



Dosificadores mezcladores gravimétricos desde 25 a 2.200 Kgs./h. según modelo. Desde 2 a 12 materiales



 **EQUIPLAST**
2 - 6 JUNIO 2020
Calle D - Stand 55
RECINTO GRAN VIA

Instalación en planta de extrusión

Programa para el control
y registro de mezclas y
consumo de materiales

ALIMATIC, S.L.

C/. Andorra, 19 B y C
08830 SANT BOI DE LLOBREGAT (Barcelona) SPAIN
Tel. +34 93 652 56 80 - Fax +34 93 652 56 86
e-mail: alimatic@alimatic.com

Basura marina y microplásticos

Autora: Paula Bosch

Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros-CSIC

pbosch@ictp.csic.es

Resumen

La gestión de los residuos es un problema global cuyas soluciones son complejas. En los últimos tiempos, el problema de la basura marina, y en especial de los microplásticos, nos asalta a diario desde los medios de comunicación. El problema es de gran magnitud, ya que se calcula que solo está a la vista el 30% de la basura de los océanos. Además, hay que luchar contra atavismos culturales, ya que a lo largo de la historia, la manera habitual de deshacerse de los residuos ha sido tirarlos al río más cercano. Por otro lado, una de las consecuencias de la acumulación de basuras marinas es la, cada vez mayor, presencia de microplásticos en los océanos.

En este artículo se repasa el problema desde el origen de los residuos, las causas más importantes de generación de basura y se resumen las posibles soluciones para preservar el medio ambiente, siguiendo los dictámenes de las organizaciones internacionales.

Palabras clave: basura marina, microplásticos, residuos, contaminación, medio ambiente



CÁMARAS
HUSILLOS
CÁMARAS Y HUSILLOS DOBLES PARALELOS

CÁMARA BIMETÁLICA

PUNTAS CASQUILLOS BOQUILLAS CULATAS COLUMNAS

Polígono CAN HUMET DE DALT
 Pasaje Pintor Miró, 8D nave 4
 08213 POLINYÀ (Barcelona)

Tel. 937 133 799
 Fax 937 133 791
 husyca@husyca.com
 www.husyca.com

TECNOLOGÍA Y PRECISIÓN
HUSYCA



Figura 1. Diversos tipos de materiales y objetos que constituyen basura marina.

Abstract

Management of human waste is a global problem with very complex solutions. In the last years, the problem of marine litter and, especially, of microplastics, has become a main concern. The problem is of extreme importance, and it is estimated that only 30% of total marine litter is visible. In addition, it is necessary to fit against well-established habits, because traditionally the usual way to make waste disappear is to throw it to the nearest river. Also, one of the consequences of marine litter growth is the increasing presence of microplastics in the oceans.

In this article the problem is revised taking into account the origin of waste and the most important causes of waste generation. Finally, some general solutions proposed by international organizations are summarized.

Keywords: marine litter, microplastics, waste, contamination environment

Introducción y definiciones

La producción comercial de plásticos que comenzó en los años 50 ha experimentado un crecimiento excepcional en poco tiempo, alcanzando una producción global de 330 millones de toneladas [1] y se espera que siga creciendo. Esto es debido al considerable número de beneficios sociales que ocasiona la utilización de plásticos. Los plásticos son materiales de bajo coste, excelentes propiedades mecánicas y ópticas y son bioinertes [2], por lo que encuentran aplicaciones en un gran número de productos diferentes. Los plásticos han revolucionado numerosos sectores económicos y se han hecho indispensables sobre todo en el sector del envase y embalaje, en donde suponen aproximadamente el 50% del mercado [3].

En los últimos años el problema de la contaminación medioambiental y el deterioro del planeta se han hecho patentes en toda su dureza. De entre todos los hábitats que sufren la presencia humana, quizá el entorno marino

es uno de los más vulnerables. Por otra parte, debido a que la humanidad incrementa su población y la sociedad en general aumenta su nivel de consumo, la generación de residuos (basura, en lenguaje coloquial) se ha convertido en uno de los principales focos de contaminación medioambiental.

Se denomina **basura marina** a cualquier material sólido persistente, manufacturado o procesado, arrojado o abandonado en el medio marino o costero [4]. Por tanto, la basura marina consiste en todo tipo de materiales y objetos, la mayoría de los cuales se va al fondo del mar (**Figura 1**).

Sin embargo, cada vez más a menudo se aso-

cia este término a "basura plástica" [5]. Esto es debido a que muchos de los plásticos más utilizados tienen muy baja densidad y flotan en el agua en lugar de hundirse, por lo que son visibles y crean la percepción en el ciudadano de que son los únicos residuos existentes.

Recientemente se ha acuñado el nuevo término **microplásticos**, para denominar las partículas de plástico de hasta 5 mm de diámetro que contaminan el medio ambiente. Incluso la Fundación del Español Urgente la eligió como palabra del año 2018 [6]. Según su origen los microplásticos se clasifican en primarios, si su tamaño original tiene estas dimensiones, o secundarios, si provienen de

Microplásticos primarios



Microplásticos secundarios

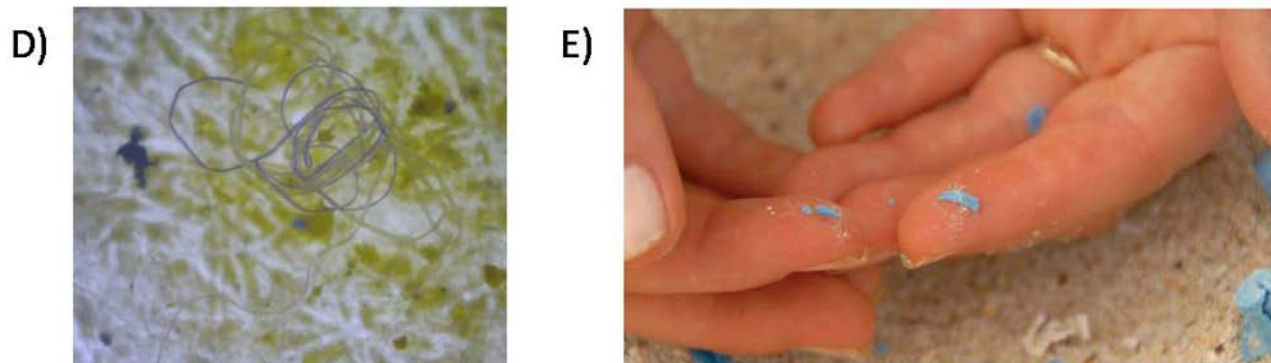


Figura 2. Microplásticos primarios y secundarios. A) microesferas en pasta de dientes; B) microesferas en cosmético exfoliante; C) granza; D) microfibra; E) microfragmento.

la fragmentación de piezas más grandes [7] (**Figura 2**).

Esta segunda categoría es la más importante en volumen generado, por lo que para evaluar el problema de los microplásticos resulta esencial conocer a fondo el problema de generación de basura plástica de gran tamaño.

El origen del problema

En la actualidad se generan anualmente alrededor de 2.000 millones de toneladas de residuos urbanos, y se estima que esta cifra crecerá hasta los 3.000 millones en 2050 [8]. En la **Figura 3** se muestra la composición global de los residuos.

A pesar de que solo el 12% de los residuos son materiales plásticos (aprox. 200 millones de toneladas), y de que en general estos no son tóxicos, su presencia causa una gran preocupación en la sociedad. Como comparación, los residuos de material electrónico suponen actualmente 50 millones de toneladas, son residuos de altísima toxicidad, y se estima que solo se recicla el 20% [9].

Pero para que los residuos se conviertan en basura marina tienen que ser abandonados o arrojados deliberadamente, por lo que el término adecuado es **residuos sin gestionar**, sean estos plásticos o no.

Una de las claves para poder implementar es-

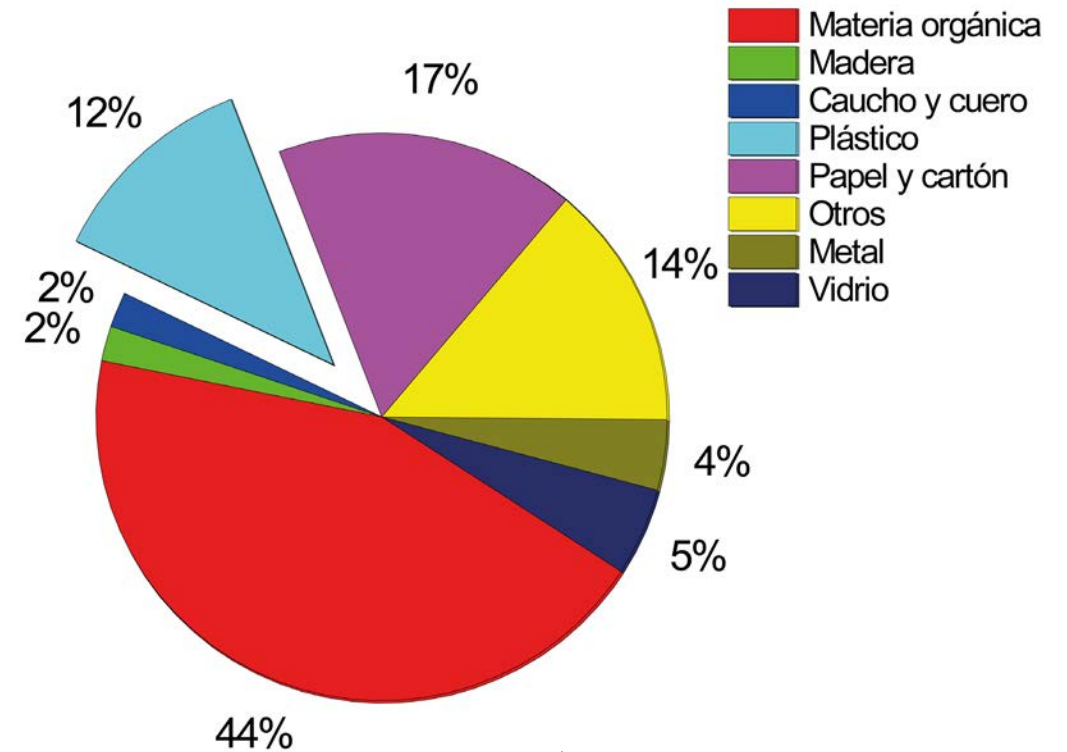


Figura 3. Composición global de los residuos urbanos. Datos obtenidos de referencia [8].

trategias para mitigar el problema es conocer con precisión dónde y por qué se generan los residuos no gestionados.

Según estimaciones mediante modelos matemáticos, existe una gran variabilidad geográfica en la generación de residuos sin gestionar [10], como se puede observar en la **Figura 4**. En la **Figura 5** se muestran los primeros 20 países ordenados en función de los residuos plásticos no gestionados [11]. Y, como se verá más adelante, la mayor parte de estos residuos acabará diseminado en el mar.

Como se desprende de ambas figuras, la mayor parte de los residuos se generan en el continente asiático. El 83% de los residuos plásticos vertidos en los océanos tiene su origen en solo 20 países, siendo 5 de ellos los responsables del 55% de los mismos. La explicación de este hecho es de índole socioeconómica [12]. Todos estos países tienen unas

características comunes: son países de ingresos medios, han experimentado un rápido crecimiento económico en las últimas décadas, carecen de sistema de gestión de residuos (o este es poco desarrollado) y tienen una gran población costera.

La sistematización de la gestión de residuos en todo el territorio de un país es difícil y lenta de introducir en estas circunstancias, ya que es un sistema muy caro de implementar y mantener, necesita de aplicación local y regional, mientras que la legislación y organización del sistema es de ámbito nacional [13].

Si se atiende al origen físico de la contaminación del ambiente marino, los residuos que acaban en el mar tienen tres fuentes (**Figura 6**): en el mar propiamente dicho, en la zona litoral y en tierra adentro.

Dentro de cada una de estas localizaciones, las causas más frecuentes de generación de residuos se resumen a continuación:

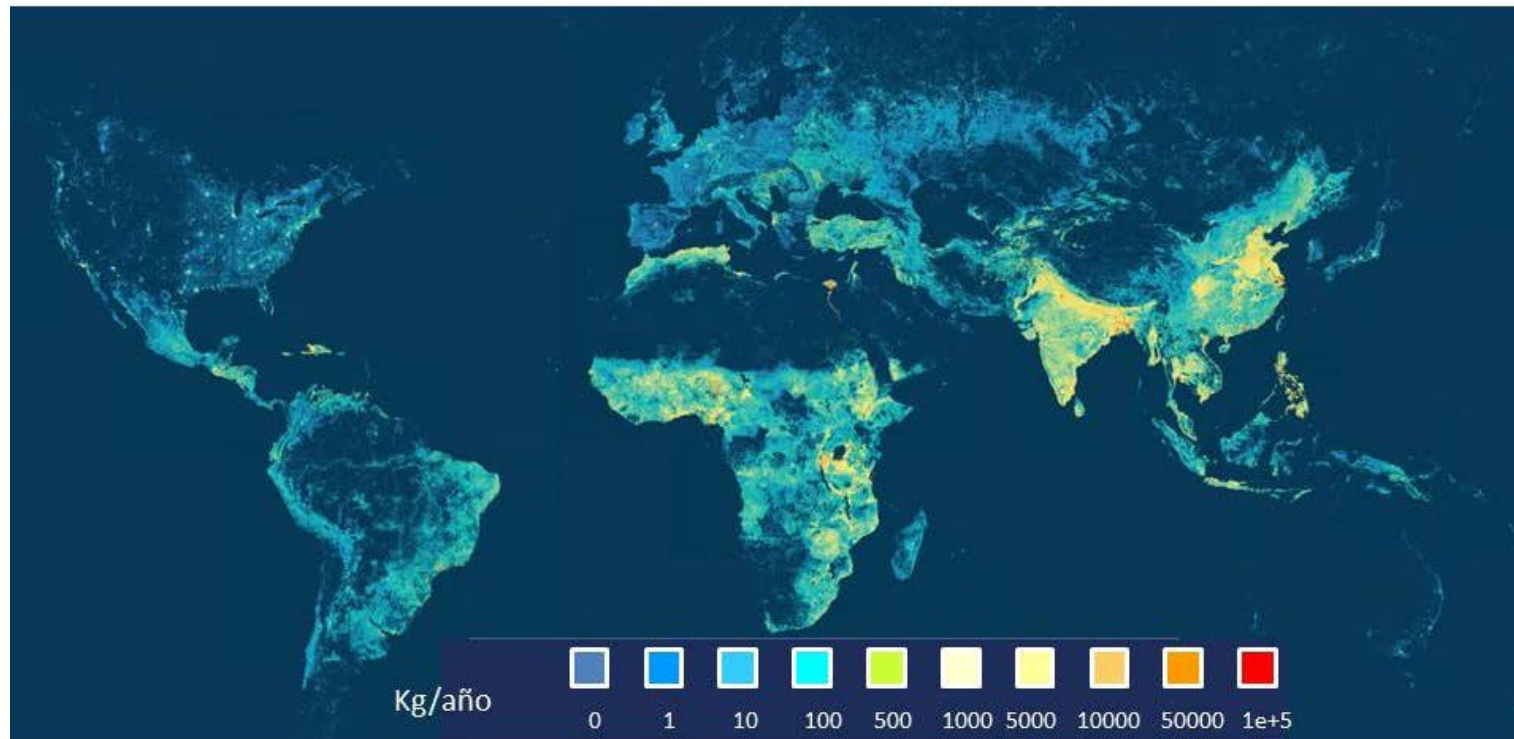


Figura 4. Generación de residuos plásticos en el planeta. Estimación según ref [10].

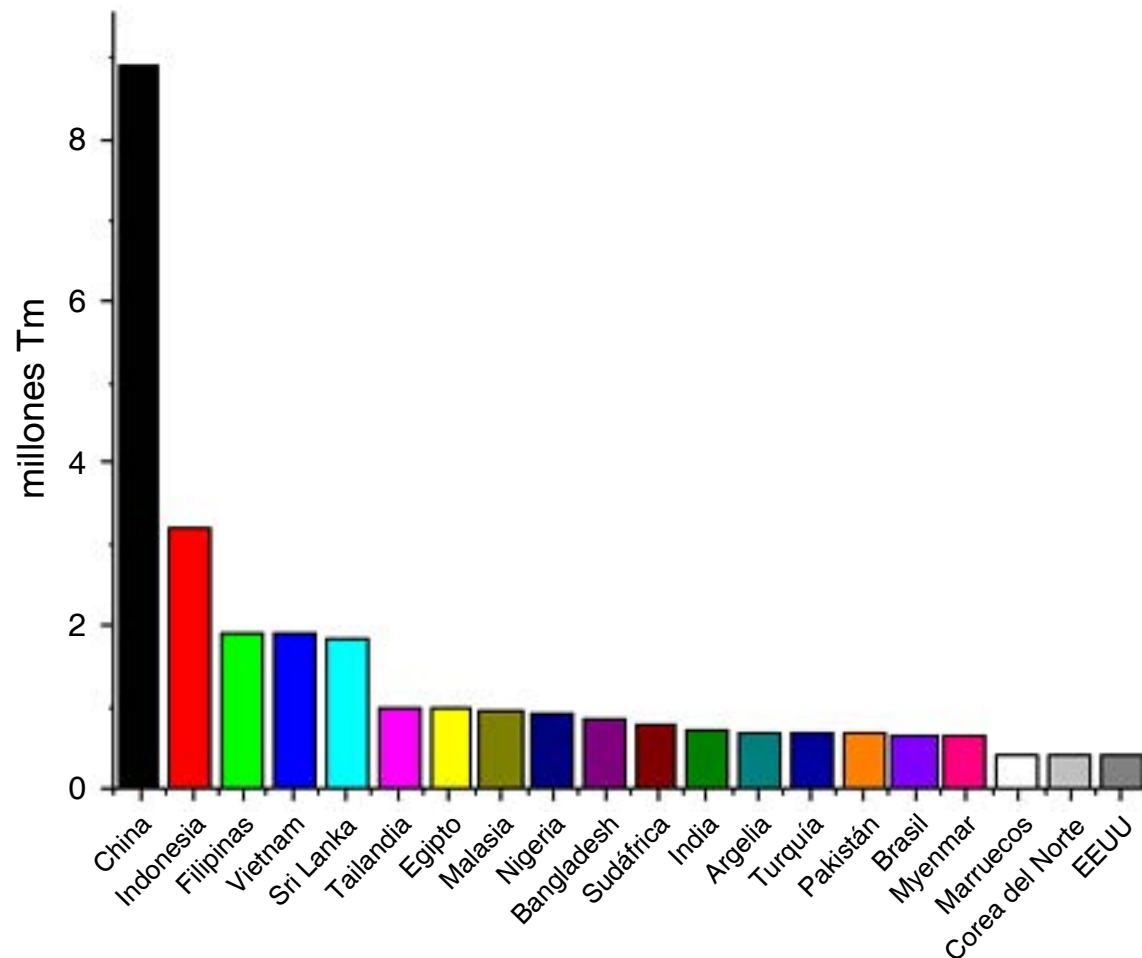


Figura 5. Primeros 20 países en volumen de residuos abandonados al medio ambiente. Datos obtenidos de referencia [11].

- **En el mar:** la generación de residuos está asociada a las actividades de pesca, acuicultura y transporte marítimo. Se debe a la pérdida de aparejos o carga de manera accidental, debida al envejecimiento del material o a las condiciones climatológicas adversas. Como ejemplo de la importancia de estos factores, se estima que un barco pierde entre un 20-30% de las nasas anualmente, lo cual supone por ejemplo, 260000 nasas perdidas solo en el Golfo de Arabia [14]. Además, estas pérdidas se producen mayoritariamente en época de huracanes o monzones.
- **En el litoral [15]:** Además de la actividad habitual de las ciudades y la industria costeras, existe un componente muy importante de generación de residuos asociado al turismo. En las zonas con turismo estacional se incrementa un 40% el volumen de residuos en la temporada veraniega. En la **Figura 7** se muestran los residuos más habituales encontrados en las playas.
- **En tierra:** en países con poca o nula gestión de residuos, la basura procedente de cualquier actividad acaba abandonada en el medio ambiente. Tradicionalmente, además de los vertederos (legales o ilegales), el hombre suele arrojar sus desperdicios a los ríos, ya que así "el agua se los lleva". Debido a ello, la mayor parte de la basura de los océanos es vertida a estos por los ríos. En la **Figura 8** se muestra la contribución, por zona geográfica, de los vertidos de los ríos al mar, y en la **Figura 9** los veinte ríos que más basura vierten al mar [16]. La cantidad de basura vertida al mar está estrechamente ligada a la densidad de población en torno a estos ríos y a la inexistencia de sistemas de recogida y gestión de residuos.

En cualquier caso, la generación de residuos va siempre ligada a la actividad humana, el nivel de consumo y el grado de desarrollo económico del país. Considerando la producción de residuos en kg/persona/año, existe una relación muy clara con el PIB del país (**Figura 10**) [12].

Asimismo, el porcentaje de residuos abando-

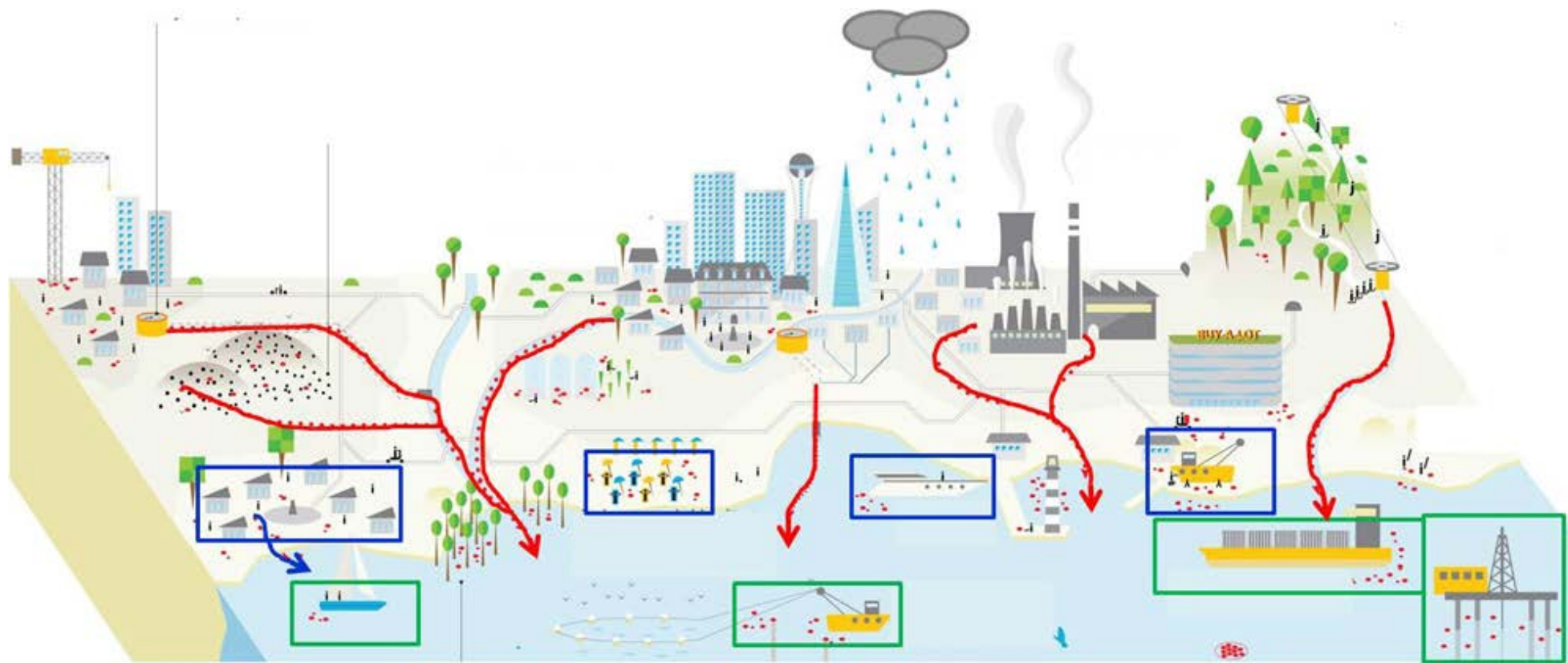


Figura 6. Generación de basura marina por zona geográfica. En verde: generación en el mar. En azul: generación en la costa. En rojo: generación tierra adentro (adaptado de Marine Litter Vital Graphics, GRIDA-UN Environment Programme, <http://www.grida.no/resources/6933>).

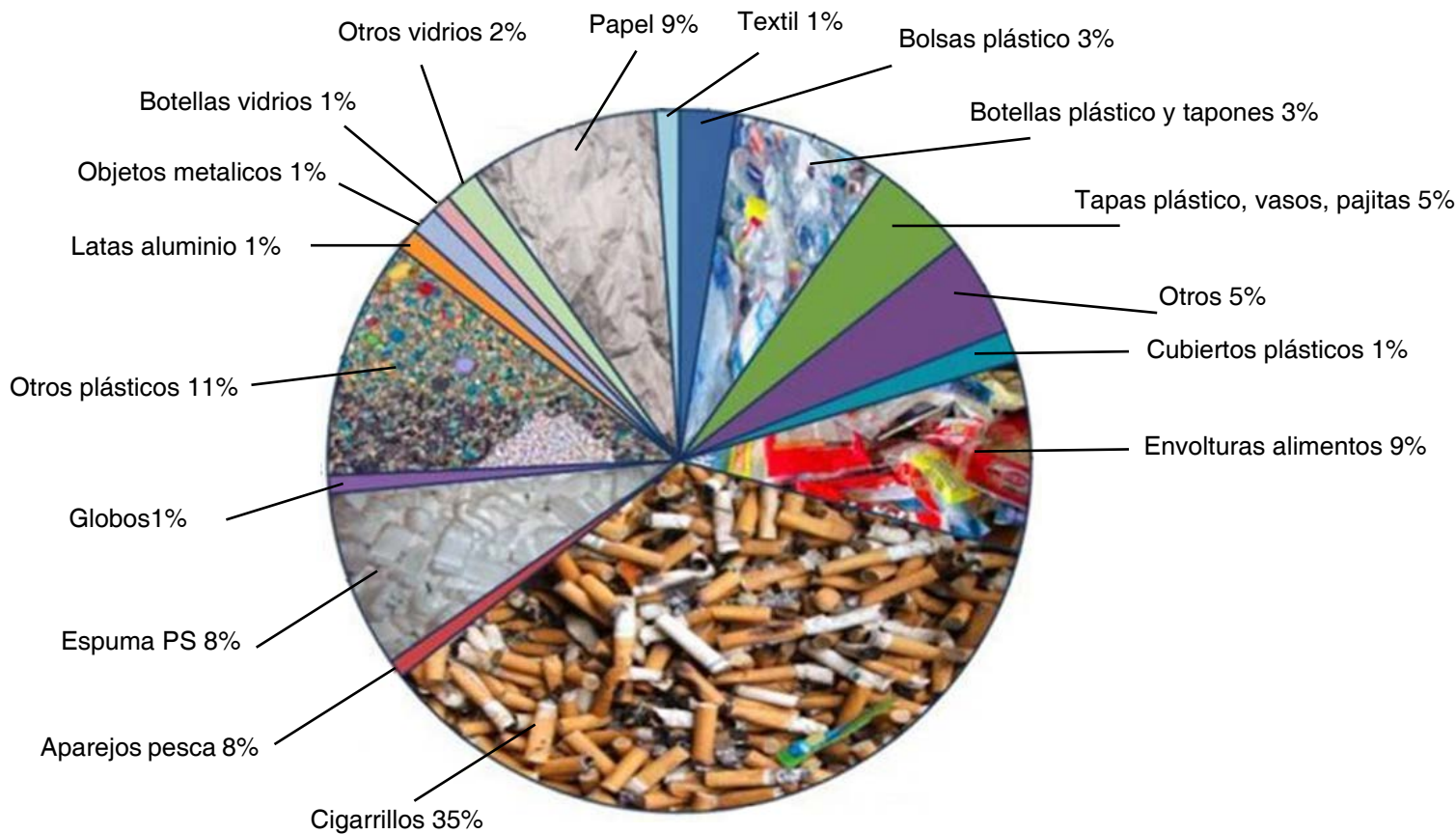


Figura 7. Composición estándar de los residuos encontrados habitualmente en playas. Adaptado de referencia [15b].

nados crece casi exponencialmente al disminuir el PIB, por lo que el problema de la basura abandonada es especialmente importante en países en vías de desarrollo (**Figura 11**).

Los microplásticos

En los últimos años se ha extendido la detección de pequeñas partículas de plásticos en el medio ambiente, y particularmente en el mar y los ríos, lo que ha llevado a generar una preocupación sobre su influencia en la salud y el entorno.

Muy recientemente se ha realizado un estudio crítico de más de 100 artículos científicos que han estudiado el problema de los microplásticos en los últimos años [17].

Considerando los estudios a nivel global, se confirma que los microplásticos más abundantes son los que provienen de la fragmentación de materiales de mayor tamaño (**Figura 12-a**), y los materiales de los que provienen son los correspondientes a los utilizados en

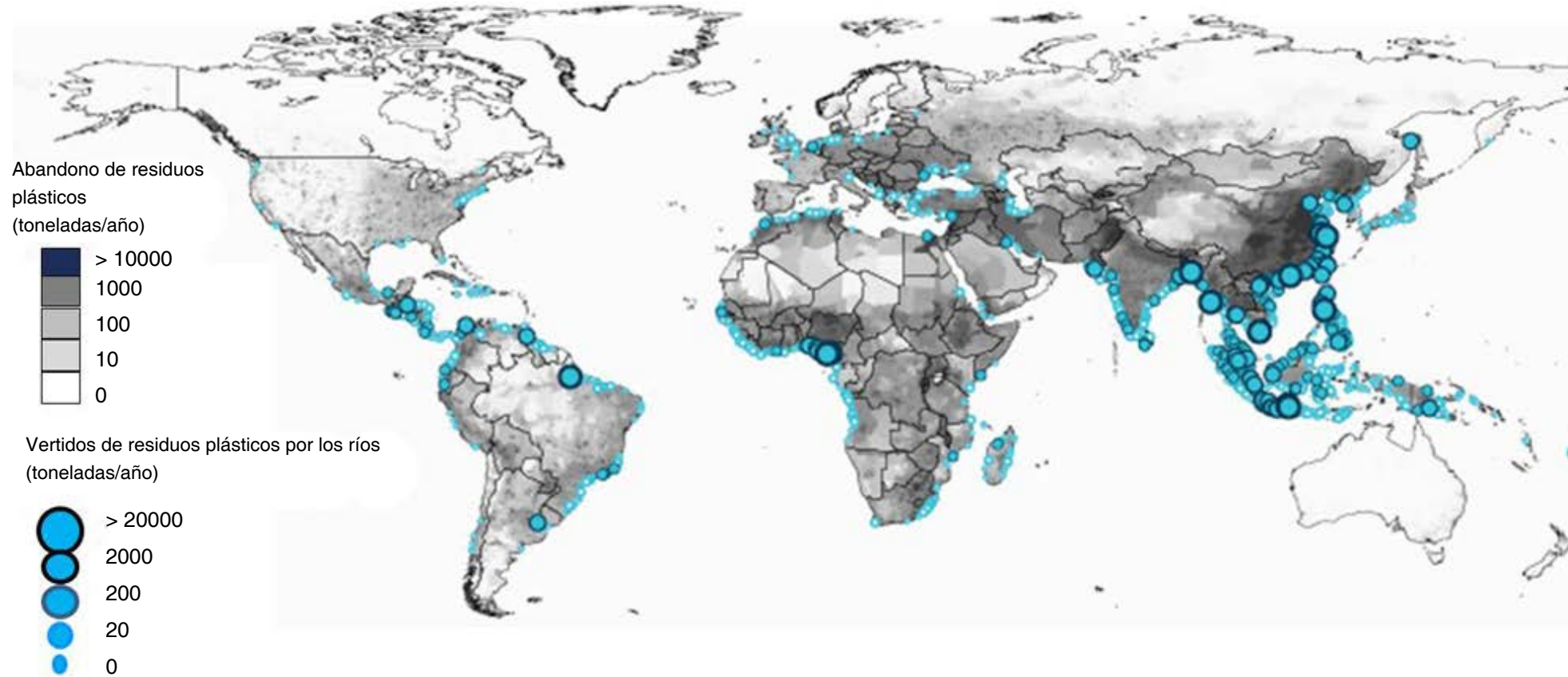


Figura 8. Masa de residuos plásticos vertidos por los ríos a los océanos (en azul) y generación de residuos abandonados por país (sombreado en gris). Adaptado de referencia [16].

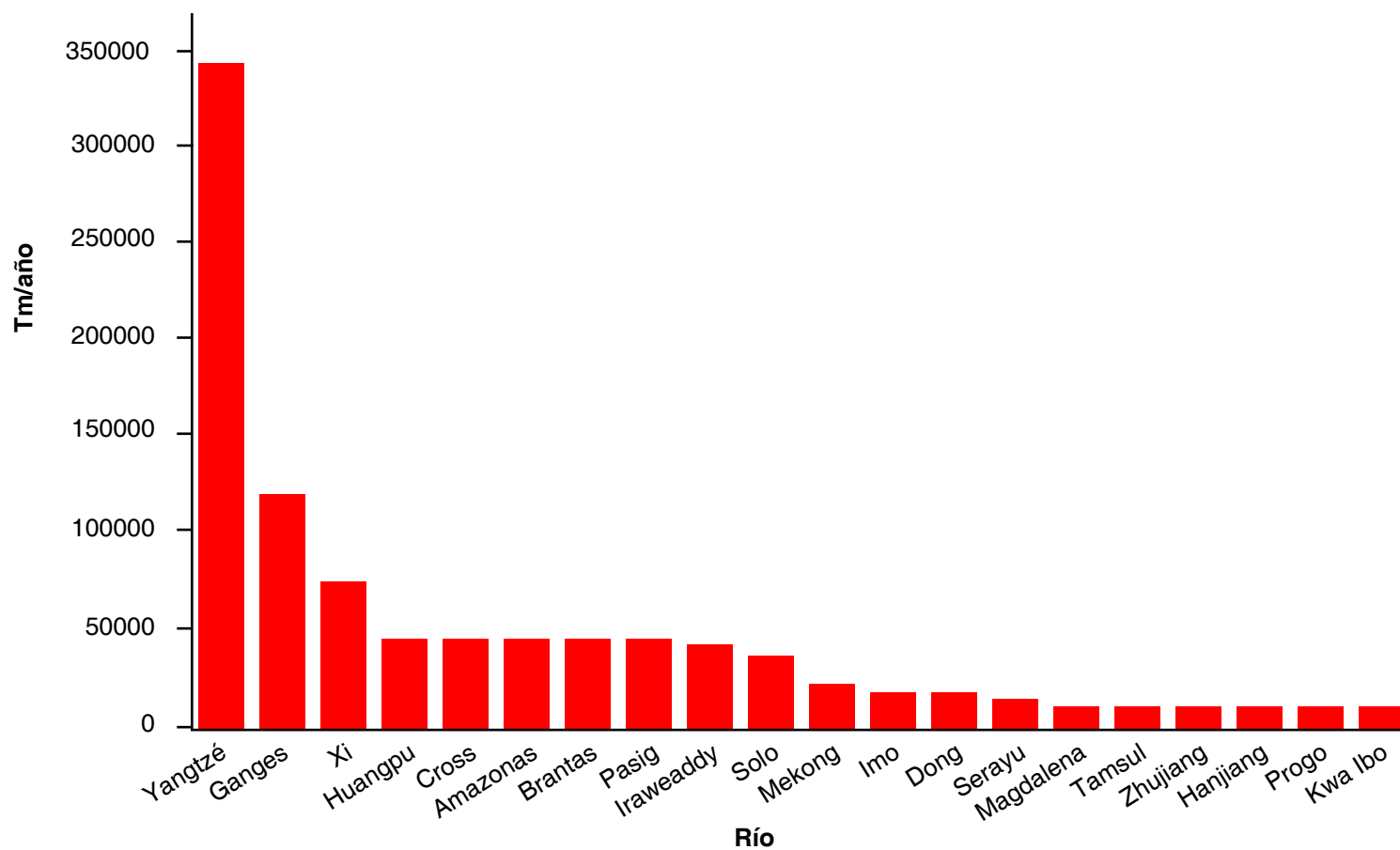


Figura 9. Vertidos plásticos al mar de los veinte primeros ríos, en toneladas por año.

envases y objetos de un solo uso (PE, PP, PS) (**Figura 12-b**).

Las microfibras, aparecen en segundo lugar en número de partículas halladas. Asimismo, dentro de los materiales constituyentes de microplásticos aparecen en cantidades notables los polímeros susceptibles de ser usados como fibras textiles (PET, poliamidas, acrílicos, poliuretanos, nylon, poliésteres, celulosa). Este hallazgo pone de manifiesto un origen muy importante en la generación de microplásticos: las partículas que se desprenden de las prendas textiles en los procesos de lavado de estas. Además, como las aguas de lavado se vierten directamente a las conducciones de aguas residuales, estas microfibras van directamente al mar.

Sin embargo, si se estudian los hallazgos según diferentes zonas geográficas, los resultados son extraordinariamente distintos.

En Canadá, país muy desarrollado, con un excelente sistema de gestión de residuos y muy poca población, prácticamente no se encuen-

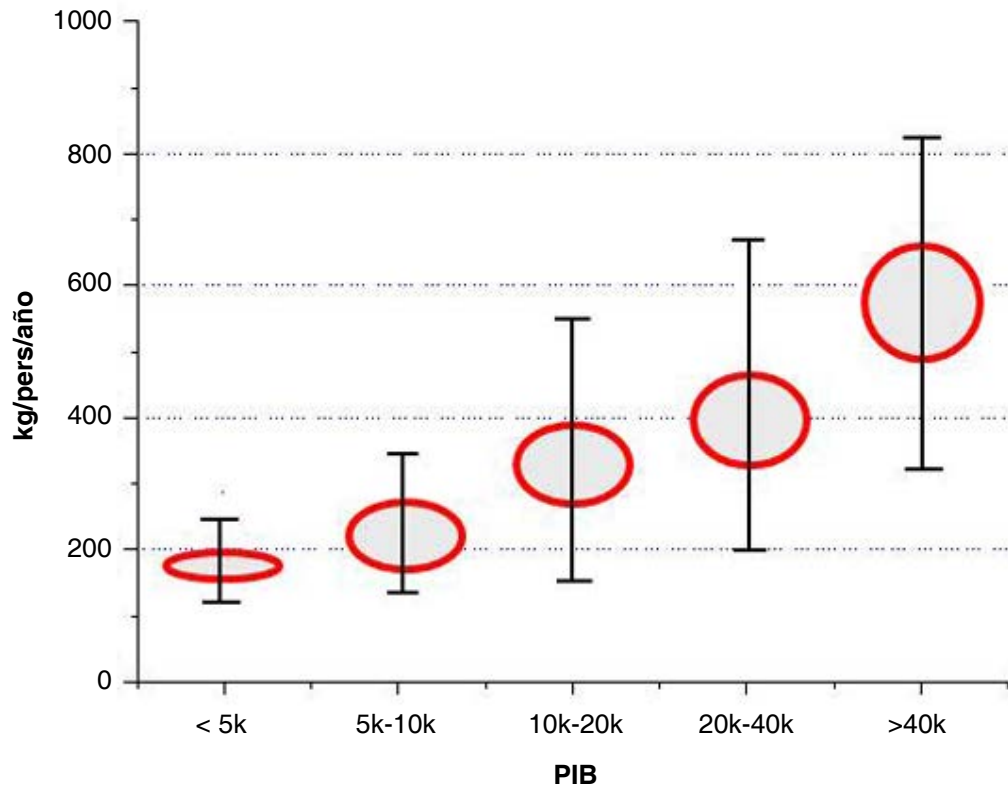


Figura 10. Variación de la cantidad de residuos generados por persona y año, con el PIB del país (\$, 2016). Adaptado de referencia [12].

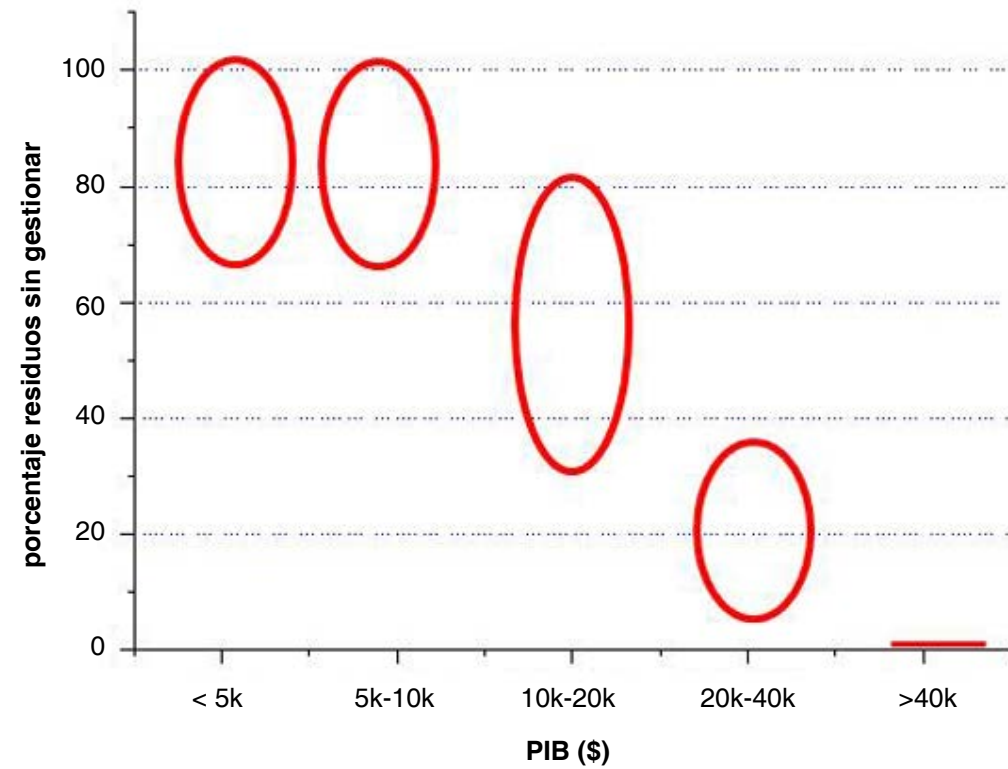


Figura 11. Relación entre el porcentaje de residuos plásticos sin gestionar y el PIB del país (\$, 2016). Adaptado de referencia [12].

tran microplásticos provenientes de residuos abandonados, mientras que el 87,5% de las micropartículas encontradas son microfibras originadas por el lavado de textiles [18].

Los niveles de microplásticos encontrados en ríos americanos oscilan entre 0,05-0,74 partículas/m³ [19], mientras que se llegan a encontrar 4137 partículas/m³ en la desembocadura del Yangtzé (China) [20]. En estas zonas, las micropartículas encontradas son mayoritariamente fragmentos de plásticos provenientes de residuos.

El futuro

Como se ha comentado a lo largo de este artículo, la generación de residuos aumenta extraordinariamente con el aumento de la densidad de población, la actividad humana, el nivel de consumo y el grado de desarrollo del país. Todos estos parámetros van a continuar creciendo en los próximos años.

Se estima que la población mundial crecerá hasta los 8500 millones de personas en 2030 (+10%), pero el 97,5% de este crecimiento

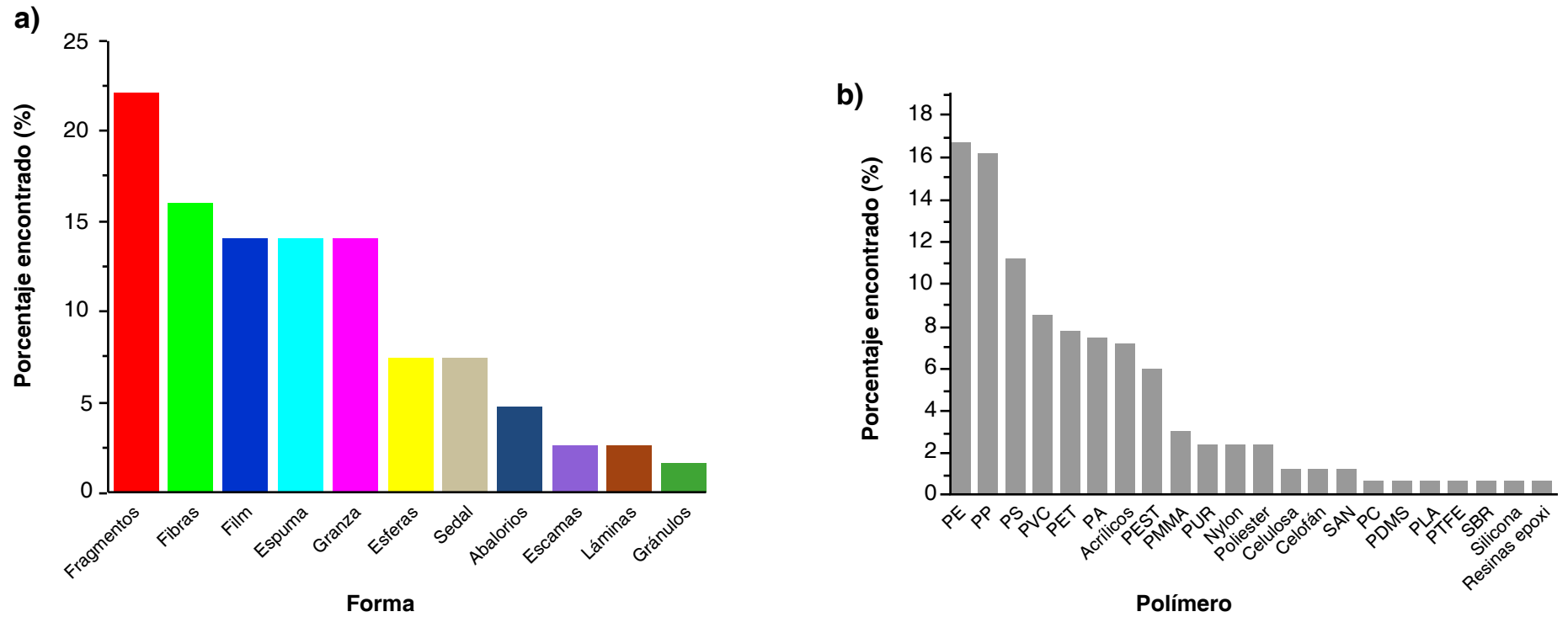


Figura 12. Abundancia de microplásticos en aguas. A) Por forma; B) Por material. Datos obtenidos de referencia [17].

Tabla 1. Resumen de medidas recomendadas por organismos internacionales para reducir el abandono de residuos. Adaptado de referencia [23].

Estamento social	Medidas preventivas
Administración (Estados y organizaciones supranacionales)	<ul style="list-style-type: none"> - Proyectos de gestión de residuos y generación de infraestructuras necesarias - Medidas para facilitar la gestión de residuos - Regulación antiabandono - Vigilancia para el cumplimiento de la ley - Instalación de puntos limpios - Impulso del reciclado - Concienciación ciudadana
Industria	<ul style="list-style-type: none"> - Programa de prevención de pérdida de material - Obedecer normativas gestión de residuos - Evitar obsolescencia programada - Evitar abuso de material (sobreempaquetado)
Los ciudadanos	<ul style="list-style-type: none"> - Reducir el consumo innecesario - Reutilizar - Reciclar

tendrá lugar en África y Asia [21]. Además, el crecimiento del PIB será del orden del 5,5% anual en Asia, mientras que será menor del 2% en Europa y Norteamérica [22]. Por tanto, es necesario desarrollar urgentemente tanto estrategias paliativas como preventivas para que el problema no tenga consecuencias catastróficas para el medio ambiente y la salud.

Es evidente que es imprescindible recoger la basura que todavía se abandona, pero esto nunca será suficiente. Existen numerosos programas y directivas de organismos internacionales que diseñan desde hace años las medidas necesarias para prevenir el abandono de basura y residuos [23], así como para fomentar la disminución del consumo innecesario. Estas medidas afectan a todos los estratos de la sociedad, y se resumen en la

Tabla I.

Conclusiones

La generación de residuos de todo tipo y su abandono en el medio ambiente es un problema muy complejo que depende de factores sociales, geográficos, de desarrollo económico, de tradiciones culturales y, en último lugar, de educación ambiental. Paliar los efectos adversos que la presencia de residuos causa en el medio ambiente necesita un enfoque multidisciplinar que afecta transversalmente a todos los estamentos sociales.

Referencias

1. "Plastics.- The facts". Plastics Europe.
<https://www.plasticseurope.org/en/resources/publications/274-plastics-facts-2017>.
2. Andrady, AL.; Neal, MA., "Applications and societal benefits of plastics", *Phil. Trans. R. Soc. B*, 2009, 364 (1526), 1977-1984.
3. Geyer R., Jambeck J., Law KL "Production, use, and fate of all plastics ever made", *Sci. Adv.*, 2017, 3(7), e1700782.

4. United Nations Environment Programme, UNEP; <https://www.unenvironment.org/>.
5. https://es.wikipedia.org/wiki/Desechos_marinos.
6. <https://www.fundeu.es/recomendacion/microplastico-palabra-del-ano-2018/>.
7. Cole M., Lindeque P., Halsband C., Galloway T.S., "Microplastics as contaminants in the marine environment: A review", *Marine Pollution Bulletin*, 2011, 62, 2588-2597.
8. Silpa K., Yao L., Bhada-Tata P., Van Woerden F., "What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050", *Urban Development Series*. Washington, DC: World Bank., 2018, doi:10.1596/978-1-4648-1329-0.
9. Ponencia: "A new circular vision for electronics". Foro de Davos, 24-enero-2019.
10. Eriksen M., Lebreton L.C.M., Carson H.S., Thiel M., Moore C.J., Borero J.C., Galgani F., Ryan P.G., Reisser J., "Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea", *PLOS ONE*, 2014, December 10, DOI:10.1371/journal.pone.0111913.
11. Jambeck J.R., Geyer R., Wilcox C., Siegler T.R., Perryman M., Andrady A., Narayan R., Law K.L., "Plastic waste inputs from land into the ocean", *Science*, 2015, 347 (6223), 768-771.
12. Lebreton L., Andrady A., "Future scenarios of global plastic waste generation and disposal", *Palgrave Comm.*, 2019, 5:6. <https://doi.org/10.1057/s41599-018-0212-7>. www.nature.com/palcomm

13. "Stemming the Tide: Land-based strategies for a plastic-free ocean", McKinsey Center for Business and Environment, Ocean Conservancy, September 2015.
14. "Marine plastic debris and microplastics.-Global lessons and research to inspire action and guide policy change" United Nations Environment Programme, 2016, Nairobi. ISBN No: 978-92-807-3580-6.
15. A) Rojo Nieto, E. y Montoto, T., "Basuras marinas, plásticos y microplásticos: orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global", Área de Medio Marino, Ecologistas en Acción, 2017. ISBN: 978-84-946151-9-1.
B) Puls J., Wilson S.A., Hölter D., "Degradation of Cellulose Acetate-Based Materials: A Review", J. Polym. Environ., 2011, 19, 152-165.
16. Lebreton L.C.M., van der Zwet J., Damsteeg J-W., Slat B., Andrady A., Reisser J., "River plastic emissions to the world's oceans", Nature Comm., 2017, 8, 15611. DOI: 10.1038/ncomms15611.
17. Koelmans A.A., Nor N.H.M., Hermsen E., Kooi M., Mintenig S.M., De France J., "Microplastics in freshwaters and drinking water: Critical review and assessment of data quality", Water Res., 2019, 155, 410-422.
18. Covernton G.A., Pearce C.M., Gurney-Smith H.J., Chastain S.G., Ross P.S., Dower J.F., Dudas S.E., "Size and shape matter: A preliminary analysis of microplastic sampling technique in seawater studies with implications for ecological risk assessment", Sci. Total Envir, 2019, 667, 124-132.
19. Rech, S. Macaya-Caquilpán, V., Pantoja, J.F., Rivadeneira, M.M., Campodónico, C.K., Thiel, M., "Sampling of riverine litter with citizen scientists-findings and recommendations", Environ. Monit. Assess., 2015, 187, 1-18.
20. Zhao, S., Zhu, L., Wang, T., Li, D.; "Suspended microplastics in the surface water of the Yangtze estuary system, China: first observations on occurrence, distribution", Mar. Pollut. Bull., 2014, 86, 562-568.
21. "World Population Prospects 2019", United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. <https://population.un.org/wpp>.
22. <https://www.statista.com/statistics/369274/gdp-growth-forecast-asia-vs-major-economies>.
23. NOTA.- Acciones específicas de organismos internacionales:
 - Asamblea General de Naciones Unidas, 2005, reconocimiento del problema
 - DIRECTIVA 2008/56/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 17 de junio de 2008, establecimiento de un marco de acción comunitaria para la política del medio marino
 - Estrategia de Honolulu, 2011, comienzo de acción global
 - Asamblea para el Medio Ambiente de Naciones Unidas, 2014, informe global



Paula Bosch

es Doctora en Ciencias Químicas por la Universidad Complutense de Madrid,

e Investigadora Científica del Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros del CSIC. De 2005 a 2011 fue Directora del mismo. En la actualidad es también Vicepresidenta del FOCITEC (Asociación para el Fomento de la Ciencia y de la Técnica).

Su actividad investigadora ha estado centrada en los campos de la fotoquímica de polímeros, sensores fluorescentes y polímeros antimicrobianos, áreas en la que ha publicado más de 90 trabajos de investigación y divulgación, 70 contribuciones a congresos nacionales e internacionales y 6 capítulos de libro. Ha dirigido 7 Tesis Doctorales.

Pertenece a la red europea COST "Antimicrobial Coating Innovations to prevent Infectious Diseases".

Es profesora del Máster de Alta Especialización en Plásticos y Caucho (UIMP-CSIC) y directora del curso "Los Plásticos: Desarrollo, aplicaciones, reciclado y medio ambiente" (curso de formación del profesorado de enseñanza secundaria, bachillerato y FP).