńska, A., Golubska, M., Całka, J., Gałęcka, I., Szabelski, M., Pauksto, L., Andronowska, A., Bogacka, I., (2023). New insights into the potential effects of PET microplastics on organisms via extracellular vesicle-mediated communication. *Sci. Total Environ.* 904, 166967. <https://doi.org/10.1016/j>.

Miglioranza, K. S. B. (Ed.). (2021). Informes de revisión. Área: Disponibilidad y contaminación del agua, suelos y aire: Contaminación de costas. *REAB-MDP*, 145 pp. Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/174185>

Militelli, M. I., Rodrigues, K. A., Cortés, F., & Macchi, G. J. (2013). Influencia de los factores ambientales en el desove de los esciéndidos en la zona costera de Buenos Aires, Argentina. *Ciencias Marinas*, 39(1), 55–68. <https://doi.org/10.7773/cm.v39i1.2176>

Mishra, S., Rath, C. C., & Prasad Das, A. (2019). Marine microfiber pollution: A review on present status and future challenges. *Marine Pollution Bulletin*, 140, 188–197. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.01.039>

Montecinos, S., Tognana, S., Pereyra, M., Silva, L., & Tomba, J. P. (2021). Study of a stream in Argentina with a high concentration of microplastics: preliminary analysis of the methodology. *Science of the Total Environment*, 760, 143390. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143390>

Morét-Ferguson, S., Law, K.L., Proskurowski, G., Murphy, E.K., Peacock, E.E., Reddy, C.M., 2010. The size, mass, and composition of plastic debris in the western North Atlantic Ocean. *Mar. Pollut. Bull.* 60 (10), 1873–1878. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.07.020>

Morgana, S., Ghigliotti, L., Estevez-Calvar, N., Stifanese, R., Wieckzorek, A., Doyle, T., Christiansen, J.S., Faimali, M., Garaventa, F., (2018). Microplastics in the Arctic: a case study with sub-surface water and fish samples off Northeast Greenland. *Environ. Pollut.* 242, 1078–1086. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.08.001>

Nocetti, V. (2022). El conflicto pesquero en el estuario de Bahía Blanca, quince años de resistencia al proceso de avance extractivista. *La pesca en Sudamérica: Algunos casos en la costa del Atlántico y el Pacífico (Argentina - Chile)*. Disponible en: <https://iess.conicet.gov.ar/index.php/420-la-pesca-en-sudamerica-algunos-casos-en-la-costa-del-atlantico-y-el-pacifico-argentina-chile>

Nudelman, N. S. (2020). *Residuos plásticos en Argentina: Su impacto ambiental y en el desafío de la economía circular*. Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Disponible en: <http://ceiba.agro.uba.ar/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=56665>

OCDE. (2022). La contaminación por plástico crece sin cesar, en tanto que la gestión de residuos y el reciclaje se quedan cortos, dice la OCDE. Disponible en <https://www.oecd.org/espanol/noticias/perspectivas-globales-del-plastico.htm> [Fecha de acceso: 23/08/2023].

Ocampo, M. y Santa Catarina, C. (2019). Plásticos en los océanos. *INCyTU Of. Inf. Científica y Tecnológica para el Congr. La Unión*, 34(6), 9-034.

Ojea, E. (2020). Plastic Bank - Plástico Social en Argentina. *Universidad de San Andrés*. Disponible en: <https://repositorio.udes.edu.ar/handle/10908/18051> [Fecha de acceso: 17/10/2024].

Olivatto, G.P., Martins, M.C.T., Montagner, C.C., Henry, T.B., Carreira, R.S., 2019. Microplastic contamination in surface waters in Guanabara bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Mar. Pollut. Bull.* 139, 157-162. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.12.042>

Onyena, A. P., Aniche, D. C., Ogbolu, B. O., Rakib, M. R. J., Uddin, J., & Walker, T. R. (2021). Governance strategies for mitigating microplastic pollution in the marine environment: A review. *Microplastics*, 1(1), 15–46. <https://doi.org/10.3390/microplastics1010003>

Orhorhoro, E. K. (2025). A review of plastic waste management for a sustainable environment: Composition and approaches. *European Journal of Sustainable Development Research*, 9(3), em0314. <https://doi.org/10.29333/ejosdr/16359>

Pakhomova, S., Berezina, A., Lusher, A.L., Zhdanov, I., Silvestrova, K., Zavialov, P., Bavel, B.V., Yakushev, E., (2022). Microplastic variability in subsurface water from the Arctic to Antarctica. *Environ. Pollut.* 298, 118808 <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.11880>

Pazos, R.S., Maiztegui, T., Colauttia, D.C., Paracampo, A.H., Gómez, N., 2017. Microplastics in gut contents of coastal freshwater fish from Río de la Plata estuary. *Mar. Pollut. Bull.* 122, 85–90. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.06.007>

Peng, X., Chen, M., Chen, S., Dasgupta, S., Xu, H., Ta, K., Du, M., Li, J., Guo, S., & Bai, S. (2018). Microplastics contaminate the deepest part of the world's ocean. *Geochemical Perspectives Letters*, 9, 1–5. Disponible en: [https://www.geochemicalperspectivesletters.org/documents/GPL1829\\_SI.pdf](https://www.geochemicalperspectivesletters.org/documents/GPL1829_SI.pdf)

Perillo GME, MC Piccolo, JE Marcovecchio, 2006. Coastal oceanography of the western south Atlantic continental shelf (33° to 55°S). *The Sea*, Volume 14, Chapter 9.

Petracci, P. and Sotelo, M. (2013). Aves del estuario del estuario de Bahía Blanca, Una herramienta para su conocimiento y conservación. *Bahía Blanca, Argentina: Editorial Muelle Sur*. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/279189553\\_Petracci\\_P\\_y\\_M\\_Sotelo\\_2013\\_Aves\\_del\\_estuario\\_de\\_Bahia\\_Blanca\\_Una\\_herramienta\\_para\\_su\\_conocimiento\\_y\\_conservacion\\_Grupo\\_Editorial\\_Muelle\\_Sur\\_Bahia\\_Blanca\\_192\\_pp](https://www.researchgate.net/publication/279189553_Petracci_P_y_M_Sotelo_2013_Aves_del_estuario_de_Bahia_Blanca_Una_herramienta_para_su_conocimiento_y_conservacion_Grupo_Editorial_Muelle_Sur_Bahia_Blanca_192_pp)

Pichel, W. G., Churnside, J. H., Veenstra, T. S., Foley, D. G., Friedman, K. S., Brainard, R. E., Nicoll, J. B., Zheng, Q., & Clemente-Colón, P. (2007). Marine debris collects within the North Pacific Subtropical Convergence Zone. *Marine Pollution Bulletin*, 54(8), 1207–1211. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2007.04.010>

Piola, A. R., Franco, B. C., Palma, E. D., & Saraceno, M. (2013). Multiple jets in the Malvinas current. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 118(4), 2107–2117. <https://doi.org/10.1002/jgrc.20170>

Plastic Europe (2022). Plastics – the Facts 2022. Recuperado de: [https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2023/03/PE-PLASTICS-THE-FACTS\\_FINAL-DIGITAL-5.pdf](https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2023/03/PE-PLASTICS-THE-FACTS_FINAL-DIGITAL-5.pdf)

Puerto de Bahía Blanca (s.f) |. <https://puertobahia blanca.com/>

Purca, S., Henostroza, A., (2017). Microplastics in four sandy beaches from Peruvian coast. *Rev. Peru. Biol.* 24, 101–106. [10.15381/rpb.v24i1.12724](https://doi.org/10.15381/rpb.v24i1.12724)

Recabarren-Villalon, T., Ronda, A. C., La Sala, L., Sanhueza, C., Díaz, L., Rodríguez Pirani, L. S., Picone, A. L., Romano, R. M., Petracci, P., & Arias, A. H. (2023). First assessment of debris pollution in the gastrointestinal content of juvenile Magellanic penguins (*Spheniscus magellanicus*) stranded on the west south Atlantic coasts. *Marine Pollution Bulletin*, 188, 114628. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.114628>

Resnick, B., (2018). How much plastic is your washing machine sending out to sea? <https://www.vox.com/the-goods/2018/9/19/17800654>.

Ríos, M., Hernández-Moresino, R., & Galván, D. (2020). Assessing urban microplastic pollution in a benthic habitat of Patagonia Argentina. *Marine Pollution Bulletin*, 1–6. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111491>

Rist, S., Vianello, A., Winding, M.H.S., Nielsen, T.G., Almeda, R., Torres, R.R., Vollertsen, J., (2020). Quantification of plankton-sized microplastics in a productive coastal Arctic marine ecosystem. *Environ. Pollut.* 266, 115248 <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115248>

Rojo-Nieto, E., & Montoto, T. (2017). Basuras marinas, plásticos y microplásticos: Orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global. *Ecologistas en Acción*. Disponible en: <https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/56275/2/informe-basuras-marinas.pdf>

Ronda, A. C., Arias, A. H., Rimondino, G. N., Pérez, A. F., Harte, A., & Marcovecchio, J. E. (2021). Plastic impacts in Argentina: A critical research review contributing to the global knowledge. *Current Environmental Health Reports*, 8(4), 401–417. <https://doi.org/10.1007/s40572-021-00323-7>

Ronda, A. C., Blasina, G., Renaud, L., Menéndez, M.C., Tomba, J.P., Silva, L.I. Arias, A. H. (2023a). Effects of microplastic ingestion on feeding activity in a widespread fish on the southwestern Atlantic coast: *Ramnogaster arcuata* (Clupeidae). *Science of The Total Environment* 892. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164715>

Ronda, A. C., Menéndez, M. C., Tombesi, N. M., Álvarez, M., Tomba, J. P., Silva, L. I., & Arias, A. H. (2023b). Microplastic levels on sandy beaches: Are the effects of tourism and coastal recreation really important? *Chemosphere*, 316, 137842. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.137842>

Ronda, A. C., Arias, A. H., Oliva, A. L., & Marcovecchio, J. E. (2019). Synthetic microfibers in marine sediments and surface seawater from the Argentinean continental shelf and a marine protected area. *Marine Pollution Bulletin*, 149, 110618. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110618>

Ryan, P.G. (2016). Ingestion of Plastics by Marine Organisms. In: Takada, H., Karapanagioti, H.K. (eds) Hazardous Chemicals Associated with Plastics in the Marine Environment. The Handbook of Environmental Chemistry, vol 78. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/698\\_2016\\_21](https://doi.org/10.1007/698_2016_21)

Savoretti, A.A., Barbosa, S.E. (2021). Residuos sólidos urbanos en Bahía Blanca: Conocimientos y prácticas. *Indicadores Actividad Económica (IAE)*. Disponible en: [https://www.creebba.org.ar/iae/iae170/5\\_residuos\\_IAE\\_170.pdf](https://www.creebba.org.ar/iae/iae170/5_residuos_IAE_170.pdf)

Seo, K.S., Cloyd, J.D., (1991). Kinetics of hydrolysis and thermal degradation of poly ester melts. *J. Appl. Polym. Sci.* 42, 845e850. <https://doi.org/10.1002/app.1991.070420330>

Sharma, S., Bhardwaj, A., Thakur, M., Saini, A., (2024). Understanding microplastic pollution of marine ecosystem: a review. *Environ Sci Pollut Res* 31, 41402–41445 (2024). <https://doi.org/10.1007/s11356-023-28314-1>

Song, Y.K., Hong, S.H., Jang, M., Han, G.M., Jung, S.W., Shim, W.J., (2017). Combined effects of UV exposure duration and mechanical abrasion on microplastic fragmentation by polymer type. *Environ. Sci. Technol.* 51, 4368–4376. <https://doi.org/10.1021/acs.est.6b06155>

Speake, M. Á., Carbone, M. E., & Spetter, C. V. (2020). Análisis del sistema socio-ecológico del estuario Bahía Blanca (Argentina) y su impacto en los servicios ecosistémicos y el bienestar humano. *Investigaciones Geográficas*, 73. Universidad de Alicante, España. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17664443006>

Speake, M. A., Carbone, M. E., & Spetter, C. V. (2018). Ocurrencia de eventos de emergencia ambiental en el área costera de Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires. *Libro de resúmenes de las XII Jornadas Nacionales de Geografía Física*, 91-95. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/331811066\\_Ocurrencia\\_de\\_eventos\\_de\\_emergencia\\_ambiental\\_en\\_el\\_area\\_costera\\_de\\_Bahia\\_Blanca\\_provincia\\_de\\_Buenos\\_Aires\\_Argentina](https://www.researchgate.net/publication/331811066_Ocurrencia_de_eventos_de_emergencia_ambiental_en_el_area_costera_de_Bahia_Blanca_provincia_de_Buenos_Aires_Argentina)

Subirachs, & Astesana. (2024). Informe conclusiones INC-4 Ottawa, Canadá. *Unplastify*. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/12tfP2xG0neSYEaPUgoWdaylFhRw3vGdE/view?pli=1>

Sutkar, P.R. & Dhulap, V.P. (2025). Advancements in polypropylene biodegradation: A comprehensive microbial and analytical review. *Sustainable Chemistry for the Environment* 9. <https://doi.org/10.1016/j.scenv.2025.100213>

Thompson, R. C., Moore, C. J., Vom Saal, F. S., & Swan, S. H. (2009). Plastics, the environment and human health: Current consensus and future trends. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 2153–2166. <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0053>

Thompson, R. C., Olsen, Y., Mitchell, R. P., Davis, A., Rowland, S. J., John, A. W., ... & Russell, A. E. (2020). Lost at sea: Where is all the plastic? *Science*, 304(5672), 838–838. <https://doi.org/10.1126/science.1094559>

Torres Lepori, A. (2023). Es momento de desplastificarnos. *Pulso Ambiental – Revista Política y de Debate*. Un mar de plásticos: desafíos nuevos para la cooperación. Disponible en: [https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2023/02/REVISTA-PULSO\\_N19\\_.pdf](https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2023/02/REVISTA-PULSO_N19_.pdf)

Truchet, D. M., Arduoso, M. G., Forero-López, A. D., Rimondino, G. M., Buzzi, N. S., Malanca, F., Spetter, C. V., & Fernández-Severini, M. D. (2022). Tracking synthetic microdebris contamination in a highly urbanized estuary through crabs as sentinel species: An ecological trait-based approach. *Science of the Total Environment*, 837, 155631. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155631>

Truchet, D. M., Forero-López, A. D., Arduoso, M. G., Rimondino, G. N., Buzzi, N. S., Malanca, F. E., Spetter, C. V., & Fernández-Severini, M. D. (2021). Microplastics in bivalves, water and sediments from a touristic sandy beach of Argentina. *Marine Pollution Bulletin*, 173, 113023. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113023>

Truchet, D.M., & Noceti, M. B. (2021). Small-scale artisanal fishers and socio-environmental conflicts in estuarine and coastal wetlands. The Bahía Blanca Estuary: Ecology and Biodiversity, 493-519. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-66486-2\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-030-66486-2_18)

Truchet, D.M., Noceti, B. M., Villagran, D. M., & Truchet, R. M. (2022). Alternative conservation paradigms and ecological knowledge of small-scale artisanal fishers in a changing marine scenario in Argentina. *Human Ecology*, 50(2), 209-225. <https://doi.org/10.1007/s10745-022-00309-5>

UTN. (2014). Estudio de la dinámica (espacial y temporal) de los efluentes líquidos industriales y urbanos en la zona del Polo Petroquímico y Área Portuaria de Bahía Blanca. Convenio MBB - UTN FRBB. Disponible en <http://www.bahiablanca.gov.ar/cte/doc/Estudio-de-la-dinamica-de-los-efluentes-industriales-y-urbanos-en-la-zona-Polo-Petroquimico-y-Area-Portuaria-B-Blanca.pdf>

Varinsky, D., (2016). The US may be releasing over 64,000 pounds of tiny synthetic clothing fibers into the water every day. <https://www.businessinsider.com/us-releases-microfibers-into-water-2016-10>

Villagran, D. M., Truchet, D. M., Buzzi, N. S., Forero-López, A. D., & Fernández-Severini, M. D. (2019). A baseline study of microplastics in the burrowing crab (*Neohelice granulata*) from a temperate southwestern Atlantic estuary. *Marine Pollution Bulletin*. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110686>

Von Moos, N., Burkhardt-Holm, P., & Köhler, A. (2012). Uptake and effects of microplastics on cells and tissue of the blue mussel *Mytilus edulis* L. after an experimental exposure. *Environmental Science & Technology*, 46(20), 11327–11335. <https://doi.org/10.1021/es302332w>

Wang, W., Ndungu, A. W., Li, Z., & Wang, J. (2017). Microplastics pollution in inland freshwaters of China: A case study in urban surface waters of Wuhan, China. *Science of the Total Environment*, 575, 1369–1374. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.213>

- Wang, F., Pan, S., Zhang, P., Fan, H., Chen, Y., & Yan, J. (2018). Synthesis and application of phosphorus-containing flame-retardant plasticizer for polyvinyl chloride. *Fibers and Polymers*, 19(5), 1057–1063. <https://doi.org/10.1007/s12221-018-7493-8>
- Wayman, C., & Niemann, H. (2021). The fate of plastic in the ocean environment – A mini-review. *Environmental Science: Processes & Impacts*, 23(2), 198–212. <https://doi.org/10.1039/d0em00446d>
- Wichmann, D., Delandmeter, P., & van Sebille, E. (2019). Influence of near-surface currents on the global dispersal of marine microplastic. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 124, 6086–6096. <https://doi.org/10.1029/2019JC015328>
- Wild, T.B., Khan, Z., Clarke, L., Hejazi, M., Bereslawski, J.L., Suriano, M., Roberts, P., Casado, J., Miralles-Wilhelm, F., Gavino-Novillo, M., Munoz-Castillo, ~ R., Moreda, F., Zhao, M., Yarlagadda, B., Lamontagne, J., Birnbaum, A., (2021). Integrated energywater-land nexus planning in the Colorado River Basin (Argentina). *Reg. Environ. Change* 21 (3), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s10113-021-01775-1>
- Wright, S. L., Thompson, R. C., & Galloway, T. S. (2013). The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. *Environmental Pollution*, 178, 483–492. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.02.031>
- Wu, F., Pennings, S. C., Tong, C., & Xu, Y. (2020). Variation in microplastics composition at small spatial and temporal scales in a tidal flat of the Yangtze Estuary, China. *Science of the Total Environment*, 699, 134252. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134252>
- Xu, Z., Bai, X., & Ye, Z. (2021). Removal and generation of microplastics in wastewater treatment plants: A review. *Journal of Cleaner Production*, 291, 125982. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.125982>
- Yang, L., Li, K., Cui, S., Kang, Y., An, L., Lei, K., 2019. Removal of microplastics in municipal sewage from China's largest water reclamation plant. *Water Res.* 155, 175e181. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.02.046>.
- Ye, S., & Andrady, A. L. (1991). Fouling of floating plastic debris under Biscayne Bay exposure conditions. *Marine Pollution Bulletin*, 22(12), 608–613. [https://doi.org/10.1016/0025-326X\(91\)90249-R](https://doi.org/10.1016/0025-326X(91)90249-R)
- Zalasiewicz, J., Waters, C. N., Summerhayes, C. P., Wolfe, A. P., Barnosky, A. D., Cearreta, A., Crutzen, P., Ellis, E., Fairchild, I. J., Gałuszka, A., Haff, P., Hajdas, I., Head, M. J., Ivar do Sul, J. A., Jeandel, C., Leinfelder, R., McNeill, J. R., Neal, C., Odada, E., Oreskes, N., Steffen, W., Syvitski, J., Vidas, D., Waple, M., & Williams, M. (2017). The working group on the Anthropocene: Summary of evidence and interim recommendations. *Anthropocene*, 19, 55–60. <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2017.09.001>

## 9. ANEXO

*Tabla A1: Abreviaturas y nombres completos de los polímeros plásticos identificados en el presente trabajo de tesis.*

| Abreviación | Nombre completo                  |
|-------------|----------------------------------|
| PET         | Politereftalato de etileno       |
| HDPE        | Polietileno de alta densidad     |
| PVC         | Policloruro de vinilo            |
| LDPE        | Polietileno de baja densidad     |
| PP          | Polipropileno                    |
| PS          | Poliestireno                     |
| PE          | Polietileno                      |
| PU          | Poliuretano                      |
| PBM         | Metacrilato de polibutilo        |
| PES         | Poli (éter sulfona)              |
| SBM         | Estireno butílico metacrilato    |
| PDP         | Poli dialil ftalato              |
| ABS         | Acrilonitrilo-butadieno-estireno |
| PMMA        | Poli (metacrilato de metilo)     |
| EP          | Epoxi                            |
| PA          | Poliamida                        |
| STY         | Estireno                         |
| PI          | Poliisopreno                     |
| PTFE        | Politetrafluoroetileno           |
| SA          | Alcohol alílico estireno         |
| CMC         | Carboxi-Metilcelulosa            |
| CA          | Acetato de celulosa              |
| PAN         | Poliacrilonitrilo                |

*Tabla All: Recolección de muestras de zooplancton con red Bongo de la Campaña EH-0119*

| <b>N° Estación General</b> | <b>Fecha</b> | <b>N° y Tipo Red De Plancton</b> | <b>Malla Red (Micrones)</b> | <b>Latitud</b> | <b>Longitud</b> | <b>Profundidad de Fondo (m)</b> | <b>Vol. Fil. (M³)</b> | <b>MPs Totales</b> |
|----------------------------|--------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------|---------------------------------|-----------------------|--------------------|
| 1                          | 24/09/2019   | BGO 01                           | 300                         | -41,94         | -62,23          | 53                              | 252,90                | 4                  |
| 2                          | 24/09/2019   | BGO 02                           | 300                         | -41,62         | -62,30          | 47,6                            | 204,91                | 0                  |
| 3                          | 25/09/2019   | BGO 03                           | 300                         | -41,93         | -61,64          | 61,4                            | 247,30                | 4                  |
| 6                          | 25/09/2019   | BGO 04                           | 300                         | -41,71         | -61,59          | 53,8                            | 118,44                | 4                  |
| 7                          | 25/09/2019   | BGO 05                           | 300                         | -41,35         | -61,72          | 45,6                            | 182,19                | 1                  |
| 8                          | 25/09/2019   | BGO 06                           | 300                         | -41,70         | -61,54          | 53,5                            | 311,43                | 2                  |
| 9                          | 26/09/2019   | BGO 07                           | 300                         | -41,19         | -61,19          | 45,5                            | 138,11                | 0                  |
| 11                         | 26/09/2019   | BGO 09                           | 300                         | -41,77         | -61,17          | 57,8                            | 158,79                | 9                  |
| 12                         | 26/09/2019   | BGO 10                           | 300                         | -41,43         | -61,13          | 53,3                            | 288,34                | 1                  |
| 13                         | 26/09/2019   | BGO 11                           | 300                         | -40,94         | -61,21          | 44,6                            | 109,20                | 3                  |
| 14                         | 26/09/2019   | BGO 12                           | 300                         | -41,09         | -61,08          | 51                              | 200,08                | 15                 |
| 15                         | 26/09/2019   | BGO 13                           | 300                         | -41,33         | -60,85          | 64,3                            | 217,46                | 3                  |
| 18                         | 27/09/2019   | BGO 14                           | 300                         | -40,66         | -60,50          | 56,7                            | 327,25                | 14                 |
| 19                         | 27/09/2019   | BGO 15                           | 300                         | -40,66         | -60,63          | 52,2                            | 162,10                | 7                  |
| 20                         | 28/09/2019   | BGO 16                           | 300                         | -40,27         | -60,50          | 48,7                            | 179,39                | 8                  |
| 21                         | 28/09/2019   | BGO 17                           | 300                         | -40,55         | -60,14          | 65,4                            | 191,86                | 4                  |
| 22                         | 28/09/2019   | BGO 18                           | 300                         | -40,47         | -60,08          | 62,8                            | 275,70                | 15                 |
| 23                         | 28/09/2019   | BGO 19                           | 300                         | -39,65         | -60,34          | 45,5                            | 84,53                 | 1                  |
| 25                         | 28/09/2019   | BGO 20                           | 300                         | -37,06         | -59,92          | 52,7                            | 163,96                | 6                  |

*Tabla AIII: Recolección de muestras de zooplancton con red Bongo de la Campaña VA-1318*

| <b>N° Estación General</b> | <b>Fecha</b> | <b>N° y Tipo Red De Plancton</b> | <b>Malla Red (Micrones)</b> | <b>Latitud</b> | <b>Longitud</b> | <b>Profundidad de Fondo (m)</b> | <b>MPs Totales</b> |
|----------------------------|--------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------|---------------------------------|--------------------|
| 837                        | 11/10/2018   | BGO1                             | 300                         | -39,28         | -59,12          | 63                              | 10                 |
| 839                        | 11/10/2018   | BGO2                             | 300                         | -39,05         | -59,52          | 53                              | 0                  |
| 841                        | 11/10/2018   | BGO3                             | 300                         | -38,88         | -59,80          | 29                              | 0                  |
| 843                        | 12/10/2018   | BGO4                             | 300                         | -39,05         | -60,00          | 24                              | 0                  |
| 844                        | 12/10/2018   | BGO5                             | 300                         | -39,17         | -59,93          | 34                              | 0                  |
| 846                        | 12/10/2018   | BGO6                             | 300                         | -39,38         | -59,57          | 56                              | 0                  |
| 847                        | 1/10/2018    | BGO7                             | 300                         | -39,66         | -59,87          | 50                              | 1                  |
| 849                        | 13/10/2018   | BGO8                             | 300                         | -39,38         | -60,42          | 41                              | 0                  |
| 851                        | 13/10/2018   | BGO9                             | 300                         | -39,09         | -60,86          | 19                              | 0                  |
| 852                        | 14/10/2018   | BGO10                            | 300                         | -39,96         | -60,27          | 51                              | 1                  |
| 853                        | 14/10/2018   | BGO11                            | 300                         | -39,83         | -60,55          | 49                              | 0                  |
| 854                        | 14/10/2018   | BGO12                            | 300                         | -39,69         | -60,77          | 38                              | 0                  |
| 855                        | 14/10/2018   | BGO13                            | 300                         | -39,62         | -60,94          | 31                              | 0                  |
| 856                        | 14/10/2018   | BGO14                            | 300                         | -39,49         | -61,15          | 26                              | 0                  |
| 857                        | 14/10/2018   | BGO15                            | 300                         | -39,42         | -61,34          | 21                              | 0                  |
| 858                        | 15/10/2018   | BGO16                            | 300                         | -39,32         | -61,48          | 19                              | 0                  |
| 866                        | 16/10/2018   | BGO17                            | 300                         | -40,39         | -60,58          | 52                              | 8                  |
| 869                        | 16/10/2018   | BGO18                            | 300                         | -40,00         | -61,29          | 28                              | 0                  |
| 872                        | 17/10/2018   | BGO19                            | 300                         | -39,72         | -61,85          | 18                              | 0                  |
| 880                        | 19/10/2018   | BGO20                            | 300                         | -40,98         | -60,92          | 54                              | 0                  |
| 882                        | 19/10/2018   | BGO21                            | 300                         | -40,73         | -61,32          | 44                              | 9                  |
| 884                        | 19/10/2018   | BGO22                            | 300                         | -40,51         | -61,74          | 29                              | 0                  |
| 890                        | 21/10/2018   | BGO23                            | 300                         | -41,34         | -61,53          | 52                              | 3                  |
| 892                        | 21/10/2018   | BGO24                            | 300                         | -41,16         | -61,81          | 47                              | 1                  |
| 894                        | 21/10/2018   | BGO25                            | 300                         | -40,98         | -62,21          | 27                              | 0                  |

|     |            |       |     |        |        |    |    |
|-----|------------|-------|-----|--------|--------|----|----|
| 895 | 21/10/2018 | BGO26 | 300 | -41,17 | -62,72 | 27 | 0  |
| 896 | 21/10/2018 | BGO27 | 300 | -41,28 | -62,96 | 33 | 0  |
| 898 | 22/10/2018 | BGO28 | 300 | -41,54 | -62,15 | 52 | 12 |
| 900 | 22/10/2018 | BGO29 | 300 | -41,87 | -62,27 | 58 | 1  |
| 902 | 23/10/2018 | BGO30 | 300 | -42,83 | -63,05 | 78 | 3  |
| 903 | 23/10/2018 | BGO31 | 300 | -42,69 | -63,21 | 78 | 0  |
| 904 | 23/10/2018 | BGO32 | 300 | -42,48 | -62,71 | 77 | 2  |
| 906 | 23/10/2018 | BGO33 | 300 | -42,15 | -63,22 | 49 | 1  |
| 907 | 24/10/2018 | BGO34 | 300 | -42,15 | -62,44 | 64 | 0  |
| 909 | 24/10/2018 | BGO35 | 300 | -41,84 | -62,97 | 50 | 4  |
| 910 | 24/10/2018 | BGO36 | 300 | -41,56 | -62,74 | 45 | 0  |

*Tabla AIV: Recolección de muestras con botellas Niskin de la Campaña VA-1318*

**Campaña VA-1318 - Botellas oceanográficas Niskin**

| <b>N° Estación General</b> | <b>Fecha</b> | <b>Latitud</b> | <b>Longitud</b> | <b>Microfibras Totales</b> |
|----------------------------|--------------|----------------|-----------------|----------------------------|
| 852                        | 14/10/2018   | -39,96         | -60,27          | 12                         |
| 853                        | 14/10/2018   | -39,83         | -60,55          | 24                         |
| 854                        | 14/10/2018   | -39,69         | -60,77          | 24                         |
| 855                        | 14/10/2018   | -39,62         | -60,94          | 25                         |
| 856                        | 14/10/2018   | -39,49         | -61,15          | 39                         |
| 857                        | 14/10/2018   | -39,42         | -61,34          | 49                         |
| 858                        | 15/10/2018   | -39,32         | -61,48          | 35                         |