

Seguimiento de basuras marinas en playas españolas

Marine Litter Monitoring on Spanish Beaches

José L. Buceta^{1*}, Juan L. Gil Gamundi², Marta Martínez-Gil³

Resumen

Las basuras marinas son un problema global que afecta a todos los océanos del mundo, con efectos ambientales, económicos, sobre la salud y estéticos debidos a malas prácticas en la gestión de residuos sólidos, infraestructuras, actividades y a comportamientos humanos indiscriminados y una insuficiente concienciación ciudadana sobre las consecuencias potenciales de sus acciones (UNEP, 2009).

La Directiva marco sobre la estrategia marina (2008/56/CE) incluye entre los 11 descriptores del estado ambiental del medio marino el D-10, sobre la basura marina y establece que el buen estado ambiental se logra sólo cuando “las propiedades y cantidades de basura marina no causan daño al medio ambiente costero y marino”.

Dentro del proceso de desarrollo de las estrategias marinas españolas en cumplimiento esta Directiva y de la Ley 41/2010 de protección del medio marino que la traspone a nuestro ordenamiento jurídico, se ha diseñado y puesto en marcha el Programa de seguimiento de basuras marinas para las 5 demarcaciones marinas españolas. Este programa está constituido por 7 subprogramas, dos de los cuales se centran en las playas: el subprograma BM-1 “Basuras en playas” y el subprograma BM-6 “Microplásticos en playas”.

El presente artículo resume la manera en la que se están realizando ambos subprogramas y los resultados más destacados obtenidos desde su puesta en marcha.

Palabras clave: basuras marinas, microplásticos, playas, residuos, seguimiento.

Abstract

Marine litter is a global problem that affects oceans worldwide, with environmental, economic, health-related and aesthetic effects due to bad practices in the management of solid waste, infrastructures, activities and indiscriminate human behaviors and insufficient public awareness of the potential consequences of their actions (UNEP, 2009).

The Marine Strategy Framework Directive (2008/56/CE) includes, among the 11 descriptors to assess the environmental status, one specific descriptor (D-10) on marine litter and states that good environmental status is achieved only when “the properties and quantities of marine litter do not cause harm to coastal and marine environment”.

As part of the process of implementing the Spanish marine strategies in compliance with this Directive and the Law 41/2010 on the protection of the marine environment that transposes it into our legal system, the Marine Litter Monitoring Program has been designed and implemented in five Spanish marine subdivisions. This program includes seven different subprograms, two of which are focused on beaches: the subprogram BM-1 “Marine Litter on beaches” and the subprogram BM-6 “Microplastics on beaches”.

This article summarizes the way in which both subprograms are being carried out and the most relevant results obtained since its implementation.

Keywords: marine litter, microplastics, beaches, wastes, monitoring.

1. SUBPROGRAMA BM-1: BASURAS EN PLAYAS

A la hora de diseñar cualquier programa de seguimiento resulta de importancia capital establecer claramente su objeto y, en este sentido, es imprescindible definir qué cabe entender como “basura marina”. Tanto a nivel nacional como, en el plano internacional por parte de los Convenios Regionales para la protección del medio marino de los que España es parte contratante, se ha adoptado la definición

del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente:

“La basura marina es cualquier material sólido persistente, fabricado o procesado, desechado, eliminado o abandonado en el medio marino y costero. Consiste en objetos que han sido fabricados o utilizados por el ser humano y desechados deliberadamente en el mar, los ríos o en las playas. Pueden llegar indirectamente al mar a través de ríos, aguas residuales, aguas pluviales o vientos o ser accidentalmente perdidos, incluyendo pérdidas en el mar por mal tiempo (artes de pesca, carga) o abandonados deliberadamente por las personas en las playas y costas” (UNEP, 2005).

Es importante resaltar, de acuerdo con esta definición, que todos aquellos objetos de origen natural que pudieran aparecer en las playas, como residuos vegetales, cadáveres o restos de animales o incluso las heces, no son considerados basuras marinas.

* Autor de contacto: Jose.L.Buceta@cedex.es

¹ Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX.

² Subdirección General para la Protección del Mar. Dir. Gral de Sostenibilidad de la Costa y del Mar. MAPAMA.

³ Subdirección General para la Protección del Mar. Dir. Gral de Sostenibilidad de la Costa y del Mar. MAPAMA.

También resulta de gran importancia a la hora de establecer un Programa de seguimiento conocer cuál es el objeto del mismo. En el caso de las basuras marinas en general, su diseño, realización y evaluación periódica de resultados el objetivo es idéntico al del resto de Programas puestos en marcha dentro de la implementación de la Directiva 2008/56/CE por la que se establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino y la Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino y, tal como establece la propia Ley, no es otro que evaluar permanentemente el estado ambiental del medio marino y, en última instancia, conocer si se han conseguido los objetivos ambientales y el buen estado ambiental establecidos en el acuerdo de Consejo de Ministros de 2 de noviembre de 2012 (BOE de 27 de noviembre).

En este sentido, el Buen Estado Ambiental (BEA) se define como aquel en el que la cantidad de basura marina, incluyendo sus productos de degradación, en la costa y en el medio marino disminuye (o es reducido) con el tiempo y se encuentra en niveles que no dan lugar a efectos perjudiciales para el medio marino y costero.

Si bien, pues, en el ámbito de las Estrategias Marinas Españolas no se ha incluido un criterio cuantitativo para evaluar la consecución del BEA, en la Comunicación SWD(2014) 206 de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones “*Hacia una economía circular: un programa de cero residuos para Europa*” y para abordar los retos concretos en materia de residuos, la Comisión Europea propone un objetivo indicativo de reducción de la basura marina para 2020, fijado en el 30 % de los diez tipos más comunes de esa basura que se encuentran en las playas y en los artes de pesca del mar, adaptándose esa lista a cada una de las cuatro regiones marinas de la UE.

Queda, pues, meridianamente claro que uno de los objetivos de este subprograma debe ser el establecimiento de cuáles son, en nuestro área geográfica los 10 tipos más comunes de basura marina en las playas y, en base a los resultados estadísticos obtenidos para los mismos, conocer si en el año 2020 se ha conseguido el porcentaje de reducción propuesto por la Comisión Europea.

Desde el año 2001, España venía participando en el Programa Piloto de vigilancia de basuras marinas del Convenio OSPAR en el que paulatinamente llegó a incorporar hasta 6 playas de nuestro litoral atlántico (tanto en el Cantábrico como en el Golfo de Cádiz). La experiencia acumulada en aquel Programa Piloto permitió establecer por parte del Convenio una metodología estandarizada para la realización de este tipo de seguimiento (OSPAR Agreement 2010-02) y la elaboración de unas Directrices pormenorizadas que incluyen una guía fotográfica que ayuda a los observadores para la clasificación de los diferentes objetos detectados en las campañas de reconocimiento (OSPAR, 2010).

En el año 2013 se decidió la extensión de estas acciones a toda la costa española, incluyendo playas en el litoral mediterráneo y Canarias, conformándose así, de manera oficial el subprograma BM-1, que incorpora así playas de las 5 Demarcaciones marinas, hasta un total de 26.

1.1. Playas incluidas en el subprograma

La metodología utilizada para la selección de las playas fue, con ligeras adaptaciones, la establecida por OSPAR y que, de manera resumida, se realiza de acuerdo a los siguientes criterios:

- Estar compuestas por arena o grava y expuestas a mar abierto.
- Estar visualmente o frecuentemente cubiertas por basura marina.
- Tener más de 1 Km de longitud.
- Ser accesibles para facilitar la retirada de basura marina.
- No estar localizadas cerca de una fuente de residuos (p. ej. ríos).
- Estar incluidas en actividades relacionadas con la basura marina en el país participante.

Como criterio general, se intentó la inclusión dentro del subprograma de una playa por cada una de las provincias litorales, si bien para dar continuidad a los datos recabados con anterioridad (Programa piloto de OSPAR), en las provincias de A Coruña y Cádiz se incluyeron finalmente 2 playas. Asimismo, se tuvo en cuenta que, en la medida de lo posible, las playas incluidas en el programa no fuesen objeto de limpieza de la arena por parte de los servicios municipales, o al menos la misma estuviese restringida únicamente al periodo estival. Dada la dificultad de encontrar en todas las provincias playas idóneas que reunieran la totalidad de los anteriores requisitos, en la selección se optó por seleccionar, dentro de cada provincia, aquella que reuniese el máximo de ellos.

Si bien desde el inicio del subprograma y de acuerdo con los resultados y dificultades encontradas para la realización de las campañas en un número muy limitado de playas fue necesario hacer algún reajuste (por ejemplo, cambio de ubicación de la playa de Cantabria por cuanto la elegida inicialmente era exhaustivamente limpiada a diario desvirtuándose los resultados), desde el año 2015 tanto las playas incluidas como, dentro de las mismas, el área donde se llevan a cabo los recuentos de basura resultan invariables y son las incluidas en la tabla 1 y figura 1.

1.2. Metodología de muestreo

Al objeto de evaluar las posibles diferencias estacionales, cada una de las playas es objeto de 4 campañas de inspección por año, ajustándose lo máximo posible a los siguientes intervalos de fechas:

- Invierno: entre el 15 de diciembre y el 15 de enero.
- Primavera: abril.
- Verano: entre el 15 de junio y el 15 de julio.
- Otoño: entre el 15 de septiembre y el 15 de octubre.

Cada campaña de inspección incluye el recuento y retirada de todos los objetos visibles sobre un transecto de 100 metros de playa y una segunda inspección, en este caso sobre una longitud de 1.000 metros, que abarca el anterior y en la que únicamente se consideran aquellos

Tabla 1. Playas incluidas en el subprograma BM-1

Demarcación marina	Provincia	Playas
Noratlántica	Gipuzkoa	Agiti
	Bizcaia	Meñacoz
	Cantabria	Oyambre
	Asturias	Vega
	Lugo	Covas
	A Coruña	O Rostro
		Razo-Baldaio
	Pontevedra	A Lanzada
Sudatlántica		Rodas (Islas Cíes)
	Huelva	Castilla
	Cádiz	Castilnovo
Estrecho y Alborán		Valdevaqueros
	Málaga	Bajamar
	Granada	Carchuna
Levantino-balear	Almería	Balerna
	Murcia	La Llana
	Alicante	La Gola
	Valencia	Marenys
	Castellón	La Basseta
	Tarragona	Eucaliptus
	Barcelona	Cal Francés
	Girona	Can Comes
	Baleares	Es Trenc (Mallorca)
		Levante (Formentera)
Canaria	Tenerife	El Socorro
	Las Palmas	Janubio (Lanzarote)

**Figura 1.** Ubicación de las playas incluidas en el subprograma BM-1.

objetos de una dimensión mayor de 50 cm en alguno de sus lados (figura 2).

El protocolo de muestreo de la franja de 100 metros de largo incluye 115 objetos diferentes (ítems), que están divididos en 11 grandes tipologías según su composición, uso específico u otras características.

El protocolo de muestreo de la franja de 1 Km es más simple y detalla 22 ítems de grandes objetos de basura marina, agrupados en 5 tipologías según el tipo de material que los compone.

Por cada una de las campañas de inspección y transecto, los observadores proceden a cumplimentar un estadillo



Figura 2. Detalle de los dos transectos realizados en una campaña.

Tabla 2. Tipologías de objetos contabilizados en cada transecto

Tipologías incluidas en el Protocolo de muestreo de 100 metros	Tipologías incluidas en el Protocolo de muestreo de 1000 metros
Plástico y/o Poliestireno (54 objetos)	
Goma (4 objetos)	
Ropa/ Textil (5 objetos)	
Papel/cartón (9 objetos)	
Madera (9 objetos)	Plástico/ Poliestireno (11 objetos)
Metal (15 objetos)	Metal (2 objetos)
Vidrio (3 objetos)	Madera (5 objetos)
Cerámica/ Construcción (3 objetos)	Goma (2 objetos)
Residuos higiénico-sanitarios (6 objetos)	Textil (2 objetos)
Residuos médicos (3 objetos)	
Heces (1 objeto)	
Piezas de parafina o cera (3 objetos)	

que, una vez validado por los técnicos de los Servicios Centrales de la DGSCM, alimenta una base de datos sobre la que se realizan los cálculos estadísticos.

Todas las campañas son realizadas por personal propio de la DG de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, excepto en el caso de la playa de Rodas, ubicada en el interior del Parque Nacional de las Islas Atlánticas, en la que son realizadas por su propio personal. Cada una de ellas es realizada habitualmente por un mínimo de 2 personas y siempre se realiza sobre el mismo tramo de la playa, por lo que además de adquirirse las coordenadas por GPS de los puntos de inicio y final de cada transecto, tales puntos están marcados de manera clara (en general como una marca indeleble sobre el muro de la playa, un poste de señalización, etc).

1.3. Campañas realizadas

En las cuatro anualidades completas para las que se cuenta ya con resultados del subprograma se han realizado un total de 399 campañas, lo que supone que a lo largo de estos 4 años únicamente se haya dejado de realizar las campañas inicialmente programadas en 11 casos que responden, fundamentalmente, a falta de medios de personal en la mayoría de las ocasiones o, en el caso concreto de la playa del Prat de Llobregat, inicialmente ubicada dentro de una zona protegida aunque en 2015 se modificó levemente su ubicación, a razones de protección ambiental ya que una de las campañas estacionales coincide con la época de anidamiento de una especie protegida de ave marina (*Charadrius alexandrinus* ó Chorlitejo patinegro) que podría

Tabla 3. Campañas realizadas en cada playa

Playa	Nº de campañas	Observaciones
Agiti	16	
Meñacoz	16	
Berria	2	Por limpieza diaria se deja de muestrear en 2014 sustituyéndola por Oyambre
Oyambre	13	Se incorpora al programa en 2014
Vega	16	Datos previos del Programa piloto de OSPAR desde 2007
Covas	16	
O Rostro	16	Datos previos del Programa piloto de OSPAR desde 2007
Razo-Baldaio	16	Datos previos del Programa piloto de OSPAR desde 2001
A Lanzada	14	Datos previos del Programa piloto de OSPAR desde 2001
Rodas	8	Se incorpora al programa en 2015
Castilla	16	
Castilnovo	16	
Valdevaqueros	16	Datos previos del Programa piloto de OSPAR desde 2004
Bajamar	16	
Carchuna	16	
Balerna	16	
La Llana	16	
La Gola	16	
Marenys	16	
La Basseta	16	
Eucaliptus	16	
Prat de Llobregat	9	Por construcción de espigón se deja de muestrear en 2015 sustituyéndola por Cal Francés
Cal Francés	3	Se incorpora al programa en 2016
Can Comes	16	
Es Trenc	16	
Levante	11	
El Socorro	15	
Mujeres	8	Por motivos operativos se deja de muestrear en 2014 sustituyéndola por Janubio
Janubio	12	Se incorpora al programa en 2014

quedar perturbada por la presencia en la zona del personal encargado de la realización de los muestreos.

Se han realizado, pues, en cada una de las playas que se incorporaron al programa, el número de campañas incluido en la tabla 3.

1.4. Resultados obtenidos

En las campañas realizadas se han contabilizado en los transectos de 100 m un total de 128.200 objetos de basura marina. Esto vendría a representar, para el total de playas, una media de 321 objetos de basura marina. No obstante a lo anterior y tal como se refleja en la figura 3, las abundancias medias por playa resultan significativamente diferentes, variando entre un máximo de 1.075 objetos en la playa de Marenys (Valencia) y un mínimo de 43 en las playas de Covas (Lugo) y Es Trenc (Balears).

Realizado el análisis de los datos obtenidos por Demarcaciones marinas, tal como puede observarse en la figura 4, las máximas abundancias medias de basuras marinas se han detectado en las Demarcaciones noratlántica y levantino-balear (387 y 379 objetos respectivamente) mientras que la mínima corresponde con la sudatlántica (160 objetos por campaña).

Con importante diferencia, los objetos de plástico (incluyendo poliestireno) han resultado ser los más frecuentes

para el total de playas y representan el 69% de la basura contabilizada. Los objetos de papel/cartón (12%) y residuos higiénico-sanitarios (7%) aparecen como menos frecuentes y los del resto de materiales (metal, vidrio, etc) constituyen, en su conjunto, menos del 12%.

En lo que hace referencia a las variaciones estacionales, la máxima cantidad de basuras se contabilizó en otoño, con una media de 379 objetos/playa y la mínima en verano, con un valor medio de 253. Estos resultados se encuentran muy influidos por el hecho de que nuestras playas son objeto, durante la temporada de baño, de operaciones de limpieza por los servicios municipales.

El conocimiento de los tipos concretos de objetos más frecuentes resulta de gran importancia para poder evaluar las medidas encaminadas a la reducción de basuras marinas establecidas tanto a nivel nacional (Programa de medidas de las Estrategias marinas) como europeo (p. ej. la Comunicación SWD(2014) 206 de la Comisión al Parlamento europeo, al Consejo, al Comité económico y social europeo y al Comité de las regiones *Hacia una economía circular: un programa de cero residuos para Europa*, que propone un objetivo indicativo de reducción de la basura marina para 2020, fijado en el 30 % de los diez tipos más comunes de esa basura que se encuentran en las playas).

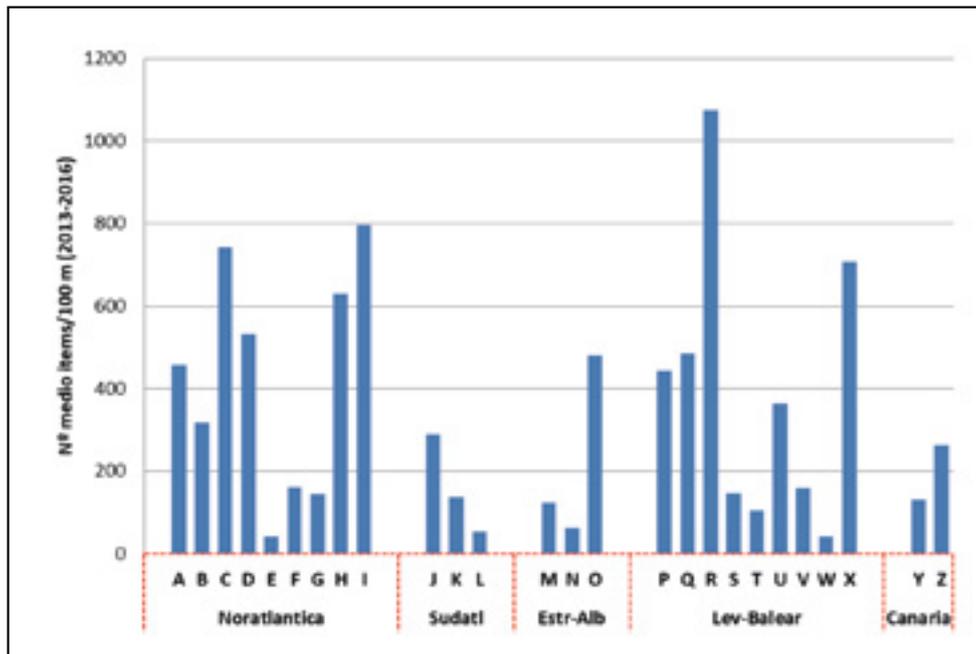


Figura 3. Abundancias medias por playa (transectos de 100 m).

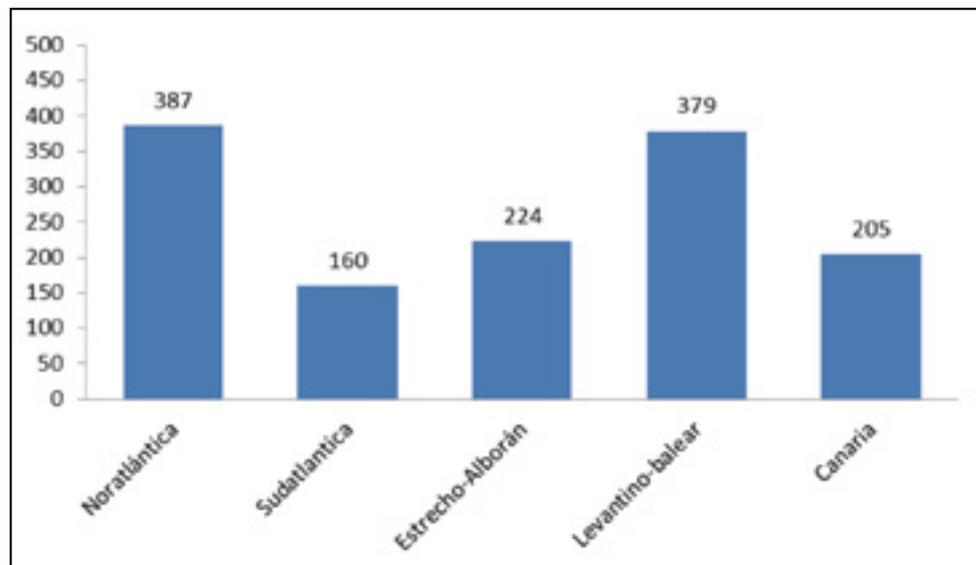


Figura 4. Abundancias medias por Demarcación marina (transectos de 100 m).

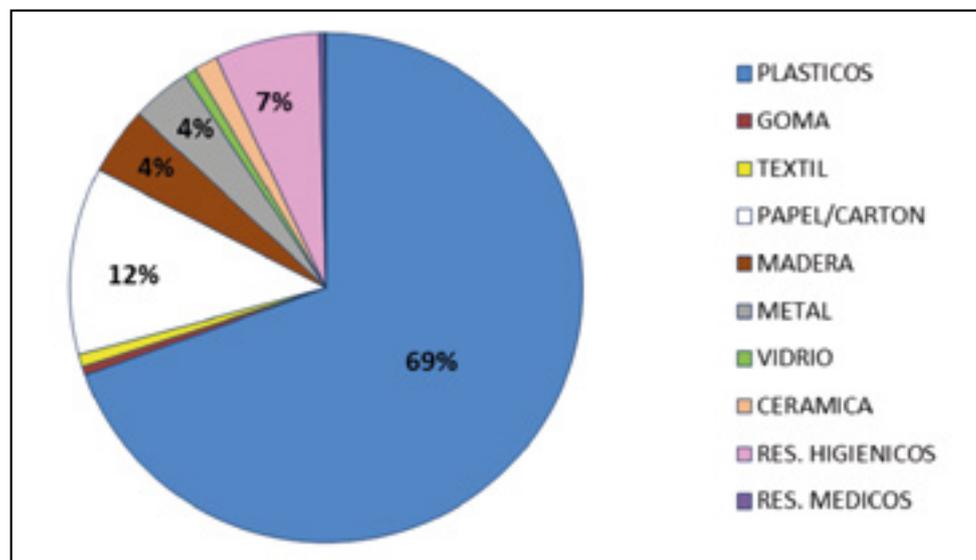


Figura 5. Tipologías de basura marina (transectos de 100 m).

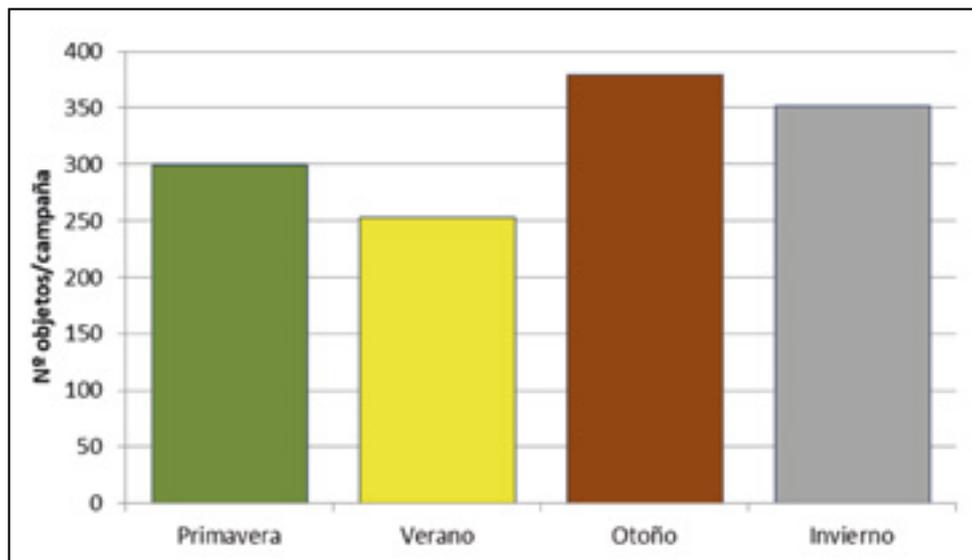


Figura 6. Variaciones estacionales.

Tabla 4. Top X de objetos más frecuentes

	Tipo de objeto	Nº total	%
1	Fragmentos plástico/poliest 0-2,5 cm	20384	15,9
2	Fragmentos plástico/poliest 2,5-5 cm	14250	11,1
3	Colillas	12682	9,9
4	Cabos plástico (diámetro < 1 cm)	11942	9,3
5	Tapas y Tapones de plástico	10558	8,2
6	Bastoncillos de algodón	6848	5,3
7	Botellas y garrafas de plástico	4268	3,3
8	Bolsas, envoltorios, palos, ... de chucherías	3954	3,1
9	Otras piezas de madera < 50 cm	3458	2,7
10	Otros objetos de plástico/poliest	2198	1,7
11	Espumas sintéticas	1958	1,5
12	Bolsas de la compra	1566	1,2
13	Pajitas, Cubiertos y platos de plástico	1535	1,2
14	Cabos plástico (diámetro > 1 cm)	1529	1,2
15	Envases de comida	1379	1,1
16	Otras piezas cerámicas	1362	1,1
17	Latas de bebida	1251	1,0
18	Bolsas ligeras de plástico	1064	0,8
19	Papel de aluminio	1059	0,8

Habitualmente se venía trabajando, a efectos estadísticos, con una lista reducida, en general de los 10 objetos más frecuentes que aparecían en las playas (el denominado Top10). Sin embargo, en los últimos tiempos se considera que el análisis no debe limitarse a un número predeterminado de objetos sino a aquellos que representen, como mínimo el 80% de la basura detectada, pasando entonces a denominarse TopX.

Realizado el análisis de frecuencias para el total de las playas incluidas en el subprograma, resulta que para alcanzar el 80% de la basura contabilizada resultaría necesario, en nuestro caso, tener en consideración hasta 19 tipologías de objeto. Tal y como se refleja en la tabla 4, los que se han presentado más frecuentemente fueron los fragmentos de plástico,

colillas, cuerdas y cordeles (de diámetro inferior a 1 cm), tapas y tapones de plástico y soportes de bastoncillos de algodón, que en su conjunto representan casi el 60% de la basura.

1.5. Análisis de fuentes

Las fuentes de basuras marinas que llegan a las playas es, en general, difícil de evaluar. A nivel global se ha venido estimando que el 80% proceden de actividades en tierra firme (ya sea directamente, a través de ríos o aguas de escorrentía, por deposición atmosférica, etc) mientras que el 20% restante procede de actividades humanas en el mar como la pesca o la navegación. El principal problema de las metodologías empleadas para cuantificar la importancia

del diferente tipo de fuente es que un objeto concreto puede tener más de un origen. Tanto en el Convenio OSPAR como en el grupo de trabajo de la Unión Europea sobre basuras marinas se está actualmente trabajando en mejorar las metodologías de evaluación, por ejemplo mediante la aplicación de enfoques basados en probabilidad.

Por el momento y a la espera de desarrollarse modelos más robustos en un futuro próximo, el MAPAMA viene empleando en sus informes anuales el método desarrollado por OSPAR y que, básicamente consiste en asignar a cada uno de los 115 tipos de objetos contabilizados una de las siguientes fuentes:

- Pesca (19 tipologías de objeto)
- Transporte marítimo (21 tipos de objeto)
- Turismo (31 tipologías de objeto)
- Instalaciones sanitarias (10 tipos de objeto)
- Otro (34 tipos de objeto)

Así, a modo de ejemplo, las nasas o las cajas de pescado se asignan a la pesca; los bastoncillos de algodón, compresas, tampones, etc a instalaciones sanitarias; las colillas, botellas de plástico o latas de bebida al turismo y palés, bidones de aceite o cintas de embalaje al transporte marítimo. Dentro de la categoría "Otro" se incluyen aquellos objetos cuyo origen no pueda ser asignado a alguna de las anteriores categorías o aquellos que puedan corresponderse con más de una fuente.

Aplicado este enfoque a los datos disponibles, resulta que, tal y como se refleja en la figura 7, la fuente "otro" es la

que resulta mayoritaria, si bien este resultado refleja, fundamentalmente, objetos cuya procedencia pueda responder a más de un origen.

De entre los objetos para los que puede identificarse con claridad un origen concreto, es el turismo el que contribuye de manera más significativa a la aparición de basuras en las playas, explicando un 28% de los objetos contabilizados.

1.6. Análisis de tendencias de la abundancia de basura

De acuerdo con la metodología utilizada por OSPAR, para el análisis de las posibles tendencias temporales en la abundancia de basuras marinas, se utiliza el test no paramétrico Mann-Kendall, que resulta muy utilizado para el análisis de datos climáticos e hidrológicos.

El principal inconveniente es que la serie de datos requerida debe, además de ser continua en el tiempo a intervalos prefijados, contener información de, al menos 6 años. Esto hace que con las serie temporales de las que se dispone dentro del subprograma, únicamente resulte posible realizar este análisis para aquellas playas de las que se disponía de información previa procedente del Programa piloto de OSPAR, es decir, las playas de Vega, O Rostro, Razo-Baldaio, A Lanzada y Valdevaqueros.

Como datos de entrada para el análisis se utilizó la media anual del número total de objetos contabilizados en la playa, si bien únicamente se cuenta con la serie temporal completa en los casos de las playas de O Rostro y

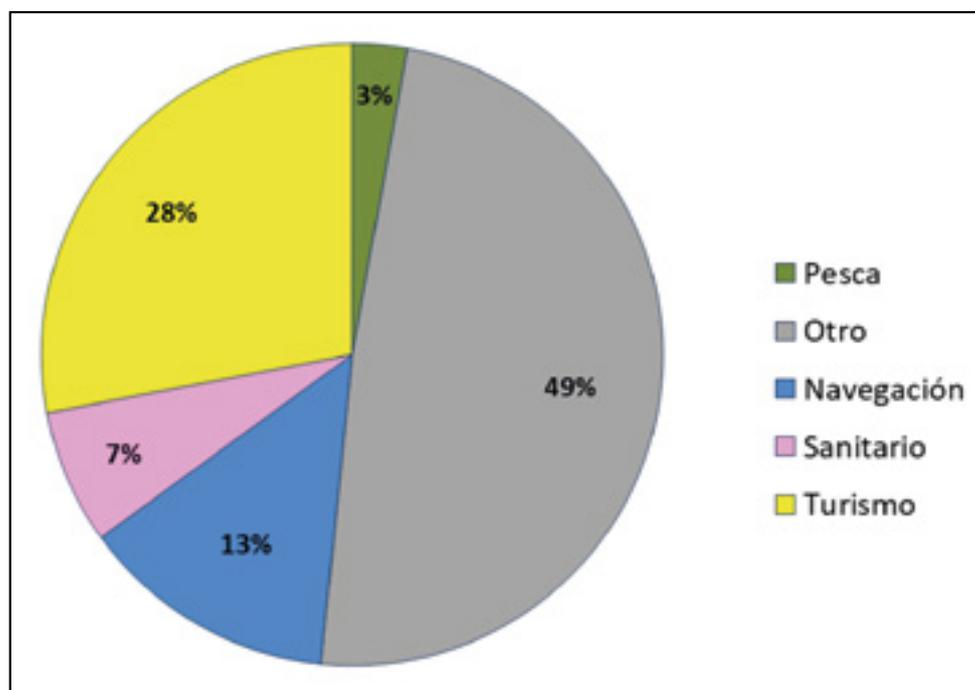


Figura 7. Fuentes de las basuras marinas.

Tabla 5. Resultados del test de Mann-Kendall

	Vega	O Rostro	Razo-Baldaio	A Lanzada	Valdevaq
Coef. variación	0,52	0,65	0,60	0,87	0,43
Est. Mann Kendall (S)	-4	-6	18	-6	6
Factor confianza (%)	64,0	69,4	96,2	72,6	72,6
Tendencia	Estable	Estable	Creciente	Estable	Sin tendencia

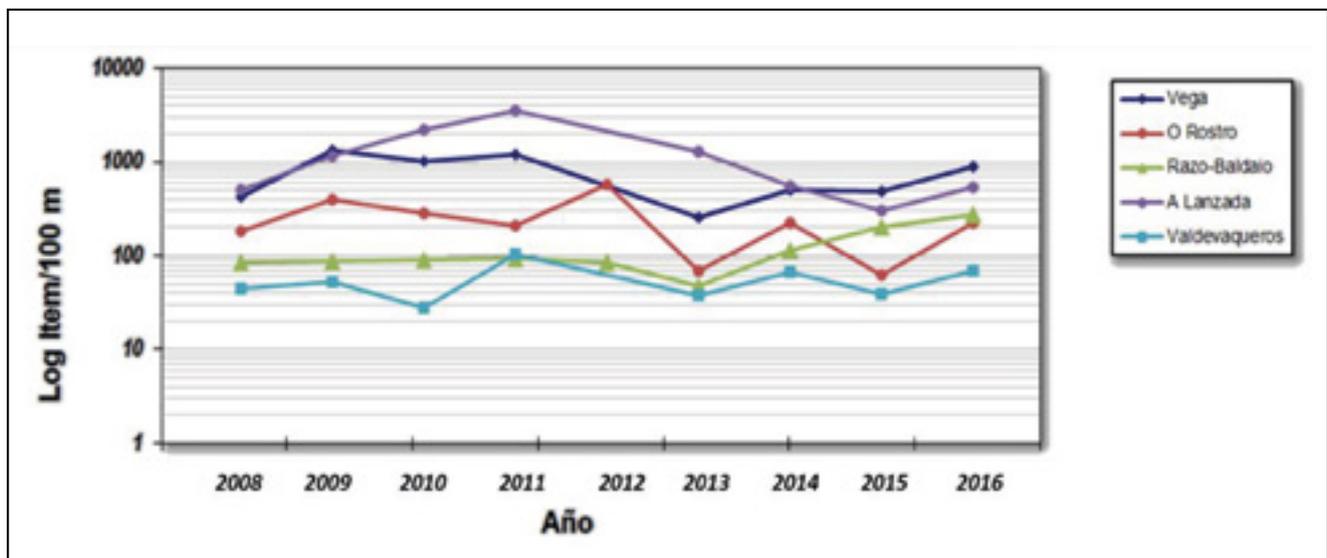


Figura 8. Tendencias en la abundancia de basura por playa.

Razo-Baldaio por cuanto en las otras tres en el año 2012 no se realizaron campañas debido a problemas logísticos.

Los resultados obtenidos, que cabe considerar únicamente como una primera aproximación, vienen a indicar que, tal como se refleja en la tabla 5 y la figura 8, la tendencia es estable en los casos de Vega, O Rostro y A Lanzada, parece existir una ligera tendencia creciente en el caso de Razo-Baldaio y, por último, no resulta posible establecer tendencia alguna en el caso de la playa de Valdevaqueros.

2. SUBPROGRAMA BM-6: MICROPLÁSTICOS EN PLAYAS

A diferencia del seguimiento de macrobasuras, para la cuantificación de microplásticos no se contaba con metodologías estandarizadas. En 2013, el grupo de trabajo de la Comisión Europea (TSG-ML) hizo una propuesta de seguimiento, que fue la utilizada en la fase inicial del subprograma español, llevada a cabo entre 2015 y primer semestre de 2016.

Uno de los objetivos iniciales a la hora de diseñar este subprograma fue el conocer la posible correlación existente entre la presencia de macrobasuras en las playas y la abundancia de microplásticos. Por tal motivo, aquella primera fase inicial se intentó llevar a cabo en las mismas playas incluidas en el subprograma BM-1. No obstante, desde el primer momento hubo de descartar algunas playas por cuanto su composición granulométrica, constituida por gravas o arenas gruesas imposibilitaba llevar a cabo el muestreo, tamizando in situ la muestra de arena tal y como incluía la metodología del TSG-ML, con independencia de que los factores hidrodinámicos que imposibilitan la deposición de arenas finas harán imposible también la deposición allí de partículas menos densas que la arena como son los microplásticos.

Además de lo anterior, se detectaron en aquella metodología tres aspectos que resultaban claramente mejorables:

- Dificultad de realizar un tamizado in situ, con arena húmeda, de un volumen superior a 10 kg de muestra, optándose por la recogida de la muestra de arena y

transporte al Laboratorio de Calidad del medio marino del CEDEX donde se llevó a cabo el procesado total de las muestras, incluyendo el tamizado.

- La metodología del TSG-ML incluía la toma de dos submuestras de arena, una dentro de un cuadrado de 50 x 50 cm para la cuantificación de partículas de tamaño comprendido entre 1 y 5 mm (que era para la que se recomendaba el tamizado in situ) y una segunda muestra bruta de un volumen de unos 250 ml, para la que no se contaba con referencia alguna de superficie representada. Esto hacía imposible el expresar los resultados por unidad de superficie.
- El volumen de muestra procesada para la fracción inferior a 1 mm resultaba muy escasa por lo que la resolución del método no parecía adecuada.

Los resultados obtenidos en aquella primera fase inicial permitieron la selección de las playas sobre las que llevar a cabo el programa de seguimiento rutinario, partiéndose siempre de la base de que debía contener, al menos, una playa por Demarcación marina, así como el establecimiento de la metodología definitiva para el muestreo y análisis de laboratorio.

A diferencia del subprograma BM-1, se decidió que los muestreos para el seguimiento de microplásticos se realizaran dos veces por año, en los periodos correspondientes a las campañas de primavera y otoño de cada año natural de las campañas para el seguimiento de macrobasuras.

Con este planteamiento general, el subprograma BM-6 comenzó a ejecutarse en el otoño de 2016, siendo tanto los muestreos como análisis ejecutados por personal técnico del CEDEX con la única excepción de la toma de muestras en la playa de Rodas, que es realizada por personal del Parque Nacional de las Islas Atlánticas en el que se ubica.

2.1. Playas incluidas en el subprograma

Los resultados obtenidos en la fase inicial del subprograma permitieron seleccionar un conjunto restringido de playas, descartándose aquellas en las que en la misma no se detectó la presencia de microplásticos y añadiéndose algunas que, no incluidas en el subprograma BM-1, se

Tabla 5. Playas incluidas en el subprograma BM-6

Demarcación marina	Provincia	Playas
Noratlántica	Cantabria	Oyambre
	Lugo	Covas
	Pontevedra	Rodas (Islas Cíes)
Sudatlántica	Huelva	Castilla
Estrecho y Alborán	Granada	Carchuna
	Murcia	La Llana
Levantino-balear	Valencia	Marenys
	Tarragona	La Pineda
	Barcelona	Cal Francés
	Canaria	Las Palmas

**Figura 9.** Ubicación de las playas incluidas en el subprograma BM-6.

encontraban en zonas potencialmente más afectadas por su presencia por su proximidad a las fuentes o en zonas de acumulación debido a la circulación oceánica.

Con independencia de que en el futuro y de manera gradual pudieran ser incluidas en el subprograma un mayor número de playas, las incluidas en el mismo fueron las que se incluyen en la tabla 6 y cuya distribución geográfica se indica en la figura 9.

2.2. Metodología de muestreo

En cada una de las playas incluidas en el subprograma se toman 5 muestras de arena ubicadas, cuando la misma playa es utilizada para el subprograma BM-1 dentro del transecto de 100 metros utilizado en el mismo. Las estaciones se posicionan con ayuda de GPS en el centro, los extremos y 1/4 de su longitud en cada orientación, en todos los

**Figura 10.** Ubicación de estaciones de muestreo y marco utilizado para el mismo.

casos utilizando un marco de 50 x 50 cm que se dispone sobre la línea de la última pleamar.

Cada muestra se corresponde con el cm superficial de la arena, siendo trasvasada directamente con ayuda de una paleta metálica a envases de capacidad suficiente e inmediatamente enviadas para su procesado en el Laboratorio de Calidad del Medio Marino del CEDEX.

2.3. Metodología analítica

La figura 11 incluye un esquema de todo el proceso que siguen las muestras que, de manera resumida pasa por las siguientes etapas:

- Secado de la muestra.
- Pesado de la muestra completa seca.
- Tamizado de la muestra completa (unos 2,5 l) a través de 5 mm para retirar todo el contenido de la muestra que no pueda ser considerado microbasura o arenas. Pesada de la masa retenida.
- Tamizado a través de 1 mm.
- Recogida, con ayuda de lavado, de lo retenido en el tamiz de 1 mm. Paso de todo este material a separación por flotación en solución saturada de NaCl para la determinación de partículas de tamaño comprendido entre 1 y 5 mm. Filtración por membrana y paso a placa Petri de la membrana.
- Recogida de una alícuota de 200 g del material que pasa por el tamiz de 1 mm previa homogeneización. Paso de todo este material a separación por flotación en solución saturada de NaCl para la determinación de partículas de tamaño inferior a 1 mm, realizán-

dose tres extracciones consecutivas para asegurar la retirada de todas las micropartículas flotantes. Filtración por membrana y paso a placa Petri de la membrana.

Se realiza el recuento de las partículas de microplásticos retenidas en las dos membranas de filtración correspondientes a cada muestra mediante una lupa binocular con un ocular micrométrico acoplado que permite la medida del tamaño de las partículas. En nuestro caso se empleó una lupa binocular de hasta 80 aumentos, provista de un ocular micrométrico 10:100, en el que a máximo aumento el intervalo entre subdivisiones menores correspondía a 25 micras.

Para la clasificación por tamaños se utilizan los siguientes rangos: <math><200 \mu\text{m}</math>, $200-400 \mu\text{m}$, $400-600 \mu\text{m}$, $600-800 \mu\text{m}$, $800-1000 \mu\text{m}$, $1-2 \text{ mm}$, $2-3 \text{ mm}$, $3-4 \text{ mm}$ y $4-5 \text{ mm}$. Se considera siempre como longitud de la partícula la longitud máxima de ésta, independientemente de su forma y, como datos complementarios, se anota su forma y color.

2.4. Resultados obtenidos

Por el momento se cuenta únicamente con los resultados de la primera campaña, realizada en el otoño de 2016, habiéndose detectado una alta variabilidad en las concentraciones de microplásticos presentes en la arena de las diferentes playas, que oscilan, tal y como se refleja en la figura 12, entre 3 y 61 partículas/kg (35-542 partículas/m²). Resulta interesante destacar que mientras que en las playas correspondientes a las Demarcaciones Noratlántica, Sudatlántica y Estrecho y Alborán el tamaño de partícula

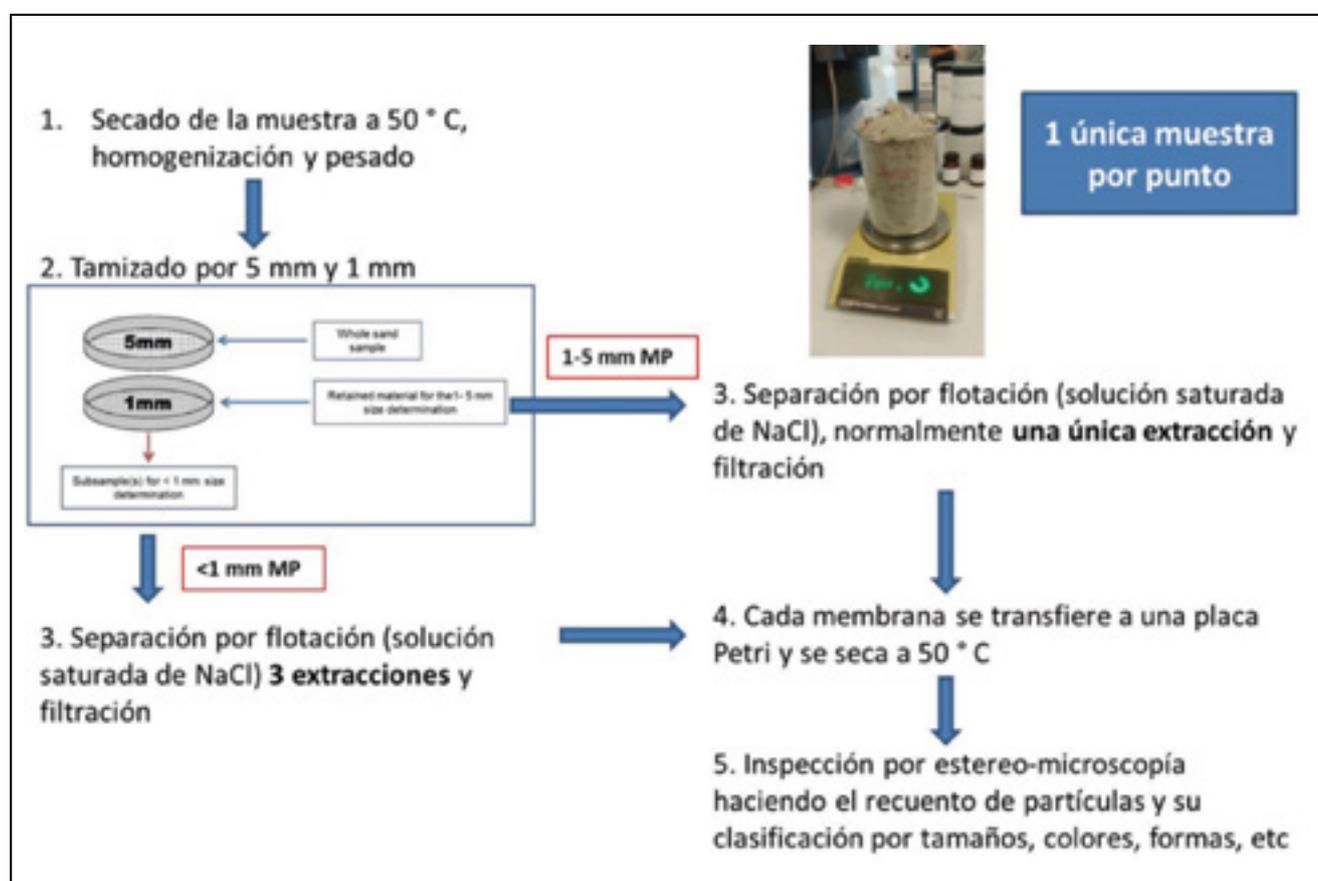


Figura 11. Esquema del procesado de muestras en laboratorio.

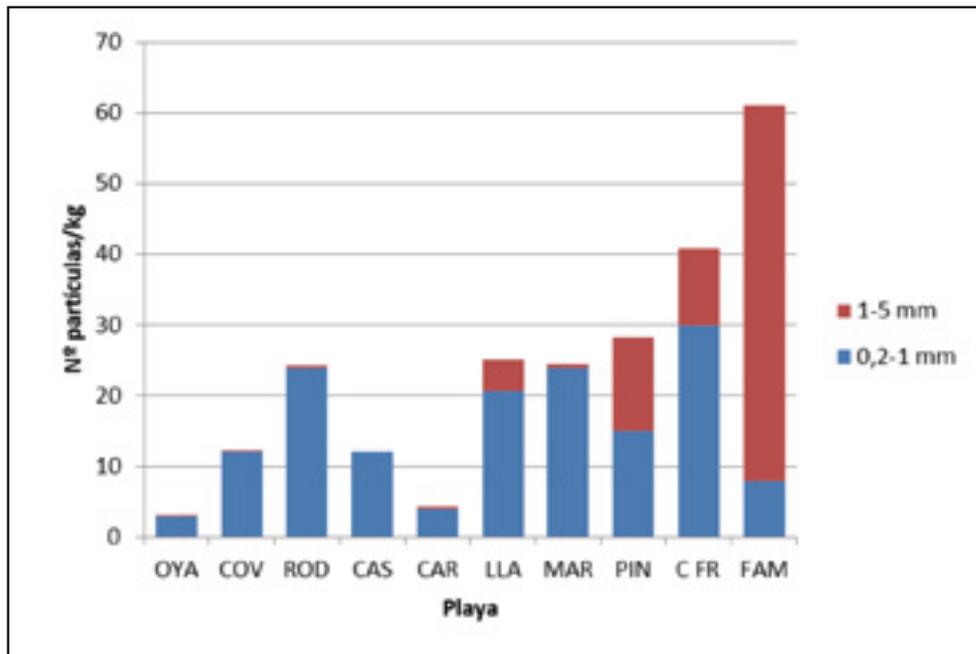


Figura 12. Concentración de microplásticos. Otoño 2016.

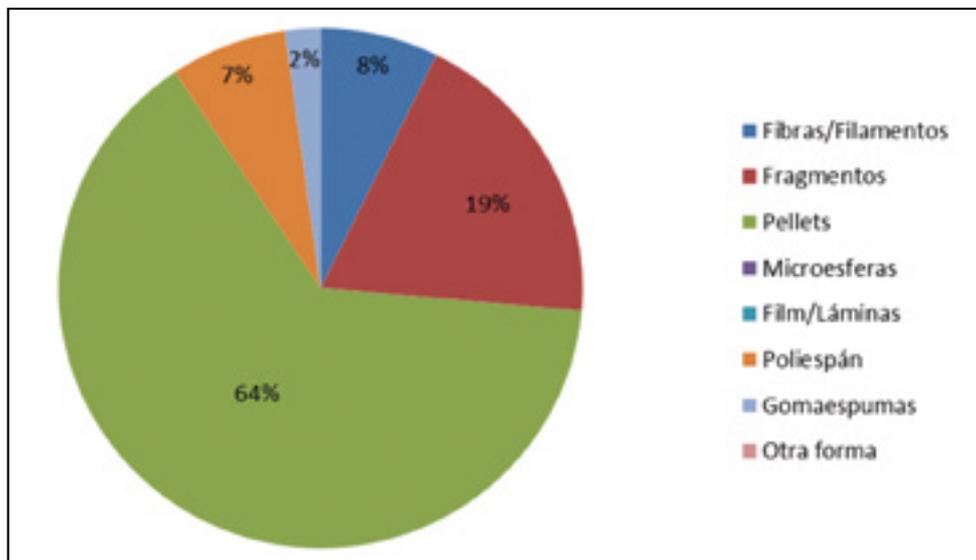


Figura 13. Forma de partícula. Otoño 2016.

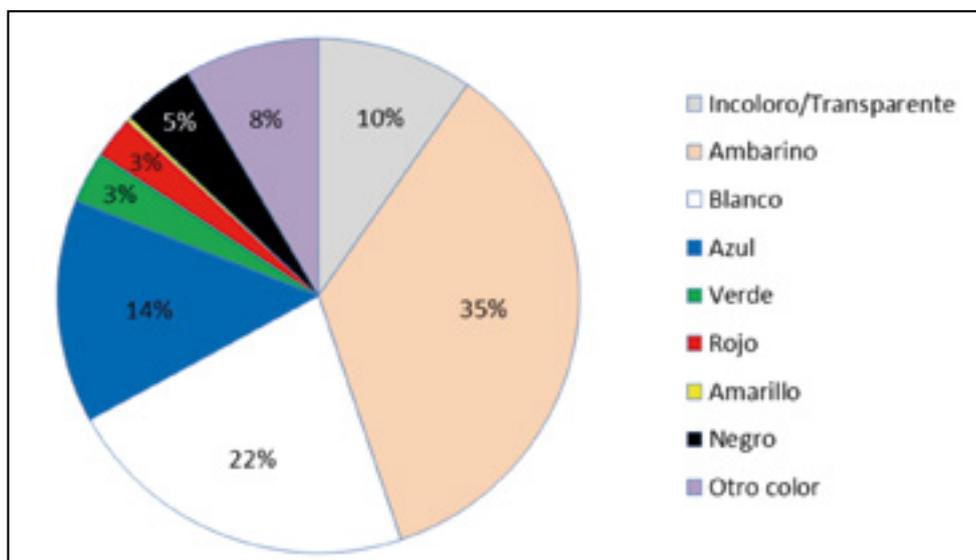


Figura 14. Color de partícula. Otoño 2016.

detectado fue casi exclusivamente inferior a 1 mm, en la Levantino-balear y Canaria aparecen también partículas de tamaño comprendido entre 1 y 5 mm, que en su mayor parte se relacionan con pellets de pre-producción de la industria del plástico y son claramente mayoritarios en la playa de Famara.

Resulta interesante señalar, a la hora de interpretar los anteriores resultados, que mientras que las altas concentraciones de pellets detectadas en las playas de La Pineda y Cal Francés pudieran corresponderse con pérdidas accidentales de la industria del plástico que, de manera mayoritaria en España se concentra en aquella zona geográfica, tal industria es absolutamente inexistente en el caso de Canarias por lo que la altísima concentración detectada en la playa de Famara únicamente cabe explicarla por el transporte oceánico originado por la corriente de Canarias desde zonas de potencial acumulación en el centro del Atlántico (Cozar et al, 2014).

En lo que hace referencia a la forma de las partículas, las que resultaron mayoritarias tal y como se refleja en la figura 13 fueron los pellets de pre-producción, si bien, como ya se ha comentado anteriormente, su aparición se restringió, fundamentalmente, a 3 playas.

Finalmente, la distribución por colores de partícula, como puede observarse en la figura 14, indica que el blanco y el ámbar fueron los mayoritarios, si bien en una gran parte de los casos, el color ambarino de las partículas se corresponde con el envejecimiento de partículas que originalmente fueron blancas o transparentes por su exposición al sol.

3. AGRADECIMIENTOS

Se agradece a todo el personal técnico de las unidades periféricas de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar y resto de personal encargado de la realización de las campañas su esfuerzo en la recopilación de los datos de ambos subprogramas.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CEDEX (2014). Guía para el seguimiento y determinación de microplásticos en playas. Informe para la Dir. Gral de Sostenibilidad de la Costa y del Mar. Clave 23-414-5-012.

CEDEX (2016). Fase inicial del programa de seguimiento de micropartículas en playas (BM-6). Informe para la Dir. Gral de Sostenibilidad de la Costa y del Mar. Clave 23-414-5-010.

CEDEX (2017). Programa de seguimiento de micropartículas en playas (BM-6) – 2016. Informe para la Dir. Gral de Sostenibilidad de la Costa y del Mar. Clave 23-414-5-010. Disponible en www.mapama.es

Cózar, A. et al (2014). Plastic debris in the open ocean. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(28): pp. 10239-10244.

European Commission, 2013. Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas. Joint Research Centre.

MAPAMA (2014). Programa de seguimiento de basuras en playas. Informe de resultados 2013. Disponible en www.mapama.es

MAPAMA (2015). Programa de seguimiento de basuras en playas. Informe de resultados 2014. Disponible en www.mapama.es

MAPAMA (2016). Programa de seguimiento de basuras en playas. Informe de resultados 2015. Disponible en www.mapama.es

MAPAMA (2017). Programa de seguimiento de basuras en playas. Informe de resultados 2016. Disponible en www.mapama.es

OSPAR (2007). OSPAR Pilot Project on Monitoring Marine Beach Litter. Monitoring of marine litter in the OSPAR region. Disponible en www.ospar.org

OSPAR (2009). Marine litter in the North-East Atlantic Region: Assessment and priorities for response. London, United Kingdom. Disponible en www.ospar.org

OSPAR (2010). Guideline for Monitoring Marine Litter on the Beaches in the OSPAR Maritime Area. Disponible en www.ospar.org

UNEP (2005). Marine Litter, an analytical overview. Disponible en <http://wedocs.unep.org>

UNEP (2009). Marine Litter: A Global Challenge. Nairobi: UNEP. Disponible en <http://wedocs.unep.org>

Costa y Mar

Líneas de actividad

Planificación y gestión de la costa y del mar

Estudio de actuaciones de la costa y en el mar

Monitorización costera y marina

Medio ambiente



Fields of Activity

Planning and Management for Coastal Zones and Sea Waters

Studies of Actions on Coastal Zones and Sea Waters

Coastal and Maritime Monitoring

Environment



Más información en
<http://www.cedex.es>

CEDEX

Centro de Estudios y Experimentación
de Obras Públicas