



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

CEDEX

CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS

INFORME TÉCNICO

para

Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente

Secretaría de Estado de Medio Ambiente

Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar

ASISTENCIA TÉCNICA EN LAS TAREAS DE IMPLANTACIÓN DE LA DIRECTIVA MARCO DE LA ESTRATEGIA MARINA

DISEÑO, DESARROLLO Y EJECUCIÓN DE LOS PROGRAMAS DE SEGUIMIENTO

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DE MICROPARTÍCULAS EN PLAYAS (BM-6) - 2016

INFORME FINAL

TOMO ÚNICO

Clave CEDEX: 23-414-5-010

Madrid, marzo de 2017

Centro de Estudios de Puertos y Costas



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS

TÍTULO:

**ASISTENCIA TÉCNICA EN LAS TAREAS DE IMPLANTACIÓN DE
LA DIRECTIVA MARCO DE LA ESTRATEGIA MARINA**

**PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DE MICROPARTÍCULAS
EN PLAYAS (BM-6) - 2016**

TOMO ÚNICO

CLIENTE:

Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar

EL PRESENTE INFORME CONSTITUYE UN DOCUMENTO OFICIAL DE ESTE TRABAJO Y, DE ACUERDO CON LAS NORMAS GENERALES DEL ORGANISMO, SU ENTREGA SUPONE EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTUACIONES TÉCNICAS DEL MISMO REFERENTES A LA MATERIA OBJETO DEL INFORME.

VALIDEZ OFICIAL

VISTO EL CONTENIDO DEL INFORME Y SIENDO ACORDE CON LAS CLAUSULAS DEL CONVENIO DE COLABORACION CORRESPONDIENTE, SE PROPONE AUTORIZAR SU EMISIÓN.

EL DIRECTOR DEL CENTRO DE ESTUDIOS DE PUERTOS Y COSTAS

Fdo. Ramón Gutiérrez Serret

AUTORIZA LA EMISIÓN DEL INFORME:

Madrid, de marzo de 2017

EL DIRECTOR DEL CEDEX

Fdo. Mariano Navas Gutiérrez

SÓLO SON INFORMES OFICIALES DEL CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS (CEDEX) LOS REFRENDADOS POR SU DIRECCIÓN.

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES Y OBJETO.....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	4
3. METODOLOGÍA DE MUESTREO Y CUANTIFICACIÓN	10
3.1. TOMA DE MUESTRAS	10
3.2. PROCESADO DE LAS MUESTRAS EN LABORATORIO	12
3.3. CUANTIFICACIÓN DE MICROPLÁSTICOS	13
4. CAMPAÑAS DE MUESTREO	15
5. RESULTADOS ANALÍTICOS	19
5.1. CONCENTRACIÓN DE MICROPLÁSTICOS	19
5.2. DISTRIBUCIÓN POR TAMAÑOS	22
5.3. MASA DE PARTÍCULAS	25
5.4. DISTRIBUCIÓN POR TIPO DE PARTÍCULA.....	25
5.5. DISTRIBUCIÓN POR COLORES.....	32
6. OTRA INFORMACIÓN RELEVANTE.....	35
7. RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38

Anejo 1. PLANOS DE SITUACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO.

Anejo 2. ESTADILLOS DE RESULTADOS DE LABORATORIO.

Anejo 3. METODOLOGÍA DE MUESTREO

Anejo 4. METODOLOGÍA DE CUANTIFICACIÓN

1. ANTECEDENTES Y OBJETO

A solicitud de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar (DGSCM), el CEDEX viene prestando apoyo técnico y científico en la implementación y desarrollo de Directivas europeas relacionadas con la protección del medio marino y costero. Entre estas Directivas se encuentra la Directiva marco sobre la Estrategia Marina (2008/56/CE), por la que se establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino (DMEM).

Desde 2007, las Encomiendas de Gestión firmadas entre ambos Organismos contemplan actuaciones que han dado lugar a trabajos tales como el estudio de la delimitación del ámbito de aplicación de la DMEM, la recopilación de información sobre fuentes de datos del estado del medio marino o la asistencia a reuniones organizadas en el marco de la Estrategia Común de Implementación, tales como el grupo de trabajo DIKE (sobre datos, información y reporting) y subgrupos relacionados. Uno de los trabajos más relevantes acometidos por el CEDEX en esta materia fue el análisis de presiones e impactos realizado para cada una de las demarcaciones marinas españolas que, junto al resto de estudios realizados por el Instituto Español de Oceanografía y el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, forma parte de la Evaluación Inicial de las Estrategias Marinas, publicadas en 2012 por el Ministerio en cumplimiento de los artículos 8, 9 y 10 de la DMEM.

Para dar continuidad a los trabajos, la DGSCM y el CEDEX han acordado incluir en la Encomienda de Gestión firmada entre ambos organismos para el período 2014-2016 la actuación denominada “Asistencia técnica en las tareas de implantación de la Directiva marco de la Estrategia Marina”. En particular, en 2014 los Estados Miembros tenían que poner en marcha los Programas de Seguimiento de las Estrategias Marinas, los cuales debían estar operativos a partir de julio de 2014, previa fase de consulta pública. Asimismo, la información de los programas debía ser remitida a la Comisión Europea a más tardar el 15 de octubre de 2014 (ejercicio de reporting).

Tras haber sido sometidos a un período de consulta pública para la puesta en conocimiento del público interesado, hasta el día 30 de septiembre de 2014, en marzo de 2015 se procedió al reporting final a la Comisión Europea de los mencionados Programas de Seguimiento.

Dentro de tales Programas, organizados de acuerdo a los 11 Descriptores cualitativos para determinar el buen estado medioambiental establecidos en el Anejo 1 de la Directiva y en lo que al Descriptor 10 (Basuras marinas) se refiere, la propuesta española incluye 7 subprogramas que cubren los siguientes indicadores:

- BM-1: Basuras en playas (indicador BM-Pla)
- BM-2: Basuras flotantes (indicador BM-Flo)
- BM-3: Basuras en el fondo marino (indicador BM-Fon)
- BM-4: Micropartículas en agua (indicador BM-Mic)
- BM-5: Micropartículas en sedimentos (indicador BM-Mic)
- BM-6: Micropartículas en playas (indicador BM-Micplaya)
- BM-7: Datos adicionales, para recoger y poner en valor aquellos datos procedentes de iniciativas ambientales de voluntariado que, si cuentan con una adecuada continuidad, cobertura y metodología, pueden proporcionar información valiosa a los gestores de cara a homogeneizar la información relativa a los programas de seguimiento de la Estrategias.

Una buena parte de estos subprogramas se basaban en información que de manera rutinaria o puntual ya se venía recogiendo en nuestro país. Sin embargo, para el subprograma BM-6, relativo a las micropartículas que aparecen en playas, el escaso conocimiento existente provenía, de manera exclusiva, de algunas iniciativas de voluntariado o trabajos de investigación muy puntuales que, en modo alguno, resultaban suficientes para el diseño de un programa de seguimiento rutinario. Por tal motivo, durante los últimos meses de 2015 y el primer semestre de 2016 se acometió una fase inicial del subprograma destinada fundamentalmente a la selección de las playas más adecuadas sobre las que implementar el Programa definitivo, así como poner a punto las metodologías de muestreo y análisis de las muestras a incluir.

Los resultados obtenidos en esa fase inicial fueron objeto del informe “Fase inicial del Programa de seguimiento de micropartículas en playas (BM-6)”, emitido por el CEDEX en julio de 2016 que concluía con una propuesta de nueve playas para su inclusión en el Programa rutinario de seguimiento, la recomendación de realizar por año natural dos campañas, en primavera y en otoño y propuestas de modificación de los protocolos de muestreo y análisis para optimizar los resultados obtenidos.

Dentro del esquema organizativo para los muestreos, se recomendaba asimismo y para optimizar los costes de ejecución que los mismos fueran realizados por el personal propio de la DGSCM encargado de implementar el Programa de seguimiento de basuras marinas en playas (subprograma BM-1).

Todas las propuestas realizadas por el CEDEX fueron aceptadas por la DGSCM con la única excepción de la relativa a la realización de los muestreos, considerando que el CEDEX debería continuar con su ejecución, al menos por el momento y hasta conseguirse una adecuada capacitación de su personal.

El presente informe se corresponde con los trabajos realizados en la primera campaña del Programa de seguimiento, realizada en el otoño de 2016.

2. INTRODUCCIÓN

Para el diseño del Programa de seguimiento de micropartículas en playas (subprograma BM-6) el CEDEX realizó, por encargo de la DGSCM y durante los últimos meses de 2015 y el primer semestre de 2016 una fase inicial destinada a la optimización de las metodologías para la toma de muestras y la selección de las playas más adecuadas sobre las que llevar a cabo el Programa.

En julio de 2016 se emitió el correspondiente informe cuyas conclusiones principales fueron las siguientes:

- No puede deducirse, con la información existente, un patrón que explique la aparición de microbasuras en las playas. Distintas playas geográficamente cercanas presentan concentraciones muy diferentes. Posiblemente este hecho esté relacionado con proximidad a las fuentes o, con mayor probabilidad, con factores hidrodinámicos.
- De la inspección visual de las playas realizada durante los muestreos parece desprenderse que las microbasuras presentes aparecen depositadas sobre la arena, no habiéndose detectado ninguna partícula en capas subsuperficiales. De esta manera, limitar el muestreo para la determinación de las partículas de 1 a 5 mm de tamaño a la capa de arena superficial (por ejemplo el primer centímetro), podría resultar suficiente, simplificándose de esta manera el transporte de las muestras al laboratorio.
- Para una misma playa existen diferencias importantes en la concentración de micropartículas detectada en las diferentes muestras (réplicas). De cara a tener una información estadísticamente más robusta, parecería aconsejable aumentar el número de muestras a analizar en cada playa hasta un número de 5, situadas en localizaciones fijas dentro del transecto de 100 metros utilizado en el subprograma BM-1, en el centro, a 2/3 de su longitud en ambas direcciones y en sus dos extremos.
- Parece aconsejable la revisión del protocolo de análisis de laboratorio. Por una parte, la inclusión de alguna técnica de digestión previa o posterior al tamizado de las muestras ayudaría a eliminar las posibles interferencias en el recuento de partículas derivadas de la consideración como basuras de fibras o partículas de origen natural (en ocasiones difíciles de distinguir). Por otra parte, para la determinación de las partículas de tamaño inferior a 1 mm, el volumen de muestra procesado es de 50 ml, lo que vendría a equivaler a unos 90-100 gr de

- arena. Al referirse los resultados a una masa de 1 kg de arena la normalización matemática de los resultados introduce una importante incertidumbre. A este respecto, resultaría conveniente el análisis de un mayor volumen de arena.
- Los resultados de concentración de micropartículas detectados ponen de manifiesto una importante diferencia entre las playas analizadas, aun correspondiéndose con una misma Demarcación marina. Así, en la Demarcación Noratlántica, las playas de Covas y Rodas presentan una concentración superior a la media de la Demarcación, la playa de Oyambre un valor algo superior al 50% de la media y el resto de playas concentraciones muy inferiores; en la Sudatlántica, en la playa de Valdevaqueros no se detectó la presencia de micropartícula alguna y las otras dos playas de esta Demarcación presentan resultados similares; en la del Estrecho y Alborán no se puede realizar comparación alguna al existir únicamente una playa con resultados de las dos muestreadas; en la Levantino-Balear es donde se ha detectado una mayor disparidad en los resultados (si bien es la Demarcación en la que se dispone de mayor número de playas muestreadas), apareciendo concentraciones en las playas de Marenys y el Prat de Llobregat muy superiores a la media de la Demarcación; por último, en la Demarcación Canaria, en la playa de Famara se detectaron concentraciones muy superiores a las detectadas en las otras dos playas muestreadas.
 - Comparando los resultados medios obtenidos para cada Demarcación, es en la Noratlántica donde se presentan concentraciones más elevadas, si bien se trata casi exclusivamente de partículas de tamaño inferior a 1 mm y siendo similares los valores medios para el resto de Demarcaciones.
 - Las partículas de tamaño inferior a 1 mm resultan ser mayoritarias en las Demarcaciones Noratlántica y Sudatlántica y la comprendida entre 1 y 5 mm en las del Estrecho y Alborán y Canaria. En la Demarcación Levantino-Balear ambas fracciones de rangos de tamaño resultan prácticamente equivalentes.
 - La masa de microplásticos detectada (cuantificada únicamente para las partículas de tamaño superior a 1 mm), indicó valores superiores a la media para las playas de Covas, Marenys, Altafulla, Prat de Llobregat y Famara, siendo esta última playa donde se encontró tanto la mayor concentración de este tipo de partículas como, lógicamente, la mayor masa.
 - Los microplásticos secundarios aparecen como mayoritarios frente a los primarios en todas las playas, con la única excepción de la playa de Altafulla.

- El tipo de partícula mayoritario a nivel general ha resultado ser el de los fragmentos de tipo granular (69% del total). Por Demarcaciones, este tipo de partículas fue también el mayoritario en todas ellas con la única excepción de la del Estrecho y Alborán, en la que fueron los fragmentos de gomaespuma las que aparecieron con mayor frecuencia.
- Excepto en una playa, las partículas opacas resultaron claramente mayoritarias frente a las transparentes. Dentro de estas, el color mayoritario fue el blanco en las Demarcaciones Sudatlántica, Estrecho y Alborán y Canaria, el azul en la Demarcación Noratlántica y el verde en la Levantino-Balear.

Y se hicieron a la DGSCM las siguientes recomendaciones de cara al diseño final del subprograma y su inicio:

- Selección de playas para el seguimiento rutinario:

Dada la longitud de la costa y el número y distribución de las playas incluidas en el subprograma BM-1, parece adecuado que el programa de seguimiento rutinario BM-6 incluyese playas ubicadas en las 5 Demarcaciones marinas españolas pero en un número diferente.

De manera tentativa, la distribución que parece más lógica es la siguiente:

NÚMERO DE PLAYAS A INCLUIR EN EL SUBPROGRAMA BM-6 POR DEMARCACIÓN MARINA	
Demarcación marina	Nº de playas
Noratlántica	3
Sudatlántica	1
Estrecho y Alborán	1
Levantino-Balear	3
Canaria	1

Demarcación Noratlántica:

Las playas que parecen más adecuadas para la realización del seguimiento son las de Rodas, Covas y Oyambre. Teniendo en cuenta que la playa de Rodas está ubicada dentro del Parque Nacional de las Islas Atlánticas de Galicia, resulta de difícil acceso fuera de la temporada estival y los muestreos correspondientes al subprograma BM-1 son llevados a cabo por personal propio del Parque, la DGSCM deberá decidir sobre la

conveniencia de incluir esta playa en el subprograma. Como alternativa a la misma, en caso de no resultar conveniente su inclusión, cabe proponer la de Razo-Baldaio o A Lanzada, que presentan características similares.

Demarcación Sudatlántica:

De las tres playas existentes en el subprograma BM-1, cabe descartar la de Valdevaqueros al no haberse detectado en la misma la presencia de micropartículas. Las otras dos playas han presentado resultados similares (ligeramente superiores en la de Castilnovo). Teniendo en cuenta la facilidad en el acceso para la realización de los muestreos, cabe recomendar la playa de Castilnovo (Cádiz) para su inclusión en el subprograma.

Demarcación del Estrecho y Alborán:

Solo la playa de Carchuna (Granada) reúne las características adecuadas para el muestreo de microplásticos, por lo que debe ser ésta la incluida en el subprograma.

Demarcación Levantino-Balear:

Por los resultados obtenidos, las tres playas que parecen más adecuadas para su inclusión en el subprograma son las de Marenys (Valencia), Prat de Llobregat (Barcelona) y, en menor medida, La Llana (Murcia). Con estas tres playas se tendría una muy buena distribución geográfica dentro de la Demarcación.

Demarcación Canaria:

Las dos playas incluidas dentro del subprograma BM-1 mostraron concentraciones similares y muy moderadas de micropartículas por lo que para esta Demarcación parece aconsejable la inclusión en el subprograma de la playa de Famara (Lanzarote) si bien la logística de los muestreos resultaría diferente al resto de playas y no se podría realizar comparación alguna entre los resultados de ambos subprogramas.

- Realización de las campañas de muestreo:

Para optimizar el coste económico de la ejecución del subprograma de seguimiento, que fundamentalmente conlleva los gastos de desplazamiento de personal para la toma de muestras y los derivados del análisis de las muestras y teniendo en cuenta que una vez puesto en rutina el protocolo de muestreo no parece necesaria una alta especialización del personal encargado del mismo, parece aconsejable que la

adquisición de las muestras fuera llevada a cabo por el mismo personal que realizase las campañas del subprograma BM-1, pudiéndose hacer coincidir en un mismo día ambos muestreos.

En todo caso, y aun cuando por el momento se carece de datos que permitan conocer las diferencias estacionales que pudieran existir, la realización de cuatro muestreos por año, como es el caso del BM-1 parece excesivo y resulta recomendable limitar la toma de muestras para la cuantificación de micropartículas a las campañas que se realicen en la primavera y el otoño de cada año natural.

- Metodología de muestreo:

Teniendo en cuenta las diferencias detectadas entre las diferentes réplicas de una misma playa y de cara a contar con unos resultados estadísticamente más robustos, parece recomendable aumentar el número de réplicas a adquirir y analizar hasta un número de 5.

De tales réplicas, 3 podrían localizarse 3 en puntos fijos dentro del transecto de 100 metros utilizado en el subprograma BM-1, situados en su zona central y a 2/3 de su longitud en ambas direcciones y las dos restantes en otras ubicaciones dentro del transecto o fuera del mismo en función de la acumulación de restos vegetales o existencia visible de partículas de pequeño tamaño.

Todas las muestras se situarían sobre la línea de la última pleamar.

Esta solución, caso de optarse por la misma, tendría como principal inconveniente el incremento del coste económico derivado de la necesidad de analizar un mayor número de muestras.

- Metodología analítica:

Parece recomendable una revisión del protocolo analítico de las muestras para reducir la incertidumbre introducida por la metodología analítica y de normalización de resultados:

- Aumentar la masa de muestra procesada para la determinación de partículas de tamaño inferior a 1 mm para reducir la incertidumbre introducida por la normalización matemática de los resultados (a nº de partículas por kg de arena).

- Estudiar las posibilidades de incluir en el protocolo alguna etapa de digestión de las muestras o técnica similar para eliminar las interferencias en el recuento derivadas de la presencia de partículas o fibras de tipo orgánico.

Todas las anteriores recomendaciones, salvo la referida a la realización de las campañas de muestreo fueron aceptadas por la DGSCM de cara al inicio inmediato del subprograma. En lo que se refiere a la toma de muestras, se consideró prematuro que el mismo pudiese ser llevado a cabo de momento por su propio personal, debido a la falta de capacitación y determinados problemas de tipo logístico. De esta manera se encargó al CEDEX el inicio inmediato del Programa de seguimiento con las modificaciones derivadas de la experiencia adquirida en la Fase inicial.

Con independencia de lo anterior y fruto de las reuniones con los sectores interesados, se decidió que, con carácter adicional se fueran incorporando muestreos de testeo de playas adicionales a las del programa en zonas consideradas como de riesgo para la aparición de microplásticos en playas.

Teniendo en cuenta que la periodicidad recomendada para los muestreos es semestral, con una campaña de recogida de muestras en primavera y una segunda en el otoño de cada año natural, el presente informe recoge los trabajos realizados y resultados obtenidos en la campaña de otoño de 2016.

Adicionalmente a las 9 playas seleccionadas para formar parte del Programa, se incluyó una toma de muestras en la playa de La Pineda, ubicada inmediatamente al Sur del puerto de Tarragona.

3. METODOLOGÍA DE MUESTREO Y CUANTIFICACIÓN

La Fase inicial del subprograma se realizó utilizando unas metodologías desarrolladas por el CEDEX basadas en las recomendadas por el subgrupo de trabajo técnico sobre basuras marinas (TSG-ML) en la “Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas” (JRC, 2013).

La experiencia adquirida en aquella fase ha hecho recomendable incluir algunas modificaciones de detalle sobre las empleadas en la Fase inicial que a continuación se pasan a comentar.

Como Anejo 3 al presente informe se incluye la Metodología completa de muestreo y como Anejo 4 la Metodología de cuantificación de microplásticos en laboratorio.

3.1. Toma de muestras

En cada una de las playas incluidas en el subprograma se han tomado 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 casos utilizando un marco de 50 x 50 cm que se dispone sobre la línea de la última pleamar.



Figura 1. Ubicación de puntos de muestreo dentro del transecto de 100 m del subprograma BM-1

En lugar de los 5 cm superficiales de arena recogidos en la Fase inicial, la capa de arena recogida se ha limitado al centímetro más superficial.

Si bien en la Fase inicial se recogieron dos submuestras, una dentro del marco metálico para la cuantificación de microplásticos de tamaño comprendido entre 1 y 5 mm y una segunda muestra inalterada (sin referencia alguna de la superficie representada), se ha optado por eliminar esta segunda muestra de manera que ambas fracciones de tamaños son analizadas sobre la muestra tomada en el interior del marco metálico. De esta manera los resultados obtenidos pueden ser indistintamente referidos a masa de arena (nº de partículas/kg) o a superficie (nº de partículas/m²).

Las muestras son trasvasadas a envases de capacidad suficiente e inmediatamente enviadas para su procesado en el Laboratorio de Calidad del Medio Marino del CEDEX.



Figura 2. Marco metálico y contenedor utilizados en el muestreo

Este esquema de muestreo fue el seguido en las 9 playas del subprograma con las siguientes excepciones:

- Playa de Famara: Al no estar incluida esta playa en el subprograma BM-1 se carece de transecto de 100 m. Las muestras fueron tomadas a idénticos intervalos de longitud que en el resto de playas sobre el sector central de la playa.

- Playa de La Pineda. Al tratarse únicamente de una toma de muestras para verificar la existencia de microplásticos en función de su proximidad a zonas con una importantísima presencia de industria de producción y transformación del plástico, se tomaron únicamente dos muestras en dos zonas diferentes de la playa.

3.2. Procesado de las muestras en laboratorio

El protocolo utilizado en la Fase inicial se ha modificado de manera que se procesa una única muestra en lugar de las dos que se habían procesado por separado en aquella, incluyendo la pesada de las fracciones retenidas por cada tamiz para poder aplicar los factores de corrección adecuados para el cálculo de las concentraciones en función de la masa o la superficie.

Además, a la vista de la gran incertidumbre que se introducía al procesar una pequeña masa de arena para la determinación de partículas inferiores a 1 mm, se ha incrementado la misma. Dada la dificultad inherente al filtrado del sobrenadante y tras realizar distintas pruebas, la solución de compromiso que pareció óptima fue el procesado de una masa de 200 g (reduciéndose de esta manera aproximadamente a la mitad la incertidumbre anteriormente existente).

La figura 3 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. Pesado 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, realizándose tres extracciones consecutivas para asegurar la retirada de todas las micropartículas flotantes. Filtración por membrana y paso a placa Petri de la membrana.

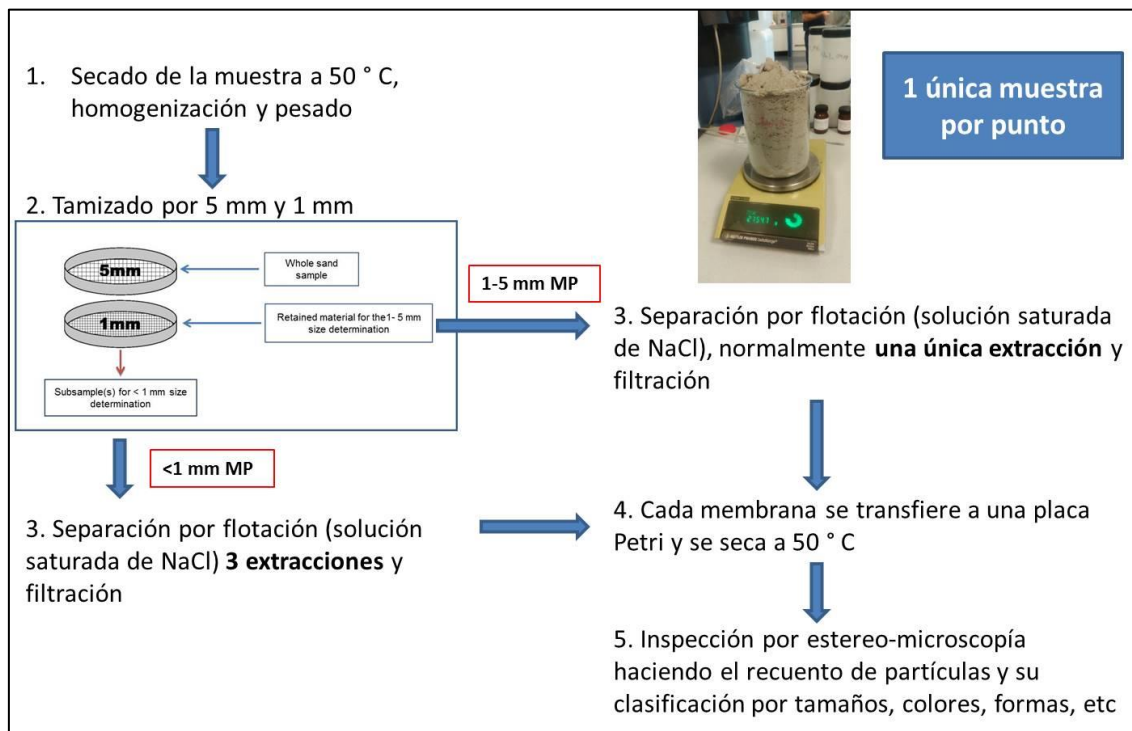


Figura 3. Esquema del procesado de muestras en laboratorio

3.3. Cuantificación de microplásticos

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 han mantenido los mismos rangos utilizados en la Fase inicial, es decir, <200 μm , 200-400 μm , 400-600 μm , 600-800 μm , 800-1000 μm , 1-2 mm, 2-3 mm, 3-4 mm y 4-5 mm. Se considera siempre como longitud de la partícula la longitud máxima de ésta, independientemente de su forma.



Como datos complementarios, se anota su forma y color habiéndose simplificado, por resultar confuso y presentar carencias en algunos casos, las categorías en las que se clasifican las partículas. Se han considerado las incluidas en la tabla 1.

Tabla 1. Características de las partículas consideradas en el análisis microscópico		
Formas	Colores	
Fibras/Filamentos		
Fragmentos	Incoloro/Transparente Ambarino Blanco Azul Verde Rojo Amarillo Negro Otro color	
		Planos angulosos
		Planos redondeados
Granulares		
Pellets		Esféricos
		Cilíndricos
		Discos
		Otros
Microesferas		
Film/Láminas		
Poliespán		
Gomaespumas		
Otra forma diferente		

Los resultados se expresan en número de partículas por unidad de masa de arena (kg) y por superficie (m²).

4. CAMPAÑAS DE MUESTREO

Salvo en un caso específico que a continuación se detalla, las campañas de muestreo se programaron por fachadas geográficas, de manera que en un mismo desplazamiento del personal técnico encargado de los mismos se pudieran obtener las muestras correspondientes a todas las playas de cada fachada.

La única excepción a lo anterior fue la playa de Rodas, ubicada en el Parque Nacional marítimo-terrestre de las Islas Atlánticas en la que el muestreo fue realizado directamente por el personal del parque.

Así, se realizaron las cuatro campañas con personal técnico del CEDEX: la primera para el muestreo de las playas correspondientes a la Demarcación Noratlántica, una segunda para la recogida de muestras en las de Andalucía (Demarcaciones Sudatlántica y del Estrecho y Alborán), una tercera para las de la Demarcación Levantino-Balear y una última para la playa de la Demarcación Canaria, entre finales de septiembre y primeros de noviembre de 2016, cumpliéndose así con el objetivo del Programa de que todos los muestreos fueran realizados en otoño y, a ser posible, coincidiendo con la ventana temporal correspondiente a las tomas de datos del subprograma BM-1 (15 de septiembre-15 de octubre).

En todos los muestreos se siguió estrictamente el protocolo modificado que se ha expuesto en el apartado anterior con las siguientes excepciones:

- Playa de La Pineda: Se tomaron únicamente dos muestras en lugar de las 5 establecidas en el protocolo dado que simplemente se trataba de una inspección para comprobar la existencia de pellets en la misma y decidir, con posterioridad, su posible inclusión en el programa rutinario de seguimiento.
- Playa de Famara: Dado que el desplazamiento del personal técnico se realiza por medios aéreos se optó por no utilizar el marco metálico, usándose en su lugar una delimitación del área de muestreo mediante cuatro picas y cordel, según se muestra en la figura 4.

De esta manera, la toma de muestras se realizó en un total de 10 playas (las 9 incluidas en el subprograma más la playa adicional), adquiriéndose para su análisis en laboratorio un total de 47 muestras de arena, de acuerdo con la distribución incluida en la tabla 2.



Figura 4. Delimitación del área de muestreo (50x50 cm) en la playa de Famara

Tabla 2 MUESTRAS ADQUIRIDAS					
DEMARCACIÓN MARINA	PLAYA	FECHA	RÉPLICA	LATITUD	LONGITUD
NORATLÁNTICA	OYAMBRE	22/10/2016	R1	43° 23' 25,9'' N	4° 19' 49,3'' W
			R2	43° 23' 25,6'' N	4° 19' 48,4'' W
			R3	43° 23' 25,2'' N	4° 19' 47,3'' W
			R4	43° 23' 25,0'' N	4° 19' 46,3'' W
			R5	43° 23' 24,8'' N	4° 19' 45,4'' W
	COVAS	23/10/2016	R1	43° 40' 18,7'' N	7° 36' 30,5'' W
			R2	43° 40' 18,4'' N	7° 36' 29,6'' W
			R3	43° 40' 18,3'' N	7° 36' 28,5'' W
			R4	43° 40' 18,3'' N	7° 36' 27,6'' W
			R5	43° 40' 18,2'' N	7° 36' 26,6'' W

Tabla 2 MUESTRAS ADQUIRIDAS					
DEMARCACIÓN MARINA	PLAYA	FECHA	RÉPLICA	LATITUD	LONGITUD
NORATLÁNTICA	RODAS	30/09/2016	R1	42° 13' 14,1'' N	8° 54' 06,8'' W
			R2	42° 13' 13,3'' N	8° 54' 06,5'' W
			R3	42° 13' 12,7'' N	8° 54' 06,2'' W
			R4	42° 13' 11,9'' N	8° 54' 06,0'' W
			R5	42° 13' 11,0'' N	8° 54' 05,7'' W
SUDATLÁNTICA	CASTILNOVO	3/11/2016	R1	36° 15' 27,0'' N	6° 05' 05,8'' W
			R2	36° 15' 26,5'' N	6° 05' 05,5'' W
			R3	36° 15' 25,4'' N	6° 05' 05,2'' W
			R4	36° 15' 24,6'' N	6° 05' 04,8'' W
			R5	36° 15' 23,9'' N	6° 05' 04,5'' W
ESTRECHO Y ALBORÁN	CARCHUNA	4/11/2016	R1	36° 41' 41,9'' N	3° 26' 20,2'' W
			R2	36° 41' 42,0'' N	3° 26' 21,2'' W
			R3	36° 41' 42,3'' N	3° 26' 22,1'' W
			R4	36° 41' 42,5'' N	3° 26' 23,2'' W
			R5	36° 41' 42,6'' N	3° 26' 24,1'' W
LEVANTINO-BALEAR	LA LLANA	27/09/2016	R1	37° 48' 54,4'' N	0° 45' 28,7'' W
			R2	37° 48' 53,6'' N	0° 45' 28,6'' W
			R3	37° 48' 52,8'' N	0° 45' 28,5'' W
			R4	37° 48' 52,3'' N	0° 45' 28,2'' W
			R5	37° 48' 51,2'' N	0° 45' 28,0'' W
	MARENYS	28/09/2016	R1	39° 04' 33,9'' N	0° 12' 31,5'' W
			R2	39° 04' 33,4'' N	0° 12' 31,2'' W
			R3	39° 04' 32,5'' N	0° 12' 30,9'' W
			R4	39° 04' 31,8'' N	0° 12' 30,4'' W
			R5	39° 04' 31,0'' N	0° 12' 29,8'' W
	LA PINEDA	28/09/2016	R1	41° 04' 44,0'' N	1° 11' 05,8'' E
			R2	41° 04' 17,2'' N	1° 10' 48,3'' E

Tabla 2 MUESTRAS ADQUIRIDAS					
DEMARCACIÓN MARINA	PLAYA	FECHA	RÉPLICA	LATITUD	LONGITUD
LEVANTINO-BALEAR	CAL FRANCÉS	29/09/2016	R1	41 ⁰ 16' 27.0'' N	2 ⁰ 03' 46.2'' E
			R2	41 ⁰ 16' 26.6'' N	2 ⁰ 03' 44.7'' E
			R3	41 ⁰ 16' 26.4'' N	2 ⁰ 03' 44.0'' E
			R4	41 ⁰ 16' 26.1'' N	2 ⁰ 03' 43.0'' E
			R5	41 ⁰ 16' 26.0'' N	2 ⁰ 03' 42.0'' E
CANARIA	FAMARA	2/11/2016	R1	29 ⁰ 06' 56,3'' N	13 ⁰ 33' 23,3'' W
			R2	29 ⁰ 06' 56,4'' N	13 ⁰ 33' 22,3'' W
			R3	29 ⁰ 06' 56,8'' N	13 ⁰ 33' 21,6'' W
			R4	29 ⁰ 06' 57,1'' N	13 ⁰ 33' 20,8'' W
			R5	29 ⁰ 06' 57,2'' N	13 ⁰ 33' 20,3'' W

En el Anejo 1 se incluyen los mapas de detalle con la ubicación de todas las muestras adquiridas. En las mismas figuras se refleja, cuando es el caso, el sector de playa utilizado para el muestreo de macrobasuras en el transecto de 100 metros.

5. RESULTADOS ANALÍTICOS

La totalidad de resultados analíticos obtenidos se incluyen como Anejo 2 del presente informe, dedicándose el presente apartado a exponer los datos más destacados.

5.1. Concentración de microplásticos

Dada la metodología analítica utilizada, con las modificaciones introducidas tras la fase inicial del subprograma, la cantidad de micropartículas detectada en las muestras se puede expresar tanto en función de la masa (por kg de arena) como por superficie (por m²).

Teniendo en cuenta que dicha metodología incluye el análisis, de dos submuestras en cada réplica tomada en la playa, una para la determinación de micropartículas de tamaño comprendido entre 1 y 5 mm y otra para la fracción de tamaño inferior a 1 mm, que conllevan el procesado de dos volúmenes de arena muy diferentes, resulta necesario normalizar los resultados obtenidos a la unidad común. Esta normalización introduce un factor de incertidumbre para el caso de las micropartículas de tamaño inferior a 1 mm (masa de muestra procesada de 200 gr). No obstante, conviene apuntar que las mejoras introducidas en la metodología de laboratorio han permitido reducir a algo más de la mitad tal incertidumbre respecto a la fase inicial del subprograma.

La concentración de micropartículas detectadas en las 47 muestras analizadas oscila entre un máximo de 129,8 partículas por kg de arena hasta 0 partículas por kg de arena (que se corresponden respectivamente con 1.173,2 partículas/m² y 0 partículas/m²).

Teniendo en cuenta el número de réplicas tomadas en cada playa (5 para todas las playas excepto en la playa de La Pineda donde se tomaron únicamente 2) las concentraciones medias por playa varían entre un máximo de 61,0 partículas/kg y un mínimo de 3,16 partículas/kg (que se corresponden respectivamente con 541,7 partículas/m² y 35,3 partículas/m²).

La concentración media para el conjunto de playas resulta ser de 23,55 partículas/kg (s=17,57) o 254,2 partículas/m² (s=174,1). Tal como puede observarse en la figura 5, las concentraciones detectadas no siguen en absoluto una distribución normal, por lo que parece más aconsejable utilizar como valor medio el de la mediana, que resultó ser, para el conjunto de playas, de 23,04 partículas/kg o 238,75 partículas/m². El

intervalo de concentraciones dominante es el de una concentración inferior a 10 partículas/kg, que representa un 38% de las muestras analizadas.

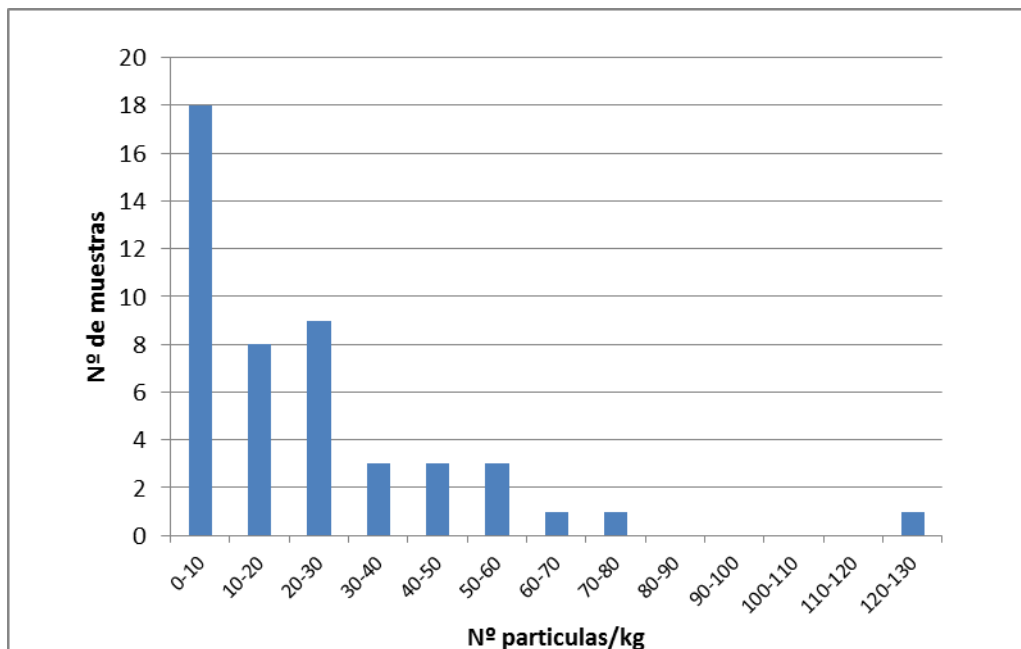


Figura 5. Distribución de los rangos de concentración

Resulta interesante destacar, asimismo, que si bien en un 12% de las muestras los análisis de laboratorio no detectaron la presencia de micropartículas, no existe ninguna playa en la que, teniendo en cuenta todas las réplicas adquiridas, este tipo de contaminación esté ausente.

Por el contrario, en 7 de las 10 playas muestreadas (Rodas, Castilnovo, La Llana, Marenys, Cal Francés, La Pineda y Famara) se detectó la presencia de microplásticos en la totalidad de las réplicas analizadas, por lo que cabría establecer que en las mismas su presencia es generalizada.

De acuerdo con lo anterior, en la tablas 3 y 4 se incluyen los resultados medios obtenidos para cada playa, incluyéndose también los correspondientes a la mediana, desviación típica y coeficiente de variación entre las réplicas de una misma playa.

Tabla 3 CONCENTRACIONES MEDIAS POR PLAYA				
Playa	Concentración (Nº micropartículas/kg)			
	Media	Mediana	Desv típica	CV
Oyambre	3,16	0,82	4,35	1,37
Covas	12,08	10,00	13,10	1,08
Rodas	24,21	19,99	20,52	0,85
Castilnovo	12,00	14,99	6,71	0,56
Carchuna	4,30	5,00	4,56	1,06
La Llana	25,19	27,19	10,35	0,41
Marenys	24,49	21,30	14,07	0,57
Cal Francés	40,81	53,24	24,35	0,60
Famara	61,01	51,10	43,62	0,71
La Pineda	28,20	26,73	50,53	1,79
MEDIA	23,55	23,04	19,22	0,90

Tabla 4 CONCENTRACIONES MEDIAS POR PLAYA				
Playa	Concentración (Nº micropartículas/m²)			
	Media	Mediana	Desv típica	CV
Oyambre	36,75	12,00	46,85	1,27
Covas	121,96	104,63	134,88	1,11
Rodas	248,09	211,81	209,32	0,84
Castilnovo	126,20	122,30	88,12	0,70
Carchuna	35,27	40,97	37,78	1,07
La Llana	296,06	297,81	117,83	0,40
Marenys	332,11	259,66	202,69	0,61
Cal Francés	470,82	544,37	255,58	0,54
Famara	541,66	519,12	387,99	0,72
La Pineda	333,41	274,80	445,72	1,34
MEDIA	254,23	238,75	192,68	0,86

Teniendo en cuenta que la cantidad de partículas detectada en la playa de Famara resulta ser muy significativamente superior a la del resto de playas ya que constituyen, por si solas, casi un 60% del total, los valores medios incluidos en las tablas 3 y 4 para el total de playas incluidas en el subprograma se encuentran muy afectados por los resultados de esta playa individual. Si no se tuviese en consideración los resultados de Famara, pasarían a ser los incluidos en la tabla 5.

Tabla 5 RESULTADOS MEDIOS SIN CONSIDERAR LA PLAYA DE FAMARA				
	Media	Mediana	Desv típica	CV
Concentración (N ^o micropartículas/kg)	19,38	19,92	16,51	0,92
Concentración (N ^o micropartículas/m ²)	222,30	207,59	170,97	0,88

5.2. Distribución por tamaños

Tal y como puede observarse en la figura 6, casi el 70% de las partículas detectadas para el total de playas tienen un tamaño de entre 3 y 5 mm, resultando claramente mayoritarios los tamaños superiores a 1 mm (86,5% de las partículas contabilizadas) frente a las de tamaño inferior a este umbral (13,5%).

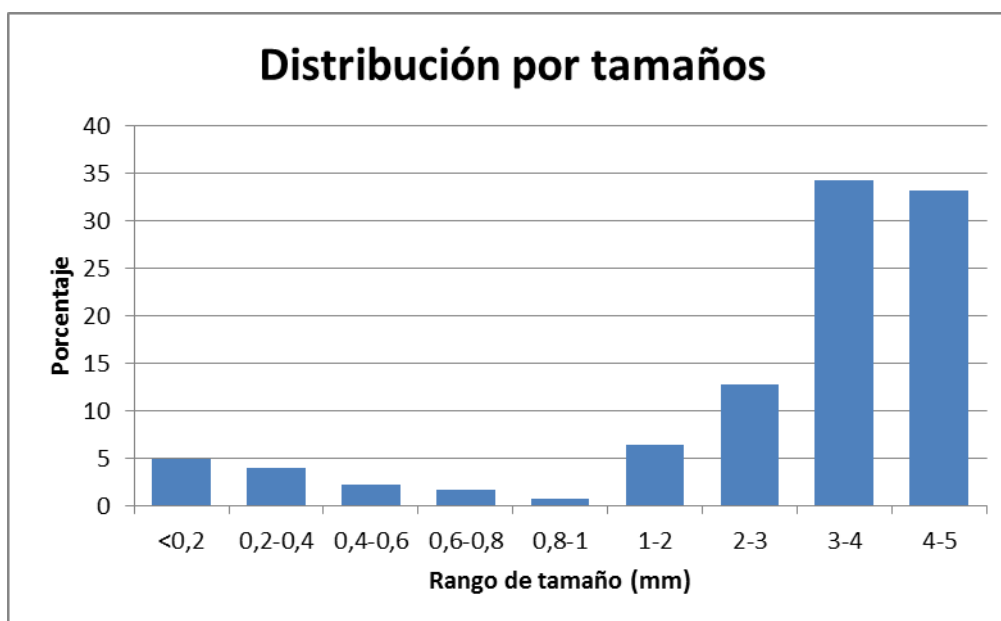


Figura 6. Distribución por rango de tamaños (total de playas)

Analizando los resultados obtenidos por cada playa individual y de acuerdo con lo que se incluye en la tabla 6, el rango de tamaños que resultó mayoritario teniendo en cuenta la totalidad de playas fue el comprendido entre 3 y 4 mm seguido por el de 4-5 mm, si bien esta distribución está muy influida por los resultados obtenidos en las playas de Famara y La Pineda y, en menor medida Cal Francés.

Tabla 6 DISTRIBUCIÓN DE RANGO DE TAMAÑOS (%)									
Playa	50 - 200 µm	200- 400 µm	400- 600 µm	600- 800 µm	800 µm - 1mm	1-2 mm	2-3 mm	3-4 mm	4-5 mm
Oyambre	0,0	33,3	16,7	0,0	0,0	0,0	50,0	0,0	0,0
Covas	61,5	23,1	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7
Rodas	14,8	44,4	22,2	3,7	3,7	7,4	3,7	0,0	0,0
Castilnovo	50,0	25,0	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Carchuna	14,3	42,9	0,0	0,0	0,0	14,3	28,6	0,0	0,0
La Llana	8,0	3,4	4,5	5,7	0,0	34,1	31,8	8,0	4,5
Marenys	28,1	18,8	12,5	9,4	6,3	0,0	21,9	3,1	0,0
Cal Francés	6,6	4,1	2,5	1,0	1,0	4,6	20,8	41,1	18,3
Famara	0,2	0,2	0,2	0,7	0,2	3,0	7,3	45,3	43,0
La Pineda	3,7	1,2	1,2	0,0	1,2	8,6	11,1	4,9	67,9
MEDIA	4,93	3,98	2,18	1,71	0,66	6,36	12,71	34,25	33,21

Al igual que se ha mencionado anteriormente el peso estadístico que tiene en esta distribución de tamaños la playa de Famara, fundamentalmente en lo que se refiere a las partículas de los rangos de tamaño superiores, hace que resulte conveniente, para una mejor interpretación de estos resultados, conocer los valores medios sin considerar esta playa, resultando los que se incluyen en la tabla 7.

Tabla 7 DISTRIBUCIÓN DE RANGO DE TAMAÑOS (%) SIN CONSIDERAR LA PLAYA DE FAMARA									
	50 - 200 µm	200- 400 µm	400- 600 µm	600- 800 µm	800 µm - 1mm	1-2 mm	2-3 mm	3-4 mm	4-5 mm
MEDIA	11,0	8,9	4,8	3,0	1,3	10,6	19,7	20,1	20,7

Las figuras 7 y 8 resumen las concentraciones de micropartículas encontradas en cada playa y su distribución por estos dos intervalos de tamaño.

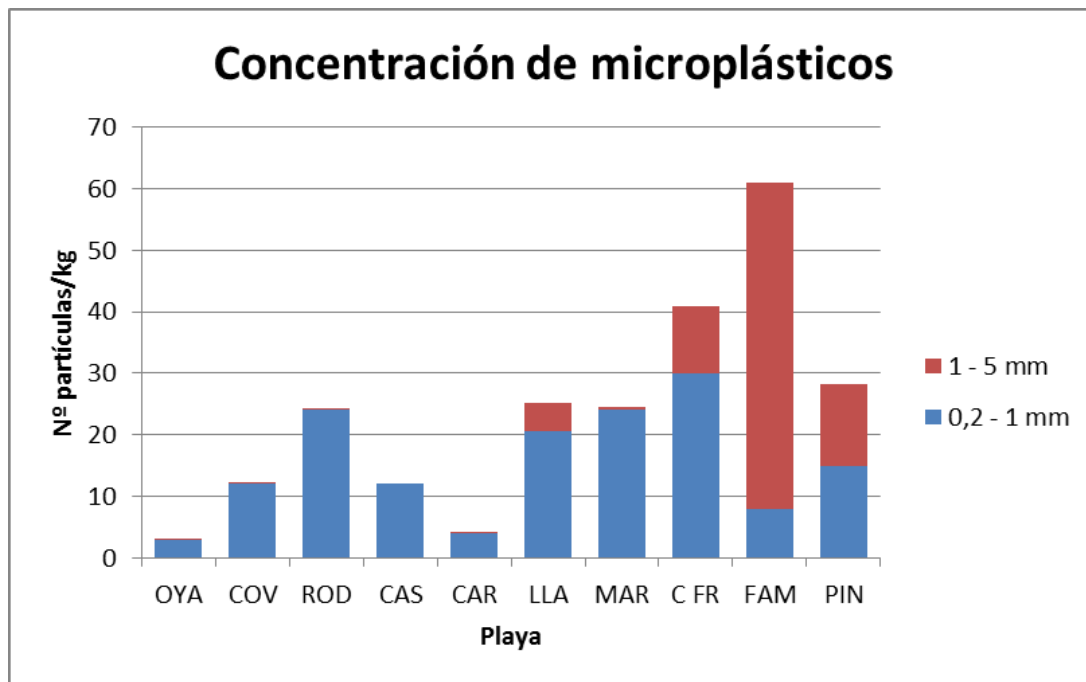


Figura 7. Concentración de micropartículas (partículas/kg) y distribución por rango de tamaño

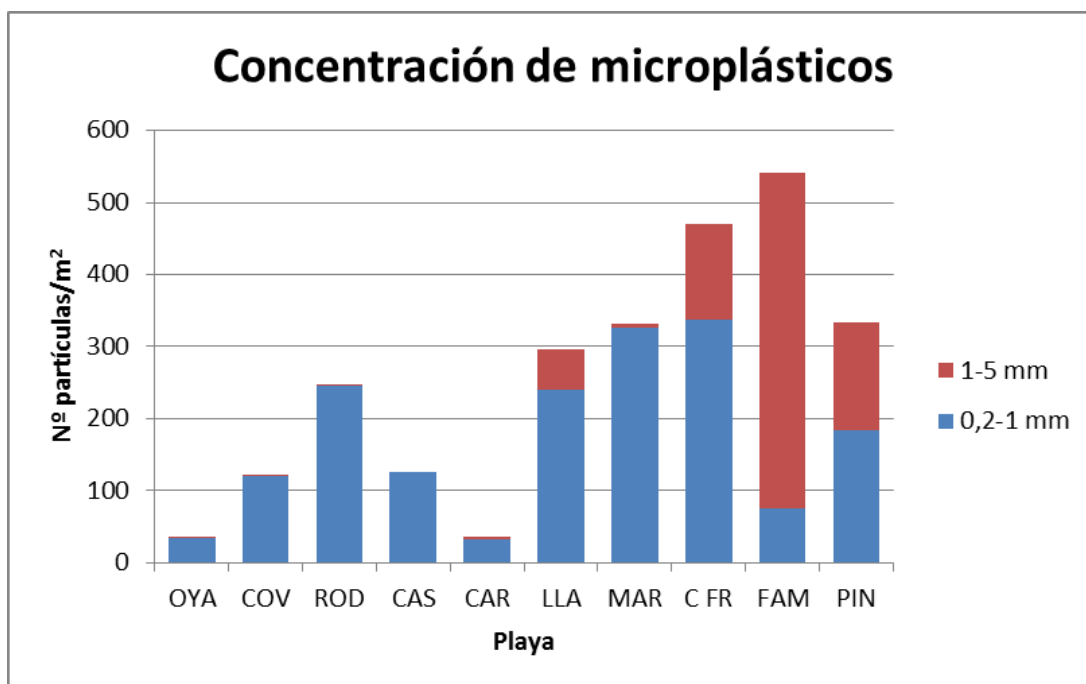


Figura 8. Concentración de micropartículas (partículas/m²) y distribución por rango de tamaño

5.3. Masa de partículas

En las determinaciones de laboratorio únicamente se ha cuantificado la masa de las partículas de tamaño superior a 1 mm ya que en todos los casos, aun en los de mayor concentración detectada, la correspondiente a las partículas de tamaño inferior resultaba inferior al límite de cuantificación establecido (10 mg).

De esta manera, se han obtenido para las diferentes playas las masas medias que se incluyen en la tabla 8.

Tabla 8 MASA MEDIA DE MICROPLÁSTICOS POR PLAYA		
Playa	Masa (mg/kg)	Masa (mg/m ²)
Oyambre	0,0	0,0
Covas	0,9	8,0
Rodas	1,4	16,0
Castilnovo	0,0	0,0
Carchuna	0,0	0,0
La Llana	7,3	88,0
Marenys	2,5	32,0
Cal Francés	158,1	2.048,0
Famara	1.236,8	10.864,0
La Pineda	324,7	3.640,0

Por lo tanto, para el total de playas, la masa media de microplásticos detectadas sería de 173,2 mg/kg o 1.670 mg/m². Si no se tuviese en consideración la playa de Famara que como ya se ha explicado repetidamente cabe considerarlo un caso muy particular, la masa media de microplásticos pasaría a ser de 54,98 mg/kg o 648 mg/m².

5.4. Distribución por tipo de partícula

Los tipos de partículas, en atención a su forma, considerados en el recuento fueron:

- Fibras/Filamentos
- Fragmentos
 - Planos angulosos
 - Planos redondeados
 - Granulares

- Pellets
- Microesferas
- Film/Láminas
- Poliespán
- Gomaespumas
- Otra forma

Esféricos
Cilíndricos
Discos
Otros

Esta clasificación podría llevar a considerar, de manera estimativa, que los pellets y las microesferas se corresponderían con microplásticos primarios mientras que el resto serían secundarios.

Teniendo en cuenta el total de playas, y tal como se refleja en la figura 9, casi un 65% de las partículas detectadas se corresponden con pellets, si bien éstos aparecieron únicamente en 4 playas como se discute posteriormente.

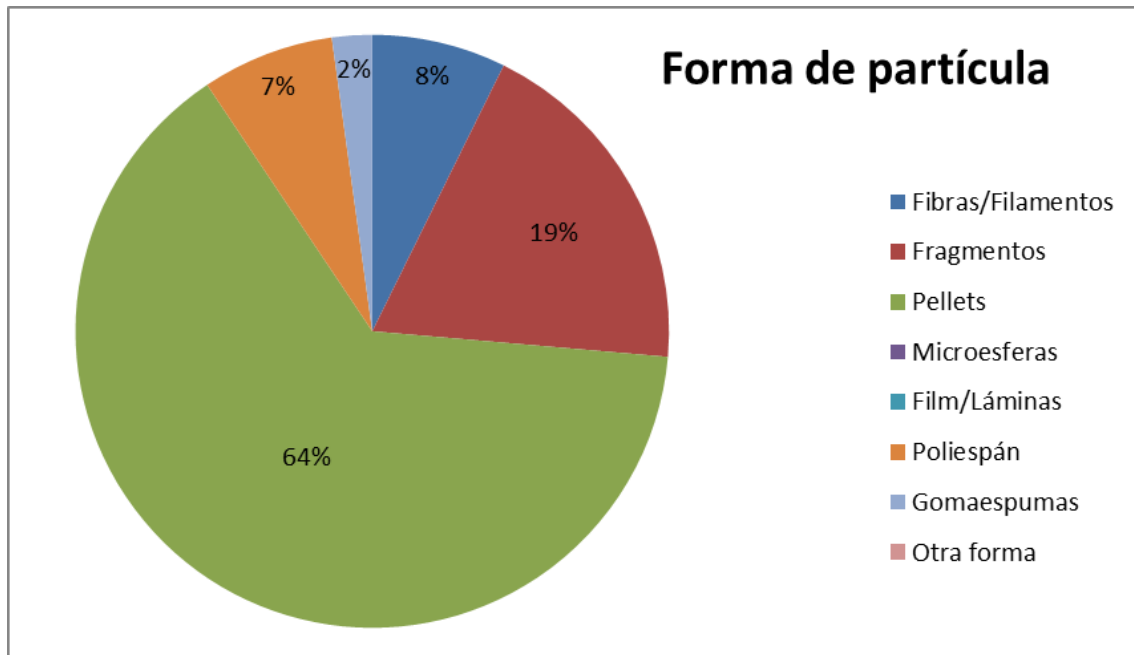


Figura 9. Distribución por tipo de partícula (total de playas)

Si no se tienen en cuenta los resultados obtenidos para la playa de Famara, los pellets no resultarían ya la forma mayoritaria (pasando a representar un 20,3% de las partículas contabilizadas) resultando entonces las partículas correspondientes a “otra forma” los mayoritarios con un 38,6% de las partículas dentro de esta categoría.

Asumiendo la aproximación anteriormente mencionada sobre asignación de los diferentes tipos a microplásticos primarios o secundarios y siempre teniendo una gran incertidumbre al respecto, resultaría para cada playa la estimación que se refleja en la tabla 9.

Tabla 9 TIPO DE MICROPLÁSTICOS POR PLAYA		
Playa	% PRIMARIOS	% SECUNDARIOS
Oyambre	0,0	100
Covas	0,0	100
Rodas	0,0	100
Castilnovo	0,0	100
Carchuna	0,0	100
La Llana	3,4	96,6
Marenys	0,0	100
Cal Francés	44,7	55,3
Famara	88,7	11,3
La Pineda	76,5	23,5

Es decir, que para el conjunto de playas, un 64% de las partículas detectadas se corresponderían con microplásticos primarios y un 36% con secundarios. No obstante a lo anterior, si no se tuvieran en consideración los resultados obtenidos en la playa de Famara, la distribución resulta a ser completamente diferente ya que entonces los microplásticos secundarios pararían a ser los mayoritarios (67%) frente a los primarios (33%).

Con la única excepción de la playa de La Llana, en las playas donde aparecen pellets, éstos resultan mayoritarios frente al resto de microplásticos detectados.



Figura 10. Pellets y microplásticos secundarios en la playa de Famara

Tal y como se mencionaba anteriormente, por su origen muy específico y la posibilidad de establecer medidas concretas de reducción, resulta conveniente analizar con mayor grado de detalle la distribución de pellets detectada. Tal y como se recogía en la tabla 7, estas partículas se detectaron en las playas de La Llana (en baja concentración) y Cal Francés, La Pineda y Famara (en altas concentraciones) tal y como se refleja en la figura 11.

No obstante a lo anterior y como se discutirá en el apartado siguiente, existe una diferencia cualitativa entre los pellets detectados en el resto de playas respecto a la de Famara y es que mientras que en las primeras su coloración es blanca o transparente, en la de Famara su coloración característica es de color ámbar, lo que es indicativo de que han permanecido mucho tiempo expuestos a la acción solar y atmosférica.

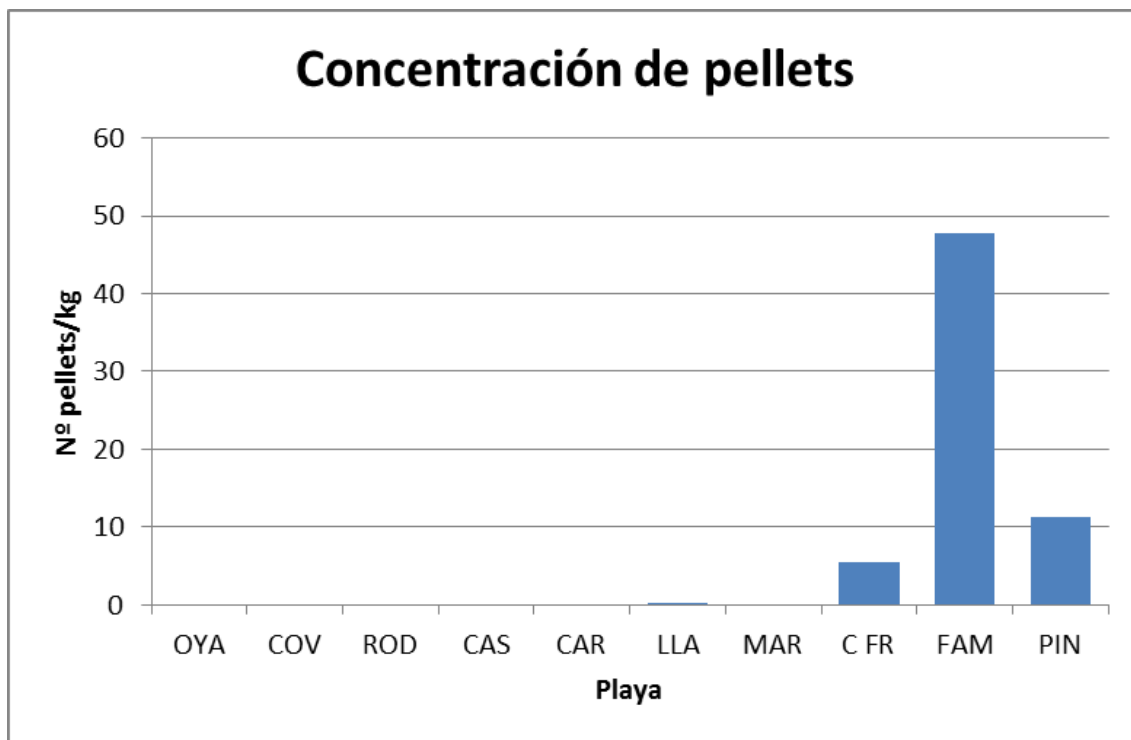


Figura 11. Concentración de pellets

Así, aún a falta de investigar con mayor grado de detalle las fuentes concretas de estos pellets, todo parece indicar que las detectadas en las playas de Cal Francés y La Pineda se corresponden con una contaminación accidental procedente de fuentes cercanas (industria de producción o transformación del plástico) mientras que en la playa de Famara, donde no existe tal industria su fuente no tiene un carácter local sino que, más bien, se corresponde con arribadas oceánicas desde zonas de acumulación en el océano abierto.

En el transcurso de este trabajo se han mantenido distintas reuniones de trabajo con PlasticsEurope en las que se indicó que el 70% de la producción y el 30% de la transformación del plástico en nuestro país se concentra en la zona de Cataluña, de acuerdo con lo que puede observarse en las siguientes figuras.

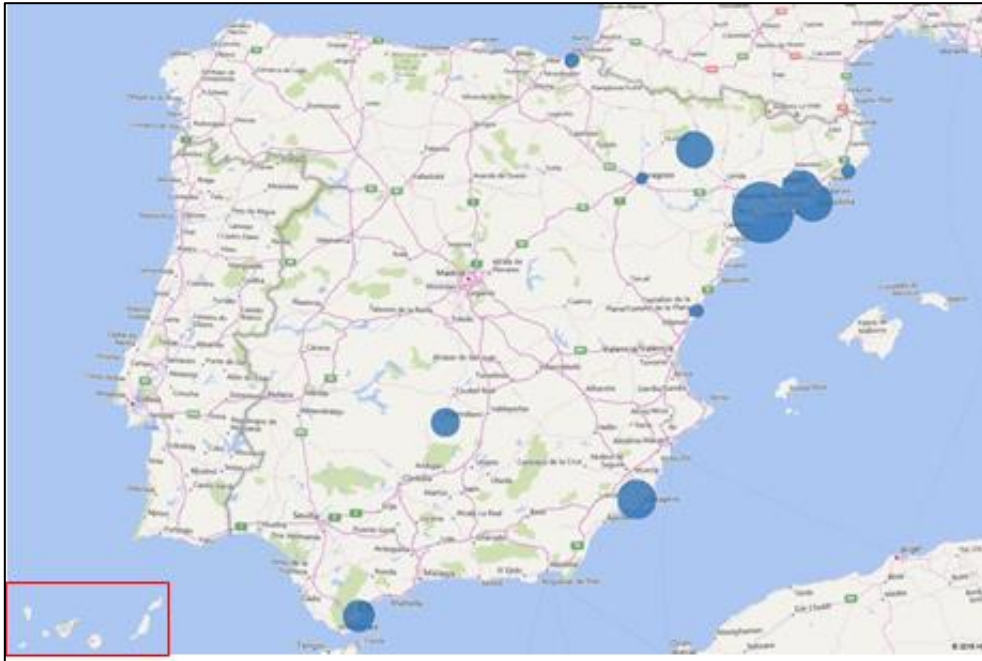


Figura 12. Centros de producción de materias primas (Fuente: PlasticsEurope)



Figura 13. Centros de fabricación de compuestos/reciclados (Fuente: PlasticsEurope)



Figura 14. Centros de transformación (Fuente: PlasticsEurope)



Figura 15. Áreas de potencial acumulación de granza plástica (Fuente: PlasticsEurope)

La información anterior llevó a incluir en los muestreos realizados en el otoño de 2016 una inspección en la playa de La Pineda y, a la vista de los resultados obtenidos, parece muy recomendable su inclusión en el seguimiento rutinario de este subprograma ya que, por su proximidad a las fuentes, puede ser de gran utilidad para evaluar si las medidas introducidas por el propio sector para minimizar las pérdidas de estos materiales (por ejemplo, el Operation Clean Sweep que están empezando a

implementar en España) o las correspondientes al Programa de medidas de las Estrategias marinas resultan efectivas a la hora de minimizar los aportes directos.

En el caso de los resultados obtenidos, tanto en la fase inicial como en esta primera campaña de seguimiento rutinario, para la playa de Famara y ante la imposibilidad de abordar medidas concretas al no existir industria del plástico en aquella zona geográfica, solo cabe un seguimiento general y, en todo caso, la realización de estudios específicos de mayor detalle que permitieran aproximarse no a la zona de generación, que posiblemente será prácticamente ubicua, sino al menos a la zona de acumulación oceánica desde donde son transportadas las partículas hacia la costa.

5.5. Distribución por colores

El color de las partículas resulta un atributo de importancia ya que, en muchas ocasiones facilita la identificación de la fuente de las partículas o incluso el polímero de que se trata. En todo caso, la coloración es de gran ayuda para distinguir las microbasuras de otras micropartículas que pudieran tener un origen natural.

En la literatura científica suele mencionarse que el azul y el negro son los colores mayoritarios en los microplásticos.

En la metodología utilizada, para el atributo de color se ha distinguido entre los siguientes:

- Incoloro/Transparente
- Ambarino
- Blanco
- Azul
- Verde
- Rojo
- Amarillo
- Negro
- Otro color

Tal como puede observarse en la figura 16, para el total de playas y tipos de partículas, el color que apareció con mayor frecuencia fue el ámbar seguido del blanco y partículas transparentes, representando la suma de estas tres coloraciones un 67%. Sin embargo, esta distribución está muy influida por la presencia de pellets que son los que representan la mayoría de partículas detectadas y presentan tal coloración.

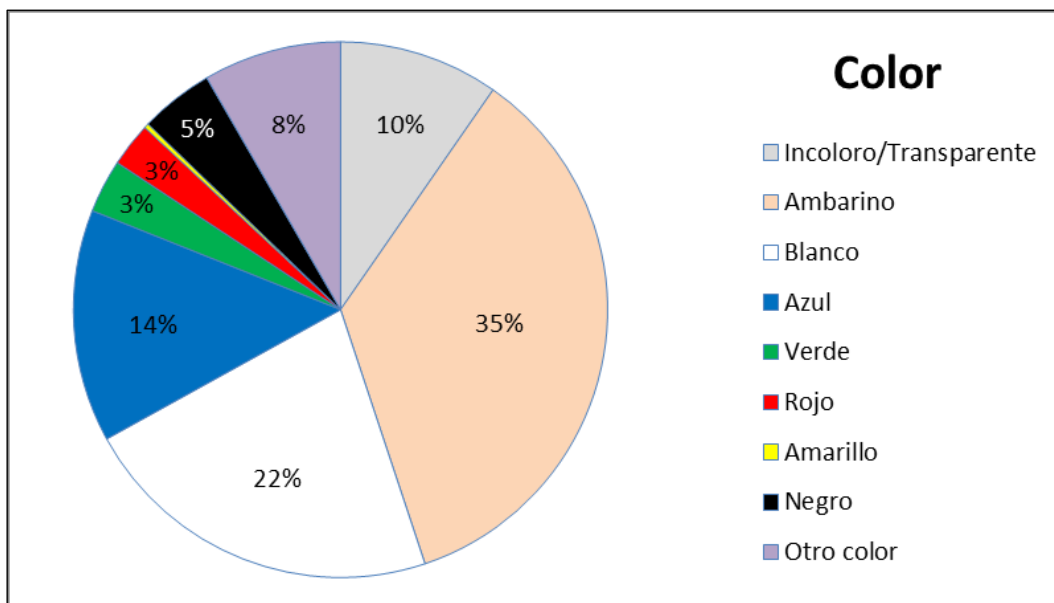


Figura 16. Distribución por colores de partícula (total de playas)

Ya se ha mencionado anteriormente la diferencia de color entre los pellets detectados en la playa de Famara y el resto de playas donde aparecieron. Si no se tuviese en cuenta esta playa y tal como puede observarse en la figura 17, los colores blanco y azul pasarían a ser los mayoritarios.

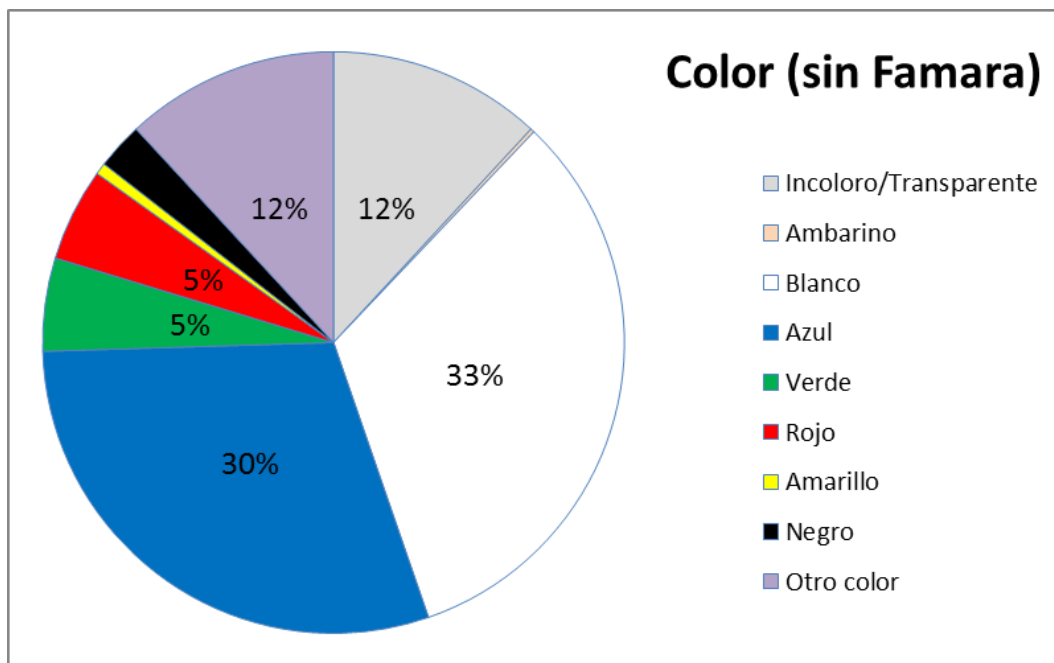


Figura 17. Distribución por colores de partícula (total de playas sin considerar Famara)

Si no se tienen en cuenta los microplásticos primarios (que se corresponden en estos análisis completamente con pellets), la distribución por colores sería la que se indica en la figura 18, pasando a resultar predominantes los colores azul y blanco.

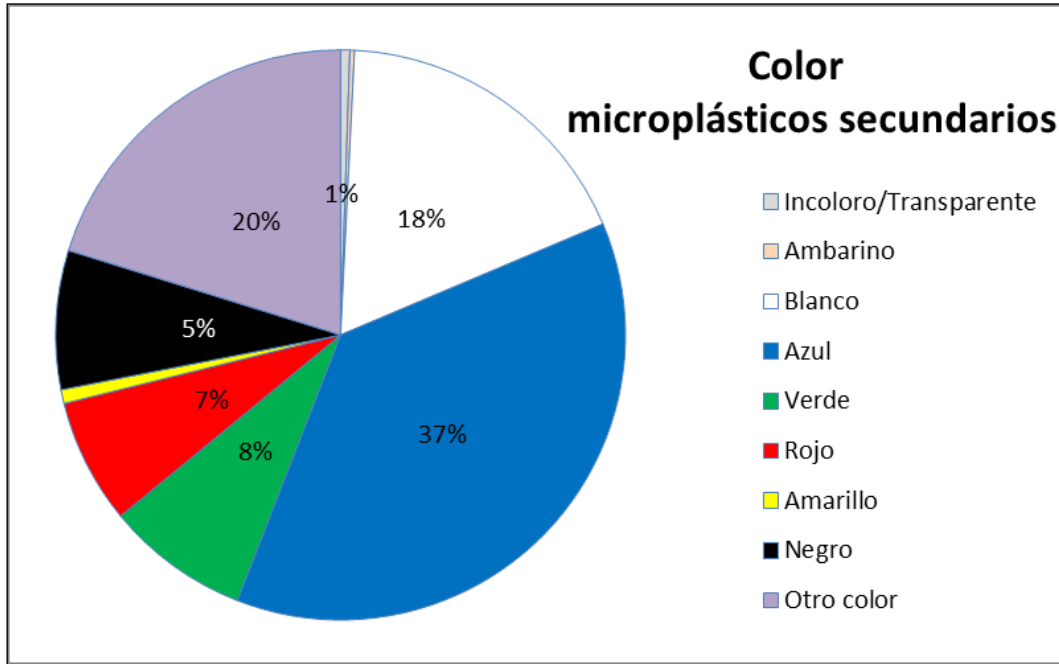


Figura 18. Distribución por colores de partícula (microplásticos secundarios)

6. OTRA INFORMACIÓN RELEVANTE

Durante la reunión del grupo de trabajo de basuras marinas de OSPAR (ICG-ML) celebrada en Copenhague en noviembre de 2016, Francia hizo una presentación sobre la pérdida de pellets a lo largo de la cadena de manufactura y transporte del plástico en la que incluyó los encuentros de pellets en diferentes zonas europeas procedente de una iniciativa de FIDRA (<http://www.nurdlehunt.org.uk>) en la que según puede observarse en la figura 18 existen dos observaciones puntuales de zonas con alta concentración en la costa española que se corresponden con:

- Playa de Somocuevas, en Cantabria.
- Playa de Razo-Baldaio, en A Coruña, en la que, según se referencia en la propia observación, existe una factoría de plástico llamada Placasa en Carbaio. La empresa Plásticos de Carballo S.A se dedica a la producción de film de polietileno y bolsas de plástico.

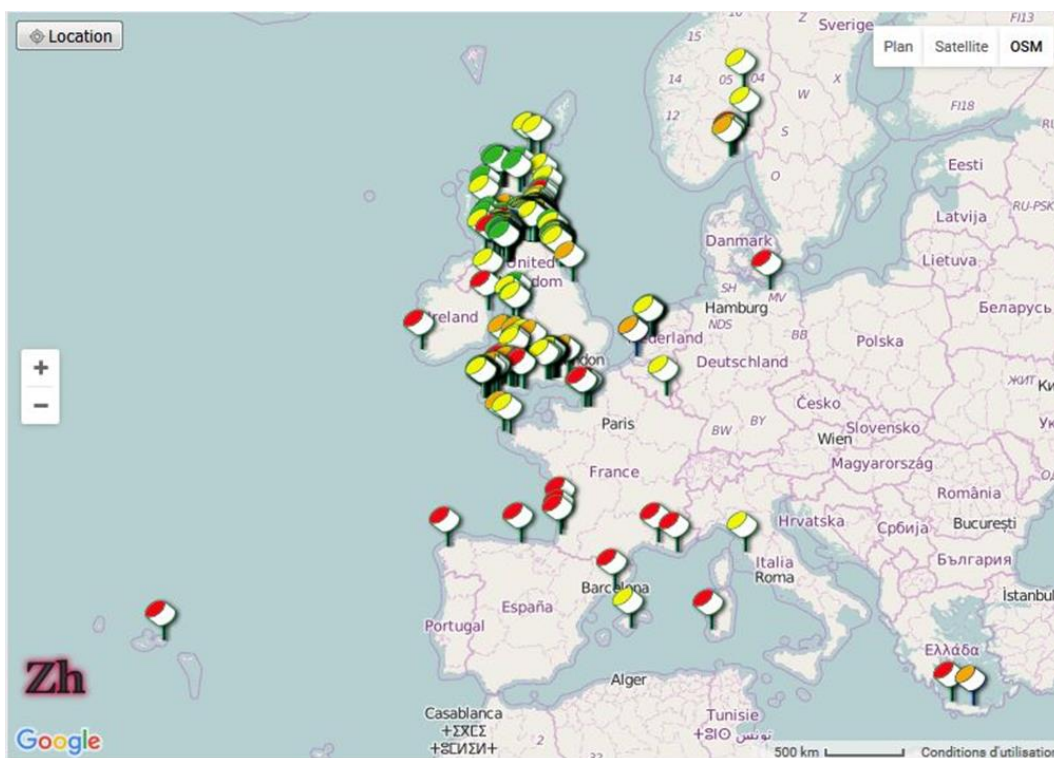


Figura 18. Observaciones de pellets en playas (Fuente FIDRA)

Conviene apuntar que la playa de Razo-Baldaio ya fue investigada en la Fase inicial del subprograma sin detectarse concentraciones destacadas de microplásticos. No

obstante, la toma de muestras se realizó sobre el sector de la playa utilizado en el subprograma BM-1 mientras que la observación que aparece en la BBDD de FIDRA se corresponde con una localización situada a unos 3 km al SE de la zona muestreada entonces.

Por otra parte, fruto de las reuniones de trabajo con PlasticsEurope y tal como se ha expuesto en el apartado 5.4, una de las zonas que parece de gran interés cubrir en el subprograma es la correspondiente a la desembocadura del Besós por ser un punto teórico de acumulación de pellets procedentes de la zona de concentración de la industria del plástico.

Justamente en la desembocadura de este río (aguas arriba y abajo) se localizan las playas de El Forum y El litoral (TM de Sant Adriá del Besós) según puede observarse en la figura 19.

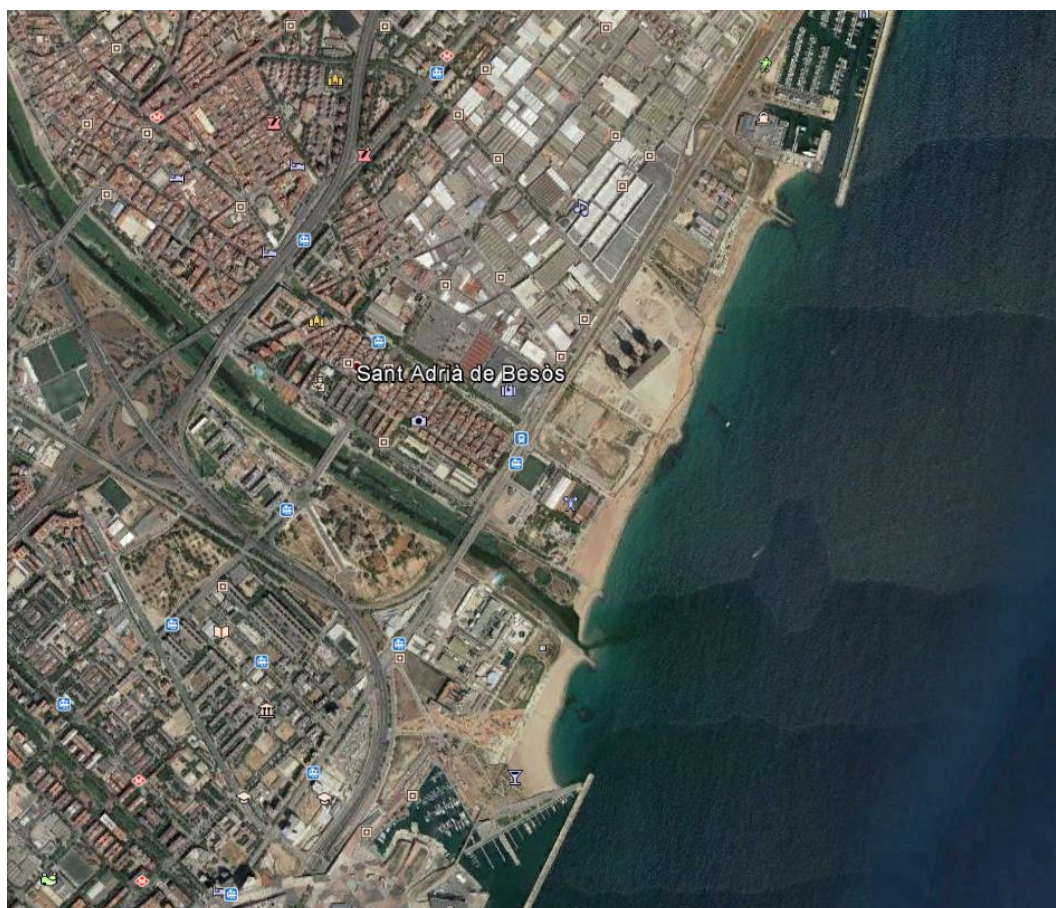


Figura 19. Playas en la desembocadura del Besós



CEDEX

A la vista de todo lo anterior, parece recomendable que en futuras campañas se realizasen inspecciones de las playas anteriores para, a la vista de los resultados que pudieran obtenerse, decidir la inclusión en el subprograma de todas o algunas de estas playas.

7. RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las campañas correspondientes al otoño de 2016 para el subprograma BM-6, micropartículas en playas, se han llevado a cabo de acuerdo con lo inicialmente programado, con la única diferencia de la inclusión de un muestreo adicional realizado en la playa de La Pineda (Tarragona).

La inclusión de un reconocimiento en esta última playa fue el resultado de las reuniones de trabajo con el sector de la industria del plástico, que pusieron de manifiesto el interés de contar con datos de campo en una zona donde se concentra en un altísimo porcentaje la industria de producción y transformación del plástico en nuestro país.

Las metodologías de muestreo y análisis fueron, en todos los casos, las puestas a punto tras la Fase inicial de este subprograma, llevada a cabo entre 2015 y el primer semestre de 2016 y que se incluyen como Anejos 3 y 4 al presente informe, con la única diferencia de que en la playa de La Pineda, al tratarse por el momento simplemente de un reconocimiento preliminar, se recogieron únicamente dos muestras en lugar de las 5 que se han adquirido en el resto de playas.

Al haberse modificado las metodologías de muestreo y análisis respecto a las utilizadas en la Fase inicial, no parece adecuado realizar una comparación de los resultados ahora obtenidos respecto a los correspondientes a aquella fase por cuanto los volúmenes de arena procesados son diferentes (los correspondientes a los primeros 5 cm superficiales entonces frente al cm superficial de la metodología definitiva).

No parece oportuno tampoco incluir un análisis de los resultados por Demarcaciones marinas dado que la variabilidad obtenida en los resultados para cada playa indica que los mismos deben considerarse representativos, exclusivamente, de cada playa individual sin que puedan ser extrapolables a otras zonas geográficas, aun estando próximas. Asimismo y tal como se ha puesto de manifiesto, la playa de Famara constituye un caso muy particular ya que las densidades de partículas detectadas y sus características resultan muy diferentes a las del resto. Esto hace que los valores medios que se pudieran calcular se encuentran muy desvirtuados por el peso estadístico que en la distribución general tiene esta playa.

Los análisis de laboratorio de las 47 muestras recogidas permitieron obtener los resultados que se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 10 RESUMEN DE RESULTADOS			
Concentración máxima (por réplica)	Nº partículas/kg	129,8	Playa de Famara (R-1)
	Nº partículas/m ²	1.173,2	Playa de Famara (R-1)
Concentración máxima (media playa)	Nº partículas/kg	61,01	Playa de Famara
	Nº partículas/m ²	541,7	Playa de Famara
Concentración mínima (por réplica)	Nº partículas/kg	0,00	Playas de Oyambre, Covas y Carchuna
	Nº partículas/m ²	0,00	
Concentración mínima (media playa)	Nº partículas/kg	3,16	Playa de Oyambre
	Nº partículas/m ²	35,27	Playa de Carchuna
Concentración media (conjunto de playas)	Nº partículas/kg	23,55	
	Nº partículas/m ²	254,23	
Masa máxima (por réplica)	mg/kg	2.943,6	Playa de Famara (R-1)
	mg/m ²	26.600,0	Playa de Famara (R-1)
Masa máxima (media playa)	mg/kg	1.236,8	Playa de Famara
	mg/m ²	10.864,0	Playa de Famara
Masa media (conjunto de playas)	mg/kg	173,2	
	mg/m ²	1.669,6	
Rango de tamaño medio más frecuente	3-4 mm		34,25 %
Forma preponderante	Pellets cilíndricos		25,6%
Máximo MP primarios (media playa)	88,7%		Playa de Famara
Máximo MP secundarios (media playa)	100%		Playas de Oyambre, Covas, Rodas, Castilnovo y Carchuna
Medio MP primarios (conjunto de playas)	64,2 %		
Medio MP secundarios (conjunto de playas)	35,8 %		

Tabla 10
RESUMEN DE RESULTADOS

Color más frecuente (total partículas)	Ambarino	35,2%
Color más frecuente (MP secundarios)	Azul	37,3%

Resulta interesante señalar que si bien los pellets han aparecido como las micropartículas predominantes para el conjunto de playas, únicamente han aparecido en 4 playas pero, salvo en el caso de La Llana, en concentraciones muy elevadas. En caso de no tener en cuenta los resultados de la playa de Famara, esta forma de partícula ya no resultaría la mayoritaria a nivel general.

Es, asimismo, interesante apuntar que en ninguna de las muestras analizadas se ha detectado la presencia de microesferas, empleadas en una variedad de productos para el hogar, incluyendo cosméticos o detergentes, para añadir función exfoliante o para dar color y textura.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en esta primera campaña de seguimiento rutinario, parece adecuado de cara a la continuación del subprograma, realizar las siguientes recomendaciones:

- Continuar, a no ser que compromisos derivados de la Unión Europea o los Convenios Regionales para la protección del medio marino pudieran establecer lo contrario, con las mismas metodologías de muestreo y análisis utilizadas en esta primera campaña.
- Incluir la playa de La Pineda (Tarragona) dentro del subprograma BM-6 ya que su seguimiento rutinario a largo plazo permitiría evaluar la efectividad de las medidas que sobre el sector de la industria del plástico pudieran establecerse.
- Realizar durante posteriores campañas, una inspección en algunas playas adicionales donde existen indicios o recomendaciones del sector de la industria del plástico para su seguimiento. En este sentido se propone que durante 2017 se investigue la presencia de microplásticos en las playas de Razo-Baldaio y de la desembocadura del río Besós, de cara a decidir por la DGSCM su eventual incorporación al subprograma en años venideros. En función del desarrollo del subprograma, la inspección adicional en la playa de Somocuevas podría realizarse en 2018.

- Abordar, en la medida en que resulte posible, una investigación de detalle que permita avanzar en el conocimiento de los patrones de distribución de las altas concentraciones de microplásticos detectadas en la playa de Famara y si el problema detectado en la misma puede resultar común a otras playas de la Demarcación Canaria.
- Incluir en el futuro y cuando el volumen de datos recogidos en el subprograma BM-6 lo haga posible, un análisis de tendencias y de posible correlación con los resultados del subprograma BM-1.

Madrid, marzo 2017

El autor del informe,

Examinado y conforme,

D. José Luis Buceta Miller

D^a Ana Lloret Capote
Directora de medio marino

V^o B^o

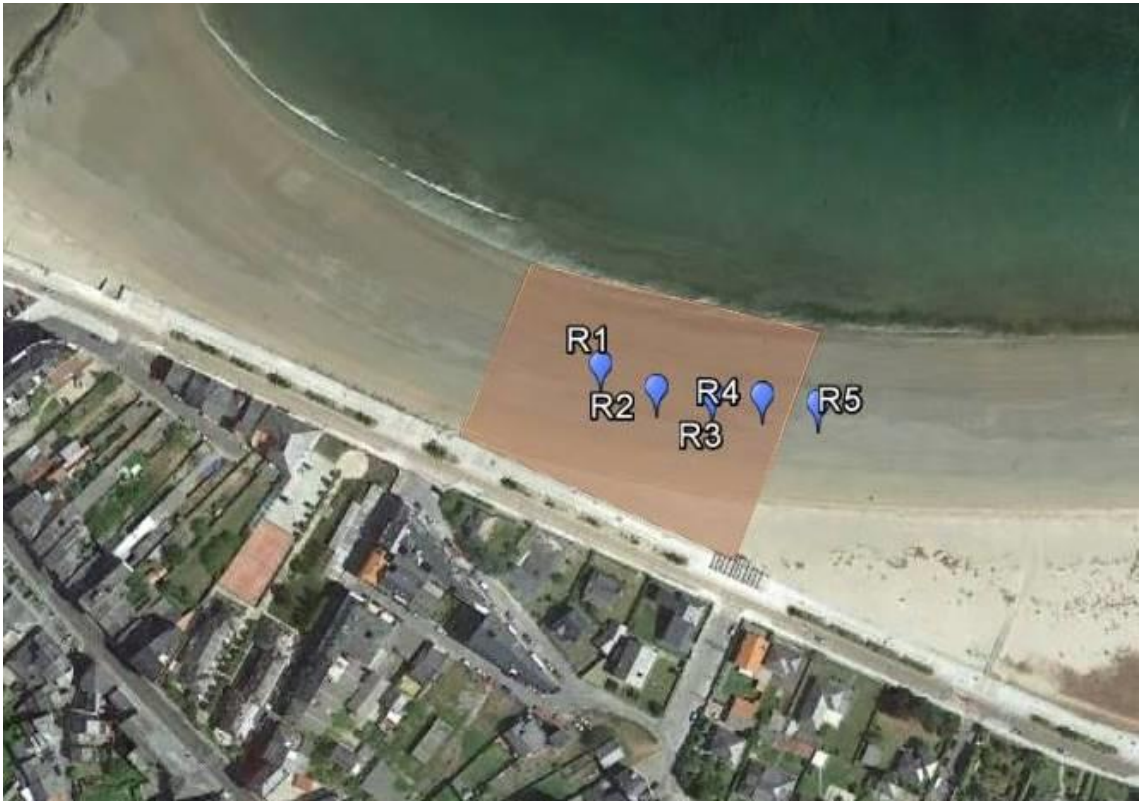
D. Ramón Gutiérrez Serret
Director del Centro de Estudios de Puertos y Costas

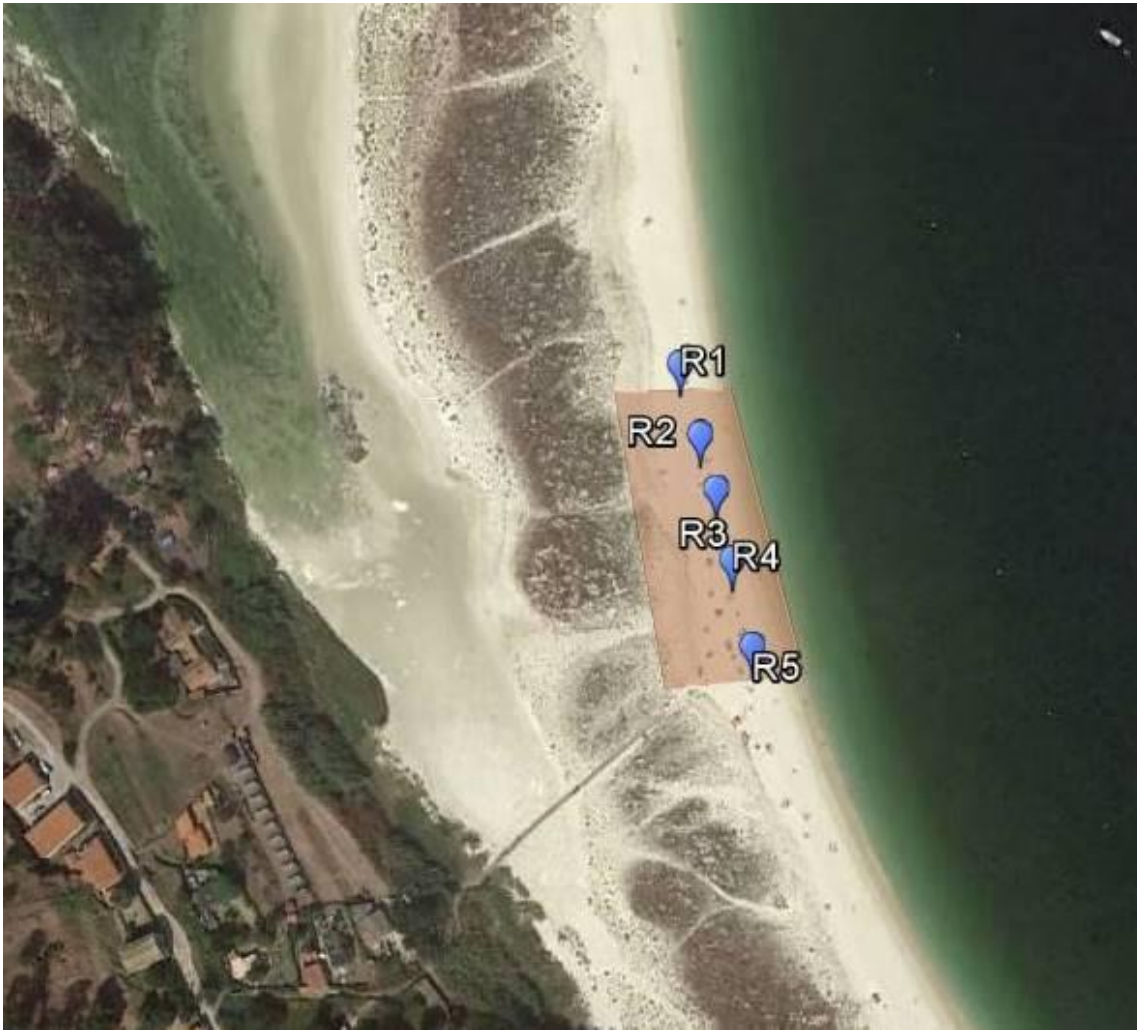
ANEJOS

ANEJO 1

PLANOS DE SITUACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO

ESTACIONES DE MUESTREO PARA LA DETERMINACIÓN DE MICROPARTÍCULAS EN ARENAS DE PLAYAS			
PLAYA	OYAMBRE	FECHA MUESTREO	22/10/2016
			
Tiempo tras la última pleamar:			3 horas


ESTACIONES DE MUESTREO PARA LA DETERMINACIÓN DE MICROPARTÍCULAS EN ARENAS DE PLAYAS			
PLAYA	COVAS	FECHA MUESTREO	23/10/2016
			
Tiempo tras la última pleamar:			2:15 horas

ESTACIONES DE MUESTREO PARA LA DETERMINACIÓN DE MICROPARTÍCULAS EN ARENAS DE PLAYAS			
PLAYA	RODAS	FECHA MUESTREO	30/09/2016
			
Tiempo tras la última pleamar:			6 horas

ESTACIONES DE MUESTREO PARA LA DETERMINACIÓN DE MICROPARTÍCULAS EN ARENAS DE PLAYAS			
PLAYA	CASTILNOVO	FECHA MUESTREO	3/11/2016
			
Tiempo tras la última pleamar:		5 horas	

ESTACIONES DE MUESTREO PARA LA DETERMINACIÓN DE MICROPARTÍCULAS EN ARENAS DE PLAYAS			
PLAYA	CARCHUNA	FECHA MUESTREO	4/11/2016
			
Tiempo tras la última pleamar:			3:45 horas

ESTACIONES DE MUESTREO PARA LA DETERMINACIÓN DE MICROPARTÍCULAS EN ARENAS DE PLAYAS			
PLAYA	LA LLANA	FECHA MUESTREO	27/09/2016
			
Tiempo tras la última pleamar:			2 horas

ESTACIONES DE MUESTREO PARA LA DETERMINACIÓN DE MICROPARTÍCULAS EN ARENAS DE PLAYAS			
PLAYA	MARENYS	FECHA MUESTREO	28/09/2016
			
Tiempo tras la última pleamar:			5 horas

ESTACIONES DE MUESTREO PARA LA DETERMINACIÓN DE MICROPARTÍCULAS EN ARENAS DE PLAYAS			
PLAYA	CAL FRANCÉS	FECHA MUESTREO	29/09/2016
			
Tiempo tras la última pleamar:			2 horas

ESTACIONES DE MUESTREO PARA LA DETERMINACIÓN DE MICROPARTÍCULAS EN ARENAS DE PLAYAS			
PLAYA	FAMARA	FECHA MUESTREO	2/11/2016
			
Tiempo tras la última pleamar:			2:15 horas

ESTACIONES DE MUESTREO PARA LA DETERMINACIÓN DE MICROPARTÍCULAS EN ARENAS DE PLAYAS			
PLAYA	LA PINEDA	FECHA MUESTREO	28/09/2016
			
Tiempo tras la última pleamar:			8 horas

ANEJO 2

ESTADILLOS DE RESULTADOS DE LABORATORIO

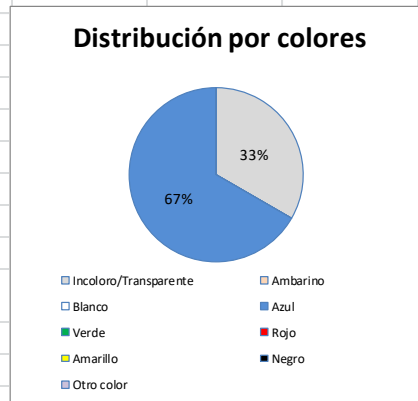
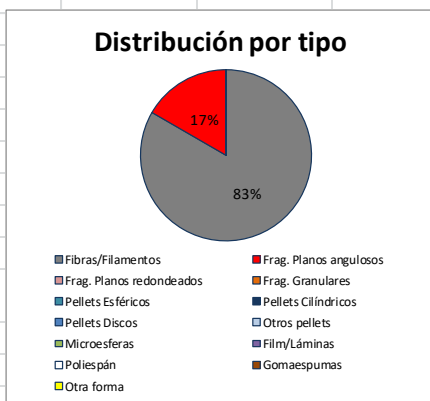
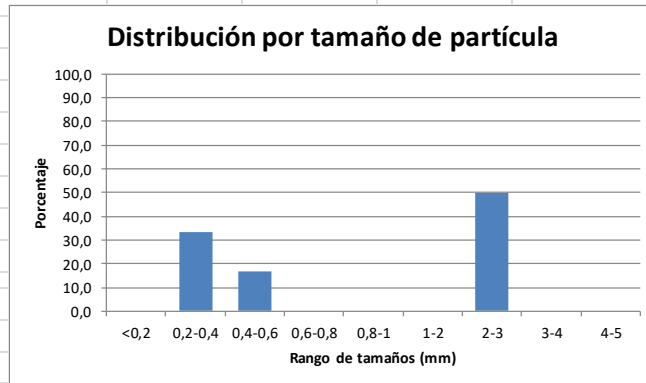
	Nombre de la playa:	OYAMBRE		Municipio	VALDALIGA (CANTABRIA)		
	Fecha muestreo:	22/10/2016		Tpo tras pleamar	3 h		
	Réplica	R1	R2	R3	R4	R5	
Coordenadas	Latitud	43° 23' 25,9" N	43° 23' 25,6" N	43° 23' 25,2" N	43° 23' 25,0" N	43° 23' 24,8" N	
	Longitud	4° 19' 49,3" W	4° 19' 48,4" W	4° 19' 47,3" W	4° 19' 46,3" W	4° 19' 45,4" W	
	Masa inicial procesada (gr)	2593,80	2778,6	2147,6	3646,1	3402,6	
	Masa retenida en 5 mm (gr)	0,00	0,00	0,00			
	Masa procesada < 1 mm (gr)	200,02	200,09	200,07	200,11	200,06	
RESULTADOS RECuento:							
		R1	R2	R3	R4	R5	
		Partic. contadas	Partic. contadas	Partic. contadas	Partic. contadas	Partic. contadas	
Tamaños (mm)	<0,2						
	0,2-0,4	2					
	0,4-0,6					1	
	0,6-0,8						
	0,8-1						
	1-2						
	2-3				3		
	3-4						
FORMA	Fibras/Filamentos	2			3		
	Fragmentos	Planos angulosos					1
		Planos redondeados					
		Granulares					
	Pellets	Esféricos					
		Cilíndricos					
		Discos					
		Otros					
	Microesferas						
	Film/Láminas						
	Poliespán						
Gomaespumas							
Otra forma							
COLOR	Incoloro/Transparente				2		
	Ambarino						
	Blanco						
	Azul	2			1	1	
	Verde						
	Rojo						
	Amarillo						
	Negro						
Otro color							
	Masa de partículas (g)	0,00			0,00	0,00	

DETERMINACIÓN DE MICROPLÁSTICOS EN ARENAS DE PLAYA			
PLAYA	OYAMBRE		
PROVINCIA/MUNICIPIO	VALDALIGA (CANTABRIA)		
Fecha	22/10/2016	Tiempo de muestreo tras la pleamar	3 h



CONCENTRACIÓN DE MICROPLÁSTICOS	PUNTOS DE MUESTREO				
	R1	R2	R3	R4	R5
Nº partículas/kg	10,0	0,0	0,0	0,8	5,0
Nº partículas/m ²	103,7	0,0	0,0	12,0	68,0
Masa (mg/kg)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Masa (mg/m ²)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

MEDIA PLAYA	Nº partículas/kg	Nº partículas/m ²	Masa (mg/kg)	Masa (mg/m ²)
		3,2	36,8	0,0



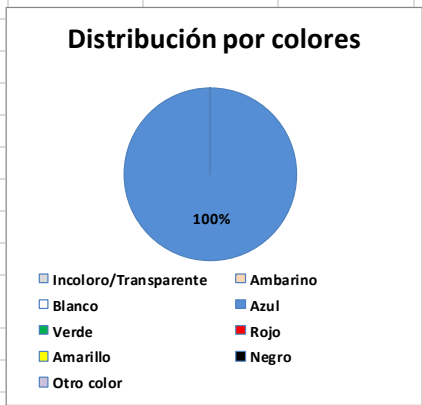
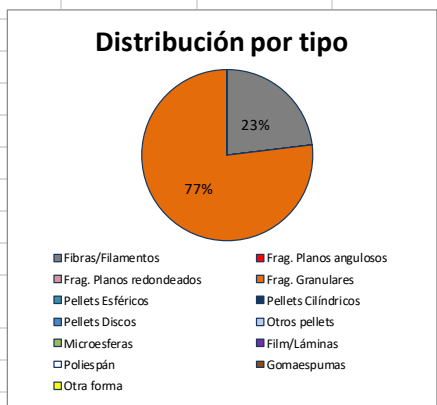
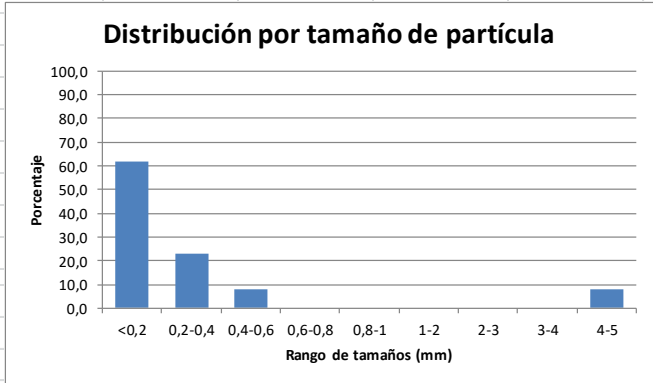
	Nombre de la playa:	COVAS		Municipio	VIVEIRO (LUGO)		
	Fecha muestreo:	23/10/2016		Tpo tras pleamar	2,15 h		
	Réplica	R1	R2	R3	R4	R5	
Coordenadas	Latitud	43° 40' 18,7'' N	43° 40' 18,4'' N	43° 40' 18,3'' N	43° 40' 18,3'' N	43° 40' 18,2'' N	
	Longitud	7° 36' 30,5'' W	7° 36' 29,6'' W	7° 36' 28,5'' W	7° 36' 27,6'' W	7° 36' 26,6'' W	
	Masa inicial procesada (gr)	2652,20	2288,3	2616,3	2876,2	2263,2	
	Masa retenida en 5 mm (gr)	0,14	0,00	0,00	0,00	0,44	
	Masa procesada < 1 mm (gr)	200,07	200,04	200,05	200,06	200,03	
RESULTADOS RECuento:							
		R1	R2	R3	R4	R5	
		Partic. contadas	Partic. contadas	Partic. contadas	Partic. contadas	Partic. contadas	
Tamaños (mm)	<0,2	4	4				
	0,2-0,4	2		1			
	0,4-0,6			1			
	0,6-0,8						
	0,8-1						
	1-2						
	2-3						
	3-4						
	4-5		1				
FORMA	Fibras/Filamentos		1	2			
	Fragmentos	Planos angulosos					
		Planos redondeados					
		Granulares	6	4			
	Pellets	Esféricos					
		Cilíndricos					
		Discos					
		Otros					
	Microesferas						
	Film/Láminas						
	Poliespán						
Gomaespumas							
Otra forma							
COLOR	Incoloro/Transparente						
	Ambarino						
	Blanco						
	Azul	6	5	2			
	Verde						
	Rojo						
	Amarillo						
	Negro						
Otro color							
	Masa de partículas (g)	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	

DETERMINACIÓN DE MICROPLÁSTICOS EN ARENAS DE PLAYA			
PLAYA	COVAS		
PROVINCIA/MUNICIPIO	VIVEIRO (LUGO)		
Fecha	23/10/2016	Tiempo de muestreo tras la pleamar	2,15 h



CONCENTRACIÓN DE MICROPLÁSTICOS	PUNTOS DE MUESTREO				
	R1	R2	R3	R4	R5
Nº partículas/kg	30,0	20,4	10,0	0,0	0,0
Nº partículas/m ²	318,1	187,0	104,6	0,0	0,0
Masa (mg/kg)	0,0	4,4	0,0	0,0	0,0
Masa (mg/m ²)	0,0	40,0	0,0	0,0	0,0

MEDIA PLAYA	Nº partículas/kg	Nº partículas/m ²	Masa (mg/kg)	Masa (mg/m ²)
		12,1	122,0	0,9



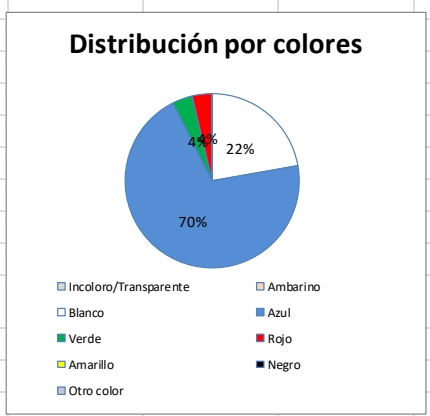
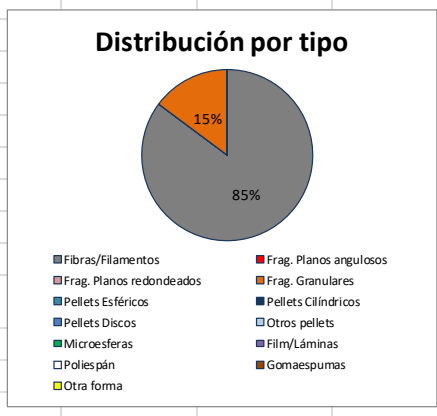
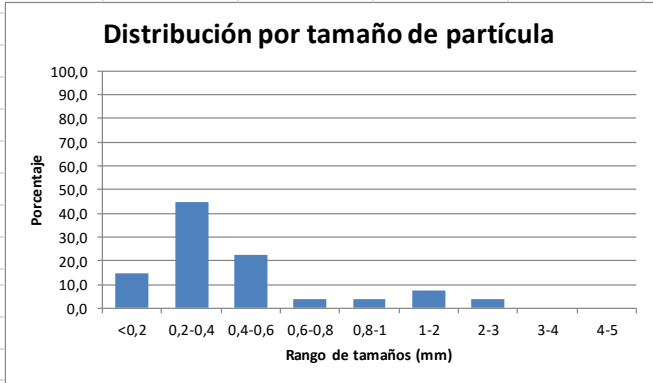
Nombre de la playa:		RODAS (Islas Cíes)		Municipio	Vigo (Pontevedra)		
Fecha muestreo:		30/09/2016		Tpo tras pleamar	6 h		
Réplica		R1	R2	R3	R4	R5	
Coordenadas	Latitud	42° 13' 14,1" N	42° 13' 13,3" N	42° 13' 12,7" N	42° 13' 11,9" N	42° 13' 11,0" N	
	Longitud	8° 54' 06,8" W	8° 54' 06,5" W	8° 54' 06,2" W	8° 54' 06,0" W	8° 54' 05,7" W	
Masa inicial procesada (gr)		2459,70	2970,1	2508,6	2651,7	2644,2	
Masa retenida en 5 mm (gr)		4,75	4,87	0,65	2,37	6,41	
Masa procesada < 1 mm (gr)		200,15	200,11	200,09	200,13	200,00	
RESULTADOS RECUESTO:							
		R1	R2	R3	R4	R5	
		Partic. contadas	Partic. contadas	Partic. contadas	Partic. contadas	Partic. contadas	
Tamaños (mm)	<0,2				2	2	
	0,2-0,4	5		2	1	4	
	0,4-0,6	3			1	2	
	0,6-0,8	1					
	0,8-1					1	
	1-2					2	
	2-3		1				
	3-4						
4-5							
FORMA	Fibras/Filamentos	9	1	2	4	7	
	Fragmentos	Planos angulosos					
		Planos redondeados					
		Granulares					4
	Pellets	Esféricos					
		Cilíndricos					
		Discos					
		Otros					
	Microesferas						
	Film/Láminas						
	Poliespán						
Gomaespumas							
Otra forma							
COLOR	Incoloro/Transparente						
	Ambarino						
	Blanco	3				3	
	Azul	5	1	2	4	7	
	Verde					1	
	Rojo	1					
	Amarillo						
	Negro						
Otro color							
Masa de partículas (g)		0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	

DETERMINACIÓN DE MICROPLÁSTICOS EN ARENAS DE PLAYA			
PLAYA	RODAS (Islas Cíes)		
PROVINCIA/MUNICIPIO	Vigo (Pontevedra)		
Fecha	30/09/2016	Tiempo de muestreo tras la pleamar	6 h



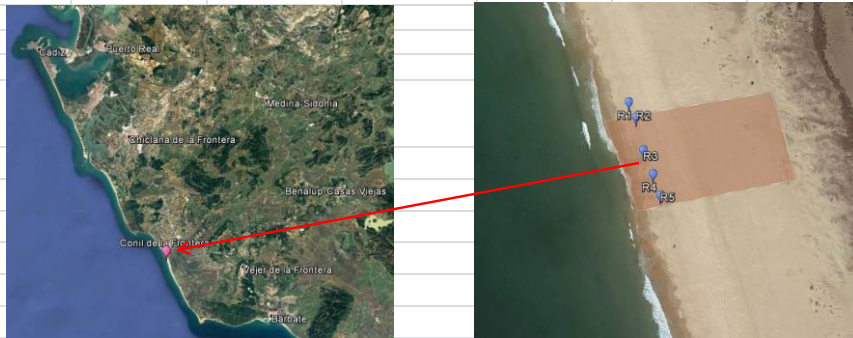
CONCENTRACIÓN DE MICROPLÁSTICOS	PUNTOS DE MUESTREO				
	R1	R2	R3	R4	R5
Nº partículas/kg	45,0	0,3	10,0	20,0	45,8
Nº partículas/m ²	441,6	4,0	100,3	211,8	482,8
Masa (mg/kg)	0,0	3,4	0,0	0,0	3,8
Masa (mg/m ²)	0,0	40,0	0,0	0,0	40,0

MEDIA PLAYA	Nº partículas/kg	Nº partículas/m ²	Masa (mg/kg)	Masa (mg/m ²)
		24,2	248,1	1,4



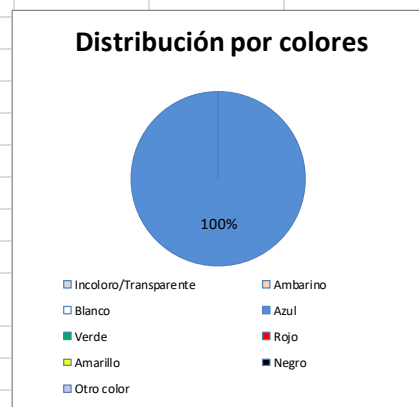
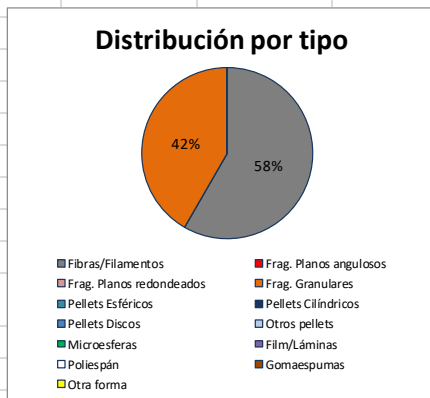
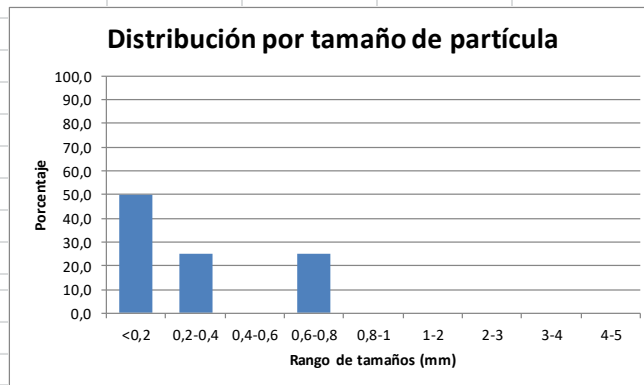
Nombre de la playa:		CASTILNOVO		Municipio	CONIL DE LA FRONTERA (CADIZ)		
Fecha muestreo:		03/11/2016		Tpo tras pleamar	5 h		
Réplica		R1	R2	R3	R4	R5	
Coordenadas	Latitud	36° 15' 27,0'' N	36° 15' 26,5'' N	36° 15' 25,4'' N	36° 15' 24,6'' N	36° 15' 23,9'' N	
	Longitud	6° 05' 05,8'' W	6° 05' 05,5'' W	6° 05' 05,2'' W	6° 05' 04,8'' W	6° 05' 04,5'' W	
Masa inicial procesada (gr)		2009,20	2039,2	2910,1	3263,7	1997,5	
Masa retenida en 5 mm (gr)							
Masa procesada < 1 mm (gr)		200,06	200,09	200,03	200,02	200,04	
RESULTADOS RECuento:							
		R1	R2	R3	R4	R5	
		Partic. contadas	Partic. contadas	Partic. contadas	Partic. contadas	Partic. contadas	
Tamaños (mm)	<0,2	1		3	1	1	
	0,2-0,4		2	1			
	0,4-0,6						
	0,6-0,8		1		2		
	0,8-1						
	1-2						
	2-3						
	3-4						
4-5							
FORMA	Fibras/Filamentos		1	2	1	3	
	Fragmentos	Planos angulosos					
		Planos redondeados					
		Granulares		1	3		1
	Pellets	Esféricos					
		Cilíndricos					
		Discos					
		Otros					
	Microesferas						
	Film/Láminas						
	Poliespán						
	Gomaespumas						
Otra forma							
COLOR	Incoloro/Transparente						
	Ambarino						
	Blanco						
	Azul		1	3	4	3	1
	Verde						
	Rojo						
	Amarillo						
	Negro						
Otro color							
Masa de partículas (g)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

DETERMINACIÓN DE MICROPLÁSTICOS EN ARENAS DE PLAYA			
PLAYA	CASTILNOVO		
PROVINCIA/MUNICIPIO	CONIL DE LA FRONTERA (CADIZ)		
Fecha	03/11/2016	Tiempo de muestreo tras la pleamar	5 h



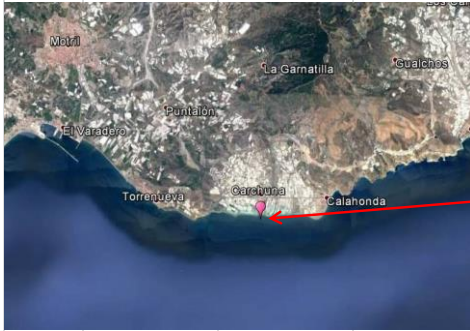
CONCENTRACIÓN DE MICROPLÁSTICOS	PUNTOS DE MUESTREO				
	R1	R2	R3	R4	R5
Nº partículas/kg	5,0	15,0	20,0	15,0	5,0
Nº partículas/m ²	40,2	122,3	232,8	195,8	39,9
Masa (mg/kg)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Masa (mg/m ²)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

MEDIA PLAYA	Nº partículas/kg	Nº partículas/m ²	Masa (mg/kg)	Masa (mg/m ²)
		12,0	126,2	0,0



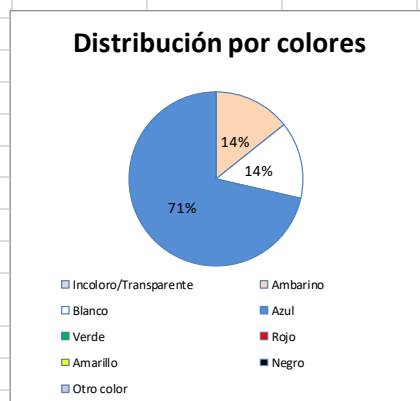
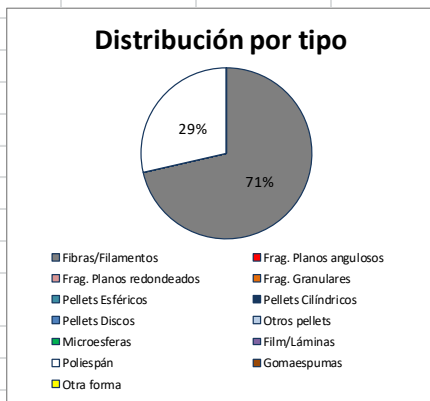
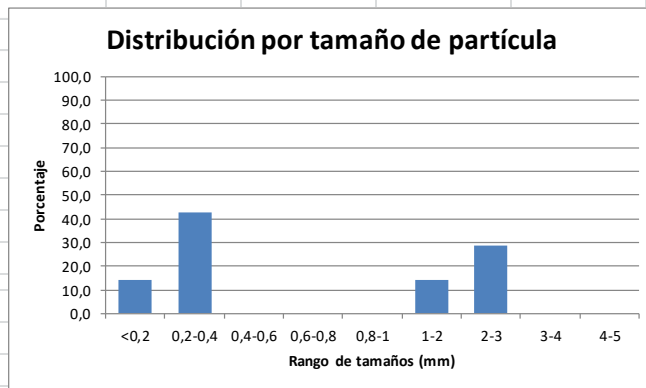
Nombre de la playa:		CARCHUNA		Municipio	MOTRIL (GRANADA)		
Fecha muestreo:		04/11/2016		Tpo tras pleamar	3,5 h		
Réplica		R1	R2	R3	R4	R5	
Coordenadas	Latitud	36° 41' 41,9" N	36° 41' 42,0" N	36° 41' 42,3" N	36° 41' 42,5" N	36° 41' 42,6" N	
	Longitud	3° 26' 20,2" W	3° 26' 21,2" W	3° 26' 22,1" W	3° 26' 23,2" W	3° 26' 24,1" W	
Masa inicial procesada (gr)		1735,10	1875,6	2122,5	1849,4	2354,5	
Masa retenida en 5 mm (gr)		72,44	79,07	46,14	0,51	135,45	
Masa procesada < 1 mm (gr)		200,02	200,03	200,10	200,05	200,12	
RESULTADOS RECuento:							
		R1	R2	R3	R4	R5	
		Partíc. contadas	Partíc. contadas	Partíc. contadas	Partíc. contadas	Partíc. contadas	
Tamaños (mm)	<0,2				1		
	0,2-0,4			2		1	
	0,4-0,6						
	0,6-0,8						
	0,8-1						
	1-2				1		
	2-3			2			
	3-4						
4-5							
FORMA	Fibras/Filamentos				2	2	1
	Fragmentos	Planos angulosos					
		Planos redondeados					
		Granulares					
	Pellets	Esféricos					
		Cilíndricos					
		Discos					
		Otros					
	Microesferas						
	Film/Láminas						
	Poliespán				2		
Gomaespumas							
Otra forma							
COLOR	Incoloro/Transparente						
	Ambarino				1		
	Blanco				1		
	Azul				2	2	1
	Verde						
	Rojo						
	Amarillo						
	Negro						
Otro color							
Masa de partículas (g)				0,00	0,00	0,00	

DETERMINACIÓN DE MICROPLÁSTICOS EN ARENAS DE PLAYA			
PLAYA	CARCHUNA		
PROVINCIA/MUNICIPIO	MOTRIL (GRANADA)		
Fecha	04/11/2016	Tiempo de muestreo tras la pleamar	3,5 h



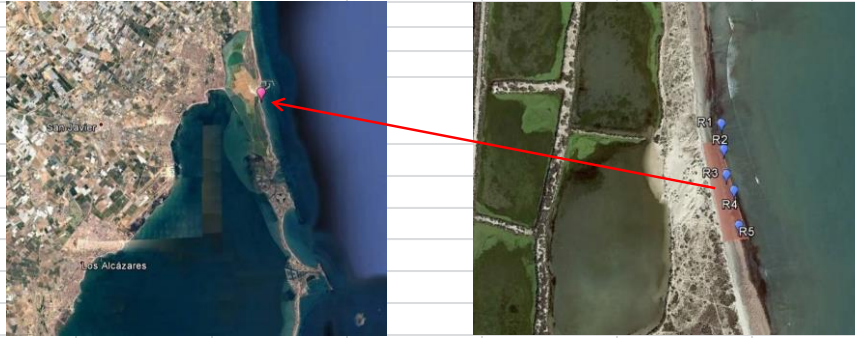
CONCENTRACIÓN DE MICROPLÁSTICOS	PUNTOS DE MUESTREO				
	R1	R2	R3	R4	R5
Nº partículas/kg	0,0	0,0	11,0	5,5	5,0
Nº partículas/m ²	0,0	0,0	91,0	41,0	44,4
Masa (mg/kg)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Masa (mg/m ²)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

MEDIA PLAYA	Nº partículas/kg	Nº partículas/m ²	Masa (mg/kg)	Masa (mg/m ²)
		4,3	35,3	0,0



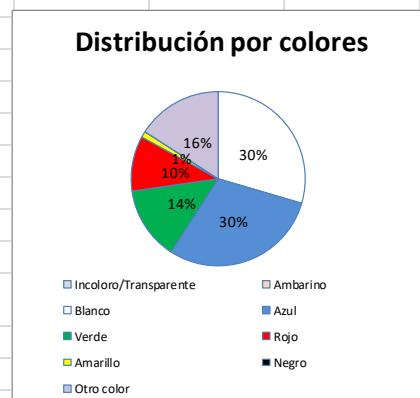
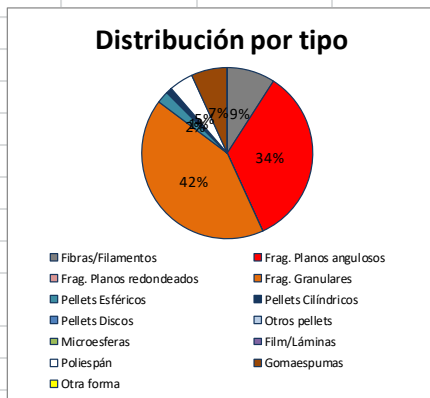
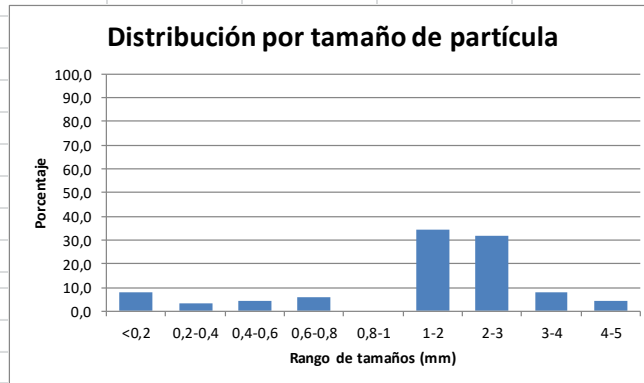
Nombre de la playa:		LA LLANA		Municipio	S. PEDRO DEL PINATAR (MURCIA)		
Fecha muestreo:		27/09/2016		Tpo tras pleamar	2 h		
Réplica		R1	R2	R3	R4	R5	
Coordenadas	Latitud	37° 48' 54.4" N	37° 48' 53.6" N	37° 48' 52.8" N	37° 48' 52.3" N	37° 48' 51.2" N	
	Longitud	0° 45' 28.7" W	0° 45' 28.6" W	0° 45' 28.5" W	0° 45' 28.2" W	0° 45' 28.0" W	
Masa inicial procesada (gr)		2738,30	2996,3	3049,24	3335,7	2796,4	
Masa retenida en 5 mm (gr)		0,03	0,66	0,34	1,84	0,57	
Masa procesada < 1 mm (gr)		200,01	200,00	150,72	200,02	200,05	
RESULTADOS RECuento:							
		R1	R2	R3	R4	R5	
		Partic. contadas	Partic. contadas	Partic. contadas	Partic. contadas	Partic. contadas	
Tamaños (mm)	<0,2		2	2	1	2	
	0,2-0,4	1		1		1	
	0,4-0,6	2	1	1			
	0,6-0,8	2		1		2	
	0,8-1						
	1-2	3	6	6	11	4	
	2-3	1	4	6	8	9	
	3-4	2		1	2	2	
4-5			1	1	2		
FORMA	Fibras/Filamentos		5	1		2	
	Fragmentos	Planos angulosos	1	5	7	4	13
		Planos redondeados					
		Granulares	5	2	10	13	7
	Pellets	Esféricos			1	1	
		Cilíndricos				1	
		Discos					
		Otros					
	Microesferas						
	Film/Láminas						
	Poliespán					4	
Gomaespumas			5	1			
Otra forma							
COLOR	Incoloro/Transparente						
	Ambarino						
	Blanco		2	7	10	6	1
	Azul		3	3	5	7	8
	Verde		2		1	3	6
	Rojo		3	1		2	3
	Amarillo		1				
	Negro						
Otro color			2	3	5	4	
Masa de partículas (g)		0,01	0,01	0,02	0,04	0,03	

DETERMINACIÓN DE MICROPLÁSTICOS EN ARENAS DE PLAYA			
PLAYA	LA LLANA		
PROVINCIA/MUNICIPIO	S. PEDRO DEL PINATAR (MURCIA)		
Fecha	27/09/2016	Tiempo de muestreo tras la pleamar	2 h



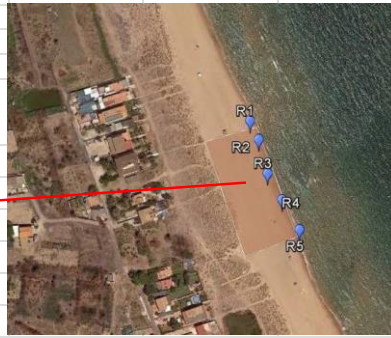
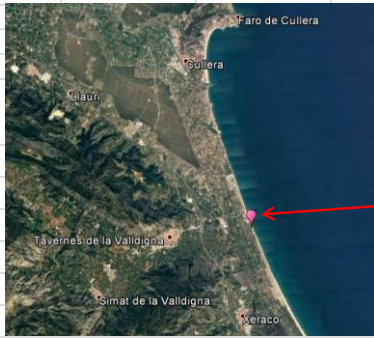
CONCENTRACIÓN DE MICROPLÁSTICOS	PUNTOS DE MUESTREO				
	R1	R2	R3	R4	R5
Nº partículas/kg	27,2	18,3	37,8	11,6	31,1
Nº partículas/m ²	297,8	219,7	460,6	154,7	347,5
Masa (mg/kg)	3,7	3,3	6,6	12,0	10,7
Masa (mg/m ²)	40,0	40,0	80,0	160,0	120,0

MEDIA PLAYA	Nº partículas/kg	Nº partículas/m ²	Masa (mg/kg)	Masa (mg/m ²)
		25,2	296,1	7,3



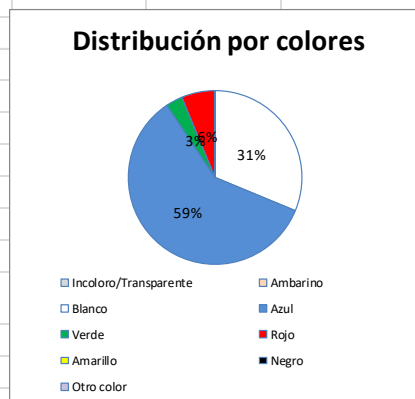
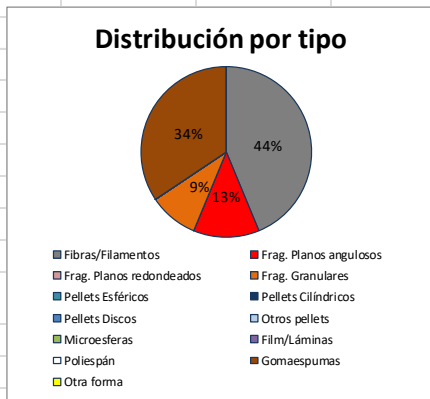
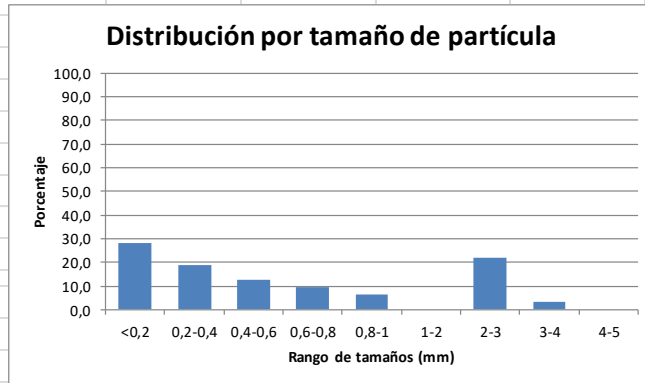
	Nombre de la playa:	MAREYNS		Municipio	Tavernes de Valdigna (Valencia)		
	Fecha muestreo:	28/09/2016		Tpo tras pleamar	5 h		
	Réplica	R1	R2	R3	R4	R5	
Coordenadas	Latitud	39° 04' 33.9" N	39° 04' 33.4" N	39° 04' 32.5" N	39° 04' 31.8" N	39° 04' 31.0" N	
	Longitud	0° 12' 31.5" W	0° 12' 31.2" W	0° 12' 30.9" W	0° 12' 30.4" W	0° 12' 29.8" W	
	Masa inicial procesada (gr)	3575,20	3246,3	3054	3374,5	3475,6	
	Masa retenida en 5 mm (gr)	3,20	2,35	6,84	10,12	3,39	
	Masa procesada < 1 mm (gr)	200,06	200,02	200,09	200,08	200,04	
RESULTADOS RECUENTO:							
		R1	R2	R3	R4	R5	
		Partic. contadas	Partic. contadas	Partic. contadas	Partic. contadas	Partic. contadas	
Tamaños (mm)	<0,2			3	3	3	
	0,2-0,4	4				2	
	0,4-0,6	1	1			2	
	0,6-0,8		1			2	
	0,8-1	1		1			
	1-2						
	2-3			4	1	2	
	3-4					1	
	4-5						
FORMA	Fibras/Filamentos	2	2	1		9	
	Fragmentos	Planos angulosos	1		1	1	1
		Planos redondeados					
		Granulares			1		2
	Pellets	Esféricos					
		Cilíndricos					
		Discos					
		Otros					
	Microesferas						
	Film/Láminas						
	Poliespán						
Gomaespumas	3		5	3			
Otra forma							
COLOR	Incoloro/Transparente						
	Ambarino						
	Blanco	1		3	1	5	
	Azul	5		4	3	7	
	Verde			1			
	Rojo		2				
	Amarillo						
	Negro						
Otro color							
	Masa de partículas (g)	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	

DETERMINACIÓN DE MICROPLÁSTICOS EN ARENAS DE PLAYA			
PLAYA	MAREYNS		
PROVINCIA/MUNICIPIO	Tavernes de Valdigna (Valencia)		
Fecha	28/09/2016	Tiempo de muestreo tras la pleamar	5 h



CONCENTRACIÓN DE MICROPLÁSTICOS	PUNTOS DE MUESTREO				
	R1	R2	R3	R4	R5
Nº partículas/kg	30,0	10,0	21,3	15,3	45,9
Nº partículas/m ²	428,5	129,7	259,7	205,8	636,9
Masa (mg/kg)	0,0	0,0	6,6	3,0	2,9
Masa (mg/m ²)	0,0	0,0	80,0	40,0	40,0

MEDIA PLAYA	Nº partículas/kg	Nº partículas/m ²	Masa (mg/kg)	Masa (mg/m ²)
		24,5	332,1	2,5



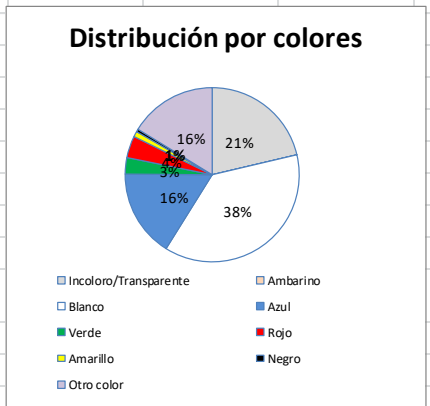
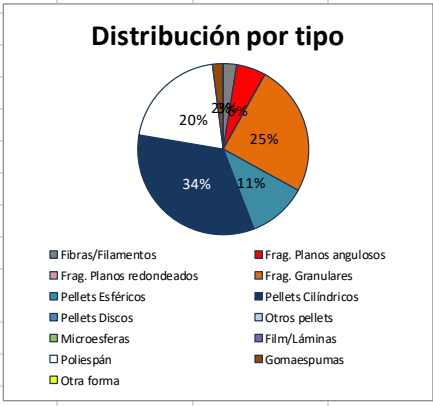
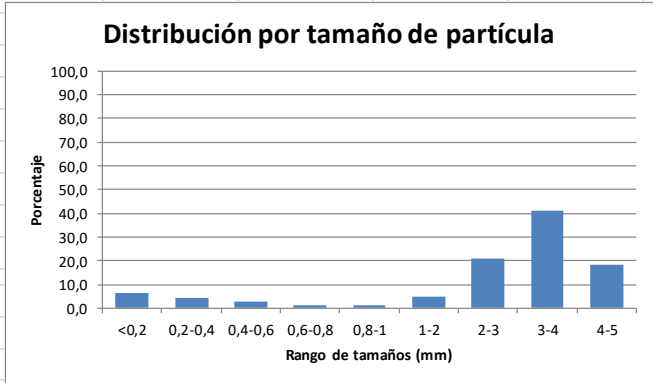
	Nombre de la playa:	CAL FRANCÉS		Municipio	VILADECANS (BARCELONA)		
	Fecha muestreo:	29/09/2016		Tpo tras pleamar	2 h		
	Réplica	R1	R2	R3	R4	R5	
Coordenadas	Latitud	41° 16' 27.0'' N	41° 16' 26.6'' N	41° 16' 26.4'' N	41° 16' 26.1'' N	41° 16' 26.0'' N	
	Longitud	2° 03' 46.2'' E	2° 03' 44.7'' E	2° 03' 44.0'' E	2° 03' 43.0'' E	2° 03' 42.0'' E	
	Masa inicial procesada (gr)	3015,30	2412,5	3933,1	2667,6	4134,3	
	Masa retenida en 5 mm (gr)	63,20	10,27	21,18	1,81	6,46	
	Masa procesada < 1 mm (gr)	200,06	200,03	200,04	200,07	200,10	
RESULTADOS RECUENTO:							
		R1	R2	R3	R4	R5	
		Partic. contadas	Partic. contadas	Partic. contadas	Partic. contadas	Partic. contadas	
Tamaños (mm)	<0,2	2	3	1	7		
	0,2-0,4	2	1	3	2		
	0,4-0,6	1	4				
	0,6-0,8	2					
	0,8-1		2				
	1-2		2	6		1	
	2-3	19	2		19	1	
	3-4	52	10	15	2	2	
4-5	5	2	22	1	6		
FORMA	Fibras/Filamentos				5		
	Fragmentos	Planos angulosos	4	1	5	1	
		Planos redondeados					
		Granulares	11	7	3	24	4
	Pellets	Esféricos	9	5	5	1	2
		Cilíndricos	33	2	28		3
		Discos					
		Otros					
	Microesferas						
	Film/Láminas						
	Poliespán	26	7	6		1	
Gomaespumas		4					
Otra forma							
COLOR	Incoloro/Transparente	24		16	1	1	
	Ambarino						
	Blanco	26	15	8	21	4	
	Azul	10	5	8	8	1	
	Verde	2	2			2	
	Rojo	3	2	2	1		
	Amarillo		1			1	
	Negro			1			
Otro color	18	1	12		1		
	Masa de partículas (g)	1,13	0,18	0,85	0,14	0,26	

DETERMINACIÓN DE MICROPLÁSTICOS EN ARENAS DE PLAYA			
PLAYA	CAL FRANCÉS		
PROVINCIA/MUNICIPIO	VILADECANS (BARCELONA)		
Fecha	29/09/2016	Tiempo de muestreo tras la pleamar	2 h

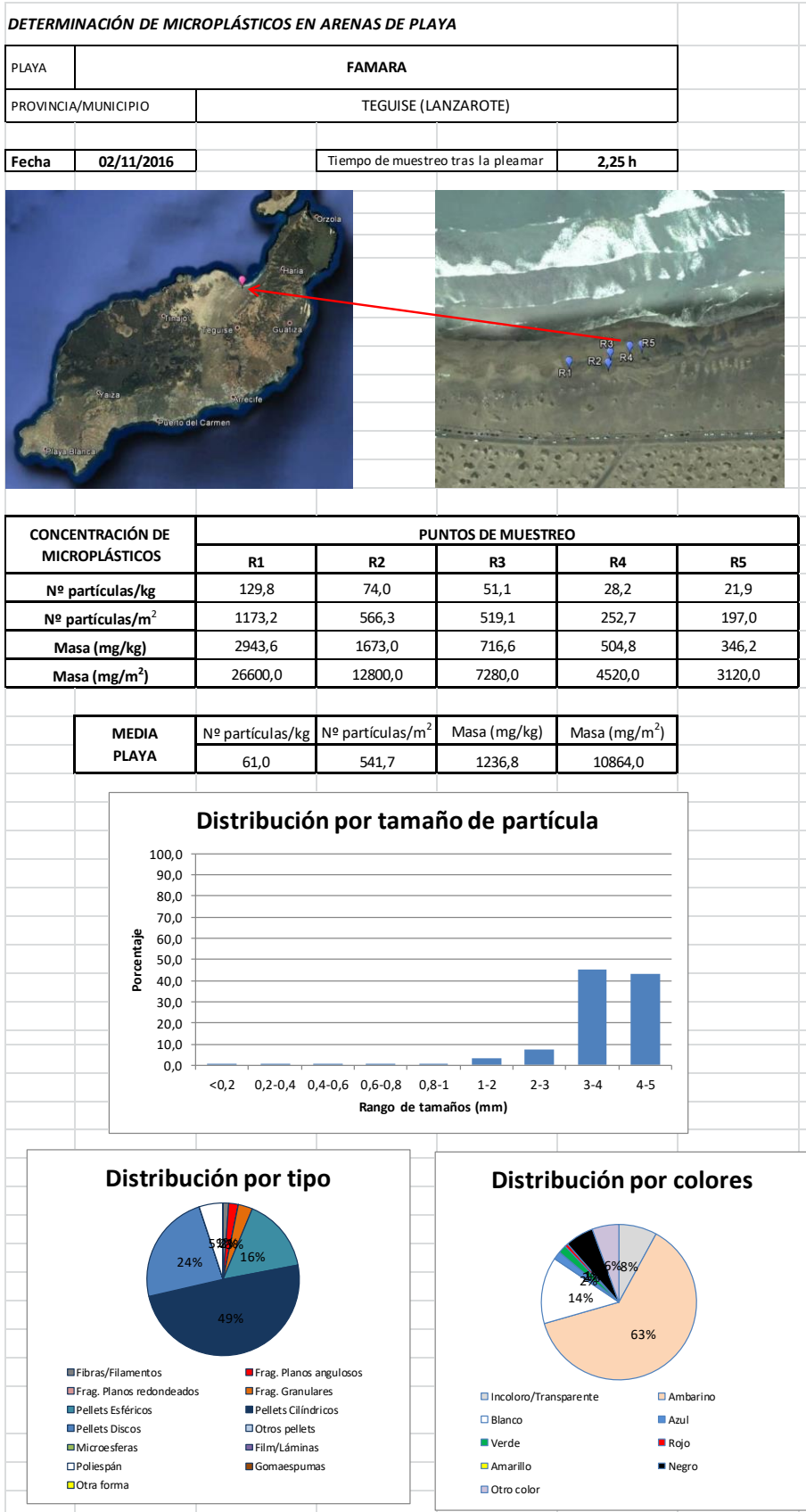


CONCENTRACIÓN DE MICROPLÁSTICOS	PUNTOS DE MUESTREO				
	R1	R2	R3	R4	R5
Nº partículas/kg	60,7	56,7	31,0	53,2	2,4
Nº partículas/m ²	717,2	544,4	484,9	567,7	40,0
Masa (mg/kg)	382,8	74,9	217,3	52,5	63,0
Masa (mg/m ²)	4520,0	720,0	3400,0	560,0	1040,0

MEDIA PLAYA	Nº partículas/kg	Nº partículas/m ²	Masa (mg/kg)	Masa (mg/m ²)
		40,8	470,8	158,1

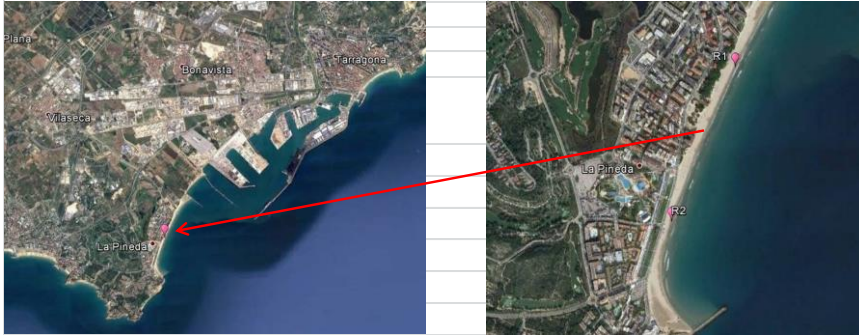


Nombre de la playa:		FAMARA		Municipio	TEGUISE (LANZAROTE)		
Fecha muestreo:		02/11/2016		Tpo tras pleamar	2,25 h		
Réplica		R1	R2	R3	R4	R5	
Coordenadas	Latitud	29° 06' 56,3" N	29° 06' 56,4" N	29° 06' 56,8" N	29° 06' 57,1" N	29° 06' 57,2" N	
	Longitud	13° 33' 23,3" W	13° 33' 22,3" W	13° 33' 21,6" W	13° 33' 20,8" W	13° 33' 20,3" W	
Masa inicial procesada (gr)		2294,20	2637,7	2545,7	2239,9	2270,2	
Masa retenida en 5 mm (gr)		35,04	725,01	5,85	1,48	17,44	
Masa procesada < 1 mm (gr)		200,09	200,01	200,07	200,13	200,04	
RESULTADOS RECUENTO:							
		R1	R2	R3	R4	R5	
		Partic. contadas	Partic. contadas	Partic. contadas	Partic. contadas	Partic. contadas	
Tamaños (mm)	<0,2	1					
	0,2-0,4			1			
	0,4-0,6				1		
	0,6-0,8		1	3			
	0,8-1					1	
	1-2	6	1	6	4	1	
	2-3	15	5	5	13	5	
	3-4	118	55	50	21	24	
4-5	143	71	18	14	8		
FORMA	Fibras/Filamentos			1	4	1	1
	Fragmentos	Planos angulosos	8	1	2	1	
		Planos redondeados					
		Granulares	7		3	4	4
	Pellets	Esféricos	23	30	29	8	3
		Cilíndricos	115	74	41	37	25
		Discos	108	27			4
		Otros					
	Microesferas						
	Film/Láminas						
	Poliespán		22		4	2	2
Gomaespumas							
Otra forma							
COLOR	Incoloro/Transparente		27	8	3	6	3
	Ambarino		161	102	53	30	24
	Blanco		46	8	17	6	5
	Azul		3	2	2	1	2
	Verde		5		2	2	1
	Rojo		1	1	1	1	
	Amarillo						
	Negro		22	7	1	2	3
Otro color		18	5	4	5	1	
Masa de partículas (g)		6,65	3,20	1,82	1,13	0,78	



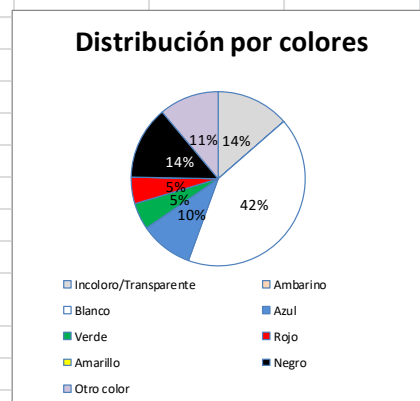
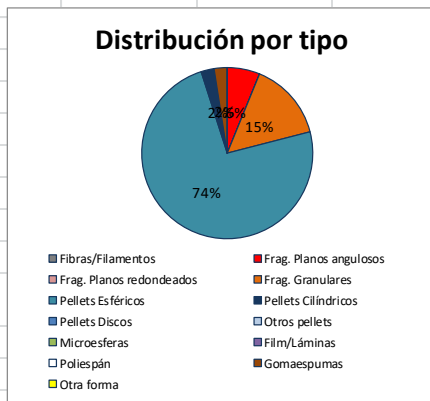
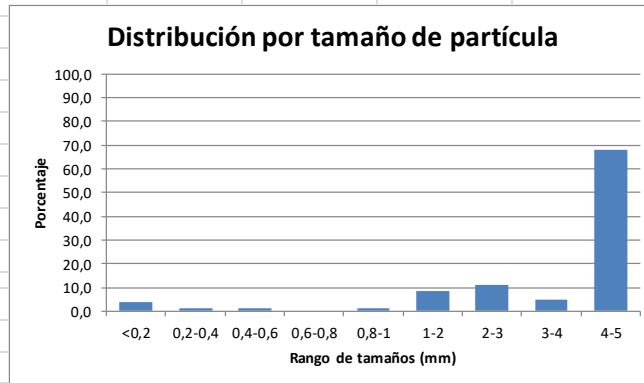
	Nombre de la playa:	LA PINEDA		Municipio	VILA SECA (TARRAGONA)		
	Fecha muestreo:	28/09/2016		Tpo tras pleamar	9 h		
	Réplica	R1	R2	R3	R4	R5	
Coordenadas	Latitud	41° 04' 44.0'' N	41° 04' 17.2'' N				
	Longitud	1° 11' 05.8'' E	1° 10' 48.3'' E				
	Masa inicial procesada (gr)	2596,30	3303,1				
	Masa retenida en 5 mm (gr)	25,69	1,14				
	Masa procesada < 1 mm (gr)	200,04	200,10				
RESULTADOS RECUENTO:							
		R1	R2	R3	R4	R5	
		Partic. contadas	Partic. contadas	Partic. contadas	Partic. contadas	Partic. contadas	
Tamaños (mm)	<0,2	1	2				
	0,2-0,4	1					
	0,4-0,6		1				
	0,6-0,8						
	0,8-1		1				
	1-2	2	5				
	2-3	2	7				
	3-4	4					
	4-5	35	20				
FORMA	Fibras/Filamentos						
	Fragmentos	Planos angulosos		5			
		Planos redondeados					
		Granulares	3	9			
	Pellets	Esféricos	41	19			
		Cilíndricos	1	1			
		Discos					
		Otros					
	Microesferas						
	Film/Láminas						
	Poliespán						
Gomaespumas			2				
Otra forma							
COLOR	Incoloro/Transparente		1	10			
	Ambarino						
	Blanco		32	2			
	Azul		2	6			
	Verde			4			
	Rojo			4			
	Amarillo						
	Negro		6	5			
Otro color		4	5				
	Masa de partículas (g)	1,14	0,68				

DETERMINACIÓN DE MICROPLÁSTICOS EN ARENAS DE PLAYA			
PLAYA	LA PINEDA		
PROVINCIA/MUNICIPIO	VILA SECA (TARRAGONA)		
Fecha	28/09/2016	Tiempo de muestreo tras la pleamar	9 h



CONCENTRACIÓN DE MICROPLÁSTICOS	PUNTOS DE MUESTREO				
	R1	R2	R3	R4	R5
Nº partículas/kg	26,7	29,7			
Nº partículas/m ²	274,8	392,0			
Masa (mg/kg)	443,5	205,9			
Masa (mg/m ²)	4560,0	2720,0			

MEDIA PLAYA	Nº partículas/kg	Nº partículas/m ²	Masa (mg/kg)	Masa (mg/m ²)
	28,2	333,4	324,7	3640,0



ANEJO 3

PROTOCOLO DE MUESTREO

1. INTRODUCCIÓN

El presente protocolo ha sido elaborado y puesto a punto por el CEDEX basándose en el recomendado por el subgrupo de trabajo técnico sobre basuras marinas (TSG-ML) en la “*Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas*” (JRC, 2013), si bien se introdujeron en el mismo modificaciones fruto de la experiencia adquirida en el desarrollo de la Fase inicial del programa de seguimiento de microplásticos, desarrollado entre 2015 y 2016.

En el mismo se establece un método para la toma de muestras de arena de playa destinadas a la determinación de la concentración de partículas de microplásticos presentes en ellas, en el contexto de los requerimientos de la Estrategia Marina.

El muestreo se realizará, en la medida de lo posible, en las mismas playas objeto de monitorización de basuras marinas, aprovechando el programa estandarizado por la DG de Sostenibilidad de la Costa y del Mar (subprograma BM-1).

El presente protocolo es aplicable a playas en las que las arenas de la zona de muestreo no tengan un tamaño de grano superior a 0.5 mm.

2. DEFINICIONES

MICROPLÁSTICOS: fragmentos de plástico de tamaño inferior a 5 mm presentes en la columna de agua en el mar o en las arenas de playa, que provienen de vertidos de plásticos de mayor tamaño que puedan haberse fragmentado por agente externos tales como el poder oxidante de la atmósfera, radiaciones ultra violeta o la fuerza mecánica ejercida por la acción de las olas o bien de procedencia directa de actividades industriales como la fabricación de pellets de pre-producción, polvos y partículas microscópicas de plástico que se utilizan como limpiadores abrasivos en productos de limpieza domésticos, aplicaciones de limpieza industrial, tales como granallado de buques y aeronaves etc.

3. FUNDAMENTOS DEL MÉTODO

El método se fundamenta en la toma de una muestra superficial (espesor de 1 cm) única para el desarrollo sucesivo de las dos fases analíticas destinadas a la determinación de partículas de microplásticos: la primera de ellas para la

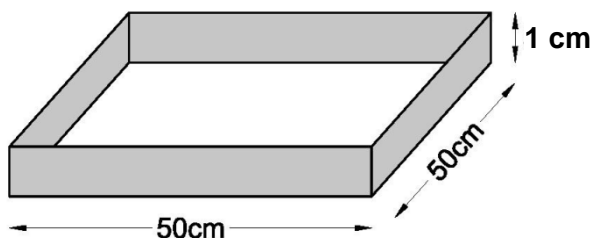
determinación de las partículas de tamaño comprendido entre 1 mm y 5 mm y la siguiente para la determinación de la fracción de microplásticos inferiores a 1 mm.

El muestreo, se realiza sobre la última línea de pleamar, correspondiente al ciclo de marea diario, recogiendo las arenas contenidas en una superficie de 0,25 m² delimitada por cuadrado de 50x50 cm, tomando la capa más superficial de un 1 cm de espesor, sobre dicha línea de pleamar, con el fin de estandarizar resultados en una zona de acumulación de estos residuos.

4. MATERIAL NECESARIO

- 5.1. Cuchara o paleta metálica adecuada para muestrear la superficie de arena (capa superficial de 1 cm).
- 5.2. Marco metálico de muestreo, de 50 cm x 50 cm x 1 cm (figura 1) o alternativamente conjunto de clavos y cuerda para delimitar esta superficie.

Figura 1



- 5.3. Recipientes para recogida de muestras, metálicos o de cristal, de boca ancha con tapa hermética, de 2,5 l de capacidad. (ejemplo en figura 2)

Figura 2

- 5.4. Rotuladores de tinta indeleble o etiquetas plásticas para la identificación de las muestras.
- 5.5. GPS para el posicionamiento de precisión de los puntos de muestreo (coordenadas geográficas en sistema de referencia wgs84 y formato GMMSS.S)

Todo el material empleado tanto para la toma de muestra como para el almacenamiento debe ser de metal o cristal, nunca de plástico y debe ser convenientemente limpiado entre puntos de muestreo para evitar contaminaciones cruzadas.

El personal encargado de llevar a cabo el muestreo debe evitar el uso de ropa sintética o prendas que suelten fácilmente fibras.

6. ESTRATEGIA DE MUESTREO

En cada playa a muestrear se establecerán 5 puntos de muestreo (réplicas R1 a R5) distribuidos dentro del transecto estándar de 100 metros asignado en el programa estandarizado para el muestreo de las basuras marinas:

- R1, extremo del transecto.
- R2, punto intermedio entre el centro del transecto y R1.
- R3, centro del transecto.
- R4, punto intermedio entre el centro del transecto y extremo opuesto R5.
- R5, extremo opuesto del transecto.

La toma de muestras se realizará sobre la última línea de pleamar observable en la playa, correspondiente al ciclo de mareas diario (figura 3), en vaciante, transcurridas un mínimo de tres horas después de la pleamar.

Figura 3



En cada uno de los 5 puntos de muestreo (réplicas) se tomará una única muestra destinada a las distintas determinaciones de partículas de microplásticos.

7. PROCEDIMIENTO

7.1. PRECAUCIONES DURANTE EL MUESTREO

El tamaño de grano de la arena de la zona donde se va a muestrear no puede superar los 5 mm; en caso de dudas, se puede realizar una prueba haciendo pasar una muestra de arena por un tamiz de tal luz de malla, comprobando que pasa por él la mayor parte de la arena.

La zona donde se llevará a cabo el muestreo no debe haber sido alterada por operaciones previas.

La posición del operador será de rodillas frente al área de muestreo y cara al viento para minimizar las posibles contaminaciones del área por fibras procedentes de su vestimenta.

Con cuidado de no contaminar la muestra, se retirarán todos los fragmentos vegetales, gravas, conchas o cualquier tipo de residuo no deseable no contemplado en esta determinación, que esté depositado sobre la zona donde se va a muestrear.

7.2. TOMA DE LA MUESTRA

Sobre la zona a muestrear, se colocará centrado sobre la línea de pleamar, un marco metálico de dimensiones 50 cm de largo x 50 cm de ancho x 1 cm de alto (5.2). (Figura 4). En caso de no disponer de este cuadrante de muestreo se puede delimitar la zona de muestreo en igual forma con ayuda de clavos y cuerda, controlando adecuadamente el espesor de muestreo.

Con el útil de recogida (5.1) se irá recolectando todo el volumen contenido en dicho cuadrante, en un espesor de 1 cm. Resulta recomendable ir tomando la arena por capas finas sobre la totalidad del cuadrante e ir depositándola en el recipiente hasta completar el espesor total de 1 cm, que representaría un volumen aproximado de 2,5 litros. En caso de utilizar un recipiente de 2,5 litros exactos de capacidad, conviene agitarlo tras finalizar el depósito de cada capa para intentar la máxima compactación de la muestra (5.4).



Figura 4

8. IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS

Los recipientes donde sean transportadas las muestras deben ir identificados con los siguientes datos:

- Código asignado a la muestra. Por ejemplo, nombre de la playa abreviado + R1, R2...R5 que indicará el número de muestra (réplica) en esa playa.
- Fecha y hora de la toma de muestra

9. INFORME DE MUESTREO

Se cumplimentará una ficha (ver ANEJO I) por estación de muestreo (playa), donde se rellenarán todos los datos requeridos y cualquier otra incidencia acaecida durante el proceso de toma de muestras.

10. ENVÍO DE MUESTRAS

Las muestras se remitirán al laboratorio encargado de la realización de los análisis, convenientemente embaladas para evitar deterioros de los envases, en el menor plazo posible. No resultan necesarias condiciones especiales de conservación.

CENTRO DE ESTUDIOS DE PUERTOS Y COSTAS

Laboratorio de Calidad del Medio Marino

C/ Antonio López, Nº 81

28026-MADRID

Tf. de contacto: 913357678 / 913357722

MUESTREO DE ARENAS DE PLAYA PARA DETERMINACIÓN DE MICROPLÁSTICOSPLAYA Término municipal / Provincia Fecha Hora Estado de marea. Horas tras la pleamar Referencia utilizada en el etiquetado

PUNTO	Situación	Coordenadas (wgs 84)	
		LAT	LONG
R1	Extremo transecto 100 m		
R2	Intermedia		
R3	Centro transecto		
R4	Intermedia		
R5	Extremo transecto 100 m		

INCIDENCIAS Y COMENTARIOSMuestra tomada por Contacto (Tf. o e-mail)

ANEJO 4

PROTOCOLO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

1. INTRODUCCIÓN

El presente protocolo ha sido elaborado y puesto a punto por el CEDEX basándose en el recomendado por el subgrupo de trabajo técnico sobre basuras marinas (TSG-ML) en la “*Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas*” (JRC, 2013), si bien se introdujeron en el mismo modificaciones fruto de la experiencia adquirida en el desarrollo de la Fase inicial del programa de seguimiento de microplásticos, desarrollado entre 2015 y 2016.

Si bien en el rango de tamaños considerado pueden existir microbasuras constituidas por diferentes materiales como madera, vidrio, etc, por el procedimiento de separación por flotación utilizado el presente protocolo resulta únicamente válido para la determinación de partículas de plástico constituidas por polímeros con una densidad inferior a la de la disolución saturada que se utiliza (1,2 g/cc), quedando excluidos de la determinación polímeros de alta densidad como el cloruro de polivinilo (PVC), el tereftalato de polietileno (PET) y otros que no flotan en una solución de NaCl saturada. De acuerdo con lo anterior, el método permite una separación adecuada y posterior cuantificación de las partículas de polietileno, polipropileno y poliestireno que, de acuerdo con la literatura científica, son, con gran diferencia, las que se encuentran con mayor frecuencia en el medio marino.

2. FUNDAMENTO DEL MÉTODO

El método se basa en la determinación de la concentración de partículas de microplásticos mediante dos ensayos independientes: uno para la determinación de partículas de tamaño inferior a 1 mm (con un límite inferior de 50 µm) y otro para la determinación de las partículas de microplásticos comprendidas entre 1 y 5 mm. Ambas determinaciones se realizan sobre una única muestra de arena, correspondiente al centímetro superficial de un cuadrado de 50 x 50 cm.

El ensayo pasa por tres etapas consecutivas:

- Secado de la muestra.
- Tamizado sucesivo de la muestra íntegra, una vez seca, por tamices de 1 y 5 mm de luz de malla.
- Separación por densidad de las micropartículas de plástico por flotabilidad en una solución saturada de NaCl.

Una vez separadas las partículas por filtración del sobrenadante, se cuantifican y clasifican por rangos de tamaño, formas y color, con ayuda de una lupa binocular equipada con ocular micrométrico.

3. MATERIAL NECESARIO

3.1 INSTRUMENTACIÓN Y FUNGIBLES

- Bandejas metálicas para el secado de las muestras
- Embudo de separación de 500ml
- Filtro de membrana de nitrato de celulosa de 8 µm de tamaño de poro, con cuadrícula y 47 mm de diámetro.
- Embudo Büchner de porcelana o vidrio
- Matraz kitasato de 500ml
- Cuchara de metal
- Soporte universal
- Vaso de precipitado de 500ml
- Probetas de 250 y 1000 ml
- Matraz erlenmeyer de 1000 ml
- Bomba de vacío
- Placas de Petri de 50 mm de diámetro
- Lupa binocular (hasta x80) provista de ocular micrométrico de 10/100
- Balanza analítica
- Agitador magnético
- Cronómetro
- Tamices de malla y bastidor de acero inoxidable de al menos 20 cm de diámetro y 5 cm de altura, de luz de malla de 1 mm y 5 mm.

3.2 REACTIVOS

- Cloruro sódico (NaCl) para análisis.

Solución saturada NaCl:

En un matraz erlenmeyer donde previamente se han añadido 1000 ml de agua calidad reactivo, se añaden 358 gramos de NaCl, empleando un agitador magnético para facilitar la disolución. Una vez disuelto, la disolución se filtra a través de un filtro de

fibra de vidrio (Whatman GF/F). Esta es la concentración de saturación a 25°C que proporciona una densidad de 1,2 g/cc.

4. PROCEDIMIENTO

4.1. GENERALIDADES

Se deben extremar las precauciones para minimizar los riesgos de contaminación. Para ello se evitará al máximo la circulación de corrientes en la zona de ensayo, se minimizará el uso de ropa sintética con fibras poco compactadas. Las muestras deben ser expuestas al aire el mínimo tiempo posible. Todo el material utilizado se limpiará convenientemente y se mantendrá protegido tras la limpieza hasta el momento de uso, para prevenir la contaminación por partículas o fibras ambientales.

4.2. PRETRATAMIENTO DE LA MUESTRA

De acuerdo con el protocolo de muestreo desarrollado a este fin, en el laboratorio se recibirá una única muestra de aproximadamente 2,5 l de arena por cada punto (réplica) de muestreo, sobre la cual se realizarán, por una parte las determinaciones de las partículas de microplásticos comprendidos entre 1 y 5 mm y por otra en una submuestra de 200 g tomada de la fracción de la muestra inicial que pasa por el tamiz de 1 mm previa homogeneización, la determinación de las inferiores a 1 mm.

Las muestras deben llegar al laboratorio perfectamente identificadas en recipientes metálicos o de vidrio (no plásticos).

La muestra se someterá a un proceso de secado completo, en laboratorio, a una temperatura de máxima de 50°C. Durante este proceso es importante que la muestra permanezca cubierta en todo momento con papel de aluminio, con algunas perforaciones que permitan la salida del agua de evaporación, de tal manera que se eviten contaminaciones por deposición de partículas en suspensión.

Una vez seca y homogeneizada la muestra completa es pesada.

4.3. EXTRACCIÓN DE MICROPLÁSTICOS DE TAMAÑO COMPRENDIDO ENTRE 1 mm Y 5 mm

Para este ensayo se procesará la totalidad de la muestra recogida según el protocolo de muestreo desarrollado a este fin. La muestra una vez seca, se pesa y se registra la masa de la misma que se utilizará en el ensayo.

El total de la muestra se tamiza a través de una torre de dos tamices, uno de 5 mm y otro de 1 mm, tal y como muestra la figura 1:

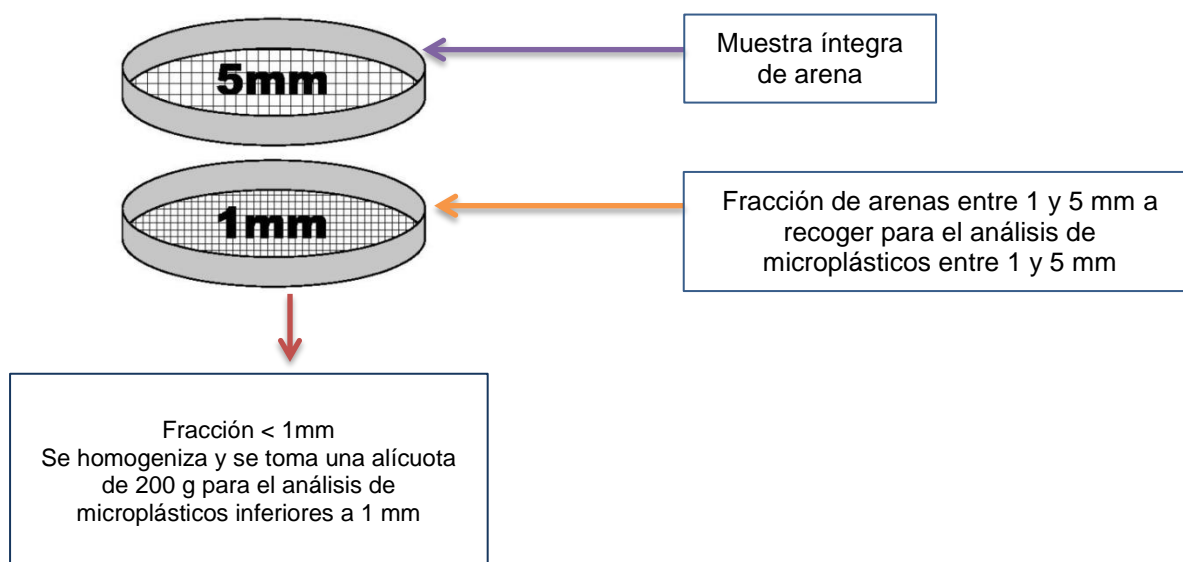


Figura 1

Una vez tamizada la muestra, por ambos tamices se procede al pesado de la fracción que ha quedado retenida en el tamiz de 5 mm. Tal masa, que corresponde a partículas naturales o macrobasura, se descontará de la masa inicial de la muestra al objeto de poder referir los resultados a masa de arena.

La fracción que ha quedado retenida en el tamiz de 1 mm se transfiere a un embudo de decantación o frasco con tapón, o vaso de precipitado, según convenga en función de la cantidad de residuos obtenidos, con un volumen suficiente de la disolución saturada de NaCl como para que todas las partículas de microplásticos que se encuentren en dicha muestra de arena puedan separarse por flotación y ser fácilmente extraídas, sin arrastrar la arena sedimentada. La mezcla se agita manualmente durante 2 minutos con agitación manual suave en el embudo de decantación o frasco cerrado (Figura 2), o bien con ayuda de una varilla de vidrio si la separación se realiza en vaso de precipitado, tras lo cual se deja sedimentar dos minutos. Los residuos flotantes se separan por filtración igual que en el ensayo para partículas inferiores a 1 mm o bien pasando el sobrenadante nuevamente por el tamiz de 1 mm y lavando con

agua destilada. El proceso de extracción, se repite en caso de observarse visualmente alguna partícula que no hubiera sido retirada en la primera extracción para asegurar la remoción de todas las partículas flotantes.



Figura 2

El material extraído se vuelca el líquido sobre un embudo Büchner acoplado a una bomba de vacío, provisto de un filtro de membrana de nitrato de celulosa de 8 μm de tamaño de poro, en la que quedarán retenidas las partículas flotantes (Figura 3). La membrana se transfiere a una placa Petri, y previo secado a 50°C, se determina la masa total de partículas recogidas y se almacena convenientemente hasta el momento de su recuento visual con apoyo de la lupa binocular.



Figura 3

Para la fracción de microplásticos de tamaño comprendido entre 1 mm y 5 mm, se determinarán los siguientes parámetros:

- Clasificación por tamaños en cuatro rangos: 1-2 mm, 2-3 mm, 3-4 mm, 4-5 mm, tomando siempre como longitud de partícula la longitud máxima de ésta, independientemente de su forma.
- Colores: Transparente u opaco más color blanco, rojo, naranja, azul, etc.
- Forma: Fragmentos de plástico planos, granulares, pellets, filamentos, etc.

Todos estos parámetros están contemplados en el formato de ficha adjunto en el ANEJO de este documento, en el que se recogerán todos los datos del ensayo.

Los resultados se expresarán en número de partículas por unidad de volumen (litro de sedimento seco) y por unidad de masa (Kg); así como por unidad de superficie.

4.4. EXTRACCIÓN DE PARTÍCULAS DE MICROPLÁSTICOS DE TAMAÑO INFERIOR A 1 mm

Del material que ha pasado por el tamiz de 1 mm, previa homogeneización, se toma una alícuota de 200 g que se transfiere a un embudo de decantación de 500 ml o frasco de vidrio con tapón, con 200 ml de la solución saturada de NaCl. La mezcla se agita manualmente de manera suave, con el recipiente cerrado, durante 2 minutos, y una vez finalizado el tiempo de agitación, se deja en reposo durante 2 minutos hasta que la arena sedimente en el fondo, quedando así las partículas de microplásticos en flotación.

Con cuidado se vuelca el líquido sobre un embudo Büchner acoplado a una bomba de vacío, provisto de un filtro de membrana de nitrato de celulosa de 8 µm de tamaño de poro, en la que quedarán retenidas las partículas flotantes.

Antes de retirar el filtro del embudo, es necesario lavar bien las paredes y el filtro con agua destilada para arrastrar todas las partículas y eliminar los posibles restos de precipitados de sal que pudieran haberse formado durante el proceso de filtración.

El proceso de extracción debe repetirse dos veces más para asegurar que todas las partículas flotantes son extraídas, realizando el filtrado bien sobre la misma

membrana, si no se hubiese saturado, o bien sobre nuevas membranas, acumulando en este caso los datos de recuento de partículas de las membranas utilizadas.

Cada membrana se traspasará a una placa Petri, y se someterá a secado en una estufa a una temperatura de 50°C, tras el cual se sellará convenientemente la placa Petri, hasta el momento de su examen en la lupa. La tapa de la placa Petri deberá estar colocada sobre la misma en todo momento, incluyendo la fase de recuento de partículas por microscopía.

4.5. CUANTIFICACIÓN DE MICROPLÁSTICOS

La cuantificación de los microplásticos existentes en cada muestra se realiza realizando el recuento agregado de las membranas (normalmente 2) utilizadas para la separación de las dos fracciones de tamaño. El recuento de partículas se realizará en una lupa binocular con un ocular micrométrico acoplado que permita la medida del tamaño de las partículas (con un límite inferior de 50 μm), determinándose los siguientes parámetros:

- Tamaño de la partícula, clasificándolas en los siguientes rangos de tamaño: <200 μm , 200-400 μm , 400-600 μm , 600-800 μm , 800-1000 μm , 1-2 mm, 2-3 mm, 3-4 mm y 4-5 mm. Se considera siempre como longitud de la partícula la longitud máxima de ésta, independientemente de su forma.
- Color de la partícula.
- Forma de la partícula, diferenciándose entre las siguientes clases:

Fibras/Filamentos	
Fragmentos	Planos angulosos
	Planos redondeados
	Granulares
Pellets	Esféricos
	Cilíndricos
	Discos
	Otros
Microesferas	
Film/Láminas	
Poliespán	
Gomaespumas	

Todos estos parámetros están contemplados en el formato de ficha adjunto, en el que se recogerán todos los datos del ensayo.


4.6. EXPRESIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de los dos ensayos se expresarán conjuntamente de las siguientes formas:

- Distribución conjunta de tamaños de partículas en los rangos determinados.
- Número de partículas por unidad de masa (kg de arena seca) y realizando también el cálculo oportuno para su expresión por unidad de superficie (m^2), teniendo en cuenta que la muestra total recogida corresponde a $0,25 m^2$ y la fracción (en masa) que representa la muestra analizada para la fracción de microplásticos inferiores a 1 mm sobre el total recogido en tal superficie.
- Masa de partículas por unidad de masa y superficie, si bien este resultado se referirá exclusivamente a las partículas superiores a 1 mm dado que las inferiores al mismo resulta imposible separarlas para su pesado.



Modelo de ficha de laboratorio

LABORATORIO DE CALIDAD DEL MEDIO MARINO						
Nombre de la playa:				Muestra		
Fecha muestreo:						
Masa inicial procesada (gr)						
Masa retenida en 5 mm (gr)						
Masa procesada < 1 mm (gr)						
RESULTADOS RECUENTO:						
		Nº PARTÍCULAS			TOTAL	
Tamaños (mm)	<0,2					
	0,2-0,4					
	0,4-0,6					
	0,6-0,8					
	0,8-1					
	1-2					
	2-3					
	3-4					
4-5						
		SUMA:				
		Nº PARTÍCULAS			TOTAL	
FORMA	Fibras/Filamentos					
	Fragmentos	Planos angulosos				
		Planos redondeados				
		Granulares				
	Pellets	Esféricos				
		Cilíndricos				
		Discos				
		Otros				
	Microesferas					
	Film/Láminas					
	Poliespán					
	Gomaespumas					
Otra forma diferente						
		SUMA:				
		Nº PARTÍCULAS			TOTAL	
COLOR	Incoloro/Transparente					
	Ambarino					
	Blanco					
	Azul					
	Verde					
	Rojo					
	Amarillo					
	Negro					
Otro color						
		SUMA:				
		Masa de partículas (g)				