

ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DIFUSA MEDIANTE LA CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS EN ESPACIOS NATURALES DE ESPAÑA

Carlos Ciudad Trilla



Título del informe: Análisis de la contaminación difusa mediante la caracterización de residuos en espacios naturales de España.

Autor del informe: Carlos Ciudad Trilla.

Fecha de elaboración: 24 de noviembre de 2022.

Foto de portada: Laguna de Pitillas (Navarra) / Carlos Ciudad Trilla.

Foto de contraportada: Palacios del Sil (León) / Carlos Ciudad Trilla.

Este trabajo ha sido financiado por: Proyecto LIBERA, SEO/BirdLife, Ecoembes y Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.



ÍNDICE

Introducción y objetivos	7
Metodología	8
<i>Selección de las zonas de estudio</i>	8
<i>Caracterizaciones de residuos</i>	9
<i>Análisis de los residuos detectados en las caracterizaciones</i>	12
<i>Análisis espacial del territorio</i>	13
Resultados	16
<i>Resultados generales</i>	16
<i>Resultados por tipos de ambientes</i>	23
<i>Resultados por espacios naturales</i>	29
<i>Comparación de los residuos detectados y las características del territorio</i>	31
Conclusiones	34
Anexos	36



1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La contaminación de los ecosistemas es una de las principales amenazas para la biodiversidad a nivel global, teniendo además grandes implicaciones (directas e indirectas) en el bienestar y en la salud humana. Por estos motivos, desde hace décadas, se han realizado numerosos estudios para evaluar el efecto de determinados contaminantes en el medio ambiente, en la persistencia de las especies silvestres y de sus hábitats, en la calidad de vida del ser humano, y un largo etcétera. Sin embargo, en ocasiones, el origen de algunos de estos contaminantes o la forma en la que se acumulan y dispersan por el medio natural no se conocen en profundidad.

El término “contaminación difusa” hace referencia a la contaminación que no tiene un origen puntual concreto o conocido, sino que se suele producir de forma dispersa, normalmente en áreas muy extensas, por lo que es muy difícil de detectar y de controlar. Parte de esta contaminación difusa que provoca la degradación de los ecosistemas puede estar causada por el abandono de residuos sólidos en la naturaleza (lo que el [proyecto LIBERA](#) ha denominado “[basuralidad](#)”).

Por tanto, el objetivo general de este trabajo es ayudar a mejorar el conocimiento sobre el abandono de residuos en el medio terrestre. El análisis de caracterizaciones de residuos realizadas de forma estandarizada y periódica en los mismos espacios naturales de referencia puede servir para entender mejor la procedencia de la “basuralidad”, su persistencia en el medio natural y sus potenciales impactos en los ecosistemas. Además, de forma complementaria, se ha desarrollado un análisis espacial del paisaje que puede contribuir a identificar características del territorio que favorecen la presencia y abundancia de residuos. En conjunto se pretende que la información presentada en este informe y los datos que se sigan tomando en los próximos años dentro del marco del proyecto LIBERA sirvan de base para empezar a paliar el problema de la contaminación difusa por el abandono de basura en la naturaleza mediante el conocimiento, la prevención y la participación.

2. METODOLOGÍA

Selección de las zonas de estudio

Se han buscado espacios naturales que sirvan de referencia para evaluar la presencia de residuos abandonados en el medio natural. Para ello se han seleccionado algunas de las zonas de estudio del [proyecto Ciencia Libera](#), y se han completado con otros espacios para cubrir la mayor parte del territorio español (una zona de estudio por comunidad autónoma).

La mayoría de los espacios naturales analizados son [Áreas Importantes para la Conservación de las Aves y la Biodiversidad](#) (IBA, por sus siglas en inglés), pero también se han seleccionado espacios pertenecientes a la [Red Natura 2000](#) (tanto Lugares de Importancia Comunitaria [LIC] o Zonas Especiales de Conservación [ZEC], como Zonas de Especial Protección para las Aves [ZEPA]). Ver **Tabla 1**.

Tabla 1. Listado de espacios y comunidades autónomas donde se han realizado las caracterizaciones de residuos.

Comunidad autónoma	Nombre del espacio	Código del espacio
Andalucía	Marismas del Guadalquivir	IBA 259
Cataluña	Delta del Llobregat	IBA 140
Comunidad de Madrid	Cortados y Graveras del Jarama	IBA 073
Comunidad Valenciana	Albufera de Valencia	IBA 159
Galicia	Ría de Arousa – Corrubedo	IBA 003 ZEPA 87
Castilla y León	Sierra de Segundera/Cabrera	IBA 011
País Vasco	Reserva de la biosfera de Urdaibai	IBA 35 ZEPA 144
Canarias	Los Rodeos - La Esperanza	IBA 360
Castilla-La Mancha	Quejigares de Barriopedro y Brihuega	LIC ES4240014
Región de Murcia	Mar Menor (San Pedro del Pinatar)	IBA 169
Aragón	Gallocanta	IBA 095
Islas Baleares	Sierra de Tramuntana (embalse de Cúber)	IBA 316
Extremadura	P.N. Monfragüe (Arroyo Porquerizo)	IBA 298
Principado de Asturias	Ribadesella - Tina Mayor	IBA 018
Comunidad Foral de Navarra	Lagunas de Pitillas y Dos Reinos	IBA 089
Cantabria	Montaña Oriental Costera	IBA 422
La Rioja	Sierras de Urbión, Cebollera y Neila	IBA 046

En cada uno de los espacios naturales o en sus inmediaciones se han seleccionado 3 zonas de muestreo en distintos tipos de ambientes: cauce, monte y área recreativa (**Figura 1**). En base a la superficie de cada espacio o a la disponibilidad y accesibilidad de cada entorno, en algunos casos las zonas de muestreo se han podido espaciar más de 1 km, mientras que en otros casos han quedado bastante cercanas unas a otras, lo que puede condicionar la independencia de los resultados obtenidos, especialmente, en los análisis espaciales del territorio.

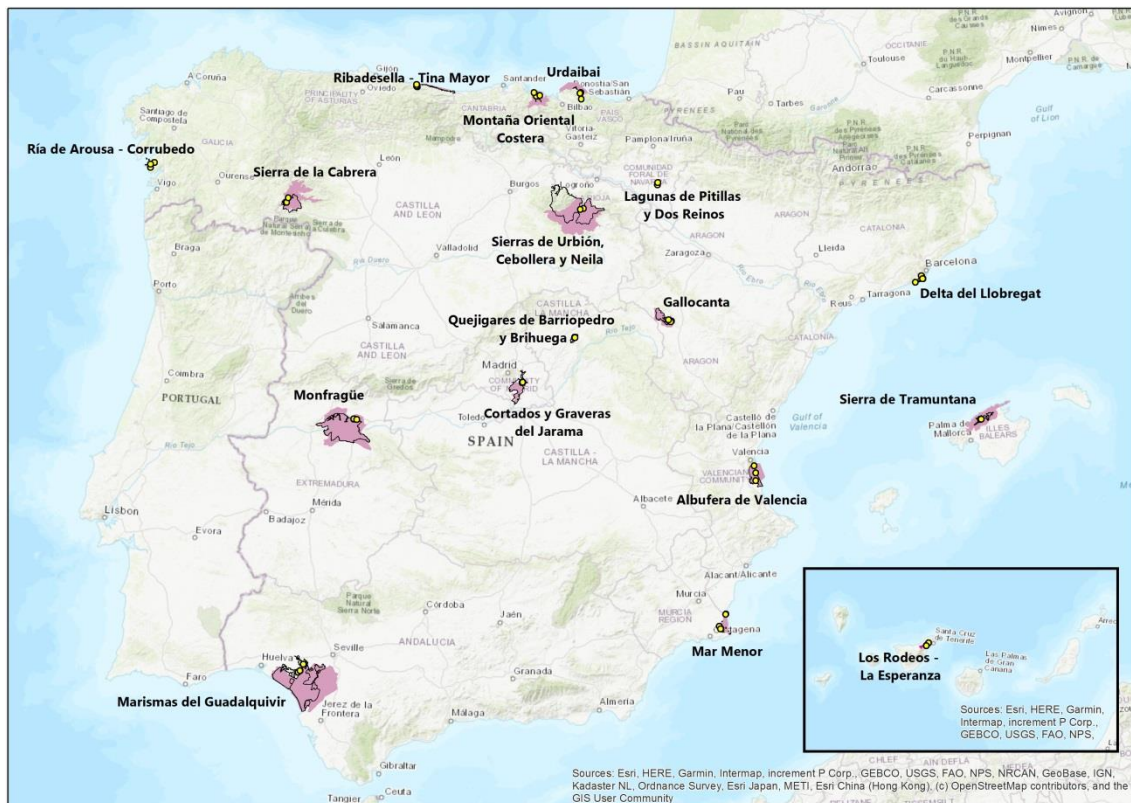


Figura 1. Mapa con la localización de las zonas de muestreo de residuos (en amarillo) y de los 17 espacios naturales de España (las IBA se muestran en polígonos malvas y los espacios Red Natura 2000 en polígonos huecos con borde negro) que se están usando como referencia para analizar la contaminación por “basuraleza”.

Caracterizaciones de residuos

Las caracterizaciones de residuos consisten en la realización de transectos, generalmente de 100 m de largo x 6 m de ancho, en los que se contabiliza cada uno de los residuos presentes en el entorno. Estas caracterizaciones se han efectuado por medio de la aplicación *eLitter*, una herramienta de “ciencia ciudadana”, desarrollada por las asociaciones [Paisaje Limpio](#) y [Vertidos Cero](#) con el apoyo del Proyecto Libera.

Mediante el uso de *eLitter* cada caracterización queda registrada con un código identificativo único (*ID Recogida*), incluyendo información sobre la ubicación espacial del transecto realizado, con las coordenadas del punto inicial y del punto

final. La *app* permite registrar cerca de 70 residuos concretos clasificados en 9 grandes grupos en función de su material principal o de su tipología (ver **Tabla 2**), por lo que en la tabla de datos quedará reflejado el número de elementos detectados de cada tipo, junto con otra información accesorio que también puede resultar de interés para evaluar los resultados obtenidos (proyecto, nombre/organización, longitud y anchura muestreada, escenario, peso estimado por tipos de basura, observaciones, etc.)

Tabla 2. Clasificación de los residuos por grupos definidos en la aplicación *eLitter* y acrónimos usados en el informe.

Acrónimo	Grupo de residuos	Elementos concretos
PLA	Plástico	<div> <div> Bolsas (compra, comida, congelados) Botellas de bebida Tapas y Tapones Bolsas, envoltorios, palos... de chucherías Pajitas, Cubiertos, Vasos, Tazas, Copas Envases de comida Envases de cosmético Cuerdas/ Cordeles Cintas de embalaje (flejes, bridas...) Embalaje industrial, lámina de plástico, burbuja... </div> <div> Envases de aceite de motor, pegamento, silicona (incluido aplicador) Envases de limpiadores Cintas portalatas Envases agrícolas (fertilizantes, pesticidas...) Bidones grandes (> 25 litros) Tuberías Piezas de plástico 0-2,5 cm Piezas de plástico 2,5 cm-50 cm Piezas de plástico > 50 cm Otros objetos Plásticos identificables (bolis, mecheros...) </div> </div>
PAP	Papel / Cartón	<div> <div> Pañuelos, servilletas de papel, manteles Brik (leche, zumos...) Cajas de cartón y fragmentos Paquetes de tabaco </div> <div> Bolsas de papel Periódicos y Revistas Trozos de papel y cartón Otros papel/cartón (especificar en observaciones) </div> </div>
MAD	Madera (trabajada)	<div> <div> Corchos Palos de helados, cubiertos... Palés </div> <div> Cajas de madera Otras piezas de madera < 50 cm Otras piezas de madera > 50 cm </div> </div>
MET	Metal	<div> <div> Latas de bebida Tapas y Tapones, chapas, anillas de latas de bebida Papel de aluminio Envases de comida, latas de conservas, bandejas... Sprays </div> <div> Bidones de aceite Botes de pintura Otras piezas metálicas < 50 cm Otras piezas metálicas > 50 cm </div> </div>
VID	Vidrio	<div> <div> Botellas y Tarros de vidrio Piezas de vidrio </div> </div>
ELE	Aparatos eléctricos y baterías	<div> <div> Baterías, pilas Cables </div> <div> Bombillas, Fluorescentes Aparatos eléctricos (ordenadores, neveras, teléfonos...) </div> </div>
HIG	Residuos Higiénicos	<div> <div> Preservativos (incluido envoltorios) Bastoncillos para los oídos Compresas, salvasilips </div> <div> Toallitas húmedas Tampones (incluidos aplicadores) </div> </div>
MED	Residuos Médicos	<div> <div> Envases y Tubos de medicamentos Jeringuillas y agujas Otros (algodón, vendas...) </div> </div>
OTR	Otros	<div> <div> Colillas Chicles Restos de comida Goma (globos, balones, cintas, válvulas...) Neumáticos Ropa y Zapatos (cuero) </div> <div> Otros textil Materiales de construcción, entullo Otras piezas cerámicas Heces de animales domésticos Otros (especificar en observaciones) </div> </div>
TOT	Items Totales	<div> <div> Todas los elementos anteriores </div> </div>

Para los análisis realizados en este informe se ha utilizado la información sobre la cuantificación de cada uno de los elementos de las caracterizaciones, efectuadas desde el año 2021 hasta octubre de 2022 dentro en el ámbito del proyecto “Seguimiento Puntos Libera”, y las coordenadas de estos transectos.

El planteamiento del estudio se ha basado en la repetición de forma periódica de caracterizaciones de residuos en los mismos espacios naturales y, dentro de estos espacios, en las 3 mismas zonas de muestreo, caracterizadas por la cercanía a cursos o masas de agua (cauces), a zonas naturales no asociadas al agua (monte), y a otras zonas donde se considera que puede haber una mayor congregación de personas, como los merenderos o áreas recreativas. Por lo que se cuenta con un total de 51 zonas de muestreo con datos de residuos abandonados en el medio natural (**Figura 2**).

Para evaluar la evolución temporal a lo largo del año de la presencia y abundancia de residuos se han seleccionado 4 periodos de referencia (marzo, junio, septiembre y diciembre) para la realización de las caracterizaciones en cada zona de muestreo, a los que denominaremos de manera laxa “visitas estacionales”. De esta manera podrán intentarse relacionarse los resultados de las caracterizaciones con momentos del ciclo anual que probablemente tienen diferente intensidad de utilización antrópica de los espacios naturales.

En conclusión, para cada año de estudio completo se contará con un total de 204 caracterizaciones (**Figura 2**). Será deseable mantener el estudio a largo plazo para ir ampliando progresivamente el tamaño de muestra y poder sacar conclusiones más robustas sobre la tendencia de la presencia, abundancia y frecuencia de residuos en la naturaleza.

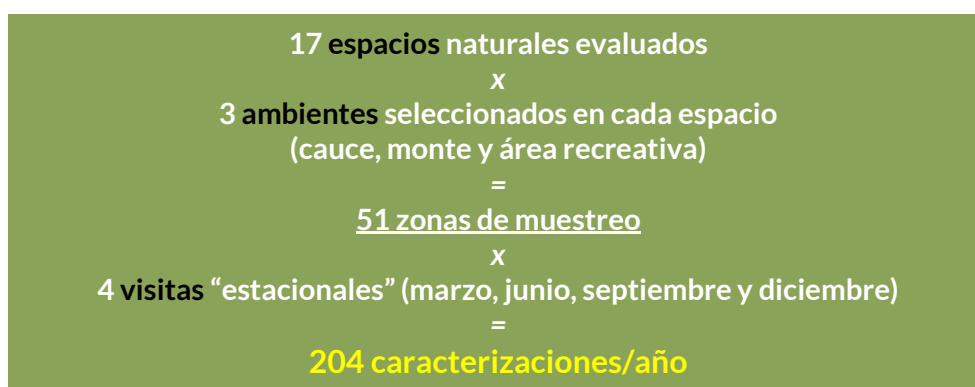


Figura 2. Esquema general del diseño de muestreo para estudiar la “basuraleza” en espacios naturales mediante las caracterizaciones de residuos.

Análisis de los residuos detectados en las caracterizaciones

Todos los datos recogidos en las caracterizaciones de *eLitter* realizadas en los 17 espacios naturales estudiados se han agregado en una base de datos conjunta. A partir de esta base de datos se ha seguido el siguiente proceso analítico:

- 1) **Analizar todos los datos en conjunto** para tener una idea global de la situación de la contaminación por residuos sólidos en el medio natural. Para ello se ha calculado:

- La abundancia de los distintos residuos.
- La frecuencia de aparición.
- La tendencia (variación entre visitas estacionales y entre años).

Para la abundancia, la frecuencia y la tendencia se han evaluado:

- ✓ Los residuos o *items* totales de las caracterizaciones (TOT).
- ✓ Los residuos de cada grupo (PLA, PAP, MAD, MET, VID, ELE, HIG, MED y OTR) detectados en las caracterizaciones.
- ✓ Los 10 residuos concretos considerados más relevantes (por abundancia global o por frecuencia de aparición).

- 2) **Analizar los datos por los tres tipos distintos de ambientes** (cauce, monte y áreas recreativas), con el objetivo de valorar si existen diferencias en función del tipo de entorno en el que se tomen las muestras. Después de separar las caracterizaciones por cada tipo de ambiente, nuevamente se ha calculado la abundancia de los distintos residuos (totales, grupos y elementos concretos), su frecuencia de aparición y su tendencia.

- 3) **Analizar los datos por espacios naturales**, para identificar situaciones particulares que puedan darse en cada uno de los espacios evaluados e intentar valorar posibles diferencias entre las áreas geográficas donde se ubican. Al agregar las caracterizaciones por cada espacio natural o comunidad autónoma, de nuevo se ha calculado la abundancia de los distintos residuos (totales, grupos y elementos concretos), su frecuencia de aparición y su tendencia.

En función del análisis realizado y del tipo de gráfica empleada para mostrar los resultados, se han utilizado valores absolutos (suma de residuos detectados), valores medios (promedio de residuos en el conjunto de caracterizaciones evaluadas) o valores de porcentajes de aparición (frecuencias). No se ha tenido en cuenta la superficie muestreada en cada caracterización, para simplificar el análisis y porque no se conoce el grado de fiabilidad de la información reflejada en ese campo. Se ha asumido que el área muestreada era la misma en todos los casos (100 x 6 m), pero para futuros estudios más detallados y precisos sería recomendable considerar este aspecto del muestreo.

Análisis espacial del territorio

Con el objetivo de tratar de entender mejor el posible origen de los residuos detectados en las caracterizaciones se ha llevado a cabo un análisis espacial del territorio. Para que el estudio fuera repetible, adaptable y extrapolable a otros espacios y a otras zonas de España, se ha optado por emplear información espacial pública y de fácil acceso para generar las variables ambientales (ver **Tabla 3**).

Tabla 3. Descripción detallada de cada uno de los datos espaciales originales utilizados en el análisis.

Nombre	Descripción	Tipo de dato espacial	Fuente
Zonas de muestreo	Ubicación del punto inicial de cada uno de los 51 transectos para las caracterizaciones en los 17 espacios naturales estudiados.	Vectorial - punto	SEO/BirdLife
Carreteras	Trazado de vías de comunicación (autovías, carreteras, calles, pistas, caminos, senderos, etc.) de la plataforma colaborativa OpenStreetMap.	Vectorial - línea	OSM
EDAR	Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales.	Vectorial - punto	Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG)
CNV	Censo Nacional de Vertidos: registro oficial de todo tipo de vertidos a las aguas.	Vectorial - punto	
Núcleos de población	Núcleos de población donde se identifica el número de habitantes en base a los datos del INE.	Vectorial - polígono	
CLC18	Cobertura y usos del suelo definidos en CORINE Land Cover 2018.	Vectorial - polígono	
ENP	Todo tipo de Espacios Naturales Protegidos.	Vectorial - polígono	
RN2000	Espacios de la Red Natura 2000.	Vectorial - polígono	
MDT	Modelo Digital del Terreno de toda España.	Ráster	

El enfoque general del análisis espacial consiste en evaluar características y elementos del territorio en las proximidades a las zonas de muestreo, que puedan ayudar a explicar o predecir la presencia de los principales residuos detectados en las caracterizaciones.

El proceso analítico se divide en tres pasos principales:

- 1) **Generar áreas de influencia:** Aunque sería recomendable realizar un análisis a múltiples escalas para entender mejor los patrones espaciales de la distribución de la “basuralidad”, para simplificar el estudio se ha empleado una única escala de análisis. Se ha generado un área de influencia (*buffer*) con un radio de 1 km alrededor del punto inicial de cada una de las 51 zonas de muestreo. Se considera que una distancia de 1 km en torno a las zonas donde se han desarrollado las caracterizaciones puede

ser apropiada para evaluar factores que pueden influir en la dispersión y acumulación de residuos y ser, al mismo tiempo, representativa de la variabilidad del territorio.

- 2) **Estimar valores de cada variable:** Se han seleccionado una serie de variables del territorio básicas que pueden aportar información sobre la distribución espacial de los residuos (**Tabla 4**). Para los datos en formato vectorial se ha recortado la capa original con las áreas de influencia de 1 km mediante la herramienta *Intersect*. La forma de calcular el valor de cada variable depende del tipo de datos espaciales. En caso de que las entidades de la capa original fueran puntos se han contabilizado los puntos que quedaban dentro de cada área de influencia y se ha calculado su densidad en base a la superficie del área de influencia (puntos/km²). Si las entidades eran de tipo línea se ha calculado la longitud que quedaba dentro del área de influencia y la densidad en base a la superficie del área de influencia (km de línea/km²). En el caso de la densidad de población, directamente se ha tomado el valor indicado en el campo “habitantes” de la capa de núcleos de población que solapaban con las áreas de influencia. Para las entidades de tipo polígono se ha calculado la proporción de cobertura respecto a la superficie total de las áreas de influencia. Finalmente para los datos originales en formato ráster (MDT) se ha computado el valor medio de la altitud (m) dentro de cada una de las áreas de influencia mediante la herramienta *Zonal Statistics As Table*. En la **Figura 3** se muestra un ejemplo de la visualización y estimación de los valores de las variables del territorio en las tres zonas de muestreo de uno de los espacios naturales estudiados.
- 3) **Comparar los valores obtenidos en el paso anterior con los resultados de las caracterizaciones en cada zona de muestreo:** Para evaluar la posible relación entre las características del paisaje y la presencia de residuos se han comparado los valores de las variables del territorio con los valores medios de los residuos detectados en cada zona de muestreo mediante un análisis de correlación. Tras comprobar que los datos no se ajustaban a una distribución normal, se ha usado el coeficiente de correlación de Spearman, medida no paramétrica que permite valorar la fuerza de la correlación (entre 1 y -1) y su grado de significación (p). Los análisis estadísticos se han realizado en R 4.0.2 con RStudio ([R Core Team](#)). Cuando se cuente con un mayor número de caracterizaciones sería recomendable emplear análisis estadísticos más avanzados para valorar el grado de asociación entre las variables.

Toda la información espacial se ha transformado al sistema de referencia UTM ETRS89 30T y todos los análisis espaciales se han desarrollado en ArcGIS 10.5 (ESRI).

Tabla 4. Descripción de las variables del territorio estimadas en torno a las zonas de muestreo, resumiendo el método de cálculo e indicando el efecto esperado en la presencia de residuos.

Acrónimo	Descripción y método de cálculo	Efecto esperado
VER	Densidad de vertidos (puntos de vertido/km ²), incluyendo las EDAR y otros puntos de vertido identificados en el CNV.	+
CAR	Densidad de carreteras y de otro tipo de vías de comunicación (km de vías/km ²) extraídas de OSM.	+
POB	Densidad de población (habitantes/km ²) en base a la información del INE reflejada en la capa de núcleos de población	+
ART	Proporción de uso de suelo artificial (superficie artificial/superficie total del área de influencia de 1 km). Códigos CLC18: 111-142.	+
AGR	Proporción de zonas agrícolas (superficie agrícola/superficie total del área de influencia de 1 km). Códigos CLC18: 211-244.	+
NHU	Proporción de zonas naturales o no humanizadas (superficie no humanizada/superficie total del área de influencia de 1 km). Códigos CLC18: 311-523.	-
PRO	Proporción de zonas protegidas (superficie de espacios naturales protegidos o RN2000/superficie total del área de influencia de 1 km). No se considera la superficie de las IBA, al no estar sujetas directamente a figuras de protección.	-
ALT	Altitud media dentro del área de influencia de 1 km estimada en base al MDT25 de toda España.	-

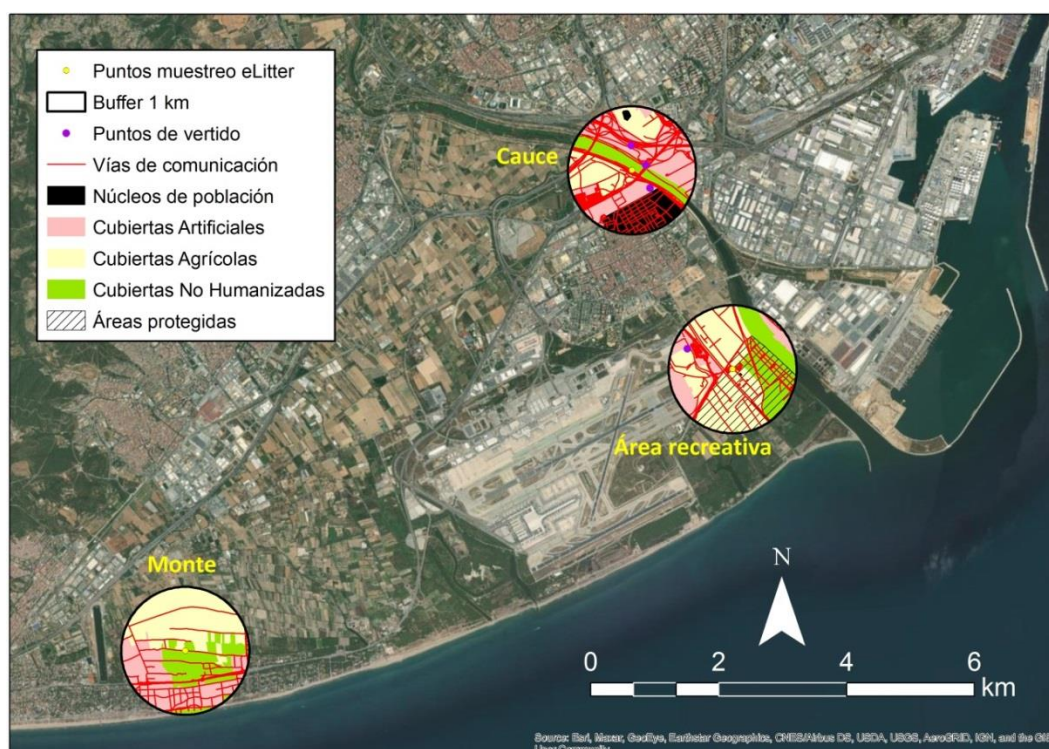


Figura 3. Ejemplo de cálculo mediante técnicas de geoprocésamiento de las variables del territorio en áreas de influencia de 1 km alrededor de las tres zonas de muestreo definidas para desarrollar las caracterizaciones de residuos en la IBA 140 - Delta del Llobregat (Cataluña).

3. RESULTADOS

Resultados generales

Hasta el momento, entre 2021 y 2022, se han realizado 356 caracterizaciones en los 17 espacios naturales empleados en el estudio. Estas caracterizaciones se distribuyen por 17 comunidades autónomas distintas (ver Figura 1). Queda pendiente realizar 1 caracterización de la visita 3 y las 51 caracterizaciones de la visita 4 del año 2022, por lo que para los análisis desarrollados en este informe no se cuenta con esa información.

En total, en las 356 caracterizaciones analizadas de 2021 y 2022, se han detectado 38.243 elementos, con un peso global estimado de 3.548 kg. Los elementos más abundantes en las caracterizaciones se corresponden con residuos clasificados como otros (39 %) o como materiales plásticos (33 %), mientras que el resto de grupos de residuos representan porcentajes inferiores al 10 % de los elementos totales detectados (ver **Figura 4**). Si se considera, en lugar de la abundancia total, la frecuencia de aparición de los grupos de residuos, los plásticos son los que aparecen en un mayor número de caracterizaciones (en el 89 %), seguido de papel/cartón (73 %), de otros (72 %), de metal (71 %) y de residuos higiénicos (51 %); mientras que el resto de grupos de residuos se detectan en menos de la mitad de las caracterizaciones realizadas (ver **Figura 5**).

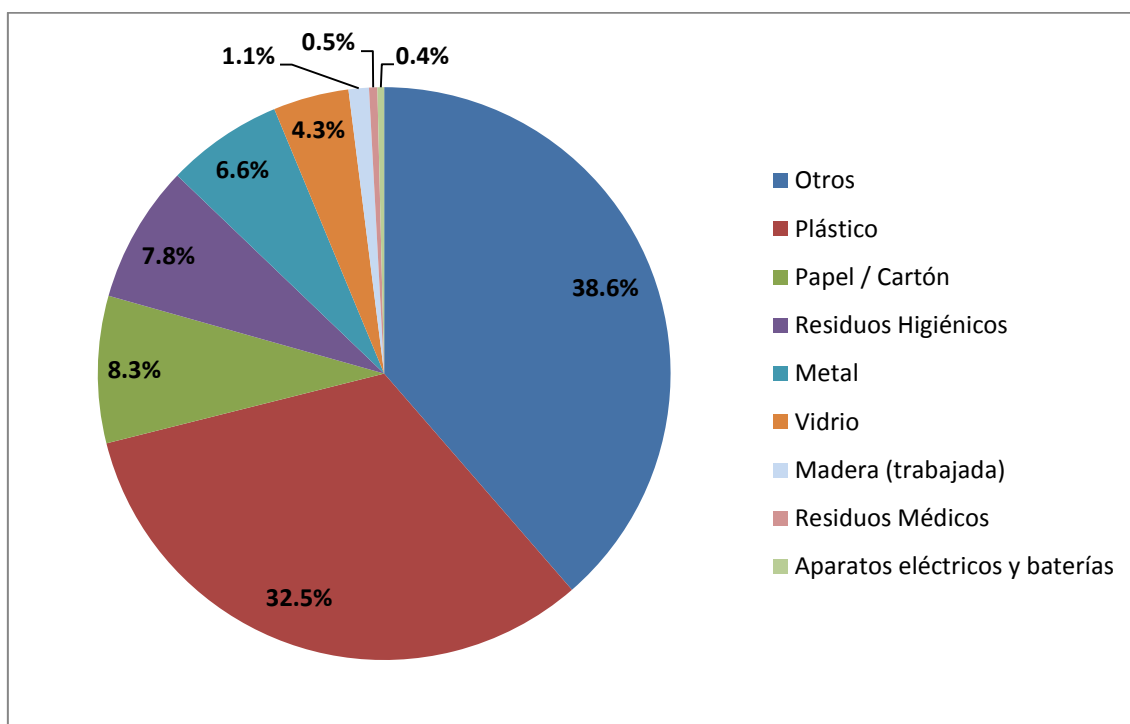


Figura 4. Porcentaje de abundancia de cada uno de los grupos de residuos con respecto al total de residuos detectados en todas las caracterizaciones realizadas en 2021 y 2022 en los 17 espacios naturales estudiados.

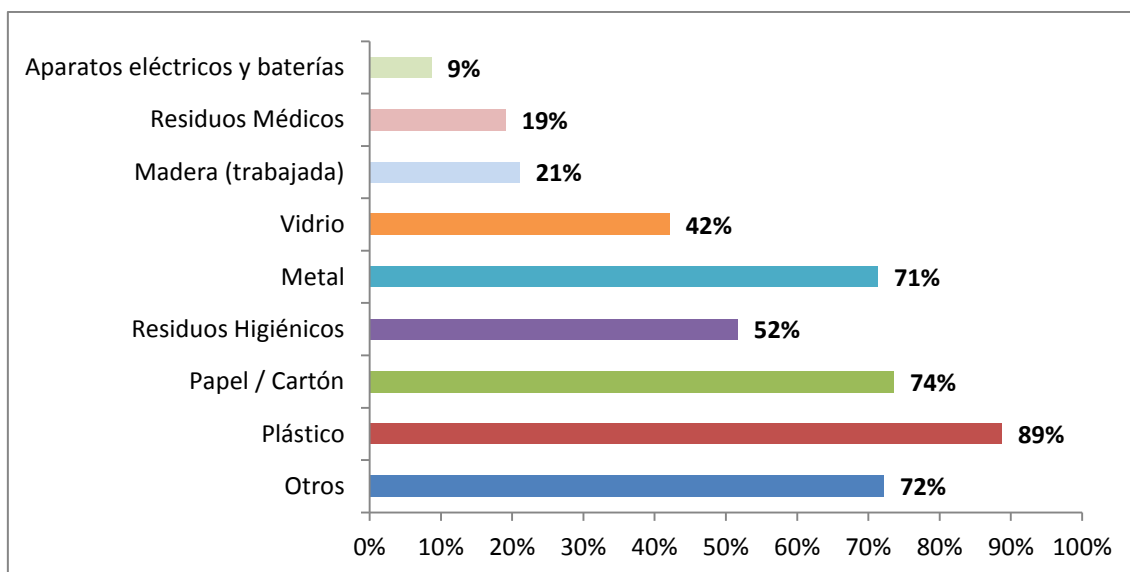


Figura 5. Porcentaje de frecuencia de aparición de cada uno de los grupos de residuos en las 356 caracterizaciones realizadas en 2021 y 2022 en los 17 espacios naturales estudiados.

Los 10 residuos concretos más abundantes en el conjunto de las caracterizaciones se muestran en la **Figura 6**.

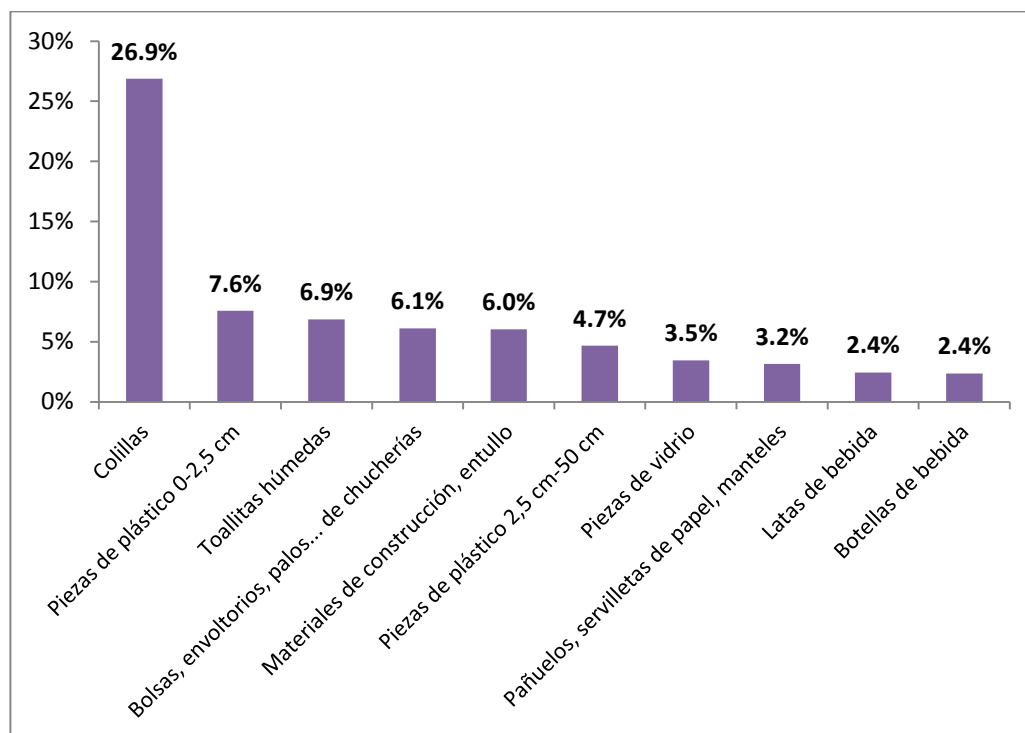


Figura 6. "Top-ten" de residuos concretos más abundantes (porcentaje de ese elemento respecto del total de residuos detectados) en las caracterizaciones realizadas en 2021 y 2022 en los 17 espacios naturales estudiados.

Si consideramos la frecuencia de aparición, en la **Figura 7** se representan los 10 residuos que se han detectado en un mayor número de caracterizaciones.

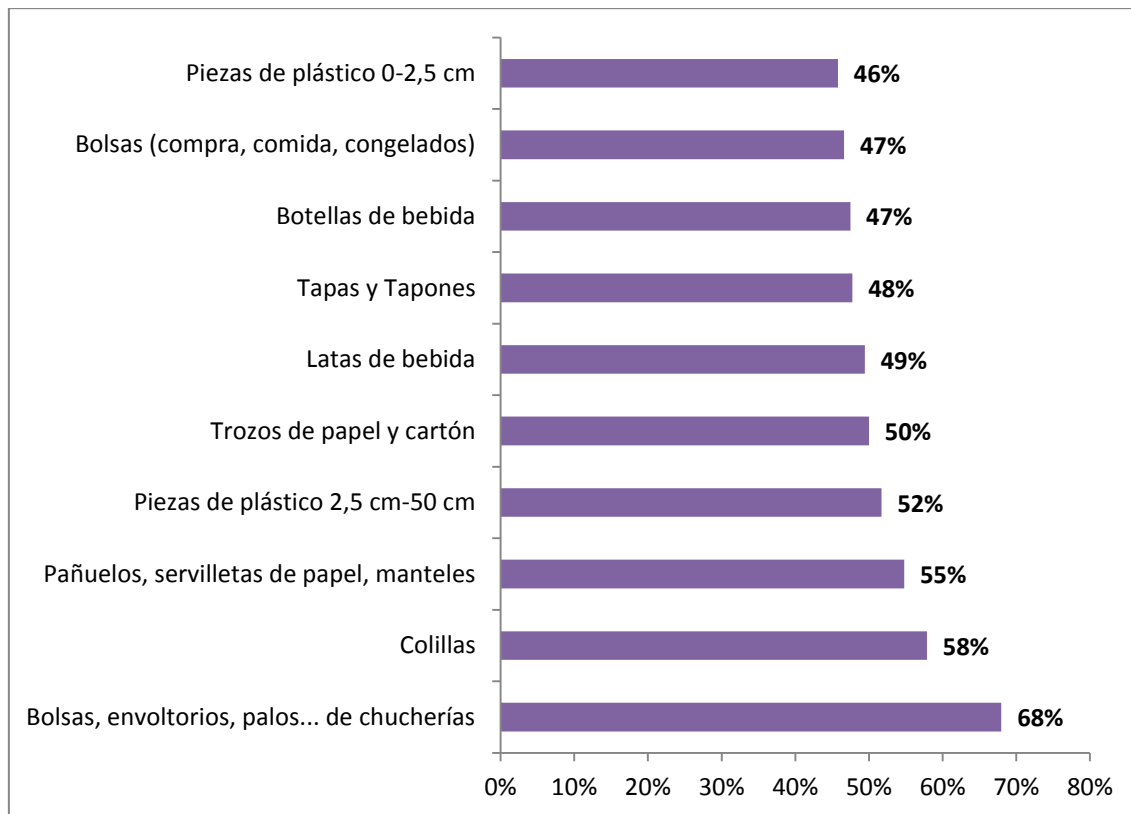


Figura 7. "Top-ten" de residuos concretos más frecuentes: Porcentaje de frecuencia de aparición de cada uno de los 10 residuos más habituales en las 356 caracterizaciones realizadas en 2021 y 2022 en los 17 espacios naturales estudiados.

El número medio de residuos detectados en las 356 caracterizaciones analizadas ha sido 106,9, con una desviación estándar de 164. El valor máximo (record de residuos detectados) fue de 1.654 elementos observados en la zona de muestreo situada en el Delta del Llobregat (Cataluña) el día 03/07/2021. En 16 caracterizaciones (4,5 %) no se detectó ningún residuo.

En cuanto a la evolución de la presencia y abundancia de residuos a lo largo del año y entre años, se observa que el número total de residuos detectados en 2021 fue de 17.465 (excluyendo, para poder hacer la comparación, los valores de las caracterizaciones que aún no se han realizado en 2022) por 16.295 residuos en 2022. La tendencia en los valores medios de residuos detectados por visita estacional mostró un crecimiento en la segunda visita del año 2021 (junio), mientras que en 2022 la visita 3 (septiembre) de momento ha sido la que presenta un mayor número medio de residuos por caracterización (ver **Figura 8**).

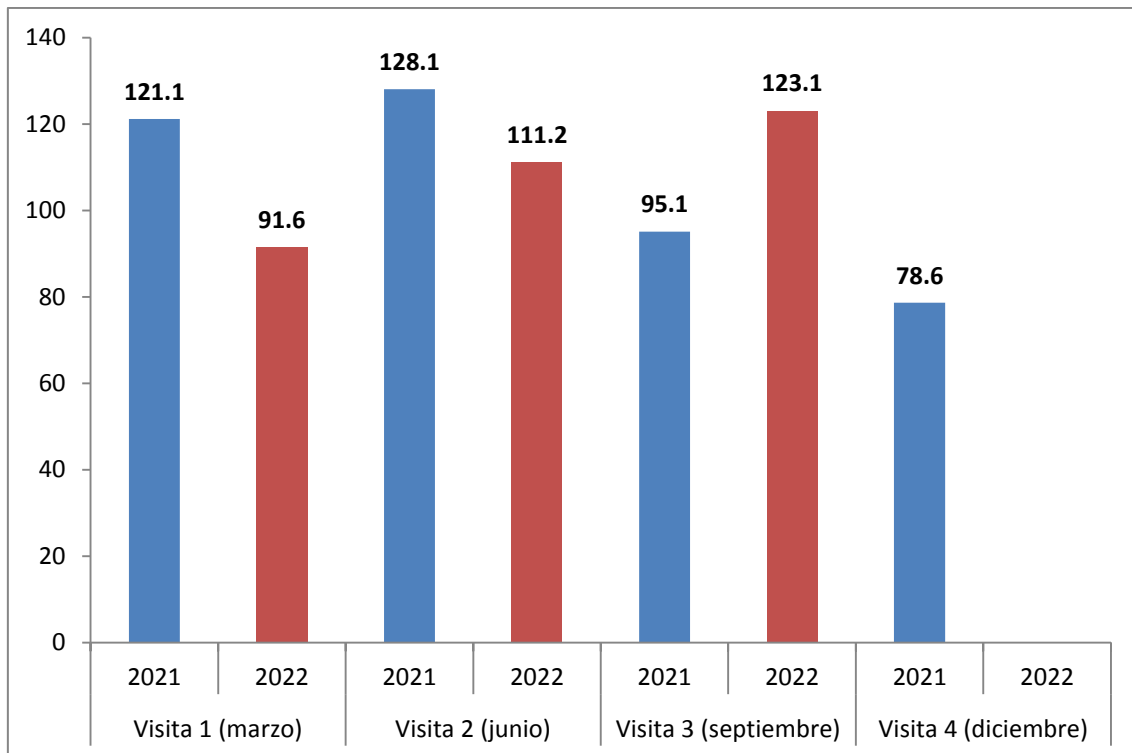


Figura 8. Tendencia del valor medio de residuos detectados en las caracterizaciones, agrupando por cada una de las visitas estacionales de 2021 y 2022. Las visitas 1 y 2 cuentan con tamaño de muestra de 51 caracterizaciones para cada año, mientras que para la visita 3 el tamaño de muestra en ambos casos es de 50 caracterizaciones (al no haberse realizado todavía una de las caracterizaciones de 2022, se han excluido los datos de 2021 recogidos en esa zona de muestreo). La visita 4 aún no se llevado a cabo en 2022, por lo que en la gráfica solo se muestran los datos de 2021.

Con respecto a la frecuencia de aparición de residuos, en todas las caracterizaciones de la primera visita (marzo) de 2021 y 2022 se detectó algún residuo, pero en posteriores visitas de ambos años un pequeño porcentaje de las caracterizaciones no contabilizaron ningún desecho (**Figura 9**).

Por grupos de residuos, la **Figura 10** muestra la tendencia en la proporción de cada grupo con respecto del total de residuos a lo largo de las 4 visitas estacionales y en los dos años analizados.

Considerando los 10 residuos concretos globalmente más abundantes (identificados previamente en la Figura 4), en la **Figura 11** se visualiza la evolución de su abundancia, agrupando por visitas estacionales y por año. De manera similar, para los 10 residuos concretos globalmente más habituales (ver Figura 5), en la **Figura 12** se muestra la evolución de su frecuencia, nuevamente agrupando por visitas estacionales y por año.

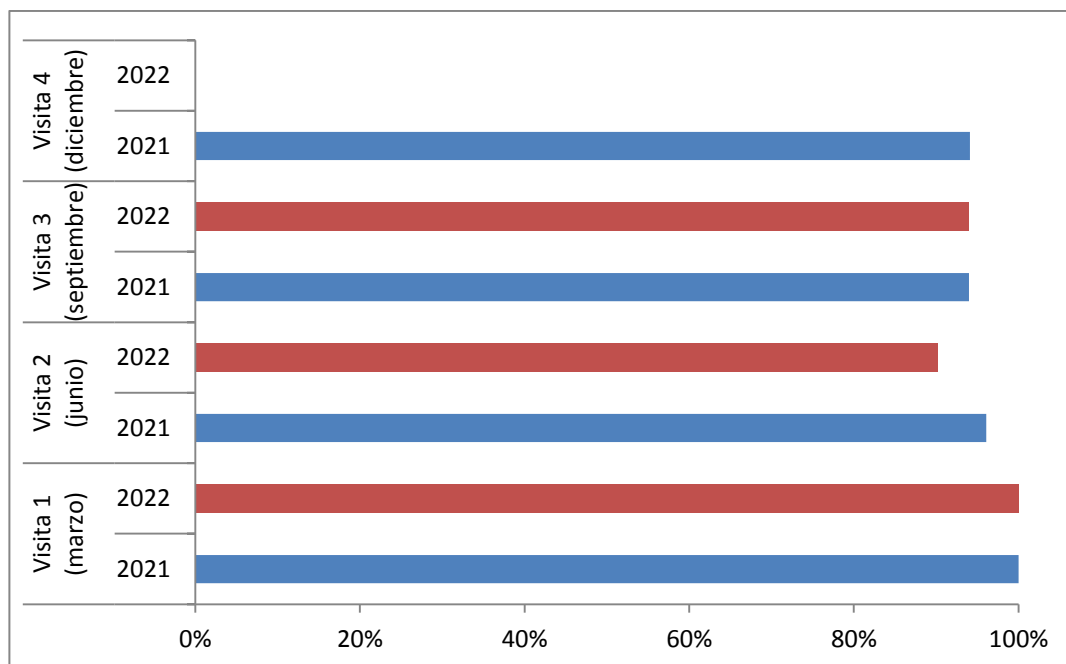


Figura 9. Frecuencia de aparición de residuos (porcentaje de caracterizaciones de cada visita estacional y de cada año con presencia de algún residuo). Las visitas 1 y 2 cuentan con tamaño de muestra de 51 caracterizaciones para cada año, mientras que para la visita 3 el tamaño de muestra en ambos casos es de 50 caracterizaciones (al no haberse realizado todavía una de las caracterizaciones de 2022, se han excluido los datos de 2021 recogidos en esa zona de muestreo). La visita 4 aún no se ha llevado a cabo en 2022, por lo que en la gráfica solo se muestran los datos de 2021.

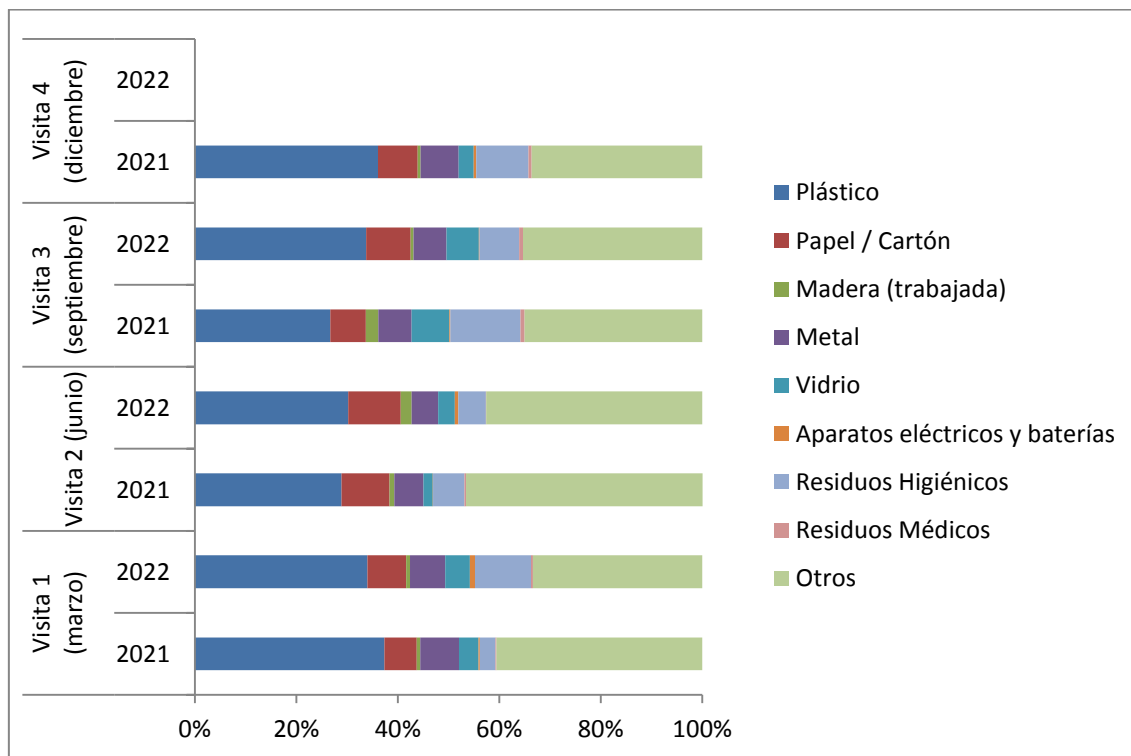


Figura 10. Porcentaje de cada grupo de residuos por visita estacional y año en el conjunto de las caracterizaciones realizadas. Las visitas 1 y 2 cuentan con tamaño de muestra de 51 caracterizaciones para cada año, mientras que para la visita 3 el tamaño de muestra en ambos casos es de 50 caracterizaciones (al no haberse realizado todavía una de las caracterizaciones de 2022, se han excluido los datos de 2021 recogidos en esa zona de muestreo). La visita 4 aún no se ha llevado a cabo en 2022, por lo que en la gráfica solo se muestran los datos de 2021.

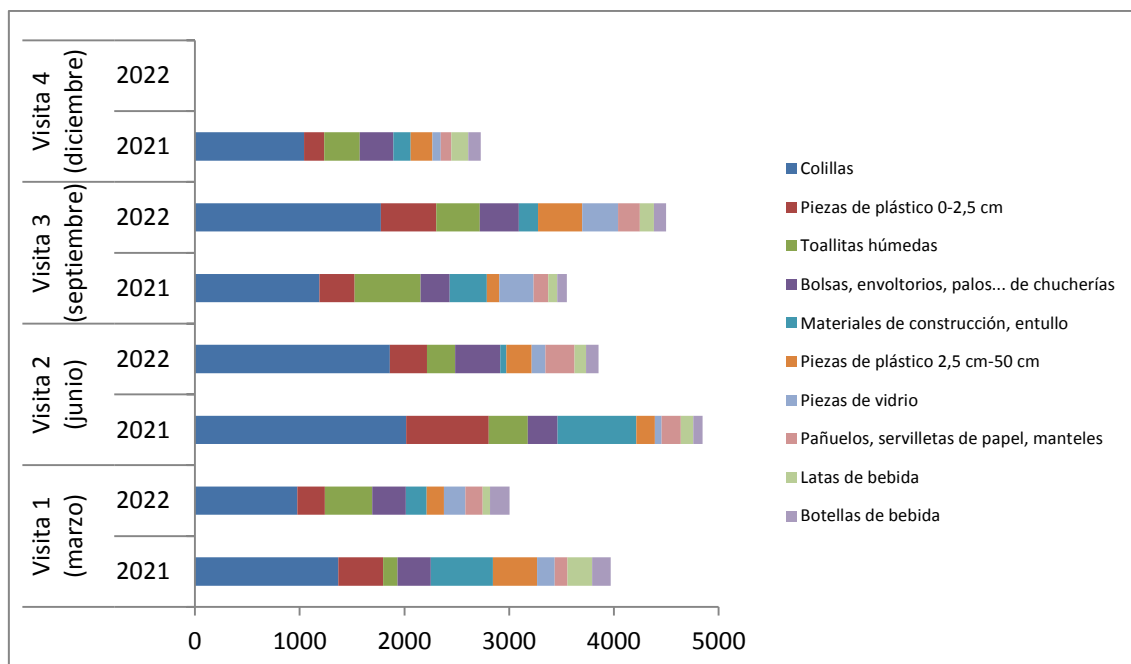


Figura 11. Evolución de la abundancia de los 10 residuos concretos globalmente más abundantes por visita estacional y año. Las visitas 1 y 2 cuentan con tamaño de muestra de 51 caracterizaciones para cada año, mientras que para la visita 3 el tamaño de muestra en ambos casos es de 50 caracterizaciones (al no haberse realizado todavía una de las caracterizaciones de 2022, se han excluido los datos de 2021 recogidos en esa zona de muestreo). La visita 4 aún no se llevado a cabo en 2022, por lo que en la gráfica solo se muestran los datos de 2021.

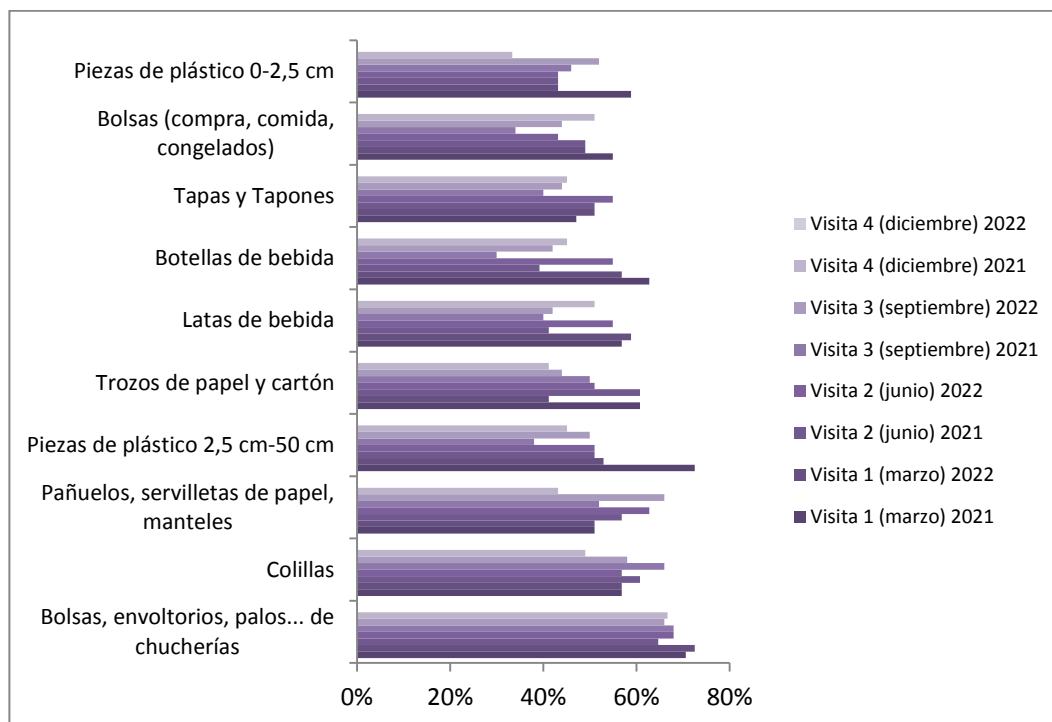


Figura 12. Frecuencia de aparición, por visita estacional y año, de los 10 residuos concretos globalmente más habituales. Las visitas 1 y 2 cuentan con tamaño de muestra de 51 caracterizaciones para cada año, mientras que para la visita 3 el tamaño de muestra en ambos casos es de 50 caracterizaciones (al no haberse realizado todavía una de las caracterizaciones de 2022, se han excluido los datos de 2021 recogidos en esa zona de muestreo). La visita 4 aún no se llevado a cabo en 2022, por lo que en la gráfica solo se muestran los datos de 2021.

A modo de resumen, los principales resultados generales (analizando todas las caracterizaciones en conjunto) muestran que:

- ✓ En la gran mayoría de las caracterizaciones (> 95%) se ha detectado al menos un residuo, siendo 106,9 la media de elementos registrados en cada caracterización.
- ✓ Los grupos de residuos más abundantes, que representan más del 70 % del total de residuos detectados, son los clasificados como “otros” y los plásticos. La mayor abundancia del grupo otros se debe a la enorme cantidad de colillas detectadas en el conjunto de las caracterizaciones (10.274). Mientras que los plásticos se reparten en varios elementos concretos que también son muy numerosos (piezas de plásticos de tamaño pequeño [2.897] o de tamaño medio [1.786], envoltorios de chucherías [2.335], botellas de bebida [904], etc.). Aunque a nivel de grupo tienen una menor relevancia, hay otros elementos concretos que aparecen en gran número como las toallitas húmedas (2.626), los materiales de construcción (2.307), los pañuelos y servilletas (1.211), y las latas de bebida (935).
- ✓ La situación cambia si tenemos en cuenta la frecuencia de aparición de los residuos. Por grupos, los plásticos pasan a ser los residuos más frecuentes, mientras que el papel/cartón y el metal presentan una tasa de aparición muy elevada, similar a la del grupo otros. Por elementos concretos las colillas son superadas en frecuencia de aparición por los envoltorios de chucherías (que se registran en casi el 70% de las ocasiones), mientras que otros elementos (como pañuelos y servilletas, piezas de plástico medias o pequeñas, trozos de papel y cartón, latas y botellas de bebidas, tapas y tapones, y bolsas) presentan un porcentaje de frecuencia cercano al 50%.
- ✓ Por tanto, al comparar la abundancia con la frecuencia, se aprecia que existen residuos que cuando aparecen lo hacen en gran número (como por ejemplo las colillas), mientras que otros residuos se detectan en menor número pero se distribuyen de una manera más homogénea y constante.
- ✓ La evolución estacional y entre años no muestra tendencias demasiado claras en los patrones generales, por lo que será necesario volver a analizar la información más adelante, cuando haya aumentado el tamaño de muestra y se cubra un intervalo temporal más amplio, para poder sacar conclusiones detalladas. No obstante parece que la mayor abundancia de residuos de cada año se daría en las caracterizaciones de junio o de septiembre, periodos en los que suele producirse una mayor afluencia de personas a los espacios naturales. Por residuos sí que parece que algunos grupos o elementos concretos muestran un patrón de ocurrencia más estacional y entre años de estudio, mientras que otros aparentemente sufren menos variaciones en la abundancia y la frecuencia de aparición.

Resultados por tipos de ambientes

Los resultados globales por tipo de ambiente (agregando las visitas y los años; **Tabla 5**) reflejan que en las inmediaciones de los cauces de los ríos se ha detectado un total de 10.999 residuos, con un peso estimado de 1.309 kg y con una media de 93,2 residuos por cada una de las 118 caracterizaciones realizadas en los ambientes fluviales de los espacios naturales evaluados. En las zonas de monte se ha detectado un total de 7.581 residuos, con un peso estimado de 832 kg y con una media de 63,7 residuos por cada una de las 119 caracterizaciones realizadas en este tipo de entornos. Finalmente, en las áreas recreativas se ha registrado un total de 19.663 residuos, con un peso estimado de 1.407 kg y 165,2 residuos de media por cada una de las 119 caracterizaciones realizadas en estos ambientes.

Tabla 5. Abundancia de residuos detectados por ambiente, visita estacional y año. Se muestran tanto los resultados absolutos de residuos como los valores medios obtenidos por caracterización. El número de muestra es 17 por ambiente, visita y año, salvo para la visita 3 del cauce en 2022 donde solo se cuenta con 16 caracterizaciones y para la visita 4 de 2022 que aún no se ha realizado. Por tanto, los valores absolutos totales entre años no son comparables.

TIPO DE AMBIENTE	2021					2022					GLOBAL 2021-2022	
	V1	V2	V3	V4	TOTAL	V1	V2	V3	V4	TOTAL		
<i>Sumatorio del número total de residuos detectados por ambiente, visita y año</i>											Total items 2021-22	Peso total estimado (kg)
Cauce	2118	1210	1537	1189	6054	1498	1859	1588	-	4945	10999	1309
Monte	1160	1222	827	847	4056	1045	1004	1476	-	3525	7581	832
Área recreativa	2900	4099	2663	1975	11637	2129	2806	3091	-	8026	19663	1407
					21747					16496	38243	3548
<i>Número medio de residuos detectados en cada caracterización, por ambiente, visita y año</i>											Media items 2021-202	
Cauce	124.6	71.2	90.4	69.9	89.0	88.1	109.4	99.3	-	98.9	93.2	
Monte	68.2	71.9	48.6	49.8	59.6	61.5	59.1	86.8	-	69.1	63.7	
Área recreativa	170.6	241.1	156.6	116.2	171.1	125.2	165.1	181.8	-	157.4	165.2	

El promedio de residuos detectados en las caracterizaciones realizadas en cauces y montes se ha incrementado entre 2021 y 2022, mientras que en las áreas recreativas se observa una reducción en cantidad media de elementos registrados en 2022 con respecto al año anterior (**Figura 13**).

En casi todas las caracterizaciones desarrolladas en áreas recreativas se ha detectado algún residuo, mientras que un pequeño porcentaje (siempre superior al 10%) de las caracterizaciones en cauces y montes no han registrado ningún residuo (**Figura 14**).

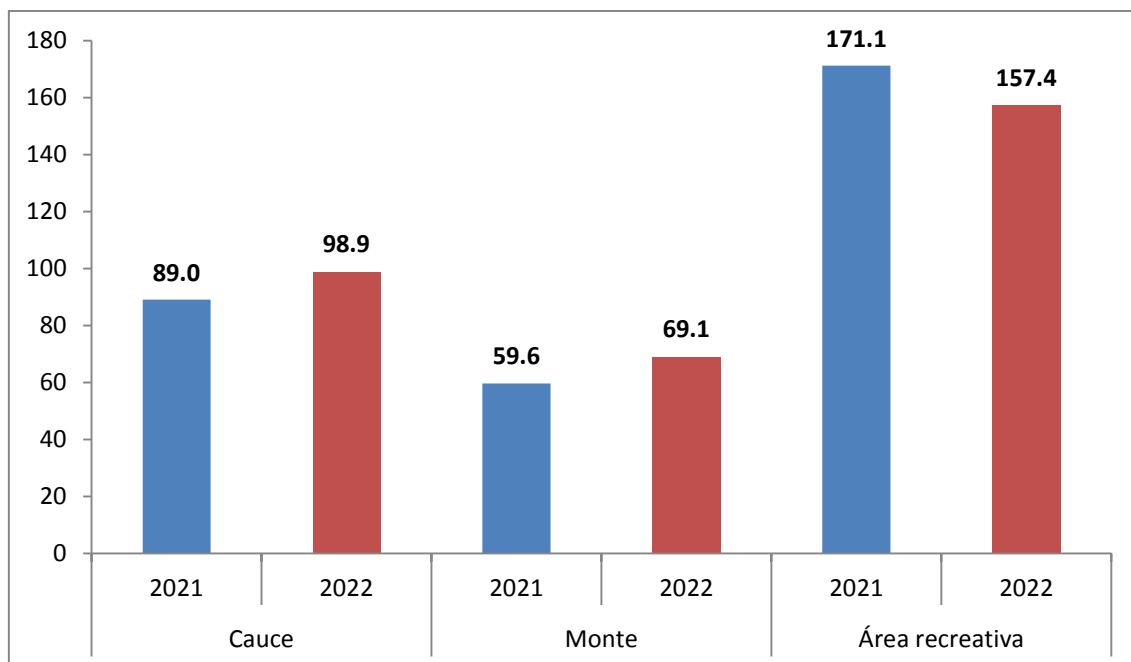


Figura 13. Media de residuos detectados en las caracterizaciones por tipo de ambiente y por año. Los valores para el año 2021 se han obtenido con un total de 68 caracterizaciones (17 espacios x 4 visitas), mientras que para el año 2022 en los ambientes de monte y áreas recreativas el tamaño de muestra fue de 51 caracterizaciones (al estar pendiente la última visita en todos los espacios) y 50 para los cauces (al estar pendiente la última visita en todos los espacios y la tercera en uno de ellos).

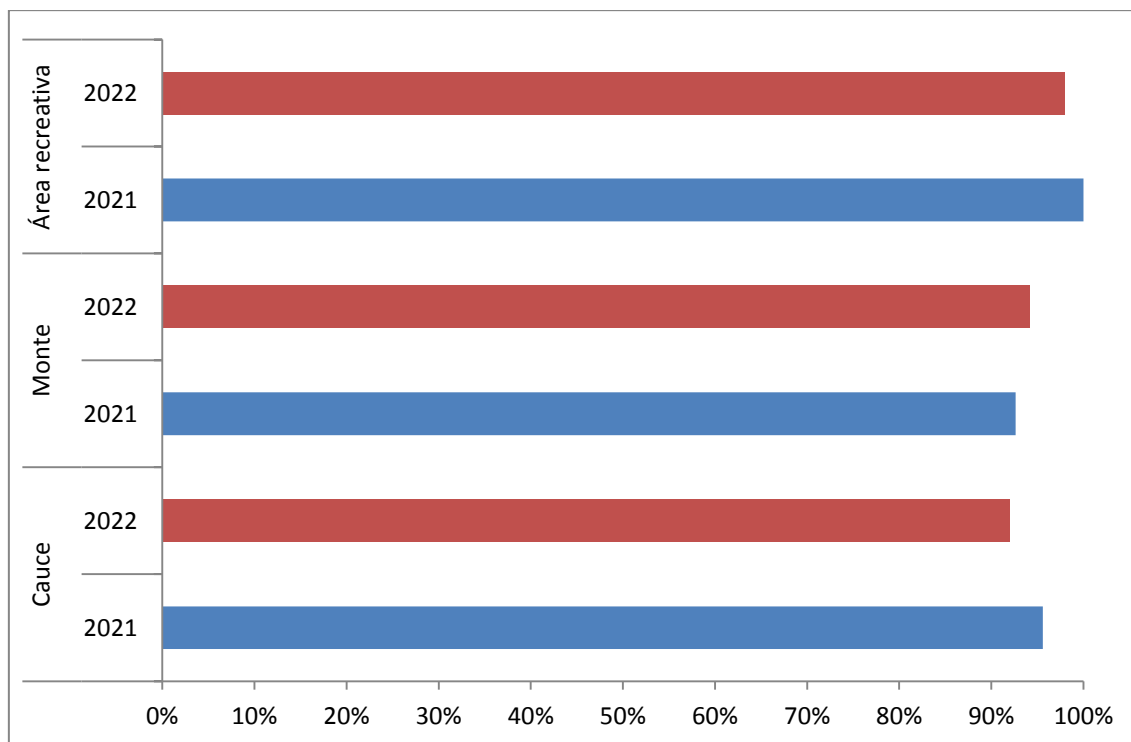


Figura 14. Frecuencia de aparición de residuos por tipo de ambiente y año. Los valores para el año 2021 se han obtenido con un total de 68 caracterizaciones (17 espacios x 4 visitas), mientras que para el año 2022 en los ambientes de monte y áreas recreativas el tamaño de muestra fue de 51 caracterizaciones (al estar pendiente la última visita en todos los espacios) y 50 para los cauces (al estar pendiente la última visita en todos los espacios y la tercera en uno de ellos).

Por grupos de residuos, la **Figura 15** muestra el porcentaje de cada grupo presente cada año en las caracterizaciones realizadas en cada tipo de ambiente.

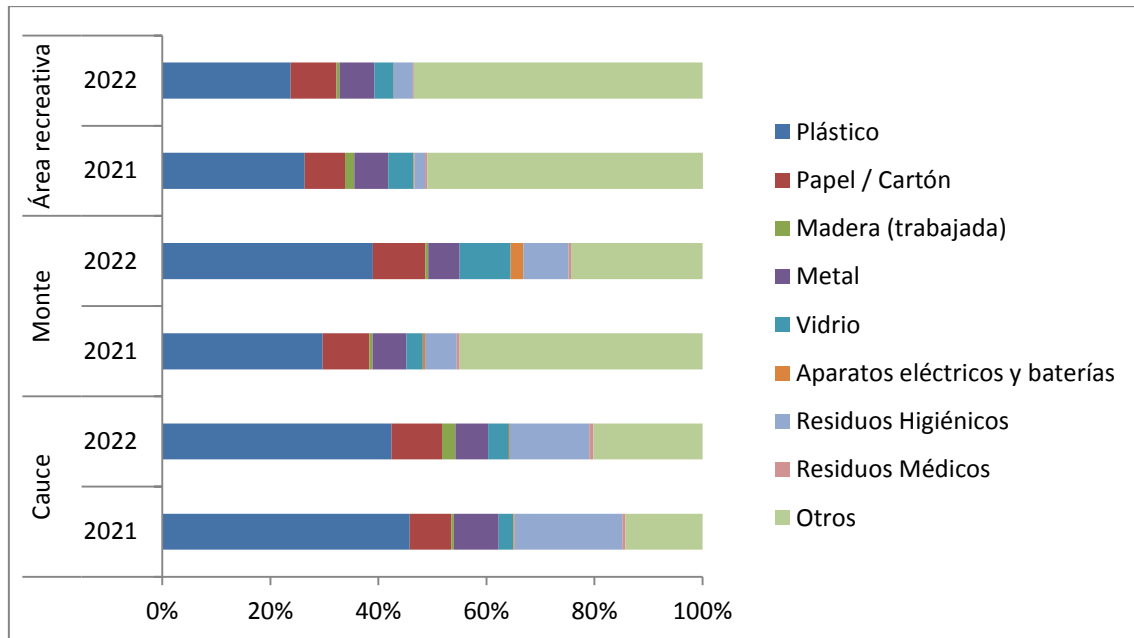


Figura 15. Porcentaje de cada grupo de residuos por tipo de ambiente y año. Los valores para el año 2021 se han obtenido con un total de 68 caracterizaciones (17 espacios x 4 visitas), mientras que para el año 2022 en los ambientes de monte y áreas recreativas el tamaño de muestra fue de 51 caracterizaciones (al estar pendiente la última visita en todos los espacios) y 50 para los cauces (al estar pendiente la última visita en todos los espacios y la tercera en uno de ellos).

Por elementos concretos, la **Figura 16** representa la abundancia absoluta (número total de *items*) por cada tipo de ambiente de los 10 elementos globalmente más abundantes, juntando los datos de los dos años de muestreo.

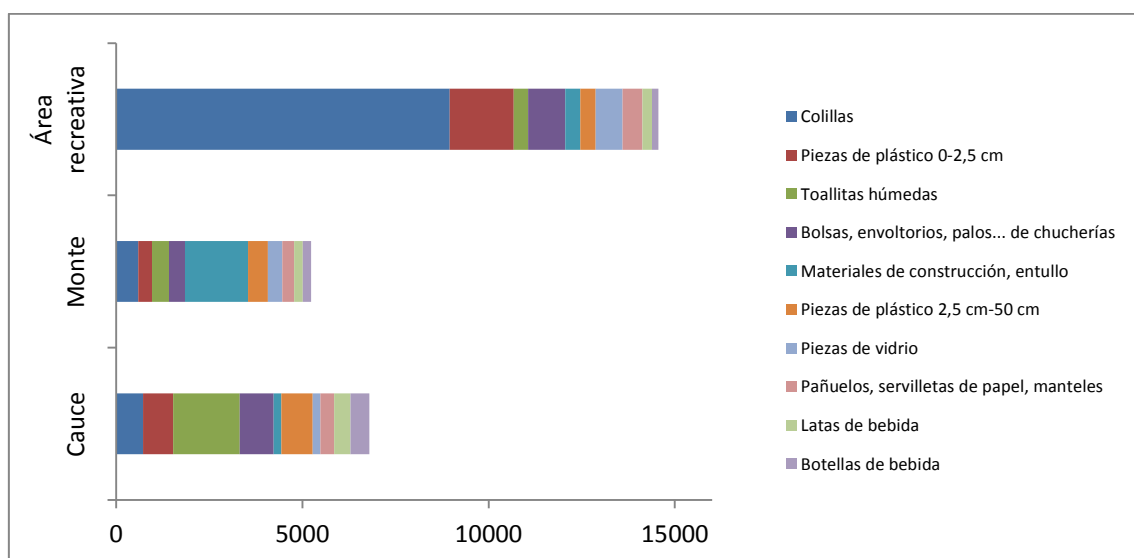


Figura 16. Abundancia total por tipo de ambiente de los 10 residuos concretos globalmente más abundantes. Debido a que en la gráfica se muestran valores absolutos del número de elementos detectados, se han agregado los datos de 2021 y 2022, puesto que al no haberse realizados todavía todas las caracterizaciones de 2022, no sería adecuado hacer una comparación entre años.

En la **Figura 17** se muestra la frecuencia de aparición de los 10 residuos globalmente más habituales por ambiente y año de muestreo.

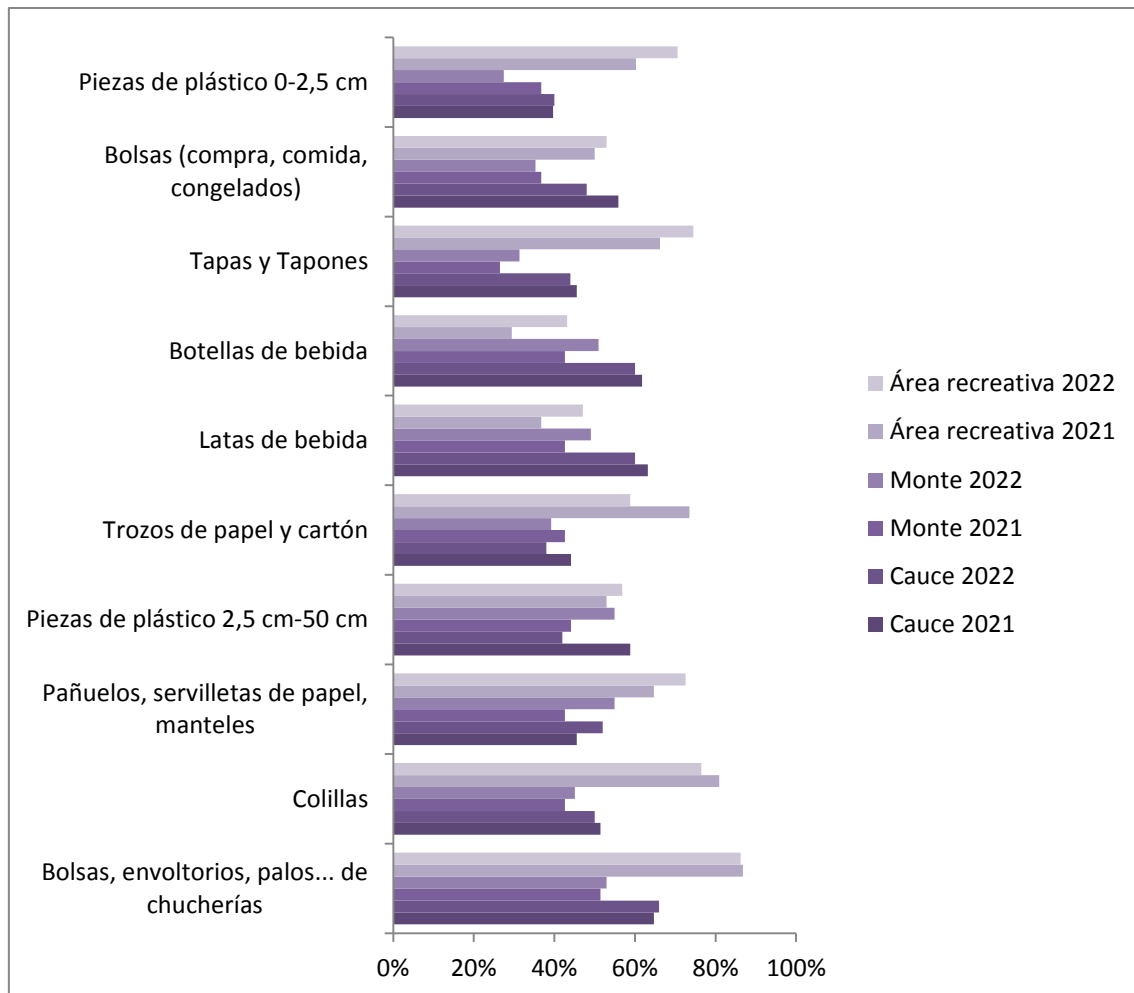


Figura 17. Frecuencia de aparición, por tipo de ambiente y año, de los 10 residuos concretos globalmente más habituales. Los valores para el año 2021 se han obtenido con un total de 68 caracterizaciones (17 espacios x 4 visitas), mientras que para el año 2022 en los ambientes de monte y áreas recreativas el tamaño de muestra fue de 51 caracterizaciones (al estar pendiente la última visita en todos los espacios) y 50 para los cauces (al estar pendiente la última visita en todos los espacios y la tercera en uno de ellos).

Finalmente, la **Figura 18** representa el número medio de residuos de cada grupo registrado por cada uno de los 3 tipos de ambientes en las 4 visitas estacionales realizadas en 2021 y en 2022, para valorar la evolución de la abundancia de los tipos de residuos a lo largo de los muestreos realizados en 17 los espacios naturales estudiados.

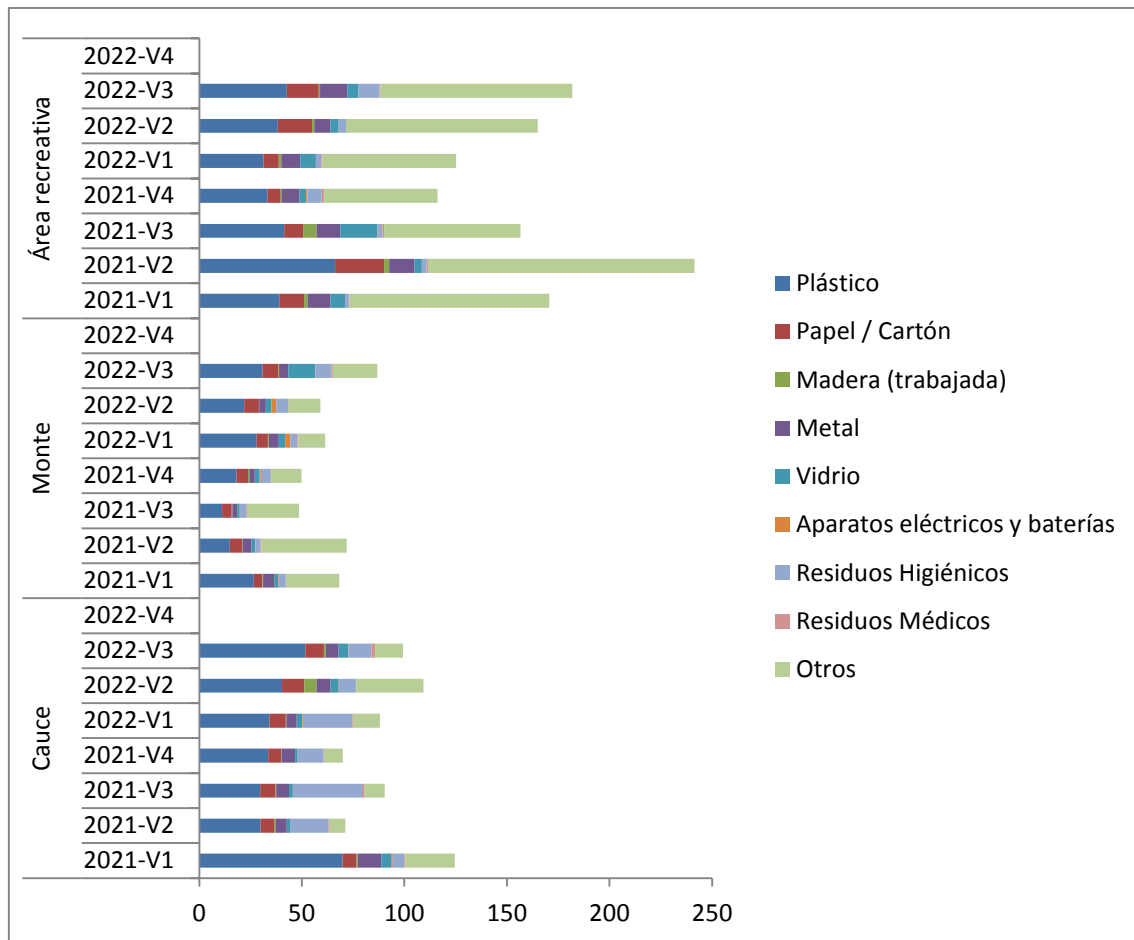


Figura 18. Evolución del número medio de elementos de cada grupo de residuos detectados en cada caracterización, agrupados por ambiente, visita y año. El número de muestra es 17 por ambiente, visita y año, salvo para la visita 3 del cauce en 2022 donde solo se cuenta con 16 caracterizaciones y para la visita 4 de 2022 que aún no se ha realizado.

Los principales resultados obtenidos por tipos de ambientes son los siguientes:

- ✓ Como era esperable, se produce una mayor acumulación de residuos en el entorno de las áreas recreativas de los espacios naturales (media = 165,2) que en la cercanía de los cauces (media = 93,2) y en las zonas de monte (media = 63,7).
- ✓ También la frecuencia de aparición de residuos es mayor en las áreas recreativas (prácticamente el 100% de las caracterizaciones en esos ambientes presentan algún residuo), mientras que en los cauces y montes es algo más probable que las zonas muestreadas estén totalmente limpias.
- ✓ La proporción de los distintos grupos de residuos es bastante estable entre años en las áreas recreativas. En el entorno de los cauces se observan algunas variaciones interanuales, que podrían deberse a cambios en las condiciones de los ríos que arrastran algunos materiales hasta el medio terrestre. En las zonas de monte es donde se ha producido un mayor cambio entre 2021 y 2022, lo que puede sugerir una mayor

variabilidad en estos ambientes naturales que no están tan asociadas a perturbaciones antrópicas continuas y localizadas, como sucede en los merenderos o en los entornos fluviales. Puede ser un ejemplo representativo de la menor predictibilidad de la basura en los montes, el perceptible porcentaje de aparatos eléctricos y baterías detectado en 2022 con respecto a la escasa proporción de este grupo de residuos registrada el año anterior en los ambientes de monte, y comparado también con la baja proporción de esos residuos observada ambos años en las áreas recreativas y los cauces.

- ✓ Existen diferencias muy llamativas entre los principales elementos concretos observados en cada tipo de ambiente. En las áreas recreativas predominan los residuos vinculados a usos turísticos y de ocio, como colillas, piezas de plástico, envoltorios, fragmentos de vidrio... En el entorno de los cauces los residuos más abundantes pueden estar más vinculados al arrastre por el agua de objetos que se tiran por el inodoro y son vertidos desde las depuradoras, como las toallitas húmedas. Mientras que en el monte, la presencia de residuos parece estar asociada, al menos en parte, a su abandono intencionado en zonas poco visibles para evitar tener que depositarlos en los lugares habilitados, como los restos de materiales de construcción.
- ✓ La frecuencia de detección de los residuos más habituales, por tipo de ambiente y año, también aporta información interesante. La mayoría de estos residuos aparecen con mayor frecuencia en áreas recreativas, pero algunos de ellos (como las latas y botellas de bebida, o las bolsas de plástico) pueden llegar a ser más frecuente en cauces o incluso en el monte. La variación entre años en un mismo tipo de ambiente es bastante baja para envoltorios de chucherías y colillas, pero en el resto de residuos se pueden observar mayores variaciones interanuales en su porcentaje de aparición.
- ✓ Por último, cabe destacar que se produce una mayor variación entre visitas y también entre años en el número medio de grupos de residuos en las áreas recreativas que en los otros dos ambientes. En las áreas recreativas los residuos clasificados como otros, los plásticos, el papel/cartón y los vidrios son los que muestran mayores oscilaciones en su abundancia media a lo largo del tiempo. En los cauces, al margen de plásticos y otros, destacan las variaciones que se producen entre visitas en los residuos higiénicos, probablemente debido al mayor arrastre y depósito en tierra de las toallitas húmedas durante periodos de lluvias intensas y de crecidas de los ríos. En las zonas de monte las variaciones son de menor entidad al presentar valores medios de residuos más reducidos, pero casi todos los grupos de residuos muestran oscilaciones entre visitas y años, en algunos casos bastante grandes, como en el vidrio o en los aparatos eléctricos.

Resultados por espacios naturales

Los espacios naturales situados en las comunidades autónomas de Cataluña, País Vasco, Andalucía, Región de Murcia, Galicia y Canarias son en los que se han detectado un mayor número de residuos, con valores totales acumulados superiores en todos ellos a 3.000 elementos y valores medios > 150 residuos/caracterización. En el extremo contrario están los espacios evaluados en la Comunidad Foral de Navarra, Islas Baleares, La Rioja, Extremadura, Principado de Asturias y Aragón con valores acumulados inferiores a 1.000 elementos y medias < 40 residuos/caracterización. Como término medio se encuentran los espacios de Castilla-La Mancha, Castilla y León, Cantabria, Comunidad Valenciana y Comunidad de Madrid, con valores totales entre 1.000 y 3.000 residuos y medias que oscilan entre 48 y 125 residuos/caracterización. Ver **Tabla 6**.

Tabla 6. Resultados generales obtenidos para cada uno de los 17 espacios naturales analizados. Se han agrupado todas las caracterizaciones realizadas (en distintos ambientes, visitas estacionales y años) dentro de cada espacio. SIN RES. = caracterizaciones en las que no se ha detectado ningún residuo.

CCAA	Nombre del espacio	Código	N	SUM	MED	SD	MAX	SIN RES.
Andalucía	Marismas del Guadalquivir	IBA 259	21	4524	215	223	633	1
Cataluña	Delta del Llobregat	IBA 140	21	5673	270	365	1654	0
Comunidad de Madrid	Cortados y Graveras del Jarama	IBA 073	21	2620	125	135	442	0
Comunidad Valenciana	Albufera de Valencia	IBA 159	21	2480	118	168	649	0
Galicia	Ría de Arousa – Corrubedo	IBA 003	21	3234	154	148	716	0
Castilla y León	Sierra de Segundera/Cabrera	IBA 011	21	1198	57	30	109	0
País Vasco	Reserva de la biosfera de Urdaibai	IBA 035	21	5508	262	219	832	0
Canarias	Los Rodeos - La Esperanza	IBA 360	21	3183	152	80	316	0
Castilla-La Mancha	Quejigares de Barriopedro y Brihuega	LIC ES4240014	21	1007	48	63	232	4
Región de Murcia	Mar Menor	IBA 169	20	3877	194	118	526	0
Aragón	Gallocanta	IBA 095	21	670	32	48	227	0
Islas Baleares	Sierra de Tramuntana	IBA 316	21	534	25	11	43	0
Extremadura	P.N. Monfragüe	IBA 298	21	635	30	43	126	7
Principado de Asturias	Ribadesella - Tina Mayor	IBA 018	21	642	31	37	142	2
Comunidad Foral de Navarra	Lagunas de Pitillas y Dos Reinos	IBA 089	21	89	4	4	20	2
Cantabria	Montaña Oriental Costera	IBA 422	21	1744	83	78	283	0
La Rioja	Sierras de Urbión, Cebollera y Neila	IBA 046	21	625	30	33	120	0
			356	38243	107	164	1654	16

Para una valoración más pormenorizada de los resultados obtenidos para cada espacio natural, en la **Figura 19** se muestran los valores medios obtenidos para cada grupo de residuos en el total de caracterizaciones realizadas en cada espacio.

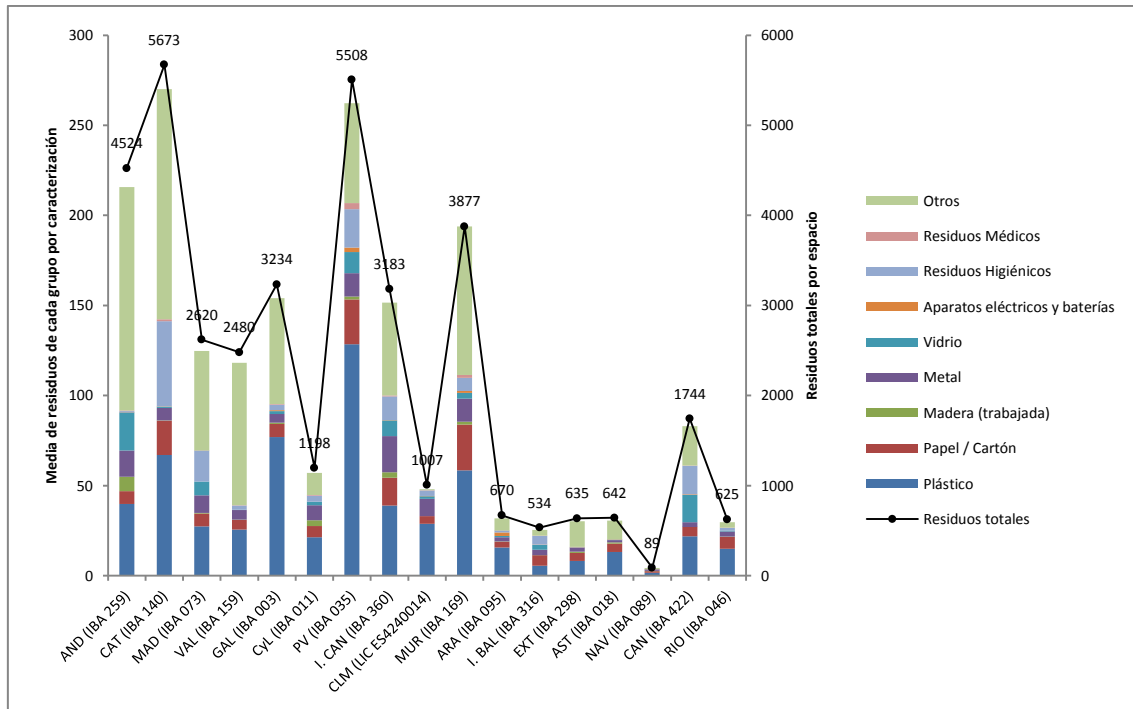


Figura 19. Valores medios de cada grupo de residuos por caracterización y valores totales de residuos detectados en cada uno de los 17 espacios naturales evaluados. Se han agrupado todas las caracterizaciones realizadas (en distintos ambientes, visitas estacionales y años) dentro de cada espacio. Ver tamaño de muestra en Tabla X.

Como resumen de los análisis realizados a escala de cada espacio natural se puede decir que:

- ✓ Existen grandes variaciones en la abundancia y en la frecuencia de detección de residuos entre los distintos espacios naturales analizados.
- ✓ Parece que los espacios cercanos a las zonas de costa muestran una mayor afección por “basuralidad”. La IBA “Ribadesella - Tina Mayor” (Asturias) puede ser una excepción; puesto que, pese a estar ubicada cerca del mar, presenta valores relativamente bajos de concentración de residuos. Dentro de los espacios naturales situados en zonas de interior aparentemente existe una mayor variación, asociada probablemente a condiciones locales.
- ✓ Por grupos de residuos también se aprecian importantes variaciones entre espacios, que pueden ser relevantes para adaptar las medidas de conservación, los planes de gestión de los espacios y los programas de mitigación de la basura en la naturaleza a cada situación concreta. Aunque para definir medidas específicas sería recomendable recabar más datos por espacio, los resultados obtenidos sugieren que podrían ser adecuado promover determinadas actuaciones. Por ejemplo, la abundancia de residuos higiénicos registrada en algunos espacios, podría ser un indicador de la necesidad de establecer medidas de concienciación para evitar que se desechen residuos por el inodoro o de fomentar mejoras en

los sistemas de depuración del agua y en las redes de saneamiento en los municipios cercanos a las zonas de muestreo.

- ✓ Cuando se disponga de un seguimiento completo de varios años, un análisis de la frecuencia y abundancia de residuos concretos en cada espacio puede ayudar a definir planes para reducir la contaminación difusa vinculada a los residuos sólidos, ajustados a las circunstancias específicas de cada espacio natural.
- ✓ El limitado tamaño de muestra a escala estatal, hace que los resultados obtenidos haya que tomarlos con mucha cautela. Para obtener conclusiones más precisas por áreas geográficas o por comunidades autónomas sería necesario incrementar el número de espacios analizados.
- ✓ El análisis espacial del territorio puede ayudar a entender mejor algunas de las diferencias observadas a nivel de espacios naturales (ver abajo).

Comparación de los residuos detectados y las características del territorio

Dentro de los 17 espacios naturales del estudio se han estimado los valores de las variables del territorio en el entorno de cada una de las 3 zonas de muestreo. Los resultados obtenidos en las 51 zonas de muestreo se exponen, junto con los valores medios de abundancia de residuos, en el **Anexo 1**.

Como es lógico, dada la diversidad de áreas geográficas evaluadas, se observa una gran diferencia en algunas de las variables del paisaje en los distintos espacios naturales. Dentro de los espacios, la variabilidad es mucho menor, especialmente en aquellas zonas de muestreo que están situadas en áreas muy próximas. En esos casos, el análisis espacial no cumpliría con los principios de independencia. Además cabe resaltar que la estimación de la variable de densidad de la población no hay que considerarlo un dato exacto, sino un valor aproximado, al estar calculada tomando la cifra total de número de habitantes de polígonos de los núcleos de población que pueden solapar parcialmente con las áreas de influencia de cada zona de muestreo. Ver **Anexo 1**.

A pesar de todas estas circunstancias y de otras posibles mejoras para los análisis espaciales, los resultados del análisis de correlación entre los valores de las variables del territorio y los datos de detección de residuos muestran algunos patrones muy interesantes. En la **Figura 20** se representa en una matriz la fuerza de la correlación entre las variables, expresada mediante un gradiente de intensidad de tonos verdes (correlaciones positivas) o de intensidad de rojos (correlación negativa), mientras que los tonos más claros ponen de manifiesto una baja correlación. Además, para valorar si la correlación estimada es o no significativa en la figura se indica el valor de p. Se pueden consultar los valores originales de la correlación en el **Anexo 2**.

	VER (Densidad de Vertidos)	CAR (Densidad de Carreteras)	POB (Densidad de Población)	ART (Superficie Artificial)	AGR (Superficie Agrícola)	NHU (Superficie No Humanizada)	PRO (Superficie Protegida)	ALT (Altitud media)
TOT (Residuos totales)	0.05	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.77	0.45	0.30	0.01
PLA (Plástico)	0.07	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.99	0.34	0.45	0.03
PAP (Papel / Cartón)	0.15	< 0.01	0.02	< 0.01	0.23	0.70	0.49	0.19
MAD (Madera (trabajada))	0.99	0.03	0.33	0.24	0.72	0.59	0.50	0.18
MET (Metal)	0.58	0.01	0.04	0.10	0.30	0.70	0.78	0.90
VID (Vidrio)	0.46	0.01	0.07	0.19	0.12	0.25	0.95	0.92
ELE (Aparatos eléctricos y baterías)	0.25	0.08	0.15	0.03	0.49	0.35	0.18	0.05
HIG (Residuos Higiénicos)	0.06	< 0.01	0.01	< 0.01	0.10	0.86	0.77	0.62
MED (Residuos Médicos)	0.60	< 0.01	0.32	0.01	0.75	0.58	0.36	0.03
OTR (Otros)	0.13	< 0.01	0.06	< 0.01	1.00	0.68	0.26	< 0.01

Figura 20. Matriz de correlación entre las características del territorio (columnas) y los valores medios de residuos detectados en cada uno de los puntos de muestreo de las caracterizaciones (filas). El color de la matriz representa la fuerza de la correlación (coeficiente de Spearman; ver escala en la parte superior izquierda de la figura). El número dentro de cada celda muestra el valor de p, destacándose en negrita las correlaciones significativas ($p < 0.05$).

Aparentemente la característica del territorio que mejor explica la abundancia de residuos sólidos en el medio natural es la densidad de carreteras (incluye en realidad todo tipo de vías de comunicación), ya que casi todos los residuos muestran una correlación positiva significativa con esta variable. La correlación de las carreteras es fuerte (> 0.5) para los residuos totales, los plásticos, el papel/cartón, los residuos higiénicos, los residuos médicos y otros. También la proporción de suelo artificial y la densidad de la población muestran correlaciones positivas significativas con las abundancias de algunos residuos.

Por el contrario, como se esperaba, la altitud media del terreno alrededor de los puntos de muestreo revela una correlación negativa significativa con los residuos totales, con otros, con los plásticos y con los residuos médicos. Este resultado se explica en base a que las zonas situadas a menor altitud suelen sufrir una mayor presión antrópica que las zonas de montaña, este patrón puede ser especialmente acusado en las zonas de costa donde se concentran en gran medida el desarrollo urbanístico.

El resto de variables del territorio no muestran correlaciones significativas. Aunque la densidad de vertidos refleja un grado de correlación con los residuos

totales marginalmente significativo ($p = 0,051$), que apunta a una cierta asociación entre la existencia de zonas de vertidos a los cursos y masas de agua y la detección de basura en el medio terrestre.

También llama la atención la falta de correlación entre las superficies protegidas (donde se han incluido Espacios Naturales Protegidos y espacios Red Natura 2000) y la presencia de residuos. Si bien sería necesario realizar un análisis mucho más específico y minucioso, este resultado sugiere que las medidas de protección de los espacios naturales no parecen ser muy efectivas en la reducción de la contaminación difusa por residuos sólidos.

En futuros análisis, cuando se cuente con una mayor base de datos de residuos detectados a lo largo de varios años, se podría intentar utilizar variables del territorio distintas o analizar casuísticas concretas en la asociación entre los registros de “basuraleza” y las características del paisaje.

4. CONCLUSIONES

A pesar de las limitaciones del análisis realizado, los resultados obtenidos permiten destacar una serie de conclusiones que pueden ser de interés y utilidad para aumentar el conocimiento sobre la problemática asociada al abandono de residuos en el medio natural y poder enfocar mejor las medidas para minimizar sus efectos:

- ❖ **Conclusión 1:** La contaminación difusa por residuos sólidos en el medio natural es un problema que afecta de manera amplia y general a espacios naturales distribuidos por toda la geografía española.
- ❖ **Conclusión 2:** El residuo más abundante en los espacios naturales analizados son las colillas, que en los lugares en los que se detectan se acumulan en gran número. Otros elementos aparecen en menor número pero se distribuyen de manera bastante homogénea, como los envoltorios de chucherías que son los residuos globalmente más frecuentes.
- ❖ **Conclusión 3:** Para poder sacar conclusiones detalladas sobre las tendencias estacionales e interanuales de la presencia de residuos será necesario aumentar el tamaño de muestra y cubrir un intervalo temporal más amplio, con varios años de datos.
- ❖ **Conclusión 4:** El tipo de ambiente más perturbado por la presencia de “basuraleza” son las áreas recreativas, donde la abundancia y la frecuencia de residuos es mucho más elevada. Los cauces también presentan valores de contaminación por residuos sólidos mayores que las zonas de monte.
- ❖ **Conclusión 5:** La tipología de los residuos registrados en cada tipo de ambiente sugiere que los factores principales que provocan su acumulación probablemente son diferentes: usos turísticos y de ocio en áreas recreativas, arrastre por el agua en los entornos fluviales y abandono intencionado en zonas de monte.
- ❖ **Conclusión 6:** La abundancia y la frecuencia de los residuos difiere mucho entre los distintos espacios naturales analizados. En general, las zonas costeras son más proclives a estar contaminadas por “basuraleza”, mientras que en las zonas de interior existe una mayor variación, asociada probablemente a condiciones locales.
- ❖ **Conclusión 7:** Cuando se disponga de un seguimiento completo de varios años, un análisis de la frecuencia y abundancia de residuos concretos en cada espacio puede ayudar a establecer planes de mitigación de la contaminación difusa por residuos sólidos, adaptados a las circunstancias particulares de cada espacio natural.

- ❖ **Conclusión 8:** Los análisis espaciales del territorio en el entorno de las zonas de muestreos pueden ser de gran ayuda para identificar mejor las fuentes potenciales de los residuos y también para intentar predecir la presencia de “basuraleza” en otras zonas donde no se hayan realizado caracterizaciones.
- ❖ **Conclusión 9:** De las características del territorio consideradas en el estudio, la densidad de carreteras es la que tiene una mayor relación con la abundancia de residuos sólidos en el medio natural. También la proporción de suelo artificial y la densidad poblacional parecen explicar la presencia de algunos residuos, mientras que las zonas situadas a mayores altitudes presentan menor cantidad de residuos.
- ❖ **Conclusión 10:** El mantenimiento a largo plazo de programas de monitoreo de la contaminación difusa mediante la caracterización de residuos en espacios naturales de España puede ser fundamental para comprender e intentar poner soluciones a los problemas derivados de la acumulación de “basuraleza”. Sería deseable ampliar el ámbito de este proyecto a otras zonas para cubrir una mayor superficie del territorio y que los resultados pudieran ser más preciosos y representativos.

5. ANEXOS

Anexo 1. Tabla con los valores de las variables del territorio obtenidos en el área de influencia de 1 km alrededor de cada una de las zonas de muestreo y con los valores medios de residuos y el tamaño de muestra (N) obtenidos en todas las caracterizaciones realizadas en cada zona. Ver el nombre completo de las variables y su descripción en las Tablas 2 y 3. AR = Área recreativa.

CCAA	Nombre del espacio	Código	Ambiente	Características del territorio (resultados análisis espacial)								Resultados de las caracterizaciones realizadas en cada zona de muestreo										
				VER	CAR	POB	ART	AGR	NHU	PRO	ALT	N	TOT	PLA	PAP	MAD	MET	VID	ELE	HIG	MED	OTR
Andalucía	Marismas del Guadalquivir	IBA 259	Cauce	0	1.22	0	0.00	0.41	0.58	0.59	23	7	131.86	37.86	3.86	12.14	12.57	7.86	0.00	0.57	0.00	57.00
Andalucía	Marismas del Guadalquivir	IBA 259	Monte	0	1.25	0	0.00	0.08	0.90	0.89	32	7	39.29	1.57	0.29	0.00	0.14	0.14	0.00	0.86	0.00	36.29
Andalucía	Marismas del Guadalquivir	IBA 259	AR	0	7.04	1233.61	0.10	0.24	0.64	0.53	86	7	475.14	80.14	16.86	12.14	30.71	55.57	0.14	0.57	0.86	279.00
Cataluña	Delta del Llobregat	IBA 140	Cauce	3	23.05	20338.85	0.64	0.23	0.14	0.00	7	7	205.86	34.14	11.57	0.29	10.14	0.71	0.00	138.71	0.57	9.71
Cataluña	Delta del Llobregat	IBA 140	Monte	0	9.65	0	0.33	0.44	0.24	0.00	2	7	35.29	12.71	5.71	0.14	3.00	0.57	0.43	1.57	1.86	9.29
Cataluña	Delta del Llobregat	IBA 140	AR	0	11.61	0	0.17	0.56	0.28	0.46	2	7	569.29	154.43	39.57	0.00	7.86	0.86	0.00	1.29	1.00	364.29
Madrid	Cortados y Graveras del Jarama	IBA 073	Cauce	2	11.24	13507.03	0.28	0.39	0.25	0.88	538	7	65.86	23.86	1.14	0.00	0.71	2.14	0.00	37.57	0.00	0.43
Madrid	Cortados y Graveras del Jarama	IBA 073	Monte	4	6.79	8984.52	0.06	0.21	0.67	0.96	577	7	30.71	11.14	9.57	0.00	3.00	2.00	0.00	2.43	0.00	2.57
Madrid	Cortados y Graveras del Jarama	IBA 073	AR	3	7.49	17969.04	0.10	0.17	0.70	0.92	590	7	277.71	47.14	10.57	1.29	25.57	18.86	0.00	11.29	0.14	162.86
C. Valenciana	Albufera de Valencia	IBA 159	Cauce	0	2.62	0	0.00	1.00	0.00	1.00	1	7	36.71	31.00	0.57	0.29	1.00	0.29	0.00	0.00	0.00	3.57
C. Valenciana	Albufera de Valencia	IBA 159	Monte	1	5.3	0	0.06	0.12	0.83	1.00	2	7	14.14	1.57	0.57	0.00	0.14	0.00	0.00	0.43	0.00	11.43
C. Valenciana	Albufera de Valencia	IBA 159	AR	4	6.54	662.17	0.15	0.43	0.29	0.64	1	7	303.43	44.14	14.71	0.43	14.86	0.57	0.00	6.00	0.86	221.86
Galicia	Ría de Arousa - Corrubedo	IBA 003	Cauce	1	6.88	210.43	0.11	0.54	0.33	0.45	8	7	254.86	173.14	10.86	1.57	10.00	3.86	0.71	7.57	0.86	46.29
Galicia	Ría de Arousa - Corrubedo	IBA 003	Monte	3	4.13	208.52	0.14	0.42	0.43	0.73	9	7	158.00	32.00	4.00	0.14	2.00	1.00	0.57	0.14	0.00	118.14
Galicia	Ría de Arousa - Corrubedo	IBA 003	AR	1	5.73	13.37	0.28	0.03	0.68	0.63	7	7	49.14	25.86	7.00	0.43	2.29	0.00	0.14	1.43	0.00	12.00
Castilla y León	S. Segundera/Cabrera	IBA 011	Cauce	0	2.29	51.57	0.00	0.38	0.61	0.99	1310	7	65.00	27.00	7.71	2.71	11.14	1.14	0.00	2.57	0.00	12.71
Castilla y León	S. Segundera/Cabrera	IBA 011	Monte	0	1.42	0	0.00	0.18	0.81	0.99	1409	7	23.43	8.71	2.43	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.29
Castilla y León	S. Segundera/Cabrera	IBA 011	AR	0	1.02	0	0.00	0.00	0.99	0.99	1482	7	82.71	28.29	8.57	7.00	7.71	4.71	0.00	7.71	1.00	17.71
País Vasco	Urdaibai	IBA 035	Cauce	3	12.15	5311.38	0.21	0.55	0.23	0.99	16	7	324.86	162.86	45.29	2.57	23.14	9.43	0.29	24.86	6.86	49.57
País Vasco	Urdaibai	IBA 035	Monte	1	4.58	0	0.00	0.04	0.95	0.99	104	7	272.43	149.00	16.14	2.00	10.71	10.71	7.29	18.00	2.00	56.57
País Vasco	Urdaibai	IBA 035	AR	1	10.28	342.55	0.21	0.28	0.51	0.99	25	7	189.57	73.86	13.00	0.14	5.14	15.00	0.00	20.86	1.29	60.29
Canarias	Los Rodeos - La Esperanza	IBA 360	Cauce	0	10.46	0	0.00	0.06	0.94	0.89	1079	7	66.86	26.29	10.86	0.57	9.57	6.14	0.00	5.71	0.43	7.29
Canarias	Los Rodeos - La Esperanza	IBA 360	Monte	0	5.16	0	0.00	0.88	0.12	0.00	726	7	203.29	55.57	24.71	2.86	23.29	15.14	0.43	31.86	0.71	48.71
Canarias	Los Rodeos - La Esperanza	IBA 360	AR	0	9.8	0	0.00	0.00	1.00	0.75	948	7	184.57	34.71	10.86	5.86	27.43	4.71	0.00	2.14	0.43	98.43
Castilla-La Mancha	Q. Barriopedro y Brihuega	LIC ES4240014	Cauce	0	1.64	4.78	0.00	0.00	0.99	0.99	908	7	13.71	11.71	0.00	0.00	1.43	0.00	0.14	0.00	0.14	0.29
Castilla-La Mancha	Q. Barriopedro y Brihuega	LIC ES4240014	Monte	0	1.63	4.78	0.00	0.01	0.99	0.99	951	7	30.86	20.57	2.57	0.00	3.43	1.00	0.00	3.14	0.00	0.14

Castilla-La Mancha	Q. Barriopedro y Brihuega	LIC ES4240014	AR	0	1.59	4.78	0.00	0.00	0.99	0.99	962	7	99.29	54.29	9.86	0.00	24.14	3.43	0.14	6.14	0.00	1.29
Región de Murcia	Mar Menor	IBA 169	Cauce	1	9.03	62.08	0.15	0.29	0.56	0.55	4	6	174.00	89.67	24.00	1.00	21.50	2.00	0.33	6.67	1.67	27.17
Región de Murcia	Mar Menor	IBA 169	Monte	0	9.7	274.42	0.21	0.19	0.60	0.46	13	7	138.57	31.14	13.71	0.86	8.29	6.00	0.14	5.43	0.57	72.43
Región de Murcia	Mar Menor	IBA 169	AR	1	10.38	432.96	0.19	0.31	0.49	0.52	3	7	266.14	59.00	38.43	2.86	9.57	1.71	2.43	10.00	2.29	139.86
Aragón	Gallocanta	IBA 095	Cauce	0	5.10	135.62	0.06	0.84	0.10	0.03	1021	7	41.71	22.14	3.43	0.00	3.71	0.00	0.00	2.00	0.00	10.43
Aragón	Gallocanta	IBA 095	Monte	0	4.53	135.62	0.07	0.81	0.12	0.47	1012	7	27.86	15.71	1.57	0.00	1.86	1.57	5.71	1.00	0.00	0.43
Aragón	Gallocanta	IBA 095	AR	0	3.55	0	0.00	0.82	0.18	1.00	1029	7	26.14	9.14	4.57	0.29	1.71	0.71	0.00	0.14	0.14	9.43
Islas Baleares	S. Tramuntana	IBA 316	Cauce	0	3.47	0	0.00	0.00	1.01	1.01	795	7	33.86	7.57	5.71	0.14	6.57	4.71	0.57	4.14	0.14	4.29
Islas Baleares	S. Tramuntana	IBA 316	Monte	0	3.15	0	0.00	0.00	1.01	1.01	843	7	21.00	3.71	5.57	0.00	0.43	0.43	0.00	9.86	0.29	0.71
Islas Baleares	S. Tramuntana	IBA 316	AR	0	3.04	0	0.00	0.00	1.01	1.00	872	7	21.43	5.14	6.29	0.00	2.14	2.86	0.00	0.43	0.00	4.57
Extremadura	P.N. Monfragüe	IBA 298	Cauce	0	0.66	0	0.00	0.68	0.31	0.73	243	7	0.71	0.14	0.00	0.00	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
Extremadura	P.N. Monfragüe	IBA 298	Monte	0	0.68	0	0.00	0.59	0.39	0.51	246	7	1.29	0.43	0.14	0.00	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43
Extremadura	P.N. Monfragüe	IBA 298	AR	1	1.81	10.19	0.00	0.67	0.32	0.24	254	7	88.71	24.29	12.86	2.14	6.00	0.14	0.14	0.57	0.43	42.14
Asturias	Ribadesella - Tina Mayor	IBA 018	Cauce	2	5.59	17.83	0.07	0.53	0.40	0.48	45	7	16.29	9.14	2.14	0.00	0.57	0.00	0.14	0.00	0.00	4.29
Asturias	Ribadesella - Tina Mayor	IBA 018	Monte	3	4.08	64.63	0.00	0.67	0.32	0.58	62	7	6.14	4.29	1.14	0.00	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
Asturias	Ribadesella - Tina Mayor	IBA 018	AR	0	9.95	964.61	0.17	0.41	0.42	0.26	29	7	69.29	26.14	10.57	2.29	2.29	0.57	0.00	0.43	0.29	26.71
Navarra	Lagunas de Pitillas y Dos Reinos	IBA 089	Cauce	0	2.9	0	0.00	0.68	0.32	0.48	352	7	3.29	1.71	1.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29
Navarra	Lagunas de Pitillas y Dos Reinos	IBA 089	Monte	0	2.27	0	0.00	0.62	0.38	0.49	361	7	1.29	0.43	0.29	0.14	0.14	0.00	0.00	0.00	0.14	0.14
Navarra	Lagunas de Pitillas y Dos Reinos	IBA 089	AR	0	3	0	0.00	0.73	0.27	0.11	365	7	8.14	2.86	1.14	0.14	2.71	0.00	0.00	0.00	0.00	1.29
Cantabria	Montaña Oriental Costera	IBA 422	Cauce	2	6.61	310.71	0.09	0.64	0.26	0.04	41	7	140.00	36.29	4.29	0.14	4.14	11.57	1.14	46.00	0.29	36.14
Cantabria	Montaña Oriental Costera	IBA 422	Monte	0	3.15	0	0.00	0.06	0.93	0.00	295	7	68.43	14.57	6.00	0.14	1.43	26.29	0.00	0.86	0.14	19.00
Cantabria	Montaña Oriental Costera	IBA 422	AR	3	4.61	268.37	0.13	0.31	0.56	0.00	77	7	40.71	14.86	4.86	0.00	2.57	7.43	0.00	0.29	0.00	10.71
La Rioja	S. Urbión, Cebollera y Neila	IBA 046	Cauce	1	2.79	19.42	0.00	0.00	0.99	0.62	977	7	20.71	14.00	3.57	0.00	1.29	1.00	0.00	0.29	0.00	0.57
La Rioja	S. Urbión, Cebollera y Neila	IBA 046	Monte	1	2.71	19.42	0.00	0.00	0.99	0.67	1013	7	11.00	5.00	4.57	0.00	0.86	0.00	0.00	0.14	0.00	0.43
La Rioja	S. Urbión, Cebollera y Neila	IBA 046	AR	0	2.24	0	0.00	0.00	0.99	0.99	1385	7	57.57	25.71	11.86	0.14	6.43	0.86	0.00	4.00	0.29	8.29
VALORES MEDIOS:				0.82	5.44	1403.20	0.08	0.34	0.57	0.64	453.79	6.98	107.61	35.03	8.96	1.23	7.11	4.58	0.41	8.35	0.50	41.45

Anexo 2. Tabla de correlación entre los valores estimados de las variables del paisaje y el valor medio de los distintos residuos en las 51 zonas de muestreo. Se indican los valores exactos del coeficiente de correlación de Spearman (rho) y los valores de significación de la correlación (p), a partir de los cuales se ha generado la Figura 20 del informe. Ver el nombre completo de las variables y su descripción en las Tablas 2 y 3.

Variables del paisaje →	VER		CAR		POB		ART		AGR		NHU		PRO		ALT	
Residuos ↓	rho	p	rho	p	rho	p	rho	p	rho	p	rho	p	rho	p	rho	p
TOT	0.3	0.05097	0.6	0.00001	0.4	0.00163	0.5	0.00013	0.0	0.76630	-0.1	0.45180	-0.1	0.29910	-0.4	0.01166
PLA	0.3	0.07179	0.5	0.00005	0.4	0.00151	0.5	0.00053	0.0	0.99420	-0.1	0.34240	-0.1	0.45230	-0.3	0.02815
PAP	0.2	0.15290	0.6	0.00001	0.3	0.02209	0.4	0.00353	-0.2	0.22750	0.1	0.70200	-0.1	0.49120	-0.2	0.19280
MAD	0.0	0.99150	0.3	0.03351	0.1	0.32990	0.2	0.24230	0.1	0.71750	-0.1	0.59310	-0.1	0.49580	-0.2	0.17990
MET	0.1	0.57630	0.4	0.00615	0.3	0.04418	0.2	0.09652	-0.1	0.30430	0.1	0.69920	0.0	0.78070	0.0	0.90300
VID	0.1	0.46450	0.4	0.00618	0.3	0.06909	0.2	0.18930	-0.2	0.12020	0.2	0.24580	0.0	0.95290	0.0	0.92090
ELE	0.2	0.24710	0.2	0.07746	0.2	0.15410	0.3	0.02641	0.1	0.48620	-0.1	0.34680	-0.2	0.18400	-0.3	0.05483
HIG	0.3	0.05547	0.5	0.00008	0.4	0.00578	0.4	0.00281	-0.2	0.10380	0.0	0.85630	0.0	0.77170	-0.1	0.62210
MED	0.1	0.59950	0.5	0.00004	0.1	0.32000	0.4	0.00644	0.0	0.75270	-0.1	0.57930	-0.1	0.35580	-0.3	0.03430
OTR	0.2	0.12970	0.5	0.00029	0.3	0.05514	0.5	0.00090	0.0	0.99510	-0.1	0.68110	-0.2	0.25710	-0.4	0.00162

