



Universidad de la República
Facultad de Ciencias
Programa de Posgrado en Ciencias Ambientales

Ocurrencia, abundancia y distribución de residuos de plásticos en sedimentos superficiales marinos en bahía Maxwell, isla Rey Jorge/25 de Mayo-Antártida

Autor: Lic. Alejandro Rafael Ramos García (aleramos@fcien.edu.uy)

Tutor: Dr. Juan Pablo Lozoya Azcárate (jlozoya@cure.edu.uy)

Tribunal:

Dra. Natalia Venturini (rulo@fcien.edu.uy)

Dr. Felipe García-Rodríguez (felipegr@fcien.edu.uy)

Dr. Alvar Carranza (alvar.carranza@gmail.com)

2024

Tesis de Maestría en Ciencias Ambientales

RESUMEN

La contaminación de los océanos por plástico es un tema de gran relevancia actualmente, tanto para los científicos como para la sociedad general, especialmente cuando se trata de lugares como la Antártida, donde a pesar de no existir industrias ni grandes centros poblados esta contaminación ya ha sido documentada en diversas matrices. En esta tesis se estudió la presencia, composición polimérica y densidad de microplásticos en los sedimentos del fondo marino y en los macroinvertebrados bentónicos filtradores en la bahía Maxwell en la isla Rey Jorge/25 de Mayo (islas Shetland del Sur, Antártida). Las muestras de sedimento se colectaron con una draga Van Veen (0,1 m²) en seis estaciones a lo largo de 3,6 km de costa desde la bahía Fildes hasta la bahía Collins, tomándose entre tres y cuatro réplicas por sitio. Para cada estación, se caracterizó el sedimento (granulometría y contenido de materia orgánica) y se evaluó la presencia y densidad de microplásticos. Asimismo, los invertebrados filtradores bentónicos más grandes encontrados (ascidias y bivalvos) fueron aislados para evaluar su posible interacción con los microplásticos. Los microplásticos se separaron del sedimento después de una secuencia de separación por densidad (K₂CO₃), digestión (H₂O₂) y filtración (malla de 100 µm). Paralelamente, se digirieron y filtraron individualmente bivalvos y ascidias de tamaño centimétrico (H₂O₂ y malla de 100 µm). Todas las partículas antropogénicas encontradas en los filtros se categorizaron por forma, tamaño y color, y luego se analizó su composición mediante microscopía infrarroja por transformada de Fourier (micro-FTIR), identificando los microplásticos por su composición polimérica (≥ 70% de coincidencia). Se encontraron microplásticos en cinco estaciones, con una densidad media de 10 ± 12,7 ítems/kg_{SEDIMENTO SECO}, mostrando una clara relación con el tamaño medio de grano; asimismo, se encontraron microplásticos en tres de cinco bivalvos y en cuatro de siete ascidias, con una densidad media de 0,52 ítems/g_{ORGANISMO} para los bivalvos y 0,13 ítems/g_{ORGANISMO} para las ascidias, confirmándose la presencia de microplásticos en los sedimentos marinos submareales de la bahía Maxwell y su consumo por la fauna bentónica.

PALABRAS CLAVE: microplásticos, Antártida, contaminación marina, bahía Maxwell, sedimentos marinos, macrofauna bentónica.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi tutor, Dr. Juan Pablo Lozoya, por brindarme la posibilidad de realizar la Maestría en una temática tan fascinante como lo es la contaminación ambiental en el ambiente antártico y por su gran apoyo durante la redacción de este documento.

Al equipo AntarPLAST, Dr. Juan Pablo Lozoya, Dr. Franco Teixeira de Mello, Dra. Gissell Lacerot, Lic. Bárbara De Feo, Lic. Evelyn Krojmal y Dr. Miguel González, por apoyarme en todo momento durante este desafiante proceso, destacando muy especialmente su apoyo durante la campaña de muestreo y en la determinación de la composición polimérica de los plásticos.

Al Instituto Antártico Uruguayo y especialmente a la Dotación XXXVIII por brindarme todas las herramientas logísticas y por generar un excelente ambiente de trabajo y convivencia durante la campaña de verano 2021-2022. En este punto quiero destacar especialmente al equipo de buzos sin quienes la toma de muestras no habría podido realizarse.

Al Dr. Pablo Muniz y la Lic. Jennifer Pereiradel Instituto de Oceanografía y Ecología Marina, IECA, Facultad de Ciencias por su apoyo durante la etapa del trabajo con los organismos bentónicos.

A la MSc. Mariona González Pineda de la Universidad de Barcelona por su colaboración en la identificación taxonómica de los ejemplares de bivalvos y ascidias utilizados.

Al Dr. Andrés Canavero del Centro Universitario Regional Este por su invaluable ayuda con los análisis estadísticos.

Al tribunal, Dra. Natalia Venturini, Dr. Felipe García-Rodríguez y Dr. Alvar Carranza, quienes ya desde la etapa de revisión y defensa de proyecto brindaron aportes que enriquecieron el desarrollo de mi proyecto de maestría.

A la Agencia Nacional de Investigación e Innovación por financiar mi proyecto a través del programa de becas de Maestría.

A mi familia por apoyarme como siempre.

A todos ustedes ¡MUCHAS GRACIAS!

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Plástico y residuos plásticos	1
1.2. Impactos ambientales asociados a los residuos plásticos	2
1.3. La Antártida y la contaminación por plástico	3
2. OBJETIVOS	9
2.1. Objetivo general	9
2.2. Objetivos específicos	9
3. MATERIALES Y MÉTODOS	10
3.1. Área de estudio	10
3.2. Toma de muestras	13
3.3. Sedimentología	17
3.4. Prospección de plásticos y microplásticos	19
3.5. Análisis y distribución espacial de microplásticos en el gradiente costero	24
4. RESULTADOS	25
4.1. Sedimentología	25
4.2. Plásticos y microplásticos en sedimentos marinos	27
4.3. Presencia de microplásticos en organismos bentónicos	39
5. DISCUSIÓN	45
5.1. Plásticos y microplásticos en sedimentos marinos	45
5.2. Presencia de microplásticos en organismos bentónicos	51
6. CONCLUSIONES	55
7. RECOMENDACIONES	56
8. BIBLIOGRAFÍA	57
ANEXO I:	68
Reporte de los controles para la determinación de la presencia de fibras en el aire	
ANEXO II:	70
Partículas colectadas del sedimento con detalle de clasificación, color y tamaño	
ANEXO III:	
Resultados del análisis de espectrometría infrarroja de transformada de Fourier en las partículas colectadas en los sedimentos	78

ÍNDICE DE FIGURAS

1	Mapa de la península Fildes	11
2	Bases científicas permanentes en la península Fildes	12
3	Aeródromo Teniente Rodolfo Marsh y cruceros turísticos	12
4	Área del proyecto con detalle de los sitios de muestreo	13
5	Costas de la Península Fildes próximas a los sitios de toma de muestras	15
6	Metodología aplicada	16
7	Análisis granulométrico	18
8	Crisesoles para determinación de materia orgánica	18
9	Etapas para la preparación de la solución de carbonato de potasio	20
10	Verificación del peso de la solución	21
11	Flotación de plásticos	21
12	Digestión de materia orgánica	22
13	Grupos de organismos escogidos para evaluar el consumo de microplásticos	22
14	Micro y mesoplásticos colectados en el punto de muestreo número 2	23
15	Tamaño medio de grano y porcentaje de materia orgánica por sitio	27
16	Densidad de partículas potencialmente plásticas	28
17	Detalle de algunas de las partículas colectadas	29
18	Distribución de las tallas de las partículas	30
19	Distribución de las tallas de las partículas menores a 3 mm	30
20	Distribución porcentual de las tallas de las partículas	31
21	Categorías de microplásticos colectados	31
22	Porcentajes de partículas por categorías de forma	32
23	Porcentajes de partículas por categorías de color	32
24	Fragmentos del equipo de frío desprendidos durante el muestreo	33
25	Principales polímeros identificados	35
26	Correlograma: partículas potencialmente plásticas y microplásticos	37
27	Relación entre la densidad de partículas y las posibles variables explicativas	38
28	Regresión múltiple considerando distancia y tamaño de grano	39
29	Bivalvos milimétricos	40
30	Ejemplares de la fauna bentónica de mayor tamaño	40
31	Ejemplares de ascidias y bivalvos digeridos	41
32	Colores de las fibras identificadas en la fauna bentónica	42
33	Composición polimérica de las fibras identificadas en la fauna bentónica	43

ÍNDICE DE TABLAS

I	Sitios y fechas de muestreo	14
II	Cálculos para la determinación del porcentaje de materia orgánica	19
III	Distribución granulométrica de los sitios con mayor cantidad de sedimentos finos	25
IV	Estadística descriptiva de los sitios con mayor cantidad de sedimentos finos	25
V	Distribución granulométrica de los sitios de sedimentos arenosos	26
VI	Estadística descriptiva de los sitios de sedimentos arenosos	26
VII	Determinación del contenido de materia orgánica de los sedimentos	26
VIII	Masa de sedimento, abundancias y densidades de partículas para cada sitio	28
IX	Resultados del test de Tukey para la comparación de las medias de cada sitio	29
X	Cantidad de partículas potencialmente plásticas colectadas en cada sitio	34
XI	Densidad de partículas potencialmente plásticas y densidad de partículas plásticas con un grado de confirmación del 70%	36
XII	Presencia de fibras en organismos y controles de aire	42
XIII	Resultados del análisis de microFTIR en las fibras colectadas de los organismos	44

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Plástico y residuos plásticos

El término “plástico” agrupa a un conjunto de polímeros orgánicos sintéticos, con poco más de un siglo de existencia (Derraik, 2002), cuya producción generalmente requiere del petróleo como materia prima principal y que a grandes rasgos puede subdividirse en dos categorías: termoplásticos (p.ej. polietileno -PE-, tereftalato de polietileno -PET-, cloruro de polivinilo -PVC-) y termoestables (p.ej. poliuretano -PU-, resinas epoxi) (ONU-PNUMA, 2018). Los productos plásticos se caracterizan por ser económicos, ligeros y duraderos (Barnes *et al.*, 2009), y por lo tanto su producción a nivel mundial ha presentado un crecimiento constante desde el año 1950, pasando de 1,7 Mt a 400,3 Mt en 2022 (PlasticsEurope, 2012; 2023).

En relación a los residuos plásticos, se estima que a nivel global apenas el 9% es reciclado, un 12% es incinerado y el 79% restante es dispuesto en vertederos o en el ambiente (ONU-PNUMA, 2018). En este sentido, se ha estimado una fuga de plásticos al océano de entre 4,8 y 12,7 Mt/año (Jambeck *et al.*, 2015), previendo que llegue en 2030 a unas 90 Mt/año si se mantienen las formas de manejo actuales y a 53 Mt/año aplicando ambiciosas estrategias de manejo (Borrelle *et al.*, 2020). La inadecuada gestión de los residuos que se generan en la producción y el uso del plástico posibilita su fuga desde tierra hacia los mares y océanos, tanto por vertidos directos, como por pérdidas durante su traslado, arrastre por escorrentías pluviales, o por efecto del viento (Barnes *et al.*, 2009; Derraik, 2002; ONU-PNUMA, 2011; Schwarz *et al.*, 2019). Si bien existen aportes desde fuentes marinas asociadas a diversas actividades, siendo la pesca comercial la más significativa, se estima que el 80% de los residuos que ingresan al océano provienen de fuentes terrestres (Li *et al.*, 2016). En este sentido, es importante destacar que desde 1990 el vertido de residuos al océano desde los buques es una actividad prohibida según lo establecido por el anexo V del tratado de MARPOL (Barnes *et al.*, 2009).

Los residuos plásticos son considerados el principal componente de los desechos que acaban en el océano (Cole *et al.*, 2011), que, por ser livianos, resistentes y tener generalmente una flotabilidad positiva pueden desplazarse por largas distancias (Derraik, 2002; Van Sebille *et al.*, 2022). Se ha reportado la presencia de residuos plásticos lejos de los márgenes

continentales (es decir, lejos de las principales zonas de producción y desecho), tanto en la columna de agua como en los fondos marinos, llegando a encontrarse depositados incluso en las planicies abisales (e.g. Abel *et al.*, 2023; Barboza *et al.* 2019; Van Cauwemberghe *et al.*, 2013; Woodall *et al.*, 2014). Tal es el grado de ubicuidad de los residuos plásticos que su presencia ha sido documentada en las regiones polares en costas, agua marina, hielo y sedimentos de fondo (e.g. Cunningham *et al.*, 2020; Gonzalez-Pleiter *et al.*, 2021; Lacerda *et al.*, 2019; Lozoya *et al.*, 2022; Munari *et al.*, 2017; Obbard, 2018; Perfetti-Bolaño *et al.*, 2022; Waller *et al.*, 2017). La ocurrencia de residuos plásticos en regiones tan distantes a centros urbanos e industriales se debe, además de las fuentes puntuales locales, al transporte desde otras latitudes por las corrientes marinas (Caruso *et al.*, 2022; Obbard, 2018; Rota *et al.*, 2022; Suaria *et al.*, 2020; Tirelli *et al.*, 2020; Van Sebille, 2015; Van Sebille *et al.*, 2015).

En cuanto refiere al tamaño de los desechos plásticos, la clasificación mayormente aceptada en ámbitos científicos-técnicos define a los residuos menores a 1 micrómetro como nanoplásticos, los menores de 5 mm como microplásticos (MPs), los menores de 25 mm como mesoplásticos, los menores de 1 m como macroplásticos y aquellos mayores a 1 m como megaplásticos (ATCM, 2019; Cole *et al.*, 2011; Frías *et al.*, 2018; GESAMP, 2019; Van Cauwemberghe *et al.*, 2013). Haciendo foco en los microplásticos, estos podrán tener un tamaño menor a 5 mm debido a que fueron producidos en ese rango de talla, como ocurre por ejemplo con los *pellets* o algunos exfoliantes (*microbeads*), en cuyo caso hablaremos de microplásticos primarios. Sin embargo, si su tamaño es consecuencia del desgaste y la fragmentación de residuos de mayor tamaño, debido a procesos físicos, químicos y/o biológicos, hablaremos de microplásticos secundarios (Cole *et al.*, 2011; GESAMP, 2019).

Finalmente, es importante considerar que una vez depositados en el fondo marino los plásticos pueden permanecer durante siglos en los sedimentos (Derraik, 2002).

1.2. Impactos ambientales asociados a los residuos plásticos

En cuanto refiere a los microplásticos se han identificado como los principales impactos la ingestión, acumulación o translocación de residuos dentro de los organismos, la bioacumulación y la incorporación en las redes tróficas de otros contaminantes adsorbidos como metales pesados y COPs a través de los consumidores primarios (Cole *et al.*, 2011; Van

Cauwemberghe *et al.*, 2013). En el caso de los COPs, podrían encontrarse en los plásticos desde su origen por haber sido adicionados durante su fabricación (e.g. Polibromodifenil éteres -PDBE- utilizados como retardantes de llama) o debido a la adsorción, un proceso que dependerá de la hidrofobicidad del contaminante, el tipo de polímero, la edad del plástico, la temperatura, la presión, la salinidad y la presencia de *biofouling* (Gallo *et al.*, 2018). Finalmente, es importante indicar que la naturaleza hidrofóbica de los plásticos facilita la formación de *biofilms* facilitando la colonización de numerosos tipos de microorganismos (*Plastisfera*, Zettler *et al.*, 2013) que terminan trasladándose junto con los residuos, siendo algunos de ellos patógenos con el potencial de afectar a animales marinos e incluso al hombre. Se ha reportado además la transferencia horizontal de plásmidos con genes resistentes a antibióticos en comunidades de microbios adheridas a microplásticos (Lacerda *et al.*, 2019; 2020).

En el caso de los meso y macroplásticos, fueron identificados como impactos directos a la biodiversidad, por ejemplo, la ocurrencia de lesiones y muerte de vertebrados por enredo o ingestión de estos residuos, alteraciones fisiológicas y endócrinas asociadas a contaminantes orgánicos persistentes (COPs) adsorbidos en los plásticos ingeridos por ejemplo en aves y reptiles, y también la introducción de especies exóticas transportadas por plásticos flotantes (e.g. Barboza *et al.*, 2019; Cole *et al.*, 2011; Derraik, 2002; Thiel *et al.*, 2011). Se han reportado también impactos sobre la estructura y capacidad de intercambio gaseoso de los lechos marinos como consecuencia de la sedimentación y el hundimiento de residuos plásticos (e.g. Barboza *et al.*, 2019; Cole *et al.*, 2011). Finalmente, se ha reportado el deterioro en la calidad escénica y la afectación a las actividades de pesca, transporte de mercaderías y generación de energía debido al enredo y daño de equipos e infraestructuras (Cole *et al.*, 2011; IUCN s.f.).

1.3. La Antártida y la contaminación por plástico

La Antártida -establecida como una “reserva natural consagrada a la paz y la ciencia” según el Protocolo al Tratado Antártico o Protocolo de Madrid (1991)-, es un continente de casi 14.000.000 km² que comprende dos regiones (Antártida Oriental y Antártida Occidental) que se hallan separadas por las montañas Transantárticas que van desde el mar de Weddell hasta el mar de Ross, y son la mayor cadena montañosa del continente con una extensión de 3.300

km (Simões, 2011; Bastias, 2014). La región Oriental consiste en un cratón que se separó de Australia entre el Paleoceno superior y el Eoceno inferior, en tanto la Occidental está constituida por una serie de bloques microcontinentales que se separaron definitivamente de América del Sur durante el Oligoceno superior, originándose así el pasaje de Drake (Masquelin *et al.*, 2009). La Antártida se encuentra completamente rodeada por el océano Austral, y está cubierta en un 99,7% por un manto de hielo con un espesor medio de 1.829 m que representa el 90% de la masa de la Criósfera, estimándose que las áreas libres de hielo abarcan entre 21.745 y 45.886 km² (Pertierra *et al.*, 2021). Este continente, que presenta temperaturas medias que varían en función de la distancia al polo, oscilando entre -2,8°C en la Península Antártica y -55°C en el centro del continente (Simões, 2011), tiene un rol fundamental a nivel global en la circulación termohalina, la regulación climática y el balance hídrico de los océanos, siendo de gran relevancia también para los recursos pesqueros asociados al océano Austral (Murphy *et al.*, 2021; Pertierra *et al.*, 2021).

En cuanto refiere a la presencia humana en la Antártida, se observa una concentración de actividades en la zona costera, siendo la península Antártica (la región más cercana a Sudamérica) la que presenta el mayor grado de antropización (e.g. Hughes *et al.*, 2011; Pertierra *et al.*, 2017). Al noroeste de la península Antártica se encuentran las Shetland del Sur, un archipiélago de unos 500 km que se extiende en dirección NE–SW entre los paralelos 61°–63°S y los meridianos 54°–63°W (Bastias, 2014), siendo la mayor la isla Rey Jorge/25 de Mayo, (límite oriental 61°54'S, 57°38'W y límite occidental 62°14'S, 59°0'W). Esta isla ha presentado una disminución en su cobertura de hielo, registrándose un descenso del 1,6% entre 2000 y 2008, implicando una retracción de los glaciares, el derretimiento del permafrost y cambios en la escorrentía superficial, derivando en alteraciones en las geoformas, el paisaje y los ecosistemas (e.g. Braun *et al.*, 2012; Schmid *et al.*, 2017). El glaciar Collins es uno de los que se ha visto afectado por el aumento de la temperatura, principalmente el sector norte donde se expresan las mayores potencias y velocidades de desplazamiento del hielo (hasta 3,72 m/año) (Simoes *et al.*, 2015). Ubicado con su centro próximo a las coordenadas 62°12'S; 58°57'W, este glaciar tiene una superficie de 15 km² y una altura máxima de 270 m, siendo el más cercano a la Base Científica Antártica Artigas. Su retroceso da lugar a la generación de depósitos de morrena, canales de drenaje de aguas de deshielo y lagos (Simoes *at al.*, 2015), que en su límite occidental se encuentran

comprendidos dentro de la Zona Antártica Especialmente Protegida (ZAEP) 125 (García-Rodríguez *et al.*, 2021). La vegetación de la isla Rey Jorge/25 de Mayo se constituye principalmente por musgos, líquenes y las plantas vasculares *Colobanthus quitensis* (clavel antártico) y *Deschampsia antarctica* (pasto antártico); por su parte, la fauna se caracteriza a nivel de vertebrados por la presencia de pingüinos, petreles, skúas, elefantes marinos y focas, en tanto a nivel de invertebrados se identifican dípteros, colémbolos, poliquetos, bivalvos y anfípodos, entre otros (e.g. De Feo, 2021; Harris, 1991; Olech, 2002; Siciński *et al.*, 2011). Los sectores de mayor desarrollo de cobertura vegetal se encuentran comprendidos dentro las ZAEP, las cuales son zonas de gran biodiversidad e importancia científica (Schmid *et al.*, 2017). Existen en esta área dos ZAEP, la ya mencionada 125 y la 150 establecida para la Isla Ardley en la bahía Maxwell (Braun *et al.*, 2012; RCTA XXXII).

Una de las mayores zonas libres de hielo de la Antártida Marítima, y la mayor de la isla Rey Jorge/25 de Mayo, es la península Fildes. Ubicada en el extremo SW de la isla, y abarcando una superficie de 29 km², esta área presenta una geomorfología correspondiente a ambientes glaciares, periglaciares y costeros, con una precipitación media anual de 687,4 mm y una temperatura media anual de -2,2°C (Schmid *et al.*, 2017; García-Rodríguez *et al.*, 2021). Desde el punto de vista de las actividades humanas, la península Fildes representa uno de los principales y más accesibles centros logísticos de la península Antártica (Convey, 2020). Para los estándares antárticos, esta zona presenta una concentración de actividades humanas extraordinariamente alta, incluyendo la investigación científica, la logística y el turismo, que en los últimos años ha aumentado significativamente (Convey, 2020; Gao *et al.*, 2021; IAATO s.f.). Asociados a estas actividades, distintos autores han descrito diversas presiones e impactos en el ambiente. Braun *et al.* (2012) identifican impactos derivados de la construcción de infraestructuras, la inadecuada gestión de residuos y efluentes, derrames de hidrocarburos, tránsito vehicular, y actividades de ocio y recreación, indicando que la designación de la Península Fildes como una Zona Antártica Especialmente Administrada podría ser una medida de gestión adecuada para su conservación. Convey (2020) incorpora a la lista de impactos ambientales la quema de residuos sin elementos que garanticen la reducción de emisiones de material particulado y gases tóxicos. Gao *et al.* (2021) estimaron el impacto acumulativo en el ecosistema terrestre de la península Fildes de distintas amenazas, incluyendo entre otros el cambio climático, el turismo, la generación de energía,

y los vertidos de petróleo, estos últimos también analizados por Bueno *et al.* (2018) y Rodríguez *et al.* (2018) para zona de la Base Científica Antártica Artigas. Adicionalmente, el derretimiento de los glaciares de la isla produce un incremento en la escorrentía de agua de deshielo, la cual a su vez arrastra más sedimentos como consecuencia del retroceso de los glaciares y el aumento de las superficies libres de hielo. Estos aportes desde tierra afectan también a los ecosistemas marino-costeros debido a alteraciones por ejemplo en la estratificación de la columna de agua, la turbidez, la tasa de sedimentación, y la disponibilidad de nutrientes (Venturini *et al.*, 2020).

En cuanto a la contaminación por plástico, Harris (1991) hace tres décadas ya publicó la presencia de residuos en las costas de la bahía Maxwell, tales como botellas, bolsas, boyas, espumas y nylon. Estos primeros registros concuerdan con lo publicado por Waluda *et al.* (2020) en el Océano Austral (regiones de South Georgia y South Orkneys), donde a partir de la revisión de 30 años de datos sobre basura marina los macroplásticos representaron entre el 80% y el 90% (en masa) del total de los residuos encontrados. En cuanto a microplásticos en playas de la península Fildes, Lozoya *et al.* (2022) reportaron valores que están dentro del rango encontrado para playas urbanas con grandes cantidades de micro y mesoplásticos, aunque monitoreos posteriores evidenciaron una alta variabilidad a lo largo de los años. Por su parte, Waller *et al.* (2017) realizaron una revisión de los antecedentes reportados respecto a la ocurrencia de microplásticos en aguas superficiales del Océano Austral, observando que los valores se encontrarían dentro del rango reportado para regiones altamente pobladas. Cincinelli *et al.* (2017) por su parte reportaron valores de microplásticos en agua superficial menores a los de Waller *et al.* (2017), al igual que Suaria *et al.* (2020) quienes informaron que la concentración de macro y microplásticos en el Océano Austral sería varios órdenes de magnitud inferior a lo reportado para otras zonas del planeta. Esto podría estar indicando una considerable heterogeneidad espacial en la abundancia de estos residuos, evidenciando la necesidad de continuar con los esfuerzos de muestreo.

La presencia de residuos plásticos también ha sido reportada en los sedimentos del Océano Austral. Munari *et al.* (2017) analizaron 31 muestras de sedimentos en la bahía de Terra Nova, próximas a la Base científica italiana Mario Zuchelli, identificando residuos plásticos en todos los sitios muestreados, con tamaños entre 0,3 y 22 mm. Reed *et al.* (2018)

estudiaron 60 muestras de sedimentos de la isla Adelaida, en la zona de influencia de la Base científica inglesa Rothera. En este caso no solo se constató la presencia de microplásticos sino también una disminución de estos al aumentar la distancia a la Base. Por otra parte, Van Cauwemberghe *et al.* (2013) analizaron muestras provenientes de tres regiones profundas del Océano Austral, identificando la presencia de un solo microplástico (118 μm de largo) colectado a 2.749 m de profundidad. En cuanto a la isla Rey Jorge/25 de Mayo, Waller *et al.* (2017) informaron de la presencia de residuos plásticos en sedimentos y macroalgas próximos a la Base peruana Machu Picchu en Bahía Almirantazgo, con tamaños de entre 1 y 23 mm. Más recientemente Perfetti-Bolaño *et al.* (2022) reportaron la presencia de fibras en sedimentos intermareales de la bahía Maxwell, en la costa de la península Fildes frente a la ubicación de la Base científica chilena Presidente Eduardo Frei Montalva. La fauna antártica también se ha visto afectada por este contaminante, existiendo reportes de microplásticos en diversos tipos de organismos bentónicos (e.g. Gonzalez-Aravena *et al.*, 2024; Sfriso *et al.*, 2020; Simmons, 2023).

Respecto al posible origen de los residuos plásticos encontrados en estas altas latitudes, distintos autores coinciden en que la presencia de residuos plásticos en aguas del océano Austral se asocia principalmente a fuentes locales asociadas a las actividades desarrolladas en la Antártida (e.g. científica, pesca y turismo) (e.g. Caruso *et al.*, 2022; Cincinelli *et al.* 2017; Rota *et al.*, 2022; Waller *et al.* 2017; Waluda *et al.* 2020). Cabe destacar, sin embargo, que algunos autores han cuestionado la función de barrera que la Corriente Circumpolar Antártica cumpliría aislando la Antártida, debido por ejemplo a la llegada de macro-algas desde latitudes menores (e.g. Avila *et al.* 2020; Chown *et al.*, 2015; Fraser *et al.*, 2018). Estos resultados sugieren que además de las fuentes locales existirían posibles entradas de basura marina, y plásticos y microplásticos, transportados desde regiones muy distantes por efecto de las corrientes marinas (Caruso *et al.*, 2022; Lozoya *et al.*, 2024; Rota *et al.*, 2022; Suaria *et al.*, 2022). Además de estas fuentes remotas marinas, diversos autores sugieren también transporte de microplásticos por vía atmosférica implicando una nueva ruta para los aportes asociados a fuentes distantes pero también a fuentes locales. En este sentido, modelos específicos sugieren que la Antártida actuaría como un importador neto de microplásticos atmosféricos, con un papel relevante del flujo océano-atmósfera (Aves *et al.*, 2022; Brahney *et al.*, 2021).

Según Cincinelli *et al.* (2017) el continente antártico es un lugar ideal para evaluar la propagación de contaminantes globales como los residuos plásticos, donde el monitoreo de la ocurrencia y distribución de estos residuos resulta fundamental para proteger la diversidad biológica y evaluar sus posibles efectos sobre la vida silvestre. Esto cobra gran relevancia al considerar que se han descrito impactos por presencia de plásticos a distintos niveles, desde organismos hasta servicios ecosistémicos (Caruso *et al.*, 2022). En esta misma línea, Lacerda *et al.* (2019) indican que el ecosistema antártico es especialmente vulnerable a este tipo de contaminantes y que esta problemática es aun pobremente entendida. Es por ello que la generación de resultados y conocimiento sobre la contaminación por plástico en la Antártida ha sido destacada como urgente, a fin de poder dimensionar sus posibles efectos y definir estrategias para su prevención y mitigación (Caruso *et al.*, 2022; Convey, 2020; Rota *et al.*, 2022; Waller *et al.*, 2017; Waller & Hughes, 2018). Reafirmando lo anterior, en sucesivas Reuniones Consultivas del Tratado Antártico se ha destacado la necesidad de información de base respecto a la contaminación por plásticos para la toma de decisiones, recomendando a los gobiernos promover el monitoreo de esta contaminación en la Antártida utilizando estándares y metodologías comparativas, particularmente cerca de áreas de actividad humana (ATCM42 IP033; ATCM42 IP133; ATCM42 WP14; ATCM44 BP13).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Caracterizar la contaminación por plásticos en los sedimentos marinos de la bahía Maxwell (península Fildes, Antártida).

2.2. Objetivos específicos

1. Determinar la densidad y distribución de residuos plásticos en los sedimentos marinos de la bahía Maxwell (distancia a las Bases y dinámica costera).
2. Caracterizar los residuos plásticos presentes en los sedimentos marinos.
3. Cuantificar la presencia de microplásticos en organismos de la comunidad macrobentónica marina.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Si bien las investigaciones en torno a la contaminación por plásticos han aumentado con el tiempo, autores como Caruso *et al.* (2022) y Rota *et al.* (2022) remarcan la necesidad de aumentar los esfuerzos en torno a la estandarización de los protocolos de trabajo y la presentación de la información. En este escenario abordajes como el de Albarrán *et al.* (2024), quienes presentan resultados sobre residuos antropogénicos detallando el porcentaje correspondiente a residuos plásticos, parecen acertados. Por ello, en este trabajo se siguió una línea similar informando y analizando la totalidad de las partículas potencialmente plásticas sobre las cuales se aplicaron técnicas analíticas que permitieron determinar específicamente los niveles de contaminación por plástico en las zonas estudiadas, brindando el mayor nivel de detalle posible, procurando facilitar una comparación de resultados con futuros estudios.

3.1. Área de estudio

La tesis se desarrolló en la isla Rey Jorge/25 de Mayo, la más grande del archipiélago de las islas Shetland del Sur, ubicado a unos 120 km al noroeste de la península Antártica. En el extremo suroeste de esta isla se ubica la Península Fildes (Fig. 1), una de las áreas libre de hielo más grande de la Antártida y una de las principales vías de ingreso a la península Antártica. Este sector de la isla, y en particular la costa este de esta península, se caracteriza por una alta densidad de actividades humanas, asociadas sobre todo a las cuatro Bases científicas permanentes que allí se ubican: la Base Científica Antártica Artigas (Uruguay), la Base Presidente Eduardo Frei Montalva (Chile), la Base Gran Muralla (China) y la Base Bellingshausen (Rusia) (Fig. 2). Allí también se encuentra el asentamiento civil permanente chileno Villa las Estrellas ubicado contiguo a su Base científica, y se desarrollan múltiples actividades principalmente asociadas a las actividades turísticas tanto por la llegada de aviones al Aeródromo Teniente Rodolfo Marsh como de cruceros y buques logísticos a la Bahía Maxwell (Fig. 3).

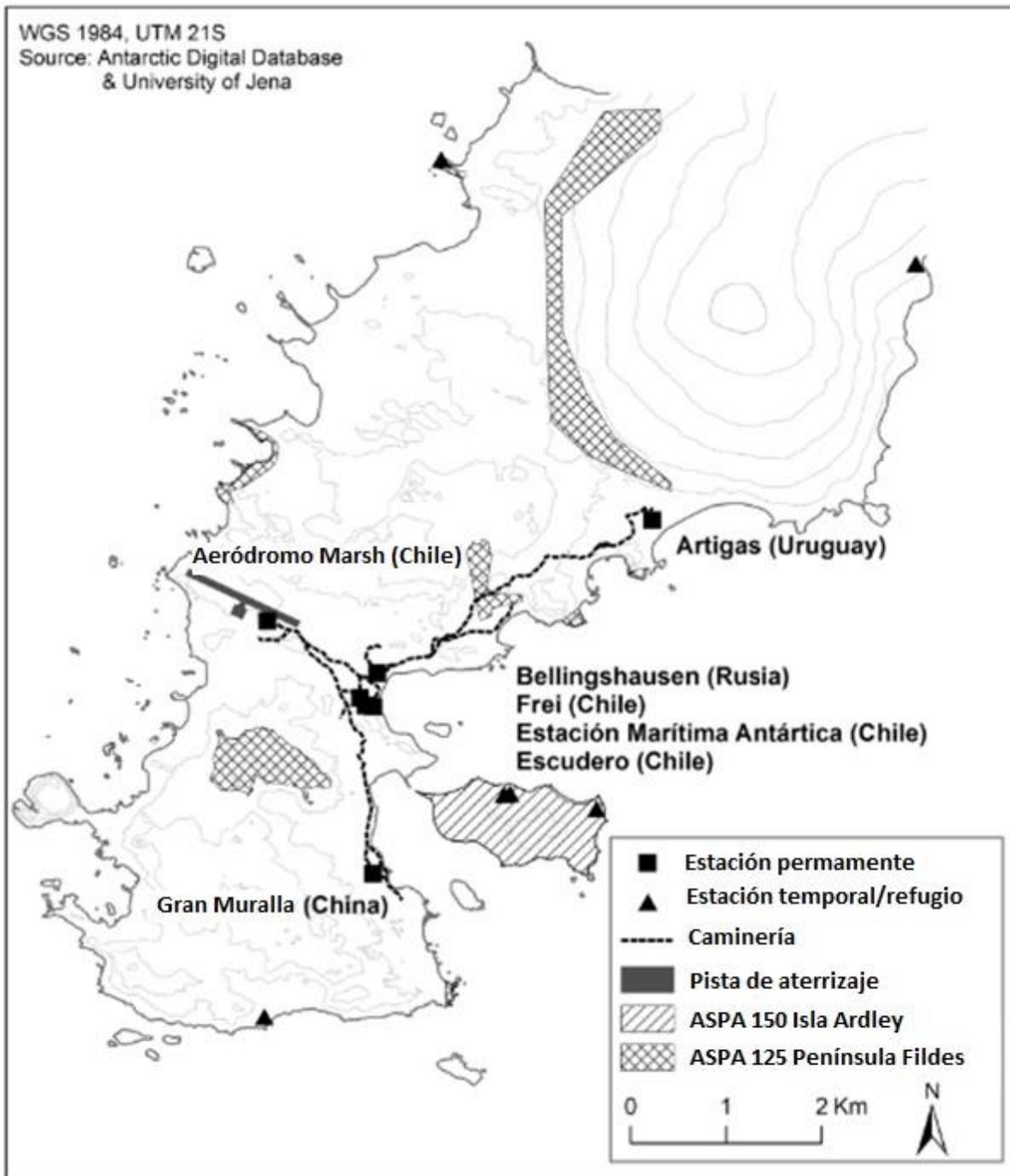


Fig. 1. Mapa de la península Fildes. Se identifican las Bases científicas, el aeródromo, la caminería, las áreas especialmente protegidas y el glaciar Collins. Tomado de Braun *et al.* (2012).



Fig. 2. Bases científicas permanentes en la península Filiz: **a)** Base Científica Antártica Artigas (Uruguay); **b)** Base Presidente Eduardo Frei Montalva (Chile) y Base Bellingshausen (Rusia); **c)** Base Gran Muralla¹ (China).



Fig. 3. **a)** Aeródromo Teniente Rodolfo Marsh; **b)** cruceros turísticos.

¹ Tomada de Google Earth Street View.

3.2 Toma de muestras

Las muestras de sedimentos marinos fueron colectadas entre el 9 y el 25 de febrero de 2022, en 6 puntos de la Bahía Maxwell, siguiendo el perfil de costa de la península Fildes a lo largo de 3,5 km desde Villa de las Estrellas hasta el glaciar Collins (Fig. 4). La tabla I reporta los detalles de las 6 estaciones, incluyendo la latitud, la longitud, el número de réplicas y la profundidad para cada uno de los sitios de muestreo.

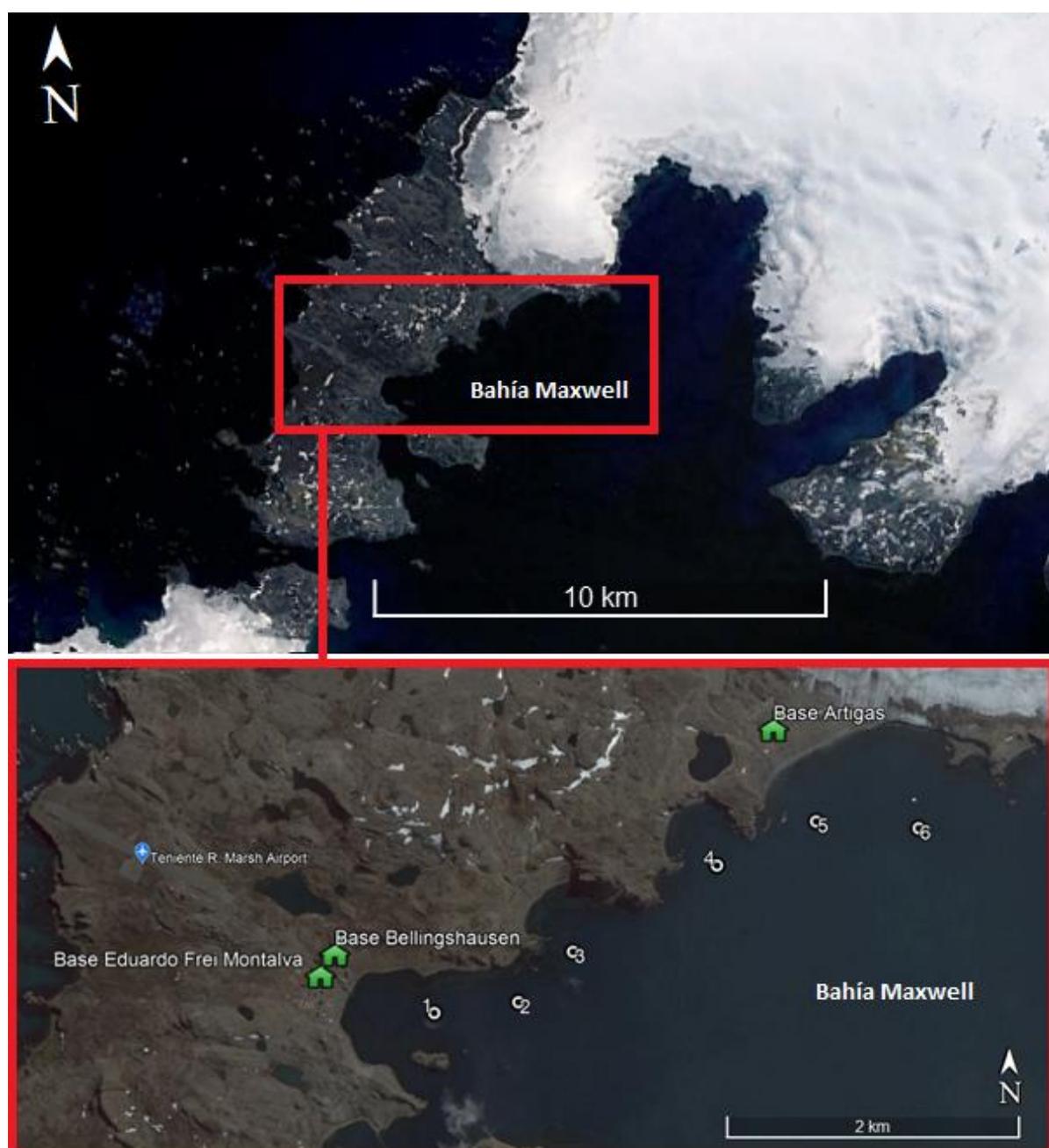


Fig. 4. Imagen satelital del área del proyecto con detalle de la zona de muestreo (rojo), indicándose la ubicación de los seis puntos de toma de muestra.

Tabla I. Detalles de los sitios y fechas de muestreo.

Sitios	Réplicas	Latitud (S)	Longitud (W)	Profundidad (m)	Fecha
1	1	62°12'03,1"	58°56'52,7"	20,5	09/02/2022
	2			19,5	
	3			25,5	
2	1	62°12'0,7"	58°56'12,0"	41,0	17/02/2022
	2			42,4	23/02/2022
	3			40,6	
	4			41,0	
3	1	62°11'49,5"	58°55'47,2"	19,8	09/02/2022
	2			19	
	3			16,9	
4	1	62°11'30,3"	58°54'39,2"	18,2	09/02/2022
	2			16,0	
	3			19,8	
	4			16,4	
5	1	62°11'20,5"	58°53'52,4"	19,0	09/02/2022
	2			21,9	
	3			22,8	
	4			17,6	
6	1	62°11'22,0"	58°53'04,0"	112,0	23/02/2022
	2			61,9	25/02/2022
	3			94,5	
	4			83,8	

Las muestras obtenidas fueron acondicionadas e identificadas adecuadamente para su posterior análisis en los laboratorios de la BCAA y el CURE, con particular atención en posibles fuentes de contaminación cruzada asociada a microplásticos en el muestreo. Para ello se registraron los colores de la ropa utilizada y se tomaron muestras de los trajes de agua, en particular de aquellos que pudieran liberar partículas al momento de manipular la draga y guardar la muestra.

A partir de las muestras obtenidas se caracterizó la granulometría y el contenido de materia orgánica de cada uno de los sitios y se evaluó la contaminación por plásticos y microplásticos, colectando además de manera oportunista los organismos bentónicos filtradores de mayor tamaño para evaluar su posible interacción con estos contaminantes. A continuación, se detallan los pasos y metodologías específicas utilizadas tanto para la caracterización sedimentológica como para la detección y cuantificación de plásticos y microplásticos en los sedimentos y los organismos macrobentónicos encontrados (Fig. 6).



Fig. 5. Costa de la Península Fildes próximas a los sitios de toma de muestras: **a)** Base Presidente Eduardo Frei Montalva²; **b)** antiguos tanques de combustible rusos; **c)** Base Científica Antártica Artigas; **d)** arroyo AINA²; **e)** glaciar Collins.

² Tomada de Google Earth Street View.

DIAGRAMA METODOLÓGICO APLICADO

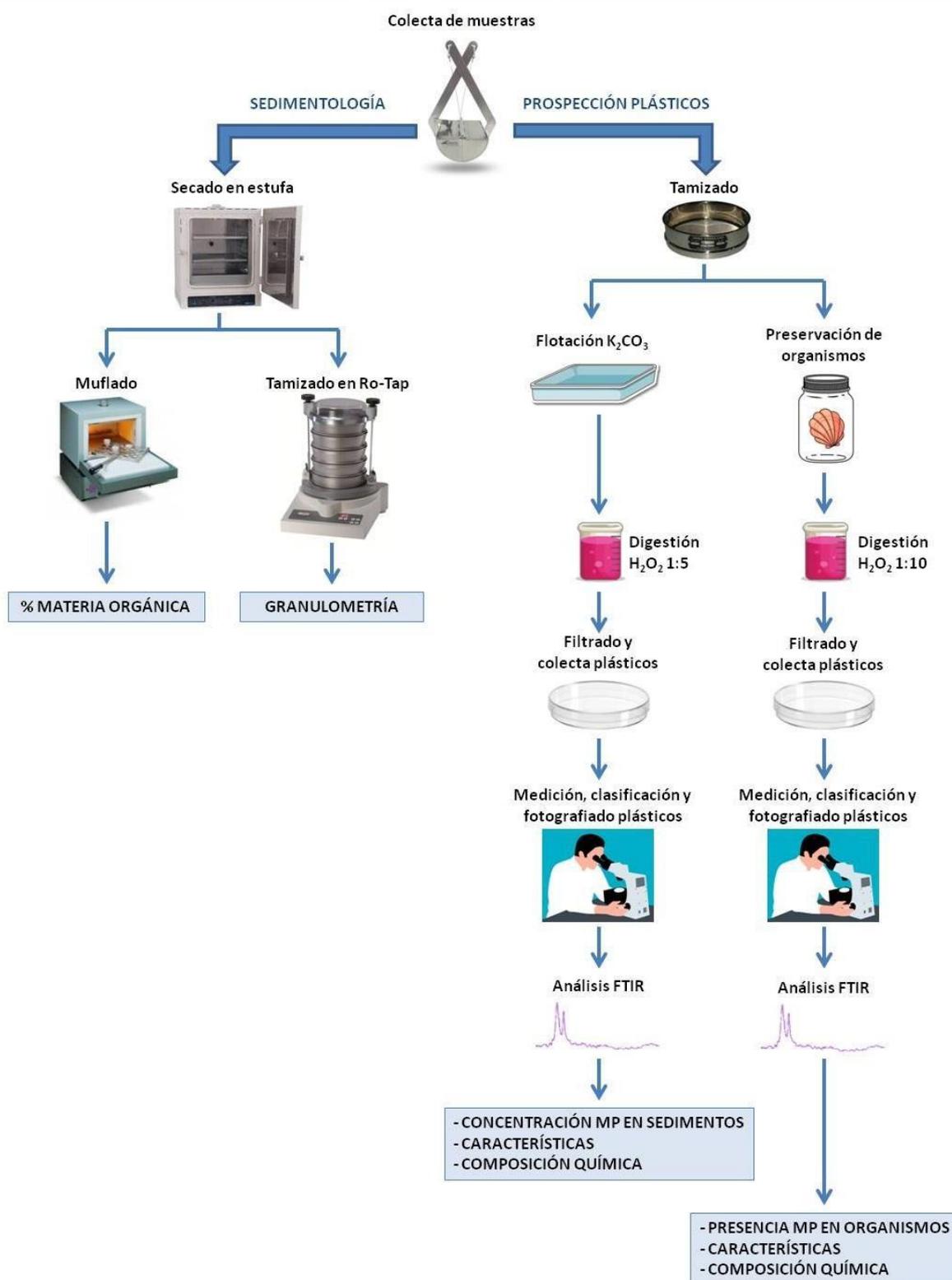


Fig. 6. Resumen de la metodología aplicada para el análisis de las muestras.

3.3. Sedimentología

La caracterización sedimentológica de cada uno de los sitios de muestreo se realizó siguiendo la escala granulométrica propuesta por Udden-Wentworth, determinándose además el porcentaje de materia orgánica. Esto implicó un proceso de tres etapas (secado, tamizado y calcinación) y se realizó a partir de una submuestra específica para estos fines tomada de una de las dragas obtenidas en cada sitio, que fueron congeladas en la BCAA al regresar de cada embarque.

Secado de la muestra

Se tomó una bandeja de aluminio y se la llenó con sedimento (húmedo), se pesó la muestra³ y se la colocó en la estufa a 50°C hasta obtener un peso constante (Capandeguy, 2017). Cada muestra fue rotulada con la siguiente información: tipo de material contenido, dueño de la muestra, sitio de colecta (con detalle del número de réplica), fecha de colecta, peso húmedo del sedimento y peso seco del sedimento (Fig. 7a).

Análisis granulométrico

Para realizar la determinación granulométrica de las muestras fue utilizada una Ro-Tap, debiendo pesarse la cantidad total de sedimento seco a tamizar y la cantidad de sedimento retenido en cada uno de los tamices (Tovar, 2005). Para las muestras de predominancia arenosa se tamizaron aproximadamente 300 g de sedimento⁴ y se utilizaron tamices correspondientes a una serie granulométrica completa para arenas: 2 mm (sábulo), 1 mm (arena muy gruesa), 500 μm (arena gruesa), 250 μm (arena media), 125 μm (arena fina), 63 μm (arena muy fina) y ciego (pelíticos -limo y arcilla-). Además se utilizó un tamiz de 200 μm (Fig. 7b) por tratarse del límite de detección establecido y utilizado en el laboratorio de la BCAA al momento de tamizar las muestras. La inclusión de este tamiz en el análisis granulométrico permitió determinar el peso seco total de cada una de las muestras en las que se evaluó la presencia de microplásticos. Por otra parte, para las muestras de predominancia pelítica se tamizaron aproximadamente 200 g de sedimento⁴ y se utilizaron

³ La balanza fue tarada con una bandeja de aluminio vacía previo a cada pesaje de modo de registrar únicamente la masa de sedimento, húmedo y seco, respectivamente.

⁴ La cantidad de sedimento a tamizar en cada caso fue establecida por los técnicos del laboratorio de Geología de la Facultad de Ciencias (UdelaR), lugar donde se realizó el análisis granulométrico.

tamices de 2 mm, 200 μ m y ciego. Previo al tamizado fue necesario realizar una desagregación de la muestra seca mediante mortero (Fig. 7c). Finalmente, se utilizó el programa GRADISTAT 8.0 para calcular las variables estadísticas de cada punto de muestreo.



Fig. 7. Análisis granulométrico: **a)** secado de la muestra; **b)** Ro-Tap con columna de tamices (2 mm, 1 mm, 500 μ m, 250 μ m, 200 μ m, 125 μ m, 63 μ m y ciego); **c)** desagregación de sedimento mediante mortero.

Porcentaje de materia orgánica

Para la determinación del porcentaje de materia orgánica en cada sitio se empleó la técnica de calcinación siguiendo el protocolo establecido por la Sección Oceanografía y Ecología Marina (OEM), IECA, Facultad de Ciencias, el cual se basa en Byers *et al.* (1978). Este proceso implicó para cada sitio: i) rotular y pesar un crisol de cerámica vacío, ii) colocar 1 g de sedimento seco dentro del crisol (Fig. 8), iii) muflar a 500°C durante 4 horas, y iv) una vez frío pesar el crisol con el sedimento muflado. Finalmente, el porcentaje de materia orgánica se determinó por diferencia de pesos en base a los cálculos detallados en la tabla II.



Fig. 8. Crisoles con sedimento.

Tabla II. Cálculos para la determinación del porcentaje de materia orgánica.

Sedimento (g) = Crisol con sedimento (g) – Crisol vacío (g)
Materia Orgánica (g) = Crisol con sedimento sin muflar (g) – Crisol con sedimento muflado (g)
Materia Orgánica (%) = $\frac{\text{Materia orgánica (g)}}{\text{Sedimento (g)}} \times 100$

3.4. Prospección de plásticos y microplásticos (MPs)

Pre análisis y extracción de organismos bentónicos

Habiéndose tomado la fracción necesaria para los análisis sedimentológicos se procedió a tamizar del sedimento obtenido en cada draga de forma independiente, por un tamiz de 500 μm y uno de 200 μm . Si bien ambas fracciones (>500 μm y >200 μm) fueron conservadas y analizadas, se utilizaron estos tamices para establecer el límite inferior de detección en la prospección de plásticos (200 μm) y para facilitar la separación y colecta de los organismos presentes en el sedimento. Esta etapa fue realizada en el laboratorio de la Base Científica Antártica Artigas (BCAA) y repetida en los laboratorios del Centro Universitario Regional Este (CURE), utilizándose agua filtrada (50 μm) y agua mili-Q, respectivamente. Los organismos colectados fueron preservados en alcohol 70 para su posterior estudio en Uruguay.

Corresponde destacar en este punto que durante la totalidad de las etapas de manipulación de las muestras (incluyendo BCAA y CURE) se colocaron filtros GFC/GFF, a ambos lados de la zona de mesada utilizada, como controles pasivos para la detección de fibras en el aire y estimar posibles contaminaciones cruzadas, se realizó una limpieza de mesadas y materiales antes de iniciar el trabajo y se procuró trabajar con aires acondicionados apagados y puertas cerradas intentando evitar lo más posible la circulación y presencia de otros investigadores.

Extracción de plásticos y microplásticos de los sedimentos

La extracción de los plásticos y microplásticos (MPs) de la matriz sedimentaria se realizó mediante el proceso de flotación ampliamente sugerido en la literatura (e.g. Frias *et al.* 2018; Gohla *et al.* 2021; Perfetti-Bolaño *et al.* 2022; Reed *et al.*, 2018). Para ello se empleó una solución económica, no tóxica y de alta densidad a base de carbonato de potasio (K_2CO_3), pudiendo flotar plásticos con densidades de hasta 1,5 g/cm^3 , lo cual abarca a la gran mayoría de los polímeros (incluidos aquellos de alta densidad como PET y PVC) (Gohla *et al.*, 2021).

La elaboración de la solución de carbonato de potasio consiste en la disolución mediante agitación mecánica constante de 770 g de K_2CO_3 en 500 mL de agua⁵ (Fig. 9), chequeando una vez finalizado el proceso y con la solución a temperatura ambiente, que se alcanzó la densidad deseada (i.e. debiendo pesar 100 mL de solución unos 154 g) (Fig. 10). A fin de evitar una posible contaminación con MPs provenientes de la sal de K_2CO_3 se procedió a filtrar la solución obtenida con un copo de malla de 100 μm .

Una vez obtenida la solución, la muestra de sedimento a analizar se colocó en una bandeja y se la cubrió con la solución de carbonato de potasio (Fig. 11), removiendo el sedimento repetidamente con una varilla y dejando reposar unos minutos. Posteriormente el sobrenadante fue filtrado a través de un copo de malla de 100 μm preservándose el material retenido en placas de Petri cerradas o cubiertas por papel de aluminio. Este proceso de flotación fue repetido como mínimo tres veces para cada muestra.

Contando con muestras piloto obtenidas en la CAV 2020-21, y a fin de estandarizar este proceso de extracción de plásticos y MPs, se ensayaron y repitieron los procedimientos de elaboración de la solución y flotación en diferentes muestras de sedimento de prueba antes de aplicarlos en las muestras de la tesis, buscando evitar la pérdida de muestras y materiales de análisis.

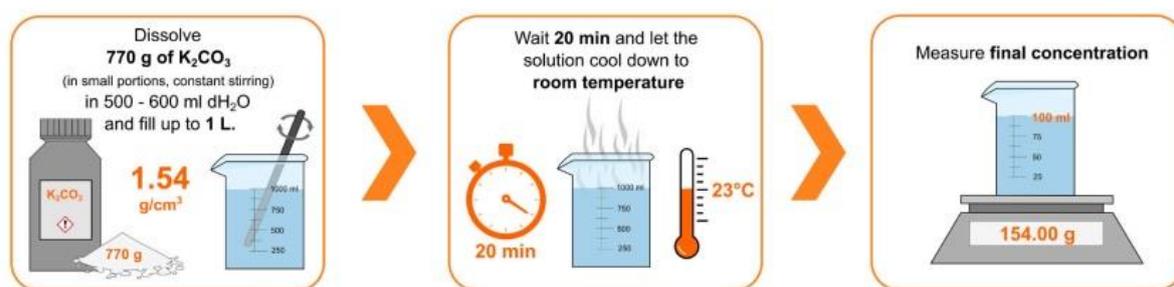


Fig. 9. Etapas para la preparación de la solución de carbonato de potasio. Tomado de Gohla *et al.* (2021).

⁵ La disolución se realizó en agua miliQ.

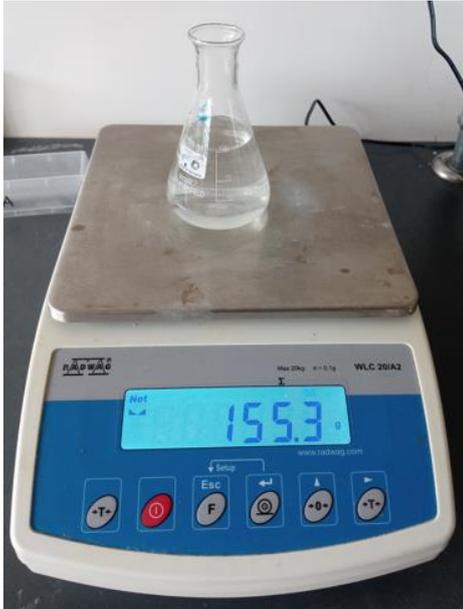


Fig. 10. Verificación del peso de la solución.



Fig. 11. Flotación de plásticos.

En el caso de las muestras de granulometría plástica, durante esta etapa de flotación se retuvo una gran cantidad de materia orgánica en el copo de 100 μm , siendo por tanto necesario incorporar en el procedimiento una etapa de digestión de este lodo biológico para poder extraer los MPs (e.g. Frías *et al.*, 2018, GESAMP 2016; 2019; González-Pleiter *et al.*, 2020). La digestión se realizó utilizando H_2O_2 (volumen 100) en una relación 1:5 (m/v) respecto de la muestra, es decir, para digerir 1 g de materia orgánica se utilizaron 5 mL de H_2O_2 . Luego de agregar cuidadosamente el peróxido a la muestra en contenedores de vidrio rotulados y tapados con papel de aluminio, estos fueron mantenidos a 45°C durante 48 horas en estufa buscando intensificar la digestión (Fig. 12). Pasado este tiempo la solución fue filtrada a través de una malla de 100 μm , preservándose el material retenido en cajas de Petri cerradas. Cabe destacar que tanto la concentración de peróxido como el tiempo de digestión y la temperatura, fueron determinados en función de la bibliografía, asegurando que la digestión no afectara los MPs que pudieran estar presentes en los sedimentos analizados. Así mismo, fue necesario ensayar diferentes relaciones de volumen muestra:peróxido hasta obtener la adecuada.



Fig. 12. Digestión de materia orgánica.

Extracción de microplásticos de organismos bentónicos

Para evaluar la posible interacción, y en particular el consumo de MPs por parte de los organismos bentónicos presentes en las muestras obtenidas, se seleccionaron de manera oportunista los organismos filtradores de mayor tamaño, incluyendo bivalvos y ascidias (Fig. 13), los cuales han sido identificados como buenos bioindicadores en cuanto refiere a la contaminación por microplásticos en ambientes marinos (Gonzalez-Pineda *et al.*, 2024a).



Fig. 13. Grupos de organismos escogidos para evaluar el consumo de microplásticos por parte de la fauna bentónica de la Bahía Maxwell: bivalvos (*izquierda*) y ascidias (*derecha*).

Para la extracción de los MPs, y siguiendo las metodologías más utilizadas, se ensayaron diferentes técnicas para la digestión de los organismos enteros (Gonzalez-Aravena *et al.*, 2024; Simmons, 2023). Estas pruebas incluyeron el uso de KOH, H₂O₂ (1:5) y H₂O₂ (1:10) en estufa a 45°C durante 48 horas, y fueron realizadas con organismos que procedían de muestreos pilotos realizados en la CAV 2020-21, lo que nos aseguró ajustar estas técnicas sin poner en riesgo las muestras de la tesis. Finalmente, la mejor técnica para digerir los organismos enteros resultó ser el H₂O₂ (volumen 100) en una relación 1:10 (m/v), es decir,

para digerir 1 g de organismo se utilizaron 10 mL de H₂O₂. Pasadas las 48 horas en estufa a 45°C, la solución resultante fue filtrada por un copo de malla de 100 µm preservándose el material retenido en cajas de Petri cerradas.

Clasificación, conteo e identificación de microplásticos

Una vez culminadas las etapas anteriores de flotación, digestión de materia orgánica o digestión de organismos, se procedió a analizar el material preservado luego del filtrado a través de una malla de 100 µm. Este material fue trasvasado a placas de Petri mediante arrastre con agua miliQ y analizado bajo lupa binocular, colectándose toda posible partícula plástica (Fig. 14). Para cada una de estas partículas se registró el tamaño por su eje máximo, el color y se le asignó una clasificación según las categorías propuestas por Frias *et al.* (2018), siendo estas: pellet, fragmento, fibra, film, cuerda/filamento, microesfera, esponja/espuma, caucho y pintura.

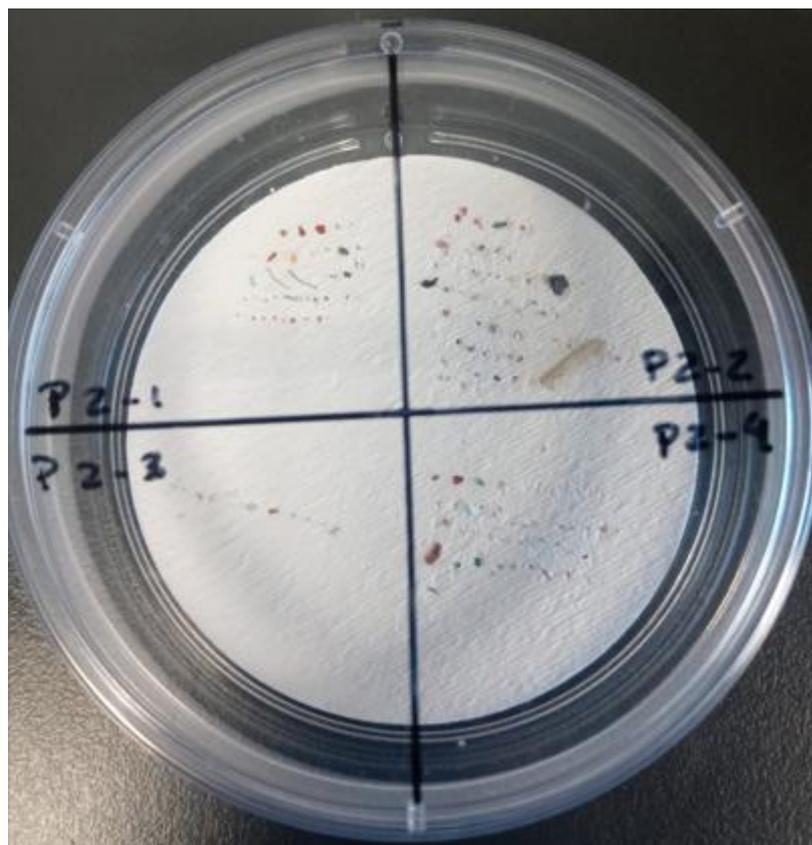


Fig. 14. Micro y mesoplásticos colectados en el punto de muestreo número 2, cada cuadrante corresponde a una réplica (draga) diferente.

En la última etapa, se analizó la composición de las posibles partículas plásticas colectadas, identificando su polímero (70% de coincidencia en los espectros) y así confirmando qué fracción eran efectivamente microplásticos. Para ello, a partir de bibliografía de referencia (Ergas *et al.*, 2023; González-Pleiter *et al.*, 2020) y en colaboración del Dr. Miguel González-Pleiter (Universidad Autónoma de Madrid), un porcentaje de las partículas colectadas en cada sitio fueron analizados mediante micro espectrometría infrarroja por transformada de Fourier (μ FT-IR), utilizando un equipo Perkin-Elmer Spotlight 200 Spectrum Two con detector de telururo de mercurio y cadmio, que se operó con un rango espectral de 4000-550 cm^{-1} , una apertura de 50 x 50 y 20 x 100 micras, y una resolución de 8 cm^{-1} , analizando cada partícula individualmente. Los espectros obtenidos se registraron en modo de microtransmisión utilizando los siguientes parámetros: spot 50 μm , 32 barridos, éstos fueron comparados mediante el programa OMNIC 9 (versión 9.13.1256) con las bases de datos disponibles en el laboratorio. A partir de los resultados obtenidos en la caracterización polimérica se determinó la proporción real de MPs (i.e. con una coincidencia >70 % en los espectros) y a partir de ello la abundancia real de MPs y la densidad (ítems/kg de sedimento, ítems/g de organismo) en cada sitio analizado.

3.5. Análisis y distribución espacial de microplásticos en el gradiente costero

Conociendo la abundancia de partículas presentes en cada sitio muestreado y los kilogramos de sedimento seco analizados, se estimó la densidad de MPs en cada sitio y se evaluaron diferencias significativas entre ellos. Esto se realizó a través de un ANOVA de una vía con sitios como variable independiente, con Test de Tukey a posteriori, transformando los datos si fuera necesario para asegurar los supuestos. A partir de las hipótesis de que *la presencia de plásticos en los sedimentos se ve influenciada por la dinámica costera y la distancia las zonas antropizadas*, se exploraron relaciones estadísticas entre la densidad de partículas y posibles variables explicativas como por ejemplo la distancia respecto a las principales áreas pobladas y el tamaño de grano del sedimento. Todos los análisis estadísticos y la exploración de los datos se realizaron utilizando la versión 4.4.1 de R Studio.

En el caso de los organismos, y teniendo en cuenta la cantidad de individuos colectados y el tipo de muestreo oportunista utilizado, la interacción con la biota fue únicamente evaluada y analizada a partir de la presencia de MPs y la estimación de la densidad, definida como el número de partículas por individuo y por gramo de peso del organismo.

4. RESULTADOS

4.1. Sedimentología

Los sitios 1, 2 y 6 mostraron una mayor cantidad de sedimentos finos, donde la suma de las granulometrías desde pelítica hasta arena fina representaron entre el 45% y el 86% del total del peso de la muestra, dependiendo del sitio (Tabla III). Asimismo, se identificó para el sitio 6 una importante cantidad de clastos con tamaños mayores e iguales a sábulo, los cuales representaron el 34,5% del peso de la muestra para dicho punto. La media de la distribución granulométrica, la asimetría y la curtosis de cada sitio son informadas en la tabla IV.

Tabla III. Distribución granulométrica de los sitios con mayor cantidad de sedimentos finos.

		Sitio 1	Sitio 2	Sitio 6	Fracción retenida en el tamiz
Peso inicial (g)		212,5	200,1	196,4	
T a m i z	2 mm	10,3	2,9	67,8	≥ Sábulo
	200 μm	40,2	24,8	38,1	Arena fina-Arena muy gruesa
	ciego	161,3	172	89,6	Pelíticos-Arena fina
Suma tamices (g)		211,8	199,7	195,5	
Error		0,33% aceptable	0,20% aceptable	0,46% aceptable	

Tabla IV. Estadística descriptiva de los sitios con mayor cantidad de sedimentos finos.

Variable	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 6
Media	37,11 μm Limo muy grueso	21,67 μm Limo grueso	142,0 μm Arena fina
Asimetría	0,107	0,083	-0,544
Curtosis	Platicúrtica	Platicúrtica	Muy platicúrtica

Por otra parte, los sitios 3, 4 y 5 consistieron casi totalmente en arenas, observándose que la suma de las granulometrías desde arena muy fina hasta arena muy gruesa representó entre el 79,9% y el 99,7% del total de la muestra. En el sitio 3 destacó una cantidad considerable de clastos con tamaños mayores e iguales a sábulo, los cuales representaron el 19,9% del peso de la muestra (Tabla V). El valor de la media de la distribución granulométrica, así como la asimetría y la curtosis, son informados para cada sitio, en la tabla VI.

Tabla V. Distribución granulométrica de los sitios de sedimentos arenosos.

		Sitio 3	Sitio 4	Sitio 5	Fracción retenida en el tamiz
Peso inicial (g)		300,3	300,3	304,1	
T a m i z	2 mm	59,7	0,1	13,8	≥ Sábulo
	1 mm	9	1,4	15,9	Arena muy gruesa
	500 µm	39,6	16,1	115,2	Arena gruesa
	250 µm	176,5	230,3	150,1	Arena media
	200 µm	10,8	38,5	6,8	Arena fina
	125 µm	3,8	12,5	2,1	
	63 µm	0,3	0,6	0,1	Arena muy fina
	ciego	0,1	0,2	0,1	Pelíticos
Suma tamices (g)		299,8	299,7	304,1	
Error		0,17% aceptable	0,20% aceptable	0% aceptable	

Tabla VI. Estadística descriptiva de los sitios de sedimentos arenosos.

Variable	Sitio 3	Sitio 4	Sitio 5
Media	595,3 µm Arena gruesa	334,8 µm Arena media	506,1 µm Arena gruesa
Asimetría	0,440	-0,007	0,244
Curtosis	Muy Platicúrtica	Mesocúrtica	Mesocúrtica

En cuanto al porcentaje de materia orgánica en el sedimento, los resultados indicaron que aquellos con predominancia de arena (i.e. sitios 3, 4 y 5) presentaron valores entre 1,28% y 1,66%, mientras que aquellos donde las granulometrías predominantes fueron más finas (i.e. sitios 1, 2 y 6) tuvieron valores casi tres veces mayores, entre 3,34% y 4,65% (Tabla VII). La figura 15 resume el tamaño medio de grano y el porcentaje de materia orgánica para cada sitio de muestreo.

Tabla VII. Resultados asociados a la determinación del contenido de materia orgánica en el sedimento por sitio.

Sitio	Crisol (g)	Crisol + Sedimento (g)	Sedimento (g)	Crisol + Sedimento MUFLADO (g)	Materia Orgánica (g)	% Materia Orgánica
1	12,5401	13,6240	1,0839	13,5767	0,0473	4,36%
2	13,8451	14,8173	0,9722	14,7848	0,0325	3,34%
3	13,2345	14,2893	1,0548	14,2758	0,0135	1,28%
4	13,3076	14,3227	1,0151	14,3059	0,0168	1,66%
5	13,0376	14,0685	1,0309	14,0529	0,0156	1,51%
6	13,4070	14,4135	1,0065	14,3667	0,0468	4,65%

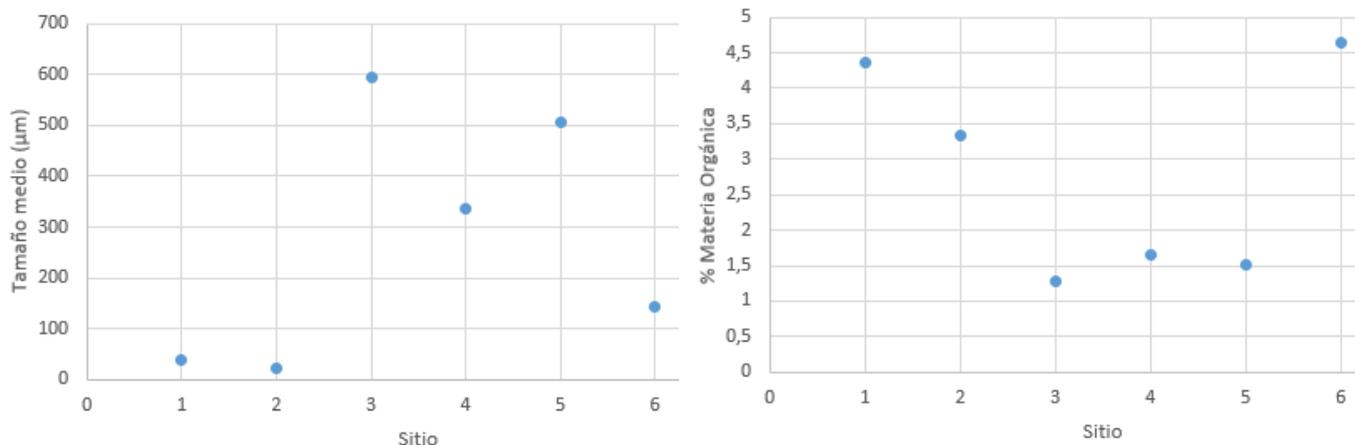


Figura 15. Tamaño medio de grano y porcentaje de materia orgánica para cada sitio de muestreo.

4.2. Plásticos y microplásticos en sedimentos marinos

Abundancias y densidades

En los seis sitios analizados en la Bahía Maxwell se encontraron partículas potencialmente plásticas y el número total de ítems recuperados de estos sedimentos marinos fue de 352. A partir del número de partículas encontradas y los kg de sedimento seco analizados en cada réplica, fue posible estimar una densidad promedio (ítems/kg sedimento seco) para cada uno de los seis sitios (Tabla VIII y Fig. 16). Como se observa en la Figura 16, estas partículas no estuvieron distribuidas homogéneamente en el sedimento marino a lo largo del área, siendo el Sitio 1 y el Sitio 6 los que presentaron mayores densidades ($83,8 \pm 72,5$ y $42,0 \pm 22,3$ ítems/kg sedimento seco, respectivamente).

Al realizar un ANOVA sobre los valores de densidad previamente determinados, aplicando una transformación adecuada ($\log(x+1)$), surge que existen diferencias significativas (ANOVA df 5, $F=16,54$ $p=1,23e-5$). A partir del test de Tukey *a posteriori* (Tabla IX), se confirmó que las diferencias son significativas entre las concentraciones de los sitios de matriz predominantemente pelítica y los sitios de matriz predominantemente arenosa (Fig. 16 y Tabla IX).

Tabla VIII. Masa de sedimento, abundancias y densidades de partículas para cada sitio.

Sitio	Réplica	Masa de sedimento seco (kg)	Cantidad de partículas (ítems)	Densidad partículas (ítems/kg)	Densidad promedio (\pm DE)
				Ítems kg SEDIMENTO SECO	ítems kg SEDIMENTO SECO
1	1	0,133	6	44,9	83,8 (\pm 72,5)
1	2	0,430	72	167,4	
1	3	1,102	43	39,0	
2	1	1,317	36	27,3	17,5 (\pm 7,5)
2	2	2,709	46	17,0	
2	3	1,355	12	8,9	
2	4	2,179	37	17,0	
3	1	2,530	3	1,2	1,2 (\pm 1,2)
3	2	1,193	3	2,5	
3	3	2,511	0	0,0	
4	1	1,565	5	3,2	2,3 (\pm 1,3)
4	2	1,525	3	2,0	
4	3	1,717	1	0,6	
4	4	1,178	4	3,4	
5	1	0,400	0	0,0	3,3 (\pm 2,9)
5	2	1,079	2	1,9	
5	3	0,767	5	6,5	
5	4	0,853	4	4,7	
6	1	0,373	25	66,9	42,0 (\pm 22,3)
6	2	0,539	19	35,3	
6	3	1,090	26	23,8	

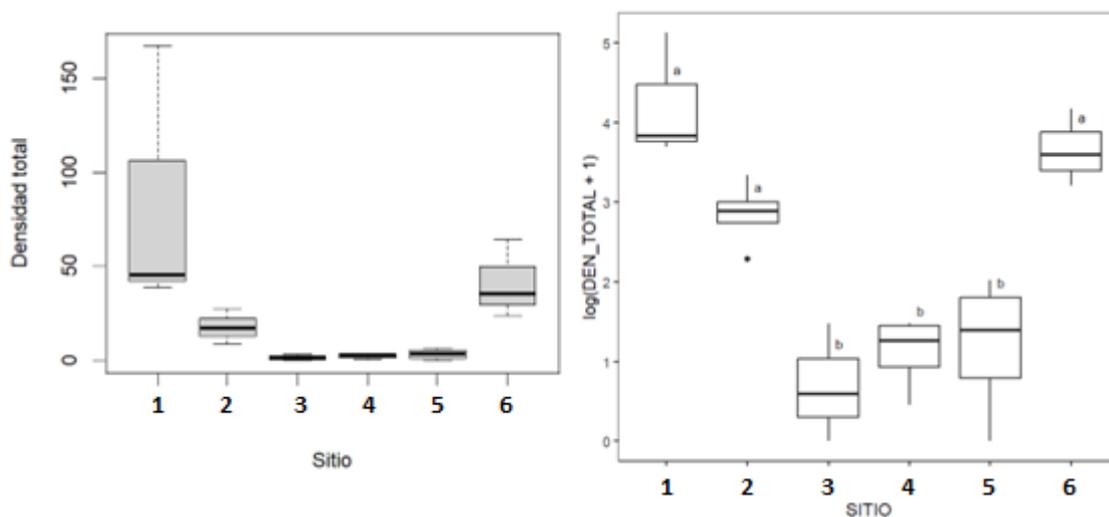


Figura 16. *Izquierda*, densidad de partículas potencialmente plásticas; *derecha*, resultados del ANOVA mostrando que existen diferencias significativas entre las densidades en los sitios de sedimentos finos (1, 2 y 6) y los sitios de sedimentos arenosos (3, 4, 5).

Tabla IX. Resultados del test de Tukey, para la comparación de las medias de cada sitio. En rojo se resaltan los valores que indican diferencias significativas entre los sitios.

	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Sitio 5	Sitio 6
Sitio 1		0.130	1.09e-04	2.16e-04	2.91e-04	0.900
Sitio 2	0.130		6.73e-03	2.00e-02	2.84e-02	0.606
Sitio 3	1.09e-04	6.73e-03		0.953	0.905	6.75e-04
Sitio 4	2.16e-04	2.00e-02	0.953		0.999	1.59e-03
Sitio 5	2.91e-04	2.84e-02	0.905	0.999		2.19e-03
Sitio 6	0.900	0.606	6.75e-04	1.59e-03	2.19e-03	

Caracterización y clasificación de las partículas

Casi la totalidad de los ítems recuperados (Fig. 17) fueron menores a 5 mm (348 ítems, 98,9%), lo que corresponde a la categoría de microplásticos, colectándose únicamente cuatro partículas en la categoría de mesoplásticos (5-25 mm) y no encontrándose ningún desecho mayor a los 25 mm (macroplásticos).

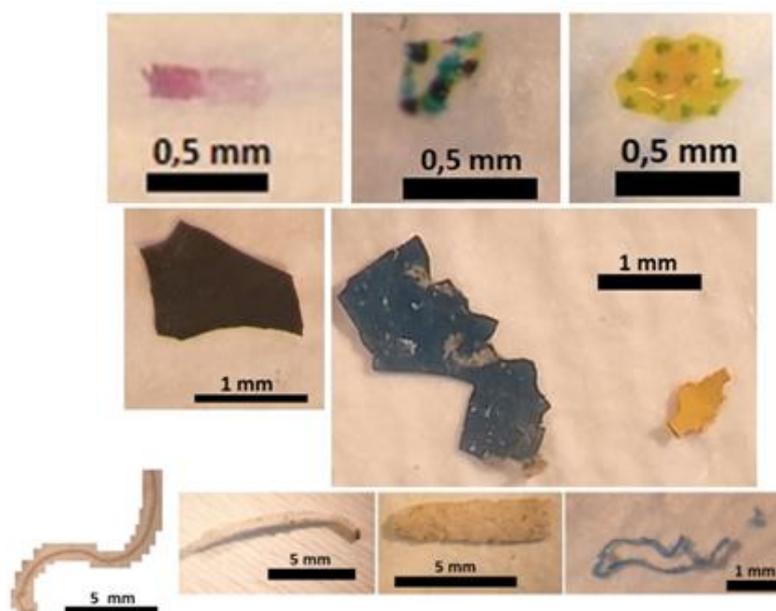


Fig. 17. Detalle de algunas de las partículas colectadas.

Analizando la distribución de tallas de estas partículas (Anexo II) se observa que el 98,6% tuvieron un tamaño menor a 3 mm (Fig. 18), con una clara predominancia en todos los sitios de las partículas con tamaños menores o iguales a 1 mm (sitio 1: 93%, sitio 2: 86%, sitio 3: 83%, sitio 4: 62%, sitio 5: 82%, sitio 6: 87%). Al focalizar en este segmento de tamaños

podemos apreciar una similitud en las tendencias de los sitios 1, 2 y 6 (Fig. 19). Si analizamos la frecuencia acumulada en los tamaños de las partículas, se observa que los sitios 1, 2 y 6 presentaron una distribución similar, incluso en cuanto a la diversidad de tamaños de sus partículas (Fig. 20).

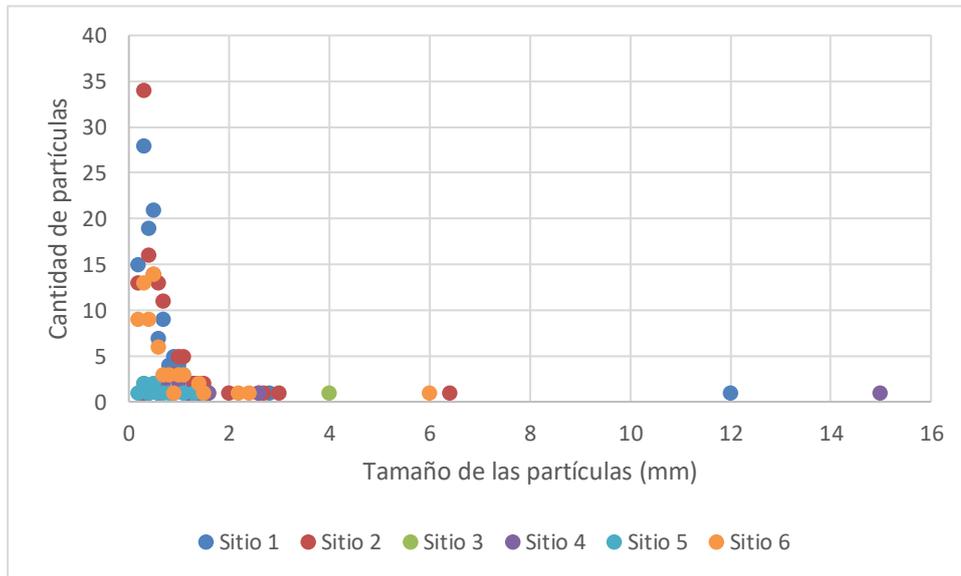


Fig. 18. Distribución de las tallas de las partículas encontradas en cada uno de los sitios analizados.

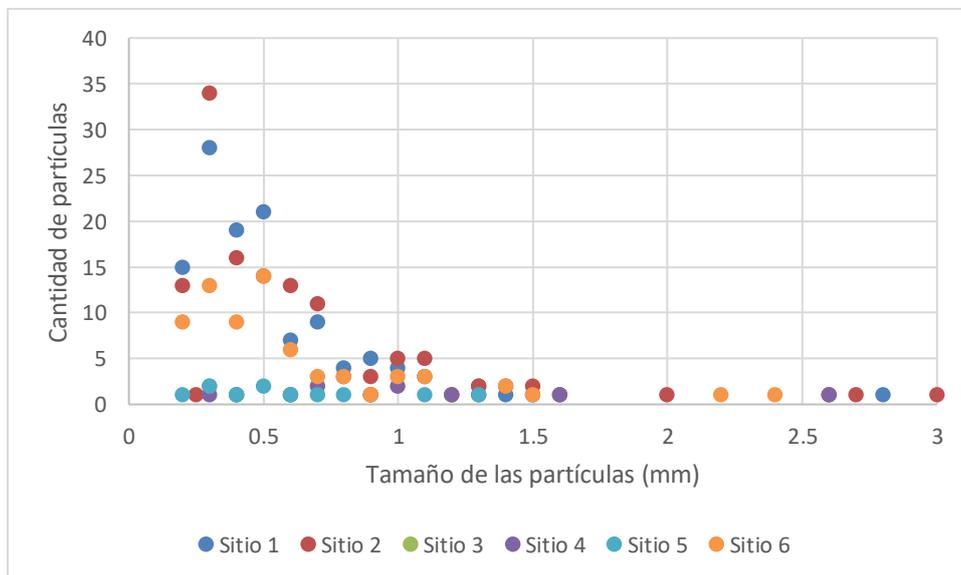


Fig. 19. Distribución de las tallas de las partículas menores a 3 mm.

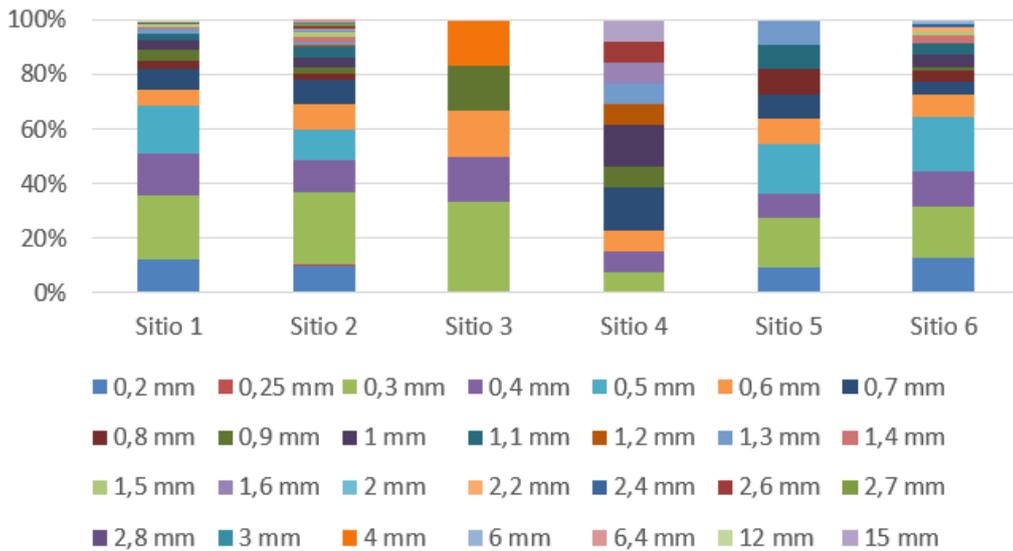


Fig. 20. Distribución porcentual de las tallas de las partículas para cada sitio analizado.

En cuanto a la clasificación por formas, durante este estudio fueron identificadas únicamente cinco de las nueve posibles categorías de microplásticos propuestas por Frias *et al.* (2018): fragmento, film, cuerda/filamento, esponja/espuma, y pintura (Fig. 21).

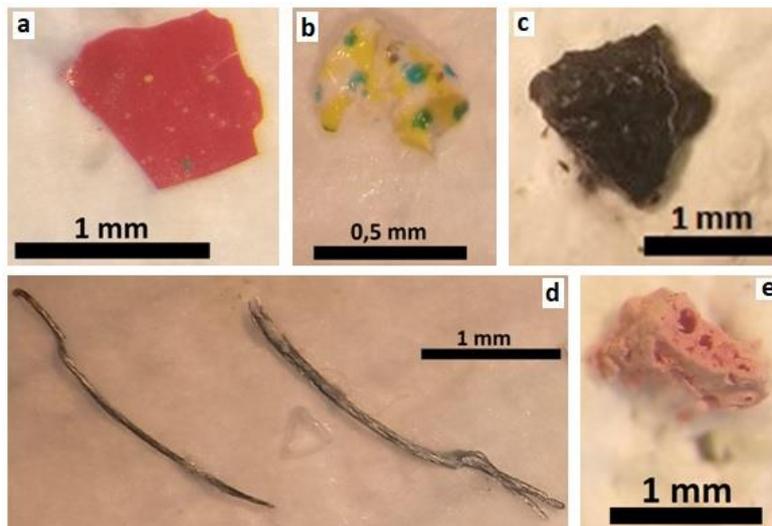


Fig. 21. Categorías de microplásticos colectados: a) pintura; b) film; c) fragmento; d) cuerda/filamento; e) esponja/espuma.

Analizando el detalle de las dominancias de las formas de las partículas, surge que fragmento y esponja/espuma fueron los dos tipos de formas presentes en todos los sitios. La categoría fragmento fue además la de mayor abundancia en todos los sitios, representando entre el 50% y el 83% del total de las partículas, mientras que la categoría esponja/espuma, si bien

también se encontró en todos los sitios, representó en abundancia entre el 5% y el 17% dependiendo del sitio. La categoría con menor representación fue cuerda/filamento, identificándose únicamente en tres de los sitios y con abundancias entre el 3% y el 8% (Fig. 22). En cuanto a los colores de las partículas, se observó que el blanco estuvo presente en los seis sitios, seguido por amarillo, azul y rojo que se observaron en cinco de los seis sitios. Dependiendo del sitio, estos cuatro colores representaron entre el 50% y 82% de las partículas identificadas mientras que el color con menor presencia fue el negro, presente sólo en tres de los sitios y con abundancias entre el 8% y el 14% (Fig. 23). Se identifica una gran similitud en la distribución de los colores de las partículas identificadas en los sitios 1 y 2.

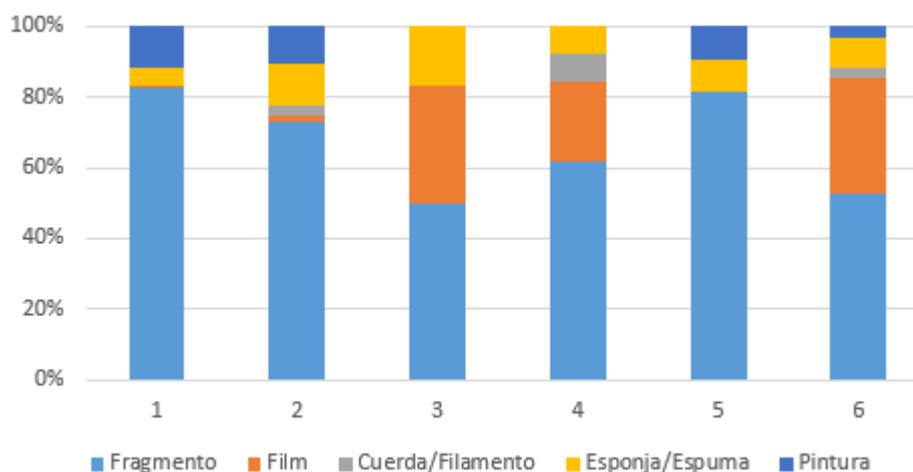


Fig. 22. Porcentajes de partículas por categorías de forma para cada sitio muestreado.

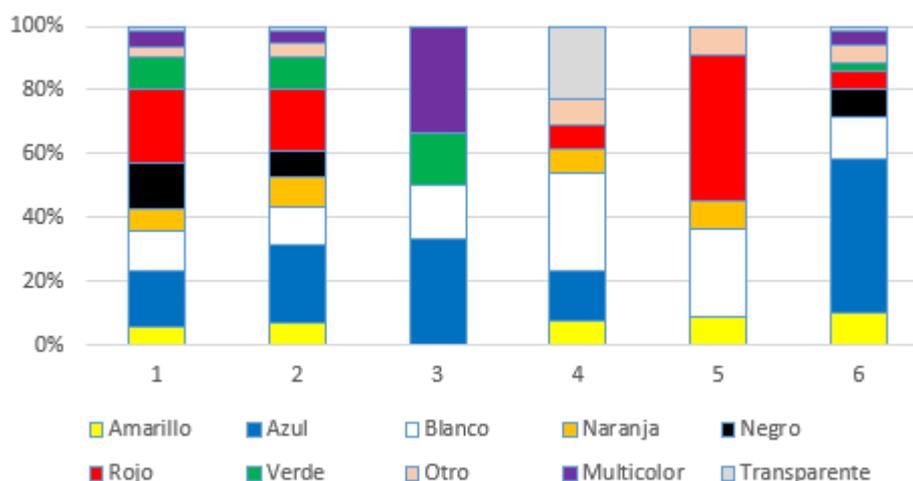


Fig. 23. Porcentajes de partículas por categorías de color para cada sitio muestreado.

Cabe aclarar que se decidió no considerar las fibras ya que el análisis de los controles de aire implementados (Anexo I) mostró una alta presencia de fibras en casi todos ellos. Si bien esta decisión puede limitar el alcance de los resultados, también aumenta la fiabilidad de las estimaciones ya que resulta casi imposible discriminar fehacientemente las fibras asociadas a una posible contaminación aérea, teniendo en cuenta que inevitablemente las muestras de sedimento estuvieron expuestas al aire en diversas oportunidades, sobre todo en la BCAA. Asociado también a los controles necesarios para detectar y prevenir posibles contaminaciones, durante la colecta de las muestras existió contaminación del sedimento con fragmentos de microplásticos provenientes de un equipo impermeable que se encontraba en malas condiciones. Estos fragmentos (Fig. 24) fueron colectados en el momento del muestreo, para luego ser analizado bajo la lupa y así poder descontar con seguridad todos los fragmentos cuyo color y patrón coincidieran.



Fig. 24. Fragmentos de campera, vistas dorsal y ventral. Se aprecia que una de las caras presenta trazado romboidal.

Caracterización polimérica

Si bien durante la etapa de identificación y extracción se aislaron, clasificaron y cuantificaron todos los ítems pasibles de ser plásticos y microplásticos, en una segunda etapa se obtuvo una submuestra para determinar la composición polimérica de estas partículas por espectrometría infrarroja de transformada de Fourier (micro-FTIR con similitud de espectros >70%). Teniendo en cuenta que estos análisis se hicieron en laboratorios del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Madrid y bajo la orientación del Dr. González-Pleiter, el porcentaje final analizado resultó de un balance entre la abundancia y diversidad de partículas potencialmente plásticas en las muestras y la disponibilidad real de horas de análisis en el equipo. Para ello, y buscando la mayor representatividad cualitativa posible, para cada sitio de muestreo se seleccionó un porcentaje de partículas que varió entre 28,2 y el 100% (Tabla X).

Tabla X. Detalle de la cantidad de partículas potencialmente plásticas colectados en cada sitio, la cantidad de elementos analizados, porcentajes de elementos analizados respecto del total colectados.

Sitio	Elementos colectados	Elementos analizados	% analizado
1	121	46	38,0%
2	131	37	28,2%
3	6	6	100%
4	13	13	100%
5	11	7	63,6%
6	70	26	37,1%

Un total de 135 partículas fueron analizadas, de las cuales 50 presentaron espectros con un porcentaje de coincidencia mayor al 70% con al menos un polímero sintético catalogado como plástico en la base de datos de referencia utilizada (base de datos del Departamento de Biología de la Universidad Autónoma de Madrid). Como resultados se obtuvieron las siguientes composiciones poliméricas para los microplásticos identificados: acetato de polivinilo, alcohol polivinílico, celofán, metacrilato, poliacrilamida, poliestireno, polietileno, polietileno-propileno, polipropileno, PVC y resina alquídica (Fig. 25). Este nivel de coincidencia entre espectros es el que se exige actualmente en publicaciones específicas en la temática, aunque en algunos casos asociados sobre todo a partículas ambientales que han sufrido envejecimiento (*ageing*) y/o condiciones de estrés debidas a una prolongada exposición al ambiente o incluso digestión (*weatering*), estos porcentajes mínimos aceptables pueden ser inferiores. En el Anexo III se detallan los resultados obtenidos para cada una de las partículas analizadas.

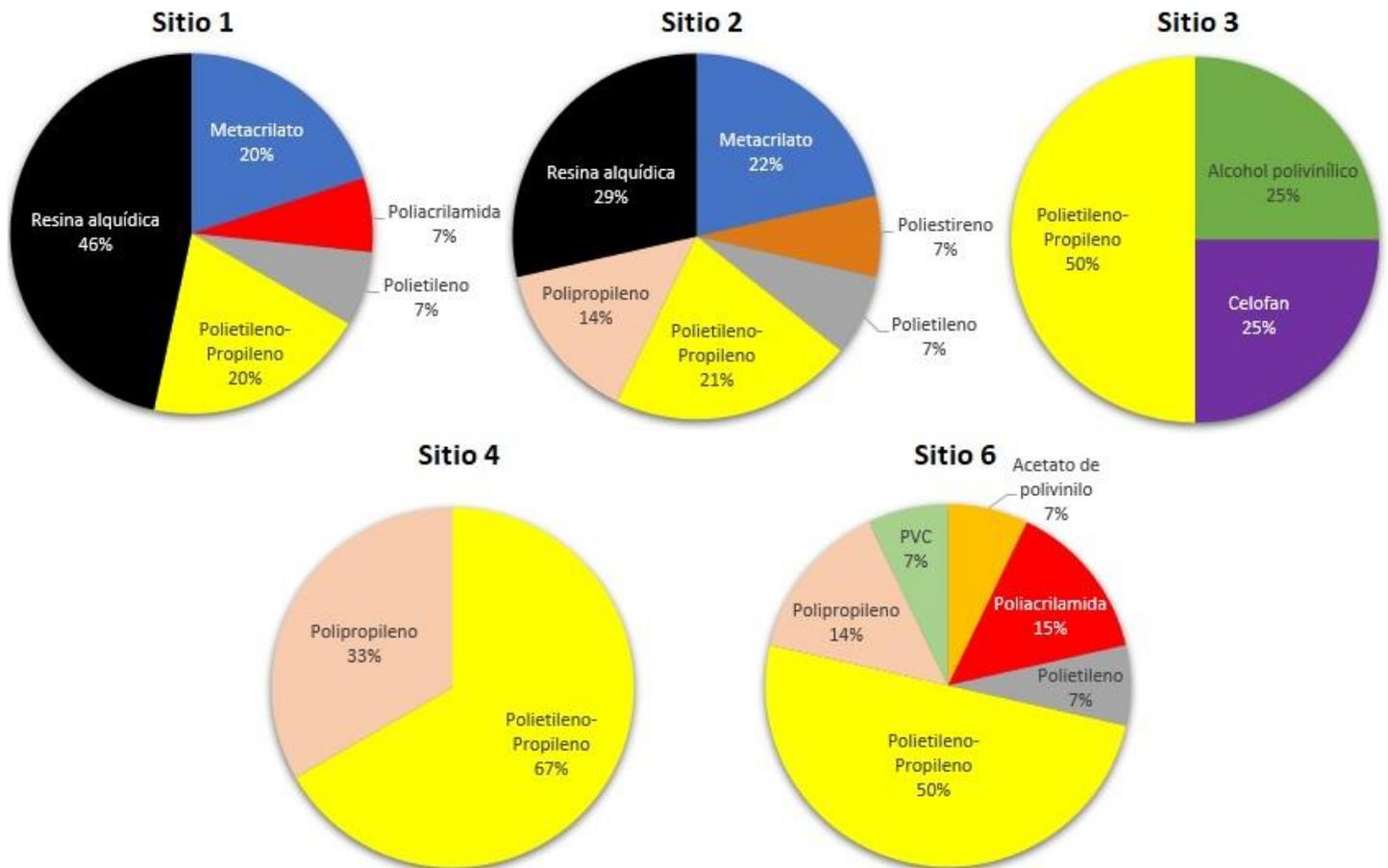


Fig. 25. Principales polímeros identificados para cada sitio (% del total por sitio), en base a las partículas analizadas en micro-FTIR asumiendo un porcentaje de coincidencia mayor al 70% con al menos un polímero sintético en la librería del del Departamento de Biología de la Universidad Autónoma de Madrid.

La presencia de microplásticos fue confirmada a estos niveles de coincidencia espectral en todos los sitios salvo en el sitio 5, donde aún habiéndose analizado el 63,6% del total de partículas colectadas, únicamente se encontró una coincidencia al 67,9% con polímeros sintéticos en una de las partículas. La figura 25 informa para cada sitio, el porcentaje de microplásticos correspondientes a cada polímero (para un límite de confirmación de 70%), y de su revisión surge que el polietileno-propileno tuvo la mayor ocurrencia, estando presente en los cinco sitios y representando entre 20% y el 67% de las partículas confirmadas como MPs. En un segundo nivel se ubica el polipropileno, presente en tres sitios y representando entre el 14% y el 33% de los MPs, y luego el polietileno identificándose también en tres sitios y representando un 7% de los MPs en todos los casos. Se identifica entonces que los MPs con mayor nivel de ocurrencia en los sedimentos presentan una densidad entre 0,91 y 0,94 g/cm³. De la revisión de los gráficos surge también que existe una gran similitud en las

composiciones poliméricas de los sitios 1 y 2, destacando la presencia de resina alquídica (sitio 1: 46%, sitio 2: 29%), metacrilato (sitio 1: 20%, sitio 2: 22%), polietileno-propileno (sitio 1: 20%, sitio 2: 21%) y polietileno (sitio 1: 7%, sitio 2: 7%).

En función de los resultados obtenidos mediante la confirmación polimérica de las partículas antrópicas se pudieron obtener valores de corrección (sitio 1: 0,348; sitio 2: 0,405; sitio 3: 0,571; sitio 4: 0,176; sitio 5: 0,0; sitio 6: 0,538) que permitieron ajustar la concentración de plásticos encontradas en este trabajo en los sedimentos marinos de la bahía Maxwell (Tabla XI). Sin perjuicio de lo anteriormente expuesto corresponde indicar que, tratándose de una extrapolación de resultados, establecida a partir de muestras ambientales sometidas a procesos intempéricos existe la posibilidad de una subestimación de los resultados, lo cual no debe ser despreciado.

Tabla XI. Densidad de partículas potencialmente plásticas y densidad de partículas plásticas con un grado de confirmación del 70%.

Sitio	Densidad partículas potencialmente plásticas	Densidad partículas plásticas confirmadas
	Ítems kg SEDIMENTO SECO	Ítems kg SEDIMENTO SECO
1	83,8	29,2
2	17,5	7,1
3	1,2	0,7
4	2,3	0,4
5	3,3	0,0
6	42,0	22,6

Análisis y distribución espacial de microplásticos en el gradiente costero

Más allá de las diferencias en los valores de la densidad de partículas potencialmente plásticas (PPs) y los microplásticos (MPs al 70%) para cada sitio luego de la verificación por micro FTIR, para esta etapa se analizó la correlación entre estos dos sets de datos evaluando posibles diferencias que impidieran utilizar el más completo. Los resultados mostraron una correlación de 0,977 entre ambas variables (Fig. 26) confirmando que ambos sets de datos se comportan de manera muy similar, por lo que se decidió utilizar la densidad de PPs como variable respuesta en el análisis de la distribución en el gradiente costero. Esto permitió

mantener los seis sitios de estudio para el análisis estadístico, y para garantizar los supuestos los análisis se realizaron con los datos de densidad transformados ($\log(x+1)$).

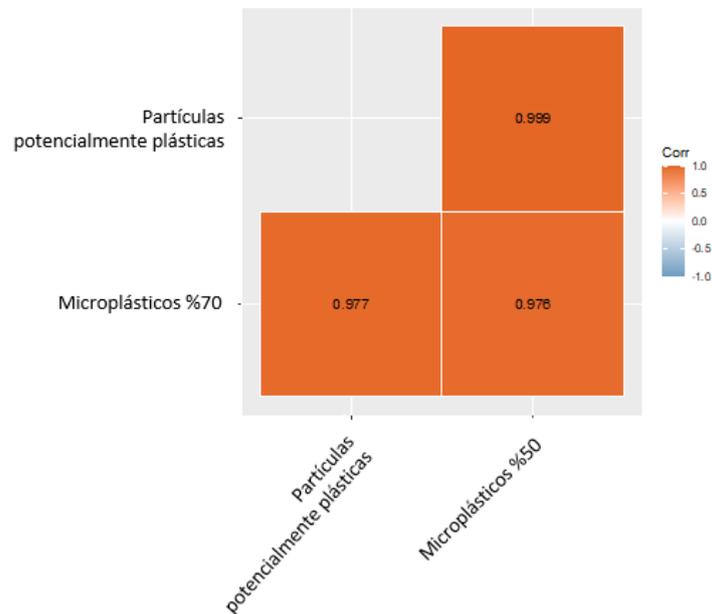


Fig. 26. Correlograma: se aprecia correlación de 0,977 entre partículas potencialmente plásticas y microplásticos confirmados con 70% de coincidencia polimérica.

De manera exploratoria se evaluaron inicialmente las relaciones estadísticas entre la densidad de partículas en cada sitio y las diferentes variables explicativas planteadas en las hipótesis, es decir la distancia a las áreas con mayor actividad antrópica, el tamaño medio de grano, el porcentaje de materia orgánica, y se agregó la profundidad.

En una primera etapa estas relaciones fueron evaluadas individualmente a partir de regresiones simples, siendo inversa y significativa únicamente la relación entre la densidad de PPs y el tamaño medio de grano (TMG $t=-6,04$ $p<0,001$ $R^2=0,658$), asociado a la energía del sistema marino en cada sitio. En cuanto a la cercanía de áreas antrópicas como posibles fuentes de estas partículas, las relaciones no fueron significativas ni con la distancia mínima a las zonas urbanizadas (MENOR DIST $t=-2,05$ $p=0,053$ $R^2=0,182$), ni con la distancia a la Villa de las Estrellas como principal asentamiento humano permanente (DIST $t=-0,98$ $p=0,338$ $R^2=0,048$). En el caso de la profundidad, si bien la significancia fue alta, la varianza explicada por esta variable fue muy baja (PROF $t=2,62$ $p=0,017$ $R^2=0,266$) (Fig. 27).

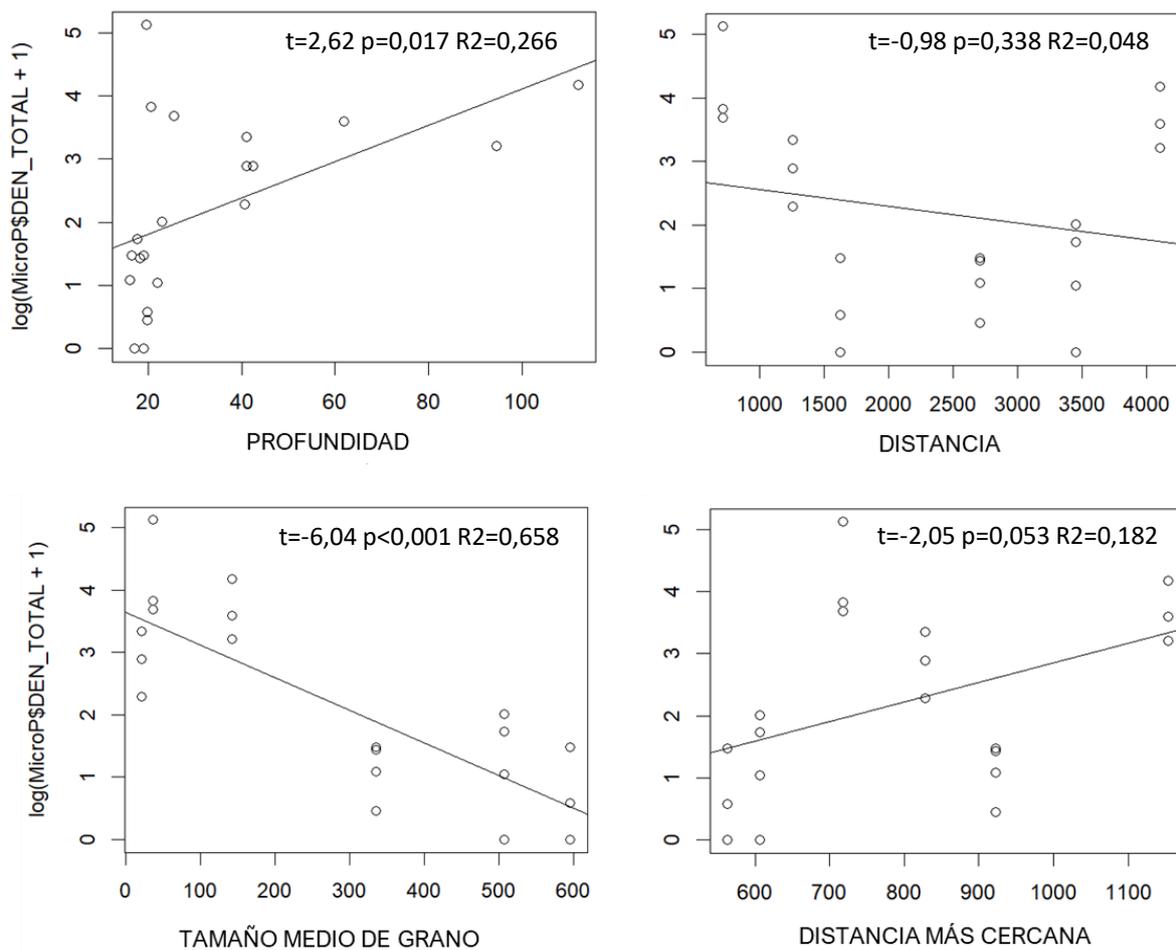


Fig. 27. Relación entre la densidad de partículas potencialmente plásticas y las posibles variables explicativas.

En una segunda etapa, se exploraron relaciones que incluyeran múltiples variables explicativas asociadas tanto a las posibles fuentes como al efecto de la dinámica marina. Si bien la regresión múltiple incluyendo TMG y DIST como variables explicativas fue significativa ($F=11,27$ df 3-17 $p<0,001$ $R^2=0,60$), únicamente lo fue para la variable asociada a la energía del sistema (DIST $t=0,55$ $p=0,589$, TMG $t=-2,20$ $p=0,041^*$). Finalmente, y asociado principalmente al sitio 6 que aun siendo el más alejado a la Villa de las Estrellas presentó altas densidades, se evaluó una relación cuadrática incluyendo estas mismas variables explicativas (Fig. 28). Esta relación fue muy significativa ($F=30,58$ df 3-17 $p=4,94 \times 10^{-7}$ $R^2=0,82$) para ambas variables explicativas (DIST $t=-4,25$ $p<<0,001^{***}$, TMG $t=-3,32$ $p=0,004^{**}$).

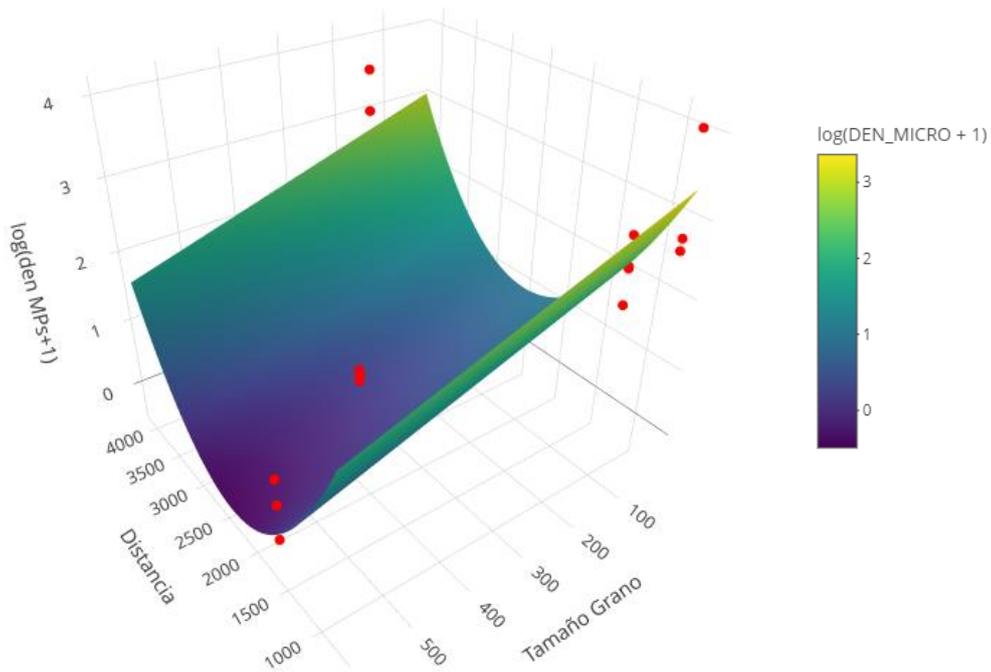


Fig. 28. Resultado de la regresión múltiple considerando la distancia con distribución cuadrática y tamaño de grano con distribución normal.

4.3. Presencia de microplásticos en organismos bentónicos

La extracción y separación de estos organismos se realizó en el Departamento de Oceanografía de la Facultad de Ciencias, en colaboración con el Dr. Pablo Muniz y la Lic. Jennifer Pereira, y si bien en las muestras de sedimento se colectaron cientos de organismos, la mayoría correspondieron a anfípodos, poliquetos y bivalvos de tamaños milimétricos (Fig. 29). Considerando que el objetivo fue evaluar una posible interacción con los organismos bentónicos a través de la presencia de microplásticos en ellos, y que el límite de detección de estas partículas establecido en este trabajo fue de 0,2 mm, el análisis se centró únicamente en los organismos de mayor tamaño (Fig. 30). A partir de los organismos colectados, y buscando contar con al menos más de un ejemplar, se decidió priorizar los filtradores. La evaluación de microplásticos se realizó en 5 bivalvos y 7 ascidias que, a diferencia de los sedimentos, fueron manipulados y analizados en los laboratorios del CURE donde fue posible tener una detección bien precisa de la posible contaminación aérea por fibras, lo que permitió considerar este tipo de partículas en la evaluación. La determinación taxonómica de los organismos digeridos fue posible gracias a la colaboración de la MSc. Mariona González Pineda de la Universidad de Barcelona.

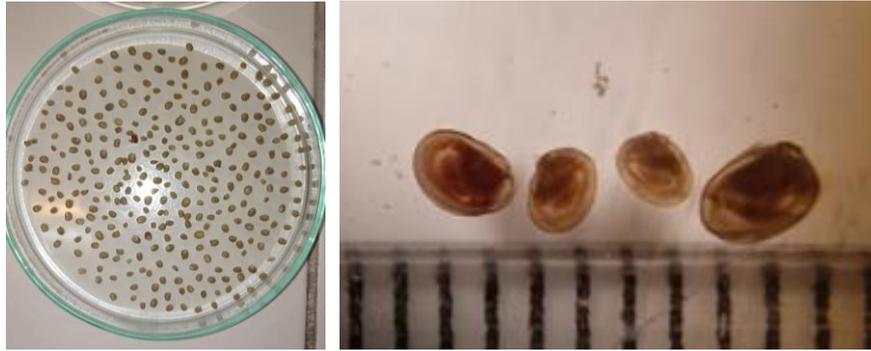


Fig. 29. Bivalvos milimétricos, cada segmento de la escala representa 1 mm.



Fig. 30. Fauna bentónica de mayor tamaño colectada durante los muestreos: a) *Ophiuroidea*; b) *Ascidia* colonial?; c) *Glyptonotus*; d) *Pyura*; e) *Sabellidae*; f) *Polyclinidae*; g) *Limopsis*.

Bivalvos

Los cinco individuos analizados correspondieron a tres especies (*Aequiyoldia eightsii*, *Limopsis lilliei* y *Cycloardia astartoides*) y presentaron tamaños entre 21 mm y 31 mm (Fig. 31) y pesos entre 0,39 y 1,5 g sin contar la concha (Tabla XII). De los bivalvos analizados cuatro presentaron partículas potencialmente plásticas, pero en un caso el control de procedimiento detectó una fibra del mismo color y aspecto que la encontrada en el organismo por lo que fue descartada del análisis. En los tres organismos restantes se detectaron un total de 4 fibras, presentando uno de ellos 2 partículas, obteniendo una concentración promedio de 1,04 ítems/g. En cuanto a los colores, la mayoría de estas partículas fueron transparentes (Tabla XII y Fig. 32).

Ascidias

En el caso de las ascidias la determinación taxonómica presentó mayor complejidad, pudiendo determinarse que uno de los ejemplares correspondió al género *Pyura*, en tanto para los restantes se pudo precisar hasta el nivel de familia, correspondiendo a *Polyclinidae*. Los tamaños de estos organismos estuvieron entre 13 mm y 48 mm (Fig. 31) y sus pesos entre 1,84 y 7,46 g (Tabla XII). De los siete organismos analizados únicamente cuatro presentaron partículas potencialmente plásticas, conteniendo tres de ellos 2 partículas cada uno, y uno de ellos solamente 1 partícula, completando una concentración promedio de 0,26 ítems/g. En cuanto a los colores, nuevamente la mayoría de estas partículas fueron transparentes (Tabla XII y Fig. 32).

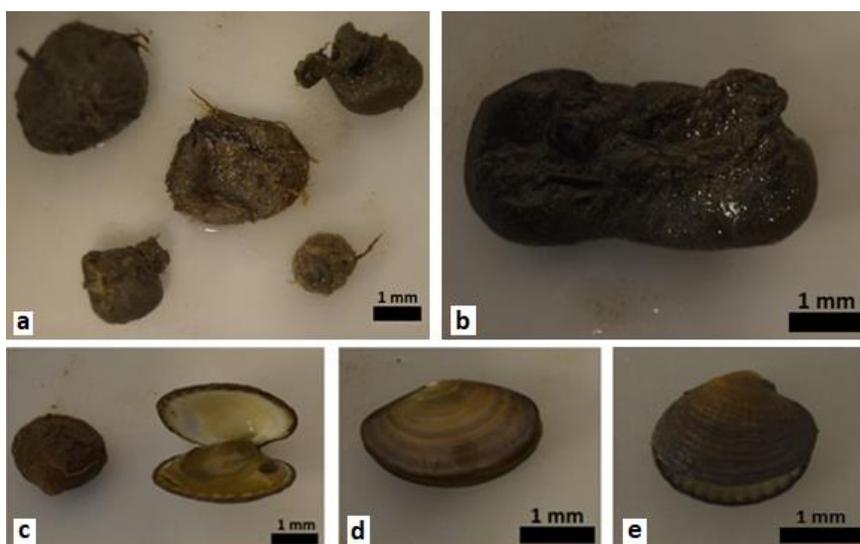


Fig. 31. Detalle de algunos de los ejemplares digeridos: **a)** ascidias de la familia *Polyclinidae*; **b)** ascidia del género *Pyura*; **c)** bivalvos de la especie *Limopsis lilliei*; **d)** bivalvo de la especie *Aequiyoldia eightsii*; **e)** bivalvo de la especie *Cycloardia astartoides*.

Tabla XII. Presencia de fibras en organismos y controles de aire.

Muestra	Masa (g)	Ocurrencia	Color	Medida (mm)	Control aire
Blanco	No aplica		SIN FIBRAS		SIN FIBRAS
Bivalvo 1	0,87	Fibra	Roja	3,5	SIN FIBRAS
Bivalvo 2	1,5		SIN FIBRAS		SIN FIBRAS
Bivalvo 3	0,39	Fibra	Transparente	0,7	SIN FIBRAS
Bivalvo 4	0,58	Fibra	Transparente	2	SIN FIBRAS
		Fibra	Azul	2,5	SIN FIBRAS
Bivalvo 5	0,58	Fibra	Transparente	1	Fibra transparente 2,5 mm / Fibra transparente 1 mm
Ascidia 1	7,46		SIN FIBRAS		SIN FIBRAS
Ascidia 2	5,8	Fibra	Transparente	4	SIN FIBRAS
Ascidia 3	1,84	Fibra	Azul	2	SIN FIBRAS
		Fibra	Transparente	2	SIN FIBRAS
Ascidia 4	4,14	Fibra	Negra	2,5	SIN FIBRAS
		Fibra	Azul	2,5	SIN FIBRAS
Ascidia 5	3,2		SIN FIBRAS		SIN FIBRAS
Ascidia 6	2,29		SIN FIBRAS		SIN FIBRAS
Ascidia 7	2,0	Fibra	Negra	2	SIN FIBRAS
		Fibra	Transparente	9	SIN FIBRAS

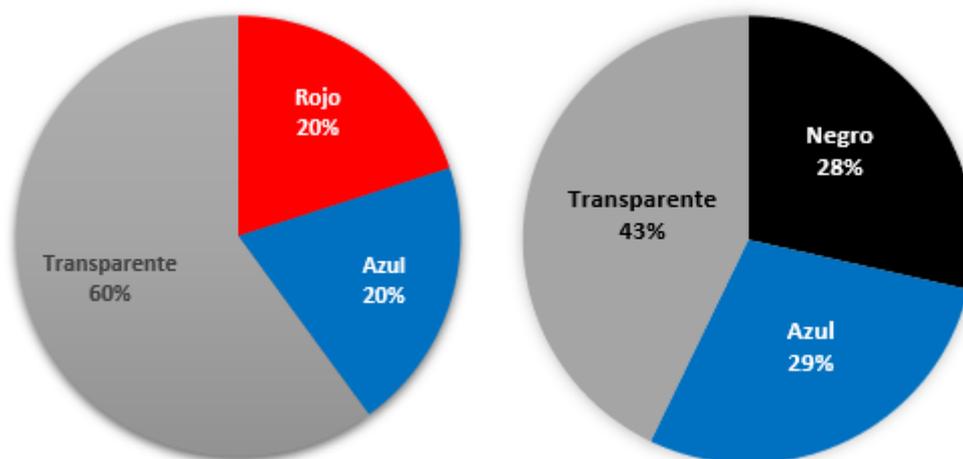


Fig. 32. Colores de las fibras identificadas en los cinco bivalvos (*izquierda*) y las siete ascidias analizadas (*derecha*).

Al igual que con las partículas colectadas de los sedimentos, también se realizó una confirmación polimérica mediante espectrometría infrarroja de transformada de Fourier (microFTIR) en algunas de las fibras encontradas en los organismos, estando el número final analizado sujeto a la disponibilidad del equipo. De igual manera se mantuvo el nivel de 70% de coincidencia entre espectros, confirmándose que de las 6 fibras analizadas (2 de bivalvos y 4 de ascidias) la mitad resultaron ser sintéticas catalogadas como plásticas (Nylon, Poliéster y Celofán) y la otra mitad fueron de algodón (Tabla XIII y Fig. 33). En base a estos resultados

se podría realizar una corrección de las concentraciones de plásticos en los organismos, obteniéndose lo siguiente:

- Bivalvos:
 - Fibras: 1,04 ítems/g_{ORGANISMO}
 - Fibras plásticas: 0,52 ítems/g_{ORGANISMO}
- Ascidias:
 - Fibras: 0,26 ítems/g_{ORGANISMO}
 - Fibras plásticas: 0,13 ítems/g_{ORGANISMO}

Al igual que en el caso de los sedimentos no debe descartarse la posibilidad de una subestimación de los resultados, derivada del porcentaje de coincidencia establecido y la posible alteración de las fibras.

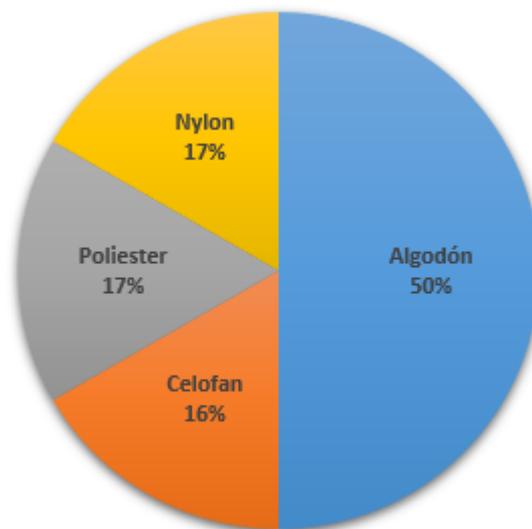


Fig. 33. Composición polimérica de las fibras identificadas.

Tabla XIII. Resultados del análisis de espectrometría infrarroja de transformada de Fourier en las fibras colectadas de los organismos digeridos.

Fibra analizada	Color de la fibra	Tamaño (mm)	Organismo	N° espectro	% Coincidencia	Composición
	Rojo	3,5	Bivalvo	98_1-C.0 98_1.0 98_2-C.0 98_2.0	84,4 83,9 63,3 62,3	Cotton Cotton Cotton Cotton
	Azul	2,5	Bivalvo	99_2.0 99_2-C.0 99_1-C.0 99_1.0	78,22 77,3 35,97 33,07	CELLOPHANE CELLOPHANE PHENCYCLIDINE (PCP) IN KBR 1,6-BIS(TRICHLOROSILYL)HEXANE, 97%
	Azul	2	Ascidia	102_1-C.0 102_1.0 102_2-C.0 102_2.0	81,7 81,6 76,3 75,9	Polyester Polyester Polyester Polyester
	Negro	2,5	Ascidia	103_2-C.0 103_1.0 103_1-C.0 103_2.0	90,6 90,3 90,2 77,9	Cotton Cotton Cotton Cotton
	Negro	2	Ascidia	100b-C.0 100b.0 100b_1-C.0 100b_1.0	80,3 77,2 66,6 64,6	Cotton Cotton Cotton Cotton
	Transparente	9	Ascidia	101_2-C.0 101_2.0 101_1.0 101_1-C.0	81,9 81,8 71,9 71,7	Nylon Nylon Polyamide Polyamide/nylon

5. DISCUSIÓN

La contaminación marina por plásticos es un tema que ha cobrado relevancia en los últimos años, sin embargo existen zonas del planeta donde los estudios continúan siendo escasos, más aún en lo que refiere a la contaminación en los sedimentos marinos, este es el caso de la Antártida. Es en este escenario que surge esta tesis, con el fin de aportar al entendimiento de esta problemática, aportando nuevos datos en relación a la presencia, composición polimérica y abundancia de residuos plásticos en los sedimentos marinos de la bahía Maxwell, así como su interacción con organismos bentónicos filtradores.

5.1. Plásticos y microplásticos en sedimentos marinos

Se identificó la presencia de partículas potencialmente plásticas en los seis sitios analizados en la bahía Maxwell, obteniéndose confirmación mediante determinación polimérica en micro FTIR para cinco de ellos, siendo por tanto este trabajo el tercer reporte de microplásticos en sedimentos marinos de la isla Rey Jorge/25 de Mayo (Perfetti-Bolaño *et al.*, 2022; Waller *et al.*, 2017) y el primer reporte para sedimentos submareales en la bahía Maxwell.

Como fuera indicado, los estudios sobre presencia de microplásticos en sedimentos marinos antárticos son escasos (Cunningham *et al.*, 2020; Munari *et al.*, 2017; Patev 2023; Perfetti-Bolaño *et al.*, 2022; Reed *et al.*, 2018; Waller *et al.*, 2017), identificándose además una falta de uniformidad entre los autores en lo que respecta a la presentación de los resultados, utilizándose diferentes unidades de medida para la expresión de la abundancia de microplásticos, lo que imposibilita casi totalmente la comparación de resultados. Esto queda de manifiesto al querer comparar los resultados obtenidos en este trabajo, expresados en cantidad de partículas por kilogramo de sedimento en base seca, con los reportados por Perfetti-Bolaño *et al.* (2022) para la misma bahía, presentados en cantidad de microplásticos por volumen de sedimento. Surge de la literatura disponible que el único autor con el que se podrían comparar los resultados de esta tesis es Cunningham *et al.* (2020), quien muestreando mediante un *OKTOPUS multicores* obtuvo un valor de densidad para la península antártica dos órdenes de magnitud por encima de los resultados obtenidos en el presente trabajo. Si bien esta diferencia podría reflejar distintos niveles de contaminación entre los sitios estudiados, no puede descartarse una posible influencia producida por la

aplicación de distintas técnicas de muestreo y análisis. Cunningham *et al.* (2020) no solo utilizó un método de colecta diferente, sino que además de los fragmentos también cuantificó las fibras, algo que fue imposible en mi tesis. Considerando que Krojmal (2021) reportó que aproximadamente el 90% de los microplásticos identificados en las aguas superficiales de la bahía Maxwell correspondían a fibras, no puede descartarse que la no consideración de las fibras implique una subestimación considerable de los niveles de contaminación plástica en los sedimentos marinos de esta bahía. Al analizar reportes de microplásticos en distintos tipos de sedimentos de otras regiones del mundo se identifica una gran variedad de resultados, que van desde reportes similares a los obtenidos en este trabajo hasta resultados dos órdenes de magnitud por encima (Phuong *et al.*, 2021; Van Cauwenberghe *et al.*, 2015), identificándose nuevamente una falta de estandarización en los protocolos de muestreo, procesamiento y presentación de resultados. En base a lo expuesto se confirma la necesidad de una armonización para este tipo de estudios, algo que ya ha sido identificado por parte de otros autores (e.g. Hidalgo-Ruz 2012; Van Cauwenberghe *et al.*, 2015).

Para el caso de la bahía Maxwell, se entiende que sería interesante realizar nuevos estudios en sedimentos marinos, tomando muestras de menor tamaño, cuyo volumen permita el análisis del total del sedimento colectado, lo cual permitiría considerar sin límite de duda la totalidad de los elementos identificados, pudiendo incluir a las fibras en futuras determinaciones de los niveles de contaminación por MPs.

Caracterización y clasificación de las partículas

Fueron identificadas 352 partículas con tamaños entre 0,2 y 15 mm. El rango de tamaño de las partículas colectadas se encuentra en concordancia con lo reportado para otros sectores, por ejemplo Waller *et al.* (2017) informaron partículas entre 1 y 23 mm para la ensenada Mackellar (isla Rey Jorge/25 de Mayo) y Munari *et al.* (2017) reportaron un rango de tamaño de entre 0,3 y 22 mm para la bahía de Terra Nova (Mar de Ross). No obstante, en esta tesis se identifica que existe una mayor abundancia de partículas de menor tamaño, puesto que entre el 62% y el 93% del total de las partículas se encontraron en el rango de 0,2 a 1 mm, mientras que Waller *et al.* (2017) reportaron que la mayoría de los microplásticos medían entre 1 y 2 mm, y Munari *et al.* (2017) indicaron que el tamaño más habitual se encontró

entre 2 y 3 mm. Corresponde indicar sin embargo que estos autores no informan un límite de detección, por lo que, al menos en el caso de Waller *et al.* (2017), no podría descartarse que la ausencia de tamaños menores a 1 mm pueda estar asociado al procedimiento de análisis de las muestras, lo que refuerza la necesidad de estandarización y reportes detallados, que faciliten la comparación de resultados.

En lo que respecta a los colores en la bahía Maxwell identificamos una gran variedad, siendo blanco, amarillo, azul y rojo los más representados. Al intentar comparar estos resultados con las publicaciones sobre sedimentos marinos antárticos existentes se identifica una gran escasez de información, puesto que Patev (2023) reporta una partícula azul y una naranja, Cunningham *et al.* (2020) indica una predominancia de fragmentos de color azul, y Munari *et al.* (2017) y Waller *et al.* (2017) informan haber colectado partículas de diferentes colores sin dar mayores detalles. No obstante, al comparar con resultados obtenidos en otras matrices en la misma área de estudio, como arroyos de deshielo (De Feo 2021) y agua superficial de la bahía Maxwell (Krojmal 2021), sí concuerdan los colores identificados en los sedimentos marinos, siendo el rojo uno de los colores principales en las tres matrices.

Al analizar la forma de las partículas colectadas, se identifica que tres de las categorías observadas en este trabajo coinciden con lo reportado por De Feo (2021), siendo éstas fragmento, pintura y espuma. Esto podría sugerir un aporte de MPs desde áreas terrestres de la isla Rey Jorge/25 de Mayo hacia la Bahía Maxwell a través de los arroyos de deshielo, los cuales llegarían al fondo marino por sedimentación, la cual podría estar influenciada no sólo por las condiciones hidrodinámicas del ambiente, sino también por la forma y densidad de los MPs así como por la presencia de plastisfera (Zettler *et al.*, 2013). En este escenario cobraría gran relevancia un posible aporte de MPs realizado desde fuentes locales (Caruso *et al.*, 2022; Cincinelli *et al.* 2017; Rota *et al.*, 2022; Waller *et al.*, 2017). Sin embargo, considerando el punto de descarga del arroyo AINA y la ubicación de los sitios con mayor densidad de MP (1, 2 y 6) no es posible descartar la posibilidad (ni relevancia) de otras fuentes de aporte de MP (puntuales o difusas) a la bahía Maxwell, así como el efecto de la hidrodinámica local en los procesos de sedimentación (Kim *et al.*, 2023). En este sentido, se entiende que podría ser de gran utilidad realizar un modelado de dispersión considerando al arroyo AINA como una fuente puntual, utilizando los resultados del modelo como insumo

para la planificación espacial de una nueva etapa de muestreo de sedimentos de la bahía Maxwell.

Caracterización polimérica

El 37% de las partículas analizadas mediante microFT-IR presentaron espectros con un porcentaje de coincidencia mayor al 70% con al menos un polímero sintético catalogado como plástico. De la revisión de antecedentes surge que si bien varios autores realizaron análisis de microFT-IR a las partículas identificadas en sedimentos antárticos (Cunningham *et al.*, 2020; Munari *et al.*, 2017; Patev 2023; Perfetti-Bolaño *et al.*, 2022; Reed *et al.*, 2018) ninguno de ellos informó cuál fue el porcentaje de coincidencia adoptado, ni si se aplicaron factores de corrección a los resultados. Esto representa una dificultad adicional al momento de comparar los resultados obtenidos, puesto que se desconoce si los criterios adoptados fueron, o no, similares.

Sin perjuicio de lo anteriormente expuesto, resulta de interés comparar los resultados de composición polimérica obtenidos en este estudio con los informados por los autores que identificaron fragmentos plásticos en sedimentos antárticos (Cunningham *et al.*, 2020; Munari *et al.*, 2017). Dicha comparación revela que en los tres estudios se reportó la presencia de poliestireno, polipropileno y polivinilo, compartiéndose además la presencia polietileno con Munari *et al.* (2017). Se entiende coherente que exista coincidencia en la presencia de estos polímeros debido a que se trata de plásticos con una amplia gama de usos (p.ej. poliestireno como aislante térmico, polivinilo en tuberías y polipropileno en textiles y embalajes), y que corresponden a cuatro de los cinco tipos de plásticos más relevantes a nivel mundial en términos de producción y uso (<https://www.plastico.com/es>). Considerando el amplio uso de este tipo de materiales no es posible precisar un origen específico, pudiendo su procedencia estar asociada no sólo a las Bases científicas, sino también a las actividades pesqueras y turísticas que se realizan en la zona.

Si evaluamos los polímeros identificados desde el punto de vista de su densidad, llama la atención que aquellos con mayor representación en los sedimentos de bahía Maxwell correspondan a polietileno y propileno, ya que sus densidades se encuentran entre 0,91 y 0,94 g/cm³, la cual es inferior a la densidad el agua de mar de 1,025 g/cm³. Una explicación

a este fenómeno es aportada por Mancini *et al.* (2023) quien mediante ensayos de laboratorio determinó que existe una importante incidencia de los sedimentos en suspensión en el agua como agente de arrastre de los MP hacia el fondo. La propuesta de Mancini *et al.* (2023) es coherente con los resultados obtenidos en este trabajo, puesto que las mayores densidades de MP fueron encontradas en los sitios con mayor cantidad de sedimento fino, es decir, sitios con menor energía y por tanto con mayor tasa de sedimentación (LibreTexts, 2023).

Considerando lo expuesto y el hecho de que la totalidad de los MP identificados fueron secundarios, los resultados indicarían que existen aportes de residuos plásticos a la bahía Maxwell, tanto desde fuentes marinas como terrestres, éstas últimas canalizadas por los arroyos, sin descartar también un transporte atmosférico (González-Pleiter *et al.*, 2021); estos plásticos por las condiciones ambientales se van fraccionando, hasta llegar a tamaños que los hacen pasibles de ser “arrastrados” verticalmente en las zonas de mayor depositación de sedimentos.

Finalmente, corresponde indicar que si bien la determinación polimérica es una excelente herramienta para la confirmación de la presencia de plásticos y una posible fuente de información sobre los posibles orígenes de estas partículas, es necesario realizar una correcta selección de los elementos a analizar, de modo de garantizar representatividad (Gálvez- Blanca *et al.*, 2024), puesto que de lo contrario se podría subestimar o sobreestimar la representación de las diferentes categorías. Asimismo, otra de las dificultades asociadas a la determinación polimérica al trabajar con muestras ambientales es que el intemperismo (“weathering”) y el envejecimiento (“aging”) pueden degradar las muestras generando falsos negativos al no alcanzar el 70% de coincidencia en los espectros (Binda *et al.*, 2024; Simon *et al.*, 2021), lo cual implicaría una subestimación al aplicar los factores de corrección. Con todo esto, se reafirma la necesidad de informar no sólo los resultados de densidades de MP obtenidos, sino también el porcentaje de muestras analizadas y los valores de coincidencia definidos para la confirmación de plásticos.

Análisis y distribución espacial de microplásticos en el gradiente costero

Fue identificada una mayor densidad de partículas en los sitios con mayor dominancia de sedimentos finos, coincidiendo con lo mencionado por Cunningham *et al.* (2020). La relación inversa, y estadísticamente significativa, entre el tamaño de grano del sedimento y la densidad de MPs sugiere que este tipo de partículas plásticas se depositan mayoritariamente en ambientes de baja energía⁶, pudiendo verse además favorecidas por un efecto de arrastre producido durante la depositación de los sedimentos en suspensión (Mancini *et al.*, 2023).

En cuanto a la distribución espacial de estas densidades a lo largo del gradiente analizado, el ajuste a una función cuadrática sugiere la existencia de dos fuentes de MPs. Una de las fuentes se encontraría próxima a los sitios 1 y 2, por lo que podría estar asociada a Villa de las Estrellas, mientras que la segunda se encontraría próxima al sitio 6 en la cercanía de la BCAA y el glaciar Collins, por lo que podría asociarse al aporte del arroyo AINA aunque el sitio 5 es el más cercano a su desembocadura. Sin embargo, hay varios aspectos que deberían considerarse al momento de discutir y evaluar estas relaciones, en particular para el sitio 6. El primero es que los resultados de este trabajo corresponden a un muestreo puntual en el tiempo y realizado únicamente en 6 sitios que, aunque cuentan con al menos tres réplicas en cada uno, se ubican en un área de la bahía Maxwell sin antecedentes de estudios de MP en sedimentos submareales. El segundo aspecto a tener en cuenta es que si bien las dos variables explicativas consideradas en este trabajo (i.e. granulometría y distancia a los centros antropizados) resultaron tener una relación significativa con la densidad de partículas en los sedimentos, pueden existir otros factores ambientales que estén influyendo en la distribución espacial de los MP en el fondo marino. Finalmente, un tercer aspecto a considerar es que el sitio 6 se encuentra mucho más profundo que los demás sitios, por lo que podría encontrarse sometido a condiciones oceanográficas diferentes, especialmente considerando que se han reportado variaciones en la temperatura, salinidad y densidad del agua de la bahía Maxwell en función de la profundidad (Llanillo *et al.*, 2019). Asimismo, teniendo en cuenta que existe un ingreso de agua desde el estrecho de Bransfield a la bahía Maxwell (Llanillo *et al.*, 2019), no puede descartarse que los MP identificados en el sitio 6

⁶ [https://geo.libretexts.org/Bookshelves/Oceanography/Oceanography_101_\(Miracosta\)/06%3A_Marine_Sediments/6.08%3A_High-Energy_and_Low-Energy_Depositional_Environments](https://geo.libretexts.org/Bookshelves/Oceanography/Oceanography_101_(Miracosta)/06%3A_Marine_Sediments/6.08%3A_High-Energy_and_Low-Energy_Depositional_Environments)

puedan tener una procedencia diferente a los demás sitios, pudiendo éste ser un depocentro que favorezca la depositación de plásticos procedentes desde fuera de la bahía Maxwell.

En base a lo expuesto surge que si bien los resultados de este trabajo indicarían que el aporte de los MP a los sedimentos de la bahía Maxwell correspondería a fuentes locales en la península Fildes, como Villa de las Estrellas y el arroyo AINA, se entiende que hace falta mayor información para su confirmación. Establecer las dinámicas de transporte y depositación para MP en ambientes tan complejos y cambiantes como lo son las regiones marinas antárticas, con variaciones significativas entre verano e invierno, es un gran desafío que requiere de información hidrológica y oceanográfica precisa, así como de modelos que permitan simular y predecir posibles aportes y destinos de las partículas. Si bien se han realizado modelados hidrodinámicos para algunos sectores asociados a esta bahía (Kim *et al.*, 2023), esta información es aún escasa, por lo que los aportes en dicha línea serían de gran utilidad para comprender mejor la problemática asociada a la contaminación marina por plásticos, permitiendo desarrollar estrategias y políticas de gestión adecuadas.

5.2. Presencia de microplásticos en organismos bentónicos

La presencia de microplásticos en organismos bentónicos filtradores de la Antártida ya había sido reportada por Gonzalez-Aravena *et al.* (2024), Gonzalez-Pineda *et al.* (2024b), Sfriso *et al.* (2020) y Simmons (2023), quienes identificaron este tipo de contaminantes en gran parte de los ejemplares analizados, pertenecientes a distintos grupos taxonómicos y con variadas estrategias de alimentación. En este trabajo se realiza un nuevo reporte de consumo de MP por parte de la fauna marina antártica, en este caso para bivalvos y ascidias.

González-Aravena *et al.* (2024) analizaron 21 ejemplares de bivalvos de la especie *Laternula elliptica*, provenientes de la bahía Maxwell (próximos a la costa de la isla Ardley) reportando la presencia de microplásticos en el 95% de los ejemplares. Gonzalez-Pineda *et al.* (2024b) estudiaron 69 ejemplares de bivalvos perteneciente a las especies *Aequiyoldia eightsii*, *Thracia cf. meridionalis* y *Cyclocardia astartoides*, colectados en la bahía Johnson (isla Livingston, Shetland del Sur), indicando que el 45,6% de los individuos presentaron al menos una partícula (“microdebris”). Sfriso *et al.* (2020) analizaron ejemplares de 12 especies diferentes, pertenecientes a distintos grupos y con hábitos alimenticios variados (p.ej.

filtradores, depositívoros, herbívoros) provenientes del mar de Ross, obteniendo que el 83% de los ejemplares presentaban microplásticos. Finalmente, Simmons (2023) estudió 168 ejemplares bentónicos, nuevamente de diversos grupos y hábitos alimenticios, provenientes de ensenada Marian (isla Rey Jorge/25 de Mayo, Shetland del Sur), bahía Børgen (isla Anvers, Península Antártica) y ensenada Sheldon (isla Adelaide, Península Antártica), identificando microplásticos en la fauna de los tres sitios en casi la totalidad de las especies. En base a lo expuesto surge que la cantidad de individuos con presencia de MP identificada en esta tesis (i.e. 60% de los bivalvos y el 57% de las ascidias) se encuentra dentro del rango previamente reportado por otros autores para organismos bentónicos antárticos (45,6%-95%).

En cuanto a la concentración de microplásticos, todos los autores expresan los resultados obtenidos como ítems/masa del organismo, lo que permite realizar una comparación directa entre los tres trabajos. Al analizar a los bivalvos, surge que si bien la concentración de MP obtenida luego de aplicado el factor de corrección (0,52 ítems/g) es inferior a los reportes de los otros autores (1,82 ítems/g, 1,49 ítems/g y 0-2 ítems/g, Gonzalez-Aravena *et al.* (2024), Gonzalez-Pineda *et al.* (2024b) y Sfriso *et al.* (2020), respectivamente), esto no ocurre si consideramos la concentración de partículas potencialmente plásticas (1,04 ítems/g), la cual sí se encuentra en el rango de los valores previamente reportados para bivalvos antárticos. Considerando que Gonzalez-Pineda *et al.* (2024b) presenta valores de microdesechos (“*microdebris*”) y no de microplásticos, y que ni Gonzalez-Aravena *et al.* (2024) ni Sfriso *et al.* (2020) reportan el porcentaje de coincidencia polimérica establecido para sus análisis de microFTIR, se entiende que probablemente los valores reportados corresponden finalmente a partículas potencialmente plásticas. En este sentido, los valores obtenidos en esta tesis para bivalvos se encontrarían en concordancia con los reportados por otros autores para este mismo tipo de organismos antárticos.

En el caso de las ascidias, se obtuvo una concentración de MP de 0,13 ítems/g, en tanto la concentración de partículas potencialmente plásticas fue de 0,26 ítems/g. Considerando que Simmons (2023) tampoco reporta el porcentaje de coincidencia polimérica establecido para sus análisis de microFTIR, y siguiendo la misma línea de razonamiento empleada para los bivalvos, surge que la concentración reportada por este autor para tres especies de ascidias (0,53-1,36 ítems/g) es mayor a la obtenida en este trabajo.

Un aspecto central a considerar en este punto es que tanto en el caso de los bivalvos como en el de las ascidias, en los tres trabajos mencionados se utilizaron límites de detección inferiores a los empleados en esta tesis, lo que también podría explicar las menores densidades encontradas en nuestro trabajo. Por ello se entiende oportuno para futuros trabajos emplear límites de detección menores, disminuyendo así el posible sesgo asociado a la pérdida de partículas de tamaños menores a 200 μm .

Caracterización de las partículas

La totalidad de las partículas identificadas en los organismos fueron fibras de colores azul, rojo, negro y transparente, coincidiendo con los colores reportados por Gonzalez-Aravena *et al.* (2024) y Gonzalez-Pineda *et al.* (2024b) para organismos bentónicos. Asimismo, surge de la bibliografía que fibras de estos colores han sido reportadas para la bahía Maxwell tanto en sedimento intermareal (Perfetti-Bolaño *et al.*, 2022) como en agua superficial (Krojmal 2021), así como también en el agua del arroyo AINA que fluye desde el lago Ionosférico hasta la bahía Maxwell (De Feo 2021). Con lo cual surge que los colores de las fibras se encuentran en concordancia no sólo con otros reportes correspondientes a organismos bentónicos filtradores antárticos, sino también con lo identificado para otras matrices del área de estudio.

En relación a la composición polimérica de las fibras plásticas, mediante el análisis de microFT-IR se determinó que éstas correspondían a celofán, nylon y poliéster. Al analizar los resultados de los otros autores surge que este tipo de polímeros ya habían sido reportados para fibras identificadas en organismos bentónicos filtradores antárticos (Gonzalez-Aravena *et al.*, 2024; Gonzalez-Pineda *et al.*, 2024b; Sfriso *et al.*, 2020; Simmons 2023). Asimismo, es de destacar la gran variedad que existe entre los diferentes estudios tanto en la composición polimérica como en sus porcentajes de ocurrencia, lo cual puede estar asociado al origen de los plásticos. En el caso de las fibras, se ha planteado como una de las principales posibles fuentes el aporte asociado a las descargas de efluentes de las Bases científicas, principalmente asociado a los procesos de lavado de ropa (e.g. Cincinelli *et al.*, 2017; Gonzalez-Aravena *et al.*, 2024; Perfetti-Bolaño *et al.*, 2022), no pudiendo descartarse la posibilidad de un aporte atmosférico el cual podría implicar un origen más distante e incluso exterior a la Antártida (Aves *et al.*, 2022; Brahney *et al.*; 2021).

Finalmente, se entiende necesario destacar que si bien este trabajo se focalizó en el estudio de plásticos y microplásticos no debe perderse de vista la totalidad de las partículas antrópicas (potencialmente plásticas). Esto se evidenció como relevante en los sedimentos y nuevamente ocurre en los organismos bentónicos, donde el 50% del total de las fibras detectadas correspondieron a algodón de color rojo y negro, las cuales también corresponden a contaminantes y cuyo origen muy posiblemente sea el mismo que el de las fibras plásticas. Es por tanto que se identifica nuevamente la pertinencia de reportar no sólo la abundancia de microplásticos, sino también del valor total de partículas antrópicas y/o potencialmente plásticas para este tipo de estudios.

6. CONCLUSIONES

Se confirmó mediante determinación polimérica por microFT-IR ($\geq 70\%$) la presencia de microplásticos en cinco de los seis sitios estudiados, siendo éste el primer registro de microplásticos en sedimentos marinos submareales de la bahía Maxwell.

Se identificó una mayor concentración de microplásticos en sitios con más sedimentos finos, lo que implicaría que existe una mayor deposición de microplásticos en ambientes de baja energía.

La distribución de los microplásticos sugiere un escenario con dos fuentes, una asociada a Villa Las Estrella y otra asociada a la cercanía de la BCAA y el glaciar Collins. Sin embargo, considerando que se trató de un muestreo puntual y que el sitio 6 fue mucho más profundo que los demás, no puede descartarse la posibilidad de que dicho sitio corresponda a un depocentro para partículas provenientes de otras fuentes.

Se identificaron fibras plásticas (microFT-IR $\geq 70\%$) en bivalvos y ascidias, siendo éste el segundo reporte de consumo de microplásticos para bivalvos de la bahía Maxwell y el primero para ascidias de esta bahía.

7. RECOMENDACIONES

Este estudio tuvo como finalidad aportar al conocimiento, aún bastante escaso, de la contaminación por plásticos en sedimentos marinos antárticos. Para futuras investigaciones se entiende oportuno evaluar la posibilidad de establecer un límite de detección menor e incluir el análisis de las fibras, a la vez de aumentar en porcentaje y representatividad de partículas analizadas por micro-FTIR.

Por otra parte, se entiende que sería de gran utilidad para la comprensión del comportamiento de estas partículas modelar la dispersión de microplásticos en la bahía Maxwell, utilizando los resultados como insumo para la planificación espacial y temporal de una nueva etapa de muestreo de sedimentos.

8. BIBLIOGRAFÍA

- ALBARRÁN, K.; ALFONSO, B.; FÓGEL, J.; ROZAS, M.; ABBEDUTO, M.; CASAUX, R. & JUÁRES, M. (2024) Residues of anthropogenic origin found at Stranger Point/Cabo Funes, 25 de Mayo/King George Island, Antarctica. *Polar Biology*. doi: 10.1007/s00300-024-03241-0
- ABEL, S.; WU, F.; PRIMPKKE, S.; GERDTS, G. & BRANDT, A. (2023) Journey to the deep: plastic pollution in the hadal of deep-sea trenches. *Environmental Pollution*, 333: 122078. doi: 10.1016/j.envpol.2023.122078
- ATCM (2019) Resolution 5: Reducing Plastic Pollution in Antarctica and the Southern Ocean. *Antarctic Treaty Consultative Meeting XLII, CEP XXII, 11/07/2019*. <https://ats.aq/devAS/Meetings/Measure/705>
- ATCM42 IP033 (2019). Quantifying and understanding the impacts of plastic pollution in the Southern Ocean. Information paper 33, CEP 11. Antarctic Treaty Consultative Meeting XLII, Prague.
- ATCM42 IP133 (2019). Mitigating microplastic pollution in Antarctica. Information paper 133, CEP 11. Antarctic Treaty Consultative Meeting XLII, Prague.
- ATCM42 WP14 (2019). Reducing Plastic Pollution in Antarctica and the Southern Ocean. Working paper 14, CEP 11. Antarctic Treaty Consultative Meeting XLII, Prague.
- ATCM44 BP13 (2022). First evidence of airborne microplastic pollution in Antarctic air and snow. Background paper 13, CEP 11. Antarctic Treaty Consultative Meeting XLIV, Berlin.
- AVES, R.; REVELL, L.; GAW, S.; RUFFELL, H.; SCHUDEBOOM, A.; WOTHERSPOON, N.; LARUE, M. & MCDONALD, A. (2022) First evidence of microplastics in Antarctic snow. *The Cryosphere*, 16(6). doi: 10.5194/tc-16-2127-2022
- AVILA, C.; ANGULO-PRECKLER, C.; MARTÍN-MARTÍN, R.; FIGUEROLA, B. GRIFFITHS, H. & WALLER, C. (2020). Invasive marine species discovered on non-native kelp rafts in the warmest Antarctic island. *Scientific Reports*, 10(1). doi:10.1038/s41598-020-5856
- BARBOZA, L.; CÓZAR, A.; GIMENEZ, B.; BARROS, T.; KERSHAW, P. & GUILHERMINO, L. (2019). Capítulo 17: Macroplastics Pollution in the Marine Environment. pp.: 305-328. doi: 10.1016/b978-0-12-805052-1.00019-x En: Sheppard, C. (Ed.) *World Seas: An Environmental Evaluation, Volume III: Ecological Issues and Environmental Impacts*.

- Academic Press, Elsevier Ltd. San Diego, United States. 666 pp. ISBN: 978-0-12-805052-1. doi: 10.1016/C2015-0-04336-2
- BARNES, D.; GALGANI, F.; THOMPSON, R. & BARLAZ, M. (2009) Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of The Royal Society*, 364: 1985-1998.
- BASTIAS, M. (2014) Mineralogía y geocronología U-Pb en las islas Shetland del Sur, Antártica, un multienfoque para Punta Hannah, isla Livingston y cabo Wallace, isla Low. Tesis de maestría. Universidad de Chile, Chile. 158 pp.
- BINDA, G.; KALCÍKOVÁ, G.; JOHN, I.; HURLEY, R.; RØDLAND, E.; SPANU, D. & NIZZETTO, L. (2024) Microplastic aging processes: Environmental relevance and analytical implications. *Trends in Analytical Chemistry*, 172: 117566. doi: 10.1016/j.trac.2024.117566
- BORRELLE, S.; RINGMA, J.; LAW, K.; MONNAHAN, C.; LEBRETON, L.; MCGIVERN, A.; MURPHY, E.; JAMBECK, J.; LEONARD, G.; HILLEARY, M.; ERIKSEN, M.; POSSINGHAM, H.; DE FROND, H.; GERBER, L.; POLIDORO, B.; TAHIR, A.; BERNARD, M.; MALLOS, N.; BARNES, M. & ROCHMAN, C. (2020) Predicted growth in plastic waste exceeds efforts to mitigate plastic pollution. *Science*, 369 (6510). doi: 10.1126/science.aba3656
- BRAHNEY, J.; MAHOWALD, N.; PRANK, M & PRATHER, K. (2021) Constraining the atmospheric limb of the plastic cycle. *PNAS*, 118 (16). doi: 10.1073/pnas.2020719118
- BRAUN, C.; MUSTAFA, O.; NORDT, A.; PFEIFFER, S. & PETER, H. (2012) Environmental monitoring and management proposals for the Fildes Region, King George Island, Antarctica. *Polar Research*, 31(1): 18 pp. doi: 10.3402/polar.v31i0.18206
- BUENO, C.; KANDRATAVICIUS, N.; VENTURINI, N.; FIGUERIA, R.; PÉREZ, L.; IGLESIAS, K. & BRUGNOLI, E. (2018) An Evaluation of Trace Metal Concentration in Terrestrial and Aquatic Environments near Artigas Antarctic Scientific Base (King George Island, Maritime Antarctica). *Water, Air, Soil & Pollution*, 229(12): 11 pp. doi: 10.1007/s11270-018-4045-1
- CAPANDEGUY, M. (2017) Determinación de humedad en muestras sólidas (residuos sólidos industriales, sedimentos, suelos). En: Manual de procedimientos analíticos para muestras ambientales. <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/documentos/publicaciones/1050UY.pdf>

- CARUSO, G.; BERGAMI, E.; SINGH, N. & CORSI, I. (2022) Plastic occurrence, sources, and impacts in Antarctic environment and biota. *Water Biology and Security*, 1 (2). doi: 10.1016/j.watbs.2022.100034
- CHOW, S.; CLARKE, A.; FRASER, C.; CARY, C.; MOON, K. & MCGEOCH, M. (2015) The changing form of Antarctic biodiversity. *Nature*, 522(7557): 431-438. doi: 10.1038/nature14505
- CINCINELLI A.; SCOPETANI, C.; CHELAZZI, D.; LOMBARDINI, E.; MARTELLINI, T.; KATSOYIANNIS, A.; FOSSI, M. & CORSOLINI, S. (2017) Microplastic in the surface waters of the Ross Sea (Antarctica): occurrence, distribution and characterization by FTIR. *Chemosphere*, 174: 391-400. doi: 10.1016/j.chemosphere.2017.02.024
- COLE, M.; LINDEQUE, P.; HALSBAND, C. & GALLOWAY, T. (2011) Microplastic as contaminants in the marine environment: a review. *Marine Pollution Bulletin*, 62: 2588-2597.
- CONVEY, P. (2020) The prince of cumulative human activities in the Antarctic. *Antarctic Science*, 32(6): 425-425. doi: 10.1017/S0954102020000577
- CUNNINGHAM, E.; EHLERS, S.; DICK, J.; SIGWART, J.; LINSE, K.; DICK, J. & KIRIAKOULAKIS, K. (2020) High Abundances of Microplastic Pollution in Deep-Sea Sediments: Evidence from Antarctica and the Southern Ocean. *Environmental Science & Technology*, 54: 13661–13671. doi: 10.1021/acs.est.0c03441
- DE FEO, B. (2021) Aporte de materia orgánica, invertebrados y plásticos al ambiente marino-costero a través de dos arroyos de deshielo de la Isla Rey Jorge (Antártida Marítima). Tesis de maestría. Universidad de la República. 57 pp.
- DERRAIK, J. (2002) The pollution of marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin*, 44: 842-852.
- ERGAS, M.; FIGUEROA, D.; PASCHKE, K.; URBINA, A.; NAVARRO, J. & VARGAS-CHACOFF, L. (2023) Cellulosic and microplastic fibers in the Antarctic fish *Harpagifer antarcticus* and Sub-Antarctic *Harpagifer bispinis*. *Marine Pollution Bulletin*, 194: 8 pp. doi: 10.1016/j.marpolbul.2023.115380
- FRIAS, J.; PAGTER, E.; NASH, R.; O'CONNOR, I.; CARRETERO, O.; FILGUEIRAS, A.; GAGO, J.; ANTUNES, J.; BESSA, F.; SOBRAL, P.; GORUPPI, A.; TIRELLI, V.; PEDROTTI, M.; SUARIA, G.; ALIANI, S.; LOPES, C.; RAIMUNDO, J.; CAETANO, M.; PALAZZO, L.; ANDREA DE LUCIA, G.; CAMEDDA, A.; MUNIATEGUI, S.; GRUEIRO, G.; FERNANDEZ, V.; ANDRADE, J.; DRIS, R.; LAFORSCH, C.; SCHOLZ-BÖTTCHER, B. & GERDTS, G. (2018) Standardised

- protocol for monitoring microplastics in sediments. *JPI-Oceans BASEMAN project*. 32 pp.
- FRASER, C.; MORRISON, A.; HOGG, A.; MACAYA, E.; VAN SEVILLE, E.; RYAN, P.; PADOVAN, A.; JACK, C.; VALDIVIA, N. & WALTERS, J. (2018) An Evaluation of Trace Metal Concentration in Terrestrial and Aquatic Environments near Artigas Antarctic Scientific Base (King George Island, Maritime Antarctica). *Water, Air, Soil & Pollution*, 229(12): 11 pp. doi: 10.1038/s41558-018-0209-7
- GALLO, F.; FOSSI, C.; WEBER, R.; SANTILLO, D.; SOUSA, J.; INGRAM, I.; NADAL, A. & ROMANO, D. (2018) Marine litter plastics and microplastics and their toxic chemicals components: the need for urgent preventive measures. *Environmental Science Europe*, 30(13): 14 pp. doi: 10.1186/s12302-018-0139-z
- GAO, Y.; LI, R.; GAO, H.; HOU, C.; JIN, S.; YE, J. & NA, G. (2021) Spatial distribution of cumulative impact on terrestrial ecosystem of the Fildes Peninsula, Antarctica. *Journal of Environmental Management*, 279:111735. doi: 10.1016/j.jenvman.2020.111735
- GÁLVEZ-BLANCA, V.; EDO, C.; GONZÁLEZ-PLEITER, M.; FERNÁNDEZ-PIÑAS, F.; LEGANÉS, F. & ROSAL, R. (2024) Microplastics and non-natural cellulosic particles in Spanish bottled drinking water. *Scientific Reports*, 14: 11089. doi: 10.1038/s41598-024-62075-2
- GARCÍA-RODRÍGUEZ, F.; PICCINI, C.; CARRIZO, D.; SÁNCHEZ-GARCÍA, L.; PÉREZ, L.; CRISCI, C.; OAQUIM, A.; EVANGELISTA, H.; SOUTULLO, A.; AZCUNE, A. & LÜNING, S. (2021) Centennial glacier retreat increases sedimentation and eutrophication in Subantarctic periglacial lakes: A study case of Lake Uruguay. *Science of the Total Environment*, 754: 15 pp. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.142066
- GESAMP (2016) *Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: part 2 of a global assessment* (Kershaw P.J., and Rochman C.M. editors), (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). Rep. Stud. GESAMP No. 93, 220 pp.
- GESAMP (2019) *Guidelines on the monitoring and assessment of plastic litter and microplastics in the ocean* (Kershaw P.J., Turra A. and Galgani F. editors), (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.

- GOHLA, J., BRAČUN, S.; GRETSCHEL, G.; KOBLMÜLLER, S.; WAGNER, M. & PACHER, C. (2021). Potassium carbonate (K₂CO₃) – A cheap, non-toxic and high-density floating solution for microplastic isolation from beach sediments. *Marine Pollution Bulletin*, 170: 1-6. doi: 10.1016/j.marpolbul.2021.112618
- GONZÁLEZ-ARAVENA, M.; ROTUNNO, C.; CÁRDENAS, C.; TORRES, M.; MORLEY, S.; HURLEY, J.; CARO-LARA, L.; POZO, K.; GALBAN, C. & RONDON, R. (2024) Detection of plastic, cellulosic micro-fragments and microfibers in *Laternula elliptica* from King George Island (Maritime Antarctica). Artículo en prensa. SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4720376>. doi: 10.2139/ssrn.4720376
- GONZALEZ-PINEDA, M.; AVILA, C.; LACEROT, G.; LOZOYA, J.; TEIXEIRA DE MELLO, F.; FACCIIO, R.; PIGNANELLI, F. & SALVADÓ, H. (2024a) Experimental ingestion of microplastics in three common Antarctic benthic species. *Marine Environmental Research*, 204. doi: 10.1016/j.marenvres.2024.106879
- GONZALEZ-PINEDA, M.; SALVADÓ, H. & AVILA, C. (2024b) Do Antarctic bivalves present microdebris? The case of Livingston Island. *Environmental Pollution*, 351. doi: 10.1016/j.envpol.2024.124086
- GONZÁLEZ-PLEITER, M.; EDO, C.; VELÁZQUEZ, D.; CASERO-CHAMORRO, M.; LEGANÉS, F.; QUESADA, A.; FERNÁNDEZ-PIÑAS, F. & ROSAL, R. (2020). First detection of microplastics in the freshwater of an Antarctic Specially Protected Area. *Marine Pollution Bulletin*, 161: 6 pp. doi: 10.1016/j.marpolbul.2020.111811
- GONZÁLEZ-PLEITER, M.; LACEROT, G.; EDO, C.; LOZOYA, J.; LEGANÉS, F.; FERNÁNDEZ-PIÑAS, F.; ROSAL, R. & TEIXEIRA DE MELLO, F. (2021) A pilot study about microplastics and mesoplastics in an Antarctic glacier. *The Cryosphere*, 15 (6): 2531–2539. doi: 10.5194/tc-15-2531-2021
- HARRIS, C. (1991) Environmental effects of human activities on King George Island, South Shetland Islands, Antarctica. *Polar Record*, 27(162): 193-204.
- HIDALGO-RUZ, V.; GUTOW, L.; THOMPSON, C. & THIEL, M. (2012) Microplastics in the Marine Environment: A Review of the Methods Used for Identification and Quantification. *Environmental Science & Technology*, 46: 3060–3075. doi: 10.1021/es2031505
- HUGHES, K.; FRETWELL, P.; RAE, J.; HOLMES, K. & FLEMING, A. (2011). Untouched Antarctica: mapping a finite and diminishing environmental resource. *Antarctic Science*, 23(06): 537–548. doi: 10.1017/s095410201100037x

IAATO s.f. <https://iaato.org/>

IUCN s.f. <https://iucn.org/story/202303/cleaner-oceans-thriving-communities-economic-impacts-plastic-pollution>

JAMBECK, J.; GEYER, R.; WILCOX, C.; SIEGLER, T.; PERRYMAN, M.; ANDRADY, A.; NARAYAN, R. & LAVENDER, K. (2015) Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347: 768-771. doi: 10.1126/science.1260352

KIM, Y.; KIM, T.; PARK, S.; HA, S.; PARK, J.; YOO, J. & CHO, Y. (2023) Properties and Mechanisms of Seawater Exchange in Marian Cove, King George Island, West Antarctic Peninsula. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 128. doi: 10.1029/2023JC020111

KROJMAL, E. (2021) Microplásticos de la Bahía Collins (Península Fildes, Antártida) y su interacción con el zooplancton mediante un modelo experimental. Tesis de maestría. Universidad de la República. 55 pp.

LACERDA, A.; RODRIGUES, L.; VAN SEBILLE, E.; RODRIGUES, F.; RIBEIRO, L.; SECCHI, E.; KESSLER, F. & PROIETTI, M. (2019) Plastics in sea surface waters around the Antarctic Peninsula. *Scientific Reports*, 9(3977): 1-11. doi: 10.1038/s41598-019-40311-4

LACERDA, A.; PROIETTI, M.; SECCHI, E. & TAYLOR, J. (2020). Diverse groups of Fungi are associated with plastics in the surface waters of the Western South Atlantic and the Antarctic Peninsula. *Molecular Ecology*, 29: 1903–1918. doi:10.1111/mec.15444

LLANILLO, P.; AIKEN, C.; CORDERO, R.; DAMIANI, A.; SEPÚLVEDA, E. & FERNÁNDEZ-GÓMEZ, B. (2019) Oceanographic Variability induced by Tides, the Intraseasonal Cycle and Warm Subsurface Water intrusions in Maxwell Bay, King George Island (West-Antarctica). *Scientific Reports*, 9:18571. doi: 10.1038/s41598-019-54875-8

LOZOYA, J.; RODRÍGUEZ, M.; AZCUNE, G.; LACEROT, G; PÉREZ-PARADA, A.; LENZI, J.; ROSSI, F. & TEIXEIRA DE MELLO, F. (2022) Stranded pellets in Fildes Peninsula (King George Island, Antarctica): New evidence of Southern Ocean connectivity. *Science of The Total Environment*, 838 (1). doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.155830

LOZOYA, J.; LACEROT, G.; DE FEO, B.; KROJMAL, E.; GONZÁLEZ-PLEITER, M.; RAMOS, A. & TEIXEIRA DE MELLO, F. (2024) Challenges in studying plastics and microplastics in Antarctica: Considerations from the AntarPLAST Project. *Antarctic Affairs*, 10: 17-29.

- LI, W.; TSE, H. & FOK, L. (2016) Plastic waste in the marine environment: A review of sources, occurrence and effects. *Science of The Total Environment*, 333-349. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.05.084
- LIBRETEXTS (2023) "High-Energy" and "Low-Energy" Depositional Environments. https://geo.libretexts.org/Bookshelves/Oceanography/Oceanography_101_%28Miracosta%29/06%3A_Marine_Sediments/6.08%3A_High-Energy_and_Low-Energy_Depositional_Environments?utm_source=chatgpt.com
- MANCINI, M.; SERRA, T.; COLOMER, J. & SOLARI, L. (2023) Suspended sediments mediate microplastic sedimentation in unidirectional flows. *Science of the Total Environment*, 890. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.164363
- MASQUELIN, H.; PEREA, D.; VERDE, M.; GUÉREQUIZ, R. & SIERNA, M. (2009) Capítulo VIII: Geología y paleontología de las islas Shetland del Sur, Antártida. pp.: 167-194. En: VEROSLAVSKY, G.; UBILLA, M. & MARTÍNEZ, S. (Eds.) *Cuencas Sedimentarias de Uruguay: geología, paleontología y recursos naturales - Cenozoico*. DIRAC/FCIEN. Montevideo, Uruguay. 447 pp.
- MUNARI, C.; INFANTINI, V.; SCOPONI, M.; RASTELLI, E.; CORINALDESI, C. & MISTRI, M. (2017) Microplastics in sediments of Terra Nova Bay (Ross Sea, Antarctica). *Marine Pollution Bulletin*, 122: 161-165. doi: 10.1016/j.marpolbul.2017.06.039
- MURPHY, E.; JOHNSTON, N.; HOFMANN, E.; PHILLIPS, R.; JACKSON, J.; CONSTABLE, A.; HENLEY, S.; MELBOURNE-THOMAS, J.; TREBILCO, R.; CAVANAGH, R.; TARLING, G.; SAUNDERS, R.; BARNES, D.; COSTA, D.; CORNEY, S.; FRASER, C.; HÖFER, J.; HUGHES, K.; SANDS, C.; THORPE, S.; TRATHAN, P. & XAVIER, J. (2021) Global Connectivity of Southern Ocean Ecosystems. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9: 624451. doi: 10.3389/fevo.2021.624451
- OBBARD, R. (2018) Microplastics in Polar Regions: The role of long range transport. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 2018(1): 24-29. doi: 10.1016/j.coesh.2017.10.004
- OLECH, M. (2002) Parte III, Capítulo 12.1: Comments on the Flora. pp.: 216-220. En: BEYER, L. & BÖLTER, M. (Eds.) *Geoecology of Antarctic ice-free coastal landscapes*. Springer. Heidelberg, Alemania. 435 pp. ISBN 978-3-642-62674-6. doi: 10.1007/978-3-642-56318-8

- ONU-PNUMA (2011) Residuos plásticos en los océanos. pp.: 20-33. En: *Anuario PNUMA: temas emergentes en nuestro medio ambiente global*. Nairobi, Kenya. 92 pp. ISBN: 978-92-807-3103-3
- ONU-PNUMA (2018) Plásticos de un solo uso: una hoja de ruta para la sostenibilidad. Documento electrónico, 104 pp. ISBN: 978-92-807-3705-9
- PATEV, E. (2023) Investigation of Microplastics from Deep-Sea Antarctic and West Coast North American Sediments. Master's thesis, Harvard University. 73 pp.
- PERFETTI-BOLAÑO, A.; ARANEDA, A.; MUÑOZ, K. & BARRA R. (2022) Occurrence and Distribution of Microplastics in Soils and Intertidal Sediments at Fildes Bay, Maritime Antarctica. *Frontiers in Marine Science*, 8: 13 pp. doi: 10.3389/fmars.2021.774055
- PERTIERRA, L.; HUGHES, K.; VEGA, G. & OLALLA-TÁRRAGA, M. (2017). High Resolution Spatial Mapping of Human Footprint across Antarctica and Its Implications for the Strategic Conservation of Avifauna. *PLOS ONE*, 12(1). doi: 10.1371/journal.pone.0168280
- PHUONG, N.; FAUVELLE, V.; GRENZ, C.; OURGAUD, M.; SCHMIDT, N.; STRADY, E. & SEMPÉRÉ, R. (2021) Highlights from a review of microplastics in marine sediments. *Science of the Total Environment*, 777: 146225. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.146225
- PLASTICSEUROPE (2012) Plastics - the fast Facts 2012. Documento electrónico: <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2012/>
- PLASTICSEUROPE (2023) Plastics - the fast Facts 2023. Documento electrónico. <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-fast-facts-2023/>
- RCTA XXXII. Reunión Consultiva del Tratado Antártico XXXII: Plan de gestión revisado de la Zona Antártica Especialmente Protegida N° 150 Isla Ardley, bahía Maxwell, isla Rey Jorge (isla 25 de Mayo). Documento electrónico: <https://iau.gub.uy/wp-content/uploads/2023/08/Plan-de-gestion-revisado-de-la-Zona-Antartica-Especialmente-Protegida-No-150.pdf>
- REED, S. CLARK, M.; THOMPSON, R. & HUGHES, K. (2018) Microplastics in marines sediments near Rothera Research Station, Antarctica. *Marine Pollution Bulletin*, 133: 460-463. doi: 10.1016/j.marpolbul.2018.05.068
- RODRÍGUEZ, C.; IGLESIAS, K.; BÍCEGO, M.; TANIGUCHI, S.; SASAKI, S.; KANDRATAVICIUS, N.; BUENO, C.; BRUGNOLI, E. & VENTURINI, N. (2018) Hydrocarbons in soil and meltwater stream sediments near Artigas Antarctic Research Station: origin, sources and levels. *Antarctic Science*, 30(03): 170-182. doi: 10.1017/S0954102018000019

- ROTA, E.; BERGAMI, E.; CORSI, I. & BARGAGLI, R. (2022) Macro- and Microplastics in the Antarctic Environment: Ongoing Assessment and Perspectives. *Environments*, 9 (93). doi: 10.3390/environments9070093
- SIMON, M.; VIANELLO, A.; SHASHOUA, Y. & VOLLERTSEN, J. (2021) Accelerated weathering affects the chemical and physical properties of marine antifouling paint microplastics and their identification by ATR-FTIR spectroscopy. *Chemosphere*, 274: 129749. doi: 10.1016/j.chemosphere.2021.129749
- SCHMID, T.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, J.; GUILLASO, S.; SERRANO, E.; D'HONDT, O.; KOCH, M.; NIETO, A.; O'NEILL, T.; MINK, S.; DURÁN, J. & MAESTRO, A. (2017) Geomorphological mapping of ice-free areas using polarimetric RADARSAT-2 data on Fildes Peninsula and Ardley Island, Antarctica. *Geomorphology*, 293: 448-459. doi: 10.1016/j.geomorph.2016.09.031
- SCHWARZ, A.; LIGTHART, T.; BOUKRIS, E. & VAN HARMELEN, T. (2019) Sources, transport, and accumulation of different types of plastic litter in aquatic environments: A review study. *Marine Pollution Bulletin*, 143: 92-100. doi: 10.1016/j.marpolbul.2019.04.029
- SFRISO, A.; TOMIO, Y.; ROSSO B.; GAMBARO, A.; SFRISO, A.; CORAMI, F.; RASTELLI, E.; CORINALDESI, C.; MISTRIA, M., & MUNARI, C. (2020) Microplastic accumulation in benthic invertebrates in Terra Nova Bay (Ross Sea, Antarctica). *Environment International*, 137: 8 pp. doi: 10.1016/j.envint.2020.105587
- SICIŃSKI, J.; JAŻDŻEWSKI, K.; DE BROYER, C.; PRESLER, P.; LIGOWSKI, R.; NONATO, E.; CORBISIER, T.; PETTI, M.; BRITO, T.; LAVRADO, H.; BŁAŻEWICZ-PASZKOWYCZ, M.; PABLIS, K.; JAŻDŻEWSKA, A. & CAMPOS, L. (2011) Admiralty Bay Benthos Diversity—A census of a complex polar ecosystem. *Deep-Sea Research II*, 58: 30-48. doi: 10.1016/j.dsr2.2010.09.005
- SIMMONS, N. (2023). Quantifying Microplastic Concentration of Invertebrates from Three Antarctic Fjords. Tesis de maestría. University of West Florida, Estados Unidos. 58 pp.
- SIMOES, C.; DA ROSA, K.; CZAPELA, F.; VIEIRA, R. & SIMOES, J. (2015) Collins Glacier retreat process and regional climatic variations, King George Island, Antarctica. *Geographical Review*, 105(4): 462–471.
- SIMÕES, J. (2011). Capítulo 1: O ambiente antártico: domínio de extremos. pp.: 15-23. En: Goldemberg, J. (Coord.) *Antártica e as Mudanças Globais: desafio para a humanidade*. Edgard Blücher Ltda. São Paulo, Brasil. ISBN: 978-85-212-0635-4

- SUARIA, G.; PEROLD, V.; LEE, J.; LÉBOUARD, F.; ALIANI, S. & RYAN, P. (2020) Floating macro- and microplastics around the Southern Ocean: Results from the Antarctic Circumnavigation Expedition. *Environment International*, 136: 105494. doi: 10.1016/j.envint.2020.105494
- THIEL, M.; BRAVO, M.; HINOJOSA, I.; LUNA, G.; MIRANDA, L.; NÚÑEZ, P.; PACHECO, A. & VÁSQUEZ, N. (2011) Anthropogenic litter in the SE Pacific: an overview of the problem and possible solutions. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 11(1): 115-134.
- TIRELLI, V.; SUARIA, G. & LUSHER, L. Microplastics in Polar Samples. En: Handbook of Microplastics in the Environment; Rocha-Santos, T., Costa, M., Mouneyrac, C. (Eds.); *Springer Polar Sciences: Cham*, Switzerland, 2020; pp. 1–42. doi: 10.1007/978-3-030-10618-8
- TOVAR, N. (2005) Manual de Prácticas de Oceanografía Geológica. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 101 pp.
- VAN CAUWEMBERGHE, L.; VANREUSEL, A.; MEES, J. & JANSSEN, C. (2013) Microplastic pollution in deep-sea sediments. *Environmental Pollution*, 182: 495-499.
- VAN CAUWENBERGHE, L.; DEVRIESE, L.; GALGANI, F.; ROBBENS, J. & JANSSEN, C. (2015) Microplastics in sediments: A review of techniques, occurrence and effects. *Marine Environmental Research*, 111: 5-17. doi: 10.1016/j.marenvres.2015.06.007
- VAN SEBILLE, E. (2015) The oceans accumulating plastic garbage. *Physics Today*, 68(60): 2 pp. doi: 10.1063/PT.3.2697
- VAN SEBILLE, E.; WILCOX, C.; LEBRETON, L.; MAXIMENKO, N.; HARDESTY, B.; VAN FRANEKER, J.; ERIKSEN, M.; SIEGEL, D.; GALGANI, F. & LAVENDER, K. (2015) A global inventory of small floating plastic debris. *Environmental Research Letters*, 10: 11 pp. doi: 10.1088/1748-9326/10/12/124006
- VENTURINI, N.; ZHU, Z.; BESSONART, M.; GARCÍA-RODRÍGUEZ, F.; BERGAMINO, L.; BRUGNOLI, E.; MUNIZ, P. & ZHANG, J. (2020) Between-summer comparison of particulate organic matter in surface waters of a coastal area influenced by glacier meltwater runoff and retreat. *Polar Science*, 100603. doi: 10.1016/j.polar.2020.100603
- WALLER, C.; GRIFFITHS, H.; WALUDA, C.; THORPE, S; LOAIZA, I.; MORENO, B.; PACHERRES, C. & HUGHES, K. (2017) Microplastics in the antarctic marine system: an emerging area

- of research. *Science of the Total Environment*, 598: 220-227. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.03.283
- WALLER C. & HUGHES, K. (2018) Plastics in the Southern Ocean. *Antarctic Science*, 30(5): 269. doi: 10.1017/S0954102018000330
- WALUDA, C.; STANILAND, I.; DUNN, M.; THORPE, S.; GRILLY, E.; WHITELAW, M. & HUGHES, K. (2020) Thirty years of marine debris in the Southern Ocean: Annual surveys of two island shores in the Scotia Sea. *Environment International*, 136: 11 pp. doi: 10.1016/j.envint.2020.105460
- WOODALL, L.; SANCHEZ-VIDAL, A.; CANALS, M.; PATERSON, G.; COPPOCK, R.; SLEIGHT, V.; CALAFAT, A.; ROGERS, A.; NARAYANASWAMY, B. & THOMPSON, R. (2014). The deep sea is a major sink for microplastic debris. *Royal Society Open Science*, 1(4), 140317. doi:10.1098/rsos.140317
- ZETTLER, E.; MINCER, T. & AMARAL-ZETTLER, L. (2013). Life in the “Plastisphere”: Microbial Communities on Plastic Marine Debris. *Environmental Science & Technology*, 47(13), 7137–7146. doi: 10.1021/es401288x

ANEXO I

Reporte de los controles para la determinación de la presencia de fibras en el aire

Fecha	Control	Color de la fibra				
		Negra	Azul/Celeste	Roja	Transparente	Otros
10/2/2022	1	2	2	0	0	0
	2	2	0	0	1	0
11/2/2022	1	3	4	1	0	1 marrón
	2	1	1	4	0	0
12/2/2022	1	1	3	2	0	0
	2	1	0	1	1	1 amarilla
14/2/2022	1	0	1	1	0	0
	2	2	0	1	0	1 amarilla
15/2/2022	1	3	1	0	0	0
	2	2	2	0	0	0
17/2/2022	1	7	0	0	0	1 amarilla
	2	1	2	0	0	1 lila
18/2/2022	1	0	0	0	0	0
	2	2	4	1	1	0
24/2/2022	1	3	2	0	1	0
	2	2	3	1	0	0
26/2/2022	1	5	1	0	0	no
	2	1	1	0	1	1 amarilla
27/2/2022	1	4	2	0	3	0
	2	0	1	1	1	0
10-11-12 /5/2022	1	0	2	0	0	0
	2	0	3	2	2	1 rosada
30-31 /5/2022	1	0	1	0	0	0
	2	2	0	1	2	0
1/6/2022	1	3	1	2	1	0
	2	1	0	2	0	0
2/6/2022	1	0	5	1	1	0
	2	0	2	0	0	0
3/6/2022	1	1	0	2	1	0
	2	0	0	0	0	0
29/11/2022	1	0	2	0	0	0
	2	0	0	0	3	0
15/3/2023	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	1	0
16/3/2023	1	0	0	0	0	0
	2	2	0	0	1	0
17/3/2023	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0

Fecha	Control	Color de la fibra				
		Negra	Azul/Celeste	Roja	Transparente	Otros
23/3/2023	1	0	0	0	0	0
	2	3	1	1	0	0
25/3/2023	1	1	0	0	1	0
	2	1	0	0	1	0
27/3/2023	1	0	0	0	1	0
	2	0	1	0	0	0
3/4/2023	1	0	3	2	0	1 lila
	2	1	0	1	0	0
5/4/2023	1	1	0	0	0	0
	2	1	2	0	0	0
28/4/2023	1	1	1	0	1	0
	2	1	1	0	2	0
29/4/2023	1	0	0	0	0	0
	2	3	1	0	0	0
30/4/2023	1	2	1	0	1	0
	2	1	1	0	0	0
13-14 /5/2023	1	1	7	1	0	0
	2	1	1	0	0	0

ANEXO II

Partículas colectadas del sedimento con detalle de clasificación, color y tamaño

Muestra	Clasificación	Color	Medida (mm)
P1-1	Pintura	Azul	2,8
P1-1	Pintura	Amarillo	0,9
P1-1	Fragmento	Rojo	0,2
P1-1	Fragmento	Rojo	0,2
P1-1	Fragmento	Negro	0,2
P1-1	Esponja/Espuma	Otro	0,9
P1-2	Pintura	Rojo	0,7
P1-2	Fragmento	Verde	0,5
P1-2	Fragmento	Verde	0,3
P1-2	Fragmento	Azul	0,5
P1-2	Fragmento	Azul	0,3
P1-2	Fragmento	Rojo	0,7
P1-2	Fragmento	Amarillo	1,4
P1-2	Fragmento	Azul	0,4
P1-2	Fragmento	Rojo	0,3
P1-2	Pintura	Rojo	0,4
P1-2	Fragmento	Rojo	0,3
P1-2	Esponja/Espuma	Blanco	1,1
P1-2	Fragmento	Azul	0,5
P1-2	Pintura	Negro	1,3
P1-2	Fragmento	Rojo	0,4
P1-2	Fragmento	Verde	0,3
P1-2	Pintura	Verde	0,2
P1-2	Fragmento	Transparente	0,7
P1-2	Fragmento	Verde	0,3
P1-2	Fragmento	Azul	0,5
P1-2	Fragmento	Rojo	0,2
P1-2	Fragmento	Rojo	0,6
P1-2	Pintura	Rojo	0,3
P1-2	Film	Multicolor	0,5
P1-2	Fragmento	Rojo	0,5
P1-2	Fragmento	Naranja	0,5
P1-2	Fragmento	Azul	0,4
P1-2	Fragmento	Verde	0,2
P1-2	Pintura	Amarillo	0,5
P1-2	Fragmento	Verde	0,4
P1-2	Fragmento	Azul	0,4
P1-2	Fragmento	Otro	0,4
P1-2	Fragmento	Naranja	0,6
P1-2	Fragmento	Rojo	0,3
P1-2	Fragmento	Rojo	0,4

Muestra	Clasificación	Color	Medida (mm)
P1-2	Fragmento	Azul	0,3
P1-2	Fragmento	Otro	0,2
P1-2	Fragmento	Rojo	0,2
P1-2	Fragmento	Rojo	0,3
P1-2	Fragmento	Rojo	0,4
P1-2	Fragmento	Azul	0,4
P1-2	Fragmento	Verde	0,4
P1-2	Fragmento	Amarillo	0,4
P1-2	Fragmento	Negro	1,1
P1-2	Fragmento	Negro	0,8
P1-2	Fragmento	Negro	0,3
P1-2	Fragmento	Azul	0,7
P1-2	Esponja/Espuma	Blanco	0,5
P1-2	Fragmento	Negro	0,9
P1-2	Pintura	Verde	0,4
P1-2	Pintura	Otro	0,3
P1-2	Pintura	Azul	0,3
P1-2	Pintura	Naranja	0,2
P1-2	Fragmento	Negro	0,9
P1-2	Fragmento	Negro	0,7
P1-2	Fragmento	Blanco	0,7
P1-2	Fragmento	Multicolor	0,3
P1-2	Fragmento	Negro	0,8
P1-2	Fragmento	Rojo	0,3
P1-2	Pintura	Azul	0,8
P1-2	Fragmento	Amarillo	0,3
P1-2	Fragmento	Azul	0,7
P1-2	Fragmento	Rojo	0,2
P1-2	Fragmento	Amarillo	0,3
P1-2	Fragmento	Azul	1,5
P1-2	Fragmento	Azul	0,2
P1-2	Fragmento	Rojo	0,3
P1-2	Fragmento	Transparente	0,5
P1-2	Fragmento	Negro	1
P1-2	Fragmento	Multicolor	0,3
P1-2	Pintura	Blanco	1
P1-2	Fragmento	Amarillo	0,4
P1-3	Fragmento	Blanco	12
P1-3	Fragmento	Naranja	0,4
P1-3	Fragmento	Azul	0,3
P1-3	Esponja/Espuma	Blanco	0,5
P1-3	Fragmento	Azul	0,3
P1-3	Fragmento	Rojo	0,5
P1-3	Fragmento	Naranja	0,3
P1-3	Fragmento	Verde	0,4

Muestra	Clasificación	Color	Medida (mm)
P1-3	Fragmento	Rojo	0,2
P1-3	Esponja/Espuma	Blanco	0,4
P1-3	Fragmento	Azul	0,5
P1-3	Fragmento	Blanco	0,6
P1-3	Fragmento	Naranja	0,5
P1-3	Fragmento	Rojo	0,3
P1-3	Fragmento	Blanco	0,8
P1-3	Fragmento	Multicolor	0,5
P1-3	Fragmento	Blanco	0,5
P1-3	Fragmento	Rojo	0,2
P1-3	Fragmento	Rojo	0,3
P1-3	Fragmento	Rojo	0,3
P1-3	Fragmento	Blanco	0,3
P1-3	Fragmento	Negro	1
P1-3	Fragmento	Blanco	0,6
P1-3	Esponja/Espuma	Blanco	0,4
P1-3	Fragmento	Verde	0,7
P1-3	Fragmento	Azul	0,4
P1-3	Fragmento	Rojo	0,3
P1-3	Fragmento	Blanco	0,5
P1-3	Fragmento	Naranja	0,2
P1-3	Fragmento	Verde	0,2
P1-3	Fragmento	Blanco	0,6
P1-3	Fragmento	Negro	1
P1-3	Fragmento	Negro	0,5
P1-3	Fragmento	Negro	0,5
P1-3	Fragmento	Naranja	0,5
P1-3	Fragmento	Negro	0,5
P1-3	Fragmento	Negro	0,6
P1-3	Fragmento	Azul	0,7
P1-3	Fragmento	Negro	1,1
P1-3	Fragmento	Multicolor	0,6
P1-3	Fragmento	Multicolor	0,3
P1-3	Fragmento	Rojo	0,9
P1-3	Fragmento	Blanco	1,3
P2-1	Fragmento	Naranja	0,6
P2-1	Pintura	Rojo	0,9
P2-1	Pintura	Rojo	1
P2-1	Fragmento	Naranja	0,4
P2-1	Fragmento	Azul	0,3
P2-1	Esponja/Espuma	Blanco	0,7
P2-1	Pintura	Rojo	1
P2-1	Esponja/Espuma	Multicolor	0,6
P2-1	Esponja/Espuma	Blanco	0,8
P2-1	Fragmento	Verde	0,3

Muestra	Clasificación	Color	Medida (mm)
P2-1	Fragmento	Multicolor	1
P2-1	Fragmento	Azul	0,5
P2-1	Film	Azul	0,9
P2-1	Cuerda/Filamento	Negro	2,7
P2-1	Cuerda/Filamento	Negro	3
P2-1	Esponja/Espuma	Blanco	0,6
P2-1	Fragmento	Verde	0,2
P2-1	Fragmento	Negro	0,6
P2-1	Fragmento	Amarillo	0,4
P2-1	Fragmento	Verde	0,2
P2-1	Film	Azul	0,3
P2-1	Fragmento	Verde	0,2
P2-1	Cuerda/Filamento	Negro	1,3
P2-1	Fragmento	Verde	0,3
P2-1	Fragmento	Amarillo	0,4
P2-1	Fragmento	Negro	0,3
P2-1	Fragmento	Naranja	0,3
P2-1	Esponja/Espuma	Blanco	0,7
P2-1	Fragmento	Azul	0,3
P2-1	Fragmento	Rojo	0,2
P2-1	Fragmento	Rojo	0,2
P2-1	Fragmento	Naranja	0,3
P2-1	Fragmento	Rojo	0,2
P2-1	Fragmento	Naranja	0,5
P2-1	Fragmento	Verde	0,2
P2-1	Fragmento	Multicolor	0,5
P2-2	Fragmento	Rojo	0,7
P2-2	Fragmento	Rojo	0,3
P2-2	Fragmento	Rojo	0,6
P2-2	Fragmento	Naranja	0,3
P2-2	Pintura	Verde	1,3
P2-2	Fragmento	Rojo	0,4
P2-2	Esponja/Espuma	Rojo	1,1
P2-2	Fragmento	Rojo	0,2
P2-2	Fragmento	Rojo	0,3
P2-2	Fragmento	Verde	0,3
P2-2	Fragmento	Negro	1,6
P2-2	Pintura	Naranja	0,3
P2-2	Esponja/Espuma	Blanco	0,4
P2-2	Pintura	Verde	0,3
P2-2	Fragmento	Rojo	0,3
P2-2	Fragmento	Negro	1,5
P2-2	Fragmento	Otro	0,3
P2-2	Fragmento	Azul	0,3
P2-2	Fragmento	Azul	0,5

Muestra	Clasificación	Color	Medida (mm)
P2-2	Pintura	Blanco	0,5
P2-2	Fragmento	Amarillo	0,2
P2-2	Fragmento	Transparente	2,6
P2-2	Pintura	Otro	0,4
P2-2	Fragmento	Rojo	0,5
P2-2	Esponja/Espuma	Blanco	0,5
P2-2	Pintura	Azul	0,3
P2-2	Fragmento	Otro	0,7
P2-2	Esponja/Espuma	Multicolor	0,7
P2-2	Fragmento	Otro	0,2
P2-2	Fragmento	Amarillo	0,4
P2-2	Fragmento	Azul	0,4
P2-2	Fragmento	Rojo	0,4
P2-2	Esponja/Espuma	Blanco	0,6
P2-2	Pintura	Verde	0,4
P2-2	Fragmento	Otro	0,6
P2-2	Fragmento	Amarillo	0,3
P2-2	Fragmento	Amarillo	0,6
P2-2	Fragmento	Azul	0,4
P2-2	Fragmento	Blanco	0,4
P2-2	Fragmento	Azul	0,3
P2-2	Fragmento	Negro	0,6
P2-2	Fragmento	Rojo	0,2
P2-2	Fragmento	Blanco	0,3
P2-2	Fragmento	Azul	1
P2-2	Fragmento	Rojo	0,4
P2-2	Fragmento	Blanco	0,3
P2-3	Fragmento	Azul	0,6
P2-3	Fragmento	Amarillo	0,3
P2-3	Fragmento	Azul	0,7
P2-3	Fragmento	Rojo	0,2
P2-3	Esponja/Espuma	Blanco	0,7
P2-3	Fragmento	Azul	1,5
P2-3	Fragmento	Rojo	1,4
P2-3	Fragmento	Azul	0,7
P2-3	Fragmento	Azul	0,3
P2-3	Fragmento	Azul	0,3
P2-3	Fragmento	Azul	1,2
P2-3	Fragmento	Azul	0,5
P2-4	Fragmento	Naranja	0,7
P2-4	Pintura	Rojo	1
P2-4	Fragmento	Verde	0,6
P2-4	Fragmento	Azul	1,1
P2-4	Fragmento	Blanco	6,4
P2-4	Fragmento	Blanco	0,3

Muestra	Clasificación	Color	Medida (mm)
P2-4	Fragmento	Azul	1,4
P2-4	Fragmento	Azul	0,4
P2-4	Fragmento	Otro	0,5
P2-4	Fragmento	Rojo	0,3
P2-4	Fragmento	Azul	0,4
P2-4	Esponja/Espuma	Blanco	0,5
P2-4	Fragmento	Naranja	0,3
P2-4	Fragmento	Azul	0,9
P2-4	Fragmento	Azul	0,3
P2-4	Fragmento	Naranja	0,5
P2-4	Esponja/Espuma	Blanco	0,5
P2-4	Esponja/Espuma	Multicolor	0,4
P2-4	Fragmento	Azul	0,7
P2-4	Fragmento	Azul	0,8
P2-4	Fragmento	Naranja	0,3
P2-4	Fragmento	Azul	1,1
P2-4	Fragmento	Azul	1,1
P2-4	Fragmento	Rojo	0,25
P2-4	Fragmento	Azul	0,6
P2-4	Fragmento	Negro	0,3
P2-4	Fragmento	Amarillo	0,3
P2-4	Esponja/Espuma	Rojo	2
P2-4	Pintura	Verde	0,5
P2-4	Pintura	Verde	0,7
P2-4	Pintura	Azul	0,3
P2-4	Fragmento	Transparente	0,6
P2-4	Fragmento	Rojo	0,2
P2-4	Cuerda/Filamento	Negro	1,1
P2-4	Fragmento	Naranja	0,5
P2-4	Fragmento	Amarillo	0,3
P2-4	Fragmento	Negro	0,8
P3-1	Fragmento	Verde	4
P3-1	Fragmento	Multicolor	0,6
P3-2	Esponja/Espuma	Blanco	0,4
P3-2	Film	Azul	0,9
P3-2	Film	Azul	0,3
P3-2	Fragmento	Multicolor	0,3
P4-1	Fragmento	Amarillo	1
P4-1	Fragmento	Naranja	0,3
P4-1	Fragmento	Rojo	0,6
P4-1	Fragmento	Transparente	1,6
P4-1	Cuerda/Filamento	Transparente	15
P4-2	Fragmento	Transparente	1
P4-2	Esponja/Espuma	Blanco	0,7
P4-2	Film	Azul	2,6

Muestra	Clasificación	Color	Medida (mm)
P4-3	Film	Otro	0,4
P4-4	Film	Azul	1,2
P4-4	Fragmento	Blanco	1,3
P4-4	Fragmento	Blanco	0,7
P4-4	Fragmento	Blanco	0,9
P5-2	Fragmento	Blanco	0,6
P5-2	Fragmento	Blanco	0,5
P5-3	Fragmento	Rojo	0,8
P5-3	Pintura	Amarillo	1,1
P5-3	Fragmento	Rojo	0,4
P5-3	Fragmento	Otro	1,3
P5-3	Fragmento	Rojo	0,2
P5-4	Fragmento	Rojo	0,3
P5-4	Fragmento	Rojo	0,3
P5-4	Esponja/Espuma	Blanco	0,5
P5-4	Fragmento	Naranja	0,7
P6-1	Cuerda/Filamento	Azul	6
P6-1	Film	Azul	0,4
P6-1	Esponja/Espuma	Blanco	0,6
P6-1	Film	Azul	0,3
P6-1	Film	Azul	0,3
P6-1	Film	Azul	0,6
P6-1	Esponja/Espuma	Otro	0,4
P6-1	Fragmento	Verde	0,6
P6-1	Fragmento	Blanco	0,4
P6-1	Fragmento	Blanco	0,2
P6-1	Film	Azul	0,3
P6-1	Fragmento	Multicolor	1,1
P6-1	Fragmento	Amarillo	0,5
P6-1	Fragmento	Amarillo	0,2
P6-1	Fragmento	Amarillo	0,3
P6-1	Fragmento	Amarillo	0,3
P6-1	Fragmento	Blanco	0,6
P6-1	Esponja/Espuma	Otro	0,8
P6-1	Fragmento	Blanco	0,3
P6-1	Film	Azul	0,5
P6-1	Film	Azul	0,5
P6-1	Film	Azul	0,8
P6-1	Cuerda/Filamento	Negro	1,5
P6-1	Film	Otro	0,5
P6-1	Pintura	Amarillo	0,9
P6-3	Film	Azul	0,5
P6-3	Fragmento	Rojo	0,5
P6-3	Film	Azul	0,7
P6-3	Film	Azul	0,5

Muestra	Clasificación	Color	Medida (mm)
P6-3	Film	Azul	0,2
P6-3	Film	Azul	1,1
P6-3	Fragmento	Negro	0,5
P6-3	Film	Azul	1
P6-3	Film	Azul	0,2
P6-3	Film	Azul	0,5
P6-3	Esponja/Espuma	Blanco	0,5
P6-3	Film	Azul	0,5
P6-3	Film	Azul	0,3
P6-3	Film	Azul	1
P6-3	Fragmento	Amarillo	0,4
P6-3	Fragmento	Multicolor	2,2
P6-3	Fragmento	Transparente	1,4
P6-3	Fragmento	Rojo	0,2
P6-3	Fragmento	Blanco	0,2
P6-4	Film	Azul	0,4
P6-4	Fragmento	Negro	0,5
P6-4	Film	Azul	0,6
P6-4	Esponja/Espuma	Amarillo	0,7
P6-4	Film	Azul	0,4
P6-4	Film	Azul	0,3
P6-4	Fragmento	Blanco	0,6
P6-4	Esponja/Espuma	Otro	0,4
P6-4	Fragmento	Negro	0,3
P6-4	Fragmento	Negro	0,3
P6-4	Fragmento	Negro	0,2
P6-4	Fragmento	Rojo	0,3
P6-4	Fragmento	Blanco	2,4
P6-4	Pintura	Rojo	0,4
P6-4	Film	Azul	1
P6-4	Film	Azul	0,7
P6-4	Film	Azul	0,4
P6-4	Fragmento	Verde	0,3
P6-4	Film	Azul	0,8
P6-4	Film	Azul	0,5
P6-4	Film	Azul	1,1
P6-4	Film	Multicolor	0,5
P6-4	Film	Azul	0,3
P6-4	Film	Azul	1,4
P6-4	Film	Azul	0,2
P6-4	Film	Azul	0,2

ANEXO III

Resultados del análisis de espectrometría infrarroja de transformada de Fourier en las partículas colectadas en los sedimentos

Sitio	N° espectro	Resultados de análisis	
		% Coincidencia	Composición
1	1_1.0	56,9	KAOLIN
1	1_2.0	56,09	KAOLIN
1	1_2-C.0	55,83	KAOLIN
1	1_1-C.0	55,71	KAOLIN
1	2_1-C.0	64,22	ALKYD RESIN
1	2_1.0	64,05	ALKYD RESIN
1	2_2-C.0	51,14	ALKYD RESIN
1	2_2.0	50,85	ALKYD RESIN
1	3_2.0	47,61	AROMATIC HYDROCARBON RESIN
1	3_2-C.0	47,44	AROMATIC HYDROCARBON RESIN
1	3_1-C.0	47,4	DICHLOROMETHANE
1	3_1.0	46,56	DICHLOROMETHANE
1	43_2-C.0	69,37	Sorbitan monopalmitate; Span 40
1	43_2.0	68,93	Sorbitan monopalmitate; Span 40
1	43_1-C.0	68,35	Sorbitan monopalmitate; Span 40
1	43_1.0	67,55	Sorbitan monopalmitate; Span 40
1	44_2-C.0	62,74	Sorbitan monopalmitate; Span 40
1	44_2.0	62,58	Sorbitan monopalmitate; Span 40
1	44_1-C.0	46,64	Sorbitan monopalmitate; Span 40
1	44_1.0	44,68	Sorbitan monopalmitate; Span 40
1	41_2-C.0	74,79	POLY(ETHYLACRYLATE:ST:ACRYLAMIDE)
1	41_2.0	73,93	POLY(ETHYLACRYLATE:ST:ACRYLAMIDE)
1	41_1-C.0	64,89	Polyester, terephthalic acid, branched
1	41_1.0	64,47	Polyester, terephthalic acid, branched
1	40_2.0	56,97	DODECYL ACETATE, 97%
1	40_2-C.0	56,56	DODECYL ACETATE, 97%
1	40_1-C.0	46,61	BUTYL HEPTANOATE, 98+%
1	40_1.0	46,04	BUTYL HEPTANOATE, 98+%
1	42_2-C.0	37,01	Formic acid
1	42_2.0	35,52	Formic acid
1	42_1-C.0	35,31	POTASSIUM HEXAFLUOROARSENATE(V), 98%
1	42_1.0	35,26	POTASSIUM HEXAFLUOROARSENATE(V), 98%
1	14_2-C.0	64,42	1,3-BUTANEDIOL DIACETATE, TECH., 90%
1	14_2.0	63,07	1,3-BUTANEDIOL DIACETATE, TECH., 90%
1	14_1.0	48,46	GUM MASTIC
1	14_1-C.0	48,45	GUM MASTIC

Sitio	N° espectro	Resultados de análisis	
		% Coincidencia	Composición
1	11_2-C.0	54,69	ALKYD RESIN
1	11_2.0	54,09	ALKYD RESIN
1	11_1-C.0	53,62	PHENOLPHTHALEIN GLUCURONIC ACID*F
1	11_1.0	52,98	PHENOLPHTHALEIN GLUCURONIC ACID*F
1	15_1.0	79,1	POLY(METHACRYLATE), W/OH GROUPS
1	15_1-C.0	78,95	POLY(METHACRYLATE), W/OH GROUPS
1	15_2-C.0	73,48	POLY(METHYL METHACRYLATE)
1	15_2.0	73,36	POLY(METHYL METHACRYLATE)
1	16_2-C.0	78,42	ALKYD RESIN
1	16_2.0	78,4	ALKYD RESIN
1	16_1-C.0	63,43	Polyester, terephthalic acid, branched
1	16_1.0	62,07	Polyester, terephthalic acid, branched
1	17_1-C.0	87,09	ALKYD RESIN
1	17_1.0	86,33	ALKYD RESIN
1	17_2-C.0	84,27	ALKYD RESIN
1	17_2.0	82,99	ALKYD RESIN
1	18_1-C.0	74,11	POLY(METHYL METHACRYLATE)
1	18_1.0	74,1	POLY(METHYL METHACRYLATE)
1	18_2-C.0	70,7	POLY(METHYL METHACRYLATE)
1	18_2.0	70,56	POLY(METHYL METHACRYLATE)
1	19_1-C.0	63,68	MONOELAIDIN
1	19_1.0	62,83	MONOELAIDIN
1	19_2-C.0	57,7	Sorbitan monopalmitate; Span 40
1	19_2.0	56,91	Sorbitan monopalmitate; Span 40
1	20_2.0	64,76	3-Hexanone
1	20_2-C.0	64,76	3-Hexanone
1	20_1.0	66,04	3-Hexanone
1	20_1-C.0	56,94	Poly(caprolactone) triol, m.w. 300
1	21_2-C.0	51,28	MONOELAIDIN
1	21_2.0	50,73	MONOELAIDIN
1	21_1-C.0	41,71	Sorbitan monopalmitate; Span 40
1	21_1.0	41,15	MONOELAIDIN
1	34_2-C.0	66,89	BISPHENOL A PROPOXYLATE/ETHOXYLATE (2 PO
1	34_2.0	66,89	BISPHENOL A PROPOXYLATE/ETHOXYLATE (2 PO
1	34_1-C.0	61,16	L-A-METHADOL HCL IN KBR
1	34_1.0	59,67	L-A-METHADOL HCL IN KBR
1	35_1-C.0	57,78	Polyvinyl alcohol average molecular wrig
1	35_1.0	57,58	Polyvinyl alcohol average molecular wrig
1	35_2-C.0	41,95	AROMATIC HYDROCARBON RESIN
1	35_2.0	41,82	AROMATIC HYDROCARBON RESIN

Sitio	N° espectro	Resultados de análisis	
		% Coincidencia	Composición
1	36_2-C.0	64,5	Poly(ethylene:vinyl acetate+vinyl chlori
1	36_2.0	64,48	Poly(ethylene:vinyl acetate+vinyl chlori
1	36_1-C.0	59,58	MONOELAIDIN
1	36_1.0	59,57	MONOELAIDIN
1	37_2-C.0	63,87	POLYESTER, TERE-&ISO-PHTHALATE
1	37_2.0	63,41	POLYESTER, TERE-&ISO-PHTHALATE
1	37_1-C.0	58,6	POLYESTER, TERE-&ISO-PHTHALATE
1	37_1.0	58,09	POLYESTER, TERE-&ISO-PHTHALATE
1	38_1-C.0	46,09	PYRUVIC ALDEHYDE, 40 WT. % SOLUTION IN W
1	38_2.0	45,3	PYRUVIC ALDEHYDE, 40 WT. % SOLUTION IN W
1	38_1.0	45,02	PYRUVIC ALDEHYDE, 40 WT. % SOLUTION IN W
1	38_2-C.0	44,72	PYRUVIC ALDEHYDE, 40 WT. % SOLUTION IN W
1	22_2-C.0	70,45	POLY(METHYL METHACRYLATE)
1	22_2.0	70,15	POLY(METHYL METHACRYLATE)
1	22_1-C.0	62,98	POLY(METHYL METHACRYLATE)
1	22_1.0	62,56	POLY(METHYL METHACRYLATE)
1	23_2-C.0	53,94	POLY(METHYL METHACRYLATE)
1	23_2.0	53,36	POLY(METHYL METHACRYLATE)
1	23_1-C.0	51,79	SORBITAN MONOSTEARATE
1	23_1.0	50,69	SORBITAN MONOSTEARATE
1	24_2-C.0	48,72	Formic acid
1	24_2.0	47,53	Formic acid
1	24_1.0	40,02	PYROPHOSPHORIC ACID
1	24_1-C.0	37,13	PYROPHOSPHORIC ACID
1	25_2-C.0	42,85	Formic acid
1	25_2.0	42,42	Formic acid
1	25_1-C.0	37,46	Poly(acrylamide), carboxyl modified, hig
1	25_1.0	37,21	PHOSPHORUS OXYCHLORIDE, 99%
1	26_2.0	55,36	2-DODECEN-1-YLSUCCINIC ANHYDRIDE, 95%
1	26_2-C.0	54,55	2-DODECEN-1-YLSUCCINIC ANHYDRIDE, 95%
1	26_1.0	50,06	2-OCTEN-1-YLSUCCINIC ANHYDRIDE, 97%, MIX
1	26_1-C.0	49,71	2-OCTEN-1-YLSUCCINIC ANHYDRIDE, 97%, MIX
1	27_2.0	43,48	PHOSPHORUS PENTACHLORIDE, 95%
1	27_2-C.0	41,1	PHOSPHORUS PENTACHLORIDE, 95%
1	27_1.0	39,14	TETRAMETHYLGERMANIUM, 98%
1	27_1-C.0	32,78	BROMOCHLOROMETHANE-D2, 99 ATOM % D
1	28_1-C.0	58,81	ALKYD RESIN
1	28_1.0	58,1	ALKYD RESIN
1	28_2-C.0	53,3	Sorbitan monopalmitate; Span 40
1	28_2.0	52,88	Sorbitan monopalmitate; Span 40

Sitio	N° espectro	Resultados de análisis	
		% Coincidencia	Composición
1	29_1-C.0	74,3	Tygon polymer B-44-4X
1	29_1.0	74,29	Tygon polymer B-44-4X
1	29_2-C.0	62,81	Tygon polymer S-50-HL
1	29_2.0	62,45	Tygon polymer B-44-4X
1	30_2.0	66,3	NONYL ALDEHYDE, 98%
1	30_2-C.0	65,82	NONYL ALDEHYDE, 98%
1	30_1-C.0	65,53	NONYL ALDEHYDE, 98%
1	30_1.0	65,46	NONYL ALDEHYDE, 98%
1	31_2-C.0	79,42	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
1	31_2.0	78,57	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
1	31_1-C.0	76,54	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
1	31_1.0	76,53	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
1	32_2.0	67,32	BISPHENOL A PROPOXYLATE/ETHOXYLATE (2 PO
1	32_2-C.0	65,58	BISPHENOL A PROPOXYLATE/ETHOXYLATE (2 PO
1	32_1.0	50,67	BISPHENOL A PROPOXYLATE/ETHOXYLATE (2 PO
1	32_1-C.0	50,66	BISPHENOL A PROPOXYLATE/ETHOXYLATE (2 PO
1	33_2.0	89,41	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
1	33_2-C.0	89,27	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
1	33_1.0	79,24	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
1	33_1-C.0	79,21	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
1	115_1-C.0	74,14	ALKYD RESIN
1	115_1.0	73,67	ALKYD RESIN
1	115_2-C.0	68,31	ALKYD RESIN
1	115_2.0	68,06	ALKYD RESIN
1	116_2.0	47,98	HEXACHLORODISILANE, 96%
1	116_1-C.0	41,52	BENTONITE (brown)
1	116_1.0	38,71	BENTONITE (brown)
1	116_2-C.0	35,85	Calcium phosphate type IV tribasic
1	117_2.0	47,12	2-PYRROLIDINONE, 98%
1	117_2-C.0	46,98	2-PYRROLIDINONE, 98%
1	117_1-C.0	45,37	2-PYRROLIDINONE, 98%
1	117_1.0	45,03	2-PYRROLIDINONE, 98%
1	118_2.0	45,31	ETHANESULFONIC ACID
1	118_1.0	33	DIBUTYL PHOSPHITE, 96%
1	118_2-C.0	26,27	NONANOIC ACID, 98%
1	118_1-C.0	24,96	Formic acid
1	119_1.0	39,41	URETHANE ALKYD, LINSEED OIL-RICH
1	119_2.0	39,35	URETHANE ALKYD, LINSEED OIL-RICH
1	119_2-C.0	38,87	URETHANE ALKYD, LINSEED OIL-RICH
1	119_1-C.0	38,63	URETHANE ALKYD, LINSEED OIL-RICH

Sitio	N° espectro	Resultados de análisis	
		% Coincidencia	Composición
1	120_2-C.0	71,1	Polyethylene Marlex catalyst
1	120_2.0	71,09	Polyethylene Marlex catalyst
1	120_1-C.0	71,04	Polyethylene Marlex catalyst
1	120_1.0	63,66	1,2-Dichloroethane
1	121_2-C.0	82,92	ALKYD RESIN
1	121_2.0	66,4	Alkyd, 30% triglyceride + 39% polyanhydr
1	121_1-C.0	65,28	ALKYD RESIN
1	121_1.0	44,22	2-METHYL-3-BUTEN-2-OL, 98%
1	122_2.0	45,88	ETHANESULFONIC ACID
1	122_1-C.0	40,44	IGEPAL CO-210
1	122_2-C.0	34,28	Ethylenediamine
1	122_1.0	32,59	PYROPHOSPHORIC ACID
1	123_2-C.0	87,38	ALKYD RESIN
1	123_1-C.0	84,8	ALKYD RESIN
1	123_2.0	84,72	ALKYD RESIN
1	123_1.0	76,05	ALKYD RESIN
1	124_2.0	81,26	ALKYD RESIN
1	124_2-C.0	79,38	ALKYD RESIN
1	124_1-C.0	74,48	ALKYD RESIN
1	124_1.0	64,89	Alkyd, 30% vegetable fatty acids, 38% po
1	125_2-C.0	78,41	ALKYD RESIN
1	125_2.0	77,78	ALKYD RESIN
1	125_1-C.0	60,86	Poly(acrylic acid)
1	125_1.0	60,21	Poly(acrylic acid)
1	126_1.0	82,89	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
1	126_1-C.0	82,75	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
1	126_2-C.0	80,55	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
1	126_2.0	53,39	POTASSIUM PERMANGANATE, 99+%, A.C.S. REA
2	47_1.0	36,75	NITROUS OXIDE GAS (GAS CELL)
2	47_1-C.0	36,24	NITROUS OXIDE GAS (GAS CELL)
2	47_2.0	29,99	BENZENESULFONYL CHLORIDE, 99%
2	47_2-C.0	29,81	BENZENESULFONYL CHLORIDE, 99%
2	54_2-C.0	38,07	SODIUM THIOSULFATE IN KBR
2	54_2.0	38	HEXACHLORODISILANE, 96%
2	54_1-C.0	36,88	THIONYL BROMIDE, 97%
2	54_1.0	36,23	THIONYL BROMIDE, 97%
2	46_1-C.0	48,33	Poly(acrylic acid)
2	46_1.0	47,7	Poly(acrylic acid)
2	46_2-C.0	42,43	Poly(acrylic acid)
2	46_2.0	42,08	Poly(acrylic acid)

Sitio	N° espectro	Resultados de análisis	
		% Coincidencia	Composición
2	49_2.0	79,15	POLY(METHYL METHACRYLATE)
2	49_2-C.0	78,75	POLY(METHYL METHACRYLATE)
2	49_1-C.0	67,64	POLY(METHYL METHACRYLATE)
2	49_1.0	66,47	POLY(METHYL METHACRYLATE)
2	56_2-C.0	75,52	POLY(METHYL METHACRYLATE)
2	56_2.0	75,34	POLY(METHYL METHACRYLATE)
2	56_1-C.0	38,45	POLY(METHYL METHACRYLATE)
2	56_1.0	35,55	POLY(METHYL METHACRYLATE)
2	45_2-C.0	75,41	ALKYD RESIN
2	45_2.0	74,98	ALKYD RESIN
2	45_1-C.0	74,83	ALKYD RESIN
2	45_1.0	74,6	ALKYD RESIN
2	48_1-C.0	68,94	Sorbitan monopalmitate; Span 40
2	48_2-C.0	68,92	MONOELAIDIN
2	48_1.0	68,77	Sorbitan monopalmitate; Span 40
2	48_2.0	68,18	MONOELAIDIN
2	55_2.0	65,77	BISPHENOL A PROPOXYLATE/ETHOXYLATE (2 PO
2	55_2-C.0	65,72	BISPHENOL A PROPOXYLATE/ETHOXYLATE (2 PO
2	55_1.0	43,44	4,4'-(9-FLUORENYLIDENE)BIS(2-PHENOXYETHA
2	55_1-C.0	42,89	3-(4-METHOXYPHENOXY)-1,2-PROPANEDIOL, 98
2	51_1.0	92,8	POLY(PROPYLENE), SYNDIOTACTIC
2	51_1-C.0	92,79	POLY(PROPYLENE), SYNDIOTACTIC
2	51_2.0	89,87	POLY(PROPYLENE), SYNDIOTACTIC
2	51_2-C.0	89,85	POLY(PROPYLENE), SYNDIOTACTIC
2	50_2-C.0	38,15	GUM XANTHAN
2	50_2.0	34,85	POTASSIUM HEXAFLUOROARSENATE(V), 98%
2	50_1.0	34,64	BENZENE-D, 98+%
2	50_1-C.0	32,67	1-PENTYNE, 99+%
2	53_1.0	44,97	POLY(METHYL METHACRYLATE)
2	53_1-C.0	44,55	POLY(METHYL METHACRYLATE)
2	53_2-C.0	38,89	ALKYD RESIN
2	53_2.0	37,19	ALKYD RESIN
2	104_2.0	40,62	L-AMPHETAMINE FREE BASE--DEA SCHE
2	104_2-C.0	39,51	L-AMPHETAMINE FREE BASE--DEA SCHE
2	104_1-C.0	28,9	CARBON DISULFIDE, 99+%, SPECTROPHOTOMETR
2	104_1.0	28,84	ALPHA-BROMO-P-XYLENE, 98%
2	105_1-C.0	53,85	ALKYD RESIN
2	105_1.0	48,63	ALKYD RESIN
2	105_2-C.0	47,86	SULFOACETIC ACID
2	105_2.0	46,61	SULFOACETIC ACID

Sitio	N° espectro	Resultados de análisis	
		% Coincidencia	Composición
2	106_1-C.0	56,59	ALKYD RESIN
2	106_2-C.0	56,17	ALKYD RESIN
2	106_1.0	56,1	ALKYD RESIN
2	106_2.0	55,83	ALKYD RESIN
2	107_2.0	82,71	POLY(STYRENE:ACRYLONITRILE:MMA)
2	107_2-C.0	82,32	POLY(STYRENE:ACRYLONITRILE:MMA)
2	107_1.0	71,4	POLY(STYRENE:ACRYLONITRILE:MMA)
2	107_1-C.0	71,17	POLY(STYRENE:ACRYLONITRILE:MMA)
2	108_2.0	92,75	ALKYD RESIN
2	108_2-C.0	92,52	ALKYD RESIN
2	108_1-C.0	87,86	ALKYD RESIN
2	108_1.0	87,35	ALKYD RESIN
2	109_2.0	71,89	L-A-PHOSPHATIDYLINOSITOL
2	109_2-C.0	71,78	L-A-PHOSPHATIDYLINOSITOL
2	109_1-C.0	45,5	L-A-PHOSPHATIDYLINOSITOL
2	109_1.0	45,48	L-A-PHOSPHATIDYLINOSITOL
2	110_2-C.0	49,05	ALKYD RESIN
2	110_2.0	48,12	Polyester, terephthalic acid, branched
2	110_1-C.0	44,24	ETHYL NIPECOTATE, 96%
2	110_1.0	43,46	ETHYL NIPECOTATE, 96%
2	111_2.0	80,1	POLY(METHYL METHACRYLATE)
2	111_2-C.0	79,83	POLY(METHYL METHACRYLATE)
2	111_1-C.0	43,53	MONOELAIDIN
2	111_1.0	42,61	MONOELAIDIN
2	112_2.0	74,69	Poly(ethylene:vinyl acetate+vinyl chlori
2	112_2-C.0	74,53	POLY(VINYL CHLORIDE)
2	112_1-C.0	55,56	Sorbitan monopalmitate; Span 40
2	112_1.0	54,37	Sorbitan monopalmitate; Span 40
2	113_2.0	72,04	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
2	113_2-C.0	71,95	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
2	113_1.0	47,73	FORMALDEHYDE, 37 WT. % SOLUTION IN WATER
2	113_1-C.0	47,24	FORMALDEHYDE, 37 WT. % SOLUTION IN WATER
2	127_1-C.0	35,68	Formic acid
2	127_2-C.0	34,88	Formic acid
2	127_1.0	34,79	Formic acid
2	127_2.0	34,18	Formic acid
2	128_2-C.0	42,33	D-ERYTHROSE, TECH., APROX 60%
2	128_2.0	36,05	FORMALDEHYDE, 37 WT. % SOLUTION IN WATER
2	128_1.0	20,8	1-CHLORO-3,5-DIMETHYLADAMANTANE, 97%
2	128_1-C.0	20,2	Methylamine - 40 wt.% solution in water

Sitio	N° espectro	Resultados de análisis	
		% Coincidencia	Composición
2	129_1-C.0	65,67	POLY(METHACRYLATE), W/OH GROUPS
2	129_1.0	65,56	POLY(METHACRYLATE), W/OH GROUPS
2	129_2-C.0	49,77	Poly(acrylic acid)
2	129_2.0	42,5	Tetrachloroethylene
2	130_2-C.0	61,85	URIDYLYL-(3'-5')URIDINE AMMONIUM
2	130_2.0	52,58	DEOXYRIBONUCLEIC ACID TYPE I SODI
2	130_1-C.0	32,53	URIDYLYL-(3'-5')URIDINE AMMONIUM
2	130_1.0	32,19	N,N-Dimethylformamide-d7
2	131_1.0	69,05	BENTONITE (brown)
2	131_1-C.0	53,64	BENTONITE (brown)
2	131_2.0	44,79	KAOLIN
2	131_2-C.0	44,01	KAOLIN
2	132_1-C.0	82,26	ALKYD RESIN
2	132_2-C.0	81,81	ALKYD RESIN
2	132_1.0	74,51	Alkyd, 30% triglyceride + 39% polyanhydr
2	132_2.0	74,08	Alkyd, 30% triglyceride + 39% polyanhydr
2	133_1.0	44,2	THIONYL BROMIDE, 97%
2	133_1-C.0	44,19	THIONYL BROMIDE, 97%
2	133_2.0	39,36	THIONYL BROMIDE, 97%
2	133_2-C.0	38,43	THIONYL BROMIDE, 97%
2	134_1-C.0	82,01	5A-ANDROSTANE
2	134_1.0	81,42	5A-ANDROSTANE
2	134_2-C.0	73,24	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
2	134_2.0	73,21	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
2	135_1-C.0	70,85	ALKYD RESIN
2	135_1.0	70,56	ALKYD RESIN
2	135_2-C.0	66,08	POLY(METHYL METHACRYLATE)
2	135_2.0	65,82	POLY(METHYL METHACRYLATE)
2	136_1-C.0	32,21	Sodium selenate anhydrous
2	136_2-C.0	29,8	NONANOIC ACID, 98%
2	136_2.0	29,04	Ethylenediamine
2	136_1.0	24,56	TRANS-PIPERYLENE, 98%
2	137_1-C.0	52,69	4,4'-(1,4-PHENYLENEDIISOPROPYLIDENE)- BI
2	137_1.0	52,04	4,4'-(1,4-PHENYLENEDIISOPROPYLIDENE)- BI
2	137_2-C.0	50,1	CYTIDINE-5-DIPHOSPHOGLUCOSE SODIU
2	137_2.0	49,71	CYTIDINE-5-DIPHOSPHOGLUCOSE SODIU
2	138_2-C.0	92,95	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
2	138_2.0	92,88	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
2	138_1-C.0	72,73	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
2	138_1.0	72,47	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)

Sitio	N° espectro	Resultados de análisis	
		% Coincidencia	Composición
2	139_2-C.0	64,25	Sorbitan monopalmitate; Span 40
2	139_2.0	64,16	Sorbitan monopalmitate; Span 40
2	139_1-C.0	56,1	Sorbitan monopalmitate; Span 40
2	139_1.0	55,83	Sorbitan monopalmitate; Span 40
2	140_2-C.0	87,96	ALKYD RESIN
2	140_2.0	87,51	ALKYD RESIN
2	140_1-C.0	74,83	ALKYD RESIN
2	140_1.0	73,56	ALKYD RESIN
2	141_1-C.0	57,39	POLY(METHYL METHACRYLATE)
2	141_1.0	56,51	POLY(METHYL METHACRYLATE)
2	141_2-C.0	51,39	methyl adipate
2	141_2.0	51,16	methyl adipate
2	142_2-C.0	90,02	POLY(PROPYLENE), SYNDIOTACTIC
2	142_2.0	89,93	POLY(PROPYLENE), SYNDIOTACTIC
2	142_1.0	79,03	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
2	142_1-C.0	78,86	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
3	57_1.0	71,93	POLYVINYL ALCOHOL AV. MOL. WT. 10
3	57_1-C.0	71,9	POLYVINYL ALCOHOL AV. MOL. WT. 10
3	57_2-C.0	68,42	POLYVINYL ALCOHOL AV. MOL. WT. 10
3	57_2.0	67,86	POLYVINYL ALCOHOL AV. MOL. WT. 10
3	58_1-C.0	58,76	D-ERYTHROSE, TECH., APROX 60%
3	58_1.0	57,56	D-ERYTHROSE, TECH., APROX 60%
3	58_2-C.0	55,92	CELLOPHANE
3	58_2.0	55,56	CELLOPHANE
3	59_1.0	80,35	CELLOPHANE
3	59_1-C.0	80,06	CELLOPHANE
3	59_2-C.0	61,24	OPIUM POWDER IN KBR
3	59_2.0	60,76	OPIUM POWDER IN KBR
3	60_1-C.0	46,8	MONOELAIDIN
3	60_1.0	46,27	MONOELAIDIN
3	60_2-C.0	33,96	MONOELAIDIN
3	60_2.0	33,82	MONOELAIDIN
3	61_2-C.0	61,98	3-Hexanone
3	61_2.0	61,79	3-Hexanone
3	61_1-C.0	58,86	3-Hexanone
3	61_1.0	58,18	3-Hexanone
3	62_2.0	76,03	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
3	62_2-C.0	76	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
3	62_1.0	68,82	POLYGALACTURONIC ACID SODIUM
3	62_1-C.0	68,34	POLYGALACTURONIC ACID SODIUM

Sitio	N° espectro	Resultados de análisis	
		% Coincidencia	Composición
3	63_1-C.0	86,94	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
3	63_1.0	86,69	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
3	63_2-C.0	74,29	TERT-DODECANETHIOL, MIXTURE OF ISOMERS
3	63_2.0	74,28	TERT-DODECANETHIOL, MIXTURE OF ISOMERS
4	65_2-C.0	42,82	NONYL ALDEHYDE, 98%
4	65_1.0	42,51	MONOELAIDIN
4	65_1-C.0	42,4	MONOELAIDIN
4	65_2.0	41,83	NONYL ALDEHYDE, 98%
4	66_1-C.0	49,4	Poly(vinyl alcohol), crystalline
4	66_1.0	46,77	Poly(vinyl alcohol), crystalline
4	66_2-C.0	44,68	ALKYD RESIN
4	66_2.0	44,31	ALKYD RESIN
4	67_1-C.0	35,61	AMMONIUM HYDROGENFLUORIDE, 95%
4	67_1.0	34,78	AMMONIUM HYDROGENFLUORIDE, 95%
4	67_2.0	31,43	MERCURY(II) SULFATE, 98+%, A.C.S. REAGEN
4	67_2-C.0	31,28	MERCURY(II) SULFATE, 98+%, A.C.S. REAGEN
4	68_2-C.0	64,79	Sorbitan monopalmitate; Span 40
4	68_2.0	63,28	Sorbitan monopalmitate; Span 40
4	68_1-C.0	62,59	Sorbitan monopalmitate; Span 40
4	68_1.0	62,33	Sorbitan monopalmitate; Span 40
4	69_1-C.0	48,99	Chlorodibromomethane
4	69_1.0	48,92	Chlorodibromomethane
4	69_2-C.0	36,88	Sorbitan monopalmitate; Span 40
4	69_2.0	36,3	TERT-BUTYLTRICHLOROSILANE, 96%
4	70_1.0	82,71	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
4	70_1-C.0	82,64	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
4	70_2.0	69	NEUROTENSIN FRAGMENT 1-6
4	70_2-C.0	68,95	NEUROTENSIN FRAGMENT 1-6
4	72_2-C.0	75,28	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
4	72_2.0	75,04	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
4	72_1.0	68,12	Linear low density polyethylene
4	72_1-C.0	67,58	Linear low density polyethylene
4	71_1-C.0	55,85	ALKYD RESIN
4	71_1.0	55,07	ALKYD RESIN
4	71_2-C.0	53,73	ALKYD RESIN
4	71_2.0	53,12	ALKYD RESIN
4	73_2.0	47,48	POLYESTER(TS) #4
4	73_2-C.0	47,46	POLYESTER(TS) #4
4	73_1-C.0	40,02	NONYL ALDEHYDE, 98%
4	73_1.0	39,72	NONYL ALDEHYDE, 98%

Sitio	N° espectro	Resultados de análisis	
		% Coincidencia	Composición
4	143_2.0	49,21	POTASSIUM HEXAFLUROARSENATE(V), 98%
4	143_2-C.0	49,02	POTASSIUM HEXAFLUROARSENATE(V), 98%
4	143_1-C.0	44,13	URETHANE ALKYD, LINSEED OIL-RICH
4	143_1.0	44	ALKYD RESIN
4	144_2.0	35,47	Calcium carbonate 99% (DRIFTS)
4	144_2-C.0	35,33	Calcium carbonate 99% (DRIFTS)
4	144_1-C.0	32,94	Calcium carbonate 99% (DRIFTS)
4	144_1.0	32,86	Calcium carbonate 99% (DRIFTS)
4	145_2-C.0	93,79	POLY(PROPYLENE), ATACTIC
4	145_2.0	93,73	POLY(PROPYLENE), SYNDIOTACTIC
4	145_1-C.0	90,33	POLY(PROPYLENE), SYNDIOTACTIC
4	145_1.0	90,28	POLY(PROPYLENE), SYNDIOTACTIC
4	146_1.0	53,78	NONYL ALDEHYDE, 98%
4	146_1-C.0	53,72	NONYL ALDEHYDE, 98%
4	146_2-C.0	45,88	NONYL ALDEHYDE, 98%
4	146_2.0	45,88	NONYL ALDEHYDE, 98%
4	147_2-C.0	54,74	Calcium carbonate 99% (DRIFTS)
4	147_2.0	54,72	Calcium carbonate 99% (DRIFTS)
4	147_1.0	45,7	NONYL ALDEHYDE, 98%
4	147_1-C.0	45,63	NONYL ALDEHYDE, 98%
4	148_2.0	45,26	Calcium carbonate 99% (DRIFTS)
4	148_2-C.0	45,25	Calcium carbonate 99% (DRIFTS)
4	148_1.0	36,05	Calcium carbonate 99% (DRIFTS)
4	148_1-C.0	36,03	Calcium carbonate 99% (DRIFTS)
4	149_2-C.0	58,72	Alkyd, 27% vegetable fatty acids, 34% po
4	149_2.0	58,62	Alkyd, 27% vegetable fatty acids, 34% po
4	149_1-C.0	56,5	ALKYD RESIN
4	149_1.0	56,44	ALKYD RESIN
4	150_2-C.0	59,52	Alkyd, 27% vegetable fatty acids, 34% po
4	150_2.0	59,3	Alkyd, 27% vegetable fatty acids, 34% po
4	150_1-C.0	44,23	ALKYD RESIN
4	150_1.0	44,2	ALKYD RESIN
5	81_2-C.0	47,53	NONYL ALDEHYDE, 98%
5	81_2.0	47,38	NONYL ALDEHYDE, 98%
5	81_1-C.0	46,77	3-Hexanone
5	81_1.0	46,38	3-Hexanone
5	74_1-C.0	36,45	Ethylene glycol
5	74_1.0	34,41	BENTONITE (brown)
5	74_2-C.0	45,61	Sorbitan monopalmitate; Span 40
5	74_2.0	43,48	Sorbitan monopalmitate; Span 40

Sitio	N° espectro	Resultados de análisis	
		% Coincidencia	Composición
5	75_2-C.0	41,93	URETHANE ALKYD, LINSEED OIL-RICH
5	75_2.0	39,46	URETHANE ALKYD, LINSEED OIL-RICH
5	75_1-C.0	36,21	ETHYL 2-ETHOXY-2-HYDROXYACETATE, TECH.,
5	75_1.0	35,06	ETHYL 2-ETHOXY-2-HYDROXYACETATE, TECH.,
5	77_1-C.0	62,12	L-A-PHOSPHATIDYLINOSITOL
5	77_1-C.0	59,2	L-A-PHOSPHATIDYLINOSITOL
5	77_2-C.0	56,55	Poly(ethylene vinyl alcohol)
5	77_2.0	54,98	Poly(ethylene vinyl alcohol)
5	78_2.0	63,7	BENTONITE (brown)
5	78_2-C.0	58,39	BENTONITE (brown)
5	78_1.0	45,39	Calcium carbonate 99% (DRIFTS)
5	78_1-C.0	43,53	Calcium carbonate 99% (DRIFTS)
5	79_2-C.0	67,93	Polietileno propileno
5	79_2.0	67,9	Polietileno propileno
5	79_1-C.0	55,17	Polyvinil alcohol
5	79_1.0	54,47	Polyvinil alcohol
5	80_1-C.0	48,31	PHENOLPHTHALEIN GLUCURONIC ACID*F
5	80_1.0	48,04	PHENOLPHTHALEIN GLUCURONIC ACID*F
5	80_2-C.0	45,46	ANTIPAIN DIHYDROCHLORIDE
5	80_2.0	44,54	ANTIPAIN DIHYDROCHLORIDE
6	85_2-C.0	37,96	D-GLYCERALDEHYDE, 70+ WT. % SOLUTION IN
6	85_2.0	37,41	D-GLYCERALDEHYDE, 70+ WT. % SOLUTION IN
6	85_1-C.0	34,11	D-GLYCERALDEHYDE, 70+ WT. % SOLUTION IN
6	85_1.0	33,77	D-GLYCERALDEHYDE, 70+ WT. % SOLUTION IN
6	95_2-C.0	87,95	POLY(ETHYLACRYLATE:ST:ACRYLAMIDE)
6	95_2.0	87,94	POLY(ETHYLACRYLATE:ST:ACRYLAMIDE)
6	95_1-C.0	82,8	POLY(ETHYLACRYLATE:ST:ACRYLAMIDE)
6	95_1.0	82,73	POLY(ETHYLACRYLATE:ST:ACRYLAMIDE)
6	88_1.0	59,73	CELLOPHANE
6	88_1-C.0	59,02	CELLOPHANE
6	88_2.0	58,87	CELLOPHANE
6	88_2-C.0	58,73	CELLOPHANE
6	87_2-C.0	69,88	POLY(VINYL ACETATE:ETHYLENE) 4:1
6	87_2.0	69,83	POLY(VINYL ACETATE:ETHYLENE) 4:1
6	87_1-C.0	63,9	Tygon polymer F-4040-A
6	87_1.0	63,51	Tygon polymer F-4040-A
6	96_1-C.0	75,72	POLY(VINYL ACETATE:ETHYLENE) 4:1
6	96_2-C.0	71,42	Poly(vinyl acetate:ethylene) 9:1
6	96_1.0	70,03	POLY(VINYL ACETATE:ETHYLENE) 4:1
6	96_2.0	67,51	Poly(vinyl acetate:ethylene) 9:1

Sitio	N° espectro	Resultados de análisis	
		% Coincidencia	Composición
6	91_1-C.0	50,2	ETHYL ACETATE, 99.5+%, SPECTROPHOTOMETRI
6	91_1.0	49,87	ETHYL ACETATE, 99.5+%, SPECTROPHOTOMETRI
6	91_2.0	42	ETHYL ACETATE, 99.5+%, SPECTROPHOTOMETRI
6	91_2-C.0	41,37	ETHYL ACETATE, 99.5+%, SPECTROPHOTOMETRI
6	86_1-C.0	37,93	OPIUM POWDER IN KBR
6	86_1.0	37,51	OPIUM POWDER IN KBR
6	86_2.0	35,31	Water
6	86_2-C.0	34,56	Water
6	94_2.0	86,58	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
6	94_2-C.0	86,1	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
6	94_1-C.0	41,47	5B-PREGNAN-3A-OL-20-ONE
6	94_1.0	39,02	5B-PREGNAN-3A-OL-20-ONE
6	89_2-C.0	46,37	POLY(VINYL PROPIONATE/ACETATE)
6	89_2.0	45,16	POLY(VINYL PROPIONATE/ACETATE)
6	89_1-C.0	37,9	1,1,1-TRICHLOROETHANE, 99%
6	89_1.0	33,02	ETHYLTRICHLOROSILANE, 98%
6	90_1.0	85,06	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
6	90_1-C.0	85,01	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
6	90_2-C.0	49,18	URIDYL-L-(3'-5')URIDINE AMMONIUM
6	90_2.0	48,59	URIDYL-L-(3'-5')URIDINE AMMONIUM
6	92_2-C.0	81,8	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
6	92_2.0	81,49	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
6	92_1-C.0	72,22	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
6	92_1.0	72,22	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
6	93_2.0	85,63	POLY(ETHYLENE)
6	93_2-C.0	84,48	POLY(ETHYLENE)
6	93_1-C.0	78,27	PARAFFIN WAX, WHITE CHUNKS, C.P. 54-56 D
6	93_1.0	78,25	PARAFFIN WAX, WHITE CHUNKS, C.P. 54-56 D
6	97_2.0	51,72	Poly(acrylamide), carboxyl modified, hig
6	97_2-C.0	50,89	Poly(acrylamide), carboxyl modified, hig
6	97_1.0	50,86	Poly(acrylamide), carboxyl modified, hig
6	97_1-C.0	50,85	N-(2-ETHOXYPHENYL)-N-(2-ETHYLPHENYL)-ETH
6	100_2.0	66,32	BENTONITE (brown)
6	100_1.0	65,03	(S)-(+)-ERYTHRULOSE HYDRATE, 97%
6	100_2-C.0	64,58	BENTONITE (brown)
6	100_1-C.0	63,85	(S)-(+)-ERYTHRULOSE HYDRATE, 97%
6	114_2-C.0	77,39	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
6	114_2.0	77,09	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
6	114_1.0	71,68	(+)-BETA-D-LACTOSE
6	114_1-C.0	71,18	(+)-BETA-D-LACTOSE
6	163_2-C.0	74,98	ISOMALTOSE APPROX 99%
6	163_2.0	74,85	ISOMALTOSE APPROX 99%
6	163_1-C.0	62,41	DEOXYRIBONUCLEIC ACID TYPE I SODI
6	163_1.0	62,02	DEOXYRIBONUCLEIC ACID TYPE I SODI

Sitio	N° espectro	Resultados de análisis	
		% Coincidencia	Composición
6	164_2-C.0	60,09	ALKYD RESIN
6	164_2.0	60,08	ALKYD RESIN
6	164_1.0	59,31	L-A-PHOSPHATIDYLINOSITOL
6	164_1-C.0	58,99	L-A-PHOSPHATIDYLINOSITOL
6	165_2-C.0	80,06	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
6	165_2.0	80,04	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
6	165_1-C.0	68,59	NEUROTENSIN FRAGMENT 1-6
6	165_1.0	67,32	NEUROTENSIN FRAGMENT 1-6
6	166_1.0	89,55	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
6	166_1-C.0	89,52	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
6	166_2-C.0	84	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
6	166_2.0	83,91	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
6	167_2-C.0	90,96	POLY(PROPYLENE), SYNDIOTACTIC
6	167_2.0	90,93	POLY(PROPYLENE), SYNDIOTACTIC
6	167_1.0	89,22	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
6	167_1-C.0	89,09	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
6	168_1.0	93,25	POLY(VINYL CHLORIDE)
6	168_1-C.0	93,22	POLY(VINYL CHLORIDE)
6	168_2.0	91,97	POLY(VINYL CHLORIDE)
6	168_2-C.0	91,95	POLY(VINYL CHLORIDE)
6	169_2-C.0	49,44	URIDYL-L-(3'-5')URIDINE AMMONIUM
6	169_2.0	48,94	URIDYL-L-(3'-5')URIDINE AMMONIUM
6	169_1.0	46	URIDYL-L-(3'-5')URIDINE AMMONIUM
6	169_1-C.0	45,62	URIDYL-L-(3'-5')URIDINE AMMONIUM
6	170_1-C.0	86,06	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
6	170_1.0	86,06	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
6	170_2-C.0	73,42	TERT-DODECANETHIOL, MIXTURE OF ISOMERS
6	170_2.0	73,41	TERT-DODECANETHIOL, MIXTURE OF ISOMERS
6	171_2.0	49,69	CELLOPHANE
6	171_2-C.0	49,56	CELLOPHANE
6	171_1.0	44,7	OPIUM POWDER IN KBR
6	171_1-C.0	44,32	OPIUM POWDER IN KBR
6	172_2-C.0	95,91	POLY(PROPYLENE), ATACTIC
6	172_2.0	95,8	POLY(PROPYLENE), ATACTIC
6	172_1-C.0	93,91	POLY(PROPYLENE), ATACTIC
6	172_1.0	93,71	POLY(PROPYLENE), ATACTIC
6	173_1-C.0	44,24	PENTOBARBITAL SODIUM--DEA SCHEDUL
6	173_1.0	43,45	PENTOBARBITAL SODIUM--DEA SCHEDUL
6	173_2.0	34,93	CELLOPHANE
6	173_2-C.0	34,81	CELLOPHANE