

CIENCIA LIBERA

ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN
DIFUSA EN LOS ESPACIOS NATURALES





AGRADECIMIENTOS

Este estudio se enmarca dentro del Proyecto LIBERA que, desde 2017, desarrolla SEO/BirdLife en alianza con Ecoembes con el objetivo de conocer, sensibilizar y movilizar a la ciudadanía sobre al problema de los residuos abandonados en entornos naturales (Basurala). Ciencia LIBERA se ha podido llevar a cabo gracias a la inestimable colaboración en el análisis de las muestras del Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua (IDAEA) y el Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos (IREC) del CSIC. Gracias a la entidad Hombre y Territorio (HyT) por su gran labor con la elaboración del protocolo de caracterización de microplásticos y su posterior análisis de las muestras. Gracias a las organizaciones Paisaje Limpio (PL) y Vertidos Cero (V0) por el trabajo metodológico y de análisis de las caracterizaciones de macrobasura. El laborioso trabajo de toma de muestras fue realizado por técnicos de SEO/BirdLife, necesitando en muchas ocasiones de la inestimable ayuda de voluntarios. El más sincero agradecimiento para todos ellos.

Edita: SEO/BirdLife

Textos y figuras: María Dulsat Masvidal (IDAEA), Carlos Ciudad Trilla (SEO/BirdLife), Silvia Lacorte Bruguera (IDAEA), Rafael Mateo Soria (IREC), Octavio Infante (SEO/BirdLife), Estibaliz López-Samaniego (Vertidos Cero), María Cabrera Fernandez (Paisaje Limpio), David León Muez (Hombre y Territorio) Miguel López Rubio (SEO/BirdLife) y Miguel Muñoz Carmona (SEO/BirdLife)

Diseño y maquetación: Marta Munguia

Ilustración de portada: Miguel Porres

Número DOI: 10.31170/0082

Cita recomendada: SEO/BirdLife. 2021. Ciencia LIBERA, Análisis de la contaminación difusa en los espacios naturales. Madrid

CONTENIDOS

4 Introducción

6 Objetivo

8 El problema

11 Metodología

17 Resumen
de resultados

27 Conclusiones





INTRODUCCIÓN

01

La Plataforma Intergubernamental científico-normativa sobre diversidad biológica y servicios de los ecosistemas (IPBES, por sus siglas en inglés), un organismo independiente creado bajo el auspicio de la Organización de Naciones Unidas, ha concluido que el actual ritmo de desaparición de naturaleza, que no tiene precedentes y que está exponiendo a un millón de especies al borde de la extinción, es “resultado directo” de la actividad humana.

La **pérdida de biodiversidad** que avala este estudio no es inocua para el ser humano. Al contrario, merma de forma drástica su calidad de vida: al degradarse la naturaleza, también disminuye su capacidad para aportar contribuciones y servicios tales como alimento, protección frente a episodios de clima extremo, así como la garantía a un acceso a agua y aire limpios y, en definitiva, el derecho a un medio ambiente sano.

La pérdida de biodiversidad, que se está acelerando exponencialmente, se ha convertido en el principal desafío -junto al cambio climático- al que se enfrenta la humanidad. De hecho, el IPBES ha unido a su homólogo en políticas climáticas, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), para reclamar que ambas

problemáticas se aborden de forma conjunta y coordinada, abandonando enfoques por separado que, en múltiples ocasiones, suponen un efecto negativo bien para la biodiversidad o bien para un rápido avance hacia un sistema de emisiones cero.

Dos de las principales causas de la pérdida de biodiversidad son la **destrucción de hábitat** y la **contaminación**, de toda índole. En la inmensa mayoría de los casos, ambas son resultado de la acción del ser humano y casi siempre van de la mano, retroalimentándose.

En nuestro día a día, despreocupándonos de los residuos que generamos -gestionándolos mal o, lo que es peor, abandonándolos en el medio natural-, los seres humanos nos hemos convertido en auténticas fuentes de **contaminación**, como lo pueden ser un tubo de escape, una chimenea o una tubería que vierte residuos a un río. Y esos pequeños actos, uno a uno, van acumulando la **contaminación difusa** -la contaminación que se acumula en el medio a partir de abundantes fuentes de contaminación puntual- que soporta la naturaleza hasta que, finalmente, queda degradada y se pierde.

Los residuos que abandonamos en la naturaleza, la basuralidad -un término acuñado por el

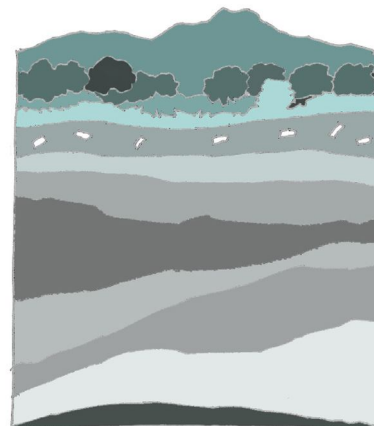
CONTAMINACIÓN DIFUSA



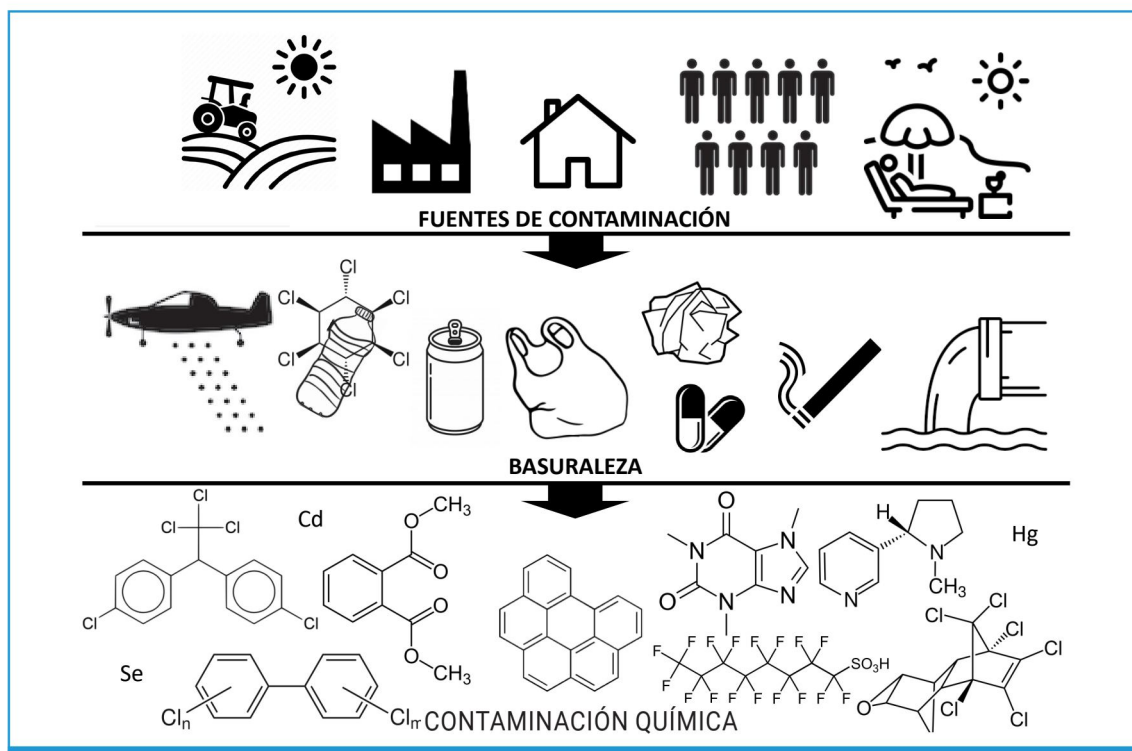
Basuralidad visible



Basuralidad invisible



Basuralidad del pasado



Fuentes de contaminación relacionadas con la basuraleza.

Fuente: CSIC

Proyecto LIBERA para concienciar sobre este problema- no se limitan a las colillas, plásticos o toallitas que cualquier persona puede detectar en cualquier paseo por el campo o por una playa. Esa es solo la cara visible de un problema significativamente más amplio que afecta a suelos, ríos, lagos, lagunas y mares.

Además de la basuraleza que se ve, la naturaleza está contaminada por basuraleza que no vemos a simple vista. Esta **basuraleza invisible**, en la mayor parte de los casos producto de la degradación de nuestros propios residuos, presenta una tipología muy variada, desde los microplásticos a compuestos químicos presentes en los fármacos que consumimos o, incluso, en la ropa con la que salimos de excursión al monte.

Y hay más: si ampliamos el foco, llegamos a avistar trazas de la **basuraleza antigua**, vestigios de productos que se prohibieron precisamente por su capacidad contaminante. Su persistencia en el medio, décadas después de haber caído en desuso, evidencia el alcance del problema: no solo afecta a nuestro presente, ya está afectando al medio ambiente que recibirán las generaciones futuras.

A pesar de su clara asociación a la pérdida de biodiversidad, la problemática con la basuraleza requiere de mayor esfuerzo investigador para poder dimensionar su impacto sobre el medio. Es por ello que el Proyecto LIBERA, de SEO/BirdLife en alianza con Ecoembes surgido en 2017 con el objeto de abordar esta cuestión desde una perspectiva integral, impulsa el análisis Ciencia LIBERA, orientado a ofrecer un primer dimensionamiento de la contaminación difusa asociada a la basuraleza en espacios naturales de alto valor ecológico en España.



Algunas fuentes de contaminación para las aves



OBJETIVO

02

El objetivo del primer análisis de la iniciativa Ciencia LIBERA es reforzar el trabajo que ha puesto en marcha el Proyecto LIBERA para ampliar el conocimiento sobre el fenómeno de la basuraleza. Desde su puesta en marcha, esta iniciativa ha caracterizado más de 360.000 residuos sólidos, gracias a las casi 70.000 participaciones de voluntarios que han desarrollado transectos validados científicamente en 2.679 puntos de espacios naturales. A partir de estos ha sido posible realizar una primera radiografía de la *basuraleza visible* de los ecosistemas españoles. Además, gracias a las [ALIANZAS](#) del proyecto con otras organizaciones, LIBERA también ha empezado a analizar parte de la basuraleza que no se ve: los [microplásticos](#).

Con Ciencia LIBERA se pretende dar un paso más en el conocimiento sobre la basuraleza que ya está generando el proyecto. Por primera vez en España, se emprende un estudio de análisis a gran escala de la basuraleza en su conjunto, la *visible*, la *invisible* y *del pasado*, con el objeto de dimensionar mejor el problema. Para ello, se ha trabajado sobre 140 Áreas Importantes para la Conservación de las Aves y la Biodiversidad (IBA, de sus siglas en inglés *Important Bird Area*) a lo largo del territorio español, y clasificadas dependiendo del hábitat en el que se encuentran.

¿POR QUÉ LAS IBA?

El programa de IBA, que la federación ambiental BirdLife International desarrolla en 200 países, identifica lugares de especial importancia para la conservación de las aves y de la biondiversidad a través de herramientas reconocidas internacionalmente. En España, SEO/BirdLife trabaja en este programa desde 1985 y, hasta la fecha, ha identificado 469 espacios. Se trata, probablemente, del programa de conservación más importante llevado a cabo en España, ya que ha supuesto la protección legal de más de 10 millones de hectáreas como espacios dentro de la Red Natura 2000, la red de espacios protegidos de la Unión Europea.

La elección de la figura de las IBA como base para un análisis de contaminación por basuraleza permite, por tanto, dimensionar el problema en espacios que, a priori, han de presentar un estado de conservación adecuado por sus características, las poblaciones de aves que acogen -en determinados casos, especies tremendamente amenazadas- y, en su caso, por las obligaciones derivadas de la figura legal que les proteja.

La elección de la figura de las IBA como base para un análisis de contaminación por basuraleza permite, por tanto, dimensionar el problema en espacios que, a priori, han de presentar un estado de conservación adecuado por sus características, las poblaciones de aves que acogen -en determinados casos, especies tremendamente amenazadas- y, en su caso, por las obligaciones derivadas de la figura legal que les proteja.

¿QUÉ SE ANALIZA?

El análisis pretende abordar la problemática en todas sus dimensiones: desde la basuraleza detectable a simple vista a aquella para la que es necesario un análisis químico, abarcando suelo, agua, sedimentos y heces de animales, en concreto de zorro. Dado que el impacto de la basuraleza es concomitante con otras potenciales fuentes de contaminación asociadas a otros sectores como el agropecuario o el industrial, el análisis también se aprovecha para ofrecer información sobre el conjunto de la contaminación difusa que afecta a los espacios naturales.



En concreto, se ha estudiado la presencia y distribución de:

Fármacos, que también pueden estar asociados a la basuraleza. Su presencia se ha analizado fundamentalmente en las muestras de aguas.

Microplásticos, a partir de análisis con filtros en aguas lólicas o corrientes.

Metales pesados en suelos, sedimentos y heces de zorro.

Contaminantes químicos en aguas, y a través de análisis de laboratorio. Retardantes de llama y plastificantes, todos ellos compuestos que pueden ser el resultado de la degradación de basuraleza visible y de otras fuentes.

Hidrocarburos aromáticos policíclicos, bifenilos policlorados, plaguicidas organoclorados, plastificantes y compuestos perfluorados analizados en suelos y sedimentos.

Basuraleza visible, es decir, residuos físicos detectables a simple vista en un transecto homologado.

El objetivo del estudio ha sido identificar los patrones de contaminación, los tipos de ecosistemas más impactados y las fuentes de contaminación.





EL PROBLEMA

03

La proliferación de basuraleza en el medio va más allá del impacto resultante del abandono de residuos en el medio natural y que, ya de por sí, constituye un problema ambiental relevante. Desde una perspectiva amplia, la basuraleza está en gran medida detrás de buena parte de lo que se conoce como contaminación difusa, aquella que no se produce por una fuente puntual, como pueden ser la chimenea de una central térmica de carbón, un tubo de escape o una tubería que vierte directamente a una masa de agua. De facto, abandonando o tratando los residuos con despreocupación, los seres humanos se convierten en otras fuentes de contaminación puntual.

La contaminación difusa tiene múltiples caras. Pensemos en una colilla abandonada en un entorno natural. Al degradarse, puede trasladar al medio hasta 400 sustancias químicas. Entre ellas, alquitrán, amoníaco o polonio 210, todas ellas reconocidas como cancerígenas por la Organización Mundial de la Salud.

Hay muchos otros ejemplos relacionados con la basuraleza, como pueden ser los plásticos y metales que, una vez degradados, dejan basuraleza invisible en compuestos como los plastificantes; los derivados de la propia elaboración de productos, o los pequeños restos que van desprendiendo determinada ropa técnica im-



© Miguel Porres



permeable a nuestro paso, como los perfluorados, también habituales en la fabricación del teflón. Hay más: los detergentes, los fármacos utilizados en ganadería o para el tratamiento de enfermedades en humanos, o los plaguicidas que se usan en agricultura, entre otros muchos.

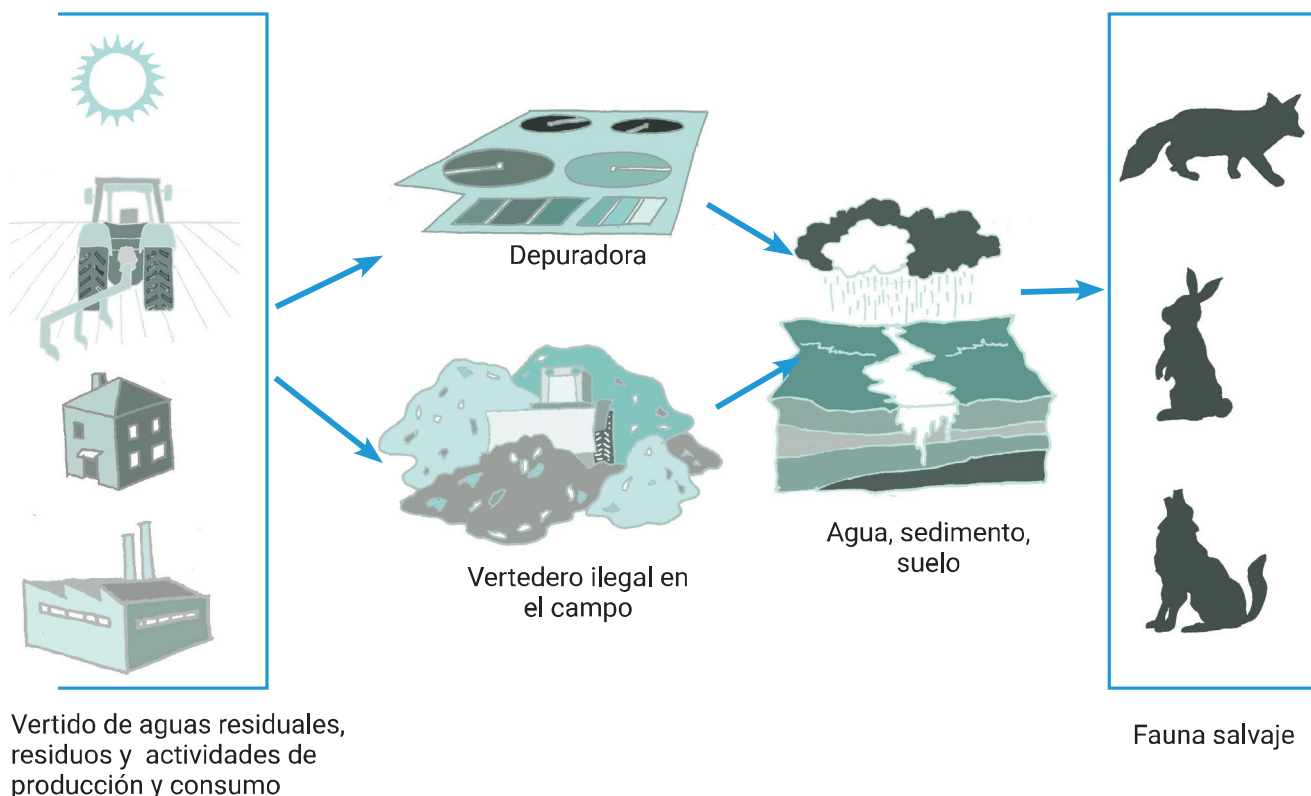
El efecto de la contaminación difusa pervive en el tiempo y, en algunos casos, las estimaciones nos hablan de cientos de años. Ya tenemos testimonios de su resistencia: los bifenilos policlorados (PCB) y los plaguicidas organoclorados (OC) son familias de compuestos cuyo uso y producción está prohibida en Europa, pero que sin embargo, se utilizaron en grandes cantidades en industria, agricultura y en aplicaciones domésticas durante los años 1960 y 1990 y reflejan la contaminación en el pasado. Son contaminantes históricos, altamente persistentes y tóxicos, cuya presencia constituye auténtica basuralidad del pasado.

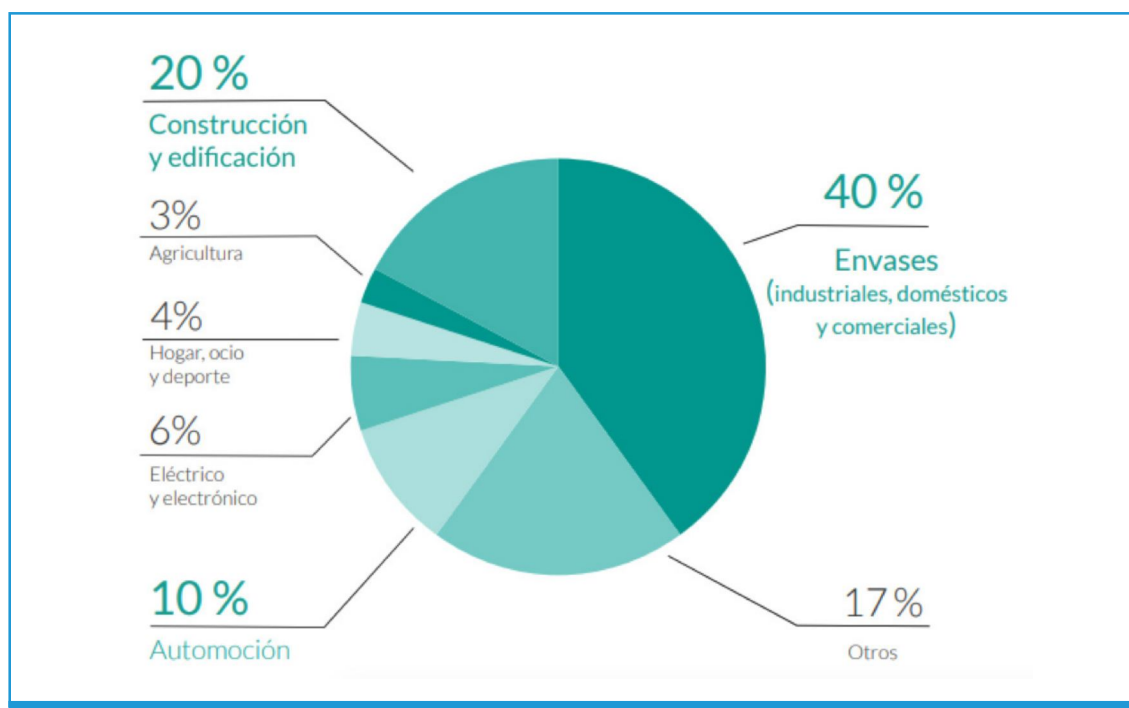
IMPACTO DE LOS COMPUESTOS QUÍMICOS DE LA BASURALIDAD

Los compuestos químicos derivados de la basuralidad se introducen en el medio ambiente y pueden darse tres tipos de escenario:

- 1 Que se degraden y desaparezca el efecto de contaminación.
- 2 Que se solubilizan en aguas, afectando a la calidad del agua que bebemos y de la que también dependen organismos asociados a medios acuáticos.
- 3 Que se acumulen en el suelo, sedimentos y en organismos, afectando la viabilidad y la supervivencia de múltiples especies.

CICLO DE CONTAMINANTES EN EL MEDIO AMBIENTE





Sectores de aplicación de materiales plásticos en Europa.

Fuente: Proyecto LIBERA

La presencia de contaminantes orgánicos y de metales se ha convertido en una amenaza a nivel global y en un tema de preocupación ambiental, política, social y sanitaria, ya que la contaminación química es tóxica para la fauna silvestre y las personas. Existen sobradas evidencias sobre el impacto de los contaminantes orgánicos y de los metales a nivel molecular, causando disrupción endocrina, alteraciones en el ciclo reproductivo y neurotoxicidad. Todo ello tiene consecuencias tanto a nivel individual como poblacional, incluso a largo plazo. Ante su potencial presencia, las aves y muchos otros organismos que habitan en las IBA pueden verse afectadas por la basuralidad.

BASURALEZA PLÁSTICA, LA PRIMERA EN DAR LA CARA

La mayoría de los contaminantes identificados en las muestras recogidas son aditivos empleados en productos plásticos de una amplia variedad de sectores: industria del textil, del caucho, del envasado, en materiales de construcción o sanitario, en la elaboración de termoplásticos, como aditivos de pinturas y rellenos, entre otros muchos ejemplos.

Los plásticos son polímeros sintéticos derivados generalmente de productos petroquímicos catalogados por el Código de Identificación de Plásticos, sistema utilizado internacionalmente en el sector industrial para distinguir la composición de resinas en los envases y otros productos plásticos. Los materiales más comunes son el polietileno (PE) de alta y baja densidad, el polipropileno (PP), el poliestireno (PS), el cloruro de polivinilo (PVC), el policarbonato (PC) y el polietileno tereftalato (PET).

La basuralidad plástica presente en el medio ambiente envejece y se fragmenta por acción de la luz solar. Por abrasión se descomponen en tamaños más pequeños y forman mesoplásticos (5-10 mm) y microplásticos (1 µm-5 mm). En paralelo, bajo determinadas condiciones ambientales, estos polímeros plásticos liberan sus componentes como monómeros (ej. bisfenol A utilizado para la fabricación de policarbonato) y aditivos, como los ftalatos asociados principalmente al PVC, los alquilfenoles, benzofenonas, compuestos organofosforados o fluorados y elementos como el selenio, antimonio, etc.



LA METODOLOGÍA

04

El estudio se ha realizado sobre Áreas Importantes para la Conservación de las Aves y la Biodiversidad (IBA) localizadas en España.

A lo largo de más de 30 años, las organizaciones que componen la federación BirdLife International han identificado, siguiendo estándares validados científicamente, espacios de especial relevancia para las aves y, por consiguiente, para la protección de la biodiversidad. En la actualidad, el catálogo lo forman 13.000 áreas en todo el mundo.

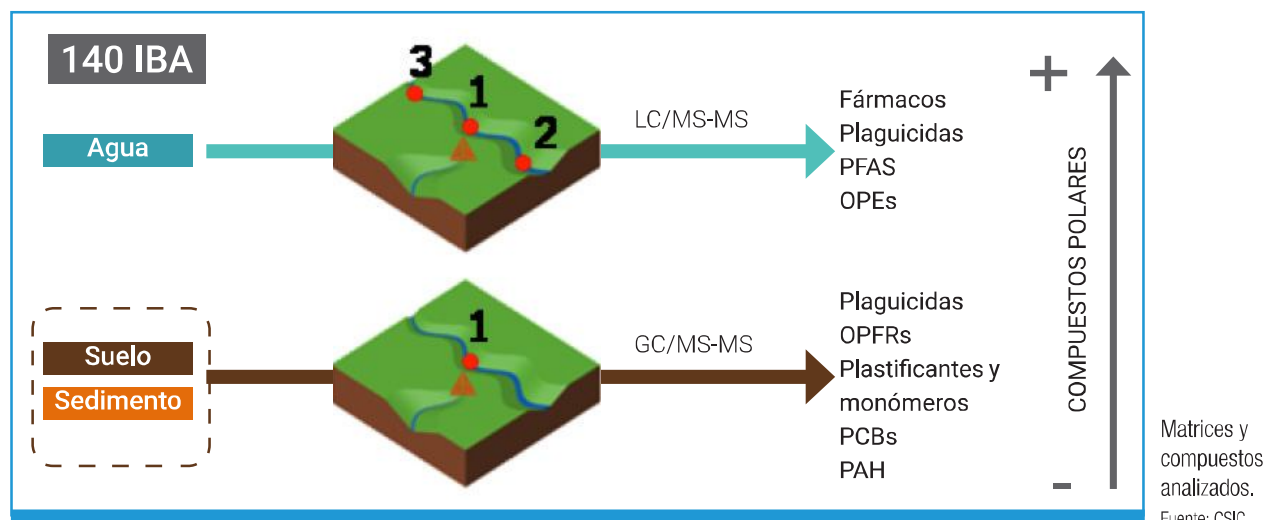
Las 469 IBA ubicadas en España, distribuidas en todo el territorio, representan un conjunto de espacios lo suficientemente representativo de la biodiversidad del país. En concreto, para la elaboración de este estudio se han seleccionado 140 para, 20 espacios por cada uno de los 7 ecosistemas más representativos de nuestro país: bosque atlántico, bosque mediterráneo, bosque de ribera, agrícola y paramera, montaña y rocoso, costero y acuático de interior.

Para la matriz de agua se recogieron muestras en tres zonas distintas de cada IBA, siendo la zona 1 la aparentemente más contaminada por su proximidad a actividad humana (merenderos, pistas deportivas, caminos, carreteras, núcleos urbanos, depuradoras...); la zona 2,

situada a 500 metros de la primera toma; y la zona 3, más alejada, e hipotéticamente prístina. En el caso de suelos y sedimentos, el muestreo se realizó en la zona 1.

Estas muestras se procesaron y analizaron en el Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IDAEA-CSIC) y el Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos (IREC-CSIC).

A nivel químico, el estudio ha analizado la presencia de 119 contaminantes, escogidos por su toxicidad y porque pueden repercutir de forma negativa sobre los hábitats y especies que allí habitan, siendo la avifauna especialmente vulnerable. En concreto, se ha determinado la presencia de 59 compuestos en agua -incluyendo algunos tan asociados a la presencia humana como la cafeína y la nicotina, y otros vinculados a productos habituales en la basuralidad visible, como pueden ser los retardantes de llama, frecuentes en productos plásticos. En suelos, se han analizado otros 59 contaminantes de diversa tipología, desde metales a plaguicidas, pasando por plastificantes. Por último, se ha estudiado la presencia de rodenticidas -plaguicidas de alta toxicidad en roedores- como indicador de presencia humana.





En total, se han analizado 411 muestras de agua, que han dado lugar a 24.249 datos; y 280 muestras entre suelos y sedimentos, que han generado 16.520 datos sobre contaminantes químico-orgánicos. Por otro lado, se han comprobado la presencia de 31 metales en

muestras de sedimentos y suelos de las 140 IBA, generando 4.340 datos por cada tipo de matriz. Todo ello ha supuesto un análisis de 49.449 datos. Finalmente, se han estudiado rodenticidas de segunda generación en 75 heces de zorros.

FAMILIA	COMPUESTOS	USO Y TRATAMIENTO	TIPO
Fármacos	Metformina Furosemida	Tratamiento diabetes Diurético	Alimentario
	Nicotina Cafeína	Consumo tabaco Consumo café	Marcadores actividad urbana
	Atenolol Pentoxifilina Losartan Valsartan Atrovastatin	Tratamiento gota Beta-blocker Tratamiento hipertensión Tratamiento hipertensión Tratamiento colesterol	Cardiovascular
	Levetiracetam Gabapentina Carbamezapina Paracetamol Tramadol Venlafaxina Trazodona Quetiapina	Anti-epiléptico Anti-epiléptico Analgésico y anti-epiléptico Analgésico Analgésico Antidepresivo Antidepresivo Tratamiento esquizofrenia	Sistema nervioso
	Sulfametoxazol	Antibiótico	Anti-microbiano
	Allopurinol Diclofenaco Ibuprofeno	Tratamiento gota Anti-inflamatorio Anti-inflamatorio	Musculoesquelético
Plaguicidas	Clortoluron Isoproturon Diclofop Prosulfocarb Oxyfluorfen	Trigo, patatas, maíz, Cereales, arroz Vegetales en general Cereales y patatas Remolacha azucarera, ornamentales, vegetales	Herbicida
	Metalaxil Fludioxonil Triadimenol Kresoxim-m Tebuconazol Piraclostrobin	Semillas, césped y plantas ornamentales Fruteros, fresas, vegetales, ornamentales Cereales, uvas Remolacha azucarera, fruteros Cereales, uvas, cacahuètes, banana Cereales, frutales, vegetales, patatas	Funguicida
	Dimetoato Clorfeninfos Spinosad Tebufenpirad Clorpirifós	Pulgón en cereales, remolacha, nabos Mosca, gusanos en patata, arroz, cítricos Escarabajos en vegetales Ácaros en manzanos, perales, fresas Orugas y gusanos en frutales, algodón, vegetales	Insecticida
OPFRs y filtro UV	TCEP TPhP TBP Benzofenona	Retardante de llama Plastificante y retardante de llama Plastificante, aditivo de fluidos hidráulicos e intercambio calor, disolvente Filtro ultravioleta	Retardante de llama y plastificantes
PFAS	PFBA, PFPA, PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFDA, PFUnA, PFDoA, PFTrIDA, PFTeDA, PFHxDA, PFODA, PFBS, PFHxS, PFOS, PFDS	Surfactantes, espumas extintores, fabricación teflón, fabricación materiales y tejidos impermeables tipo Gore-tex	Compuestos perfluorados

Acronimos

OPFR= Tris(2-chloroethyl) phosphate (TCEP); Triphenyl phosphate (TPhP); Tributylphosphate (TBP). Sustancias perfluoradas (PFAS): Perfluorobutanoic acid (PFBA); Perfluoropentanoic acid (PFPA); Perfluorohexanoic acid (PFHxA); Perfluoroheptanoic acid (PFHpA); Perfluorooctanoic acid (PFOA); Perfluoronanoic acid (PFNA); Perfluorodecanoic acid (PFDA); Perfluoroundecanoic acid (PFUnA); Perfluorododecanoic acid (PFDoA); Perfluorotridecanoic acid (PFTrIDA); Perfluorotetradecanoic acid (PFTeDA); Perfluorohexadecanoic acid (PFHxDA); Perfluorooctadecanoic acid (PFODA); Perfluorobutane sulfonate (PFBS); Perfluorohexane sulfonate (PFHxS); Perfluorooctane sulfonate (PFOS); Perfluorodecane sulfonate (PFDS).

Tabla 1. Relación de contaminantes analizados en aguas, ordenados por familias. Fuente: CSIC



PLAGUICIDAS	PCB	PAH	OPFR*	PLASTIFICANTES	METALES
					Li
					Be
					Na
					Mg
					Al
					K
					Ca
					V
Hexaclorobutadieno (HCBD)		Naftaleno			Cr
		Acenaftileno			Mn
α-Hexaclorociclohexano (HCH)		Acenafteno		Dimetilftalato (DMP)	Fe
β-HCH	PCB 28	Fluoreno	TDCPP	Dietilftalato (DEP)	Co
γ-HCH	PCB 52	Fenantreno	TCEP	Dibutilftalato (DBP)	Ni
δ-HCH	PCB 101	Antraceno	TPHP	Butilbenzilftalato (BBP)	Cu
Hexaclorohexano (HCB)	PCB 118	Fluoranteno	TBOEP	Bis(2-etilhexiladi-pato (DEHA)	Zn
Endosulfano- alfa	PCB 138	Pireno	TEHP	bis(2-etilhexil) ftalato (DEHP)	Ga
Endosulfano-beta	PCB 153	Benzo[a]antraceno	EHDPPH	Bisfenol A (BPA)	As
4 4' DDD	PCB 180	Criseno	oooTCP	4-octilfenol (OP)	Se
4 4' DDE		Benzo[b]fluoranteno	ompTCP	4-nonilfenol (NP)	Rb
4 4' DDT		Benzo[k]fluoranteno	pppTCP		Sr
2 4' DDD		Benzo[a]pireno			Mo
2 4' DDE		Indeno[1,2,3-cd]pireno			Ag
2 4' DDT		Dibenzo[a,h]antraceno			Cd
		Benzo[ghi]perileno			Sb
					Cs
					Ba
					Hg
					Tl
					Pb
					Bi
					U

Acrónimos

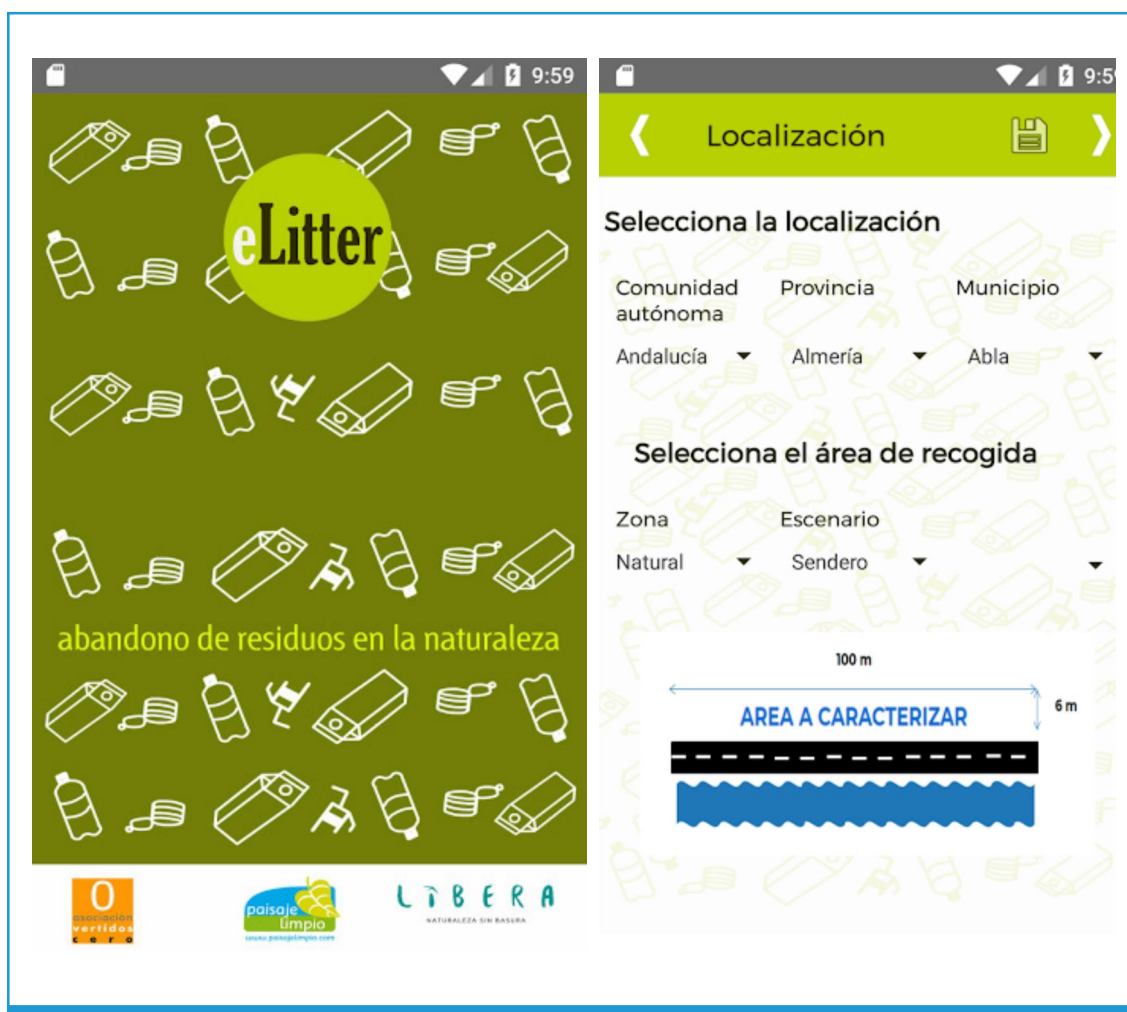
*OPFR: Tris(1,3-dichloroisopropyl) phosphate (TDCPP); Tris(2-chloroethyl) phosphate (TCEP), triphenyl phosphate (TPhP), tris (2-butoxyethyl) phosphate (TBOEP), tris (2-ethylhexyl) phosphate (TEHP), 2-ethylhexyl diphenyl phosphate (EHDPhP), isomers of tritoly phosphate (TCP).

Tabla 2. Compuestos analizados en suelos y sedimentos.
Fuente: CSIC



En paralelo, se han caracterizado 131 transectos con una unidad de muestra de normalizada de 100x6 metros en 123 IBA para analizar la presencia y tipología de basurala visible en estos espacios. Para ello se ha empleado la metodología de la herramienta de ciencia ciudadana “eLitter”, creada por las entidades Paisaje Limpio y Vertidos Cero e

impulsada por el Proyecto LIBERA. Fruto de la adaptación de herramientas metodológicas para la caracterización de las basuras marinas al medio terrestre, “eLitter” ofrece la posibilidad de registrar la presencia y tipología de residuos sólidos armonizada con los formularios que se llevan tiempo desarrollando internacionalmente.

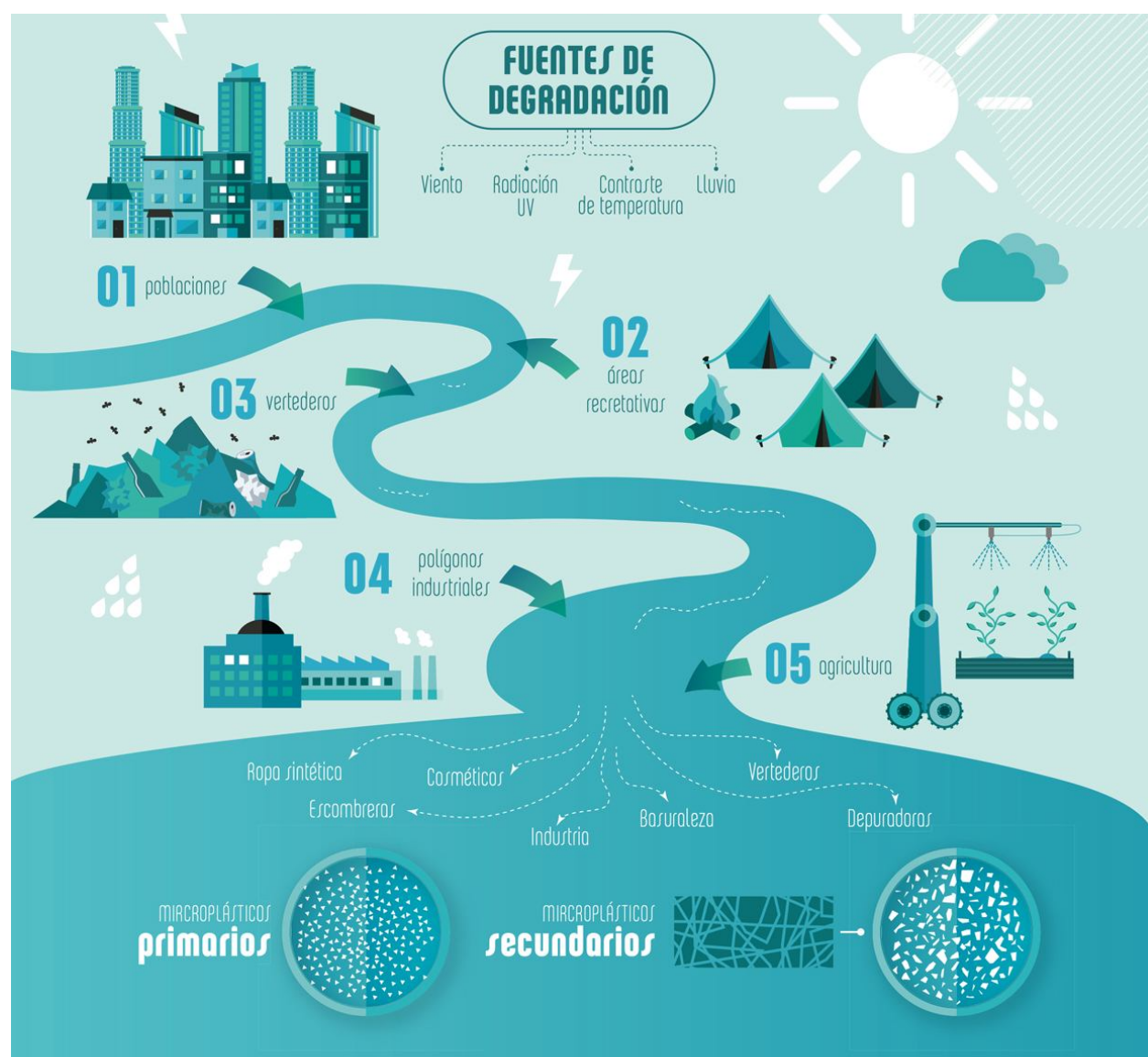


APP eLitter.
Herramienta de ciencia
ciudadana



Por último, para el análisis de la presencia y tipología de microplásticos, se han analizado 141 muestras de agua correspondientes a 129 IBA utilizando la metodología basada en el "Protocolo para la planificación, muestreo y análisis de microplásticos en ríos", elaborado por la Asociación Hombre y Territorio (HyT), en convenio con el Proyecto LIBERA. Esta metodología ha contado con la colaboración de

la Universidad de Sevilla, a través del Departamento de Biología Vegetal y Ecología y del Servicio de Microanálisis del Centro de Investigación, Tecnología e Innovación (CITIUS), permitiendo no solo obtener información sobre la presencia de microplásticos en las muestras, sino también identificar la tipología mediante microscopía infrarroja por transformada de Fourier (micro-FTIR).



"Protocolo para la planificación, muestreo, análisis e identificación de microplásticos en ríos. HyT-Proyecto LIBERA, 2020"



LA METODOLOGÍA

Para que los resultados sean representativos y ofrezcan una imagen fidedigna de cómo se encuentran nuestros espacios naturales en su conjunto, se han seleccionado casi un tercio

del total de las IBA identificadas, con una distribución homogénea, tanto por ecosistemas como por regiones, en las que se han tomado un total de 2.595 muestras diferentes.

Mapa de IBA muestreadas y analizadas





RESÚMEN DE RESULTADOS

05

Los resultados de los diferentes análisis descritos en este informe evidencian que las IBA, espacios de alto valor natural reconocido por el conjunto de las administraciones públicas españolas y comunitarias, están afectadas por contaminación difusa vinculada directamente con el abandono y vertido de basurala en el medio. Todos los espacios analizados contaban con la presencia de algún contaminante asociado a la actividad humana. Por hábitat, las IBA de medios de montaña o rocosos y las dominadas por bosque atlántico son en general las menos impactadas.

De igual modo, el muestreo identifica otras fuentes de dispersión de la basurala como es el caso de los sistemas de depuración en aglomeraciones urbanas.

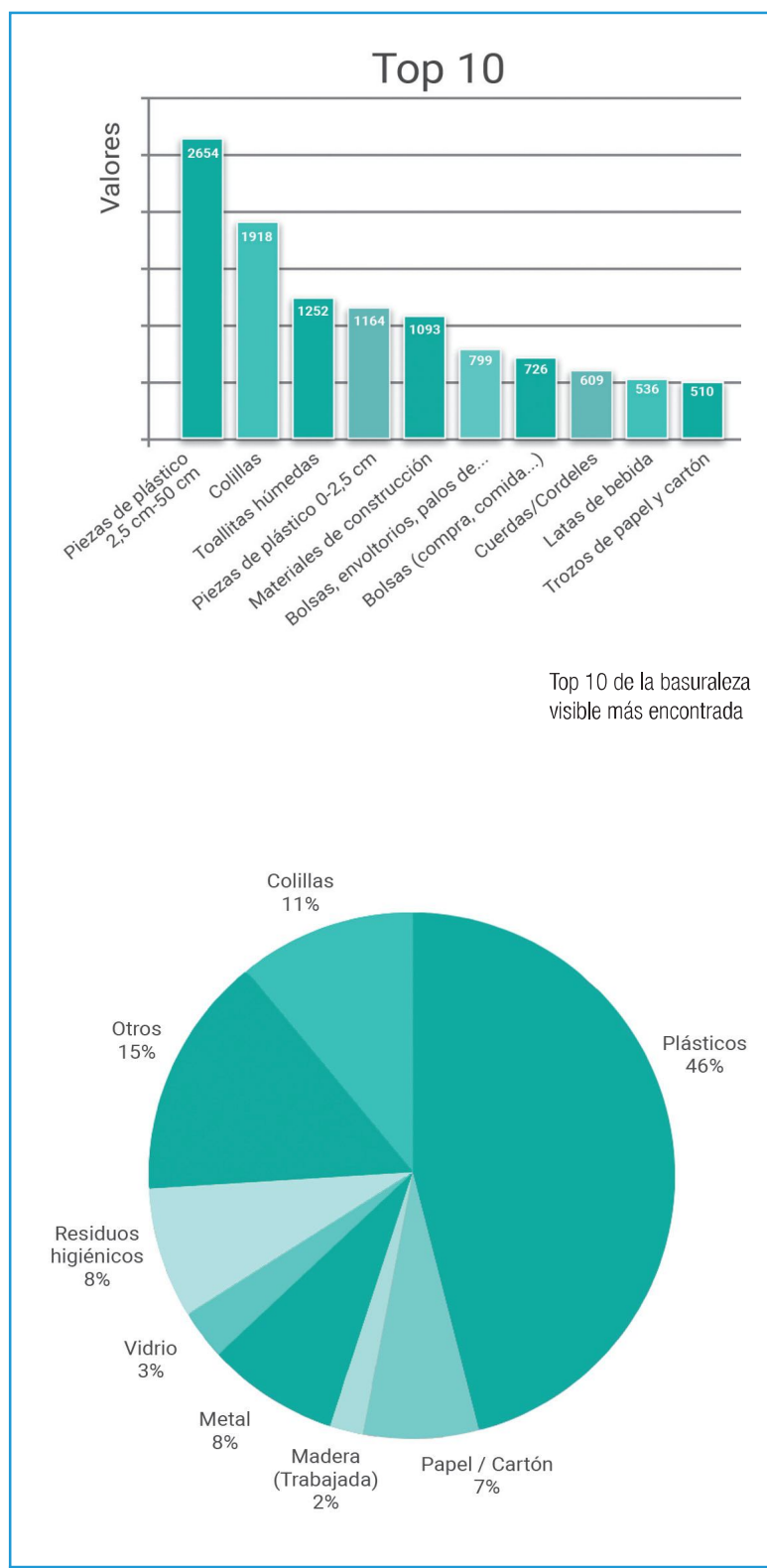
El estudio también ofrece evidencias del impacto de otra de las fuentes de contaminación difusa más ubicuas en el medio natural, los plaguicidas, empleados por el sector agropecuario.



BASURALA VISIBLE

Empezando por la caracterización de basurala en las 140 IBA, el análisis evidencia la presencia de basurala física en el conjunto de las IBA. En cuanto a su tipología, no se perciben diferencias significativas respecto de los análisis previos realizados por el Proyecto LIBERA en otros espacios. En consonancia, la categoría con mayor presencia en todos los hábitats son las piezas de plásticos de entre 2,5 y 50 centímetros, que representan algo menos del 40% sobre el total muestreado en cada IBA. Le siguen las colillas, las toallitas húmedas y, nuevamente, piezas de plástico, en este caso inferiores a 2,5 centímetros.

En cuanto a la categoría de los residuos atendiendo a los materiales de fabricación, el plástico sería el material más abundante en un 46% de los residuos caracterizados.





El hábitat con mayor densidad de residuos por metro cuadrado es Acuático Interior (0,37 objetos/m²), mientras que el que presenta menores densidades es Agrícola y Páramos (0,13 objetos/m²).



BASURALEZA INVISIBLE

Microplásticos

En cuanto a los microplásticos, los análisis revelan su presencia en el 74% de las IBA analizadas, siendo las fibras y los fragmentos los elementos más abundantes. Además, y a través de los análisis realizados mediante micro-FTIR, se han identificado un total de 27 compuestos distintos en las muestras, donde el poliéster, el polietileno, el fibroplástico y el policloruro de vinilo (PVC) fueron los más abundantes. En todos los casos, se trata de materiales ampliamente utilizados en una variada tipología de productos plásticos, desde ropa a materiales de construcción, pasando por envases.

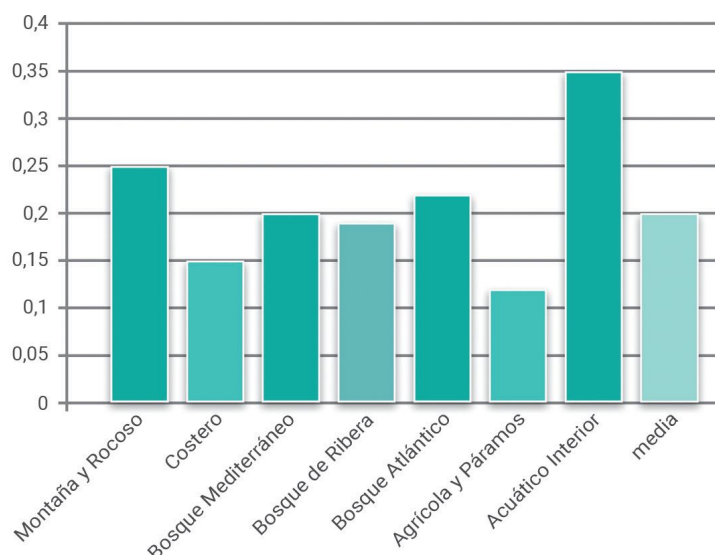
En cuanto a la tipología de microplásticos más abundante se ha detectado presencia de fibras en un 40% de las IBA, fragmentos en un 30% y films en un 22%.

Análisis de agua: solo se libran 4

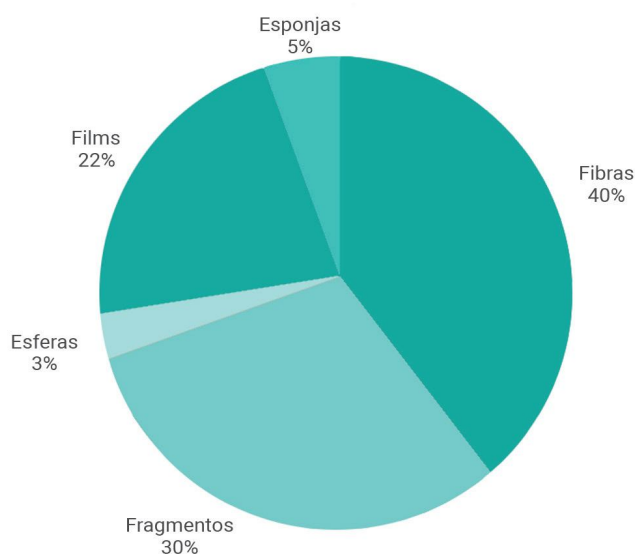
De las 140 IBA analizadas, solo hay cuatro en las que no se encontró ningún residuo en la matriz de agua, todas ellas incluidas en espacios con protección ambiental -parques naturales- y caracterizadas por ubicarse en el nacimiento de ríos y zonas de difícil acceso. Por tanto, el 97,1% de las IBA analizadas presentaban contaminación en sus aguas.

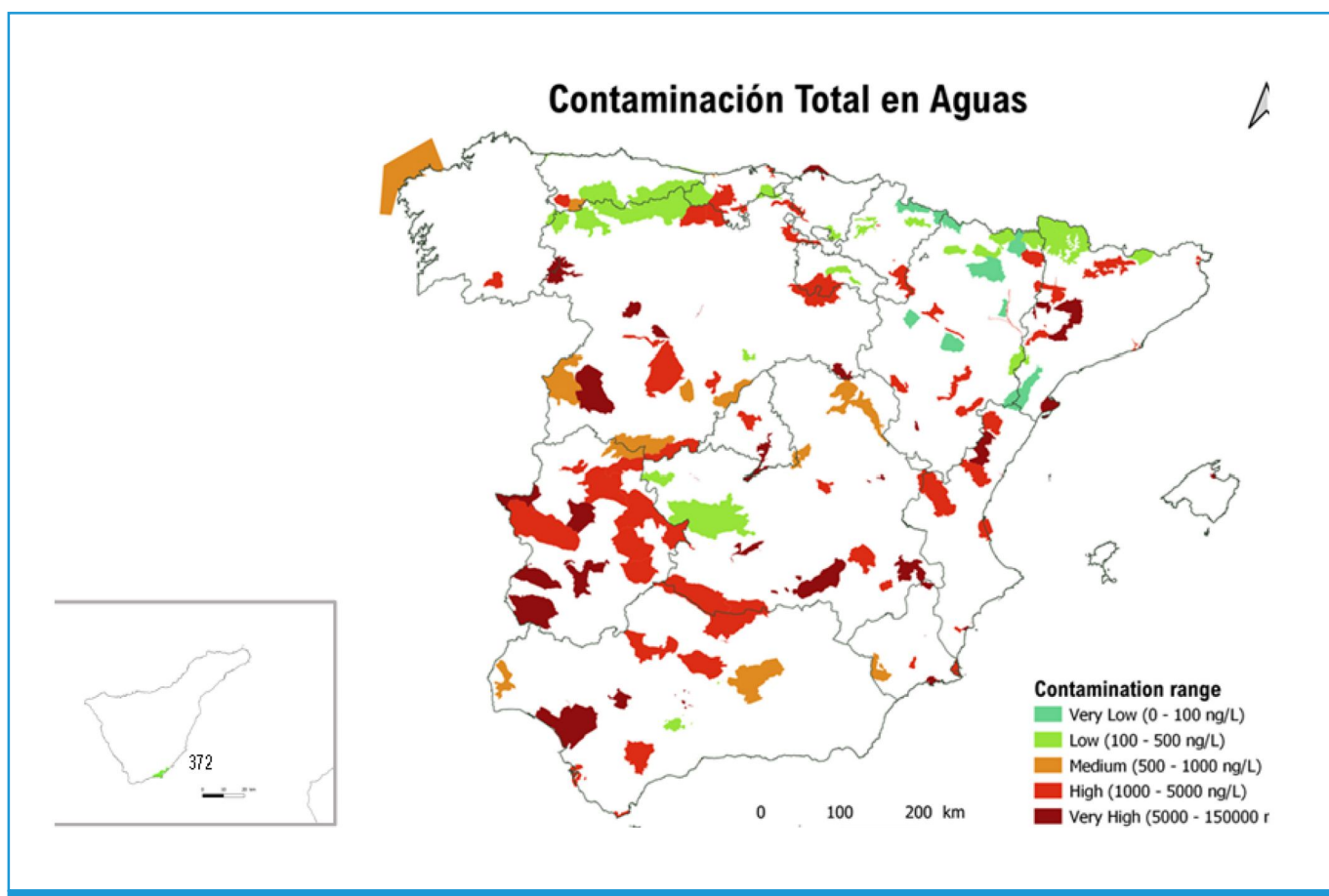
El 22% del total de las 140 IBA analizadas, es decir, 32 espacios presentan una suma de más de 5.000 ng/L de contaminantes en agua, lo que indica un fuerte impacto por contaminación.

Densidad (objeto/m²)



Tipología de microplásticos detectados





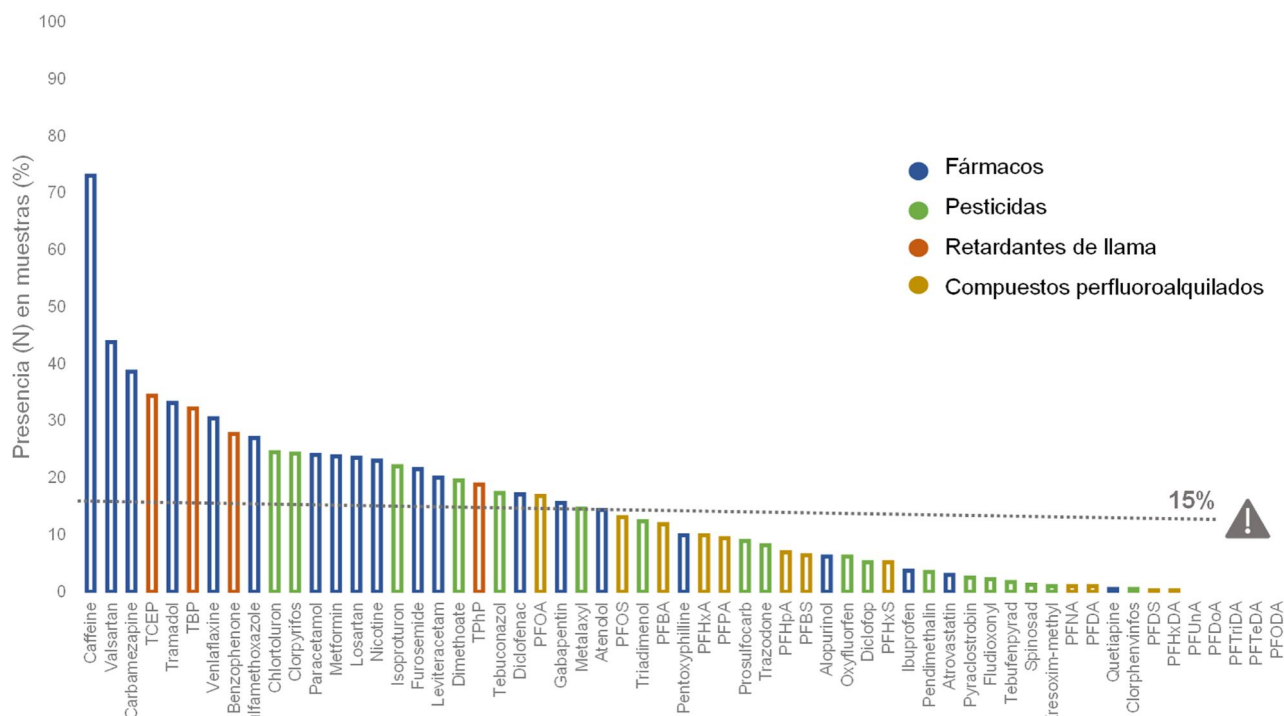
Resultados
análisis de aguas
Fuente: CSIC

☐ **Cafeína, indicador de presencia humana**

Por familias de contaminantes analizados, los fármacos -categoría que incluye a dos compuestos claramente asociados a la presencia humana, cafeína y nicotina-, son los compuestos más presentes en aguas. Se ha encontrado prácticamente en 3 de cada 4 muestras analizadas, el 74%. Y, además, los niveles detectados van disminuyendo a medida que las muestras son recogidas en puntos separados (zona 2 y zona 3) de los primeros puntos de recogida, ubicados en las áreas con mayor presencia de personas de la IBA, como pueden ser espacios recreativos como merenderos o pistas deportivas, caminos o proximidad a núcleos urbanos o zonas de vertido de aguas residuales.

Junto a la cafeína, los otros dos compuestos más ubicuos son el valsartán, medicamento empleado para controlar la presión arterial (44% de las muestras analizadas), el anticonvulsivo carbamazepina (39% de las muestras analizadas) y el tramadol (33%), analgésico utilizado en tratamientos neurológicos. Otros fármacos más frecuentes, como el paracetamol (23%) también son habituales, al igual que la nicotina (23%).

De acuerdo con la Agencia de Medicamentos de Europa, los fármacos que se detectan en aguas superficiales a concentraciones superiores a 10 ng/L pueden conllevar un riesgo para la fauna acuática y se debería realizar una evaluación de riesgo. Si atendemos al valor medio de concentración en el conjunto de las IBA, 15 de los 21 fármacos analizados superan este límite.



Los datos son consistentes con el consumo de fármacos de uso sanitario en España, uno de los más elevados de la Unión Europea (3.000 toneladas/año), a lo que habría que sumar el uso en ganadería, que se estima mayor a pesar de no contar con datos oficiales. Los fármacos suelen llegar al medio natural a través de las depuradoras, incapaces de eliminarlos por su carácter polar y, en zonas ganaderas, por las escorrentías y aguas residuales de granjas.

Plaguicidas

Los plaguicidas son también ubicuos: se han detectado en el 57% de las muestras. Los compuestos más presentes son el clortoluron (24%), el clorpirifós (24%) y el isoproturon (22%). De los 17 plaguicidas estudiados, solo el clorpirifós, que fue utilizado a gran escala en España hasta su prohibición en el 2020, y el clorfenvinfos están regulados según la directiva marco del agua con valores de calidad am-

biental de 30 ng/L y 100 ng/L (EU 2013). Para el clorpirifós, 15 de las 411 muestras analizadas superan este límite. El clorfenvinfos se detecta solo en 2 muestras por debajo los límites regulados.

Compuestos como el clorpirifós o el dimetoato presentan una elevada toxicidad, ya que afectan al sistema nervioso, pudiendo producir convulsiones, parada neuromuscular y, en concentraciones elevadas, la muerte. Plaguicidas como clortoluron y isoproturon poseen toxicidad moderada o alta para las aves.

Retardantes de llama, en el 70% de las muestras

Si la cafeína se marcaba con un indicador claro de presencia humana por estar presente en el 74% de las muestras, los retardantes de llama (OPFR, por sus siglas en inglés) también constituyen otro marcador relevante: se han

Presencia de contaminantes (%) en todas las muestras de agua analizadas y línea que marca una frecuencia de detección >15% que indica compuestos de riesgo.

Fuente: CSIC



hallado en el 70% de las muestras. Se trata de compuestos empleados habitualmente en productos de origen plástico y que llegan al medio natural por la lixiviación. En concreto, se han analizado tres tipos: TCEP, presente en el 34% de las muestras y relacionado con poliuretanos, poliéster o poliacrilatos, extensamente utilizados en todo tipo de productos (desde materiales de construcción a ropa); el TBP, detectado en un 32% de las muestras y habitualmente usado como plastificante, solvente o antiespumante, pero también presente en determinados plaguicidas; y el TPhP, encontrado en el 19% de las muestras y que es habitual en equipos electrónicos, PVC, resinas plásticas, pero también en gomas adhesivas o, por ejemplo, esmalte de uñas.

Además, se ha estudiado la presencia de bezofenona que, si bien no es un retardante, también es muy frecuente en productos plásticos, ya que se emplea para proteger los polímeros de la luz. De hecho, también se usa en cremas solares. Se ha encontrado su rastro en el 23% de las muestras.

La presencia de estos cuatro compuestos no distingue de hábitats, aunque se ha observado menos dispersión en el costero y el bosque de ribera.

■ Perfluorados, menor presencia pero con riesgo

Los perfluorados (PFAS, por sus siglas en in-

glés) se utilizan en la fabricación de teflón, del popular Gore-Tex, muy presente en todo tipo de prendas deportivas, ceras para material de esquí, espumas anti-incendios, entre otras múltiples aplicaciones. De los 17 PFAS analizados, solo cuatro se han encontrado en concentraciones de entidad, entre el 10% y el 17%. Son el PFOA, el PFOS, el PFBA y el PFHxA, presentes en infinidad de productos de la vida cotidiana, desde zapatillas de deportes a cajas de pizza o bolsas de palomitas para el microondas, pasando por recipientes o sartenes.

A pesar de que su presencia es menor que la de otros compuestos hallados en aguas, los PFAS pueden tener importantes implicaciones ambientales ya que se trata de compuestos que se bioacumulan en aves y tienen efectos a nivel reproductivo, afectan al metabolismo y al sistema inmunológico. A uno de ellos, el PFOS, la normativa europea le ha puesto valor de calidad ambiental: se considera riesgo si se halla en concentraciones superiores a 0.65 ng/L. En todas las muestras donde se halló, 53 de 411 analizadas, se superaba este valor. No se han fijado umbrales para el resto de PFAS.

En general, los datos de campo y las concentraciones detectadas muestran cierta correlación entre la presencia de PFAS en el medio y la localización de efluentes de depuradoras, presencia de basura o afluencia de gente que realiza actividades deportivas o de montaña en las zonas de muestreo.



Suelos: todos con contaminantes

La ubicuidad de contaminación difusa es aún mayor que en la matriz de aguas. Las 280 muestras analizadas detectaron algún tipo de contaminante. Uno de los datos más interesantes es la presencia de compuestos que pueden considerarse *basuralidad del pasado*. Atendiendo a los niveles de concentración, 6 de las 140 IBA muestran niveles de riesgo (superiores a 5.000 ng/g.), según el estándar más utilizado.

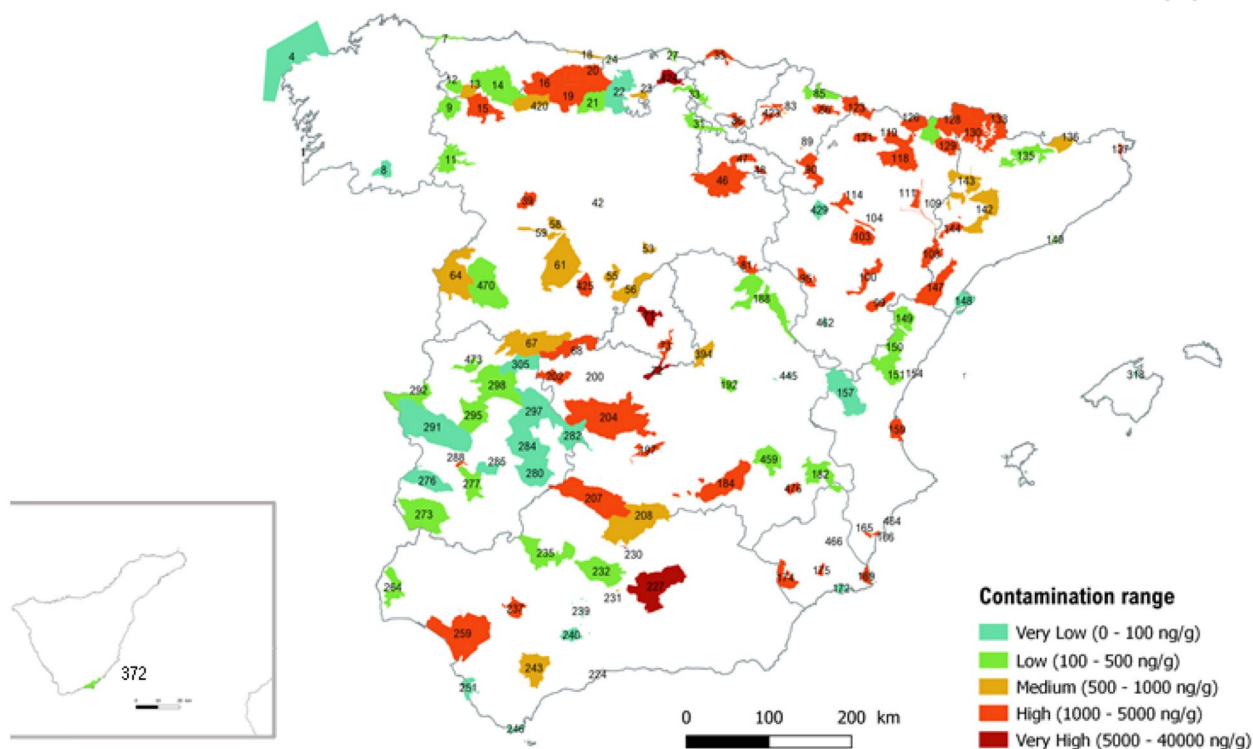
Se detecta nuevamente presencia de OPFR, relacionados en este caso con el vertido de basura plástica. En suelos, el compuesto más frecuente de esta familia es el ppp-TCP, que se utiliza para la fabricación de barnices, lacas y como plastificante pero también como retar-

dante de llama en la elaboración de poliestireno y termoplásticos. Este componente se ha detectado en el 45% de las muestras a niveles de hasta 147 ng/g dw. Es un compuesto neurotóxico que causa neuropatía en fauna.

En suelos también se han detectado ftalatos, plastificantes que se emplean como aditivos para la fabricación de plásticos para aportar flexibilidad, y que pueden encontrarse en una gran gama de productos, desde materiales para la construcción y pegamentos, a productos de aseo. De los compuestos analizados, 4-nonilfenol (NP), dietilftalato (DEP), diisobutilftalato (DiBP), 4-octilfenol (OP), y diisobutilftalato (DIBP) son los más ubicuos. NP, que es un potente disruptor endocrino, es el más presente, detectado en un 21% de las muestras.

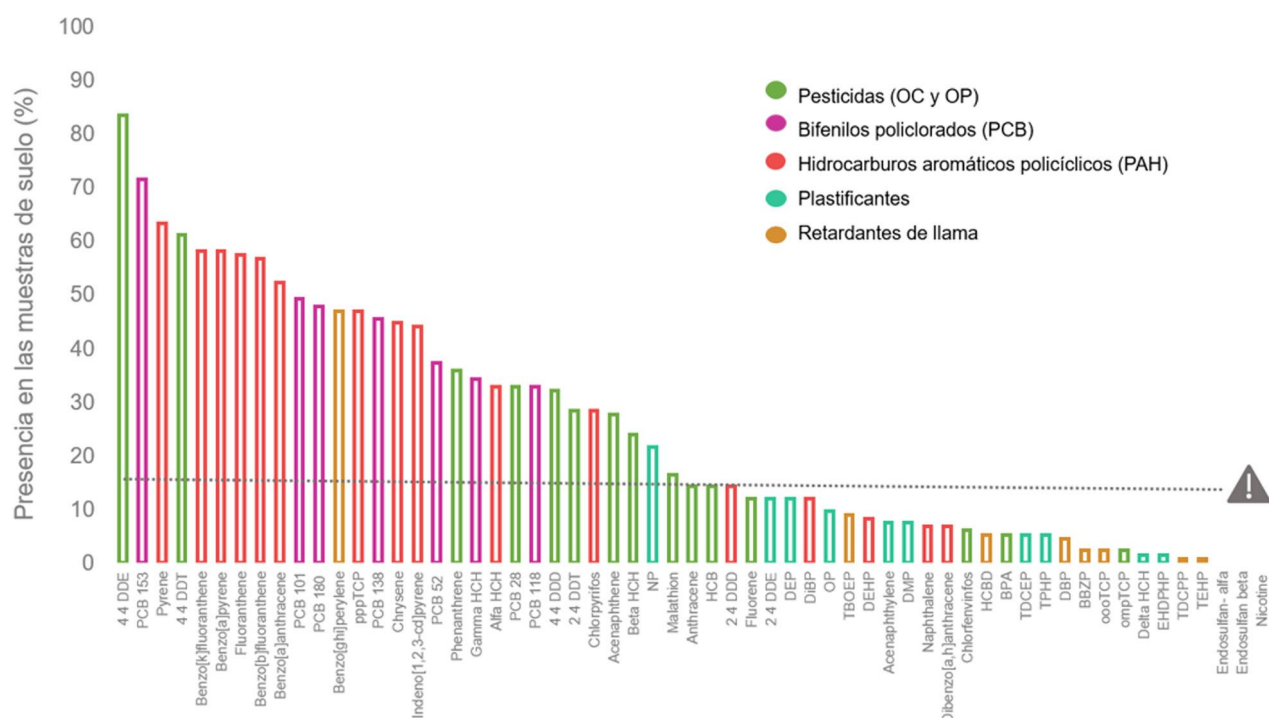
Resultados
análisis en suelos.
Fuente: CSIC

Contaminación Total en Suelos





RESÚMEN DE RESULTADOS



Cotejado con el trabajo de campo, se observa correlación con la basuraleza visible en determinadas IBA. Así, por ejemplo, en una de las áreas con niveles más elevados de plastificantes, se anotó una importante aglomeración de toallitas en la zona de muestreo. En otro de los espacios con mayor concentración, se constató la abundante presencia de residuos, ligados con probabilidad a una zona industrial cercana.

Destaca la elevada incidencia de los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH), detecta-

dos en un 71% de las muestras. Su presencia indica el vínculo de la IBA con zonas donde hay vertidos de petróleos o quema de combustibles fósiles asociados a agricultura, tráfico o actividad industrial, entre otras.

En cuanto a los plaguicidas, es reseñable la presencia de clorpirifós (27% de las muestras), recientemente prohibido, en algunos casos incumpliendo los estándares ambientales. Su presencia puede conllevar efectos agudos en las especies que habitan en hábitats fuertemente impactados por plaguicidas.

Presencia de contaminantes (%) en todas las muestras de suelo analizadas y línea que marca una frecuencia de detección >15% que indica compuestos de riesgo.

Fuente: CSIC



■ Sedimentos contaminados, suciedad en la superficie

El perfil de contaminación de los sedimentos es similar al de los suelos y, de nuevo, el estudio no encuentra ni una sola IBA de las 140 analizadas sin presencia de algún tipo de contaminante. En los espacios con mayor concentración de compuestos analizados -más de 1.000 ng/g- la zona de muestreo estaba afectada por basura o vertidos de depuradora. Por tanto, puede concluirse que, al margen del tipo de hábitat definido para cada IBA, la presencia de contaminantes en sedimentos está relacionada con las actividades antropogénicas realizadas en cada zona. En general, las IBA más contaminadas coinciden con la descripción de los apuntes de campo, que indican aspectos tales como ba-

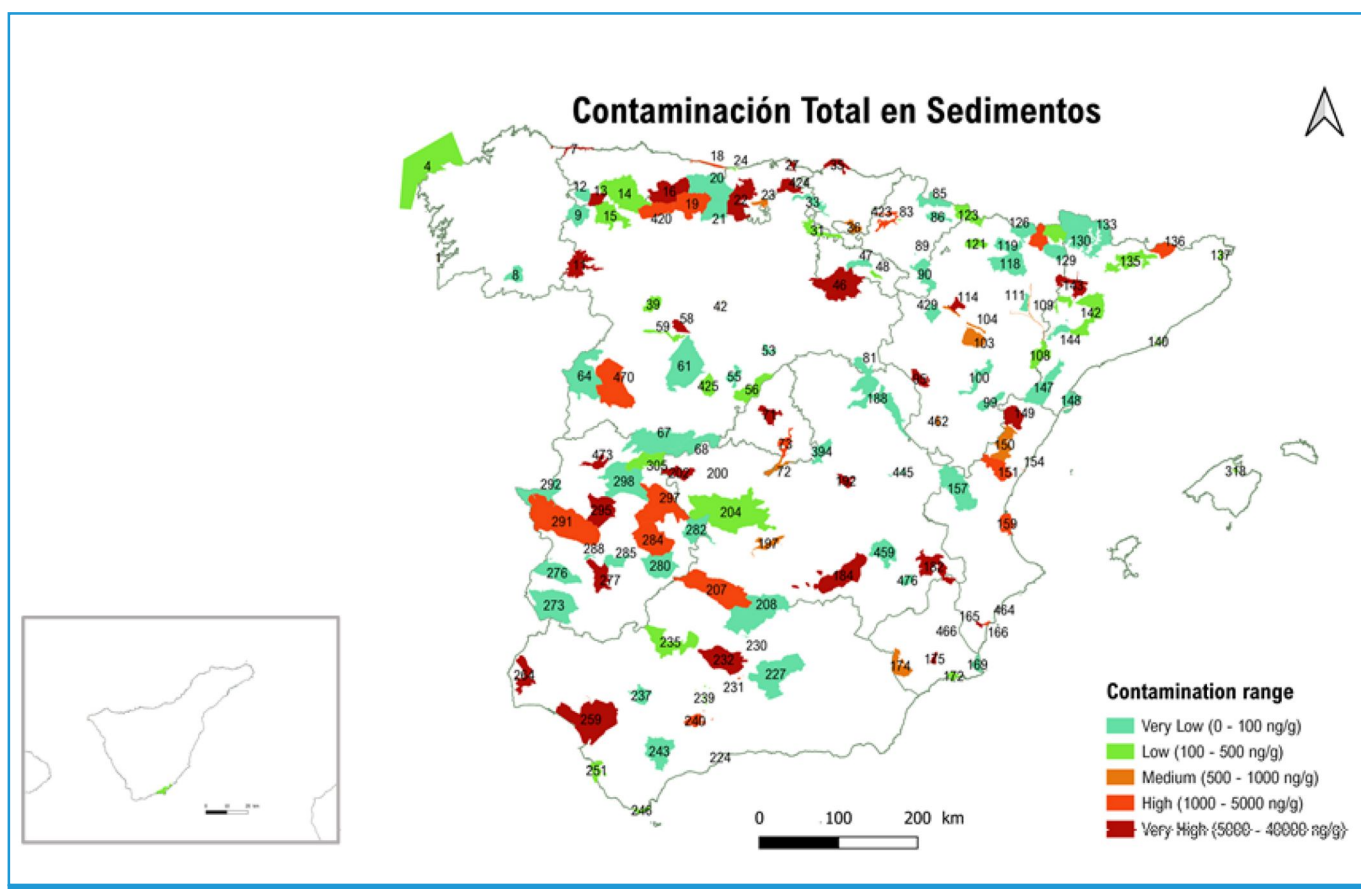
sura por el suelo o flotando en el cauce del río, proximidad de una EDAR, zona ganadera, plásticos asociados a basura agrícola, y en general, zona de muestreo bastante sucia.

27 de las IBA analizadas presentaban valores superiores a 5.000 ng/g indicando un fuerte impacto por contaminación.

Los plastificantes han sido detectados en el 43% de las muestras de sedimentos analizadas y han resultado ser la familia de compuestos con concentraciones más altas. Las IBA de hábitat agrícola y parameras están más impactadas por la presencia de estos compuestos.

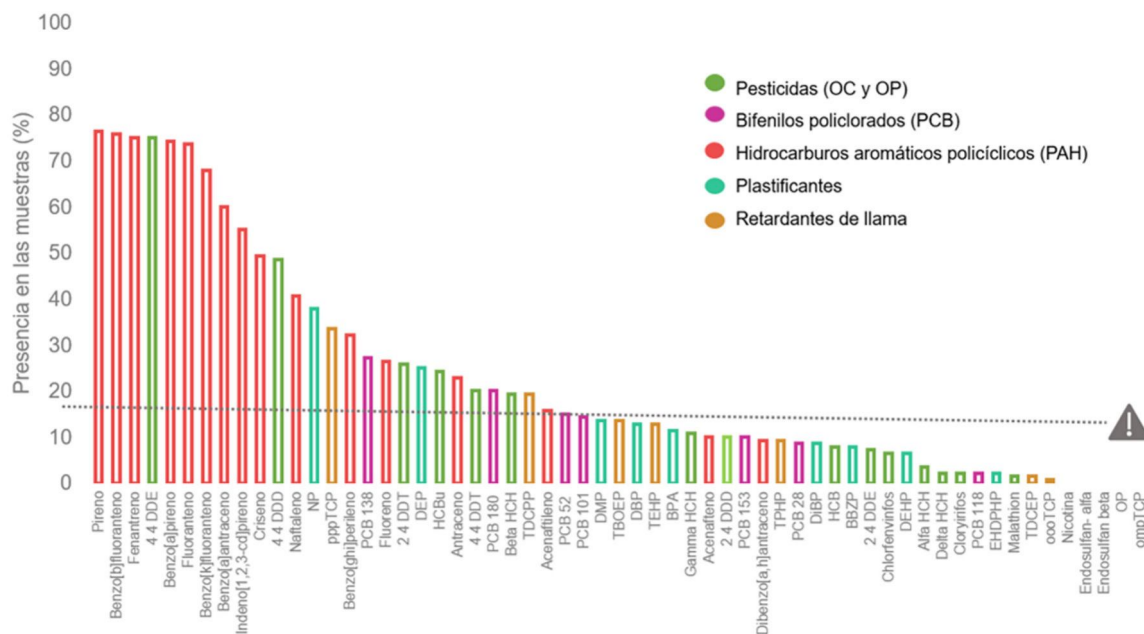
En el caso de los retardantes de llama, los OPFR, se detectaron en el 40.7% de las muestras anali-

Mapa donde se indican las IBA más afectadas por contaminación de sedimentos.
Fuente: CSIC





RESÚMEN DE RESULTADOS



zadas. En este caso, los hábitats de montaña y costero tienen concentraciones más elevadas.

Además, de nuevo se observa incidencia de PAH, en este caso generalizada: 85% de las muestras analizadas. En particular se constata la presencia de naftaleno y fluoreno -entre el 35% y el 40% de las muestras-, asociado a la presencia de combustibles fósiles y presumiblemente vinculado a actividades industriales. También se han detectado PAH ligados a episodios de quema de materia orgánica o

combustibles fósiles, a la proximidad de infraestructuras viarias, que también pueden ser un foco potencial de contaminación de estos compuestos. El hábitat costero es el que concentra mayores niveles de este grupo de contaminantes en sedimentos.

Por último, plaguicidas organoclorados y organofosforados han sido detectados en el 78% de las muestras. Los hábitats costero y bosque de ribera tienen las concentraciones más elevadas.

Número de contaminantes (%) en todas las muestras de sedimento analizadas y línea que marca la frecuencia de detección >15% que indica compuestos de riesgo.

Fuente: CSIC

☐ Metales pesados

En cuanto a metales pesados y otros elementos traza, es preciso destacar la presencia de niveles anormalmente altos, y por encima de los umbrales asociados con un riesgo ambiental, en al menos 13 (9.4%) de las IBA estudiadas. Algunos casos eran esperables, como es la presencia de altos niveles de mercurio (Hg) o arsénico (As) en IBA cercanas a antiguas minas de cinabrio (HgS) u otros sulfuros metálicos. En otras áreas no asociadas a este tipo de realidades, se han detectado niveles elevados de hasta 9 elementos. Se trata de puntos en los que habría que identificar la fuente de la contaminación: en varios de ellos resulta evidente el impacto de la basuralidad, efluentes de estaciones depuradoras de aguas residuales o canteras, y en otros, los niveles detectados pueden ser debidos a la presencia geológica y natural de esos elementos en los suelos de la zona y que merecen un estudio específico.

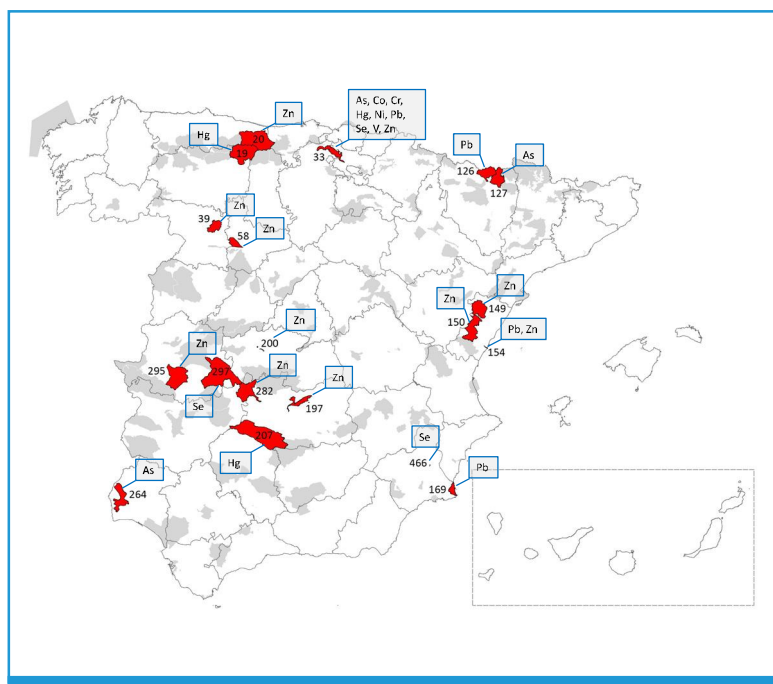
□ Análisis de heces

Dentro de los límites de las 140 IBA de estudio se han recogido un total de 75 excrementos de carnívoros, en su mayoría de zorro común (*Vulpes vulpes*). Para detectar el impacto de la actividad humana, se ha analizado la presencia de rodenticidas, ya que son biocidas ampliamente usados en entornos urbanos y en explotaciones agropecuarias. El análisis evidencia la necesidad de trabajar con otro tipo de análisis, como disección de hígado.



BASURALEZA ANTÍGUA

Los análisis químicos de suelo y de sedimento revelan la persistencia en el medio de productos en desuso desde hace décadas. Es el caso de los Bifenilos Policlorados (PCB), que se emplearon masivamente en España en los años 70 como aislantes para equipos eléctricos como transformadores, interruptores, condensadores o termostatos; y de los plaguicidas organoclorados (los conocidos DDT), utilizados a gran escala entre 1950 y 1980. Ambos compuestos fueron prohibidos en España en 1994, y su detección en



Localización de las IBA que presentan niveles de elementos en suelo o sedimento por encima de umbrales considerados de riesgo para la fauna o el medio ambiente.

Fuente: CSIC

este análisis es ubicua, aunque a concentraciones de traza, reflejo de su uso histórico.

De hecho, los vestigios de DDT son ubicuos en suelos y sedimentos, detectándose compuestos asociados a este tipo de productos en hasta un 80% y hasta un 75% de las muestras respectivamente. En cualquier caso, su presencia en zonas de interés para la avifauna supone un riesgo, ya que estos compuestos se bioacumulan y biomagnifican a lo largo de la cadena trófica pudiendo afectar a la viabilidad de las puestas y del sistema reproductor.

En cuanto a los PCB, los compuestos analizados llegan a detectarse hasta en el 69% de las muestras analizadas en suelos; y en el 33%, en sedimentos. En todas las IBA con mayor concentración de este compuesto, se constató suciedad y gran cantidad de basura, que se podría relacionar con una mayor incidencia de PCB.

Los PCB se bioacumulan a lo largo de las cadenas tróficas y tienen efectos agudos pero también crónicos a largo plazo. Afectan a las aves a nivel de reproducción, genotoxicidad, inmunotoxicidad y neurotoxicidad



CONCLUSIONES

IMPACTO SOBRE LA BIODIVERSIDAD

06

Este análisis, el primero de sus características realizado en España, supone un primer paso para dimensionar el alcance de la contaminación difusa en el medio natural, tanto la presente como la pasada, y su impacto sobre el conjunto de la biodiversidad.

Las IBA son espacios que cumplen una serie de criterios científicos respecto a las poblaciones de aves que las habitan ya sea durante la nidificación, la invernada o la migración. La inclusión de un espacio en el catálogo de IBA de SEO/BirdLife supone, en muchos casos, la antecámara para declararlos como espacios protegidos por la mayor red coordinada de espacios protegidos en el mundo, la Red Natura 2000, bajo el amparo de las Directivas de Aves y de Hábitats de la UE. En principio, la presencia de estas importantes poblaciones hace pensar que estos espacios podrían estar libres de cualquier tipo de contaminación que les pudiera afectar, dado que las aves suelen buscar los lugares menos antropizados. Sin embargo, no es así. El hecho de que se haya detectado basuralidad tanto en transectos como en análisis químico en la totalidad de las 140 IBA analizadas sugiere que la contaminación difusa asociada a la actividad humana, y en particular al abandono y gestión inadecuada de residuos de todo tipo, podría **estar afectando a la práctica totalidad de los espacios naturales del país, incluyendo las áreas protegidas.**

Es por ello que son necesarios más estudios que permitan concretar y dimensionar el problema, así como el impacto real sobre la naturaleza en España, uno de los países más biodiversos de Europa. Los futuros análisis no solo deben profundizar sobre la presencia de basuralidad y otros contaminantes en el medio, sino también ampliar el conocimiento existente sobre el impacto en las diferentes especies o la asimilación de la contaminación difusa tanto en poblaciones como a nivel individuo.

Además de mayor conocimiento, y tal y como refleja este primer análisis sobre IBA, resulta imprescindible **actuar de forma efectiva sobre el origen de la problemática:** la proliferación de basuralidad en el medio y el resto de las fuentes de contaminación detectadas en este informe.

En primer término, y dada la masiva presencia de basuralidad de origen plástico, es clave aumentar los esfuerzos para reducir su uso y garantizar la absoluta circularidad de la gestión del conjunto de esta tipología de residuos presentes en una amplia variedad de productos.

De igual modo, es preciso actuar sobre el terreno, eliminando las fuentes de contaminación tanto puntual –zonas contaminadas, salidas de aguas mal depuradas, etc.– como difusa donde haya sido detectada. Este informe, a disposición de las administraciones públicas, ofrece ya 140 espacios sobre los que es preciso trabajar, a partir de un análisis de los distintos focos de contaminación.

En relación con las IBA, conviene recordar que actúan como espacios clave para la conservación de especies de aves cuya conservación, en determinados casos, corresponde exclusivamente a las administraciones españolas, responsables de destinar los recursos necesarios, tanto humanos como materiales, para eliminar las diferentes amenazas y lograr un estado de conservación favorable.

Más allá de las actuaciones urgentes, resulta necesario establecer medidas de conservación, y su seguimiento posterior, que permitan rehabilitar los espacios degradados para evitar que el problema sea cada vez mayor. Todas las administraciones públicas del país, Estado, autonomías y entidades locales, están interpeladas para acometer esta labor en el ámbito de sus competencias. En el caso particular de la



CONCLUSIONES: IMPACTO SOBRE LA BIODIVERSIDAD

Red Natura 2000, gestionada por las comunidades autónomas, deberían incluirse medidas de conservación en los planes de gestión para la recuperación de suelos contaminados.

Los resultados del estudio no solo apelan a la acción de las administraciones públicas sino, y muy particularmente, la de **sectores productivos** que emplean los agentes contaminantes descritos en el estudio, algunos de ellos -como se ha descrito en este resumen- ya identificados por las autoridades por su potencial efecto negativo sobre el medioambiente a través de la fijación de valores límite. Apostar por la innovación, el ecodiseño y el uso de materiales inocuos para el medioambiente -incidiendo, siempre que sea posible, en la reducción, reutilización y reciclaje en todos los procesos- resulta fundamental. Este estudio ofrece claves más que suficientes para avalar y acelerar este tipo de cambios en las cadenas de valor, en línea con la necesaria aceleración del cambio de modelo hacia un sistema auténticamente circular.

Por último, atajar el problema está en manos de todos nosotros, la ciudadanía: una posición activa para reducir nuestra generación de residuos, escogiendo opciones de compra que permitan la reutilización y los minimicen; y, cuando no quede más remedio, reciclar de forma adecuada la basura que generamos. Además, y siempre que sea posible, dentro de las posibilidades de cada uno, la elección de productos libres de agentes potencialmente contaminantes, como los descritos en este estudio, es también una vía para contribuir a la solución de este problema generalizado en nuestros espacios naturales.

■ Prevenir la proliferación de la basuralidad

El Proyecto LIBERA, que nació para poner el foco en un problema que nunca debió existir, el abandono de basura en el medio natural, destaca que los resultados de este análisis evidencian la necesidad de prevenir, controlar y, en su caso, sancionar el abandono de basuralidad en el medio, que en la mayoría de los casos es

fácilmente detectable a simple vista. La problemática de la basuralidad es una cuestión que apenas se ha abordado por el conjunto de las administraciones públicas y que, en los próximos años, requerirá de mayor atención, tanto en el ámbito de desarrollo normativo, como de dotación de medios para aplacarla.

Asimismo, el estudio refleja otras cuestiones ambientales claves y que, de hecho, han llegado a motivar una sanción contra España por incumplimiento de la normativa ambiental: el tratamiento de aguas residuales en las aglomeraciones urbanas y el desafío que suponen residuos como pueden ser las toallitas o fármacos que no son correctamente gestionados. En este particular, y dada la elevada presencia de medicamentos en los análisis químicos de agua, resulta fundamental reforzar los sistemas de gestión de este tipo de sustancias.

Otro asunto que reflejan la mayor parte de los análisis es la presencia de plaguicidas, en ocasiones en elevadas concentraciones. Se impone la necesidad de seguir avanzando en una mejor gestión de su uso, controlando y minimizando su paso al medio, y favoreciendo el desarrollo -en línea con las directrices europeas y nacionales- de modelos agroecológicos.

■ Un futuro sin residuos

Más allá de la producción de plástico, el estudio evidencia la necesidad de avanzar, rápidamente, hacia una economía completamente circular, incorporando a sectores que, en la actualidad, no cuentan con sistemas de gestión, como es el caso del sector textil, que se incorporará en 2023; y, tal y como se señalaba antes, reforzando la implicación del conjunto de los productores en la solución del problema a través de ecodiseños o innovación en el uso de materiales (por ejemplo, en el caso de la ropa de montaña).

Por último, las evidencias mostradas en los análisis reflejan la importancia de seguir desarrollando iniciativas de concienciación ciudadana en torno a la basuralidad.

