

Microplásticos y Nanoplásticos en Agua

Lic. Wladimir Chitty Figueroa
Diagnósticos Ecológicos Diec, S.A. de C.V.



Contenido:

- ¿Qué son los plásticos?
- Los plásticos como contaminantes
- Impacto ambiental de los plásticos
- Formación de micro y nanoplásticos
- Clasificación y forma de los micro y nanoplásticos
- Interacción de los micro y nanoplásticos con la biota acuática
- Ecotoxicidad de los micro y nanoplásticos
- Métodos de muestreo y análisis de micro y nanoplásticos
- Tecnologías para la remoción de microplásticos

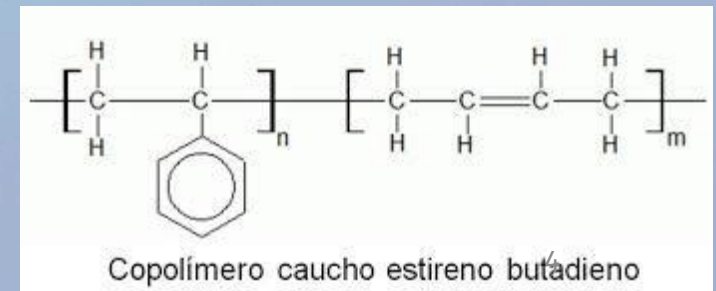
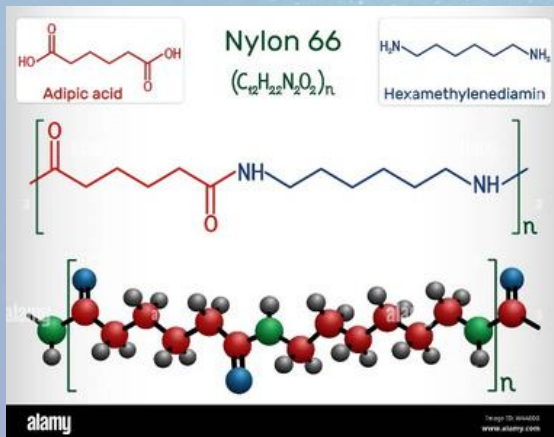
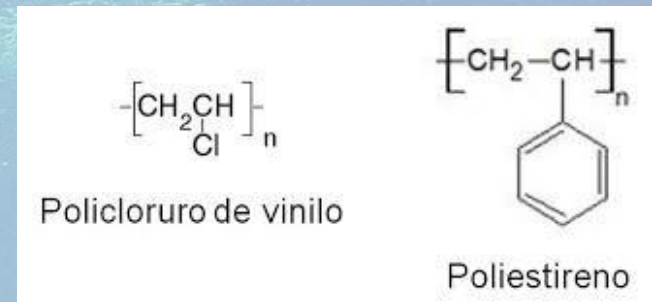
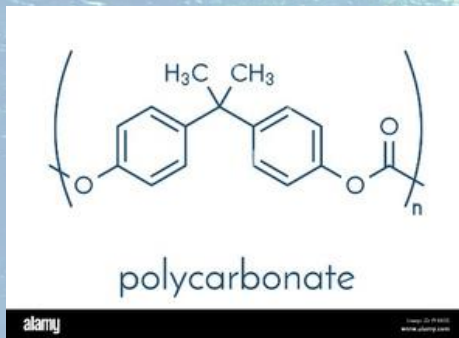
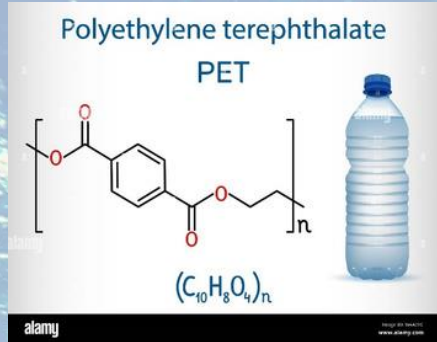
¿Qué son los plásticos?

Los plásticos son macromoléculas químicas sintéticas, también llamados polímeros sintéticos, que tienen la propiedad de ser maleables, y por lo tanto, pueden ser moldeados en objetos sólidos de diversas formas.

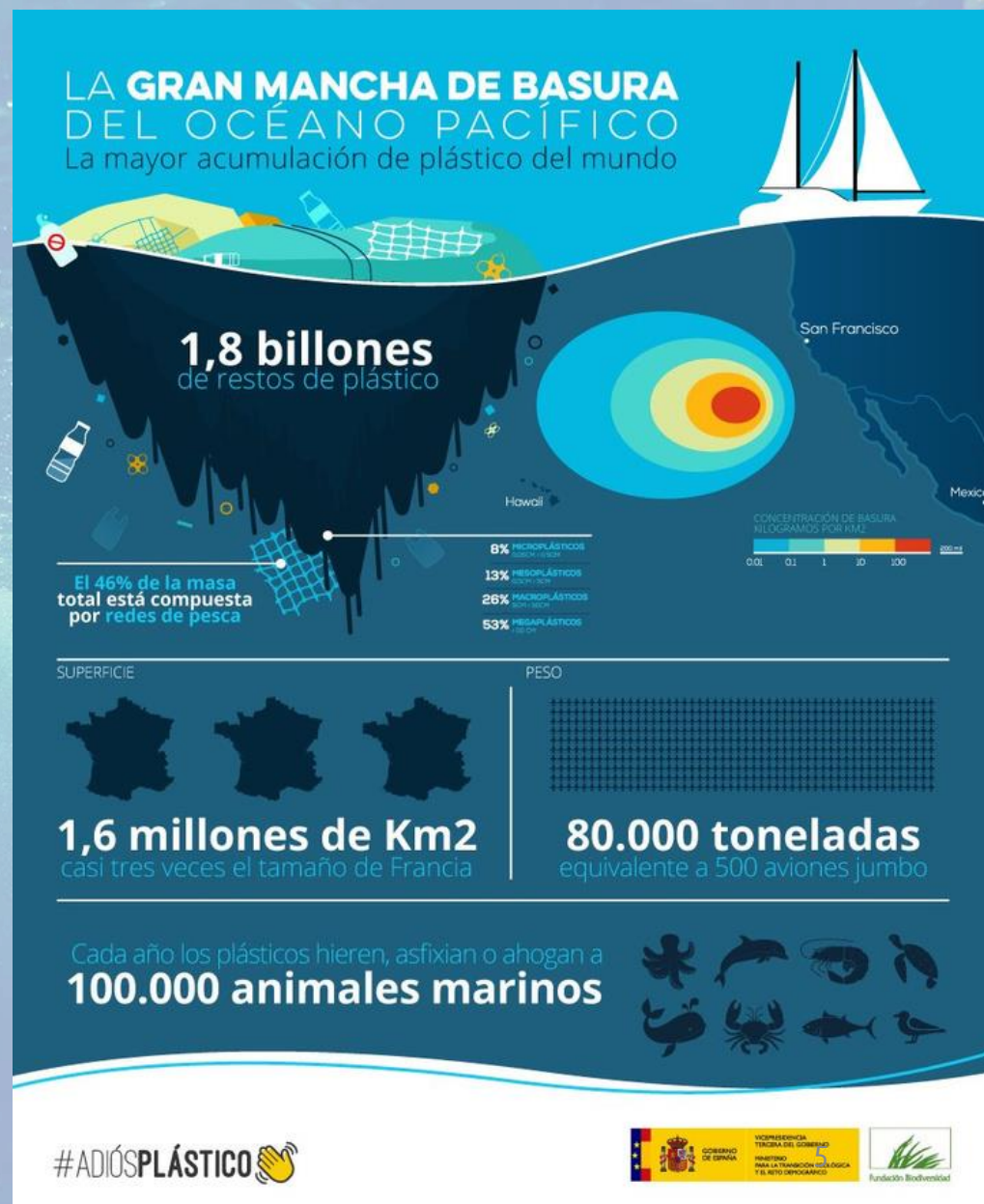


¿Qué son los plásticos?

Polímeros sintéticos



Los plásticos
como
contaminantes



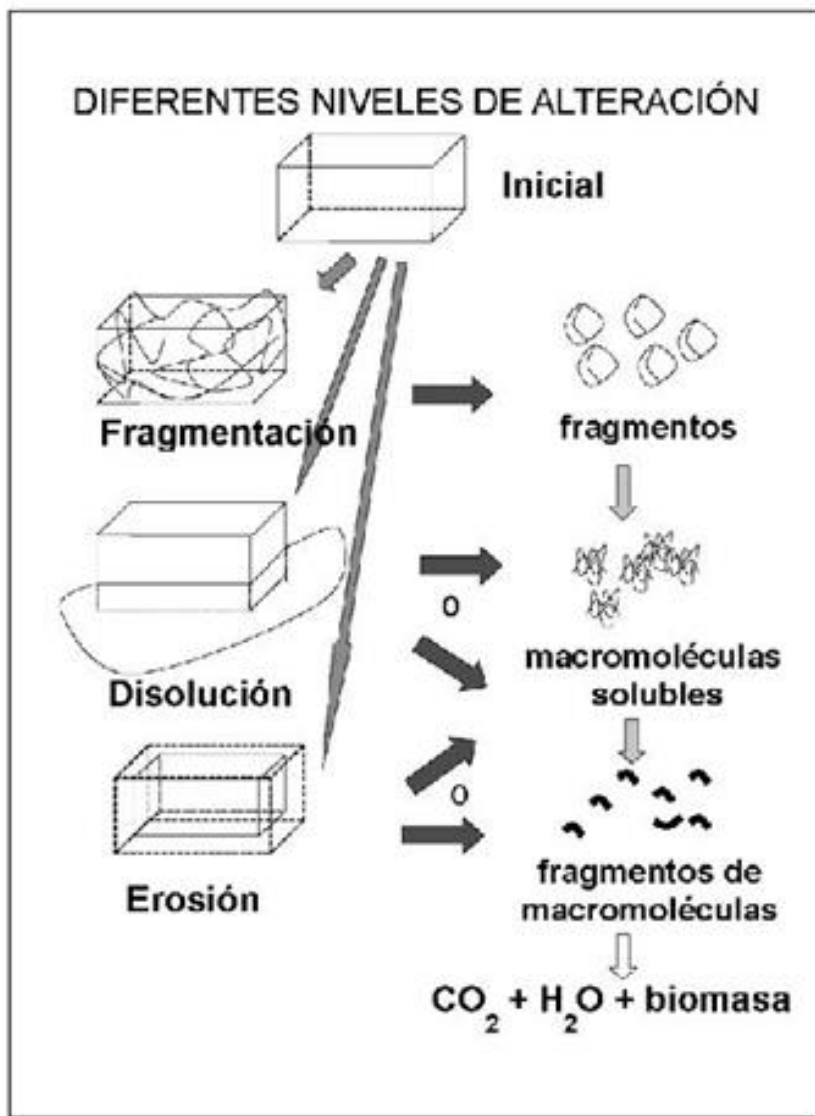


https://www.nationalgeographic.com/medio-ambiente/2022/04/la-ruta-del-plastico-del-bote-de-basura-a-los-ecosistemas-marinos?gallery=45746&image=animals-plastic-nationalgeographic_2283735

Impacto ambiental de los macroplásticos



Formación de micro y nanoplasticos



Formación de micro y nanoplásticos

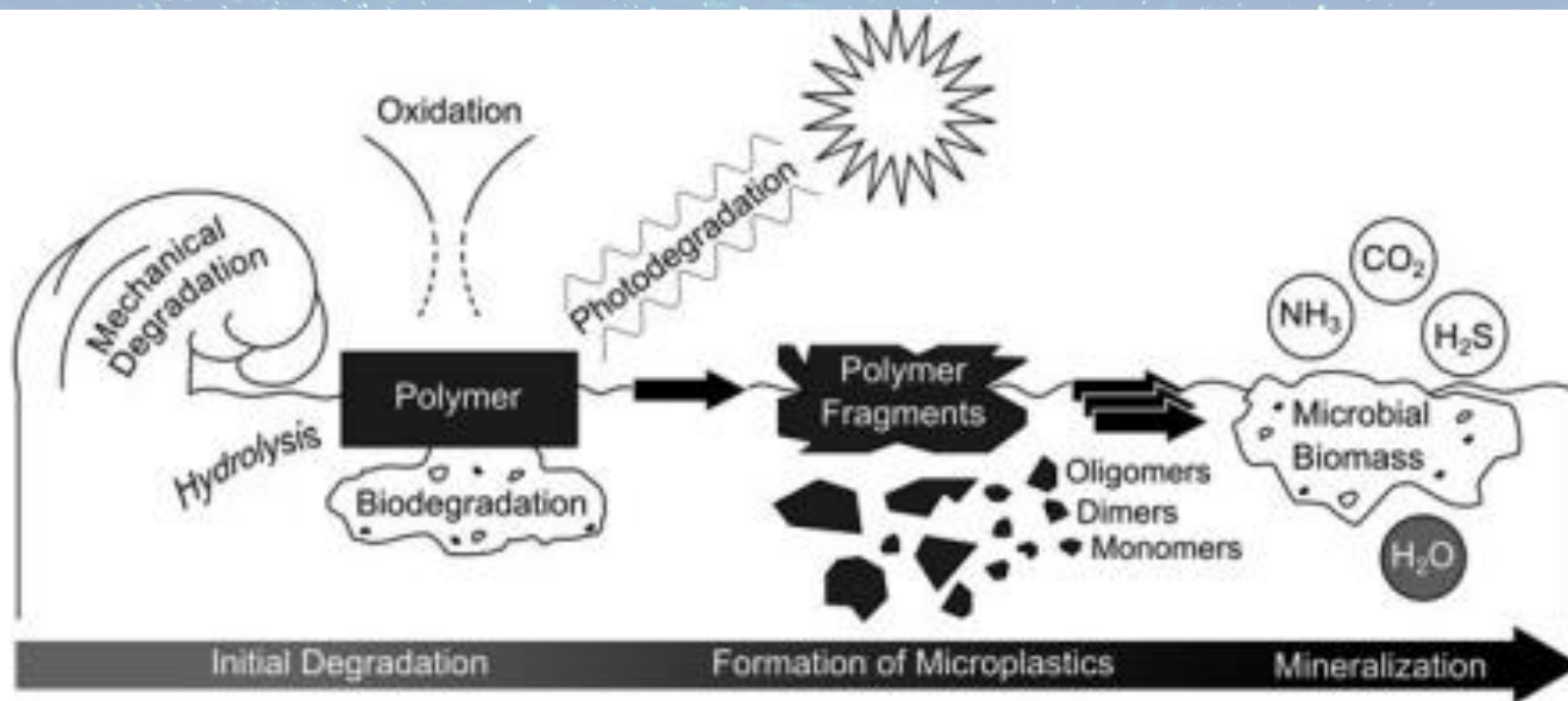
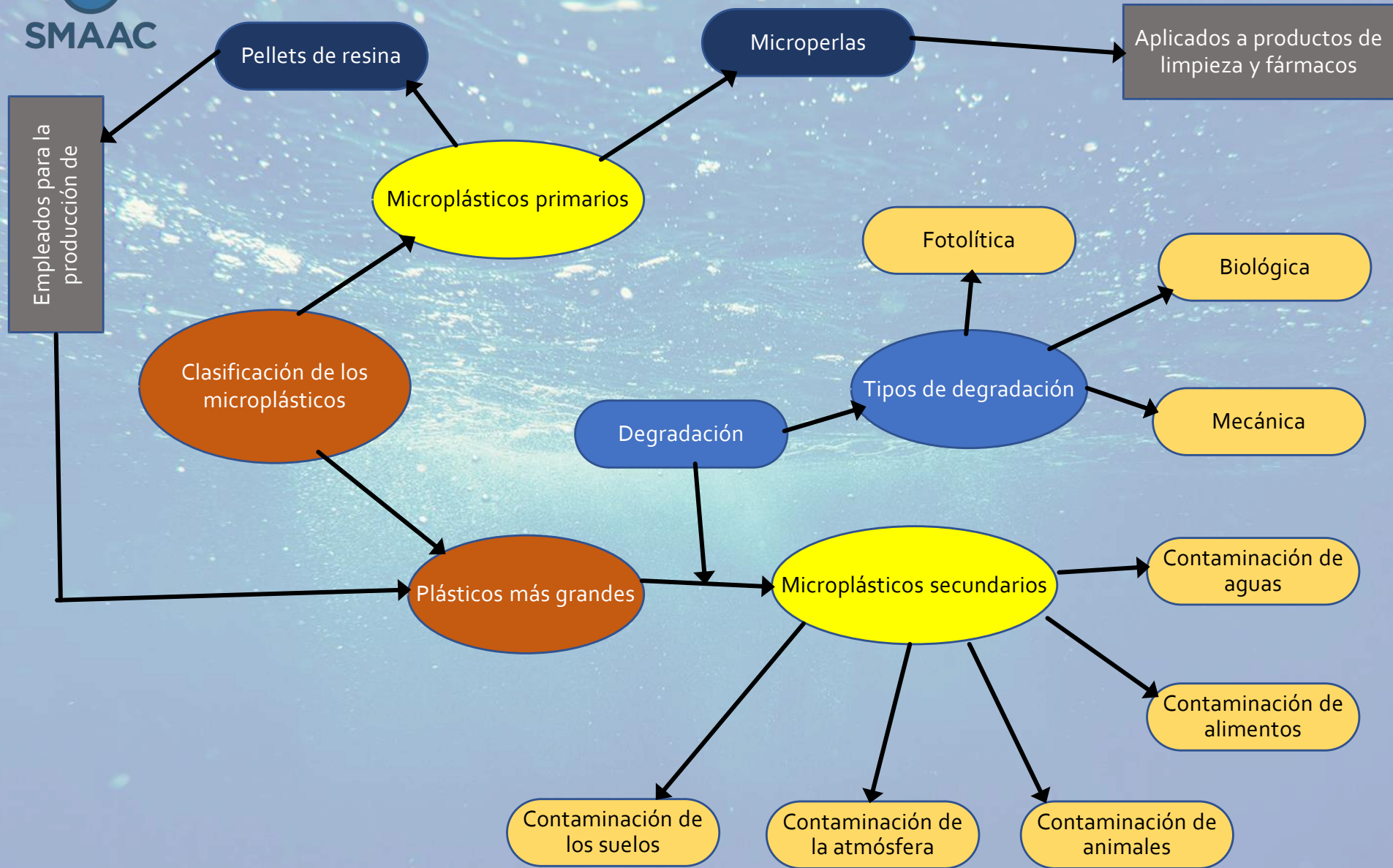
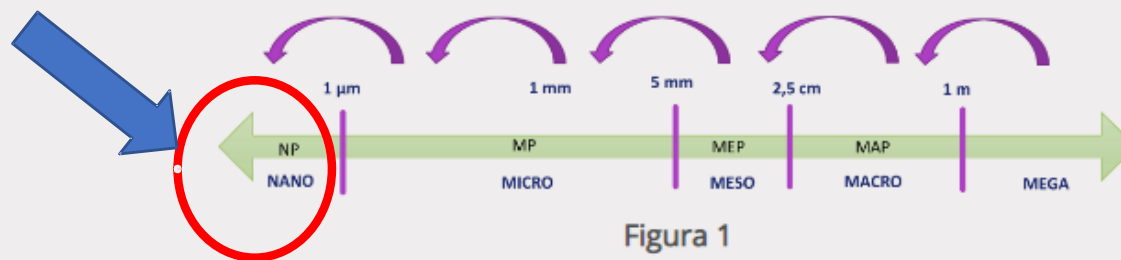


Fig. 2 Degradation pathways of synthetic polymers in the aquatic environment with degradation processes involved and intermediate steps until complete mineralization





https://www.researchgate.net/publication/359629106_A_Review_on_Microplastics_-_An_Indelible_Ubiquitous_Pollutant



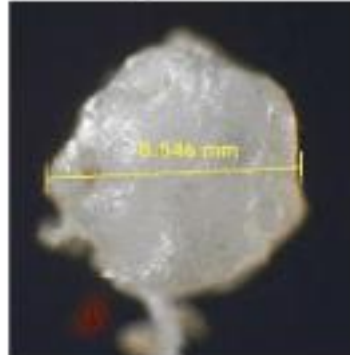
Escala de tamaños actualmente aceptada para los plásticos y sus productos de degradación física

Forma de los microplásticos

Fragmentos



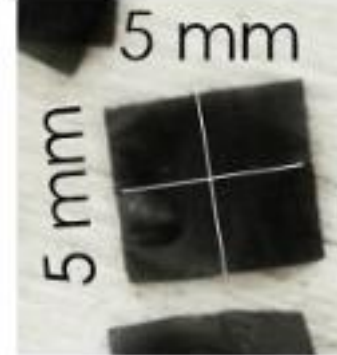
Hojuelas



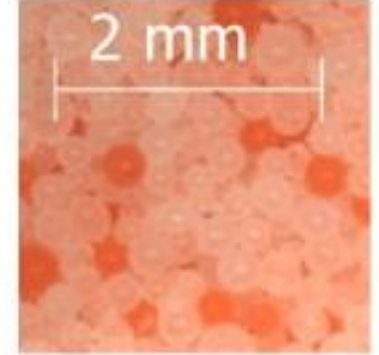
Fibras



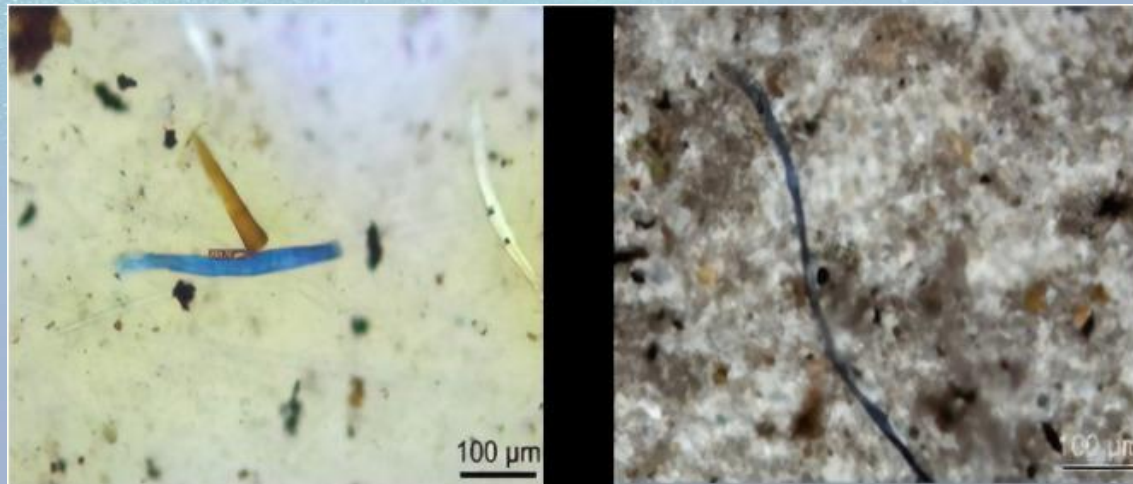
Películas



Esferas



<https://avanceyperspectiva.cinvestav.mx/microplasticos-pequenos-y-ubicuos-contaminantes-con-grandes-impactos-negativos-en-el-medio-ambiente/>



<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720352050>

Interacción de los micro y nanoplásticos con la biota acuática

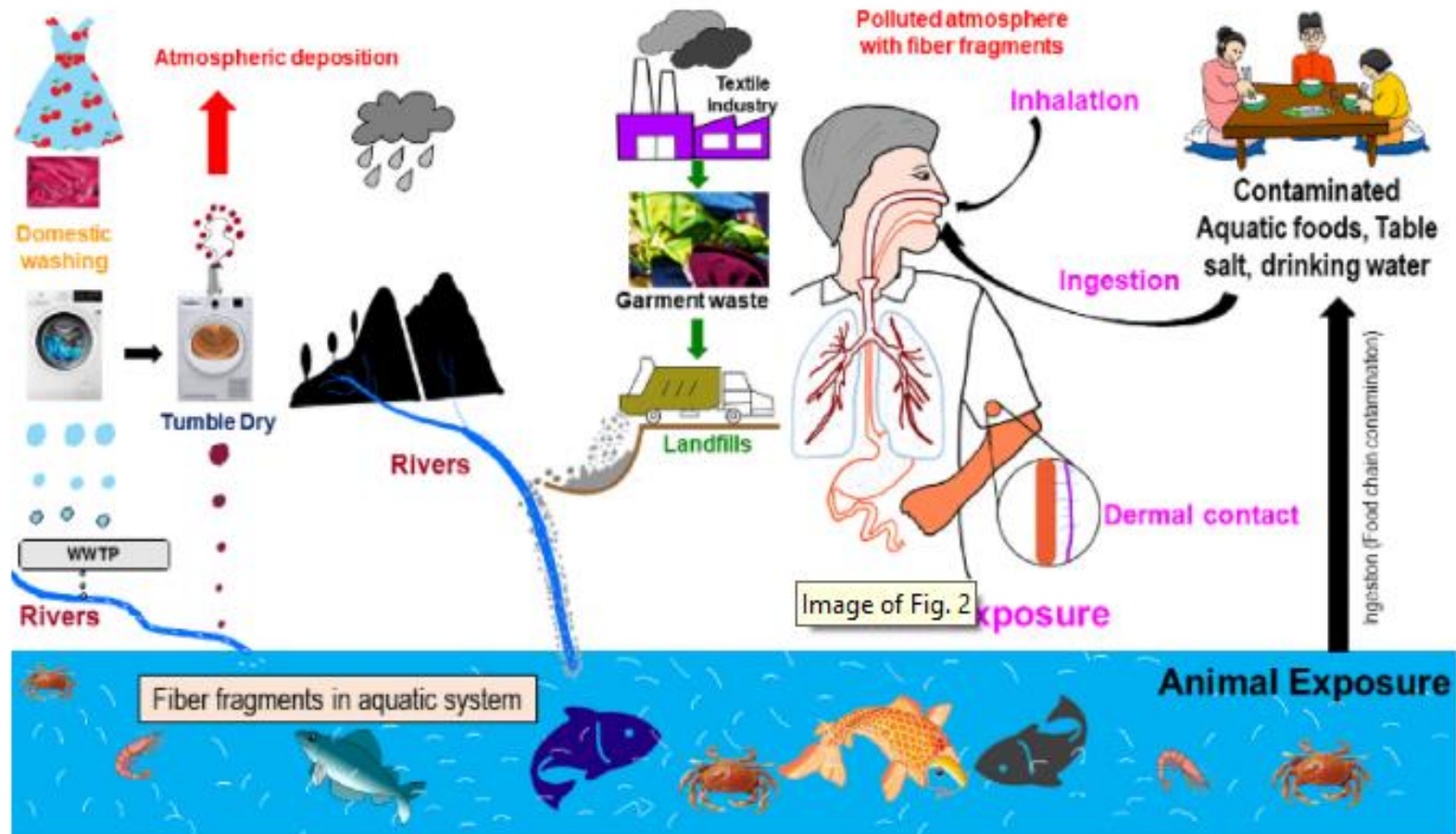


Fig. 2. Main sources for the fiber fragments mitigation into the aquatic environment from domestic washing, textile industries, and garment waste/landfills and risks of fiber fragments for human and animal exposure, (WWTP- wastewater treatment plant).

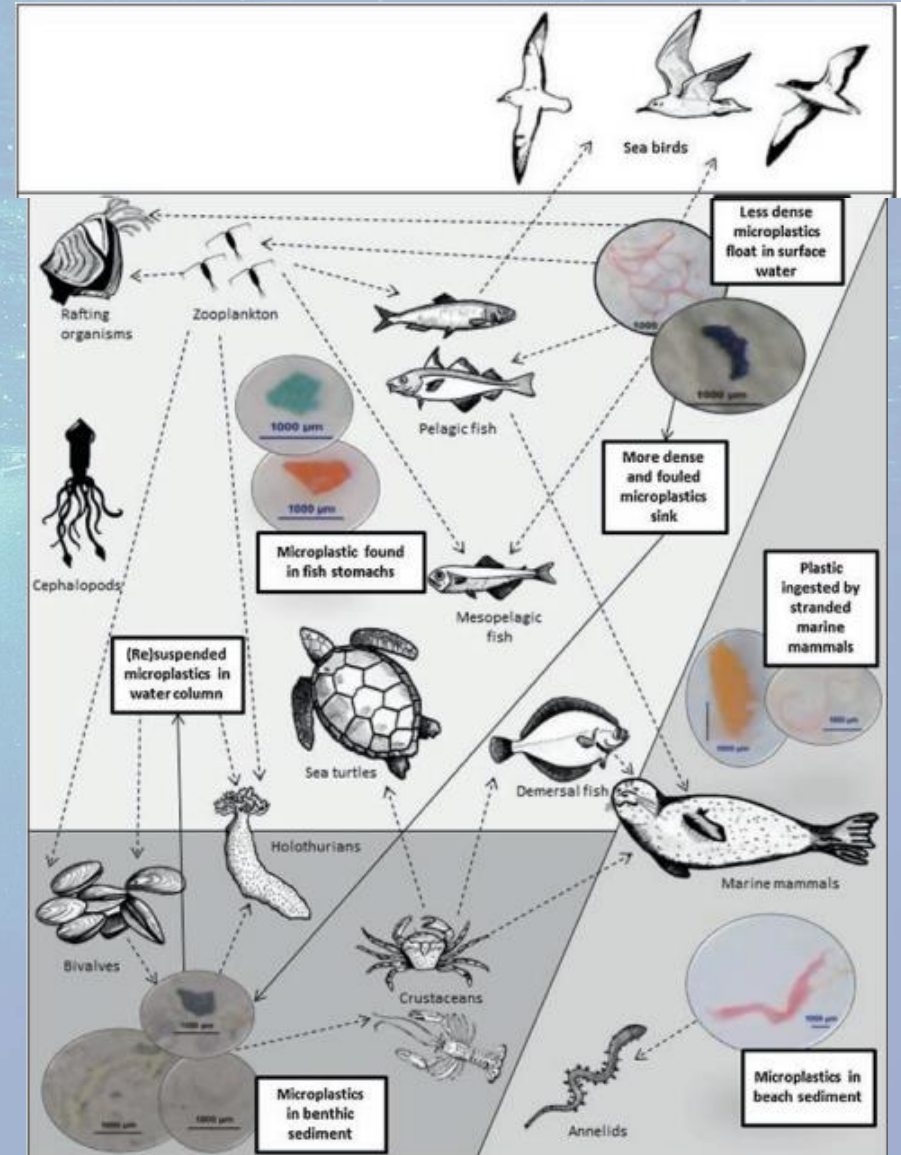


SMAAC

Interacción de los micro y nanoplásticos con la biota acuática

Microplastic interactions in the marine environment including environmental links (solid arrows) and biological links (broken arrows), which highlights potential trophic transfer (Photos of microplastics: A. Lusher)

Sólidos flotantes
Sólidos suspendidos
Sedimentos



Interacción de los micro y nanoplasticos con la biota acuática

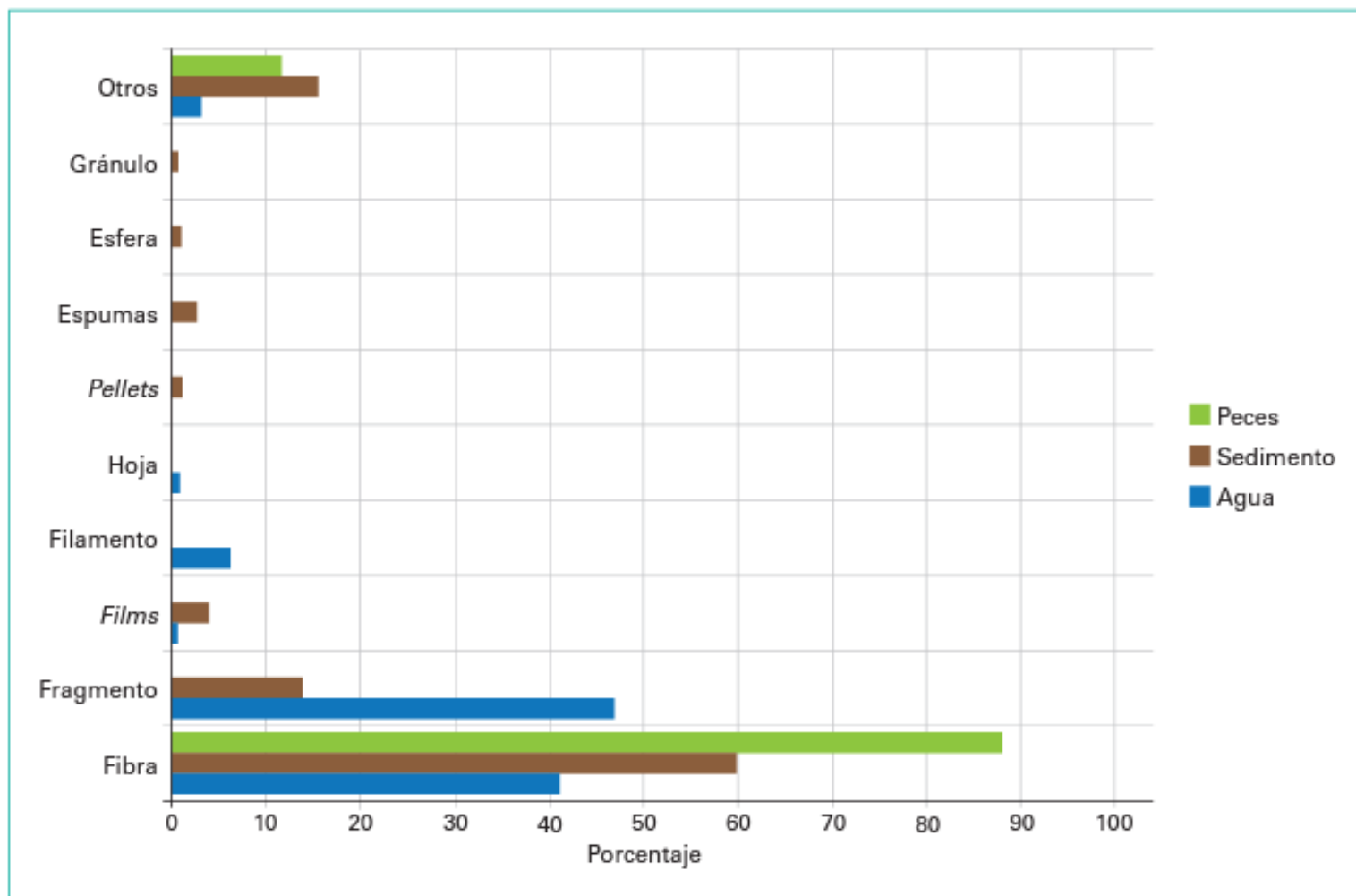


Figura 2. Formas de los microplásticos en agua, sedimento y peces en estudios realizados en México. Elaboración propia con base en información de la revisión bibliográfica.

Ecotoxicidad de micro y nanoplásticos

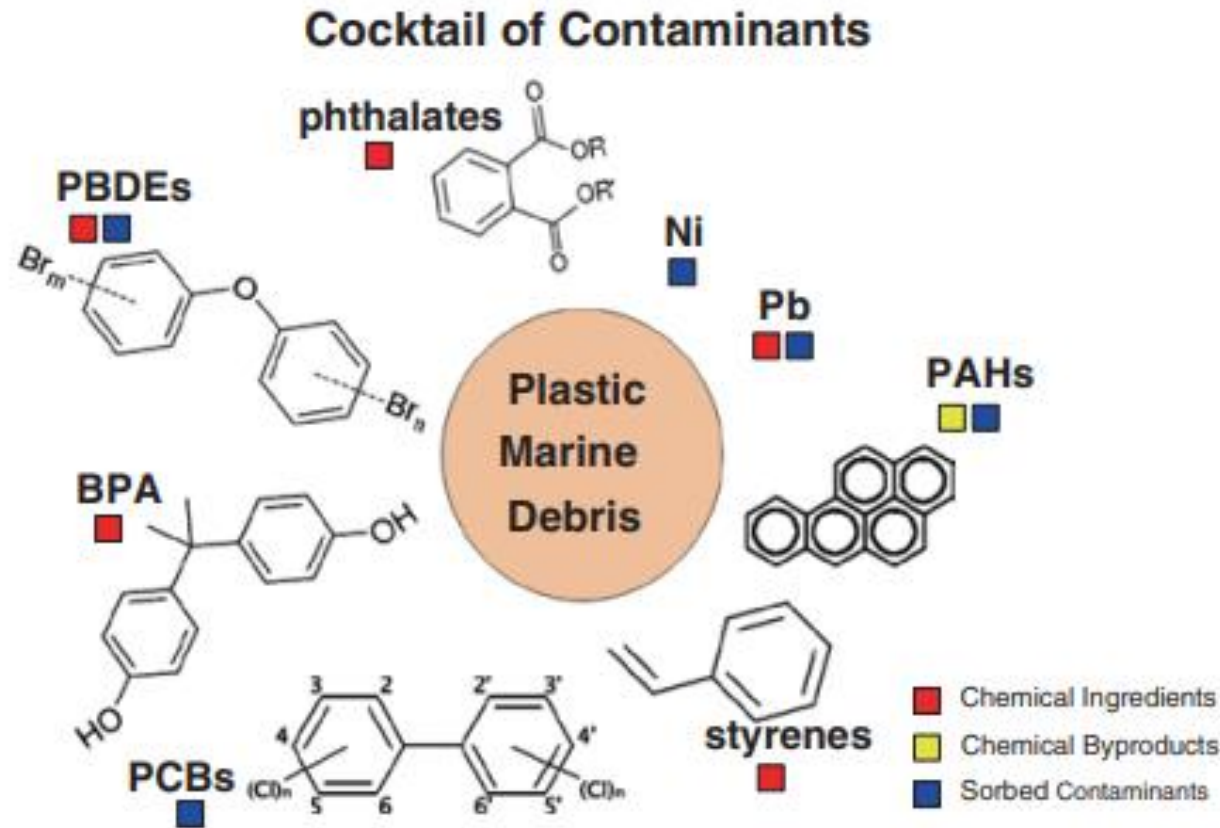
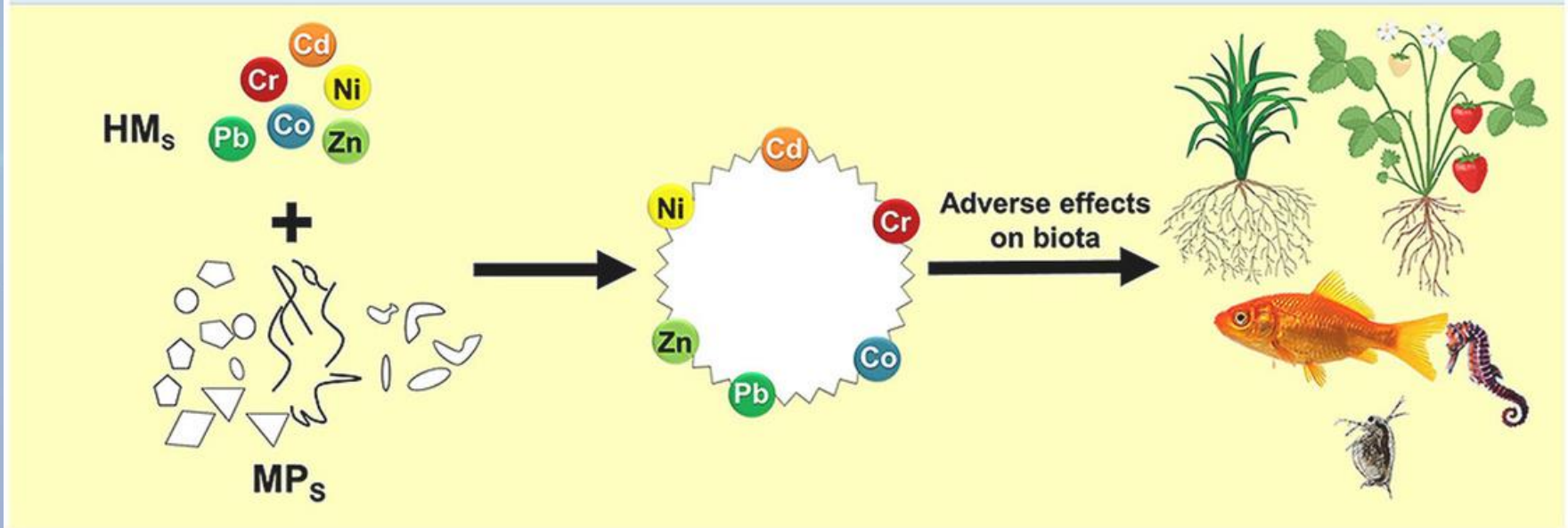
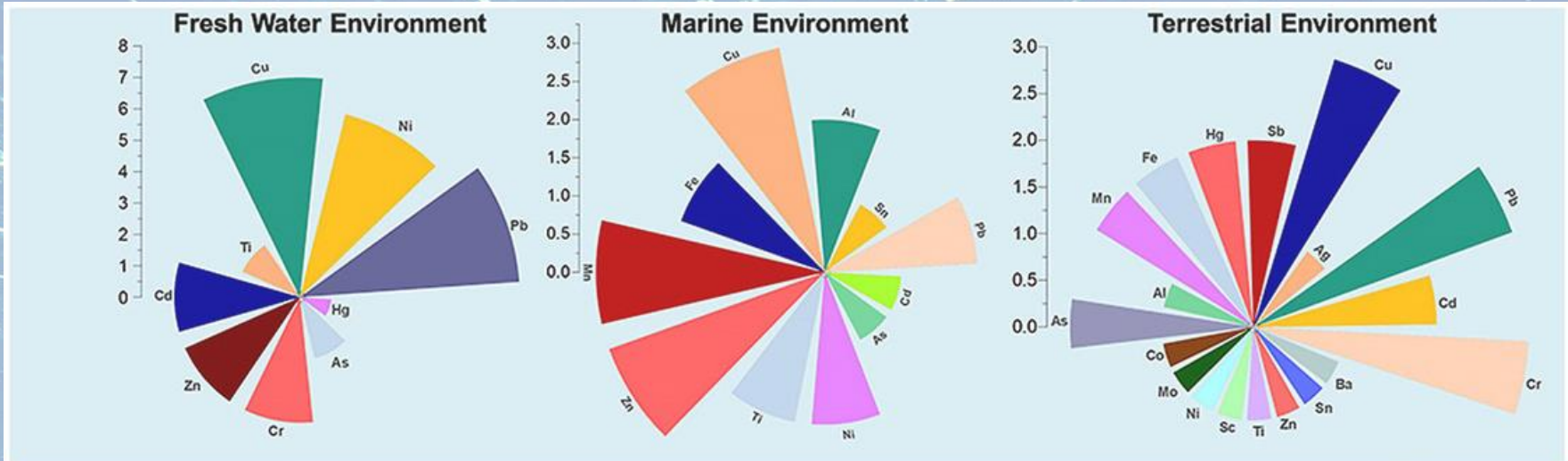


Fig. 5.1 Cocktail of contaminants associated with marine plastic debris. Contaminants associated with marine debris include chemical ingredients (*red squares*), byproducts of manufacturing (*yellow squares*) and those that accumulate from surrounding ocean water in the marine environment (*blue squares*)

Ecotoxicidad de micro y nanoplásticos



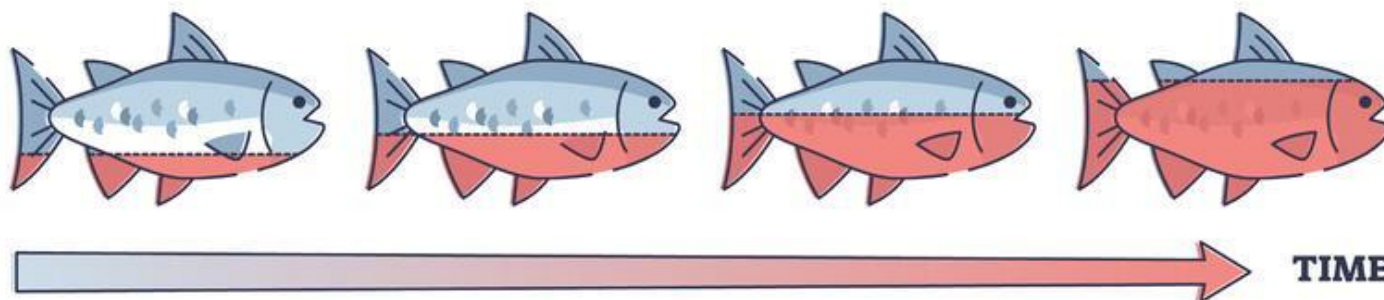
Ecotoxicidad de micro y nanoplásticos

Ranking of some plastic polymer types based on hazard classification of constituent monomers, adapted from Lithner et al. (2011)

Polymer	Monomer(s)/additives	Relative hazard score ^a	Recycling code	Constituents measured in NHANES?
<i>Polymers with the highest relative hazard scores</i>				
Polyurethane PUR as a flexible foam	Propylene oxide	13,844	6	
	Ethylene oxide			
	Toluene-diisocyanate			
Polyacrylamide PAN with co-monomers	Acrylonitrile	12,379	7	Acrylamide
	Acrylamide			
	Vinyl acetate			
Polyvinylchloride PVC, plasticised	With plasticiser	10,551	3	Benzyl butyl phthalate (BBP)
	Benzyl butyl phthalate (BBP) at 50 wt%			
Polyvinylchloride, PVC, unplasticised		10,001	3	
Polyurethane, PUR as a rigid foam	Propylene oxide	7384	6	
	4,4'-methylenediphenyl diisocyanate (MDI)			
	Cyclopentane			
Epoxy resins DGEBA	Bisphenol A	7139	7	Bisphenol A
	Epichlorohydrin			
	4,4'-methylenedianaline			
Modacrylic	Acrylonitrile	6957		
	Vinylidene chloride			
Acrylonitrile-butadiene-styrene ABS	Styrene	6552	7	Styrene
	Acrylonitrile			
	1,3 butadiene			
Styrene- acrylonitrile SAN	Styrene	2788	7	Styrene
	Acrylonitrile			
High impact polystyrene HIPS	Styrene	1628		Styrene

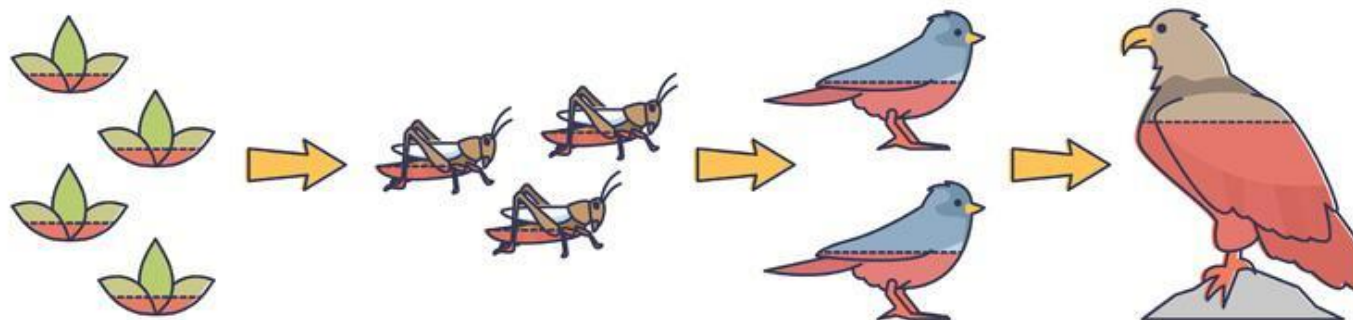
Ecotoxicidad de micro y nanoplásticos

BIOACCUMULATION



● CONTAMINANT

BIOMAGNIFICATION



Ecotoxicidad de micro y nanoplásticos

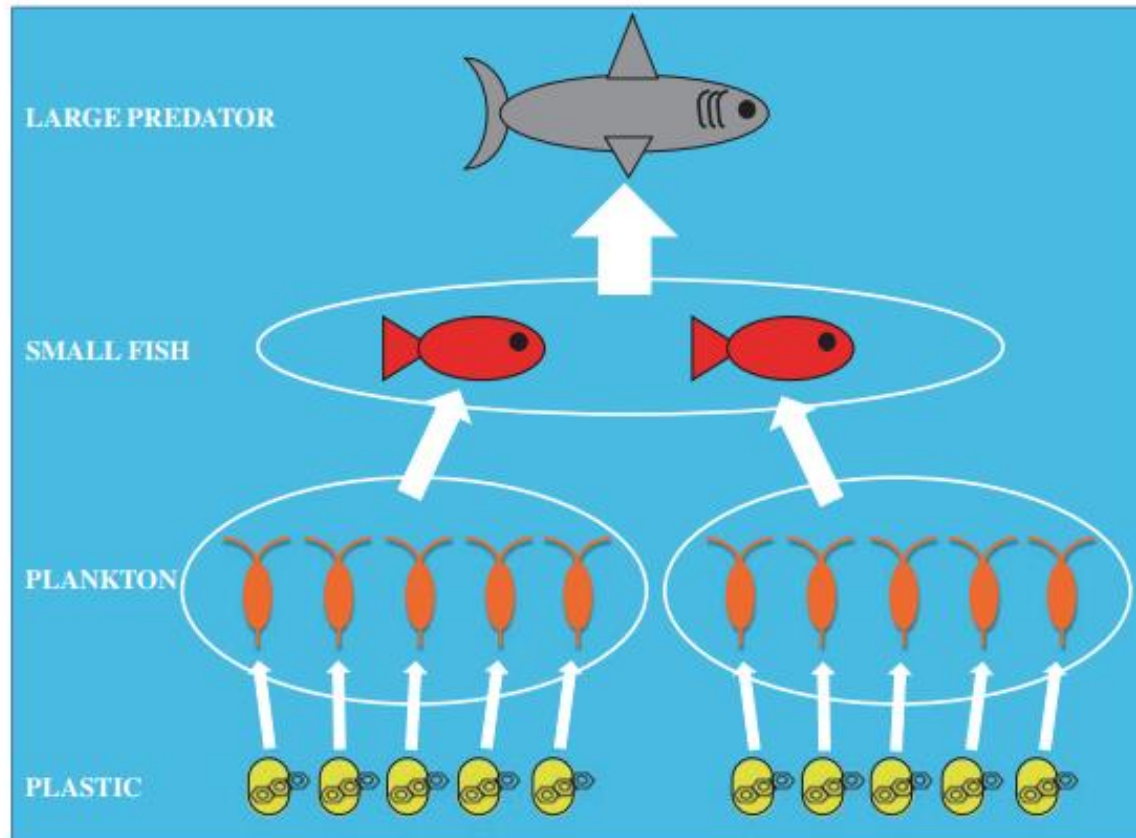
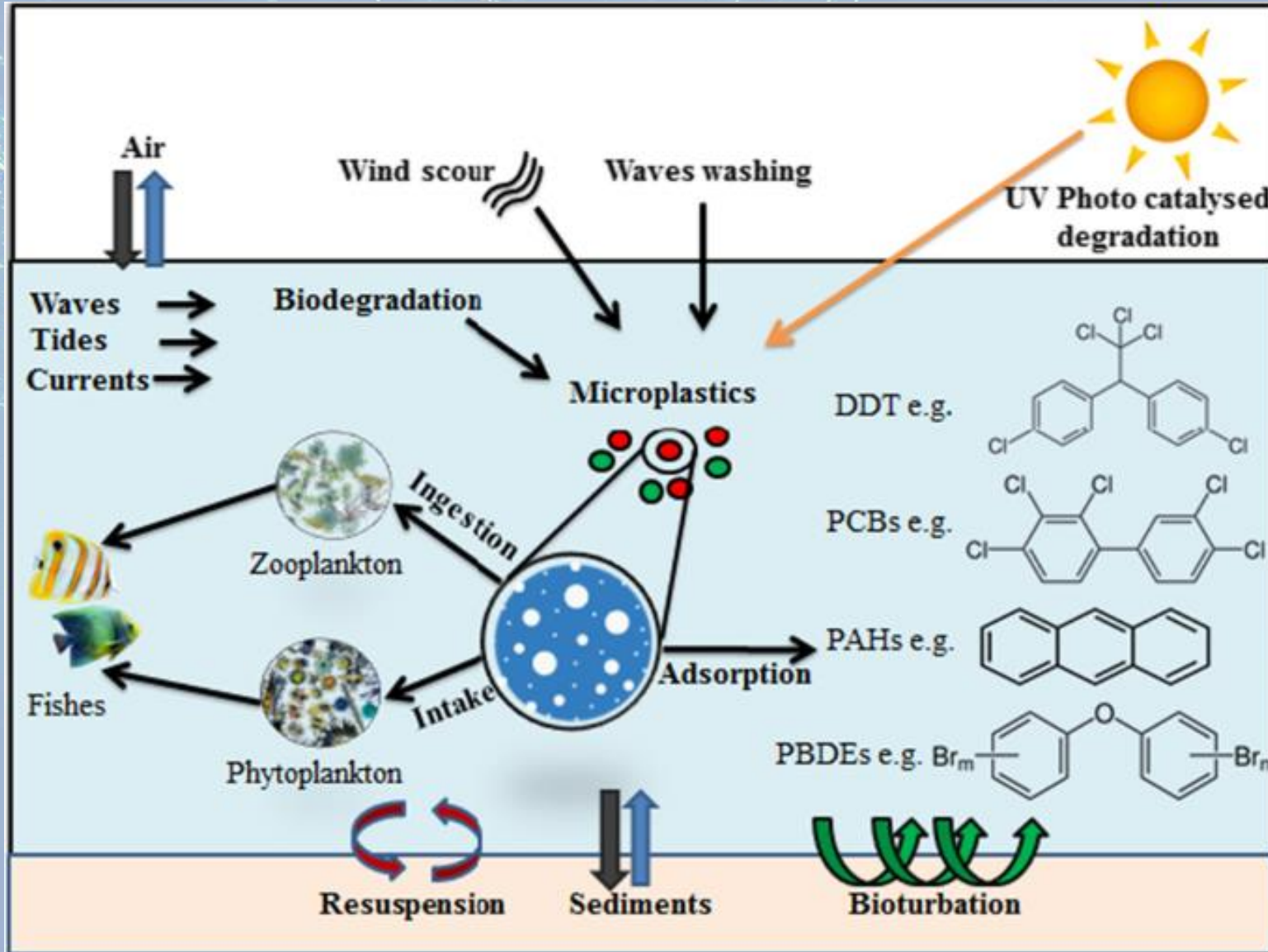


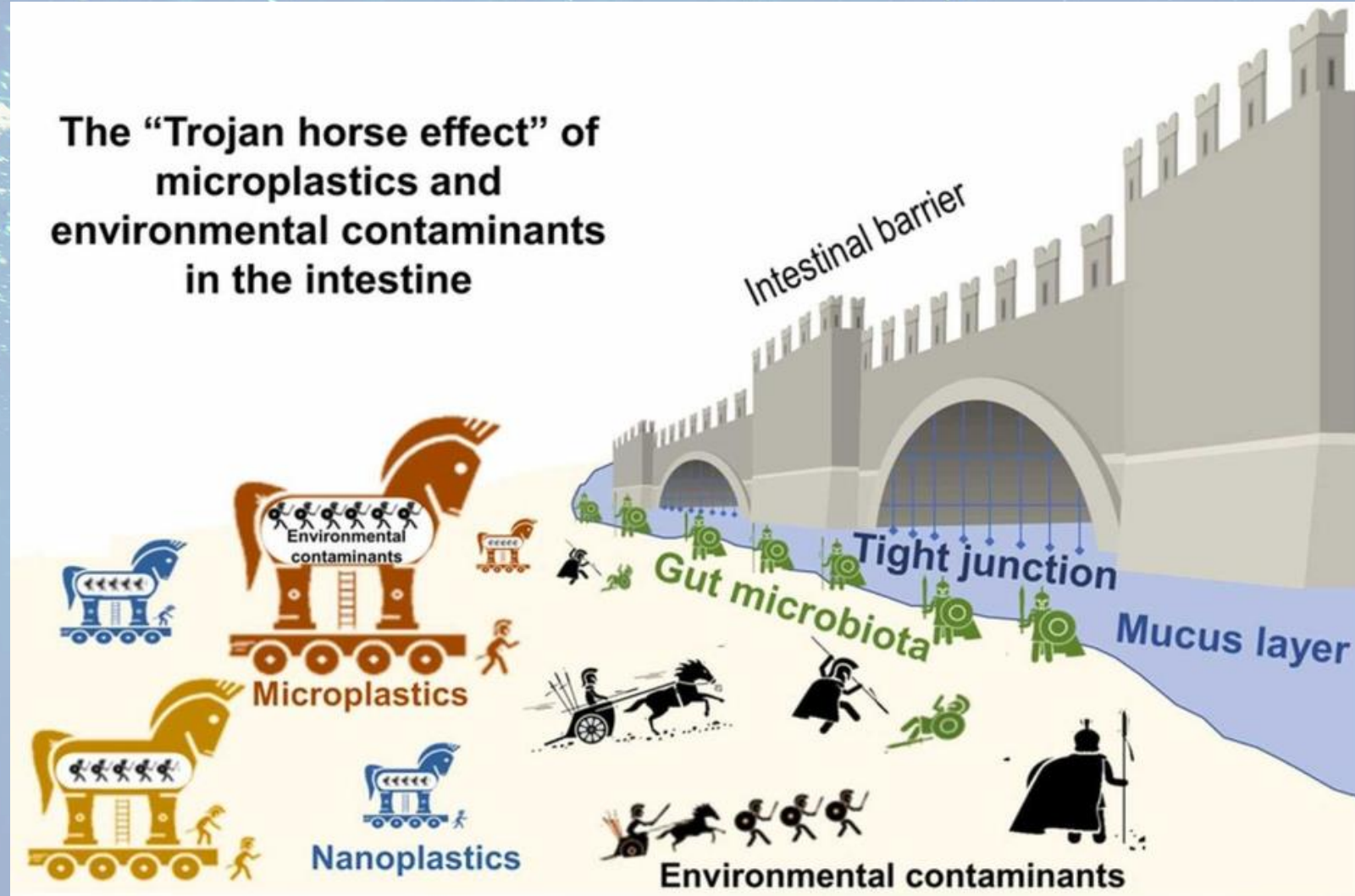
Fig. 5.3 Biomagnification of chemicals up the food chain. The diagram depicts a scenario whereby organic chemicals (e.g. PAHs) from plastic may transfer into lower trophic level organisms (e.g. zooplankton) via ingestion and accumulate at much greater concentrations via biomagnification in higher trophic level organisms (e.g. small fish and sharks), which may ultimately lead to contaminated seafood for humans as a result of plastic contamination in marine food-webs. The size of the arrows depicts how the body burden (i.e. bioaccumulation of chemicals) may magnify in predators as compared to their prey

Ecotoxicidad de micro y nanoplásticos



Ecotoxicidad de micro y nanoplásticos

The “Trojan horse effect” of microplastics and environmental contaminants in the intestine



Ecotoxicidad de micro y nanoplásticos

Table 1
Methods of sample collection in water and sediment.

Sample	Type	Advantages	Disadvantage
Water	Neuston and Manta nets	Easy to use; Sample large volumes of water; Largely used (good to compare between locations); Produces large numbers of microplastics for further testing.	Expensive equipment; Requires boat; Time-consuming; Potential contamination by vessel and tow ropes; Lower limit of detection is 333 μm .
	Plankton net	Easy to use; Lowest limit of detection 100 μm ; Quick to use; Samples medium volumes of water.	Expensive equipment; Requires boat; Static sampling requires water flow; May become clogged or break;
	Sieving	Does not require specialized equipment nor boat; Easy to collect samples.	Sampling of lower volumes of water than Manta trawl. Laborious and time consuming; Samples medium volumes;
	Pumps	Samples large volumes of water; Effortless; Allows choice of mesh size.	Manual transfer of water with buckets Requires equipment; Requires energy to work; Potential contamination by the apparatus; May be difficult to carry between sampling locations.
	Filtration or Sieving <i>ex situ</i>	Easy to collect samples; Known volume of water; Allows choice of mesh size.	Sampling of low volumes; Transportation of water samples to the lab; Potential contamination by the apparatus; Time consuming depending on mesh size.
Sediment	Beach sediment collection	Easy to implement; Rapid sampling; Allows collection of large volumes of sample or replicates.	Variation with sampled area and depth.
	Seabed collection (Grab sampler, box corer, gravity core)	Easy to use; May allow replicates.	Expensive equipment; Requires boat; Variation with sampled area and depth; Sampling may disturb sediment surface.

Métodos de muestreo de micro y nanoplasticos

Redes y equipos de muestreo

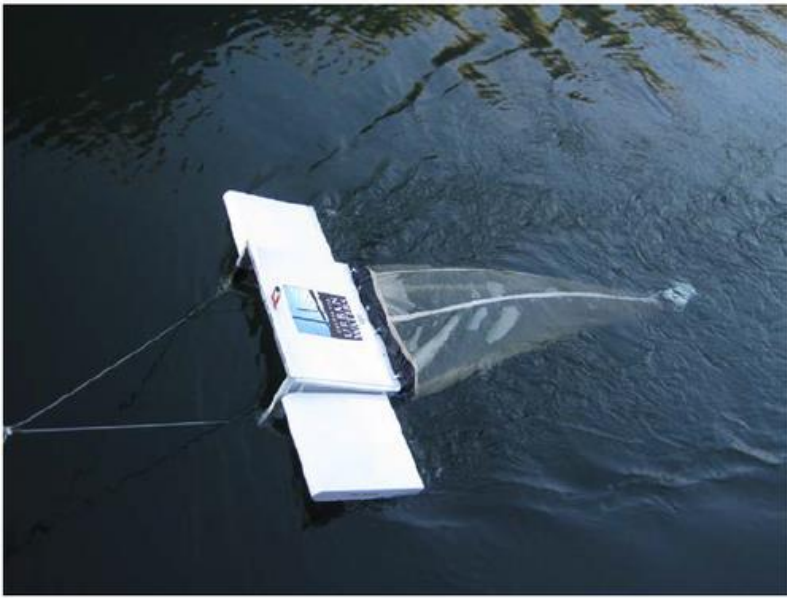
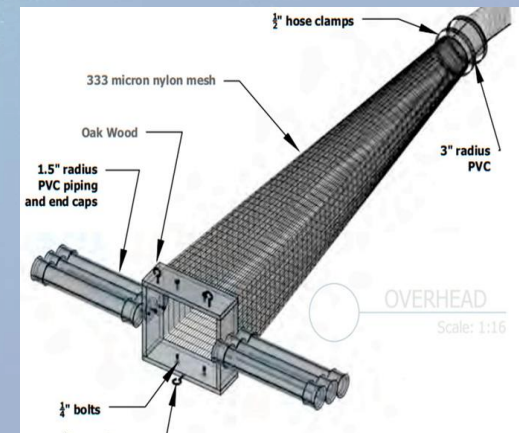
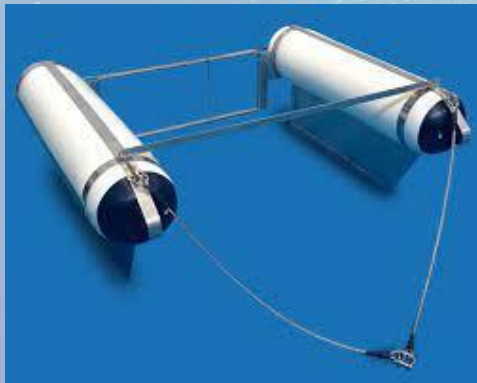


Figura 16: Muestreador CTD roseta ¹²⁰



Métodos de muestreo de micro y nanoplasticos



Métodos de muestreo de micro y nanoplasticos



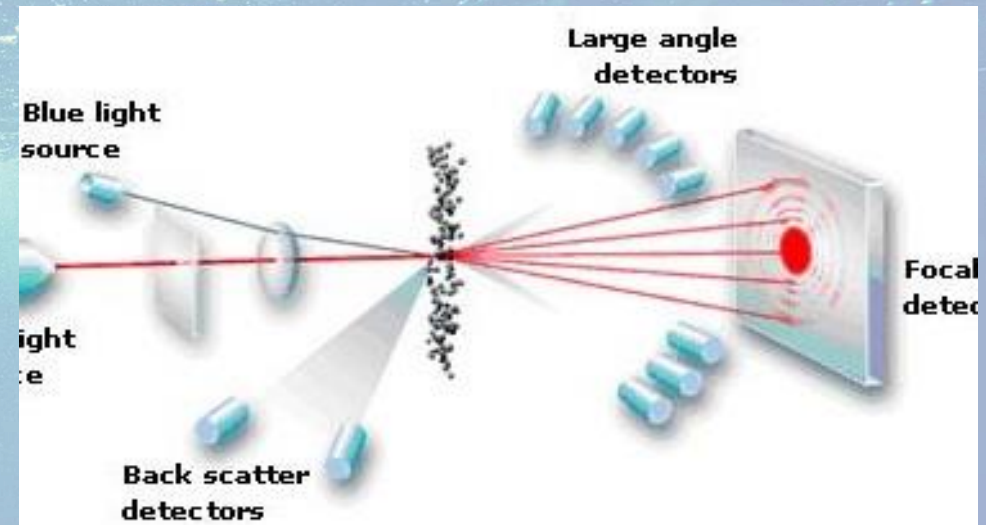
Muestreo y análisis de micro y nanoplasticos en el agua

Tipo de Agua	Tipo de Muestra	Ubicación de la Muestra	Método	Resultados del Estudio	Fuente Bibliográfica
Lago	Agua superficial	Lagos (Wuhan, China), profundidad de muestreo 20 cm.	Muestreo: Bomba de Teflón con Tamiz (malla 50 μm). Extracción microplástica: Oxidación, Filtración (Papel fibra de vidrio 0,45 μm), Identificación: Microscopio electrónico de barrido (SEM), Espectrofotómetro infrarrojo de transformación de Fourier (FT-IR)	Centro de Wuhan Bei: 8925 \pm 1591 n/m ³ Huanzi: 8550 \pm 989.9 n/m ³ . Tazi: 6175 \pm 1308.2 n/m ³ Sha: 6390 \pm 862,7 n/m ³ Nantaizi: 6162,5 \pm 537,5 n/m ³ Nan: 5745 \pm 901,6 n/m ³ Dong: 5914 \pm 1580.7 n/m ³ Exteriores de Wuhan Hou, Wu, Yandong, Yanxi y Zhushan: < 1660.0 \pm 639.1 n/m ³ .	(W. Wang et al., 2017)
Lago	Agua superficial	Hovsgol (Mongolia), Profundidad de muestreo 16 cm	Muestreo: Red de arrastre de Manta. Extracción microplástica por tamizado (Tyler 0.355-0.999 mm), oxidación húmeda, separación por densidad (flotación). Identificación: Microscopio de luz.	Promedio 0.00012 partículas L ⁻¹ Promedio: 20264 partículas km ⁻² Máximo: 44435 partículas km ⁻²	(Free et al., 2014)
Río	Agua	Ríos (Shanghai, China)	Muestreo: Quadrat (0,5 x 0,5 m). Extracción microplástica: Separación por densidad, Secado homo (70°C), Filtración (Whatman GF/B, 4 ¼ 1 mm). Identificación: espectroscopia infrarroja de transformación de Fourier (m FTIR).	Rama del río Huangpu: 72.3 MP/100g. Shajinggang: 76,5 MP/100g. Caohejing: 153,5 MP/100g. Beishagang: 160 MP/100g. Jiangjiagang: 112 MP/100g. Yujiabang: 41 MP/100g. Nanhuizui: 5,3 MP/100g.	(Peng et al., 2018)
Río	Sedimento	Molawin (Filipinas), profundidad de muestreo 5 cm.	Muestreo: Lana metálica. Extracción microplástica: Secado (60°C/48h), tamizado (2 – 0,63 μm), separación por densidad. Identificación: Estereoscopio (40X), espectroscopia infrarroja de transformación de Fourier (FTIR).	Media: Banco: 97 MPs/100g peso seco. Canal: 147,33 MPs/100g peso seco.	(Baños et al., 2020)
Río	Agua superficial	Yulin (China), profundidad de muestreo 20 cm	Muestreo: Bomba de teflón. Extracción microplástica: Filtrado (papel 0,45 mm), oxidación (H ₂ O ₂). Identificación: Rojo nilo, microscopio de luz (565nm-630nm), espectroscopia micro-Raman, espectroscopia de fotoelectrón de rayos X (XPS) y microscopía electrónica de barrido (SEM).	0.70*10 ⁻² a 1.70*10 ⁻² partículas/L	(Mao et al., 2020)

Muestreo y análisis de micro y nanoplasticos en el agua

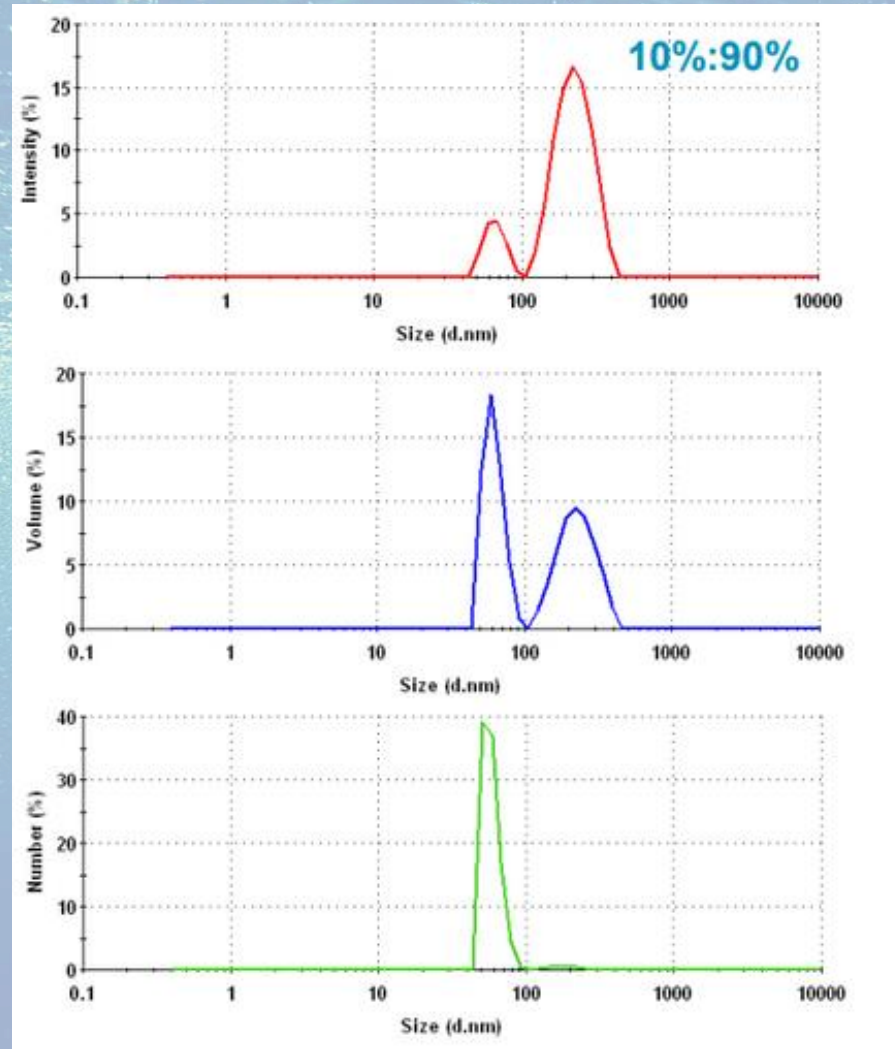
Tipo de Agua	Tipo de Muestra	Ubicación de la Muestra	Método	Resultados del Estudio	Fuente Bibliográfica
América					
Lago	Sedimento	Ontario (Canadá), profundidad de muestreo 8cm	Muestreo: Utilización de un mini box corer. Extracción microplástica por tamizado (Malla <0,5 mm), separación por densidad (flotación). Identificación: Espectroscopia infrarroja de transformación Fourier (ATR-FTIR).	616.1 partículas kg ⁻¹ (estación 403) 87 partículas kg ⁻¹ (estación 208)	(Corcoran et al., 2015)
Lago	Agua superficial	Lagos Laurentianos: Superior, Huron, Erie (EE. UU), profundidad de 16cm	Muestreo: Red de arrastre de Manta. Extracción microplástica por tamizado (Tyler 1mm), flotación. Identificación: Microscopia electrónica de barrido (SEM), espectroscopia de rayos X dispersiva de energía (EDS).	Promedio 0.00027 partículas L ⁻¹ Superior: 5385 plásticos km ⁻² Huron: 2779 plásticos km ⁻² Erie: 105.502 plásticos km ⁻²	(Eriksen et al., 2013)
Río	Agua	Ottawa (Canadá) profundidad de 0,5m	Muestreo: Método de arrastre de Manta (Malla de 100µm). Extracción microplástica por digestión y Filtración. Identificación: Microscopio estereoscópico Leica 40X.	1,35 fragmentos m ⁻³	(Vermaire et al., 2017)
Río	Agua	Afluentes de los Grandes Lagos (EE. UU)	Muestreo: Red de neuston. (333 µm). Extracción microplástica: Filtración (Tamiz Tyler 0,355 mm), oxidación (WPO), filtración (Malla 125 µm). Identificación: Métodos espectroscópicos como la espectroscopia de transformación de Fourier (FTIR) y Raman	Promedio 0,05 y 32 partículas/m ³	(Baldwin et al., 2016)
Río	Agua	Snake y Lower Columbia (Yellowstone, EE. UU), profundidad 25cm.	Muestreo: Malla de plancton (100 µm), filtración (Whatman 0,45 µm), secado (60°C). Extracción microplástica: Oxidación (WPO), separación por densidad. Identificación: Método de la aguja caliente, espectroscopia micro-Raman.	Snake 5,405 MP L ⁻¹ Lower Columbia: 0,014 MP L ⁻¹	(Kapp & Yeatman, 2018)

Análisis de distribución de partículas por difracción laser

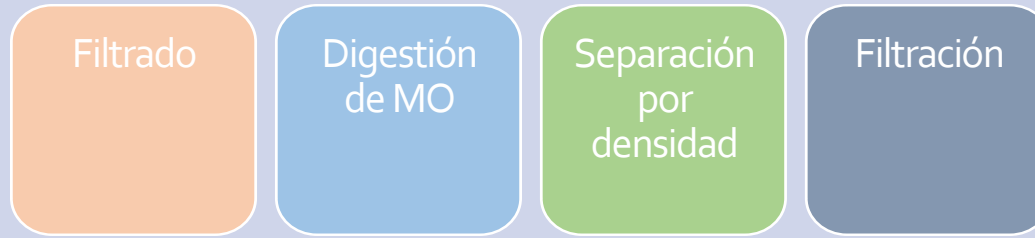


Muestreo y análisis de micro y nanoplásticos en el agua

Análisis de distribución de partículas por difracción laser



Muestreo y análisis de micro y nanoplasticos en el agua



Muestreo y análisis de microplásticos en el agua

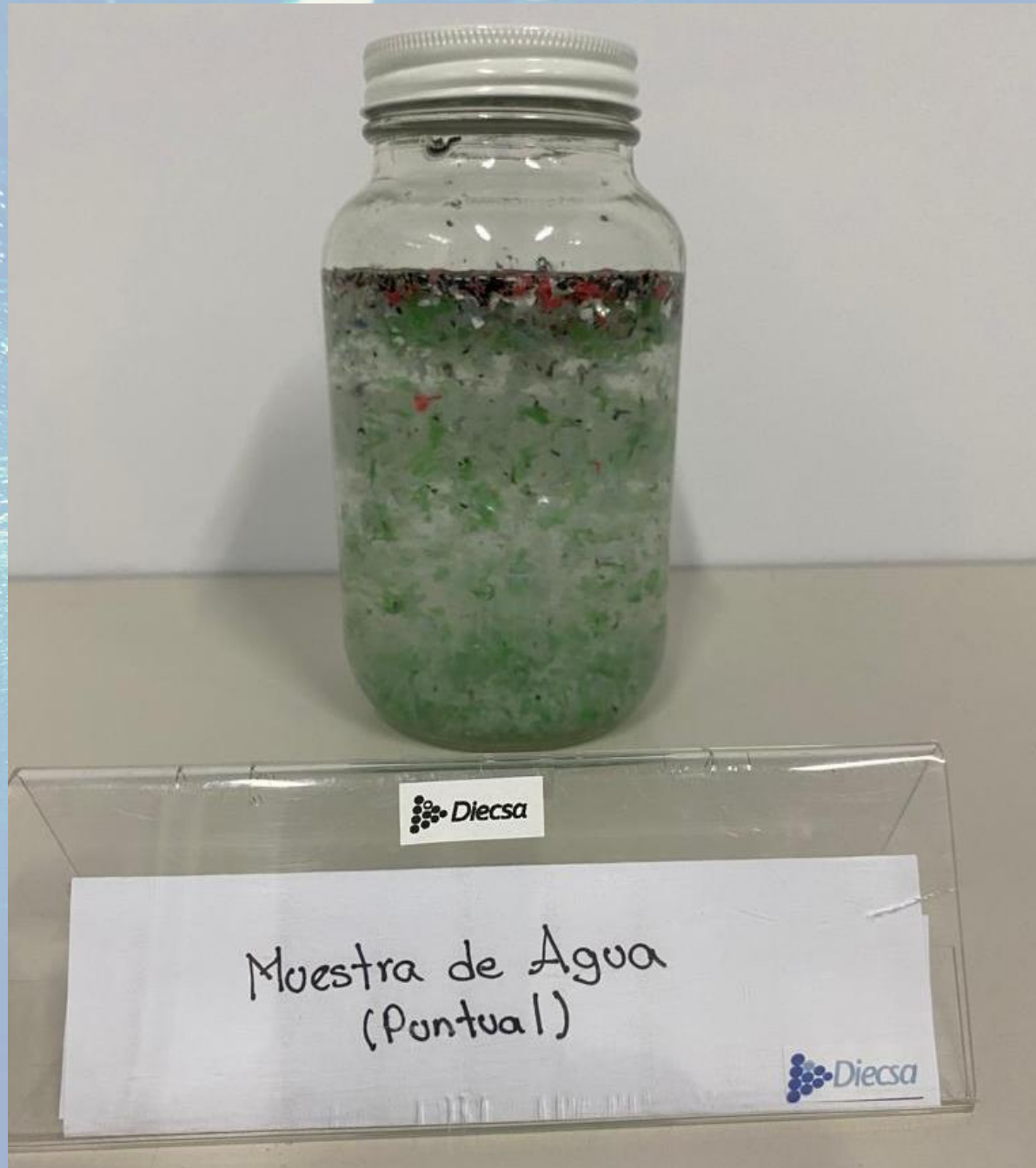
Análisis de distribución de partículas por tamizaje



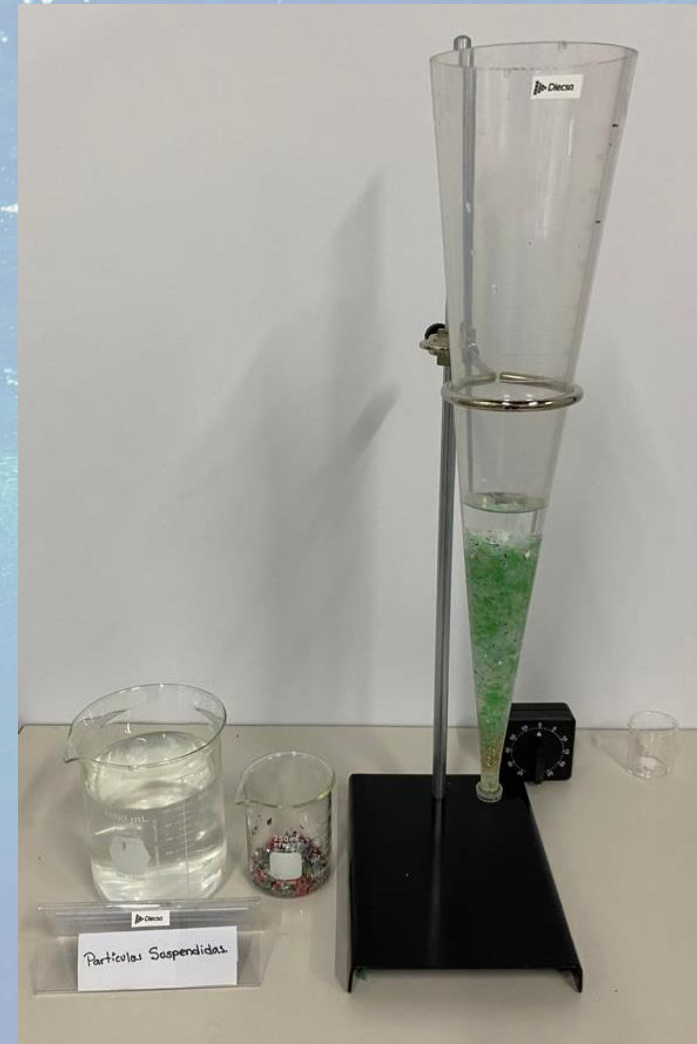
Muestreo y análisis de microplásticos en el agua

Análisis de distribución de partículas por tamizaje





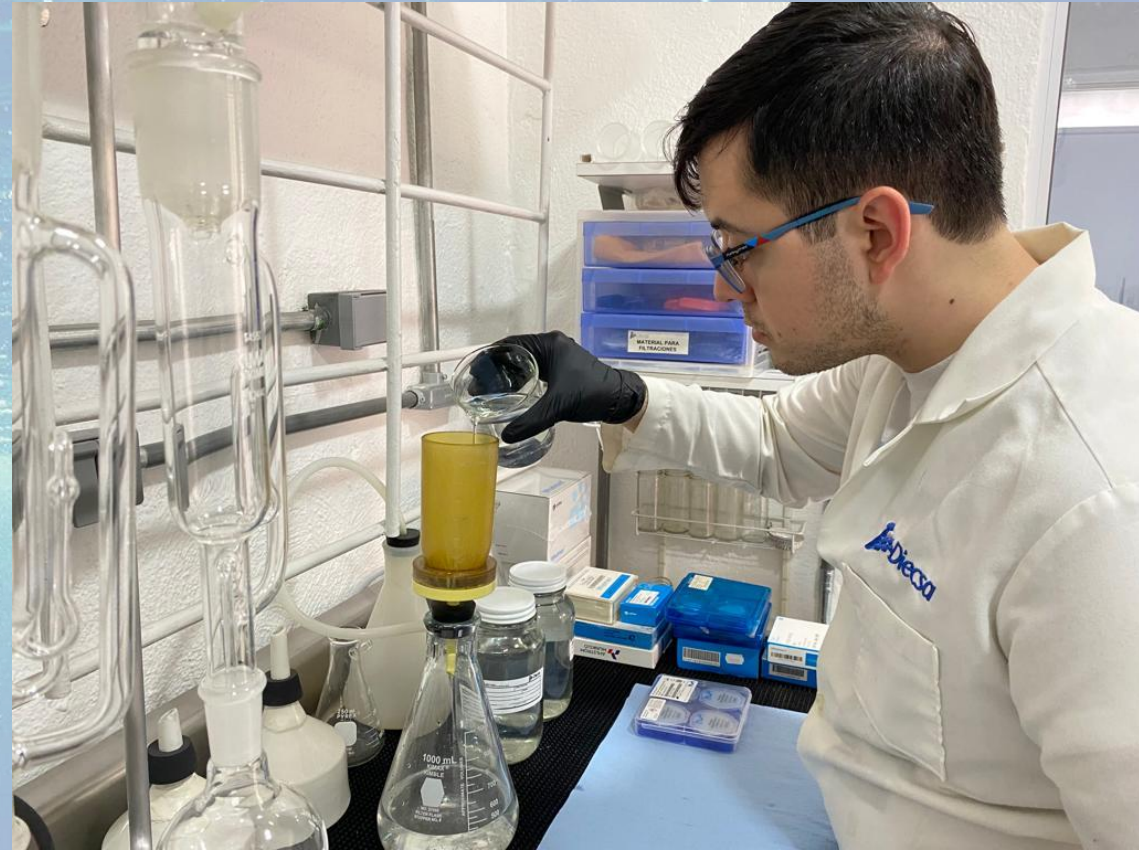
Muestreo y análisis de microplásticos en el agua



Muestreo y análisis de microplásticos en el agua



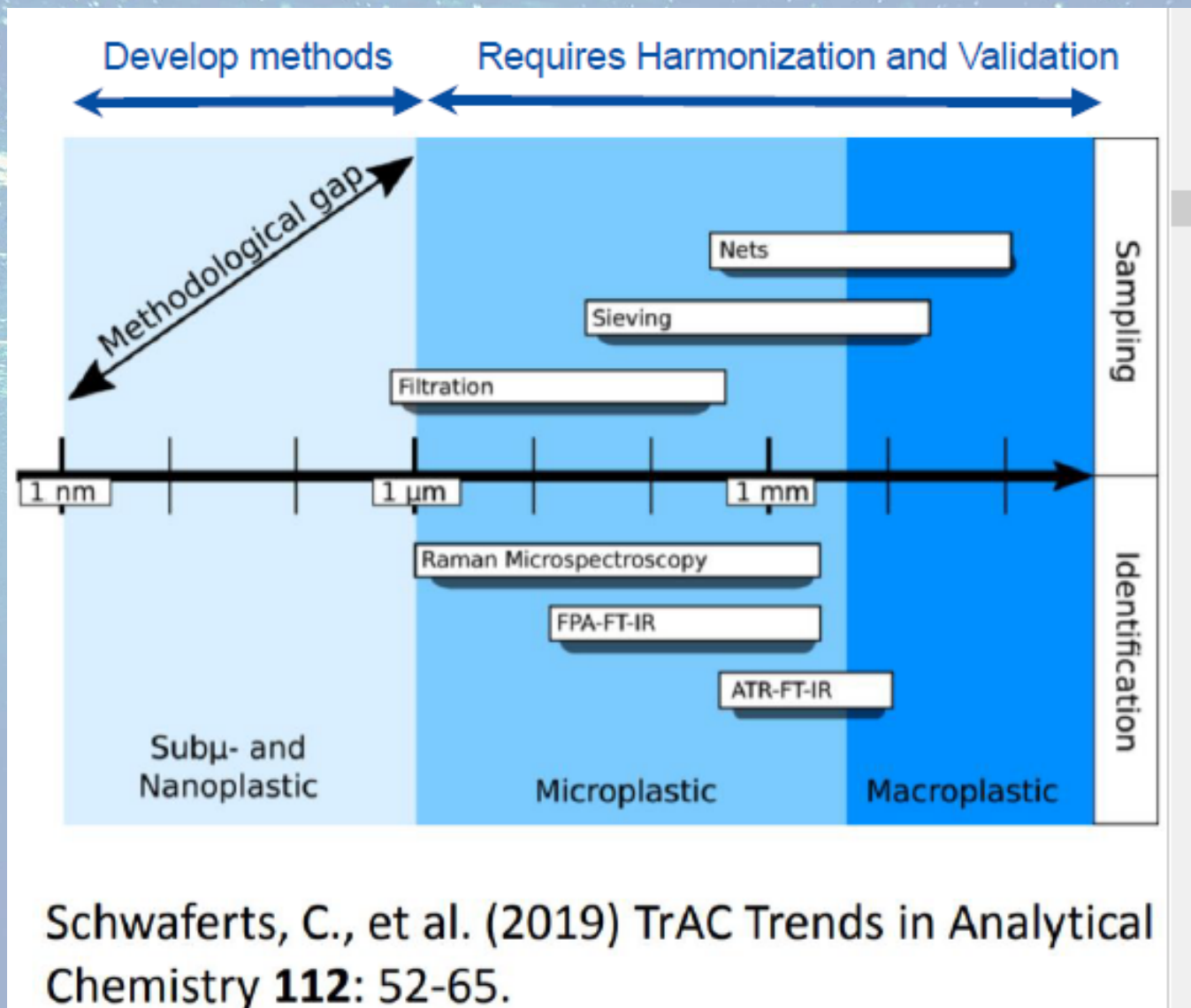
Muestreo y análisis de microplásticos en el agua



Muestreo y análisis de microplásticos en el agua



Caracterización de los micro y nanoplásticos



Caracterización de los micro y nanoplásticos

Table 3. Non-destructive analytical method for microplastic analysis.

Methods for Microplastics	Analytical Method	Type of Source	Pretreatment	Particle Size	Types of Polymer	Identification	References
Non-Destructive method	FTIR	Wastewater in Derby, UK	Density separation, oxidation (30% H ₂ O ₂) for 7 days	>5 mm	PE, PP, PVC, PS, nylon-6	Reproducible identification rate: 98.33% 50 MPs/10 L	[116]
	ATR (Attenuated Total Reflection)-FTIR	Agricultural soil in Middle Franconia, Germany	Density separation oxidation (30% H ₂ O ₂)	1 to 5 mm	PE, PS, PVC, PET, PMMA	0.34 ± 0.36 MPs/kg dry soil	[117]
	μFTIR	Sediment of the lagoon in Italy	Density separation	-	-	Up to 2175 MP/kg	[104]
	μFTIR	Air in Denmark	Sonicate, dry	11 μm	PE	9.3 ± 5.8 MPs/m ³	[104]
	FTIR	Sediment, Snow, Ice core in the lake in Finland	Filtration, density separation	>1.2 μm	PA, PE, PP, cellulose, wool	395.5 ± 90.7 MPs/kg, 117.1 ± 18.4 MPs/L, 7.8 ± 1.2 MPs/L	[118]
	Synchrotron-based FTIR	Beach Sediment in Taiwan	Density separation	≥1 mm	PE, PP	4–532 MPs/0.0125 m ³	[119]
	FTIR	25 Beach Sediments in India	Sieving, density separation	<5 mm	PE, PP, PS	178 ± 261 mg/m ² (low tide) 1323 ± 1228 mg/m ²	[120]
	FTIR	79 fishes in India	Density separation, oxidation (30% H ₂ O ₂)	-	-	10.1% with 79 fishes	[120]
	FTIR	Treated wastewater, Sediment in Germany	Density separation, sieving, filtration	≤500 μm	PE, PP, PET, PS, PVC, PC, PUR, PA	39–37,223 MPs/m ³ (wastewater) 8–20 MPs/m ³ (surface water) 143–1151 MPs/kg (sediment)	[109]
	Raman	Standards from Sigma-Aldrich	-	-	74 μm PE 37–74 μm PS 27–45 μm PE	PE, PS-DVB	<1 μm visible

Caracterización de los micro y nanoplásticos

Table 4. Destructive analytical method for microplastic analysis.

Methods for Microplastics	Analytical Method	Type of Source	Pretreatment	Particle Size	Types of Polymer	Identification	References
Non-destructive method	Pyr/GC/MS	Wastewater in Germany	Filtration	Filter (100 µm, 50 µm, 10 µm)	PE, PS	PE: - PS: 0.072 mg/m ³	[123]
	Pyr/GC/MS	Treated wastewater, Sediment in Germany	Density separation, Sieving, Filtration	≤500 µm,	PE, PP, PET, PS, PVC, PC, PUR, PA	6–2525 µg/m ³ (wastewater) 4.2–5.5 µg/m ³ (surface water) 8–144 µg/kg (sediment)	[109]
	TD or Pyr/GC/MS	Standards from BS Partikel GmbH, Sigma-Aldrich	Density separation	PS: 78 nm, 41 µm, PMMA, PEL: 48 µm	PS, PE, PMMA	Sorption of phenanthrene (PMMA << PS 40 µm < 41 µm < PE < PS 78 nm), α-cypermethrin (PS 41 µm < PS 40 µm < PE < PMMA < PS 78 nm)	[110]
	Pyr/GC/MS	Lake water in Western Lake Superior, Canada	Density separation	<5 mm	PP, PS, PVC, PET	Recovery rate: mean 77% PVC (1.38–1.41 g/cm ³) PET (1.38–1.41 g/cm ³) PP (0.85–0.92 g/cm ³)	[124]
	Pyr/GC/MS	Fish in the Texas Gulf Coast in US	Oxidation, Filtration	43 particles	PVC, PET, silicone, nylon, epoxy	PVC, PET 44.1%, nylon 9.3%, silicone 2.3%, epoxy 2.3% 42% samples are not classified	[125]
	LC/UV	Soil, dust, sewage water in Germany	KOH (1 g/100 mL) in 1-pentanol solution	-	PET	3.85–3.99 mg/kg (soil) 12,500–57,000 mg/kg (indoor dust) 1430 mg/kg (sewage water)	[106]
	LC-MS/MS	Sludge, sediments, dust, calm, salt in China	KOH in 1-pentanol solution	-	PC, PET	Indoor dust: 248 mg/kg (PC), 430 mg/kg (PET) Calm: 63.7 mg/kg (PC), 127 mg/kg (PET)	[107]
	LC-MS/MS	Indoor dust from 12 countries	KOH in 1-pentanol solution	150 µm	PC, PET	PET: 38–120,000 µg/g PC: <0.11–1700 µg/g	[126]

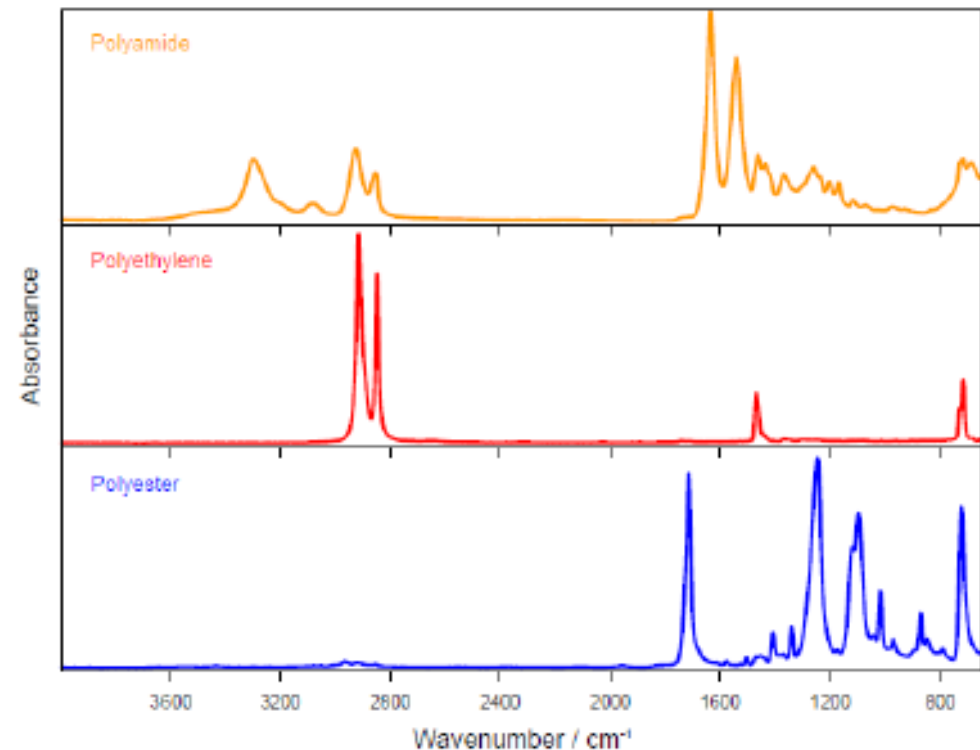
Caracterización de los micro y nanoplásticos

FTIR Microscope



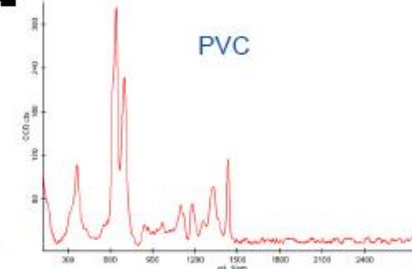
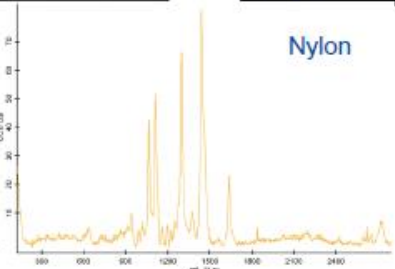
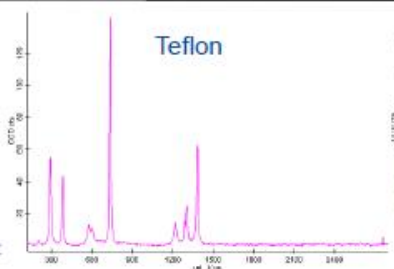
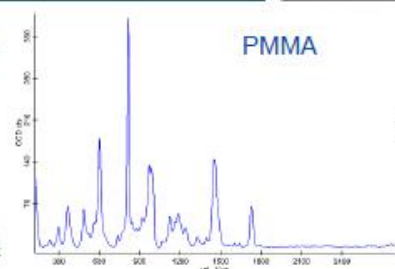
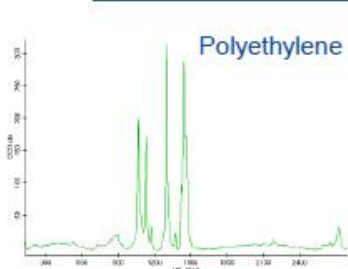
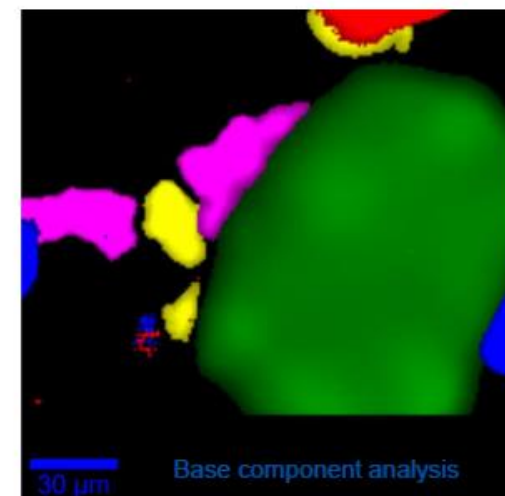
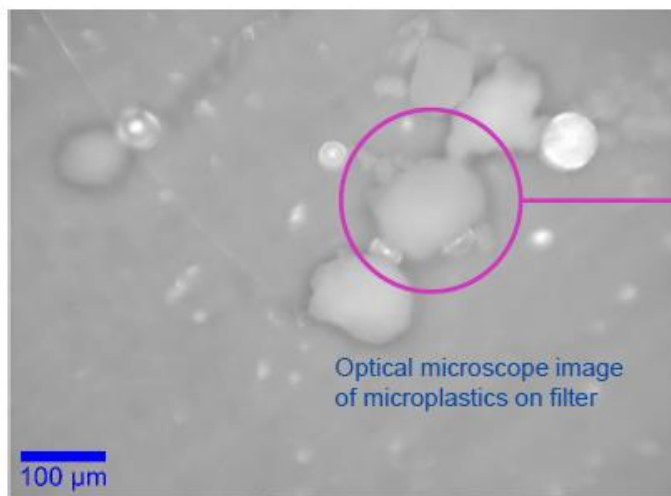
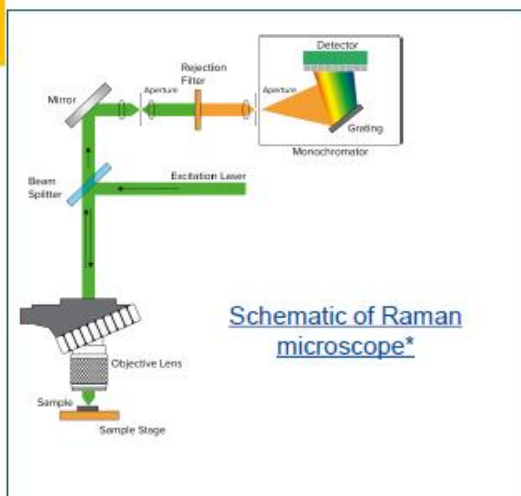
Measure IR absorption spectra
from individual particles
Transmission, Reflection, μ ATR

Measure Spectral "fingerprint" from individual particles

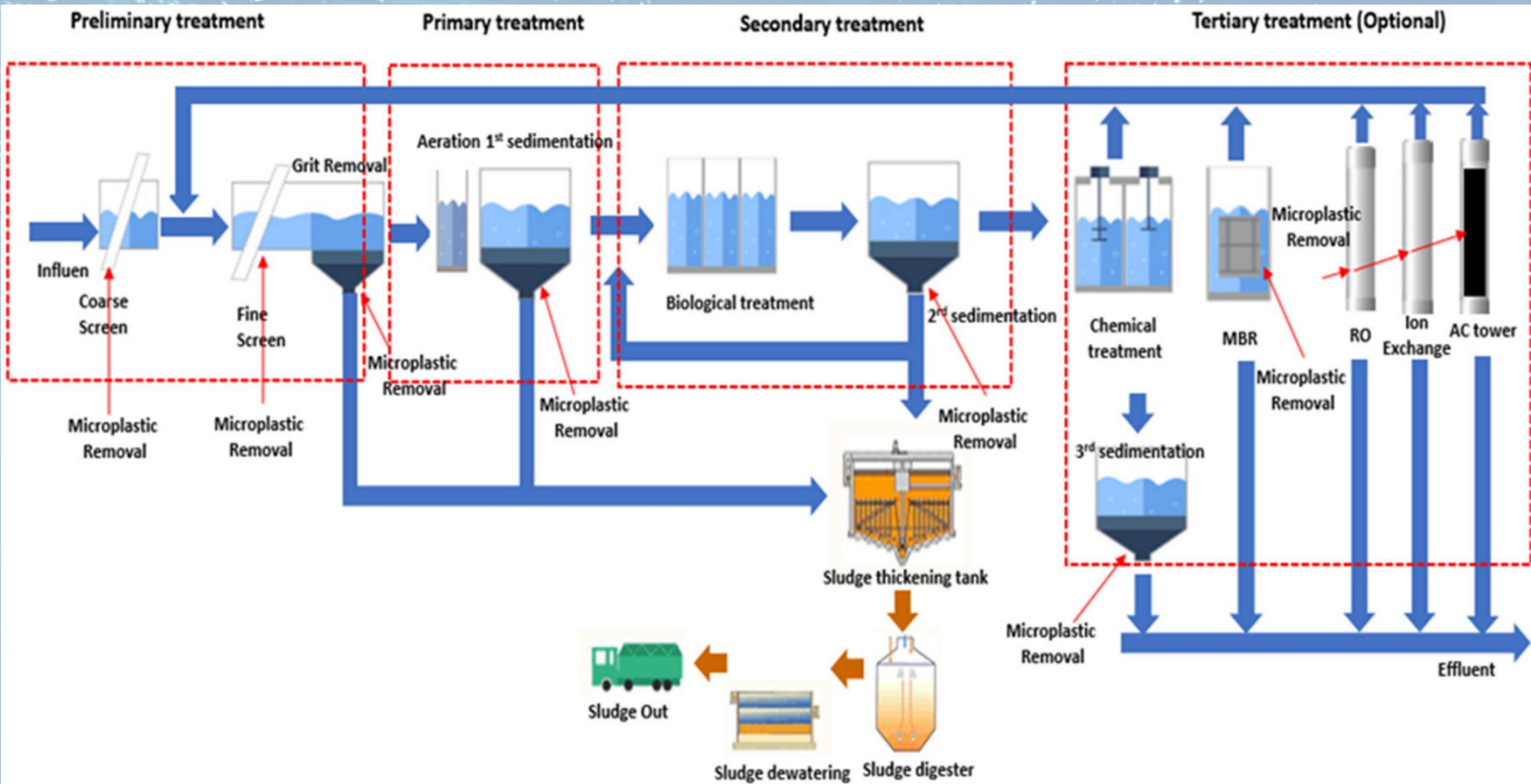


Caracterización de los micro y nanoplásticos

Confocal Raman microscopy : Chemical imaging of microplastics



Tecnologías para la remoción de microplásticos



Tecnologías para la remoción de microplásticos

Microplastics Removal during Coagulation and Flocculation

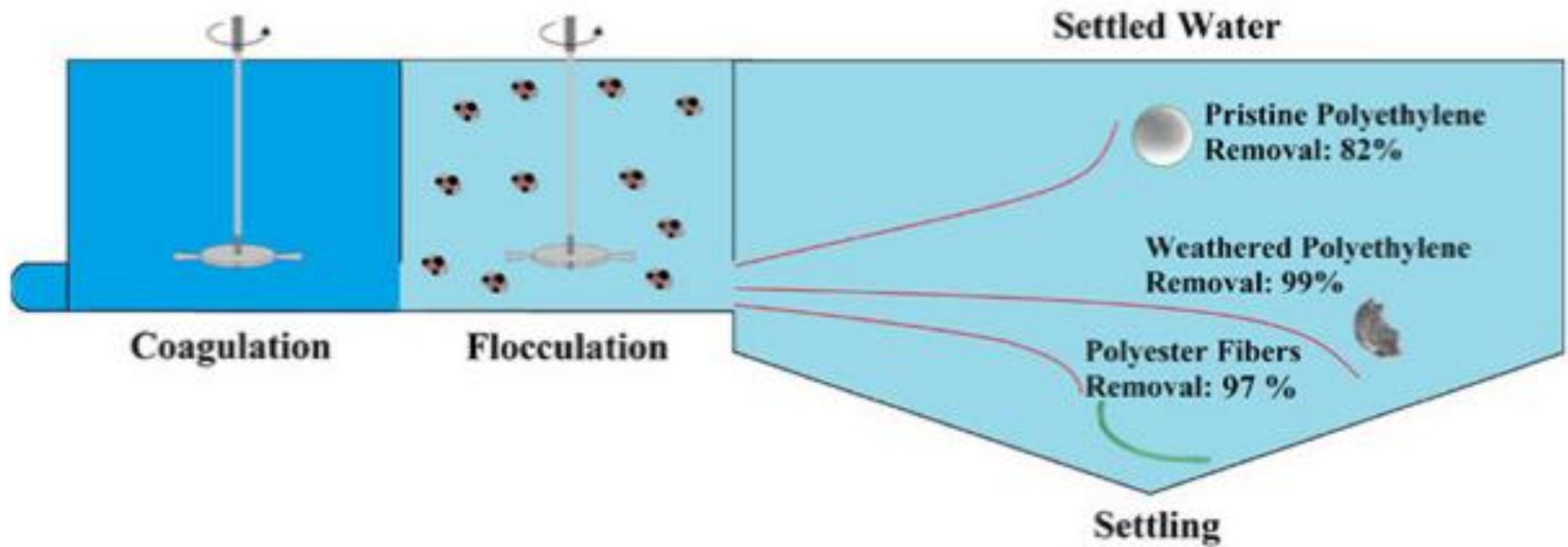


Figure 9. Microplastic removal by coagulation and flocculation [155].

Tecnologías para la remoción de microplásticos

Table 10. Chemical removal technology for microplastics.

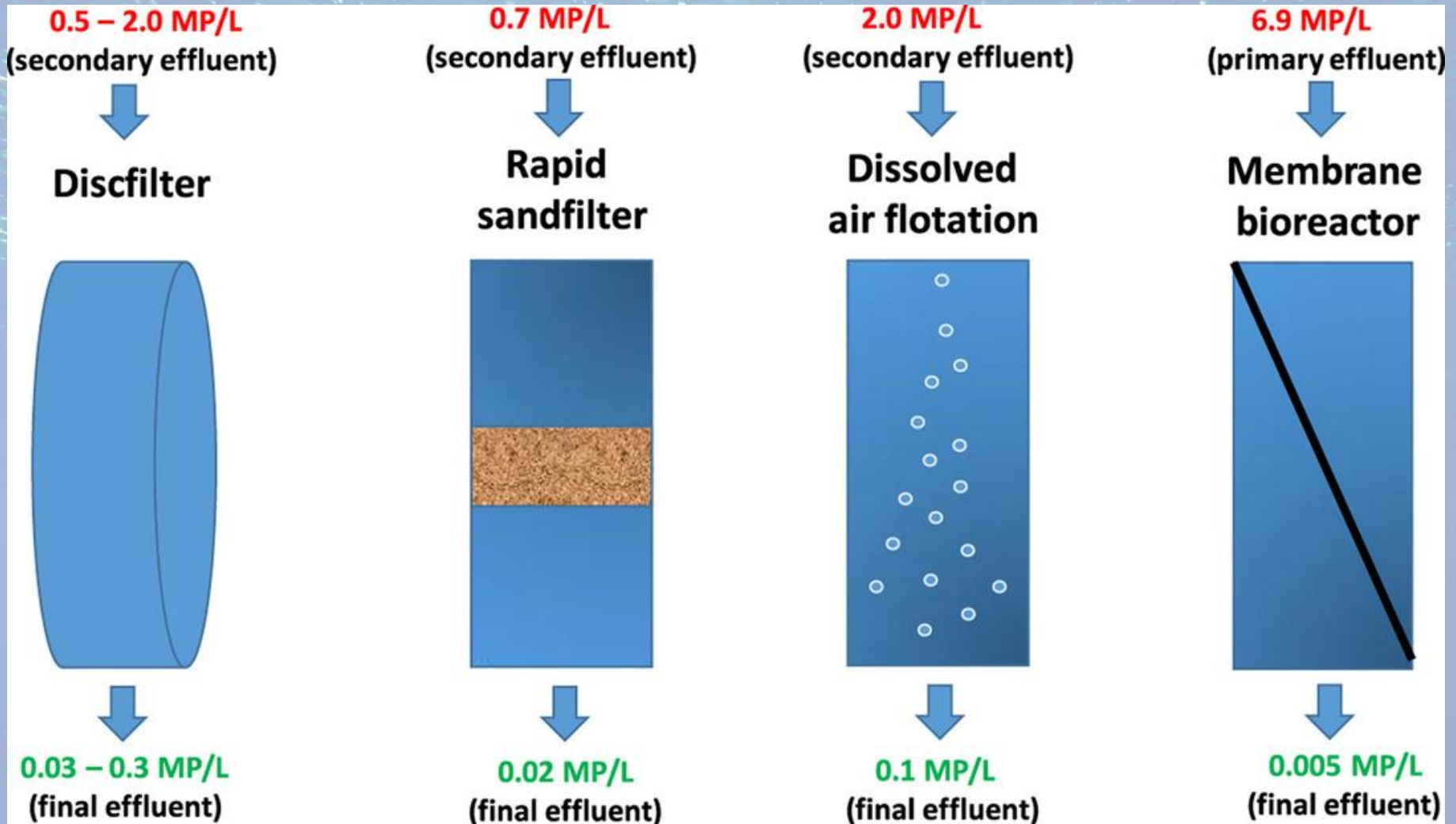
Removal Methods for Microplastics	Technology Summary	Result	References
Alum and PAM coagulant	Source: 500 MPs/L Dose: 2.73 mg Al/L, 0.3 mg PAM/L	PE removal: 82% of 140 μm PS removal: 80% of 140 μm PE removal: 88% of 15 μm PEST fiber: 99%	[155]
Electrocoagulation	Source: microbead wastewater Condition: pH 7.5, NaCl concentration: 0–2 g/L, current density: 11 A/m ²	Microbeads: 99.24%	[156]
Fe- and Al-salt coagulation with plant derived tannic acid	Source: PS/PE beads mixed water Dose: 3 mM coagulant (0.5 mL)/1.5 mL (microbead)	PS/PE removal: 95%	[157]
AlCl ₃ coagulation with and without PAM	Source: PE beads Dose: 5 mM (AlCl ₃ ·6H ₂ O)	PE removal: about 28%, pH 6.0 PE removal with PAM: about 46%	[158]
FeCl ₃ with PAM coagulation	Source: wastewater with < 10 μm MPs Dose: 5 mM (FeCl ₃ ·6H ₂ O)	MPs removal: up to 99.4%, pH 7.3 to 6.5	[154]

Tecnologías para la remoción de microplásticos

Table 9. Physical removal technology for microplastics.

Removal Methods for Microplastics	Technology Summary	Result	References
Membrane bioreactor (MF)	Source: wastewater MPs: 480 MPs/L	MP removal: 79.01% by MBR MP removal: 75.49% by rapid sandfilter	[151]
Dynamic Membrane (UF)	Source: polycarbonate, cellulose acetate, polytetrafluoroethylene Membrane: 5 µm mesh PMs size: PA, PS (20~300 µm)	MP removal: 94%	[152]
Membrane bioreactor (UF)	Source: wastewater, sludge MPs: 0.1–124.7 MPs/L (wastewater) 8.2–3014 MPs/g (sludge)	MP removal: 99.4% by MBR MP removal: 98.3% by CAS	[147]
Glass membrane	Pore size: 1 µm Plastics: PS, PMMA	MP removal: 90.7%	[153]
RO membrane	Pore size: 0.1->0.005 µm Plastics: PE (0.1 g), PP (0.1 g), PE/PP mixture (0.1 g)	MP removal: >85% Organic removal: >99%	[138]
MF membrane	Source: wastewater Pore size: 0.1 µm Influent MPs: 94–206 MPs/L	MP removal: 98%	[139]
Disk filter	Source: wastewater Plastic size: 10µm Effluent MPs: 3 MP/L	MP removal: 89.7%	[154]

Tecnologías para la remoción de microplásticos



All advanced final treatment stage technologies; discfilters (DF), rapid sand filters (RSF), dissolved air flotation (DAF) and membrane bioreactor (MBR) removed > 95% of microplastics (>20 µm) from effluent

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135417305687?via%3Dihub>

Tecnologías para la remoción de microplásticos

FIGURA 1. Diagrama esquemático de la ETAP y puntos de toma de muestra.



La ETAPA consta de los siguientes procesos de tratamiento: desbaste, desarenadores, ajuste de pH, floculación y decantación, oxidación con dióxido de cloro (ClO_2) filtros de arena, filtros de carbón activo, electrodiálisis reversible (EDR); y almacenaje del agua tratada

https://www.tecnoaqua.es/descargar_documento/articulo-tecnico-estudio-distribucion-microplasticos-estacion-tratamiento-agua-potable-barcelona-tecnoaqua-es.pdf

Tecnologías para la remoción de microplásticos

TABLA 1

CONDICIONES DE REFERENCIA Y LÍMITES DE CAMBIO DE CLASE DE ESTADO PARA RÍOS R-T02.

Sección	Unidad	Niveles en agua (MP/m ³) y en fango seco (MP/kg)	Eliminación (%)	Morfología (%)		
				Fibras	Láminas	Fragmentos
Línea de agua	Agua de río	4.230	-	77	10	13
	Decantadores	1.483	65	68	7	25
	Filtros (arena y carbón)	35	99	34	45	21
	Salida de planta	75	98	27	26	47
Línea de fango	Fango seco	14.360	-	96	2	2

PARTICIPANTES DE LABORATORIO:

- Q.F.B. PAOLA MARTÍNEZ
- Q.F.B. LUDIVINA VILLANUEVA
- L.Q. RICARDO SAENZ
- ING. ALBERTO GARCÍA

GRACIAS



AGUAS

NOM-001-SEMARNAT DESCARGAS A CUERPOS RECEPTORES
NOM-002-SEMARNAT DESCARGAS A ALCANTARILLADO
NOM-003-SEMARNAT AGUA RESIDUAL TRATADA
NOM-127-SSA1 AGUA USO Y CONSUMO HUMANO

RESIDUOS LODOS BIOSOLIDOS Y SUELOS

NOM-052-SEMARNAT CARACTERIZACIÓN CRETÍ
NOM-004-SEMARNAT LODOS Y BIOSOLIDOS CRIT
NOM-138-SEMARNAT-SSA1 HIDROCARBUROS
NOM-147-SEMARNAT-SSA1 METALES PESADOS

HIGIENE LABORAL

NOM-011-STPS RUIDO
NOM-015-STPS CONDICIONES TÉRMICAS
NOM-024-STPS VIBRACIONES
NOM-025-STPS ILUMINACIÓN

FUENTES FIJAS

NOM-081-SEMARNAT RUIDO PERIMETRAL
DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS PM 10 Y PM 2.5

81.8333.1502

diecsa@diecsa.com.mx



81.1508.0889