



Plan Nacional de Aplicación del Convenio de Estocolmo y del Reglamento (UE) 2019/1021, sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes

Actualización 2025



Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental
Subdirección General de Prevención de la Contaminación



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	12
2. MARCO NORMATIVO	15
3. OBJETIVOS DEL PNA Y SUS ACTUALIZACIONES.....	22
4. PERFIL DEL PAÍS.....	23
4.1 Marco geográfico y socioeconómico	23
4.2 Medio Ambiente en España	25
5. DIAGNÓSTICO DE LOS CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES EN ESPAÑA .	29
5.1 Sustancias añadidas en la decimoprimer Conferencia de las Partes (CoP 11)...	29
5.1.1 Declorano plus	29
5.1.2 Metoxicloro	33
5.1.3 UV-328.....	35
5.2 Sustancias añadidas en la décima Conferencia de las Partes (CoP 10).....	38
5.2.1 Ácido perfluorohexano sulfónico (PFHxS), sus sales y compuestos conexos del PFHxs	38
5.2 Sustancias añadidas en la novena Conferencia de las Partes (CoP 9).....	43
5.2.1 Ácido perfluorooctanoico (PFOA), sus sales y compuestos conexos del PFOA	43
5.2.2 Dicofol	48
5.3 Sustancias añadidas en la octava Conferencia de las Partes (CoP 8).....	50
5.3.1 Decabromodifenil éter (c-decaBDE).....	50
5.3.2 Parafinas cloradas de cadena corta (PCCC).....	53
5.4 Sustancias añadidas en la séptima Conferencia de las Partes (COP 7)	54
5.4.1 Hexaclorobutadieno (HCBd)	54
5.4.2 Naftalenos policlorados (PCN)	56
5.4.3 Pentaclorofenol (PCP), sus sales y ésteres.....	57
5.5 Sustancias añadidas en la sexta Conferencia de las Partes (COP 6)	58
5.5.1 Hexabromociclododecano (HBCD).....	58
5.6 Sustancias añadidas en la quinta Conferencia de las Partes (COP 5).....	59
5.6.1 Endosulfan.....	59



5.7 Sustancias añadidas en la cuarta Conferencia de las Partes (COP 4).....	61
5.7.1 Ácido perfluorooctano sulfónico (PFOS), sus sales y fluoruro de perfluorooctano sulfonilo (PFOSF).	61
5.7.2 Clordecona	62
5.7.3 Hexabromobifenilo	63
5.7.4 Hexaclorociclohexanos.....	64
5.7.5 Pentaclorobenceno (PeCB)	68
5.7.6 Polibromodifenil éteres (PBDEs)	69
5.8 Contaminantes Orgánicos Persistentes iniciales.....	70
5.8.1 Pesticidas: aldrina, clordano, dieldrina, DDT, endrina, heptacloro, y toxafeno	70
5.8.2 Productos químicos industriales	72
5.8.3 Productos químicos no intencionales	80
5.9 Conclusiones	84
6. RESIDUOS Y SUELOS CONTAMINADOS	86
7. VIGILANCIA DE COP.....	90
7.1 Red Nacional de Vigilancia Ambiental de COP	90
7.2 Estudios de Biomonitorización.....	92
8. INFORMACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN.....	97
9. ASISTENCIA TÉCNICA.....	98
10. LÍNEAS DE ACTUACIÓN DEL PNA.....	99
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sustancias COP incluidas en Convenio de Estocolmo y el Reglamento (UE) 2019/1021	13
Tabla 2. Decisiones por las que se modifican los anexos del Convenio de Estocolmo para la inclusión de nuevos COP	15
Tabla 3. Reglamento (UE) 2019/1021 y reglamentos que lo modifican para introducir nuevos COP	16
Tabla 4. Legislación comunitaria sobre COP y otras sustancias	19
Tabla 5. Legislación nacional COP y otras sustancias	20
Tabla 6. Contenido en PFAS de varias muestras de alimentos vendidos en Cataluña	42
Tabla 7. Contenido en PFAS de muestras de agua, sedimentos y biota en los ríos Guadalquivir y Ebro	42
Tabla 8. Principales usos de PFOA, sus sales y compuestos conexos en Europa antes de su prohibición	44
Tabla 9. Media y rango (entre paréntesis) de la concentración de Σ DDXs en diferentes muestras del río Cinca en el año 2002. Unidades en $\mu\text{g} / \text{Kg}$. n.d. = No detectado	49
Tabla 10. Cantidades de aparatos inventariados con peso conocido a 31 de diciembre de 2022. Kilogramos (Kg).	73
Tabla 11. Concentración de HCB en muestras de sedimento en Cataluña	79
Tabla 13. Planes y Programas de vigilancia sobre COP	93



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Densidad de población por km ² . Año 2020	24
Figura 2. Variación anual en volumen del PIB. Porcentaje	25
Figura 3. Distribución del tratamiento de residuos municipales en España (%). Año 2021	26
Figura 4. Concentración de PFHxS (ng/l) en agua procedente de la cuenca hidrográfica del río Tajo, correspondiente a las campañas de muestreo comprendidas entre el otoño de 2018 y el invierno de 2023-2024	40
Figura 5. Rango de PFHxS en el serum (µg/L) por comunidades autónomas	41
Figura 6. Concentración de PFOA (ng/l) en agua procedente de la cuenca hidrográfica del río Tajo, correspondiente a las campañas de muestreo comprendidas entre el otoño de 2018 y el invierno de 2023-2024	46
Figura 7. Concentración total de DDTs en el río Cinca a la salida de Monzón en sedimentos (izquierda) y biota (derecha)	50
Figura 8. Medianas de concentración del total de PBDE (picogramos/m ³) obtenidas con los datos de 38 campañas durante el periodo de estudio	52
Figura 9. Evolución de los vertidos de decaBDE (kg/año). Periodo 2017-2023	53
Figura 10. Evolución de los vertidos de hexaclorobutadieno (kg/año). Periodo 2015-2023	55
Figura 11. Evolución de los vertidos de pentaclorofenol (kg/año). Periodo 2013-2023	58
Figura 12. Medianas de concentración de endosulfan (pg/m ³) obtenidas con los datos de 7 campañas (desde primavera de 2016 hasta otoño de 2017)	60
Figura 13. Evolución de los vertidos de endosulfan (kg/año). Periodo 2017-2023	60
Figura 14. Concentración de PFOS (ng/l) en agua procedente de la cuenca hidrográfica del río Tajo, correspondiente a las campañas de muestreo comprendidas entre el invierno de 2012-2013 y el invierno de 2023-2024	62
Figura 15. Evolución de los vertidos de clordecona (kg/año). Periodo 2017-2023	63
Figura 166. Evolución de los vertidos de hexabromobifenilo (kg/año). Periodo 2017-2023	64
Figura 17. Medianas de concentración del total de HCH (pg/m ³) obtenidas con los datos de 38 campañas (desde verano de 2008 hasta otoño de 2017)	65
Figura 188. Evolución de los vertidos de lindano (kg/año). Periodo 2013-2023	66
Figura 199. Evolución de los vertidos al agua de pentaclorobenceno (kg/año). Periodo 2018 – 2023	69
Figura 20. Evolución de los vertidos al agua de pentaBDE (kg/año). Periodo 2018 - 2023	70
Figura 21. Medianas de concentración suma de DDD, DDE y DDT (pg/m ³) obtenidas con los datos de 38 campañas (desde verano de 2008 hasta otoño de 2017)	71
Figura 22. Evolución de los vertidos al agua de aldrina, clordano, dieldrina y endrina (kg/año). Periodo 2017 – 2023	71
Figura 23. Evolución de los vertidos al agua de heptacloro, toxafeno, mirex y DDT (kg/año). Periodo 2017 - 2023	72
Figura 24. Medianas de concentración del total de PCB (pg/m ³) obtenidas con los datos de 38 campañas experimentales (desde verano de 2008 hasta otoño de 2017)	75
Figura 25. Emisiones de PCB (en kg) por sector GNFR. Periodo 1990 - 2022	76
Figura 26. Evolución de las emisiones atmosféricas de PCB y los vertidos al agua (kg/año). Periodo 2013 - 2023	76
Figura 27. Medianas de concentración de HCB (pg/m ³) obtenidas con los datos de 38 campañas (desde verano de 2008 hasta otoño de 2017)	78
Figura 28. Emisiones de HCB (en kg) por sector GNFR. Periodo 1990 - 2022	78



Figura 29. Evolución de las emisiones atmosféricas y vertidos al agua de hexaclorobenceno (kg/año). 2017 - 2023.....	79
Figura 30. Medianas de concentración de la suma de PCDD y PCDF (microgramo/m ³) obtenidas con los datos de 38 campañas experimentales (desde verano de 2008 hasta otoño de 2017). 81	
Figura 311. Emisiones de dioxinas y furanos (en g I-TEQ) por sector GNFR. Periodo 1990-2022	81
Figura 32. Evolución de las emisiones atmosféricas y los vertidos al agua de dioxinas y furanos (kg/año). Periodo 2014-2023	82
Figura 33. Emisiones de HAP (en toneladas) por sector GNFR. Periodo 1990-2022.....	83
Figura 34. Evolución de las emisiones atmosféricas y los vertidos al agua de HAP (kg/año). Periodo 2014-2023.....	84
Figura 35. Emisiones de COP procedentes del sector residuos. 1990-2022	87
Figura 36. Porcentaje de COP presentes en los suelos contaminados de España	89
Figura 37. Distribución de los puntos de muestreo de la Red Nacional de Vigilancia Ambiental de COP	91



LISTA DE ACRÓNIMOS

ABS	Acrilonitrilo Butadieno Estireno
AEE	Aparatos Eléctricos y Electrónicos
AESAN	Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición
AEMA	Agencia Europea de Medio Ambiente
AFFF	Espumas formadoras de película acuosa (<i>Aqueous Film Forming Foam</i>)
AIMME	Instituto Tecnológico Metalmecánico
BOE	Boletín Oficial del Estado
BPBPE	1,2-Bis(pentabromofenoxietano)
BSEF	Bromine Science and Environmental Forum
BTBPE	1,2-Bis(2,4,6-tribromofenoxietano)
CAR/PL	Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia
CAS	Chemical Abstracts Service
CCAA	Comunidades Autónomas
POPRC	Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes
CHE	Confederación Hidrográfica del Ebro
CIEMAT	Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas
CLP	Clasificación, Etiquetado y Envasado Classification, Labelling and Packaging)
COP	Contaminante(s) Orgánico(s) Persistente(s)
COVNM	Compuestos orgánicos volátiles no metánicos.
CSIC	Consejo Superior de Investigaciones Científicas
DDT	1,1,1-Tricloro-2,2-bis(4-clorofenil)etano
DG	Dirección General
DMA	Directiva Marco Europea del Agua
EBFRIP	European Brominated Flame Retardant Industry Panel
EDAR	Estación Depuradora de Aguas Residuales
EFSA	Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (European Food Safety Authority)
EIONET	European Environment Information and Observation Network



EMEP	European Monitoring and Evaluation Programme
EUROPOEM	European Predictive Operator Exposure Model
FDS	Ficha de Seguridad
FVO	Food and Veterinary Office
GC-ECD	Cromatografía de Gases con Captura de Electrones
GC-HRMS	Cromatografía de Gases con Espectrometría de Masas de Alta Resolución
GC-MS/MS	Cromatografía de Gases con Espectrometría de Masas/Masas
GHS	Globally Harmonized System
GMP	Plan de Monitorización Global (<i>Global Monitoring Plan</i>)
GNC	Grupo Nacional de Coordinación
HBB	Hexabromobifenilo
HBCD	Hexabromociclododecano
HCB	Hexaclorobenceno
HCBD	Hexaclorobutadieno
HCH	Hexaclorociclohexano
HeptaBDE	Éter de heptabromodifenilo
HexaBDE	Éter de hexabromodifenilo
HPLC	Cromatografía Líquida de Alta Eficacia
IDAEA	Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua
IIQAB	Instituto de Investigación de Química Ambiental de Barcelona
INE	Instituto Nacional de Estadística
INSHT	Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
IPM	Gestión de Plagas Integrada
IPPC	Integrated Pollution Prevention and Control
ISTAS	Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud
LER	Lista Europea de Residuos
LCCP	Parafinas cloradas de cadena larga
LOQ	Límite de cuantificación
MCCP	Parafinas cloradas de cadena media



MITERD	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
MPA	Mejores Prácticas Ambientales (BEP)
MS	Espectroscopia de masas
MTD	Mejores Técnicas Disponibles (BAT)
NCA	Normas de Calidad Ambiental
NFR	Nomenclature For Reporting
NGR	Niveles Genéricos de Referencia
OctaBDE	Éter de octabromodifenilo
ONG	Organización No Gubernamental
OSPAR	Convenio sobre la protección del medio ambiente marino del Atlántico nordeste
PAH	Hydrocarbons Aromaticos Policíclicos (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons)
PANER	Plan de Acción Nacional de Energías Renovables
PBB	Polibromobifenilos
PBEb	Pentabromoetilbenceno
PCB	Bifenilos Policlorados
PCDD	Dibenzo- <i>p</i> -dioxinas policloradas
PCDF	Dibenzofuranos policlorados
PCN	Policloronaftalenos
PCP	Pentaclorofenol
PCT	Policloroterfenilos
PBDE	Polibromados difenil éteres
PeCB	Pentaclorobenceno
PEN	Red Mundial de Eliminación de PCB
PentaBDE	Éter de pentabromodifenilo
PET	Polietilenterftalato
PFOA	Ácido perfluorooctano sulfónico
PNA	Plan Nacional de Aplicación
PEMAR	Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos
PNRAEE	Plan Nacional de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos



PNRCD	Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición
PNRP	Plan Nacional de Residuos Peligrosos
PNRPUA	Plan Nacional de Residuos de Plástico de Uso Agrario
PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP)
PNVFU	Plan Nacional de Vehículos Fuera de Uso
PRTR	Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes
PUR	Espuma de poliuretano
RAEE	Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos
RCD	Residuos de Construcción y Demolición
REACH	Registro, Evaluación y Autorización de Sustancias y Preparados Químicos
RoHS	Directiva (UE) 2017/2102 del Parlamento Europeo y del Consejo de 15 de noviembre de 2017 por la que se modifica la Directiva 2011/65/UE sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos
RPUA	Residuos de Plásticos de Uso Agrario
SCCP	Parafinas cloradas de cadena corta
SIG	Sistemas Integrados de Gestión de Residuos
SINAC	Sistema de Información Nacional de Agua de Consumo
SNAP	Selected Nomenclature for Air Pollution
SPE	Extracción en fase sólida
TBBPA	Tetrabromobisfenol-A
TCM	Tetraclorometano
TEF	Cantidad de equivalencia tóxica
TEQ	Cantidad de Equivalente Tóxico
TetraBDE	Éter de tetrabromodifenilo
VFU	Vehículos Fuera de Uso
VLE	Valor Límite de Emisión
OMS (WHO)	Organización Mundial de la Salud (World Health Organization)



1. INTRODUCCIÓN

La comunidad internacional identificó hace varias décadas un grupo de sustancias conocidas como Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) que poseen características que las hacen peligrosas y representan un riesgo para la salud humana y el medio ambiente. Estas características incluyen su persistencia, su capacidad de bioacumulación, su alta toxicidad, y su capacidad de transportarse a larga distancia.

Estas sustancias representan una seria amenaza a escala global, y la comunidad internacional, especialmente en el marco de Naciones Unidas, ha tomado medidas importantes para restringir y controlar los COP.

El Convenio de Estocolmo¹ es el paso más significativo a nivel mundial en este sentido. Su objetivo es proteger la salud humana y el medio ambiente eliminando, y cuando esto no sea posible, reduciendo los COP. Bajo el marco del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) el Convenio fue firmado en mayo de 2001 y entró en vigor en 17 de mayo de 2004. España ratificó el Convenio el 26 de agosto de 2004, uniéndose así a los esfuerzos internacionales para abordar la amenaza de los COP.

La Unión Europea (UE), de la cual España es miembro desde el 1 de enero de 1986, también ratificó el Convenio de Estocolmo. Como consecuencia de dicha ratificación, el 20 de mayo de 2004, entró en vigor en todos los países de la UE el Reglamento (CE) nº 850/2004², el cual establecía un marco jurídico común en la UE para asegurar la aplicación coherente de las obligaciones tanto del Convenio de Estocolmo como del Protocolo sobre COP del Convenio de Ginebra³. Este reglamento fue derogado por el Reglamento (UE) 2019/1021, del 20 de junio de 2019, sobre contaminantes orgánicos persistentes⁴.

Tanto el Convenio como el Reglamento sobre COP requieren la elaboración de Planes Nacionales de Aplicación (PNA) y subrayan la importancia de consultar a las partes interesadas nacionales en la elaboración, aplicación y actualización de dichos planes, así como de proporcionar al público oportunidades tempranas y efectivas para participar en su elaboración.

En este contexto, España elaboró, mediante un proceso participativo que comenzó en enero de 2005 e involucró a más de 200 expertos de diversos campos, el primer Plan Nacional de Aplicación para el cumplimiento del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes en España⁵. Fue aprobado por el Consejo de Ministros el 2 de febrero de 2007 y transmitido a la Secretaría del Convenio en marzo de 2007.

El PNA es el principal documento estratégico nacional que se actualiza de manera regular y obligatoria para cumplir con las obligaciones establecidas en el Artículo 7 del Convenio. Sus actualizaciones periódicas responden a la introducción de nuevas sustancias, medidas y procedimientos, o para obtener información adicional sobre la presencia, uso y disposición de los COP listados en los Anexos del Convenio.

El Plan tuvo una primera actualización en 2012, una segunda en 2019 y posteriormente se elaboró un capítulo específico con los COP incluidos en la COP-9: ácido perfluorooctanoico (PFOA), sus sales y compuestos conexos y dicofol.



Esta nueva actualización, además de incluir todas las novedades sobre los COP recogidos en los PNA anteriores e incluir el capítulo específico de PFOA y dicofol, refleja la inclusión de nuevas sustancias en el Convenio durante el período comprendido entre 2019 y 2025. Concretamente, en 2022, en la COP 10 se incluyó el ácido perfluorohexanosulfónico (PFHxS), sus sales y compuestos relacionados con PFHxS en el Anexo A del Convenio, sin exenciones. La COP 11, en 2023, incluyó al UV-328, el declorano plus y el metoxicloro en el Anexo A. Todos los COP incluidos hasta la fecha en el Convenio o el Reglamento aparecen reflejados en la Tabla 1. La presente actualización del PNA ha sido también debatida de forma participativa en el ámbito del Grupo Técnico de COP.

Este PNA de COP ha sido rediseñado para reunir información que refleje de forma concisa la realidad de los COP en este país, las actuaciones realizadas y las futuras previstas y también para que sirva como herramienta para sensibilizar a todos los sectores implicados acerca de la creciente y compleja realidad de los COP y de la necesidad de destinar esfuerzos y recursos suficientes que permitan proteger la salud humana y el medio ambiente frente a estos contaminantes.

Con el fin de no repetir toda la información presentada anteriormente, aunque incluye información básica de los COP más antiguos, el presente PNA se centra en las novedades y en los nuevos COP, pudiendo encontrar más información detallada sobre los demás COP listados en el Convenio de Estocolmo en los PNA presentados anteriormente.

Todas las versiones se pueden encontrar publicadas en el sitio web del Convenio.

Tabla 1. Sustancias COP incluidas en Convenio de Estocolmo y el Reglamento (UE) 2019/1021

COP	Nº CAS	Convenio de Estocolmo	Anexo A, B, C	Reglamento (UE) 2019/1021	Anexo I, II, III
Ácido perfluorooctanoico (PFOA), sus sales y las sustancias afines al PFOA	335-67-1 y otros	X	A	X	I
Ácido perfluorooctano sulfónico y sus derivados (PFOS)	1763-23-1	X	B	X	I
Ácido perfluoroehexano sulfónico (PFHxS), sus sales y compuestos relacionados	355-46-4	X	A		
Aldrina	309-00-2	X	A	X	I
Bifenilos policlorados	1336-36-3	X	A y C	X	I y III
Clordano	57-74-9	X	A	X	I
Clordecona	143-50-0	X	A	X	I
Declorano Plus	13560-89-9	X	A		
DDT	50-29-3	X	B	X	I
Dibenzo-p -dioxinas policloradas y dibenzofuranos		X	C	X	III
Dicofol	115-32-2	X	A	X	I
Dieldrina	60-57-1	X	A	X	I
Endosulfán	115-29-7	X	A	X	I
Endrina	72-20-8	X	A	X	I
Éter de Decabromodifenilo (BDE-209)	1163-19-5	X	A	X	I



COP	Nº CAS	Convenio de Estocolmo	Anexo A, B, C	Reglamento (UE) 2019/1021	Anexo I, II, III
Éter de heptabromodifenilo (entre BDE-170 y BDE 193)	68928-80-3	X	A	X	I
Éter de hexabromodifenilo (entre BDE-128 y BDE 169)	36483-60-0	X	A	X	I
Éter de pentabromodifenilo (BDE 99)	32534-81-9	X	A	X	I
Éter de tetrabromodifenilo (BDE 47)	40088-47-9	X	A	X	I
Heptacloro	76-44-8	X	A	X	I
Hexabromobifenilo	36355-01-8	X	A	X	I
Hexabromociclododecano	247-148-4	X	A	X	I
Hexaclorobenceno	118-74-1	X	A y C	X	I y III
Hexaclorobutadieno	87-68-3	X	A y C	X	I y III
Hexaclorociclohexanos (incluido lindano)	608-73-1	X	A	X	I
α-Hexaclorociclohexano	319-84-6	X	A	X	I
β-Hexaclorociclohexano	319-85-7	X	A	X	I
Lindano	58-89-9	X	A	X	I
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	50-32-8			X	III
Mírex	2385-85-5	X	A	X	I
Metoxicloro	72-43-5	X	A		
Naftalenos policlorados	70776-03-3	X	A y C	X	I
Parafinas cloradas de cadena corta	85535-84-8	X	A	X	I
Pentaclorobenceno	608-93-5	X	A y C	X	I y III
Pentaclorofenol + sales	87-85-5	X	A	X	I
Toxafeno	8001-35-2	X	A	X	I
UV-328	25973-55-1	X	A		

* Las sustancias se relacionan por orden alfabético usando terminologías o nomenclaturas utilizadas en cada uno de los acuerdos



2. MARCO NORMATIVO

La regulación de los COP en España se caracteriza por una estrecha colaboración entre la legislación europea y el Convenio. La implementación del Convenio de Estocolmo se lleva a cabo mediante el Reglamento (UE) 2019/1021 sobre COP (en adelante, Reglamento sobre COP), que ha sido objeto de enmiendas posteriores debido a la inclusión de nuevas sustancias y a la determinación de nuevos límites (UTC) para la presencia de dichas sustancias en productos y residuos.

Dicho reglamento impone restricciones o prohibiciones sobre la producción, comercialización y utilización de los COP incluidos en el Convenio de Estocolmo y en el Convenio de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas sobre la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia. Además, el Reglamento sobre COP establece pautas para la gestión de existencias y residuos que contienen COP, así como requisitos para reducir las emisiones involuntarias de COP que pueden liberarse al medio ambiente durante procesos de combustión u otros procesos químicos. Dado que se trata de un reglamento, las normas son de aplicación inmediata en todos los países de la UE y no necesitan ser transpuestas a la legislación nacional.

A continuación, se muestra el orden en el que el Convenio de Estocolmo ha ido incluyendo a los distintos COP, así como las decisiones y la Conferencia de las Partes en las que fueron listados.

Tabla 2. Decisiones por las que se modifican los anexos del Convenio de Estocolmo para la inclusión de nuevos COP

REUNIÓN DE LA COP/AÑO	DECISIÓN	COP	ANEXO CONVENIO		
Conferencia de plenipotenciarios: adopción y firma del Convenio de Estocolmo en 2001	Convenio de Estocolmo (12 COP iniciales) entrada en vigor 2004	Aldrina	Parte I del Anexo A		
		Clordano			
		Dieldrina			
		Endrina			
		Heptacloro			
		Hexaclorobenceno			
		Mirex			
		Toxafeno			
		Bifenilos policlorados (PCB)	Parte I del Anexo B		
		DDT			
				Hexaclorobenceno	Parte I del Anexo C
				Bifenilo policlorados (PCB) Dibenzoparadióxinas policloradas y dibenzofuranos policlorados (PCDD/PCDF)	
	SC-4/10	Alfa hexaclorociclohexano	Parte I del anexo A		
	SC-4/11	Beta hexaclorociclohexano	Parte I del anexo A		
	SC-4/12	Clordecona	Parte I del anexo A		
	SC-4/13	Hexabromobifenilo	Parte I del anexo A		



REUNIÓN DE LA COP/AÑO	DECISIÓN	COP	ANEXO CONVENIO
COP 4 (2009)	SC-4/14	Hexabromodifenil éter y heptabromodifenil éter (octabromodifenil éter comercial)	Parte I del anexo A
	SC-4/15	Lindano	Parte I del anexo A
	SC-4/16	Pentaclorobenceno	Parte I del anexo A
	SC-4/17	Ácido perfluorooctano sulfónico (PFOS), sus sales y fluoruro de perfluorooctano sulfonilo (PFOSF)	Parte I del anexo B
	SC-4/18	Tetrabromodifenil éter y pentabromodifeniléter (pentabromodifenil éter comercial)	Parte I del anexo A
COP5 (2011)	SC-5/3	Endosulfán técnico y sus isómeros conexos	Parte I del anexo A
COP6 (2013)	SC-6/13	Hexabromociclododecano	Parte I del anexo A
COP7 (2015)	SC-7/12	Hexaclorobutadieno	Parte I del anexo A
	SC-7/13	Pentaclorofenol y sus sales y esteres	Parte I del anexo A
	SC-7/14	Naftalenos Policlorados	Parte I del anexo A Parte I del anexo C
COP8 (2017)	SC-8/10	Decabromodifenil éter	parte I del anexo A
	SC-8/11	Parafinas cloradas de cadena corta	Parte I del anexo A
	SC-8/12	Hexaclorobutadieno	Parte I del anexo C
COP9 (2019)	SC-9/12	Ácido perfluorooctanoico (PFOA), sus sales y las sustancias afines al PFOA	Parte I del anexo A
	SC-9/13	Dicofol	Parte I del anexo A
COP10 (2022)	SC-10/13	Ácido Perfluorohexano sulfónico (PFHxS), sus sales y compuestos relacionados	Parte I del anexo A
COP11 (2023)	SC-11/9	Metoxicloro	parte I del anexo A
	SC-11/10	UV-328	Parte I del anexo A
	SC-11/11	Declorano Plus	Parte I del anexo A

Estas decisiones adoptadas por la Conferencia de las Partes del Convenio de Estocolmo por las que se introducen nuevos COP fueron incorporados originalmente al Reglamento (CE) nº 850/2004 y posteriormente al Reglamento sobre COP, a través de diferentes reglamentos que lo modificaban.

Tabla 3. Reglamento (UE) 2019/1021 y reglamentos que lo modifican para introducir nuevos COP

REGLAMENTO	COP	ANEXO
	Aldrina	Anexo I parte A
	Clordano	
	Dieldrina	
	Endrina	
	Heptacloro	
	Hexaclorobenceno	
	Mirex	
	Toxafeno	



REGLAMENTO	COP	ANEXO
R(CE) 850/2004 (16 COP iniciales)	Bifenilos policlorados (PCB)	
	DDT	
	Clordecona	Anexo I parte B
	Hexabromobifenilo	
	Hexaclorociclohexano (incluido el lindano)	Anexo III
	Dibenzo-p-dioxinas policloradas y dibenzofuronas (PCDD/PCDF)	
	Hexaclorobenceno	
	Bifenilos policlorados (PCB)	
	Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)	
R(UE) 757/2010	Éter de tetrabromodifenilo	Anexo I parte A
	Éter de Pentabromodifenilo	
	Éter de Hexabromodifenilo	
	Éter de heptabromodifenilo	
	Ácido perfluorooctano sulfónico y sus derivados (PFOS)	Pasan del anexo I parte B al anexo I parte A
	Pentaclorobenceno	
	Clordecona	
	Hexabromobifenilo	Anexo III
	Hexaclorociclohexano (incluido el lindano)	
Pentaclorobenceno		
R(UE) 519/2012	Endosulfán	Anexo I parte A
	Hexaclorobutadieno	Anexo I parte B
	Naftalenos policlorados	
	Parafinas cloradas de cadena corta	
R(UE) 2016/293	Hexabromociclododecano	Anexo I parte A
R(UE) 2019/1021	Decabromodifenil éter	Anexo I parte A
R(UE) 2020/784	Ácido perfluorooctanoico (PFOA), sus sales y las sustancias afines al PFOA	Anexo I parte A
R(UE) 2020/1024	Dicofol	Anexo I parte A

Además de las enmiendas anteriores, otros reglamentos que modificaron al Reglamento sobre COP fueron los siguientes:

- Reglamento Delegado (UE) 2020/1203 de la Comisión, de 9 de junio de 2020, por el que se modifica el anexo I del Reglamento (UE) 2019/1021 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a la entrada del ácido perfluorooctano sulfónico y sus derivados (PFOS).
- Reglamento Delegado (UE) 2021/115 de la Comisión, de 27 de noviembre de 2020, por el que se modifica el anexo I del Reglamento (UE) nº 2019/1021 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo al ácido perfluorooctanoico (PFOA), sus sales y compuestos relacionados con el PFOA.
- Reglamento Delegado (UE) 2021/277 de la Comisión, de 16 de diciembre de 2020, por el



que se modifica el anexo I del Reglamento (UE) 2019/1021 del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre contaminantes orgánicos persistentes, en lo relativo al pentaclorofenol y sus sales y ésteres.

- Reglamento Delegado (UE) nº 2022/2291 de la Comisión, de 8 de septiembre de 2022, por el que se modifica el anexo I del Reglamento (UE) nº 2019/1021 del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre contaminantes orgánicos persistentes, en lo relativo al hexaclorobenceno.
- Reglamento (UE) nº 2022/2400 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de noviembre de 2022, por el que se modifican los anexos IV y V del Reglamento (UE) 2019/1021 sobre contaminantes orgánicos persistentes.
- Reglamento Delegado (UE) nº 2023/866 de la Comisión, de 24 de febrero de 2023, por el que se modifica el Reglamento (UE) nº 2019/1021 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que se refiere al ácido perfluorooctanoico (PFOA), sus sales y los compuestos relacionados con el PFOA.

Además del Reglamento sobre COP, existe otra normativa comunitaria relacionada con productos químicos. Entre estas se encuentran el Reglamento (CE) nº 1907/2006, que regula el registro, la evaluación, la autorización y la restricción de sustancias y preparados químicos (REACH); el Reglamento (CE) nº 1272/2008, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, que establece disposiciones sobre la clasificación, el etiquetado y el envasado de sustancias y mezclas (CLP); y el Reglamento (UE) nº 649/2012, que trata sobre la exportación e importación de productos químicos peligrosos (PIC).

En este sentido, es especialmente relevante las sinergias existentes entre el Reglamento REACH y el Reglamento sobre COP. En concreto, existe una secuencia lógica que enlaza ambos reglamentos:

- 1) Registro y Evaluación Inicial: Bajo el REACH, las empresas deben registrar las sustancias químicas fabricadas o importadas en cantidades superiores a una tonelada por año. Esto incluye proporcionar datos sobre las propiedades físicas, químicas, toxicológicas y ecotoxicológicas de la sustancia.
- 2) Evaluación: La Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas (ECHA) y los Estados miembros evalúan la información para identificar riesgos potenciales.
- 3) Propuesta de Identificación como Sustancia de Muy Alta Preocupación (SVHC): En base a la evaluación anterior, una sustancia puede ser propuesta como SVHC por la ECHA o un Estado miembro de la UE si cumple ciertos criterios, como ser carcinógena, mutágena, tóxica para la reproducción, persistente, bioacumulativa y tóxica (PBT), o muy persistente y muy bioacumulativa (vPvB).
- 4) Restricción de Uso: Algunas sustancias, si se consideran que presentan riesgos inaceptables, pueden estar sujetas a restricciones específicas de fabricación, comercialización y uso bajo el Anexo XVII del REACH.



- 5) Propuesta al Convenio de Estocolmo: Si una sustancia es identificada como PBT o vPvB, puede ser candidata para su inclusión en el Convenio de Estocolmo. Esta nominación puede ser realizada por un Estado miembro de la UE o la Comisión Europea e implica una evaluación internacional de sus propiedades y riesgos por parte del Comité de Examen de Contaminantes Orgánicos Persistentes (POPRC).
- 6) Inclusión en el Convenio de Estocolmo: Si se aprueba finalmente, la sustancia se incluirá en el anexo correspondiente del Convenio de Estocolmo, lo que implica restricciones globales sobre su producción y uso. Posteriormente será incluida en el Reglamento sobre COP.
- 7) Eliminación de la sustancia del Anexo XVII del REACH: Al ser incluida en el anexo del Reglamento sobre COP, la sustancia es eliminada del anexo XVII Reglamento REACH y pasa a entrar dentro del marco normativo del Reglamento sobre COP. REACH otorga prioridad a las decisiones implementadas por el Reglamento sobre COP. Una vez que el uso es prohibido en el Reglamento sobre COP, no solo se retiran todas las autorizaciones existentes, sino que también se deben rechazar todas las solicitudes de autorización.

Además de los reglamentos anteriores específicos sobre productos químicos, existe más normativa europea como la legislación sobre residuos o la directiva de emisiones industriales, que son relevantes para el trabajo de eliminar y/o reducir las emisiones de COP y para alcanzar el objetivo general del Convenio de Estocolmo de proteger la salud humana y el medio ambiente de los COP.

A continuación, se enumera la legislación europea más relevante publicada en el periodo 2019-2025.

Tabla 4. Legislación comunitaria sobre COP y otras sustancias

LEGISLACIÓN COMUNITARIA	DESCRIPCIÓN
Reglamento (UE) 2024/1244, de 24 de abril de 2024, sobre la notificación de datos medioambientales procedentes de instalaciones industriales, por el que se crea un Portal de Emisiones Industriales y por el que se deroga el Reglamento (CE) nº 166/2006	Este reglamento introduce el Portal de Emisiones Industriales, que reemplaza al anterior Registro Europeo de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (PRTR) establecido por el Reglamento (CE) n.º 166/2006, el cual queda derogado. Entre las sustancias que deben ser notificadas se encuentran la mayoría de los COP.
Reglamento (UE) 2024/1157 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de abril de 2024, relativo a los traslados de residuos, por el que se modifican los Reglamentos (UE) nº 1257/2013 y (UE) 2020/1056, y se deroga el Reglamento (CE) nº 1013/2006	El reglamento regula el traslado de varios tipos de residuos entre los que se encuentran los residuos que contengan contaminantes orgánicos persistentes o estén contaminados por ellos, cuando se alcance o supere un límite de concentración especificado en el anexo IV del Reglamento sobre COP.



LEGISLACIÓN COMUNITARIA	DESCRIPCIÓN
Directiva (UE) 2024/1785 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de abril de 2024, por la que se modifican la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación) y la Directiva 1999/31/CE del Consejo relativa al vertido de residuos.	Modifica la Directiva de Emisiones Industriales cuyo objetivo es prevenir, reducir y controlar la contaminación causada por las actividades industriales en toda la Unión Europea. Entre las sustancias a controlar se encuentran las dioxinas y furanos.
Reglamento (UE) 2023/915 relativo a los límites máximos de determinados contaminantes en los alimentos	El anexo I, límites máximos de determinados contaminantes en los alimentos, incluye límite para dioxinas furanos y PCB.
Reglamento (UE) 2021/1297 por el que se modifica el anexo XVII del Reglamento (CE) nº 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los ácidos perfluorocarboxílicos que contienen de 9 a 14 átomos de carbono en la cadena (PFCA C9-C14), sus sales y las sustancias afines a los PFCA C9-C14	La restricción cubre los ácidos perfluorocarboxílicos que contienen de 9 a 14 átomos de carbono en la cadena, así como las sustancias relacionadas. Estas sustancias actualmente están en proceso de nominación para su inclusión en el Convenio de Estocolmo.
Directiva (UE) 2020/2184 del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2020 relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano	A más tardar el 12 de enero de 2026, los Estados miembros adoptarán las medidas necesarias para garantizar que el agua destinada al consumo humano cumpla los valores paramétricos que figuran en el anexo I, parte B, para total de PFAS y suma de PFAS.

Además de la normativa de la Unión Europea, los COP forman parte de las sustancias prioritarias a nivel nacional, con el propósito de eliminar tanto sus emisiones como su uso. Esto se refleja en la siguiente tabla, que recoge las principales actualizaciones de la legislación nacional aplicable a los COP entre 2018 y 2025.

Tabla 5. Legislación nacional COP y otras sustancias

LEGISLACIÓN NACIONAL	DESCRIPCIÓN
Real Decreto 3/2023, de 10 de enero, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro.	Los operadores deberán controlar los nuevos parámetros del anexo I, entre los que se encuentran 4 PFAS (PFOA, PFOS, PFHxS y PFNA), no más tarde del 2 de enero de 2024.
Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.	El artículo 27 establece que se deberán destinar a eliminación aquellos residuos que contengan o estén contaminados con cualquier sustancia incluida en el anexo IV del Reglamento sobre COP.
Real Decreto 1051/2022, de 27 de diciembre, por el que se establecen normas para la nutrición sostenible en los suelos agrarios.	Los materiales y productos que se apliquen a un suelo agrario o un cultivo, incluidos los residuos, deben cumplir con las respectivas obligaciones del Reglamento sobre COP



LEGISLACIÓN NACIONAL	DESCRIPCIÓN
Real Decreto 1055/2022, de 27 de diciembre, de envases y residuos de envases.	La disposición final primera modifica el Real Decreto 1378/1999, de 27 de agosto, por el que se establecen medidas para la eliminación y gestión de los policlorobifenilos, policloroterfenilos y aparatos que los contengan. Introduce que los equipos que contengan más de 0,005 % de PCB y un volumen superior a 0,05 dm ³ , deberán ser retirados del uso tan pronto como sea posible, y antes del 31 de diciembre de 2025.
Orden PCM/1049/2022, de 1 de noviembre, por la que se crea la Comisión Interministerial de Biomonitorización Humana.	Mediante esta orden se crea la Comisión Interministerial de Biomonitorización humana encargada de coordinar, planificar y organizar las tareas que lleve a cabo la Administración General del Estado relacionadas con estudios o planes de biomonitorización humana en materia de sustancias químicas y sus metabolitos distintos de los medicamentos o de origen radiactivo.



3. OBJETIVOS DEL PNA Y SUS ACTUALIZACIONES.

Este Plan tiene un enfoque integral que abarca todo el ciclo de vida de los COP y tiene como objetivos:

- I. Establecer un diagnóstico de la situación.
- II. Identificar las dificultades asociadas a la gestión de los COP:
- III. Dar cumplimiento a las obligaciones establecidas en los acuerdos multilaterales.
- IV. Crear un marco institucional para proteger la salud humana y el medio ambiente frente a los COP.
- V. Diseñar estrategias de intervención para dar respuesta a los problemas y establecer criterios para lograr la eliminación y, cuando no sea posible, la reducción de los COP.
- VI. Fortalecer los mecanismos de diálogo entre los distintos actores para que el consenso guíe el establecimiento de las distintas estrategias de intervención.
- VII. Estimular el intercambio de información técnica y científica que permita disponer de inventarios nacionales sobre liberaciones, emisiones, y presencia de COP.
- VIII. Promover la sensibilización de la sociedad y la divulgación de la información sobre COP.

La presente versión del Plan Nacional tiene como objetivo actualizar el PNA de COP e incorporar información relevante sobre los COP iniciales, y los COP incorporados posteriormente al Convenio o al Reglamento hasta marzo de 2025.

En consecuencia, las medidas han sido también revisadas y actualizadas con el fin de, en línea con lo establecido en el Convenio, eliminar las emisiones derivadas de la producción y el uso intencional, minimizar las emisiones derivadas de la producción no intencional, desarrollar estrategias para identificar las existencias de productos y artículos en uso que contengan COP y asegurar la gestión ambientalmente racional de los residuos que los contengan.



4. PERFIL DEL PAÍS

4.1 Marco geográfico y socioeconómico

4.1.1 Geografía y población

España, con una superficie total de 505.182 km² es el tercer país de Europa en superficie, detrás de Ucrania y Francia. España se encuentra situada en el sudoeste de Europa, ocupando la mayor parte de la península Ibérica, que comparte con Portugal. Además del territorio continental, incluye los archipiélagos de las Islas Baleares y las Islas Canarias y territorios en África (Ceuta y Melilla). En sus límites geográficos España limita al Norte con el Mar Cantábrico y con Francia, al Sur y al Este con el Mar Mediterráneo y al Oeste con el Océano Atlántico y Portugal.

España está dominada por varias cordilleras importantes. La más destacada es la Cordillera Cantábrica, en el norte de España, seguida por los Pirineos, que forman la frontera entre España y Francia. En el centro se encuentra el Sistema Central, y en el sur, la Sierra Morena y las montañas de la región de Andalucía.

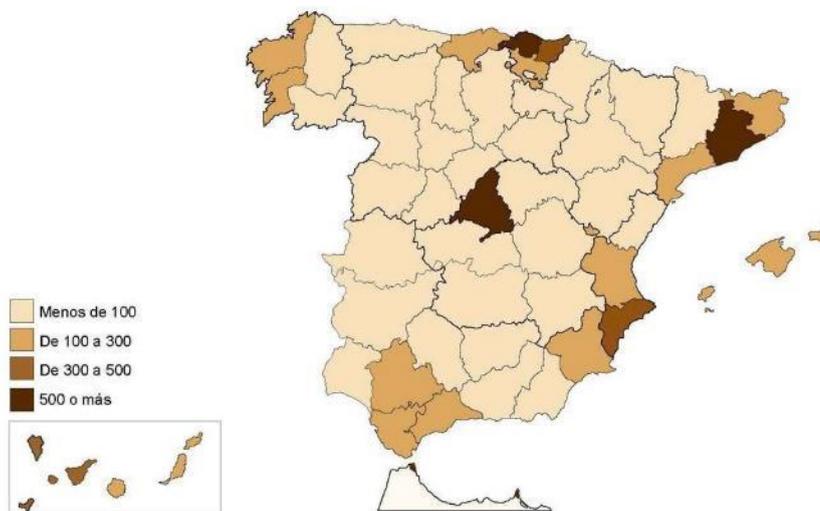
La península está cruzada por varios ríos importantes. El río Tago es el más largo de la península y atraviesa España central, pasando por Madrid. Otros ríos de especial relevancia son el Ebro, Duero o Guadalquivir. Cuenta con una línea costera de 7.900 kilómetros en el Atlántico y el Mediterráneo.

Tradicionalmente, en España se distinguen cuatro climas principales, cada uno con una influencia significativa en una región geográfica: oceánico, mediterráneo, subtropical y de montaña. El clima oceánico, presente en la costa atlántica y el norte, se caracteriza por veranos frescos, inviernos suaves y precipitaciones regulares. El mediterráneo, dominante en la costa mediterránea y sur, exhibe veranos calurosos y secos e inviernos suaves y húmedos. El subtropical, en las Islas Canarias, ofrece temperaturas cálidas todo el año y finalmente, el clima de montaña, presente en regiones como los Pirineos y Sierra Nevada.

En lo que se refiere a la población, el padrón municipal a fecha de 1 de octubre de 2024 refleja que la población residente en España es de 48.946.035 habitantes, siendo el valor máximo de la serie histórica. La población española está distribuida de manera desigual por todo el país. Las áreas más densamente pobladas tienden a ser las zonas costeras y las principales ciudades, como Madrid, Barcelona, Valencia y Sevilla. En contraste, algunas regiones del interior y del norte de España tienen una densidad de población más baja.

Como en muchos países desarrollados, España enfrenta el desafío del envejecimiento de su población. El aumento de la esperanza de vida y la disminución de la tasa de natalidad han contribuido a un aumento en el porcentaje de personas mayores en la población total. Esto plantea desafíos en áreas como el sistema de pensiones y la atención médica.

Figura 1. Densidad de población por km². Año 2020



Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE)

4.1.2 Perfil político

El Estado español se rige por la Constitución (BOE 311/1978, de 29 de septiembre de 1978), su sistema de gobierno es una Monarquía parlamentaria integrada por un Jefe de Estado (la Corona), Poder Ejecutivo (Presidente y Ministros), Poder Legislativo (Cortes Generales, integradas por dos cámaras – Diputados y Senadores–) y Poder Judicial (Tribunal Superior, Consejo General del Poder Judicial, Tribunal Constitucional y Tribunales inferiores).

Su división administrativa está compuesta por 50 provincias y desde 1983 existen 17 Comunidades Autónomas: Andalucía, Aragón, Principado de Asturias, Illes Balears, Islas Canarias, Cantabria, Castilla y León, Castilla–La Mancha, Cataluña, Comunidad Valenciana, Extremadura, Xunta de Galicia, Comunidad de Madrid, Región de Murcia, Comunidad Foral de Navarra, País Vasco y La Rioja; Desde 1995, se constituyen Ceuta y Melilla como Ciudades Autónomas. España es un país ampliamente descentralizado en las competencias relativas al medio ambiente y a la salud, por lo que las competencias relativas a la gestión de los COP recaen en las CCAA.

El castellano es la lengua oficial del Estado, y co-oficiales el catalán, el vasco y el gallego.

4.1.3 Perfil económico

España posee una economía diversificada y dinámica que se sustenta en varios sectores clave. Uno de los pilares fundamentales de su economía es el turismo, con el país siendo uno de los principales destinos turísticos del mundo.

Además del turismo, la industria manufacturera es otro componente vital de la economía

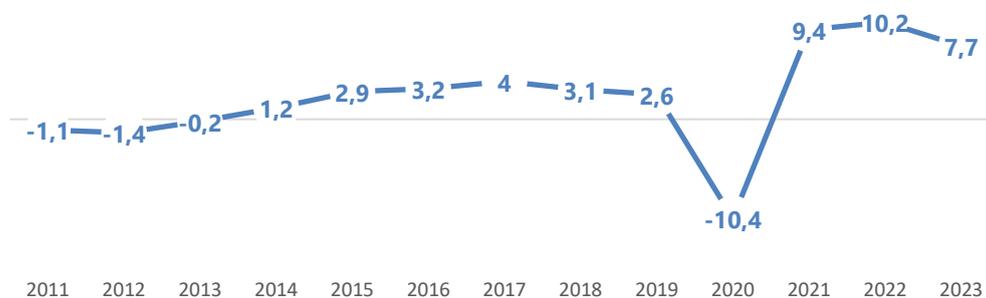


española. El país cuenta con una sólida base industrial que abarca desde la producción de automóviles y productos químicos hasta la fabricación de bienes de consumo.

Por último, el sector servicios desempeña un papel fundamental en la economía española, representando una parte significativa del PIB y del empleo. Este sector abarca una amplia gama de actividades, que van desde los servicios financieros y las telecomunicaciones hasta el comercio minorista y la hostelería.

El producto interior bruto de España en 2022 se situó en 1.498.324 M€, lo que representa un crecimiento del 5,8% respecto a 2021. El PIB Per cápita de España en 2023 es de 30.968 €.

Figura 2. Variación anual en volumen del PIB. Porcentaje



Fuente: INE

4.2 Medio Ambiente en España

4.2.1 Perfil Ambiental

La publicación anual que realiza el Ministerio para la Transición Ecológica “Perfil Ambiental de España” se consolida como uno de los instrumentos de información ambiental más importantes y dinámicos. A partir del análisis de la evolución de los diferentes indicadores, este informe permite al ciudadano no solo obtener el conocimiento requerido sobre la situación del medio ambiente en nuestro país, sino también recibir información sobre la eficacia de las políticas ambientales y su integración en otras políticas sectoriales. El último informe, correspondiente al año 2022, se puede consultar en el siguiente enlace:

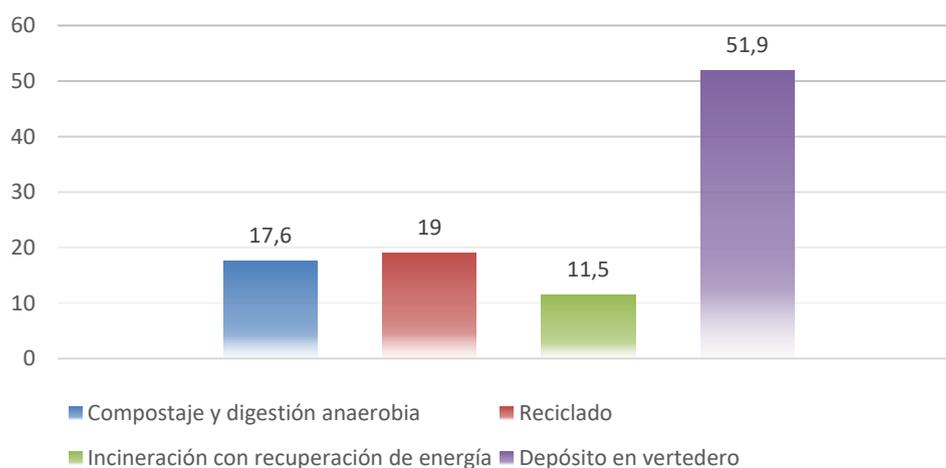
https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/ministerio/servicios/informacion/pae/PAE_2022_ES.pdf

Según datos extraídos del perfil ambiental del año 2022, en el año 2021, España generó 472 kg de residuos municipales por habitante, lo que representa un aumento del 1,7 % en comparación con el año anterior. Esto coloca a España en el noveno lugar entre los países europeos en cuanto a residuos generados por habitante. En términos absolutos, los residuos municipales de España constituyeron el 9,5 % del total en la UE-27, siendo el tercer país que más contribuye en este aspecto.



En la última década, el tratamiento de residuos municipales en España ha ido avanzando hacia un mayor uso de las opciones preferidas en la jerarquía de residuos. Sin embargo, en 2021, se observó una inversión en esta tendencia: las cantidades de residuos depositadas en vertederos aumentaron en 2,5 puntos porcentuales respecto a 2020, mientras que el uso de métodos como el compostaje y el reciclaje de materiales disminuyó en 2,5 y 1,4 puntos porcentuales, respectivamente.

Figura 3. Distribución del tratamiento de residuos municipales en España (%). Año 2021



Fuente: Perfil Ambiental de España 2022

Adicionalmente el Sistema Español de Inventario (SEI) perteneciente al MITERD elabora anualmente el Inventario Nacional de Emisiones a la atmósfera de gases de efecto invernadero y contaminantes atmosféricos, así como las proyecciones de emisiones, que permiten evaluar el cumplimiento de los compromisos adquiridos por España en esta materia de información. Así mismo, son la base para la elaboración de políticas y medidas de mitigación y para la valoración de su efectividad en la consecución de los objetivos.

La relación de contaminantes del Sistema de Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera está formada por:

- Acidificadores.
- Precursores del ozono y gases efecto invernadero (SO₂, NO_x, NH₃, CO, COVNM, CH₄, CO₂, N₂O, HFC, PFC, SF₆) y metales pesados (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se y Zn).
- COP (hexaclorociclohexano, pentaclorofenol, hexaclorobenceno, tetraclorometano, tricloroetileno, triclorobenceno, tricloroetano, dioxinas y furanos e hidrocarburos aromáticos policíclicos).



4.2.2 Roles y responsabilidades de las autoridades Nacionales

Los roles y responsabilidades de las autoridades nacionales, que de diversas formas están involucradas en actividades relacionadas con la ejecución del plan de implementación, se describen a continuación.

I. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico: responsable del desarrollo y revisión de las leyes ambientales nacionales, los reglamentos y directivas de la UE, así como los acuerdos internacionales y convenios de medioambiente. Participa en nombre de España en la Conferencia de las Partes (COP) en el marco del Convenio de Estocolmo y negocia cuestiones técnicas y políticas relacionadas con la regulación de COP de la UE. Dentro del organigrama del ministerio, la Subdirección General de Prevención de la Contaminación dentro de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental es responsable de los informes en el marco del Convenio de Estocolmo y el Reglamento sobre COP. La subdirección también se encarga de la organización de reuniones periódicas del Grupo Técnico del COP.

- **Grupo Técnico de COP:** creado en 2005 como marco de cooperación y participación para elaborar el Plan Nacional de Aplicación del Convenio de Estocolmo y del Reglamento (CE) nº 850/2004. Es el órgano de participación de todos los actores implicados en el que se integran, además de las Administraciones Estatal y Autonómicas, otros actores implicados como los científicos, ya que el análisis cuantitativo y cualitativo de COP necesita de especialistas en la materia; el sector social, ambiental y laboral, donde se incluyen representantes del sector público en medio ambiente y trabajadores, ya que la exposición laboral es una de las áreas de importancia en materia de COP; representantes de los consumidores, que plantean las preocupaciones de este colectivo y, finalmente, el sector económico, representado por organizaciones empresariales, asociaciones, etc.

II. Ministerio de Sanidad: coordina y desarrolla políticas nacionales de salud, colaborando con las comunidades autónomas para garantizar la cohesión del Sistema Nacional de Salud. Participa en la elaboración y actualización de la normativa nacional relacionada con la seguridad química, incluyendo la regulación de los COP. A través de varias de sus agencias y direcciones generales, desempeña funciones importantes en relación con los contaminantes orgánicos persistentes. Concretamente:

- **Instituto de Salud Carlos III (ISCIII):** Este instituto se encarga de la investigación y vigilancia en salud pública, incluyendo el estudio del impacto de los COP en la salud humana. El ISCIII lleva a cabo estudios epidemiológicos y de toxicología relacionados con la exposición a estos contaminantes.
- **Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN):** Esta agencia, integrada en el Ministerio de Sanidad, tiene competencias en la seguridad alimentaria y, por tanto, en el control de los COP en alimentos. AECOSAN monitorea y regula la presencia de estos contaminantes en la cadena alimentaria para proteger la salud de los consumidores.
- **Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS):** Aunque su principal función está relacionada con medicamentos y productos sanitarios, la AEMPS



también participa en el control de sustancias químicas peligrosas, incluyendo algunos COP que pueden estar presentes en productos de consumo.

III. Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades: órgano gubernamental encargado de promover y coordinar las políticas de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en el país. Su misión es impulsar el avance científico, tecnológico y la innovación como motores fundamentales para el progreso económico y social.

- **Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT):** El CIEMAT realiza investigaciones sobre tecnologías limpias y la gestión de residuos, incluyendo los contaminantes orgánicos persistentes. Este centro contribuye al desarrollo de nuevas tecnologías para la detección y eliminación de COP. Se encarga, junto con el CSIC, de la Red Nacional de Vigilancia de COP.
- **Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC):** A través de varios de sus institutos, como el Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua (IDAEA), el CSIC realiza investigaciones avanzadas sobre la presencia, el comportamiento y los efectos de los COP en el medio ambiente.

Estas instituciones trabajan de manera coordinada, tanto a nivel nacional, en colaboración con organismos internacionales y las comunidades autónomas para controlar, reducir y eventualmente eliminar la presencia de contaminantes orgánicos persistentes en el medio ambiente y en los productos de consumo.

Las Comunidades Autónomas (CCAA) en España tienen amplias competencias en materia de medio ambiente, abarcando diversas áreas como la gestión de espacios naturales protegidos, la planificación y ordenación del territorio, la protección de flora y fauna, la gestión de residuos, el control de la calidad del aire, la gestión de recursos hídricos, entre otras. Además de las anteriores, las comunidades autónomas en España desempeñan un papel crucial en la vigilancia y control de los COP debido a sus competencias en inspección ambiental y vigilancia del mercado. Estas competencias les permiten supervisar las actividades industriales y comerciales que pueden generar o utilizar COP, asegurando que cumplan con las normativas ambientales.

En la gestión de residuos, las comunidades autónomas tienen la responsabilidad de supervisar la correcta identificación, segregación, tratamiento y eliminación de residuos peligrosos que contengan COP. Esto incluye asegurar que los vertederos y plantas de tratamiento de residuos operen bajo estrictos estándares de seguridad para evitar la contaminación del suelo y el agua. Además, las comunidades autónomas monitorean y evalúan la presencia de COP en el medio ambiente, realizando programas de monitoreo que detectan estos contaminantes en el aire, el agua y el suelo, y toman medidas correctivas para mitigar su impacto.



5. DIAGNÓSTICO DE LOS CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES EN ESPAÑA

Esta sección incluye una descripción de la situación de todos los COP en España. Para las seis sustancias recientemente añadidas, se incluye una descripción general detallada sobre la producción, así como el uso, las emisiones al medio ambiente y las concentraciones ambientales. Para el resto de COP, se puede encontrar una descripción similar en los PNA anteriores.

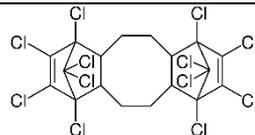
5.1 Sustancias añadidas en la decimoprimer Conferencia de las Partes (CoP 11)

5.1.1 Declorano plus

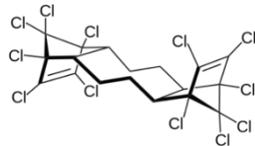
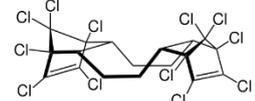
En mayo de 2019, Noruega presentó una propuesta de inclusión del piroretardante clorado declorano plus, sus isómeros *sin* y *anti* en los anexos A, B o C del Convenio de Estocolmo. En mayo de 2023, la decimoprimer reunión de la Conferencia de las Partes adoptó la decisión SC-11/10, por la que se incluyó al declorano plus y a sus isómeros *sin* y *anti* en el anexo A del convenio con exenciones específicas.

Identidad

La mezcla comercial de Declorano Plus™ es un aditivo piroretardante organoclorado. Para el declorano plus se utilizan comúnmente las siglas DP o DDC-CO. La mezcla técnica de Declorano Plus™ es una formulación comercialmente disponible que contiene dos estereoisómeros, el *sin*-DP y el *anti*-DP en una proporción de aproximadamente 1:3, o 25 % del isómero *sin* y 75 % del isómero *anti*.

Nombre	Declorano Plus (13560-89-9), su (isómero <i>sin</i> (135821-03-3) y su isómero <i>anti</i> (135821-74-8)
Nombre IUPAC	1,6,7,8,9,14,15,16,17,17,18,18-dodecacloropentaciclo[12.2.1.16,9.02,13.05,10]octadeca-7,15-dieno (Declorano Plus); (1S,2S,5R,6R,9S,10S,13R,14R)-1,6,7,8,9,14,15,16,17,17,18,18-dodecacloropentaciclo[12.2.1.16,9.02,13.05,10]octadeca-7,15-dieno (<i>sin</i> -DP); (1R,2R,5R,6R,9S,10S,13S,14S)-1,6,7,8,9,14,15,16,17,17,18,18-dodecacloropentaciclo[12.2.1.16,9.02,13.05,10]octadeca-7,15-dieno (<i>anti</i> -DP)
Numero CAS	236-948-9
Formula Química	C ₁₈ H ₁₂ Cl ₁₂
Estructura Química	Declorano Plus CAS 13560-89-9 



	<i>anti-</i> (o <i>exo</i>) Declorano Plus CAS 1358 21-74-8	
	<i>sin-</i> (o <i>endo</i>) Declorano Plus CAS 135821-03-3	

Producción y usos

La producción del declorano plus se localizó principalmente en Estados Unidos y China, llegando a producir entre ambos hasta 1.000 toneladas al año. No se conoce si hubo producción de declorano plus en la Unión Europea, aunque se aprobaron solicitudes de importación a Bélgica y Países Bajos hasta su prohibición.

El declorano plus es un retardante de la llama que se utilizó principalmente como sustituto del decaBDE y el mirex, una vez la legislación europea (REACH) e internacional (Convenio de Estocolmo) prohibieron su uso; en un claro ejemplo de sustitución indeseada. Se pudo encontrar como retardante de la llama en equipos y dispositivos eléctricos y electrónicos, productos ópticos, envases de alimentos, materiales de construcción, cintas y adhesivos, tejidos, textiles, prendas de vestir, cosméticos, explosivos y fuegos artificiales, productos plásticos, pinturas y grasas. Según los datos de la UE, los sectores más importantes que utilizaron el declorano plus fueron la automoción y la aviación, mientras que otros usos, como los ordenadores, la electrónica y los artículos importados, fueron también representativos en el uso europeo del declorano plus.

Exenciones e inventario de existencias

En la CoP 11 se incluyó el declorano plus sin exenciones para la producción, pero con exenciones de uso, en los siguientes sectores:

- Aeroespacial
- Aplicaciones espaciales y de defensa
- Dispositivos e instalaciones de imagen médica y radioterapia
- Piezas de repuesto y reparación de artículos, cuando el declorano Plus se haya utilizado originalmente en la fabricación de esos artículos y podrá estar disponible, limitado a las siguientes aplicaciones hasta el final de la vida útil de los artículos o hasta el año 2044, lo que ocurra antes:
 - a) Aeroespacial
 - b) Espacial
 - c) Defensa;
 - d) Vehículos de motor
 - e) Maquinaria industrial estacionaria
 - f) Equipos marinos, de jardinería, de silvicultura y de motor para exteriores;



g) Instrumentos de análisis, mediciones, control, supervisión, ensayo, producción e inspección.

- Piezas de repuesto y reparación de artículos cuando el declorano Plus se haya utilizado originalmente en la fabricación de esos artículos y podrá estar disponible, limitado a las siguientes aplicaciones, hasta el final de la vida útil de esos artículos, sujeto a examen por la Conferencia de las Partes a más tardar en 2041:
 - a) Dispositivos médicos
 - b) Dispositivos de diagnóstico in vitro

Las exenciones son por un máximo de 5 años, de acuerdo con el texto del Convenio. La fecha se fija 5 años después de la entrada en vigor de la enmienda al anexo I del Convenio (26 de febrero de 2030).

De forma paralela en el ámbito de REACH, sobre la base de un expediente del anexo XV y un análisis de las opciones de gestión del riesgo preparado por el Reino Unido, se identificó al declorano plus (incluidos sus isómeros *sin* y *anti*) como una SHVC y se añadió a la Lista de Candidatos para autorización de REACH en enero de 2018 por considerarse una sustancia muy persistente y muy bioacumulativa.

En 2020, Noruega lanzó una propuesta para restringir la fabricación, el uso y la comercialización de Dechlorane Plus™ como sustancia, componentes de otras sustancias, mezclas y artículos y el dictamen de la ECHA finalizó en septiembre de 2022. El dictamen apoyaba una amplia restricción de la fabricación y comercialización de declorano plus, con algunas exenciones. El proceso de restricción no llegó a concluirse debido a que finalmente el declorano plus será restringido a través del Reglamento sobre COP

A la fecha de redacción de este Plan Nacional (2024), ninguna empresa que opera en el territorio español ha notificado al Punto Focal Nacional la necesidad de acogerse a alguna de estas exenciones.

Actividades de vigilancia

Actualmente, no existen actividades de vigilancia que incluyan el declorano plus dentro de su alcance.

Estudios de monitorización

Varios estudios científicos realizados durante los últimos años han incluido a este retardante de la llama en sus estudios de monitorización.

- De la Torre *et al.* (2011)⁶ midieron la concentración de los dos isómeros de declorano plus a la salida de lodos residuales de 31 plantas de tratamiento de agua en el territorio español. Las concentraciones de los dos isómeros principales en la mezcla técnica, *sin* y *anti*, oscilaron entre 0,903–19,2 y 1,55–75,1 ng/g de peso seco, respectivamente. La relación promedio del isómero *sin* con respecto al declorano plus total (*fsyn*) fue de 0,28



$\pm 0,05$, que es similar a la de la mezcla comercial. El análisis de componentes principales reveló una correlación positiva significativa ($r = 0,619$, $p < 0,05$) entre las concentraciones totales de declorano plus con la contribución de los insumos industriales a los flujos de residuos. Esto implica que la liberación de DP está relacionada con la actividad industrial, probablemente derivada del uso del producto técnico durante la fabricación de bienes de consumo. Sin embargo, no se puede descartar el uso y eliminación de productos que contienen declorano plus.

- Guerra *et al.* (2011)⁷ encontraron declorano plus en huevos de halcón peregrino en España. Se detectó DPMA en 24 de 25 huevos, con concentraciones que iban de 1,7 a 469 ng/g de peso en lípidos.
- Barón *et al.*, (2015)⁸ estudiaron la variación de la concentración de declorano plus en huevos de cigüeñas en el Parque Nacional de Doñana en los años 1999, 2003, 2011 y 2013. Los niveles de declorano oscilaron entre 0,77 y 260 ng/g de peso líquido, La especie más contaminada fue la cigüeña blanca.
- Von Eykena *et al.* (2016)⁹ midieron las concentraciones de declorano 602, 603 y 604 en muestras de pescado y aceites vegetales procedentes de Cataluña, la mayoría utilizados como complementos para la salud. Las concentraciones de compuestos de declorano estuvieron entre debajo del límite de detección y 384,2 pg/g.
- Santín *et al.* (2013)¹⁰ analizaron 48 muestras de peces de las cuencas de los ríos Llobregat, Ebro, Júcar y Guadalquivir para detectar diferentes tipos de COP. Encontraron declorano plus en las muestras de todos los ríos analizados:
 - Llobregat: Concentración media de la suma de todos los isómeros de DP de 2,25 ng/g con una desviación estándar de 2,51.
 - Ebro: Concentración media de la suma de todos los isómeros de DP de 0,59 ng/g con una desviación estándar de 0,57.
 - Júcar: Concentración media de la suma de todos los isómeros de DP de 0,27 ng/g con una desviación estándar de 0,29.
 - Guadalquivir: Concentración media de la suma de todos los isómeros de declorano plus de 0,62 ng/g con una desviación estándar de 0,25.
- De la Torre *et al.* (2010)¹¹ tomaron varias muestras de aire (8 urbanas y 11 rurales) en España para Dic-602, Dic-603 y CP.19 Dic-604 y 1,5-DPMA. Los valores promedio para Dic-602 fueron 0,27 y 0,28 pg/m³ para sitios rurales y urbanos, respectivamente. Se concluyó que las emisiones de declorano plus estaban ligadas a la actividad industrial, ya que la concentración en zonas urbanas era 10 veces superior a la de zonas rurales.



5.1.2 Metoxicloro

En mayo de 2019, el POPRC aceptó la propuesta de la Unión Europea y sus Estados Miembros para incluir al metoxicloro en el anexo A del Convenio de Estocolmo. En su decimoséptima reunión, el POPRC decidió recomendar a la Conferencia de las Partes la inclusión del metoxicloro en el anexo A del Convenio de Estocolmo sin exenciones específicas. En mayo de 2023, la decimoprimer reunión de la Conferencia de las Partes adoptó la decisión SC-11/9, por la que se incluye a los dos isómeros del metoxicloro en el anexo A del Convenio de Estocolmo sin exenciones específicas.

Identidad

El metoxicloro es un compuesto aromático clorado cuya estructura química es similar a la del DDT. En función de la disposición de los grupos metoxi en los anillos aromáticos se pueden encontrar diferentes isómeros de este compuesto.

Nombre	Metoxicloro (Methoxychlor)
Nombre IUPAC	1,1'-(2,2,2-tricloroetano-1,1-diyl)bis(4-metoxibenceno); 1-metoxi-2-[2,2,2-tricloro-1-(4-metoxifenil)etil]benceno; 1,1'-(2,2,2-tricloroetano-1,1-diyl)bis(2-metoxibenceno)
Numero CAS (lista no exhaustiva)	72-43-5; 30667-99-3; 76733-77-2; 255065-25-9; 255065-26-0; 59424-81-6; 1348358-72-4
Formula Química	$C_{16}H_{15}Cl_3O_2$
Estructura Química (ejemplos)	

Producción y usos

Sintetizado por primera vez a finales del siglo XIX, el metoxicloro se comenzó a producir a escala industrial en Estados Unidos en la década de los 40, llegando a sus máximos de producción en las décadas de los 70 y 80. La producción en los EEUU cesó en el año 2000 cuando fue prohibida



por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) estadounidense. No se tiene constancia de que este compuesto fuera producido en España o en la Unión Europea antes de que se retirara su autorización para uso fitosanitario en 2003.

El metoxicloro se utilizó ampliamente como pesticida en sustitución del DDT al tener una estructura muy similar, pero con características de toxicidad y persistencia menores a las del DDT. Se utilizó durante la segunda mitad del siglo XX en agricultura, tratamiento de agua y veterinaria, aunque debido a su persistencia y toxicidad, se comenzó a prohibir su uso en varios países a finales de los 90 y principios de los 2000.

En la UE, los usos del metoxicloro fueron restringidos de la siguiente manera:

- No está aprobado como producto fitosanitario en la Unión Europea (Reglamento (CE) núm. 2076/2002 de la Comisión) y las autorizaciones para su uso como producto fitosanitario fueron retiradas antes del 25 de julio de 2003.
- No está aprobado como sustancia activa en la Unión Europea en virtud del Reglamento (CE) nº 2032/2003 de la Comisión relativo a la comercialización y utilización de biocidas desde el 1 de septiembre de 2006.
- No está aprobado para su uso como medicamento veterinario en la Unión Europea, de conformidad con el Reglamento (CE) nº 726/2004 relativo a los procedimientos para la autorización y el control de los medicamentos de uso humano y veterinario.

Exenciones e inventario de existencias

En la CoP 11 se incluyó el metoxicloro sin exenciones para su producción y uso. En la Unión Europea, el uso del metoxicloro fue eliminado el 25 de julio de 2003.¹², puesto que la Directiva 91/414/CEE establecía que un Estado miembro podía autorizar, durante un período de 12 años a partir de la fecha de notificación de dicha Directiva, la comercialización de productos fitosanitarios que contengan sustancias activas no incluidas en el anexo I. Este anexo incluye las únicas sustancias activas que si podían ser autorizadas, por lo que la ausencia en dicho anexo automáticamente convertía en una sustancia activa en una sustancia restringida. En el caso del metoxicloro, se utilizó el periodo máximo de tiempo en el cual una sustancia podía ser comercializada, que era de 12 años.

Según el documento de OSPAR del 2002 y revisado en el 2004, se envió un cuestionario a las Partes para obtener información sobre los usos de metoxicloro como biocida. Los resultados indicaron que el metoxicloro se dejó de utilizar en la mayoría de los países en 1999, aunque España indicó que existía todavía un uso marginal en el sector forestal. Finalmente, se eliminaría en el 2003 derivado de la Directiva del Consejo 91/414/EEC.

Actividades de vigilancia

Actualmente, no existen actividades de vigilancia que incluyan el metoxicloro dentro de su alcance.



Estudios de monitorización

Varios estudios científicos realizados a principios de los 2000 han incluido a este plaguicida en sus estudios de monitorización.

- Carreño *et al.* (2007)¹³ encontraron niveles de plaguicidas organoclorados en la sangre de 220 hombres jóvenes sanos de entre 18 y 23 años que vivían en zonas del sur de España caracterizadas por la agricultura intensiva de invernadero. En cuanto al metoxicloro, la concentración media de metoxicloro en las muestras de suero fue de 2,84 ng/ml (desviación estándar: 5,09 ng/ml; máximo: 53,8 ng/ml; n=220; frecuencia: 60,7 %).
- López-Espinosa *et al.* (2008)¹⁴ investigaron la presencia de residuos de plaguicidas organoclorados en 52 muestras de grasa de niños de entre 0 y 15 años que vivían en el sur de España. Se recogieron estas muestras de grasa entre 1994 y 1996, cuando el metoxicloro todavía se utilizaba en la Unión Europea. Se encontró metoxicloro en los tejidos adiposos de 3 de los 52 niños, con una concentración media de 16 ng/g, desviación estándar de 20.
- Cabrera-Rodríguez *et al.* (2020)¹⁵ encontraron metoxicloro en 4 de las 447 (0,9 %) muestras de sangre de cordón umbilical recogidas en La Palma (Islas Canarias, España) entre marzo de 2015 y abril de 2016. Las concentraciones de metoxicloro en las muestras de sangre del cordón umbilical se situaban en el rango de 0,004 y 0,132 ng/ml.
- Jiménez Torres *et al.* (2006)¹⁶ midieron el nivel de plaguicidas organoclorados en el tejido adiposo y el suero de 72 mujeres (de 18 a 35 años de edad) que dieron a luz en el sur de España. Se encontró metoxicloro en 3 de las 72 (4,1 %) muestras de tejido adiposo de mujeres embarazadas en un rango de concentración de 106 a 817,85 ng/g de grasa (valor medio: 347,73 ng/g de grasa; SD: 407,19 ng/g de grasa; tasa de recuperación: 97 %). Sin embargo, no se detectó metoxicloro en el suero.
- Begoña Botella *et al.* (2004)¹⁷ midieron el nivel de plaguicidas organoclorados en el tejido adiposo y el suero de 200 mujeres con una media de edad de 53 años que se habían sometido a un procedimiento quirúrgico. en el sur de España. Se encontró metoxicloro en 11 de las 200 (5,5 %) muestras de tejido adiposo de mujeres con una concentración media de 29.86 ng/g lípido (desviación estándar: 43,71 y valor máximo: 155,58) Se encontró metoxicloro en 2 de las 200 (1 %) muestras de suero de mujeres con una concentración media de 0,38 ng/ml (desviación estándar: 0.002 y valor máximo: 0,39)
- M. A. Fernández Muiño *et al.* (1995)¹⁸ midieron el nivel de plaguicidas organoclorados en 101 muestras de miel producidas en las 4 provincias de Galicia durante 1990. Encontraron metoxicloro en 11 de ellas, con un rango de entre 19 y 593 µg/g.

5.1.3 UV-328

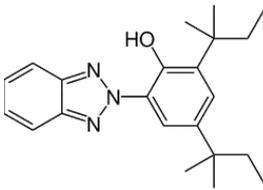
En mayo de 2020, Suiza presentó una propuesta para incluir el UV-328 en el anexo A del Convenio de Estocolmo. Más tarde, en su decimoctava reunión, el POPRC decidió recomendar a



la CoP la inclusión de este compuesto en el Convenio. En mayo de 2023, la decimoprimer reunión de la Conferencia de las Partes adoptó la decisión SC-11/11, por la que se incluyó al UV-328 en el anexo A del Convenio de Estocolmo con exenciones específicas.

Identidad

El UV-328 es un benzotriazol fenólico que se sustituye con dos grupos tert-pentilos en la 4ª y 6ª posición de su fracción fenólica. El UV-328 tiene una gran capacidad para absorber luz ultravioleta en un proceso reversible sin sufrir degradación.

Nombre	UV-328
Nombre IUPAC	2-[3,5-bis(2-metilbutan-2-il)-2-hidroxifenil]-benzotriazol
Número CAS	25973-55-1
Formula Química	C ₂₂ H ₂₉ N ₃ O
Estructura Química	

Producción y usos

El UV-328 se comenzó a producir a nivel industrial en la década de los 70 y se importó y produjo dentro de la Unión Europea. Sin embargo, no existió producción en España.

El UV-328 absorbe todo el espectro de luz ultravioleta en un proceso totalmente reversible y no destructivo. Por este motivo se ha utilizado como aditivo en plásticos y pinturas para proteger a estos materiales de la luz solar. Específicamente, este compuesto se utiliza en películas retráctiles de plástico, muebles de exterior y acabados transparentes para automóviles, revestimientos, resina de acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), resina epoxi, resina de fibra, polipropileno (PP), cloruro de polivinilo (PVC) rígido y flexible y poliestireno (PS), poliésteres insaturados, poliacrilato y policarbonato. También se utiliza de forma significativa en materiales de construcción, rellenos, tratamiento de superficies, adhesivos, pintura/lacas/barnices, diluyentes, decapantes, tintas de impresión, fragancias de consumo, tejidos/productos textiles y de cuero y plaguicidas inertes. Se ha recomendado su uso como absorbente de UV para poliolefinas, poliuretanos, PVC, poliacrilato, recubrimiento epóxido y elastómeros.

Exenciones e inventario de existencias

En la CoP 11 se incluyó el UV-328 sin exenciones para la producción, pero con exenciones de uso, en los siguientes sectores:

- Piezas de vehículos de motor



- Aplicaciones de revestimiento industrial para el revestimiento de vehículos de motor, maquinaria de ingeniería, vehículos de transporte ferroviario y el revestimiento de alta resistencia para grandes estructuras de acero
- Separadores mecánicos en los tubos para la recogida de sangre
- Película de triacetil celulosa en polarizadores
- Papel fotográfico
- Piezas de repuesto para artículos en los casos en que el UV-328 se hubiese utilizado inicialmente en la fabricación de dichos artículos y pueda estar disponible limitado a las siguientes aplicaciones, hasta el final de la vida útil de los artículos o hasta 2044, lo que ocurra antes:
 - a) Vehículos de motor
 - b) Maquinaria industrial estacionaria
 - c) Pantallas de cristal líquido en instrumentos de análisis, medición, control, vigilancia, ensayo, producción e inspección para aplicaciones que no sean médicas.
- Piezas de repuesto de artículos para las siguientes aplicaciones con fines médicos en los casos en que el UV-328 se hubiese utilizado inicialmente en la fabricación de dichos artículos y pueda estar disponible hasta el final de la vida útil de dichos artículos, con sujeción al examen que haga la Conferencia de las Partes a más tardar en 2041:
 - a) Dispositivos médicos
 - b) Dispositivos de diagnóstico in vitro

Hasta su futura incorporación en el Reglamento sobre COP, el UV-328 está incluido en el anexo XIV de REACH, con fecha límite de solicitud el 27 de mayo de 2022 y fecha de expiración el 27 de noviembre de 2023. Dado que no se presentó ninguna solicitud de autorización en la fecha límite de solicitud, no se permite el uso de UV-328 en la UE después del 27 de noviembre de 2023. Sin embargo, la UV-328 podría seguir permitiéndose en artículos importados, como las piezas de recambio para las que se ha acordado una exención específica en la COP.

A la fecha de redacción de este Plan Nacional (2024), ninguna empresa que opera en el territorio español ha notificado al Punto Focal Nacional la necesidad de acogerse a alguna de estas exenciones.

Actividades de vigilancia

Actualmente, no existen actividades de vigilancia que incluyan al UV-328 dentro de su alcance.

Estudios de monitorización

Varios estudios científicos realizados durante los últimos años han incluido a este aditivo en sus estudios de monitorización:



- Maceira *et al.* (2019)¹⁹ detectaron UV-328 en materia particulada (PM10) en el aire de dos polígonos industriales, Constantí (n = 10, FD = 70 %) y el puerto de Tarragona (n = 10, FD = 100 %), con concentraciones medias de 20 y 14 pg/m³, respectivamente.
- Montesdeoca-Esponda *et al.* (2019)²⁰ detectaron UV-328 en afluentes y efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales de las Islas Canarias en concentraciones de 0,02 a 0,24 µg/l y 0,03 µg/l, respectivamente.
- Carpinteiro *et al.* (2012)²¹ detectaron UV-328 en aguas residuales no tratadas de una planta de tratamiento de aguas residuales en el noroeste de España en concentraciones medias de 0,053 y 0,065 µg/l.
- Carpinteiro *et al.* (2010)²² detectaron UV-328 en muestras de polvo de interiores en España (n = 27, FD = 100 %), con una concentración media de 91 ng/g. Entre estas muestras de polvo, tres se recogieron en cabinas de vehículos, con concentraciones de UV-328 que oscilaban entre 52 y 124 ng/g.
- Montesdeoca-Esponda *et al.* (2020)²³ detectaron la presencia de UV-328 en diversos organismos acuáticos, entre ellos peces de consumo habitual por los humanos. En la isla de Gran Canaria, se detectó UV-328 en tres especies de peces (*Boops boops*, *Sphyrna viridensis* y *Sphoeroides marmoratus*) cuyas muestras se recogieron en las cercanías de desagüaderos marinos de aguas residuales tratadas). Las concentraciones máximas de UV-328 en muestras tomadas en músculos y vísceras fueron de 29,8 ng/g y 45,6 ng/g, respectivamente.
- Gimeno-Monforte *et al.* (2020)²⁴ analizaron la presencia de UV-328 en muestras de pescado de consumo. En las islas Canarias y Cataluña. Se detectó UV-328 en muestras de músculo de pescado obtenidas en mercados, en concentraciones de 100 ng/g de peso seco y 300 ng/g de peso seco para las especies de pescado *Gadus morhua* y *Solea solea*, respectivamente

5.2 Sustancias añadidas en la décima Conferencia de las Partes (CoP 10)

5.2.1 Ácido perfluorohexano sulfónico (PFHxS), sus sales y compuestos conexos del PFHxS

En mayo de 2017, Noruega presentó una propuesta para incluir el ácido perfluorohexano sulfónico (PFHxS), sus sales y los compuestos conexos en los anexos A, B o C del Convenio. El POPRC examinó la propuesta en su 13ª reunión, celebrada en octubre de 2017. En mayo de 2021, la décima reunión de la Conferencia de las Partes adoptó la decisión SC-10/13, por la que se incluyó el ácido perfluorohexano sulfónico (PFHxS), sus sales y los compuestos conexos del PFHxS en el anexo A del Convenio de Estocolmo sin exenciones específicas.

Identidad

El PFHxS, sus sales y los compuestos conexos del PFHxS pertenecen al grupo de sustancias



perfluoroalquiladas y polifluoroalquiladas (PFAS). Las PFAS consisten en cadenas de carbono de diferentes longitudes, en las que todos los átomos de hidrógeno (perfluoradas) o algunos de ellos (polifluoradas) están sustituidos por átomos de flúor.

Nombre	Ácido perfluorohexano sulfónico (PFHxS),
Nombre IUPAC	Ácido 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6 tridecafluorohexano 1 sulfónico
Numero CAS	206 587 1
Formula Química	$C_6F_{13}SO_3H$
Estructura Química (ejemplos)	

Producción y usos

La producción de PFHxS, sus sales y los compuestos conexos del PFHxS se llevó a cabo principalmente en EEUU, China y Japón. Su producción mundial aumentó tras las primeras restricciones sobre el PFOS, ya que se utilizó como sustituto a este último. No existió producción de PFOS en el territorio español.

Estos compuestos, al igual que otras PFAS, tienen características oleofóbicas e hidrofóbicas de forma simultánea, además presentan alta resistencia a la temperatura y a la fuerza mecánica. Fueron utilizados como sustitutos del PFOS debido a que presentan características similares pero con características de persistencia y toxicidad ligeramente menores (aunque siguen siendo altas y cumplen los criterios del convenio de Estocolmo). El PFHxS, sus sales y sus compuestos conexos se usaron de forma intencional al menos en las aplicaciones siguientes:

- Espumas anti-incendio para fuegos de combustibles líquidos
- Recubrimientos metálicos
- Productos textiles, cuero y tapicería
- Abrillantadores y productos de limpieza y lavado;
- Revestimientos, impregnación y protección (contra la humedad, los hongos, etc.)
- Fabricación de productos electrónicos y semiconductores
- Plaguicidas y piroretardantes.

Exenciones e inventario de existencias

En la COP-10 se incluyó el PFHxS, sus sales y compuesto conexos sin exenciones específicas. Posteriormente, fue incluido en el Reglamento sobre COP sin exenciones específicas

De forma paralela en el ámbito de REACH, desde el año 2017 el PFHxS y sus sales han sido identificadas como una SHVC y se añadieron a la Lista de Candidatos para autorización de REACH por considerarse una sustancia muy persistente y muy bioacumulativa.



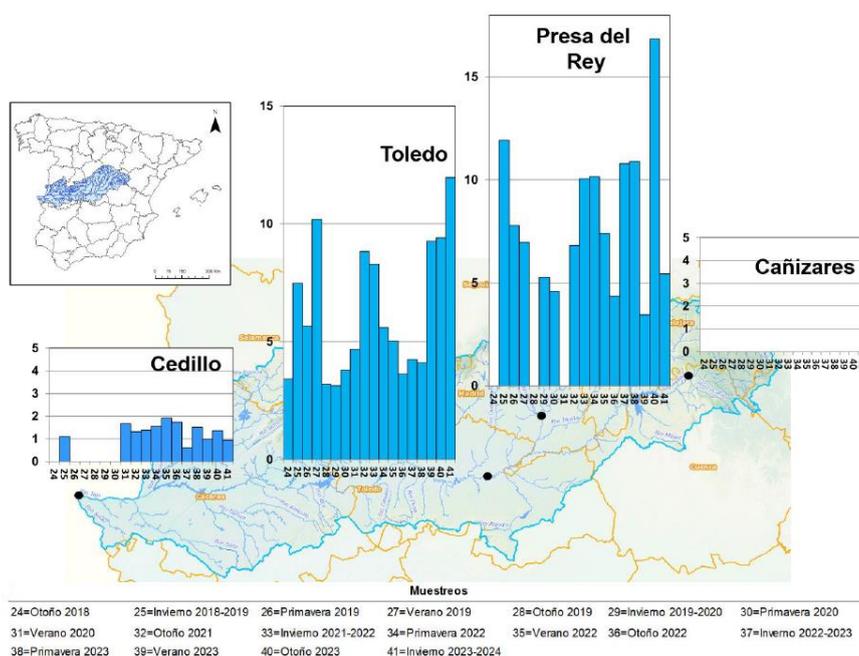
En 2019, Noruega lanzó una propuesta para restringir la fabricación, el uso y la comercialización de PFHxS como sustancia, componentes de otras sustancias, mezclas y artículos y el dictamen de la ECHA finalizó en 2020. El dictamen alcanzó las mismas conclusiones que, en su momento, había llegado el POPRC y finalmente fue restringido a través del Reglamento sobre COP

A la fecha de redacción de este Plan Nacional (2024), ninguna empresa que opera en el territorio español ha notificado al Punto Focal Nacional la necesidad de acogerse a alguna de estas exenciones.

Actividades de vigilancia

Desde el año 2018, la red Nacional de Vigilancia Ambiental de COP mide el PFHxS en varios puntos de la cuenca hidrográfica del Tajo y del Duero. Los muestreos realizados han mostrado que el PFHxS aumenta claramente a medida que lo hace la influencia antrópica en la cuenca hidrográfica. Tanto en el río Tajo como en el Duero no se detectó prácticamente en ninguna muestra en la estación más cercana a la cabecera de los ríos, pero en las siguientes estaciones, cercanas a zonas urbanas e industriales, las frecuencias de cuantificación aumentaron considerablemente, salvo en la estación de Cedillo debido a la presencia de un embalse que favorece la deposición del PFHxS. Por otro lado, al evaluar la presencia del PFHxS en relación con el total de PFAS analizados, se evidencia que sigue siendo un compuesto de menor presencia en comparación con el PFOA y el PFOS.

Figura 4. Concentración de PFHxS (ng/l) en agua procedente de la cuenca hidrográfica del río Tajo, correspondiente a las campañas de muestreo comprendidas entre el otoño de 2018 y el invierno de 2023-2024



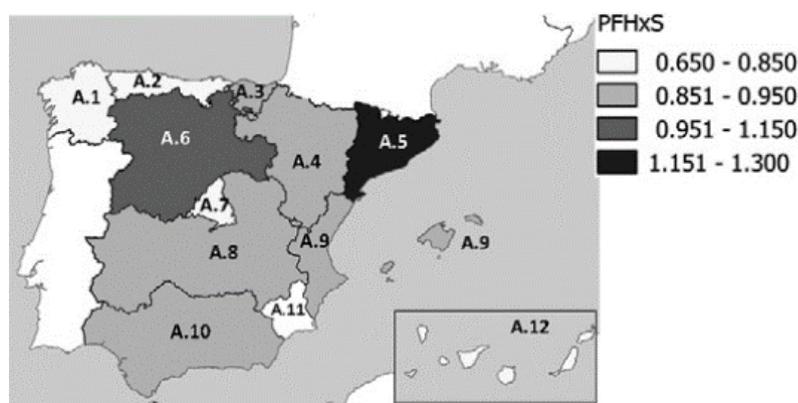
Fuente: Red Nacional de Vigilancia Ambiental de COP

Estudios de monitorización

Además de los datos obtenidos a través de la red Nacional de Vigilancia ambiental, varios estudios científicos realizados a principios de los 2000 incluyeron al PFHxS en sus estudios de vigilancia:

- Perez *et al.* (2013)²⁵, en un estudio con autopsias humanas (personas de todo tipo) realizado en España, encontraron PFHxS en todos los órganos o tejidos analizados – hígado, riñones, huesos, cerebro y pulmones –, aunque la sustancia presentaba sus niveles más altos en pulmones y riñones, y se detectó con más frecuencia en los pulmones (43%).
- Bartolomé *et al.* (2017)²⁶ estudiaron la presencia de PFHxS y otros PFAS en muestras de sangre de adultos de toda la geografía española. Concluyeron que la presencia de PFHxS se daba en todo el territorio, obteniendo las concentraciones más altas en Cataluña. La concentración en sangre aumentaba conforme a la edad y era mayor en hombres jóvenes que en mujeres jóvenes.

Figura 5. Rango de PFHxS en el serum ($\mu\text{g/L}$) por comunidades autónomas



Fuente: Bartolomé *et al.*

- De la Torre *et al.* (2019)²⁷ analizaron muestras de polvo de casas de tres países europeos (España, Italia y Bélgica). Se encontró PFHxS en el 75 % de las 21 muestras tomadas en España, con una media de 0,95 ng/g.
- Kärrman *et al.* (2010)²⁸ analizaron el contenido en PFAS en muestras de hígado en Cataluña. Encontraron PFHxS en las 12 muestras analizadas con una media de 0,50 ng/g y una desviación estándar de 0,44.
- J.L. Domingo *et al.* (2012)²⁹ analizaron el contenido en PFAS de varias muestras de alimentos vendidos en Cataluña con el objetivo de calcular el consumo diario de PFAS de la población catalana. Encontraron PFHxS en las siguientes concentraciones.



Tabla 6. Contenido en PFAS de varias muestras de alimentos vendidos en Cataluña

Alimentos	Concentración de PFHxS (ng/g)
Carne	3,2
Pescado	45
Verdura	4,5
Tubérculos	<1,9
Fruta	<1,9
Huevos	<2
Leche	<2,6
Lácteos	<1,1
Cereales	<0,6
Legumbres	<1,3
Aceite	<0,7
Bollería industrial	<0,56

Fuente: J.L. Domingo et al.(2012)

- Ericson *et al.* (2007)³⁰ analizaron muestras de sangre de 48 adultos en Cataluña con el objetivo de analizar su contenido en varios PFAS. Encontraron PFHxS en todas las muestras con una media de 3,56 ng/ml y una desviación estándar de 2,97.
- J. Campo *et al.* (2015)³¹ analizaron varias muestras de agua del río Llobregat para determinar su contenido en PFAS y otros COP. Se encontró PFHxS en el 29 % de estas muestras con una concentración de 23,3 ng/l en las muestras positivas.
- M. Lorenzo *et al.* (2016)³² analizaron el contenido en PFAS de muestras de agua, sedimentos y biota en los ríos Guadalquivir y Ebro, encontrando PFHxS en varias de estas muestras.

Tabla 7. Contenido en PFAS de muestras de agua, sedimentos y biota en los ríos Guadalquivir y Ebro

	Guadalquivir		Ebro	
	Media	Frecuencia (%)	Media	Frecuencia (%)
Agua (ng/l)	4,1	13	0,5	13
Sedimentos (ng/g)	0,01	13	-	-
Biota (ng/g)	-	-	0,01	19

Fuente: M. Lorenzo *et al.*

- Ericson *et al.* (2009)³³ analizaron la concentración de PFAS en el agua municipal de distintas zonas de Cataluña. Encontraron PFHxS en todas las zonas: Barcelona (1,39 ng/l), Girona (0,20 ng/l), Lleida (0,05 ng/l), Tarragona (0,34 ng/l) y Terres de l' Ebre (0,35 ng/l).
- C. Manzano-Salgado *et al.* (2016)³⁴ analizaron el contenido en PFAS del plasma de mujeres embarazadas de varias regiones de España. Las concentraciones de PFHxS fueron mayores en las madres de las comarcas de Sabadell (2,13 ng/ml [1,93, 2,35] y Valencia (1,40 ng/ml [1,28, 1,54]). Debido a que la exposición a PFOA se ha asociado a reducción de peso en



neonatos, este grupo de investigadores analizó la concentración de PFAS en el plasma de mujeres embarazadas en España y estudió la relación con su peso³⁵. Se encontró PFHxS en las muestras con una media de 0.58 ng/ml y una desviación estándar de 0.37. No se encontró una correlación entre el contenido en PFAS del suero y bajo peso en neonatos.

5.2 Sustancias añadidas en la novena Conferencia de las Partes (CoP 9)

5.2.1 Ácido perfluorooctanoico (PFOA), sus sales y compuestos conexos del PFOA

Tras haber sido nominado en 2015 por la Unión Europea y sus Estados Miembros, en mayo de 2019, la COP-9 adoptó la decisión SC-9/12, por la que se incluyó al PFOA, sus sales y compuestos conexos del PFOA en el anexo A del Convenio de Estocolmo.

Identidad

El PFOA, sus sales y los compuestos conexos del PFOA son un grupo de unas 350 sustancias perteneciente a la familia de las sustancias perfluoroalquiladas y polifluoroalquiladas (PFAS). Los ácidos perfluorados, como el PFOA, tienen una gran resistencia a la degradación, tanto física como química, por lo que son altamente persistentes. En determinadas condiciones ambientales, algunos PFAS pueden degradarse a PFOA en el medio ambiente y en la biota. A estas sustancias precursoras de PFOA, se las denomina compuestos conexos del PFOA. Por lo tanto, se incluyen dentro de esta definición:

- el PFOA (CAS 335-67-1)
- sus sales y
- cualquier otra sustancia que tenga grupos perfluoroheptilos lineales o ramificados vinculados covalentemente a un átomo de carbono con la fórmula $C_7F_{15}C-$ como un elemento estructural

Nombre	Ácido perfluorooctanoico (PFOA)
Nombre IUPAC	Ácido 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6 pentadecafluorooctanoico
Numero CAS	335-67-1
Formula Química	$C_8HF_{15}O_2$
Estructura Química (ejemplos)	

Producción y usos

El proceso de producción del PFOA se inició en Estados Unidos en 1947, a través de la empresa 3M y a partir de 1960 se comenzaron a utilizar compuestos conexos de PFOA. Se calcula que desde 1951 hasta 2004, el total estimado de la producción mundial de PFOA y APFO (nitrateo de ácido perfluorooctanoico) fue entre 3.600 y 5.700 toneladas. A partir del 2006, hubo una gestión



voluntaria (PFOA Stewardship Program), por parte de ocho de los principales fabricantes de sustancias C8 de los Estados Unidos, Europa y Japón, que decidieron eliminar antes de 2015 la producción del PFOA y los compuestos conexos de cadena larga.

Dadas sus propiedades físico-químicas, el PFOA, sus sales y los compuestos conexos del PFOA se utilizaron históricamente en una amplia variedad de aplicaciones y productos de consumo, tal y como muestra el siguiente cuadro que enumera sus principales usos en la Unión Europea.

Tabla 8. Principales usos de PFOA, sus sales y compuestos conexos en Europa antes de su prohibición

Uso en la Unión Europea	Sector/Industria	Valor/rango (toneladas)
Compuestos conexos del PFOA	Tratamiento de los textiles y cueros	Aprox. 1000
	Tratamientos del papel	> 150 a 200
	Agentes ignífugos	> 50 a 100
	Pinturas y tintas	> 50 a 100
	Otros usos	> 0,1 a 0,5
PFOA y sus sales	Elaboración de fluoropolímeros	< 20
	Industria fotográfica	1,0
	Industria de los semiconductores	> 0,05
	Otros usos	0,5 a 1,5

Fuente: Perfil de Riesgo del PFOA, sus sales y compuestos conexos. POPRC

Como se puede observar, el principal uso del PFOA y sus sales fue como agente emulsionante de elaboración y coadyuvante en el proceso de fabricación de muchos fluoropolímeros, siendo el politetrafluoroetileno (PTFE) el más importante. Los fluoropolímeros se utilizan en diferentes sectores, en particular: en la fabricación de mangueras, cables y juntas; revestimientos antiadhesivos en utensilios de cocina; elaboración de pintura, aditivos de películas fotográficas; revestimientos textiles y pueden encontrarse en ciertas espumas ignífugas acuosas.

Por otro lado, los compuestos conexos del PFOA se utilizaron como tensioactivos y para la fabricación de polímeros fluorados de cadena lateral. Estos polímeros se usan en el tratamiento de superficies para impartir protección contra el agua, la grasa y el suelo; por ejemplo, en aplicaciones como textiles, cuero, papel y cartón (por ejemplo, en envases de alimentos procesados), pinturas y lacas y espuma ignífugas.

En España nunca ha habido producción de PFOA, pero sí se ha importado, comercializado y usado.

Exenciones e inventario de existencias

El PFOA, sus sales y compuestos conexos al PFOA están incluido en el anexo I del Reglamento sobre COP y como principales exenciones recoge:

- hasta el 4 de julio de 2025 se permitirá la fabricación, comercialización y uso de PFOA, sus sales y compuestos conexos al PFOA para los siguientes fines:



- Procesos fotolitográficos o de grabado en la fabricación de semiconductores.
 - Recubrimientos fotográficos aplicados a las películas.
 - Productos sanitarios invasivos e implantables.
 - Uso de la espuma contra incendios para supresión de vapor de combustible líquido y fuego de combustible líquido (fuegos de Clase B) ya instalados en sistemas, incluidos los sistemas móviles y fijos.
- hasta el 4 de julio de 2025 se permitirá el uso de PFOA, sus sales y compuestos conexos al PFOA en espumas contraincendios para supresión de vapor de combustible líquido y fuego de combustible líquido (fuegos de Clase B), ya instaladas en sistemas, con la condición de que no se utilicen para actividades de formación y que el uso que pudiera realizarse solamente sea en sitios donde todas las liberaciones puedan ser contenidas.
 - Se permitirá el uso de perfluorooctil bromuro que contenga yoduro de perfluorooctilo para producir productos farmacéuticos, sujeto a la revisión y evaluación de la Comisión a más tardar el 31 de diciembre de 2026, a partir de entonces cada cuatro años y, por último, a más tardar el 31 de diciembre de 2036.
 - Se permitirá el uso (sin fecha límite) de aquellos artículos que contengan PFOA, sus sales y compuestos conexos al PFOA y que ya estuvieran en uso en la Unión antes del 4 de julio de 2020.

Con motivo de reportar periódicamente a la Comisión Europea información sobre la aplicación del Reglamento sobre COP, en el año 2021, la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental (DGCEA) del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, como Autoridad Competente para el Reglamento sobre COP, llevó a cabo, una petición de información sobre potenciales existencias de espumas anti-incendios con PFOA: algunos informaron que ya no se encontraban en posesión de ese tipo de espumas, otros comunicaron que habían finalizado su transición a espumas ignífugas C6 libres de PFOA y otros sectores o compañías proporcionaron información sobre la cantidad de las existencias de espumas con PFOA que poseían.

Una vez analizada toda la información aportada, se elaboró un inventario de las existencias identificadas a fecha de diciembre de 2021, y posteriormente actualizada en 2024. Los últimos datos arrojan un total de 1.847 toneladas repartidas por el territorio español. Esta información se encuentra de forma más detallada en el inventario nacional en la página web de la Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas (ECHA).³⁶

Por último, en relación con el sector textil, se contactó y se solicitó información a la patronal de organizaciones empresariales y a la confederación de industrias de este sector, pero no se logró contactar con empresas específicas de producción y/o comercialización. No se recibió ninguna respuesta a la solicitud de información, por lo que, de momento, no es posible informar sobre posibles existencias de artículos o productos que contengan o estén tratados con PFOA, sus sales o compuestos conexos en el sector textil.

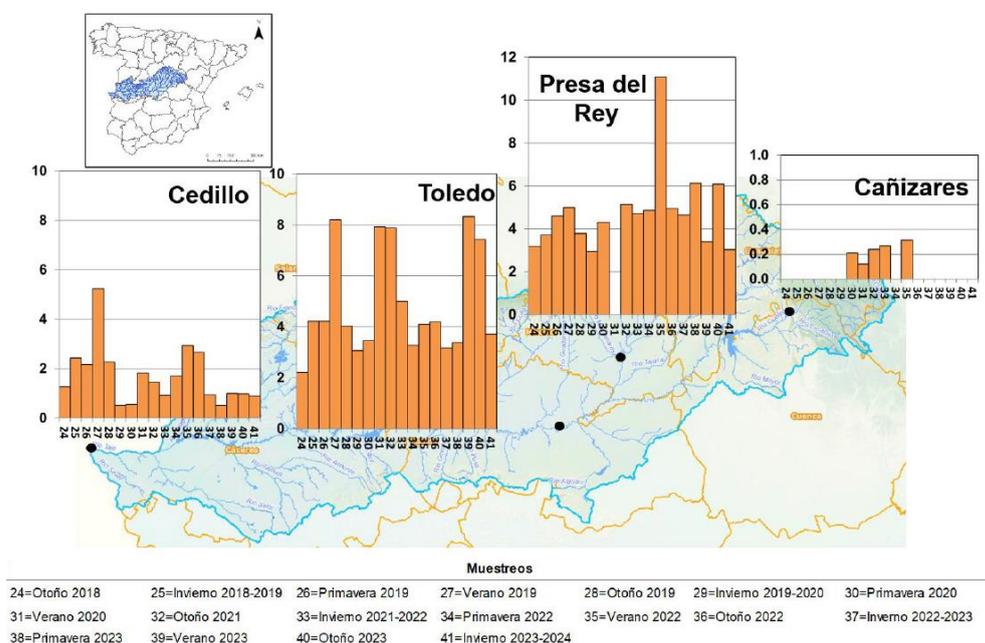


Actividades de vigilancia

Las liberaciones directas de PFOA al medio ambiente proceden principalmente de la producción de la sustancia sin tratar, durante su procesamiento, uso y eliminación y a partir de artículos de consumo contaminados. Por otra parte, las liberaciones indirectas se deben a la formación de PFOA a partir de compuestos conexos del PFOA y más concretamente en la fabricación de las propias sustancias, a partir de polímeros fluorados de cadena lateral y durante el uso y la eliminación de artículos de consumo tratados con sustancias conexas del PFOA.

Desde 2018, la Red Nacional de Vigilancia Ambiental de COP monitorea la presencia de PFOA en distintos puntos de las cuencas hidrográficas del Tajo y el Duero. Los análisis realizados en estas áreas indican que las concentraciones de estos contaminantes están fuertemente influenciadas por la actividad humana, incluyendo la urbanización y la actividad industrial. En la cuenca del Tajo, al igual que con el PFHxS, se ha registrado una notable reducción de los niveles de PFOA en la estación de Cedillo, lo que sugiere que podrían estar ocurriendo procesos de deposición cuando las aguas permanecen embalsadas. Por otro lado, en la cuenca del Duero, los valores de más bajos PFOA se detectan en la localidad de Arlanzón en Úzquiza (cabecera del río) y los más altos en la localidad de Arlanzón en Villavieja (tercer punto de muestreo). Es importante reseñar que, a pesar de ser el punto con una menor concentración de PFOA, éste predomina en el primer punto de muestreo, representando más del 75% del total de PFAS detectados.

Figura 6. Concentración de PFOA (ng/l) en agua procedente de la cuenca hidrográfica del río Tajo, correspondiente a las campañas de muestreo comprendidas entre el otoño de 2018 y el invierno de 2023-2024



Fuente: Red Nacional de Vigilancia Ambiental de COP



Estudios de monitorización

La Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental ha seguido trabajando con el Centro Nacional de Sanidad Ambiental (CNSA) del Instituto Carlos III (ISCIII) para la detección de la presencia de COP sobre la población española. En este sentido, sobre las 1.880 muestras recogidas en el estudio BIOAMBIENT.ES, 755 muestras fueron utilizadas para analizar la exposición a varios tipos de PFAS entre los que se encontraba el PFOA. Los resultados pusieron de manifiesto que las principales vías de exposición son a través del consumo de agua potable y la dieta, incluida la lactancia materna. En menor medida, también hay que considerar la exposición debida al contacto con productos de consumo que las contienen como las prendas de vestir y otros textiles o la inhalación de aire y polvo contaminados. Concretamente, el estudio encontró PFOA en el 100% de muestras de sangre analizadas.³⁷

En el marco de otra colaboración del IQOG-CSIC con la DGCEA del MITERD para estudiar la presencia de COP en muestras biológicas, se determinaron, entre otros, concentraciones de hasta 15 PFAS distintas en muestras de pescado recogidas entre julio y octubre de 2018 y procedentes del Duero, Ebro y Tajo, así como de diversas cuencas catalanas y cántabras. El PFOS fue la especie más abundante con una concentración media de 4,2 ng/g (peso fresco) y con un 33% de las muestras superando el EQS europeo de 9,1 ng/g. En contraposición, el PFOA arrojó un valor medio total de 0,41 ng/g.³⁸ En general, y pese a detectar una gran variabilidad dentro de cada cuenca, las concentraciones totales de las 15 PFAS medidas en pescado decrecieron según el orden Tajo > cuencas catalanas > cuencas cántabras > Duero > Ebro. Es interesante recalcar que tanto para las muestras de aguacomo para las de pescado, los resultados obtenidos señalaron a los centros urbanos con una altadensidad poblacional (Madrid y Barcelona) como los principales focos de contaminación por PFAS en los medios fluviales investigados.

Por otra parte, la Unidad de COP y Contaminantes Emergentes en el Medio Ambiente del CIEMAT posee una amplia experiencia en el estudio de sustancias químicas perfluoradas, que ha dado lugar a diferentes publicaciones científicas en las que han quedado recogidos los resultados asociados a PFOA. Algunas de las publicaciones más relevantes son:

- En el contexto del proyecto “*Desarrollo de un método de HPLC-MS/MS para el análisis de sustancias químicas perfluoradas (PFOS, PFOA y FOSA³⁹ en muestras medioambientales; Ref.: CTM2007-62801*”, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, se desarrolló la metodología analítica para la determinación de trece sustancias químicas perfluoradas en lodos de estaciones depuradoras de aguas residuales. La aplicación de dicha metodología en muestras reales proporcionó por primera vez niveles de PFAS en lodos procedentes de España. Se encontró PFOA en el 95 % de las muestras analizadas en un rango de concentraciones entre <0,03 – 7,94 ng/g (m.s.).
- En el marco del proyecto “*Estudio de la presencia de compuestos orgánicos en el polvo de interiores domésticos; Ref.: 2016/7653*”²⁷, financiado por OCU Ediciones S.A. se analizaron los niveles de 20 PFAS en el ambiente de interiores de 65 hogares europeos (Bélgica, Españae Italia), considerando el polvo doméstico como la matriz de estudio. Los datos de concentración se utilizaron para determinar la exposición humana a través de la ingesta depolvo doméstico tanto para adultos (entre 18 y 64 años) como para niños



(entre 12 y 35 meses), en un escenario intermedio y en el peor escenario (percentiles 50 y 95). Es importante señalar que en el caso de PFOA la ingestión de polvo en niños, en el peor escenario, supuso un 51% de la ingestión total diaria establecida a nivel europeo.

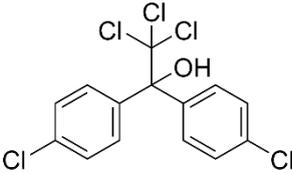
5.2.2 Dicofol

En mayo de 2013, la Unión Europea y sus Estados Miembros presentaron una propuesta para incluir al dicofol en los anexos A, B o C del Convenio de Estocolmo. El POPRC, en su decimocuarta reunión, recomendó a la Conferencia de las Partes la inclusión del dicofol en el anexo A del Convenio de Estocolmo sin exenciones específicas. En mayo de 2019, la novena reunión de la Conferencia de las Partes adoptó la decisión SC-9/11, por la que se incluye a los dos isómeros del dicofol en el anexo A del Convenio de Estocolmo.

Identidad

La mezcla técnica de dicofol (95% de pureza) está formada por dos isómeros: *p,p'*-dicofol (CAS: 115-32-2), en un 80 - 85 %, y *o,p'*-dicofol (CAS: 10606-46-9), en un 15% - 20%, además de otras impurezas. Debido a que esta sustancia se sintetiza a partir de DDT, se pueden encontrar trazas de este COP en los productos de dicofol. Generalmente, las mezclas más puras contienen DDT y compuestos afines (Σ DDT, es decir, DDT, DDE y DDD) en una concentración menor del 0,1%.

El dicofol es altamente tóxico para especies acuáticas y presenta toxicidad aguda en animales y humanos, afectando especialmente al hígado, sistema nervioso y endocrino. No se ha observado genotoxicidad en esta sustancia, pero es carcinógeno en dosis muy altas

Nombre	Dicofol
Nombre IUPAC	2,2,2-tricloro-1,1-bis(4- clorofenil)etanol
Numero CAS	115-32-2
Formula Química	C ₁₄ H ₉ Cl ₅ O
Estructura Química	

Producción y Usos

A principios de los 2000, el principal productor de dicofol a nivel mundial era China, siendo Estados Unidos, India y España importantes centros de producción.

Hasta el año 2006, el principal productor de dicofol en Europa se encontraba en España, con una producción de 1.500 ton/año. La totalidad de la producción de dicofol en España la realizó la empresa Montecinca S.A. en una planta localizada en Monzón (Huesca) que desarrolló y patentó un proceso integrado de fabricación de dicofol a partir de cloral, monoclorobenceno, oleum, cloro y catalizadores. La síntesis se llevaba a cabo en ciclo cerrado y en él se sintetizaba DDT



como producto intermedio, que era transformado sin necesidad de ser aislado. La totalidad de la producción se enviaba a la compañía Dow Agrosciences B.V en Italia, para su purificación y posterior formulación. La producción cesó en junio de 2006 y en el 2008, el Gobierno de Aragón obligó a la empresa a entregar los residuos procedentes de la fabricación de este pesticida a una empresa de gestión de residuos autorizada (BOA Número 42 del 11 de abril de 2008, 1059).

El dicofol se utilizó como acaricida desde mediados de la década de 1950. Se calcula que en 2016 se utilizaron menos de 1.000 toneladas en todo el mundo. Fue empleado mayormente en Asia oriental y sudoriental, la costa del mediterráneo, así como en América del Norte y Centroamérica. España consumía unas 90 ton/año de dicofol en 2006 y se utilizaba principalmente en cultivos de fruta (fresas, limas, manzanas, naranjas, peras...), plantas ornamentales (abetos de Navidad y orquídeas), y en edificios.

Exenciones e inventario de existencias

No se aprobaron exenciones de ningún tipo para este compuesto.

Según la Decisión de la Comisión 2008/764/CE, el dicofol no se incluyó como sustancia activa en la Directiva 91/414/CEE. Además, los Estados Miembros debían retirar las autorizaciones para productos fitosanitarios que contenían dicofol, a más tardar, el 30 de marzo de 2009 y no se debía conceder ni renovar ninguna autorización de productos fitosanitarios que contuvieran dicofol desde el 1 de octubre de 2008.

Actividades de vigilancia

El dicofol se encuentra entre las sustancias evaluadas por la red de control sustancias peligrosas en aguas superficiales.

Estudios de monitorización

Gran parte del impacto ambiental causado por la producción de dicofol se debía a la producción de DDT como paso intermedio, que podía ser emitido al medio ambiente, tanto en los residuos de producción como en forma de traza no deseada en el producto final.

- A. de la Cal et al.⁴⁰ encontraron DDT y sus metabolitos en muestras de biota y sedimento en el río Cinca, cuyo origen está asociado a la producción de dicofol en la zona. El estudio analizó muestras recogidas en 2002 a lo largo del río Cinca. Se detectó contaminación por DDT y sus metabolitos en las muestras recogidas aguas abajo de la fábrica Montecinca (Monzón) en una cantidad mucho mayor que río arriba.

Tabla 9. Media y rango (entre paréntesis) de la concentración de Σ DDXs en diferentes muestras del río Cinca en el año 2002. Unidades en $\mu\text{g} / \text{Kg}$. n.d. = No detectado

	Río arriba		Río abajo	
	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4
Musculo (Barbo)	51 (46 - 64)	11 (8 - 15)	997 (326 - 2098)	562 (214 - 1692)
Hígado (Barbo)	n.d.	n.d.	718 (167 - 1529)	409 (101 - 1529)

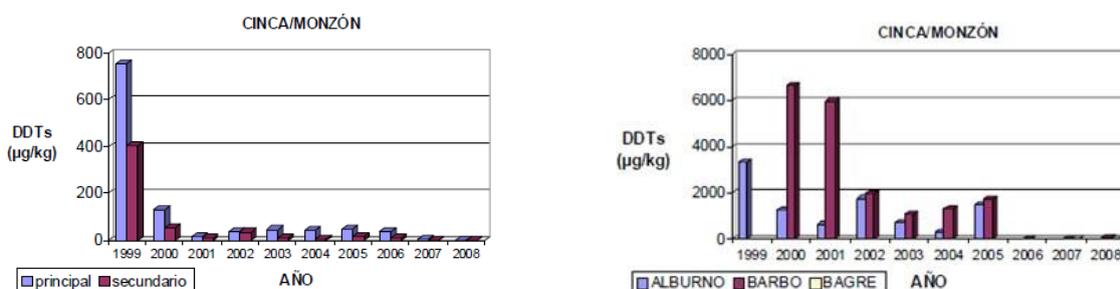


	Río arriba		Río abajo	
	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4
Sedimento	10,5	9,0	93,9	21,3

Fuente: A. de la Cal et al. (2008)

- En 2015, C. Bosch et al.⁴¹ encontraron DDT y sus metabolitos en la zona industrial de Monzón (44 ± 22 ng/g en peso seco), la concentración era de un orden de magnitud superior a la encontrada en zonas remotas. Datos de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) muestran un alto contenido de DDT en muestras de sedimento y biota tomadas en el Río Cinca a su salida de Monzón, entre los años 1999 y 2008. En estos datos se observa una disminución progresiva de la concentración con el paso del tiempo⁴². Otros informes de la CHE apuntan a que esta contaminación ha sido causada por la síntesis de dicofol en Montecinca S.A. y sus vertidos al río Cinca.⁴³

Figura 7. Concentración total de DDTs en el río Cinca a la salida de Monzón en sedimentos (izquierda) y biota (derecha)



Fuente: Confederación Hidrográfica del Ebro

- También hay estudios que han detectado la contaminación por DDT y por dicofol asociada al uso de este último en suelos de cultivo, por ejemplo, en las inmediaciones del Parque Nacional de Doñana.⁴⁴

5.3 Sustancias añadidas en la octava Conferencia de las Partes (CoP 8)

5.3.1 Decabromodifenil éter (c-decaBDE)

El éter de decabromodifenilo de calidad comercial (c-DecaBDE) es una mezcla que contiene mayoritariamente (77,4% a 98% de concentración), éter de decabromodifenilo (BDE- 209) y pequeñas cantidades de éter de nonabromodifenilo (NonaBDE) (0,3-21,8%) y éter de octabromodifenilo (OctaBDE) (0-0,04%).

El decaBDE era un aditivo ignífugo que tenía diversas aplicaciones, entre ellas en plásticos, textiles, adhesivos, sellantes, revestimientos y tintas. Los plásticos que contenían c-decaBDE se utilizaban en equipos eléctricos y electrónicos, alambres y cables, tuberías y alfombras. En el sector textil, el c-decaBDE se utilizaba principalmente en tapicerías, persianas, cortinas y



colchones para edificios públicos y domésticos, y en el sector del transporte. El c-decaBDE fue utilizado como alternativa a los otros PBDE que se incluyeron en el Convenio en 2009 y en 2010 en el reglamento.

En Europa, el c-decaBDE no se fabrica desde 1999. No hubo fabricación en España y ninguna empresa que opera en el territorio español ha notificado al Punto Focal Nacional la necesidad de acogerse a alguna exención.

Según el Reglamento sobre COP, las exenciones en la producción y uso son las siguientes:

- a) en la fabricación de una aeronave para la que la homologación de tipo se haya solicitado antes del 2 de marzo de 2019 y se haya recibido antes de diciembre de 2022, hasta el 18 de diciembre de 2023 o, en los casos de que la continuación de la necesidad esté justificada, hasta el 2 de marzo de 2027;
- b) en la fabricación de piezas de recambio para cualquiera de los siguientes productos:
 - i. una aeronave para la que la homologación de tipo se haya solicitado antes del 2 de marzo de 2019 y se haya recibido antes de diciembre de 2022, producida antes del 18 de diciembre de 2023 o, en los casos de que la continuación de la necesidad esté justificada, producida antes del 2 de marzo de 2027, hasta el final de la vida útil de dicha aeronave;
 - ii. vehículos de motor que entren en el ámbito de aplicación de la Directiva 2007/46/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (2), fabricados antes del 15 de julio de 2019, hasta 2036 o hasta el final de la vida útil de dichos vehículos de motor, si esta fecha es anterior;
- c) los aparatos eléctricos y electrónicos comprendidos en el ámbito de aplicación de la Directiva 2011/65/UE.

En relación con el apartado c), la directiva 2011/65/UE, establece que los Estados miembros garantizarán que los AEE que se introduzcan en el mercado no contengan las sustancias mencionadas en el anexo II entre los que se encuentran los polibromodifenil éteres (PBDE), aunque tolerará el valor máximo de concentración en peso de materiales homogéneos que, para el caso de los PBDE, es de 0,1% (1.000 ppm). Hay que tener en cuenta que este valor es superior a la UTC para los PBDE en mezclas o artículos del Reglamento sobre COP que es de 0,05% (500 ppm)

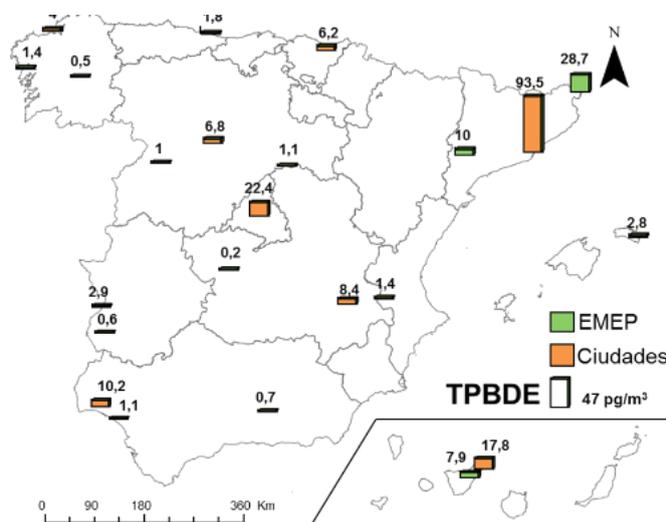
Sobre las actividades de vigilancia ambiental, la red Nacional de Vigilancia Ambiental de COP evaluó de forma conjunta una gran cantidad de PBDE siendo la concentración de c-decaBDE muy superior al resto de congéneres. Esta concentración aumentó de forma significativa, especialmente en las zonas urbanas, debido a su uso como sustitutivo de las sustancias restringidas como el penta-BDE y octa- BDE.

Sobre la distribución geográfica, las concentraciones no son homogéneas a nivel nacional y dependen más fuertemente de la localidad estudiada que las encontradas para PCB o dioxinas

o furanos. Las áreas urbanas de Madrid y especialmente Barcelona, son los puntos con mayor concentración total de PBDE.

Las mayores concentraciones se detectaron en verano, especialmente comparado con las estaciones frías (invierno y otoño). Además, este patrón estacional fue mucho más marcado en las zonas urbanas que en las remotas. Los mayores niveles encontrados en verano se han relacionado en estudios previos tanto con mayores tasas de revolatilización de los PBDE desde aquellos productos o reservorios que los contienen como por las mayores tasas de ventilación de los espacios interiores (domicilios y oficinas), que albergan productos que constituyen fuentes de estos PBDE.⁴⁵ La falta de estacionalidad en el caso del BDE-209 puede deberse a que este compuesto se encuentra mayoritariamente asociado al material particulado, mientras que en el caso de otros congéneres (BDE-47) el equilibrio se desplaza a la fase gas.

Figura 8. Medianas de concentración del total de PBDE (picogramos/m³) obtenidas con los datos de 38 campañas durante el periodo de estudio

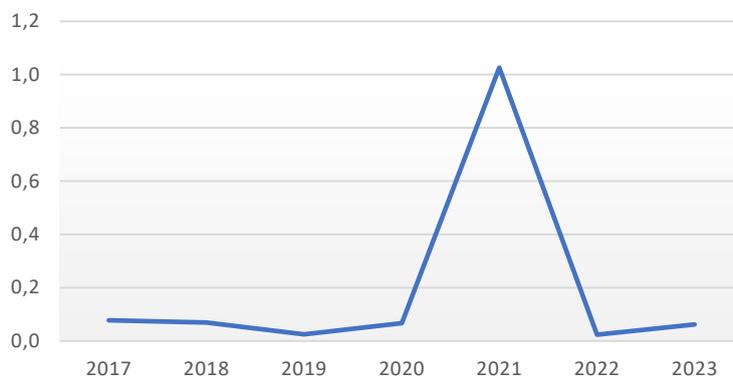


Fuente: Red Nacional de Vigilancia Ambiental de COP

El PRTR no registró emisiones a la atmósfera de c-decaBDE entre 2017 y 2022, ya que ningún complejo industrial notificó dichas emisiones. No obstante, sí proporciona datos sobre los vertidos al agua en ese mismo periodo donde se observa que Cataluña ha sido la comunidad autónoma donde han producido prácticamente todos los vertidos al agua.



Figura 9. Evolución de los vertidos de decaBDE (kg/año). Periodo 2017-2023



Fuente: Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes

5.3.2 Parafinas cloradas de cadena corta (PCCC)

Las parafinas cloradas de cadena corta (PCCC o SCCP en inglés) son sustancias químicas organocloradas que se sintetizan haciendo reaccionar hidrocarburos alcanos de cadena lineal (parafinas) con cloro (gas). Las PCCC, son aquellas que tienen entre 10 y 13 átomos de carbono (C₁₀-C₁₃) con un grado de cloración superior al 48%.

Las PCCC pueden actuar como agente pirorretardante, plastificante, lubricante, refrigerante, en fórmulas para revestimientos y acabados para proporcionar flexibilidad, etc. Las PCCC fueron usadas en una amplia variedad de aplicaciones industriales y de consumo, en metalurgia como lubricantes o refrigerantes, en cintas transportadoras de caucho en las industrias mineras y forestales, como aditivos en lubricantes de motores y generadores, como plastificante en cauchos, pinturas, tintes, lacas y para el acabado del cuero y textiles, en sellantes, adhesivos. En algunos casos, las PCCC se usaron también como sustitutos de los PCB (bifenilos policlorados), cuando éstos fueron retirados.

Las PCCC comenzaron a usarse en 1930. En 1994, se estimó que en Europa se usaron un total de 13.200 toneladas de PCCC, más del 70% en aplicaciones de procesamiento de metales. En 1998, ese total se redujo a poco más de 4.000 toneladas, sobre todo como resultado de la reducción en este uso principal. A principios de los 90 había dos plantas de producción de PCCC en Europa, en Alemania y en Reino Unido. La producción cesó a finales de los 90. No hubo producción de PCCC en España.

Las PCCC están incluidas en el anexo A del Convenio de Estocolmo y en el anexo I del Reglamento sobre COP. En el Convenio aparecen varias exenciones de uso para las PCCC, pero el anexo I del reglamento europeo recoge sólo dos de ellas: como sustancias ignífugas en el caucho utilizado en cintas transportadoras de la industria minera y como sustancias ignífugas en sellantes para diques. Ninguna empresa que opera en el territorio español notificó al punto focal la necesidad de acogerse a alguna de estas exenciones.

En materia de vigilancia ambiental, a pesar de que las PCCC no se encuentran en ninguna de las principales redes de evaluación de COP en España, se han identificado varios estudios de



monitorización que han encontrado presencia de PCCC en el territorio nacional:

- Castells *ET AL. (2008)*, midieron la concentración de PCCC en muestras de sedimento marino de la costa de Barcelona. y cerca de un emisario submarino proveniente de una planta de tratamiento de aguas residuales ubicada en la boca del río Besòs. Encontraron estos contaminantes en una concentración den entre 1.250 y 2.090 ng/g de peso seco.⁴⁶
- Rubirola *et al. (2018)* analizaron muestras de río y aguas residuales recogidas en el Área Metropolitana de Barcelona (España). Las PCCC se encuentran en todos los afluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales en concentraciones que van desde <0,01 (MLOQ) hasta 3,20 µg/L, mientras que en los efluentes se detectaron en el 54% de las muestras en niveles inferiores a 0,13 µg/L. No se detectaron PCCC en la toma de una planta depuradora de agua potable que abastece de agua a la ciudad de Barcelona y sólo esporádicamente en el río Llobregat.⁴⁷
- Llorca-Porcel *et al. (2009)* probaron una nueva metodología para el análisis de PCCC en muestras del Rio Llobregat y de los efluentes de una planta de tratamiento de agua de Barcelona. Encontraron PCCC con una concentración de 0,12 µg/L en el rio y 1.21 µg/L en la planta de tratamiento.⁴⁸

En base a los estudios anteriores, el Perfil de riesgos sobre parafinas cloradas de cadena corta concluyó que una de las mayores concentraciones (en el rango de mg/kg) se encontraron en sedimentos marinos y de agua dulce en España.

5.4 Sustancias añadidas en la séptima Conferencia de las Partes (COP 7)

5.4.1 Hexaclorobutadieno (HCBD)

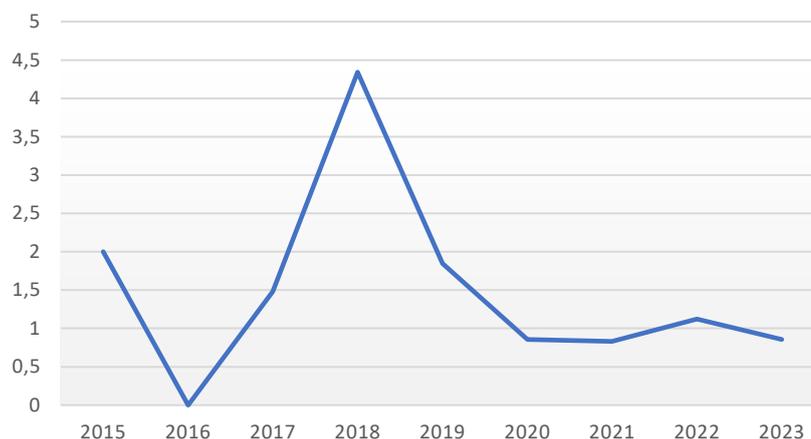
El hexaclorobutadieno (HCBD) se trata de un compuesto alifático halogenado, creado principalmente como un subproducto en la fabricación de compuestos alifáticos clorados. El hexaclorobutadieno se genera de manera no intencional durante la producción de hidrocarburos clorados, especialmente percloroetileno, tricloroetileno y tetracloruro de carbono

Se produjo en Estados Unidos, Canadá y Europa, aunque su producción finalizó en la década de 1970. No se produjo en España. Fue usado principalmente como un agente químico en la recuperación de cloro y como disolvente en la producción de gomas y otros polímeros, como fluido de intercambio de calor, como líquido para transformadores y, también, como fluido hidráulico. Otros usos de menor importancia incluyen: intermediario en la fabricación de lubricantes y gomas que contienen flúor, líquido giroscópico, biocida para el tratamiento de vides y para prevenir la aparición de algas.

El hexaclorobutadieno está incluido en el anexo A sin exenciones específicas y en el anexo C (producción no intencional) del Convenio de Estocolmo y en la parte B del anexo III del Reglamento sobre COP.

Sobre las emisiones de HBCD, el PRTR ofrece información sobre los vertidos al agua durante el periodo 2015-2023 por parte de empresas localizadas en Aragón, Cataluña, Comunidad Valenciana, Galicia y País Vasco.

Figura 10. Evolución de los vertidos de hexaclorobutadieno (kg/año). Periodo 2015-2023



Fuente: Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes

El HBCD se encuentra dentro de las sustancias evaluadas por la red de control de sustancias peligrosas en aguas superficiales. Más información sobre la presencia de HBCD en el medioambiente puede encontrarse en los siguientes estudios:

- Lava *et al.* (2014) analizaron veintinueve bagres de Wels en el río Ebro (España) y se analizaron las fracciones masivas de hexaclorobenceno (HCB) y hexaclorobutadieno (HCBd). Encontraron una alta variabilidad en el nivel de fracción de masa. Considerando una misma muestra, las colas siempre tienen niveles de contaminación más altos que las cabezas, siendo los resultados más altos de alrededor de 1000 ng/g.⁴⁹
- Estevez *et al.* (2016) estudiaron la contaminación por HCBd en aguas subterráneas y aguas regeneradas de Gran Canaria en España y concluyeron que esta fue insignificante, siendo la concentración más alta de $0,8 \pm 10^3 \mu\text{g/L}$ y la frecuencia de detección de solo el 3,7%.⁵⁰
- L. van Drooge *et al.* (2018) analizaron los niveles de HCBd en el aire ambiente que rodeaba una planta de cloro-álcali ubicada en la región de Cataluña y concluyeron que estos eran relativamente altos, con una frecuencia de detección del 77 % y una concentración promedio de $0,21 \text{ mg/m}^3$.⁵¹
- Zapata *et al.* (2018) encontraron HCBd en huevos de gaviota de parques de España y Portugal con una concentración en el rango de $<0,003$ a $0,11 \mu\text{g/kg}$ de peso húmedo, con un valor medio de $0,04 \mu\text{g/kg}$ de peso húmedo.⁵²



5.4.2 Naftalenos policlorados (PCN)

Los naftalenos policlorados son una familia de compuestos organoclorados integrada por isómeros de naftaleno con distinto grado de cloración.

La producción mundial de PCN cayó drásticamente hacia finales de los años 1970 y poco tiempo después cesó por completo. Fueron producidos para su uso en aplicaciones como aislantes en cables, conservación de la madera, aditivos de aceite de motor, protectores en galvanización de metales, portadores de colorantes, fluidos en transformadores y condensadores, aplicados en artículos para aportar resistencia a la combustión y protección biocida, etc. Algunos usos, como en fluidos de transformadores, fueron sustituidos por otros COP como los bifenilos policlorados (PCB). En España no hubo producción de naftalenos policlorados y su uso intencional terminó en los años 70.

Como COP de producción intencional se incluyeron en el anexo A (eliminación) del Convenio con una exención específica de producción y uso como intermediarios en la producción de naftalenos polifluorados, incluido el octafluoronaftaleno (SC-7/14). El Reglamento sobre COP no recoge ningún tipo de exención específica. Los PCN son COP que también se emiten de forma no intencional y por ello, el Convenio de Estocolmo los incorporó en su anexo C; y se encuentran en la Parte B del Anexo III del Reglamento sobre COP (emisiones no intencionales).

Los PCN están incluidos en el anexo V del Reglamento (CE) nº 1013/2006, que indica que los residuos, sustancias y artículos contaminados por PCN con una concentración igual o mayor a 50 mg/kg se consideran dentro de la lista "ámbar" de traslados de residuos.

Las principales fuentes que emiten PCN de forma no intencional son industrias tales como cloro-álcali, los procesos de producción de cemento, magnesio y aluminio y, sobre todo, la incineración de residuos, que se considera principal fuente de emisiones de naftalenos clorados.

A pesar de ser un COP no intencional, apenas hay datos de vigilancia. El PRTR recoge datos de emisiones de naftalenos, pero no hay datos específicos sobre naftalenos policlorados. Tampoco hay datos de emisiones de PCN en el Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera y la Red Nacional de Vigilancia Ambiental de COP en España, no incluye la determinación de niveles en aire de PCN.

A pesar de ello, a continuación, se enumeran algunos estudios realizados sobre la presencia de naftalenos policlorados en el medio ambiente.

- Martí *et al.* (1997) analizaron muestras de agua del acuífero del Llobregat, cerca de Barcelona. Encontraron PCN s en una concentración que oscilaba entre <0,5 ng/l y 79,1 µg/l en las muestras de agua, siendo los tetracloronaftalenos (TetraPCN) el principal grupo de congéneres.⁵³
- Domingo *et al.* (2003) midieron las concentraciones de naftalenos policlorados (PCN) en alimentos adquiridos aleatoriamente en siete ciudades de Cataluña, España. Se analizaron mediante sistemas de alta resolución un total de 108 muestras, pertenecientes a 11 grupos de alimentos (hortalizas, tubérculos, frutas, cereales,



legumbres, pescados y mariscos, carnes y productos cárnicos, huevos, leche, productos lácteos y aceites y grasas). Se determinaron los niveles de tetra-, penta-, hexa- y hepta-CN, los de octacloronaftaleno y la concentración suma media de tetra-octa-CN. La mayor concentración de PCN totales se encontró en aceites y grasas (447 pg/g), seguidos de cereales (71 pg/g), pescados y mariscos (39 pg/g) y productos lácteos (36 pg/g). En general, el tetra-CN fue el homólogo predominante en todos los grupos de alimentos, excepto en frutas y legumbres, que tenían mayores proporciones de hexa-CN.⁵⁴

5.4.3 Pentaclorofenol (PCP), sus sales y ésteres

El pentaclorofenol (PCP) es un hidrocarburo aromático de la familia del clorofenol que fue usado por primera vez como conservante de la madera en la década de los 1930.

La producción mundial a principios de la década de 1980 se estimó del orden de 50.000 a 60.000 toneladas anuales, basándose principalmente en la producción en América del Norte y la entonces Comunidad Europea. En la década de 1990, su uso generalizado se suspendió en la mayoría de los países. En España no hubo producción de pentaclorofenol, sus sales y ésteres.

En Europa, se usó como conservante de la madera y como biocida de superficie en albañilería. Se utilizó en la conservación de textiles y como conservante de pinturas de aceite, pegamentos, adhesivos y como intermediario en la síntesis de fármacos, como producto intermediario en sustancias colorantes, en granjas de champiñones, para el control de limo en la producción de pulpa y papel, además de como producto químico agrícola en el control de las malas hierbas.

El pentaclorofenol y su sal de sodio (y su laureato) estuvieron permitidas en España donde se utilizaron principalmente para prevenir la proliferación de hongos que producen manchas en la albura de la madera. Estas sustancias fueron muy usadas para tratar madera de postes, de cubiertas de construcción y de traviesas de vías ferroviarias. Según información del sector de la madera, estos usos terminaron a finales de la década de 1990. Finalmente, la sustancia fue prohibida sin exenciones por el Reglamento (CE) nº 552/2009 por el que se modifica el Reglamento REACH en lo que respecta a su anexo XVII.

El pentaclorofenol, sus sales y ésteres se incluyeron en el anexo A del Convenio de Estocolmo mediante la decisión SC-7/13, adoptada en 2015, con exenciones específicas para su producción y uso en postes y traviesas, aunque el Reglamento sobre COP no recogió dicha exención.

Sobre las emisiones de pentaclorofenol al medio ambiente, el PRTR ofrece información tanto de las emisiones atmosféricas, como los vertidos al agua, siendo estos últimos más significativos. En concreto, los vertidos procedieron mayoritariamente de estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR), como del sector de fabricación de materiales plásticos. Por comunidades autónomas, Cataluña es el principal foco de vertidos y en menor medida Canarias, Comunidad Valenciana y País Vasco.



Figura 11. Evolución de los vertidos de pentaclorofenol (kg/año). Periodo 2013-2023



Fuente: Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes

En cuanto a las emisiones atmosféricas, el PRTR muestra que durante el periodo 2017 – 2020 desde Asturias y Madrid se produjeron emisiones al aire de pentaclorofenol, pero en cantidades muy poco significativas (inferiores a 1 kg).

5.5 Sustancias añadidas en la sexta Conferencia de las Partes (COP 6)

5.5.1 Hexabromociclododecano (HBCD)

El hexabromociclododecano (HBCD) es un compuesto orgánico bromado cuya fórmula es una estructura de anillo cíclico con 6 átomos de bromo. El método que se usaba para la producción del HBCD daba como resultado un HBCD de calidad técnica compuesto por una mezcla que contiene entre un 70-95% de isómero gamma HBCD y entre un 3-30% de isómeros alfa y beta HBCD.

El HBCD se produjo principalmente en China, Estados Unidos y la Unión Europea, pero no hubo producción en España. Se empezó a usar a nivel mundial a finales de la década de 1960 como aditivo ignífugo o retardante de llama incorporado, principalmente, en espumas de poliestireno expandido (EPS) y poliestireno extruído (XPS) utilizadas en edificios, con concentraciones de HBCD que varían de 0.5% a 2.5%. La segunda aplicación más importante fue la dispersión de polímeros en algodón o algodón con mezclas sintéticas en el revestimiento posterior de textiles. Otra aplicación menor de HBCD fue el poliestireno de alto impacto (HIPS). Los HIPS que contienen HBCD se utilizaron en aparatos eléctricos y electrónicos, cabinas de equipos audiovisuales, en revestimiento de refrigeradores, así como en cajas de distribución para líneas eléctricas y ciertas aplicaciones de cables y alambres. El HBCD también se agregó a aglutinantes, adhesivos y pinturas de látex.

El hexabromociclododecano se incluyó en 2013 en el anexo A, parte I del Convenio de Estocolmo (COP6-SC 6/13). Tanto el convenio como el Reglamento sobre COP reflejaron una exención para el uso de HBCD como retardante de llama incorporado al poliestireno expandido y el poliestireno



extruido para su uso en el sector de la construcción. Inicialmente la UE solicitó exención de producción y uso de HBCD aunque luego comunicó que la producción y el uso llegarían como mucho hasta el 21 de agosto de 2017. Los fabricantes que hicieron uso de esta exención estuvieron obligados a tomar las medidas necesarias para garantizar que el EPS y el XPS con HBCD utilizado en edificios pudiera identificarse fácilmente a lo largo de su ciclo de vida mediante el etiquetado u otros medios. Actualmente el Reglamento sobre COP no recoge ninguna exención específica.

En materia de vigilancia ambiental, el hexabromociclododecano se encuentra dentro de la red de control de sustancias peligrosas gestionadas por las confederaciones hidrográficas.

5.6 Sustancias añadidas en la quinta Conferencia de las Partes (COP 5)

5.6.1 Endosulfan

El endosulfán es un plaguicida organoclorado que se presenta como dos isómeros: alfa y beta endosulfán. Ambos son biológicamente activos. El endosulfán técnico es una mezcla de los dos isómeros junto con pequeñas cantidades de impurezas.

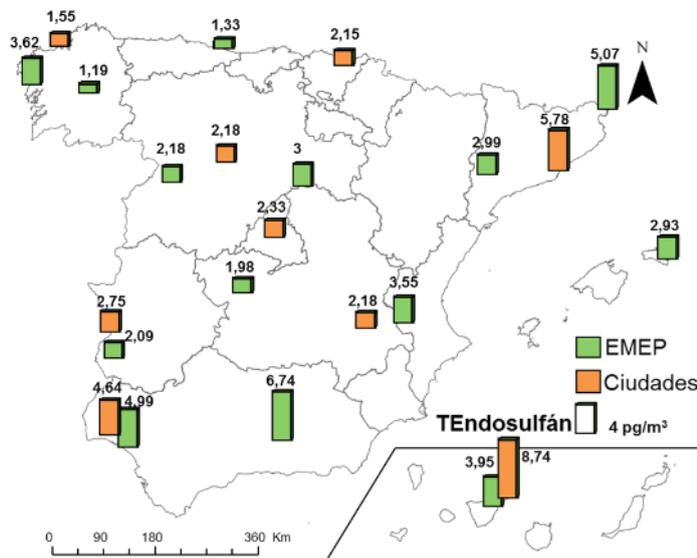
El endosulfán se comercializó desde mediados de los años cincuenta y fue utilizado de manera extensiva en más de 60 países, entre ellos España. Históricamente, el mayor productor y exportador de endosulfán a nivel mundial fue la India, seguido de Alemania que cesó su producción en 2007. China, Israel, Brasil y Corea fueron también productores, pero en menor escala. En España no hubo producción de endosulfan.

Fue utilizado para combatir y controlar plagas de insectos y ácaros en una gran variedad de cosechas agrícolas, pero también en árboles ornamentales y de zonas forestales. En España si se utilizó endosulfan y su uso comenzó en los años setenta. Las cantidades reportadas en el periodo 1994 – 1999 indicaban que el endosulfán se consumía en España en cantidades en torno a las 200 Tn/año. Esta cantidad disminuyó progresivamente hasta mediados de 2007 cuando su uso quedó prohibido y cesó.

El endosulfán se incorporó en 2011 al anexo A del Convenio de Estocolmo con una exención para cierto tipo de plagas que actualmente ya expiró. En la Unión Europea, la Decisión 2005/864/CE, permitió el endosulfán para usos no esenciales hasta el 2 junio de 2006 y hasta el 30 de junio de 2007 para los usos entonces considerados como esenciales (avellano, algodón y tomate); a partir de esta fecha, el uso de endosulfán quedó prohibido en todos los países de la UE sin exenciones. El endosulfán se incorporó, también sin exenciones, en el Reglamento sobre COP.

La red Nacional de Vigilancia ambiental de COP incorporó el endosulfan en el año 2016 y desde entonces se miden los dos isómeros: α - y β -endosulfán. Según el informe publicado en el año 2018, los mayores niveles de endosulfan se registraron en las estaciones ubicadas en Canarias, Cataluña y Andalucía. Se obtuvo un patrón de isómeros de endosulfán similar en todas las localizaciones), siendo el isómero α -Endosulfán muy mayoritario ($80 \pm 8\%$; media \pm SD) comparado con el β -Endosulfán ($20 \pm 8\%$). No se encontraron diferencias entre localizaciones EMEP y zonas urbanas

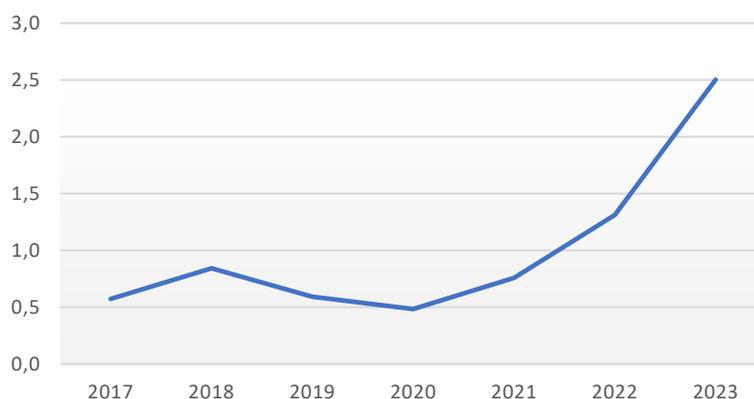
Figura 12. Medianas de concentración de endosulfan (pg/m^3) obtenidas con los datos de 7 campañas (desde primavera de 2016 hasta otoño de 2017)



Fuente: Informe estratégico de la red Nacional de Vigilancia Ambiental de COP. 2008 – 2018

Por otra parte, durante el periodo 2017-2023, el PRTR no ofrece datos de las emisiones atmosféricas de endosulfan, al no haber complejos industriales que hayan notificado dichas emisiones, pero si que contiene información sobre los vertidos al agua durante este periodo. Las comunidades autónomas donde se han producido la mayoría de los vertidos son Cataluña, Comunidad Valenciana y País Vasco y en menor medida en Andalucía y Castilla la Mancha.

Figura 13. Evolución de los vertidos de endosulfan ($\text{kg}/\text{año}$). Periodo 2017-2023



Fuente: Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes

Sobre otras actividades de vigilancia, el endosulfan se encuentra en la lista de sustancias de peligrosas evaluadas por las confederaciones hidrográficas.



En cuando a estudios de monitorización, existe un estudio sobre presencia de endosulfán en suelos dedicados a la agricultura intensiva de la provincia de Almería, durante un total de 3 años (2009-2012) (n=38). Se detectó que el número y concentración de sustancias de transformación de endosulfán disminuían con el tiempo.⁵⁵

5.7 Sustancias añadidas en la cuarta Conferencia de las Partes (COP 4)

5.7.1 Ácido perfluorooctano sulfónico (PFOS), sus sales y fluoruro de perfluorooctano sulfonilo (PFOSF).

El ácido perfluorooctano sulfónico (PFOS) es un compuesto organofluorado usado, entre otros, como surfactante que se incorpora a polímeros más grandes o se utiliza en forma de sal.

La producción de PFOS cesó en 2002 en la UE. Los artículos que contuvieran PFOS y estuvieran en uso antes del 25 de agosto de 2010 pudieron usarse hasta el final de su vida útil tras lo que tenían que ser gestionados como residuos peligrosos. En España no hubo producción de PFOS.

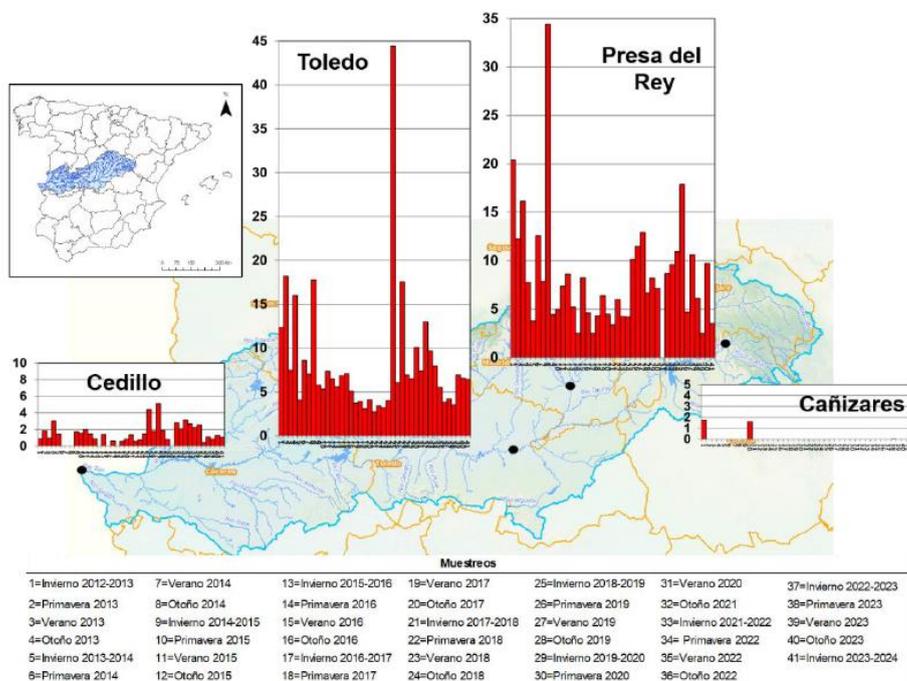
Los usos más extendidos de PFOS fueron: impregnación y tratamiento de textiles y tapicerías; impregnación de envases (papel/cartón); agentes de limpieza, espumas contra incendios, ceras y abrillantadores para coches y suelos, de uso industrial y doméstico; recubrimiento de superficies, pinturas y barnices; en aplicaciones médicas y otros usos (adhesivos y selladores, tóner y tintas de impresión).

El PFOS y sus compuestos se incluyeron en el Anexo B del Convenio de Estocolmo (restricción) con algunas exenciones específicas y finalidades aceptables (decisión SC-4/17). El PFOS y sus compuestos están también en el Anexo I del Reglamento sobre COP actualmente con una exención específica para su uso como tratamiento antivaho para el cromado no decorativo endurecido (cromo VI) en sistemas de circuito cerrado hasta el 7 de septiembre 2025.

En España se contactó con los sectores nacionales de galvanización, tratamiento de superficies metálicas (duro y decorativo) y con el sector del metal. Estos sectores informaron que desde 2016 no se han utilizado, importado ni exportado productos que contengan PFOS en el territorio español.

En el año 2013 se incluyó en la Red Nacional de Vigilancia ambiental de COP el análisis del PFOS en aguas superficiales de los ríos Tajo y Duero, tomando trimestralmente muestras en cuatro puntos de la cuenca de ambos ríos. En la cuenca del Tajo los resultados indicaron una tendencia de disminución en la presencia de PFOS durante el periodo evaluado en localizaciones bajo una alta influencia antrópica. Por el contrario, en la cuenca del Duero, las tendencias temporales no fueron significativas. En lo que respecta a la presencia del PFOS dentro del conjunto de PFAS analizados, se destaca que fue el compuesto predominante en el punto de muestreo de la cuenca del Duero con la mayor concentración de PFAS, representando más del 50% del total.

Figura 14. Concentración de PFOS (ng/l) en agua procedente de la cuenca hidrográfica del río Tajo, correspondiente a las campañas de muestreo comprendidas entre el invierno de 2012-2013 y el invierno de 2023-2024



Fuente: Red Nacional de Vigilancia Ambiental de COP

Los niveles más altos en las cuencas estudiadas se relacionaron con la presencia de núcleos urbanos e industriales, detectándose un posible efecto dilución por el aumento del caudal en las zonas más bajas de dichas cuencas. Se detectó una cierta estacionalidad que puede relacionarse de nuevo con variaciones de caudal (mínimos en invierno, máximos en verano-otoño). Por último, los niveles de PFOS en las cuencas del Duero y del Tajo fueron, en general, menores que los recogidos por el GMP para las principales cuencas europeas y para otras cuencas españolas.

Por otra parte, un estudio analizó la presencia de sustancias perfluoroalquílicas en aguas, sedimentos y peces del río Ebro y en el Delta del Ebro durante tres campañas (2015 – 2016) (n=213, 87 agua, 71 sedimentos, 55 peces). Se determinó que la media anual de PFOS en aguas estaba por debajo de lo que indica la Directiva 2013/39/UE. Los rangos encontrados en sedimentos y en peces fueron muy dispares.⁵⁶

5.7.2 Clordecona

La clordecona es un compuesto orgánico clorado sintético que ha sido empleado sobre todo como insecticida agrícola, acaricida y fungicida.

Se produjo por primera vez en 1951 y se introdujo comercialmente en Estados Unidos en 1958 hasta 1976. Parte de esta clordecona fue exportada a Alemania. También fue sintetizada en

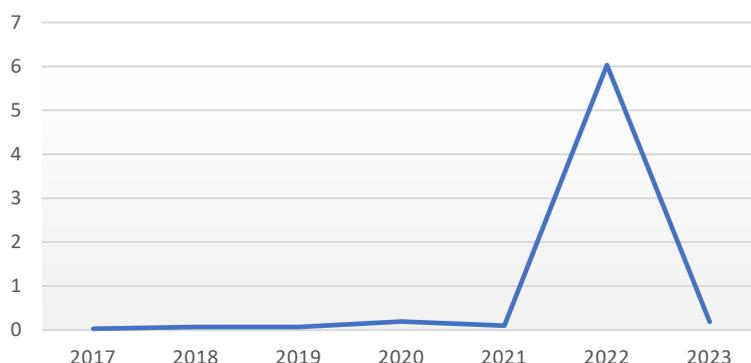


Brasil y comercializada en Francia desde 1981 hasta 1993. En España nunca hubo producción de clordecona.

La clordecona estaba incluida en la lista del anexo A del Protocolo sobre COP del Convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a larga distancia, por lo que fue incluida en el Reglamento (CE) nº 850/2004 sobre COP. Posteriormente, fue incluida en el Convenio de Estocolmo mediante la decisión SC - 4/12.

A pesar de llevar más de dos décadas prohibida, todavía se registra su presencia en territorio Nacional como puede observarse en los datos extraídos del PRTR, que muestra que todavía se producen vertidos de clordecona al agua tanto en Cataluña, como en el País Vasco procedente principalmente del tratamiento de aguas residuales industriales.

Figura 15. Evolución de los vertidos de clordecona (kg/año). Periodo 2017-2023



Fuente: Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes

5.7.3 Hexabromobifenilo

El hexabromobifenilo (HBB) es un hidrocarburo bromado perteneciente al grupo de los bifenilos polibromados (PBB). Históricamente, Estados Unidos y Canadá fueron los principales productores y consumidores de PBB, incluido el HBB, FireMaster era el nombre del producto comercial. En Europa hubo dos empresas del Reino Unido que comercializaron o produjeron PBB y se conoce que en Alemania se produjeron PBB altamente bromados. No hubo producción de hexabromobifenilo en España.

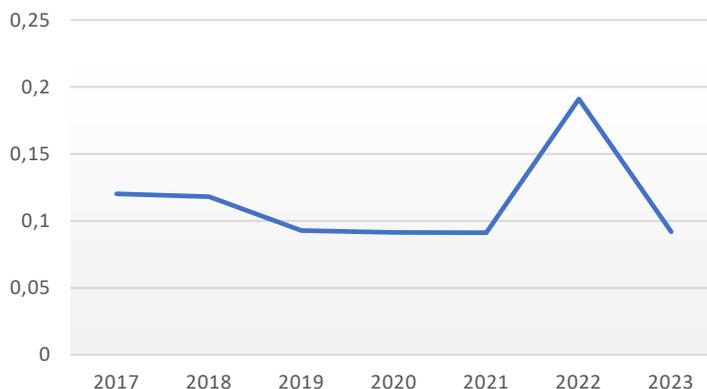
Se utilizó mayoritariamente como retardante de llama en los termoplásticos a base de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS) utilizados en la construcción, en carcasas de maquinaria y en productos industriales y eléctricos.

El hexabromobifenilo estaba incluido en la lista del anexo I del Protocolo sobre COP del Convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a larga distancia, por lo que fue incluido en el Reglamento (CE) nº 850/2004. Posteriormente, se incorporó al Convenio de Estocolmo mediante la decisión SC - 4/13.



En cuanto a las actividades de vigilancia y monitorización, el examen de los datos ofrecidos por el PRTR muestra que, durante el periodo 2017 – 2023, se produjeron vertidos al agua de HBB desde Cataluña y el País Vasco, aunque en cantidades nunca superiores a 0,2 kg.

Figura 166. Evolución de los vertidos de hexabromobifenilo (kg/año). Periodo 2017-2023



Fuente: Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes

Por otra parte, también se detectó su presencia en atmósfera, aunque con niveles muy bajos. En 2018 se publicó un estudio llevado a cabo con muestreadores de aire pasivos en estación urbana en España (Madrid, 2013, n= 15) que reflejaron valores máximos de 11,6 pg/m³, el mismo orden de magnitud reflejado en las publicaciones de otros países industrializados.

5.7.4 Hexaclorociclohexanos

El α -hexaclorociclohexano, el β -hexaclorociclohexano y el γ -hexaclorociclohexano (lindano) son tres formas isoméricas del hexaclorociclohexano (HCH); compuestos organoclorados que fueron usados como plaguicidas.

El lindano (γ -HCH) fue el isómero que resultó más eficaz en su finalidad como insecticida de amplio espectro para el tratamiento de semillas y suelos, aplicaciones foliares, tratamiento de árboles y maderas y contra ectoparásitos, tanto en aplicaciones veterinarias como humanas. Por tanto, sólo el lindano (isómero γ) tuvo valor comercial.

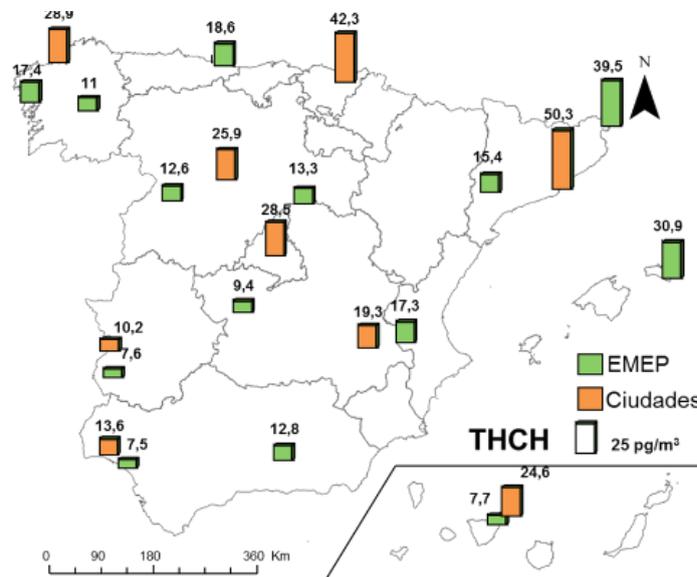
La producción histórica del HCH técnico y del lindano tuvo lugar en muchos países europeos entre los cuales figuran los siguientes: República Checa, España, Francia, Alemania, Reino Unido, Italia, Rumania, Bulgaria, Polonia y Turquía, desde 1950 o antes, y se suspendió entre 1970 y 1990. La mayor producción de HCH en España la realizaron las empresas: Zeltia (Porriño, Pontevedra) entre 1948 y 1964, Insecticidas Cóndor (Baracaldo, Vizcaya) entre 1951 y 1987, Nexana SA (Bilbao) entre 1953 y 1982 e Industrias Químicas del Noroeste SA (INQUINOSA) (Sabiñánigo, Huesca) entre los años 1975 y 1989.

El uso de productos fitosanitarios que contienen HCH con menos del 99,0% de isómero γ fue prohibido en la UE en 1979 por la Directiva 79/117/CEE. El lindano estaba incluido en el anexo II

del Protocolo sobre COP del Convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, por lo que fue incluido en el 2004 en Reglamento (CE) nº 850/2004 que prohibió todos los usos del lindano con ciertas excepciones que expiraron a finales de 2007. Por lo tanto, el uso de estas sustancias no está permitido en la UE desde 2008 y desde 2009 a nivel global cuando se incorporó al anexo A del Convenio.

En cuanto a la presencia de lindano y otros isómeros de hexaclorobenceno en el medio ambiente, la red Nacional de Vigilancia Ambiental de COP lleva monitorizando la presencia de estos compuestos en el aire desde el año 2008.

Figura 17. Medianas de concentración del total de HCH (pg/m^3) obtenidas con los datos de 38 campañas (desde verano de 2008 hasta otoño de 2017)



Fuente: Informe Estratégico de la red Nacional de Vigilancia Ambiental de COP 2008 – 2018

Las conclusiones de las campañas de muestreo fueron que las tendencias temporales detectadas variaron significativamente si no se consideran en el análisis aquellos años en los que se encontró una elevada variabilidad (2009-2010). A pesar de que el efecto del tipo de localidad fue significativo, las diferencias encontradas entre zonas remotas y urbanas fueron menores que las encontradas para los COP de origen industrial como los PCB, PCDD/F o PBDE. Se obtuvo un patrón de isómeros de HCH similar en todas las localizaciones siendo el isómero γ HCH el mayoritario ($61 \pm 15\%$; media \pm SD), seguido del α -HCH ($34 \pm 15\%$) y finalmente del β -HCH ($5 \pm 2\%$).

La evaluación de los datos del PRTR subraya que no existen emisiones atmosféricas de lindano por parte del sector industrial. En cambio, el PRTR sí ofrece información sobre los vertidos de lindano al agua por parte de varias Comunidades Autónomas entre las que se incluyen Canarias, Castilla la Mancha, Cataluña, Comunidad Valenciana y el País Vasco. El lindano procede principalmente de plantas de tratamiento de aguas residuales urbanas.



Figura 188. Evolución de los vertidos de lindano (kg/año). Periodo 2013-2023



Fuente: Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes

La contaminación ambiental causada por el lindano está estrechamente ligada a su proceso de fabricación, ya que por cada tonelada producida se generaban entre 6 y 10 toneladas de residuos, compuestos principalmente por isómeros no deseados del hexaclorociclohexano. Desde los años 50, la separación del lindano del resto de isómeros provocó en Europa la acumulación de enormes volúmenes de desechos, estimados en cientos de miles de toneladas, que fueron depositados en vertederos o liberados sin control.

En España, esta situación dio lugar a varios episodios de contaminación, especialmente en las zonas donde se produjo lindano, como Sabiñánigo, el País Vasco y Galicia. Para mitigar sus efectos, en los últimos años se han implementado diversas medidas de remediación y control, que se detallan a continuación.

a) Actuaciones desarrolladas en Sabiñánigo.

En Sabiñánigo (Huesca), la empresa Inquinosa estuvo produciendo desde 1975 hasta 1989 una media de 27 t/día de HCH para la obtención de lindano lo que dio lugar a la generación de 6.800 t/año de residuos sólidos (isómeros α y β de HCH) y a 300-500 t/año de residuos líquidos.

Además de las antiguas instalaciones de la fábrica de Inquinosa, los emplazamientos contaminados por la producción de lindano en Sabiñánigo son: el vertedero de Sardas, el embalse de Sabiñánigo y el vertedero de Bailín, emplazamientos sobre los cuales se han realizado actuaciones de remediación y control desde 1995.

A partir del seguimiento realizado en el vertedero de Bailín desde 2006, se llevaron a cabo diversas acciones para su descontaminación. Estas incluyeron el análisis periódico de la zona, el tratamiento de lixiviados, la mejora y adecuación de la planta depuradora, la extracción y gestión de residuos líquidos, así como el monitoreo hidrogeológico. Además, se estableció una red piezométrica entre el vertedero de Bailín y el río Gállego, se optimizó la depuradora y se desarrollaron los proyectos para la construcción de un nuevo vertedero de seguridad y el desmantelamiento del vertedero antiguo, con el traslado de los residuos al nuevo emplazamiento.



El Gobierno de Aragón ha desarrollado un Plan Estratégico para combatir la contaminación causada por los residuos generados en la fabricación de lindano en la región. Además, firmó un convenio con el MITERD, con una inversión de 1,5 millones de euros entre 2018 y 2020, destinado al desmantelamiento de la fábrica de INQUINOSA, la biorremediación de los escombros, la gestión de residuos, la mejora de infraestructuras y la construcción de una planta depuradora en el vertedero de Sardas. En 2021, el Consejo de Ministros, a propuesta del MITERD, aprobó una ayuda⁵⁷ de un millón de euros para Aragón, destinada a los trabajos de control y vigilancia de la contaminación del suelo por lindano.

De igual manera, se ha aumentado notablemente el conocimiento del estado de los puntos identificados en el entorno de Sabiñánigo como contaminados con HCH. La Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE), junto al Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón, controla y lleva a cabo el seguimiento de la calidad de aguas superficiales y de aguas subterráneas en la zona.

b) Actuaciones desarrolladas en País Vasco.

Desde los años 50 a los años 80, dos empresas ubicadas en Vizcaya, Bilbao Chemicals, en Barakaldo y Nexana-Celamerck, en Erandio, produjeron lindano. Los residuos originados en la fabricación fueron vertidos incontroladamente en distintos emplazamientos, y otra parte fue almacenada en las instalaciones de la empresa ubicada en Barakaldo. Ello produjo un importante problema ambiental que se tradujo en la contaminación de más de 400 hectáreas de suelo. Ante esta alarmante situación, en los años 90, desde el Departamento de Medio Ambiente del Gobierno Vasco en colaboración con la Sociedad Pública de Gestión Ambiental, Ihobe, se diseñó una estrategia de acción para buscar una solución global a la problemática generada.

Tras las correspondientes investigaciones, estudios del suelo y estudio de alternativas, se optó por la construcción de tres infraestructuras que eliminaran los riesgos asociados a los residuos de lindano. Por un lado, se construyó una planta físico-química para tratar los residuos que en estado puro habían sido abandonados en una de las instalaciones productoras. Por otro lado, se construyeron dos depósitos de seguridad, la celda de seguridad de Loiu y la celda de seguridad de Baracaldo, para albergar los más de 500.000 m³ de suelos que habían sido contaminados por este pesticida. De esta forma, se sanearon 30 emplazamientos en los que posteriormente se pudieron desarrollar nuevos usos del suelo. La planta de tratamiento, una vez finalizado el mismo, fue descontaminada y demolida.

Así, en el año 2002, finalizó la construcción de la última de las tres infraestructuras. Desde entonces, desde el Gobierno Vasco se lleva a cabo el mantenimiento y la vigilancia ambiental de los dos depósitos de seguridad construidos con objeto de garantizar su buen funcionamiento. Por otro lado, paralelamente desde dicha Administración se han desarrollado distintos instrumentos legislativos y administrativos encaminados a la prevención y corrección de la contaminación del suelo, con los cuales se evitará que situaciones similares vuelvan a repetirse, como fueron la Ley 1/2005, de 4 de febrero, para la prevención y corrección de la contaminación del suelo y su revisión mediante la Ley 4/2015, de 25 de junio, para la prevención y corrección de la contaminación del suelo.



c) Actuaciones desarrolladas en Porriño.

En Porriño (Pontevedra, Galicia) la empresa Zeltia produjo lindano, γ -Hexaclorociclohexano (HCH), entre 1948 y 1964. La descontaminación de esta zona se centró en aislar el foco principal de contaminación de un acuífero realizando un encapsulado, construyendo paneles verticales de bentonita–cemento con una profundidad máxima de 30 metros, llegando hasta la roca madre de granito.

Para evaluar la posible contaminación, la Xunta de Galicia puso en marcha un plan para el estudio del estado de sus suelos, aguas subterráneas y de abastecimiento que revelaron unas concentraciones muy elevadas de varios isómeros de HCH. La realización de unas obras en el término municipal en agosto de 2017 hizo aflorar de nuevo HCH/lindano.

En abril de 2024, la Xunta de Galicia destinó más de 7,5 millones de euros para la retirada y tratamiento de residuos de lindano en la zona de Contrasto, en O Porriño. Tras su retirada, el centro de valorización de residuos se encargará del tratamiento del lindano, ya sea confinándolo de manera segura o, en el caso de los materiales con mayor concentración, preparándolo para su traslado y posterior eliminación en una planta de incineración de residuos. Los trabajos, que se completarán en la segunda mitad de 2025, minimizarán el impacto en la población y garantizarán el acceso a las viviendas.

5.7.5 Pentaclorobenceno (PeCB)

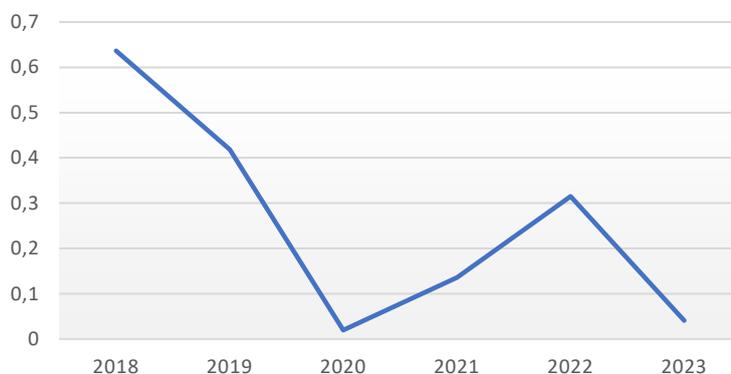
El PeCB es un compuesto organoclorado que pertenece al grupo de clorobencenos y se caracteriza por un anillo de benceno cuyos hidrógenos son sustituidos por cloro. Es un COP de generación no intencional y como subproducto de la combustión incompleta de casi todos los combustibles que contienen cloro, especialmente la biomasa y los residuos.

El PeCB se produjo y utilizó hasta los años 80 como componente de una mezcla de clorobencenos que se usaba para reducir la viscosidad de productos de PCB utilizados para la transmisión de calor. Se usó también en portadores de colorantes, como fungicida, retardante de llama y como intermediario químico para la producción de quintoneno. Se puede también encontrar como impureza en ciertos productos, por ejemplo, en algunos disolventes, plaguicidas y conservantes de la madera. No hubo producción de pentaclorobenceno en España.

El PeCB, como producto intencional, fue incluido en el anexo A del Convenio de Estocolmo mediante la decisión SC 4-16 y en anexo I del Reglamento sobre COP. Al producirse también de forma no intencional está incluido en el anexo C del Convenio y en el anexo III del reglamento.

A la hora de evaluar las emisiones de pentaclorobenceno, el PRTR no ofrece información sobre posibles emisiones atmosféricas derivadas de la combustión incompleta de productos clorados. En cambio, si proporciona datos sobre los vertidos al agua de este compuesto durante el periodo 2018-2023, procedentes de Canarias, Cataluña, Comunidad Valenciana, Murcia y el País Vasco.

Figura 199. Evolución de los vertidos al agua de pentaclorobenceno (kg/año). Periodo 2018 – 2023



Fuente: Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes

5.7.6 Polibromodifenil éteres (PBDEs)

En este apartado se incluye tanto el pentabromodifenilo como el octabromodifenilo de calidad comercial. Ambos son mezclas de éteres de difenilo con diferentes grados de bromación.

El éter de tetrabromodifenilo (TetraBDE o BDE-47) y el éter de pentabromodifenilo (PentaBDE o BDE-99) son los principales congéneres que componen la mezcla que se conoce como el éter de pentabromodifenilo de calidad comercial (C-PentaBDE). Por otra parte, el octabromodifenilo de calidad comercial (c-OctaBDE) está compuesto mayoritariamente por éter de heptabromodifenilo, éter de octabromodifenilo y en menor medida por éter de hexabromodifenilo, éter de nonabromodifenilo y éter de decabromodifenilo.

El pentaBDE fue producido en Israel, Japón, Estados Unidos y la Unión Europea. En esta última, su uso fue disminuyendo durante la segunda mitad de la década de los 90 y su producción cesó en el año 1997. El octaBDE, hasta 2004, se producía en los Países Bajos, Francia, los EE.UU., el Reino Unido e Israel. En España no hubo producción de ninguno de los dos compuestos.

Ambos compuestos se utilizaron como aditivo ignífugo fundamentalmente en la industria del plástico para los polímeros utilizados en las carcasas de equipo con componentes electrónicos. Además, el pentaBDE se usó en la fabricación de espuma flexible de poliuretano (PUR) para muebles, tapicería de viviendas y vehículos.

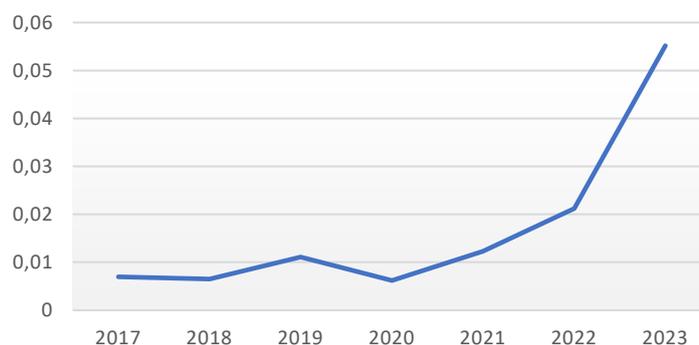
Su producción y uso fue prohibido en el año 2004 con la adopción de la Directiva 2003/11/CE⁵⁸ aunque se establecía que podrían ser puestos en el mercado en concentraciones inferiores al 0,1 % en masa. Posteriormente, tanto el pentaBDE como el octaBDE se incluyeron en el Anexo A del Convenio de Estocolmo, a través de las decisiones SC-4/18 y SC-4/14 y en el Reglamento sobre COP con una UTC de 0,05% (500 ppm) cuando estén presentes en mezclas o artículos. Precisamente y como excepción, en el reglamento se autorizó la fabricación, comercialización y uso de los aparatos eléctricos y electrónicos con presencia de pentaBDE y octaBDE comprendidos en el ámbito de aplicación de la Directiva 2011/65/UE que, como ocurre con el DecaBDE, tolera un valor máximo de concentración en peso de materiales homogéneos de 0,1%.



En cuanto a las actividades de vigilancia, la red Nacional de Vigilancia Ambiental sobre COP lleva monitorizando el pentaBDE y el octaBDE en aire, así como otros PBDEs desde el año 2008. La información sobre la red se encuentra en el capítulo sobre el Decabromodifenil éter (ver 5.3.1)

Por otra parte, el análisis de los datos del PRTR ha permitido comprobar que no se han producido ni emisiones ni vertidos significativos de octaBDE en España. En relación con el pentaBDE, el PRTR si ofrece valores de vertidos al agua, en su mayoría procedentes del sector de la fabricación de las materias plásticas en Cataluña, aunque los valores no llegan a superar los 0,06 kg/año.

Figura 20. Evolución de los vertidos al agua de pentaBDE (kg/año). Periodo 2018 - 2023



Fuente: Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes

5.8 Contaminantes Orgánicos Persistentes iniciales

5.8.1 Pesticidas: aldrina, clordano, dieldrina, DDT, endrina, heptacloro, y toxafeno

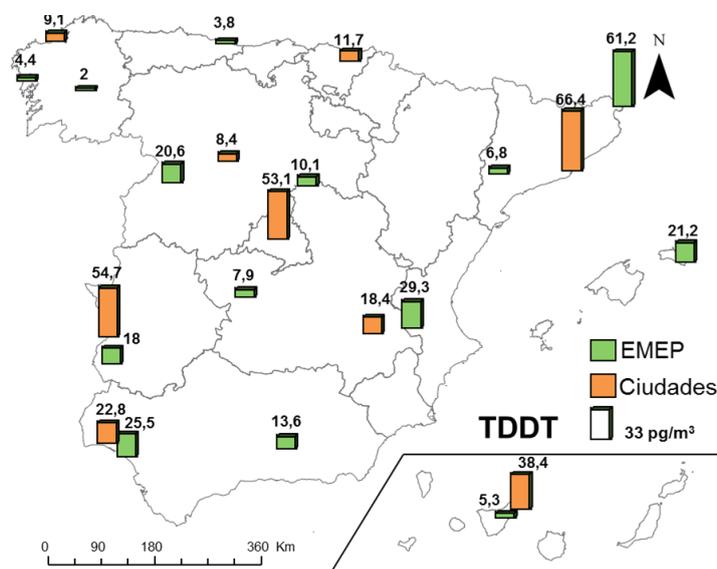
En España, la comercialización y uso de la mayoría de estas sustancias está prohibida desde marzo de 1986 con la entrada en vigor de la Orden de 28 de febrero de 1986 sobre comercialización y utilización de fitosanitarios. Posteriormente, el Reglamento (CE) nº 850/2004 sobre COP, además de incluir al mirex y al toxafeno, COP prohibió además su producción.

Prácticamente todos los pesticidas fueron incluidos sin exenciones en el reglamento sobre COP salvo el DDT que se permitió su uso hasta el 1 de enero de 2014 únicamente como intermediario en la producción de dicofol en un sistema cerrado y limitado a un emplazamiento. Posteriormente el Reglamento (UE) nº 757/2010 por el que se modificó el Reglamento (CE) nº 850/2004 sobre COP, suprimió esa exención dado que ningún estado miembro la aplicaba. La única planta que producía dicofol en España, y en Europa, estaba localizada en Monzón (Huesca) y cesó esta línea de actividad en junio del año 2006.

Precisamente, el DDT fue el único pesticida incluido en la red Nacional de Vigilancia de COP. Las conclusiones recogidas en el informe de la red 2008-2018 señalan que las concentraciones de DDT a nivel nacional han disminuido de forma significativa durante el periodo 2009-2017 y que las concentraciones encontradas en las localidades urbanas fueron significativamente mayores que las detectadas en las remotas.



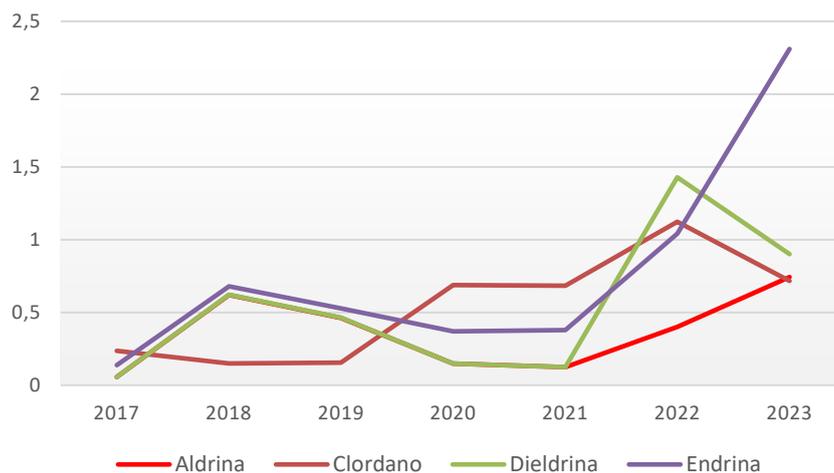
Figura 21. Medianas de concentración suma de DDD, DDE y DDT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) obtenidas con los datos de 38 campañas (desde verano de 2008 hasta otoño de 2017).



Fuente: Informe Estratégico de la red Nacional de Vigilancia Ambiental de COP

En cuanto a las emisiones y vertidos, el PRTR si ofrece información de todos los pesticidas incluidos en este apartado. Para una mejor visualización de los resultados, se han dividido los ocho pesticidas analizados en dos gráficos diferentes.

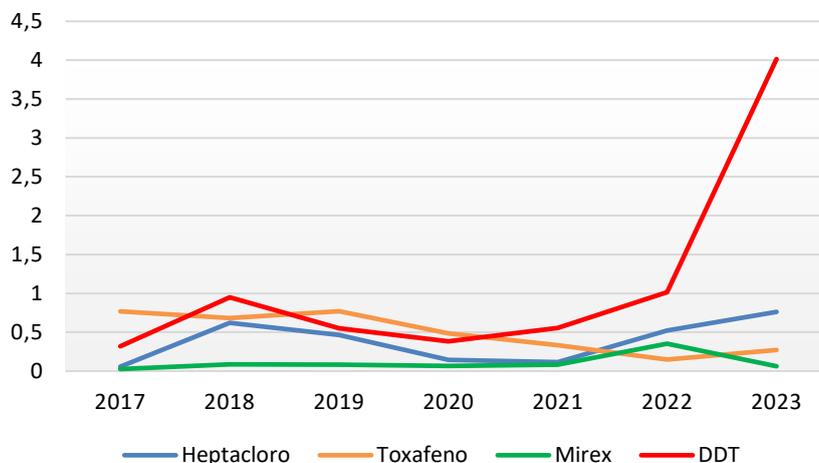
Figura 22. Evolución de los vertidos al agua de aldrina, clordano, dieldrina y endrina ($\text{kg}/\text{año}$). Periodo 2017 – 2023



Fuente: Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes



Figura 23. Evolución de los vertidos al agua de heptacloro, toxafeno, mirex y DDT (kg/año). Periodo 2017 - 2023



Fuente: Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes

Los gráficos muestran que, si bien es cierto que todavía se siguen produciendo vertidos de estos pesticidas al agua, las cantidades no llegan a ser significativas siendo inferiores al kilogramo/año en prácticamente la mayoría de ellos durante el periodo evaluado (2017-2022). Las comunidades autónomas donde se produjeron estos vertidos fueron principalmente Cataluña y el País Vasco y en menor medida, Comunidad Valenciana, Murcia, Galicia y Castilla la Mancha. Por último, sobre los estudios de monitorización de estos COP, un estudio sobre presencia y tendencias de DDT y sus metabolitos en mejillones de las rías gallegas de Ferrol, A Coruña, Muros, Arousa, Pontevedra y Vigo, realizado entre 1998 y 2012 indicaba que los niveles de DDT y sus metabolitos descendieron de forma considerable durante el periodo del estudio. Los valores medios más altos se detectaron en la Ría de Ferrol, zona con mayor grado de industrialización.

5.8.2 Productos químicos industriales

Policlorobifenilos (PCB)

Los PCBs son una familia de 209 congéneres organoclorados de estructura química similar, fenilbenceno con un número de átomos de cloro que puede variar entre 1 y 10, siendo mayoritarios los congéneres con 2 a 7 átomos de cloro; se presentan con aspectos diversos que van desde líquidos grasos hasta sólidos cerosos.

La producción a escala industrial comenzó en 1929, llevada a cabo por la compañía Monsanto. El pico de producción se alcanzó a finales de los años 1970, con una estimación de 610,000 toneladas anuales. En España hubo producción de PCB que comenzó en la década de 1950 y continuó hasta que se prohibieron en la década de 1980 en el complejo químico que hoy pertenece a ERCROS en Flix (Tarragona).

La prohibición de los PCB en España se realizó en conformidad con la Directiva 76/769/CEE que se refiere a las restricciones de comercialización y uso de ciertas sustancias y preparados



peligrosos, incluyendo los PCB. Posteriormente fueron incluidos en el anexo A del Convenio de Estocolmo en su Anexo A, como productos intencionales de uso industrial, y en su Anexo C como COP generados de manera no intencional; análogamente, están incluidos en el anexo I y en el anexo III del Reglamento sobre COP.

La elevada toxicidad de los PCB justificó establecer medidas para asegurar una gestión adecuada de los PCB y los aparatos que los contuvieran. El Real Decreto 1378/1999 estableció medidas para la eliminación y gestión de los policlorobifenilos, policloroterfenilos y los aparatos que los contengan. Este real decreto y su posterior modificación, el Real Decreto 228/2006, incorporó al derecho interno la Directiva 96/59/CE, de 16 de septiembre, relativa a la eliminación de los policlorobifenilos y de los policloroterfenilos (PCB/PCT) y estableció que todos los transformadores con un volumen de PCB superior a 5 dm³ y una concentración superior a 500 ppm de PCB en peso, así como el resto de aparatos con un volumen de PCB superior a 5 dm³ y los PCB contenidos en los mismos debían ser descontaminados o eliminados antes del 1 de enero de 2011, exceptuando a los transformadores con una concentración de PCB entre 50 y 500 ppm, los cuales podrán permanecer en servicio hasta el final de su vida útil. Posteriormente, el Convenio de Estocolmo fijó el año 2028 como fecha límite para la retirada del uso de los equipos que contengan más de 50 ppm de PCB y un volumen superior a 0,05 dm³. Esto fue transpuesto a la legislación española mediante disposición final primera del Real Decreto 1055/2022, de 27 de diciembre, de envases y residuos de envases.

Para dar cumplimiento a lo establecido en el Real Decreto 1378/1999, en España se elaboró el Plan Nacional de Descontaminación y Eliminación de PCB, PCT y Aparatos que los Contengan, aprobado por Acuerdo de Consejo de Ministros de 6 de abril de 2001. En este Plan se incluyó el primer Inventario Nacional de los aparatos que contenían un volumen de PCB superior a 5 dm³ y aquellos que contenían un volumen de PCB comprendido entre 1 y 5 dm³. El inventario contiene 4 categorías: aparatos en aparatos fabricados con fluidos de PCB, aparatos contaminados por PCB, aparatos que pueden contener PCB y aparatos eliminados y descontaminados. Entre el conjunto de aparatos inventariados, se encuentran los transformadores eléctricos, condensadores y otros (inductores, arrancadores, recipientes conteniendo PCB, etc.)

En consecuencia, desde el año 2001 las CCAA vienen enviando sus correspondientes inventarios con los datos aportados por los poseedores, lo que ha permitido que el MITERD haya elaborado y actualizado periódicamente el inventario nacional como integración de todos los inventarios autonómicos. Esto ha dado lugar a la revisión y modificación del Plan, incorporando datos más precisos, que finalmente han sido incluidos en el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (2016-2022).

A continuación, se muestran los datos del Inventario Nacional de PCB remitidos por las Comunidades Autónomas reportados hasta el 31 de diciembre de 2022:

Tabla 10. Cantidades de aparatos inventariados con peso conocido a 31 de diciembre de 2022. Kilogramos (Kg).

CCAA	TRAFOS entre 50 y 500 ppm contenidos en el grupo 2	GRUPO 1 Aparatos fabricados con fluido de PCB	GRUPO 2 Aparatos contaminados por PCB	GRUPO 3 Aparatos que pueden contener PCB	GRUPO 4 Aparatos totalmente eliminados o descontaminados por debajo de 50 ppm	TOTAL
		1	2	3	4	1+2+3+4



CCAA	TRAFOS entre 50 y 500 ppm contenidos en el grupo 2	GRUPO 1 Aparatos fabricados con fluido de PCB	GRUPO 2 Aparatos contaminados por PCB	GRUPO 3 Aparatos que pueden contener PCB	GRUPO 4 Aparatos totalmente eliminados o descontaminados por debajo de 50 ppm	TOTAL
Andalucía	3.708.620	3.640	3.722.590	0	16.234.330	19.960.560
Aragón	491.201	0	491.201	5.990	3.364.036	3.861.226
Asturias	640.849	0	640.849	0	3.807.583	4.448.432
Baleares	229.111	0	229.111	0	322.957	552.068
Canarias	344.082	0	344.082	0	1.147.457	1.491.539
Cantabria	29.060	0	29.240	83.368	2.188.052	2.300.660
C. la Mancha*	249.016	0	250.591	0	1.865.712	2.116.303
Cast. y León	1.541.172	16	1.541.172	0	6.994.428	8.535.616
Cataluña*	1.815.067	0	1.828.401	0	9.095.265	10.923.666
Ceuta	0	0	0	0	0	0
Extremadura	244.083	0	244.083	0	1.497.638	1.741.721
Galicia	540.482	0	579.422	0	4.934.316	5.513.738
La Rioja	63.752	70	63.752	0	1.111.396	1.175.218
Madrid	1.195.964	10.224	1.256.994	18.628	14.533.472	15.819.318
Melilla	0	0	0	0	5.618	5.618
Murcia	145.633	1.785	484.418	0	1.818.401	2.304.604
Navarra	123.900	0	123.900	0	2.208.258	2.332.158
País Vasco	2.983.628	20.366	2.629.623	312.737	15.345.984	18.308.710
Valencia	1.257.028	0	1.281.550	28.219	11.889.206	13.198.975
Total	15.602.648	36.101	15.740.979	448.942	98.364.109	114.590.131

* Datos del 2021

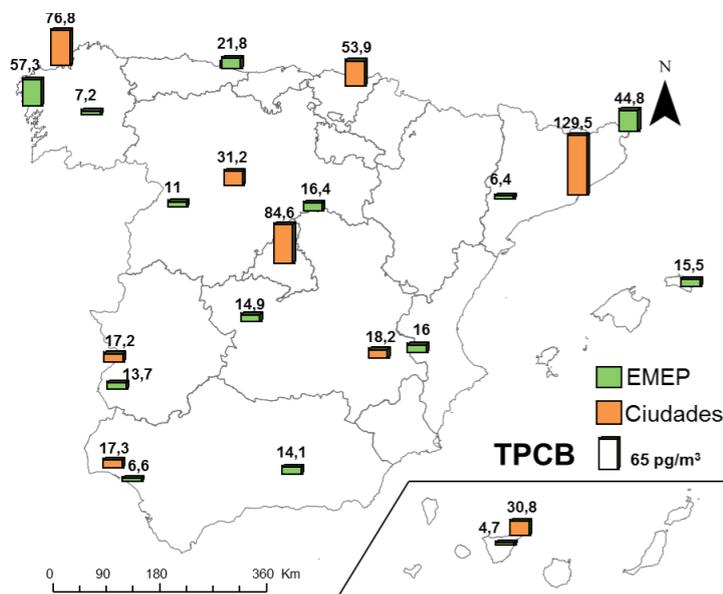
Fuente: S.G de Economía Circular MITERD

En cuanto a la descontaminación de los aparatos que contienen PCB, la fracción líquida de PCB o aceite contaminado se envía a otros países con capacidad para su destrucción (Alemania, Francia, etc.) y los aparatos descontaminados, con contenido por debajo de 50 ppm, se gestionan de forma adecuada en el ámbito local. En España existe una planta para eliminar la fracción líquida con una concentración en PCB inferior a 7.000 ppm. Las operaciones de valorización y eliminación de residuos están reguladas por los Anexos I y II de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. Además, la Decisión del Consejo de 19 de diciembre de 2002 establece un valor límite de contenido total de PCB de 1 mg/kg, para la admisión de residuos con PCB en vertederos.

Los traslados de residuos con PCB para su destrucción ambientalmente racional, están regulados a nivel europeo por el Reglamento (UE) nº 2024/1157⁵⁹, relativo a los traslados de residuos que, entre otros, establece el procedimiento y las medidas de control para el traslado de residuos contaminados con PCB y PCT.

Los PCB, al igual que las dioxinas, pueden ser generados y liberados al medio ambiente de forma no intencional en actividades en las que hay procesos térmicos o de combustión en los que hay presencia de materia orgánica y cloro. Para tener un control sobre las concentraciones atmosféricas de PCB, la red Nacional de Vigilancia Ambiental de COP lleva midiendo la concentración de una serie de congéneres de PCB desde el año 2008.

Figura 24. Medianas de concentración del total de PCB ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) obtenidas con los datos de 38 campañas experimentales (desde verano de 2008 hasta otoño de 2017).

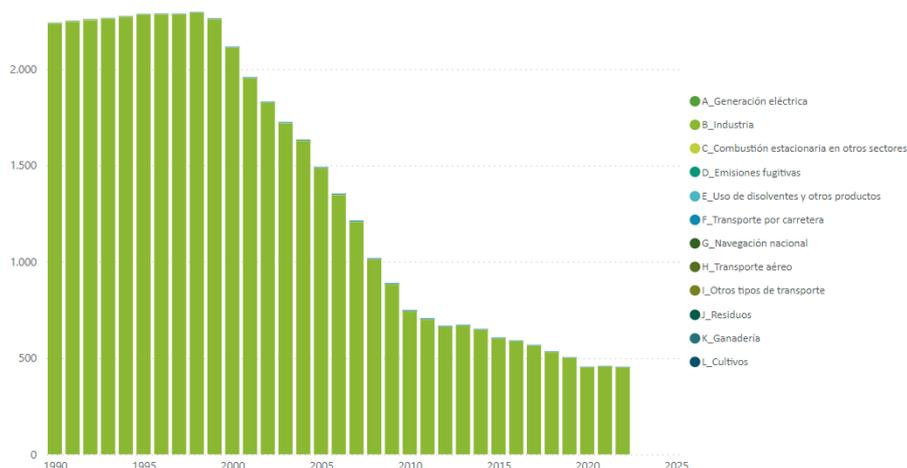


Fuente: Informe Estratégico de la red Nacional de Vigilancia Ambiental de COP

Entre las conclusiones del informe de la red, se destaca que los niveles de PCB muestran una tendencia leve, pero significativa, a disminuir entre 2009 y 2017, si bien las concentraciones encontradas no sugieren una disminución progresiva y constante, y es menor que la encontrada para otras familias de COP. Dado el amplio periodo que ha transcurrido desde el cese en la producción y uso de PCB hasta el periodo aquí estudiado, no se puede confirmar aun si la baja magnitud encontrada en la disminución de PCB puede atribuirse a que se ha alcanzado un nivel de fondo. No obstante, la presencia de una estacionalidad con marcado repunte de las concentraciones en los meses cálidos demuestra la presencia actual de fuentes desde las que se movilizan estos contaminantes que deberían ser investigadas en mayor profundidad. De igual manera se destaca que las zonas urbanas están posiblemente actuando como principal fuente de PCB, especialmente durante los periodos cálidos.

A la hora de evaluar las emisiones de PCBs, el Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera recoge que en el 2022 se emitieron en España aproximadamente 439 t de bifenilos policlorados (PCB), lo que supuso una disminución del 79,9 % en comparación con 1990, y un 1 %, en comparación con 2021. El principal sector emisor fue el sector industrial con un 99,3 % de las emisiones totales de PCB en 2022.

Figura 25. Emisiones de PCB (en kg) por sector GNFR. Periodo 1990 - 2022

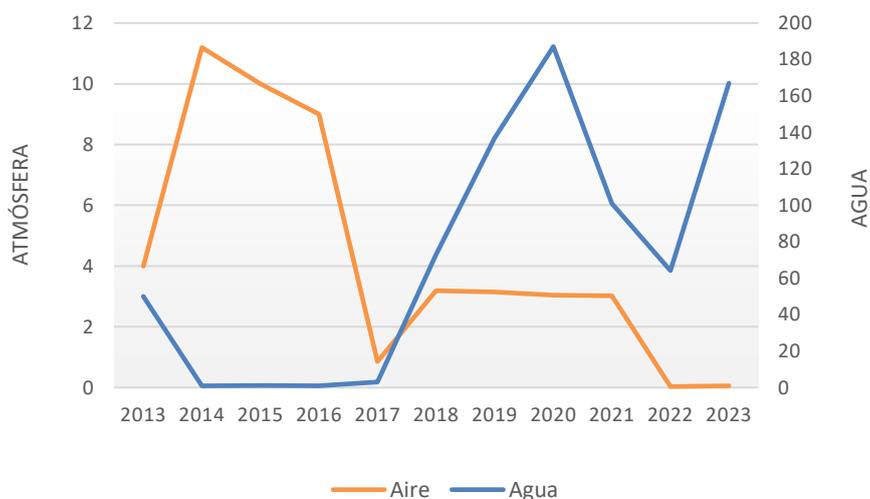


Fuente: Inventario nacional de emisiones y absorciones a la atmósfera: Informe interactivo

La tendencia de las emisiones globales de PCB entre 1990 y 2022 (disminución del -79,9 %) esta esencialmente marcado por el comportamiento de las emisiones del sector industrial y más concretamente por la categoría de uso de COP en equipos eléctricos, que disminuyó sus emisiones en un -80,5% entre 1990 y 2022, debido a la aplicación de la Directiva 96/59/CE sobre la eliminación de bifenilos policlorado y terfenilos policlorados (PCB/PCT) y el Reglamento sobre COP.

La siguiente figura muestra los datos sobre las emisiones y liberaciones de PCB reportados por los complejos industriales y registrados en el PRTR durante el período 2013-2023.

Figura 26. Evolución de las emisiones atmosféricas de PCB y los vertidos al agua (kg/año). Periodo 2013 - 2023



Fuente: Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes



Un estudio de Campillo *et al.* sobre presencia de PCB en especies de mejillones realizado en dos zonas de la costa mediterránea española, zona Levante-Balear (desde el Cabo de Creus hasta el Cabo de Gata) y zona de Estrecho-Alborán (desde el Cabo de Gata al Estrecho de Gibraltar) durante el periodo 2000–2013, (n= 9.408). Los resultados de este exhaustivo estudio muestran que la cercanía a zonas industriales supone una mayor concentración de PCB. Barcelona y Vallcarca mostraron los niveles más elevados, atribuyéndose también a los flujos transportados a la costa por el río Llobregat. En el Delta del Ebro se encontraron también altos niveles de PCB que se atribuyen a la removilización de sedimentos del embalse de Flix. Por congéneres, el PCB 153 es el que alcanzó niveles más elevados.⁶⁰

Hexaclorobenceno (HCB)

El hexaclorobenceno es una sustancia organoclorada que fue utilizada como pesticida y como químico industrial y que también aparecía como subproducto de la fabricación de ciertos productos químicos industriales y como impureza en algunas formulaciones de plaguicidas. También puede aparecer de manera no intencional en procesos térmicos con presencia de materia orgánica y cloro.

El hexaclorobenceno (HCB) fue producido hasta mediados de los 80, particularmente por Ercros (Flix, España) con una producción anual de 1.000 Tm.

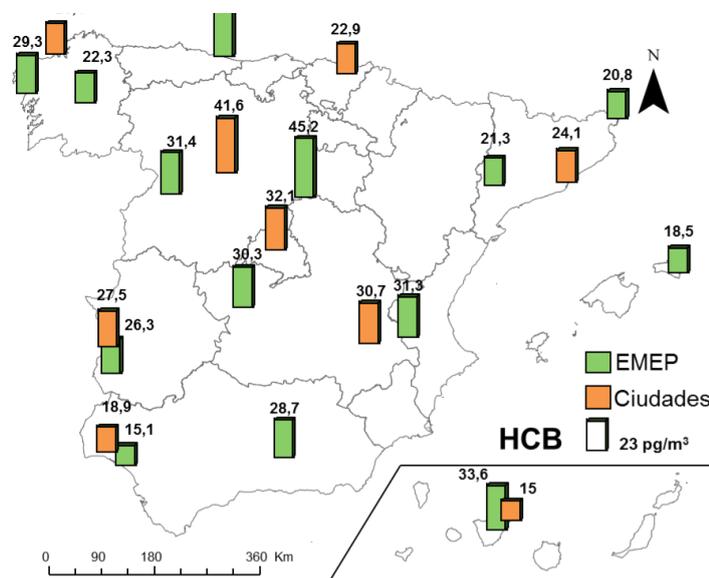
Al ser una sustancia de producción intencional y no intencional está incluido en el anexo I y III del Convenio de Estocolmo y en el anexo A y C del Reglamento sobre COP.

Se detectó HCB¹⁷ en algunos países europeos la existencia de en productos de pirotecnia ya que actúa como donador de cloro para aumentar el brillo y el color de la llama de los fuegos artificiales. A nivel nacional, se realizó una consulta a las empresas relacionadas con el sector de la pirotecnia que indicó que no se había detectado HCB en sus artículos pirotécnicos. Esto fue confirmado por consulta directa con la Asociación de Fabricantes de Productos Pirotécnicos (AFAPE)/PIROVAL.

El hexaclorobenceno se encuentra entre los COP evaluados por la red Nacional de Vigilancia Ambiental de COP. El análisis de los datos recogidos durante el periodo de estudio permite afirmar que las concentraciones de HCB a nivel nacional muestran una disminución significativa durante el periodo 2009 - 2017, si bien la tendencia temporal detectada sería más clara y pronunciada si se eliminaran del análisis aquellos años (2009-2010) en los que se ha encontrado una elevada variabilidad en comparación con el resto del periodo estudiado (2011-2017). Igualmente, el informe pone de manifiesto que no existen variaciones espaciales significativas para el HCB, lo que posiblemente indica la ausencia de fuentes puntuales destacables en la red de monitorización.



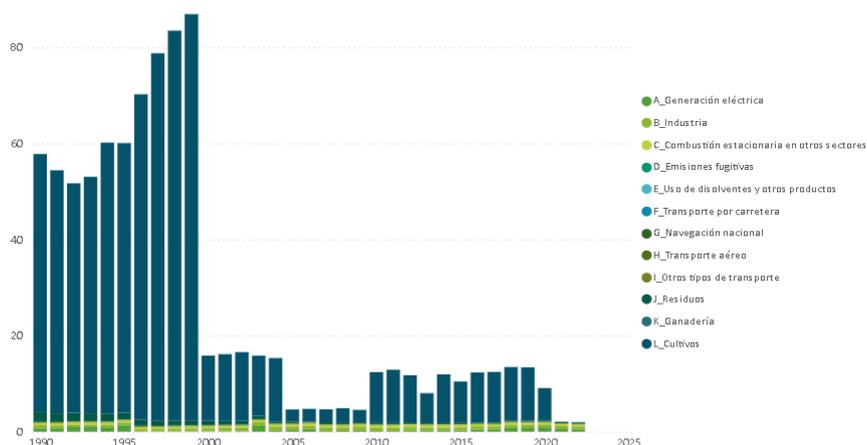
Figura 27. Medianas de concentración de HCB (pg/m^3) obtenidas con los datos de 38 campañas (desde verano de 2008 hasta otoño de 2017)



Fuente: Informe Estratégico de la red Nacional de Vigilancia de COP

Al estar prohibido desde hace años la producción y el uso intencional de HCB, la principal fuente de emisión de este compuesto proviene de su formación no intencional. En este sentido, el informe interactivo del Sistema Español de Inventario y Proyecciones de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera (SEI) ha ido recogiendo estimaciones de las emisiones de HCB generadas por distintos sectores y su evolución desde 1990.

Figura 28. Emisiones de HCB (en kg) por sector GNFR. Periodo 1990 - 2022



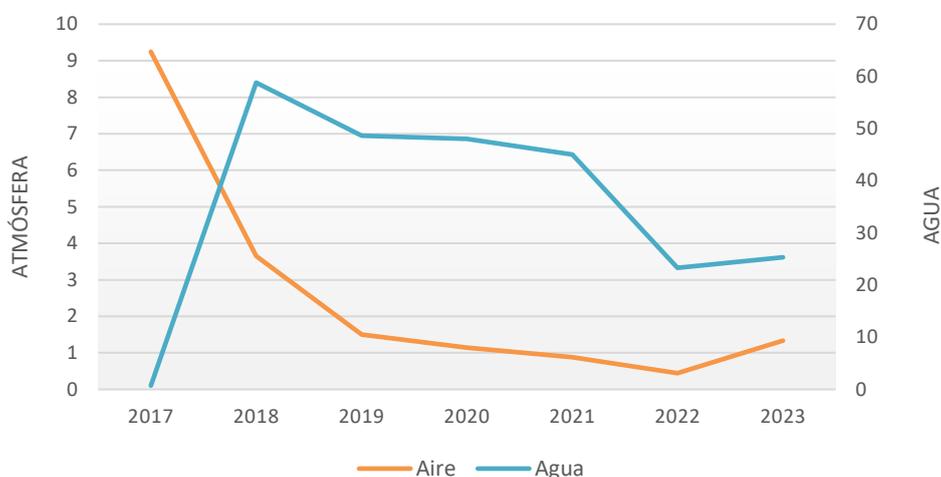
Fuente: Inventario nacional de emisiones y absorciones a la atmósfera: Informe interactivo



Como se puede observar en la figura anterior, las emisiones de hexaclorobenceno se han reducido un 96,6% desde 1990. Históricamente, la actividad agrícola fue el principal responsable de la emisión de HCB, cuya caída en 1999-2001 se debe a prohibición del uso de lindano y cambio en la concentración de HCB (factor de impureza) para clorotalonil. Actualmente, la tendencia ha cambiado y la actividad agrícola solamente representan el 2 % de las emisiones totales de HCB, vinculadas a impurezas de HCB en el uso de pesticidas, siendo el sector de la energía la mayor fuente de emisión de hexaclorobenceno.

Los datos anteriores del Inventario Nacional se pueden comparar con los datos aportados por el PRTR, que también muestran una reducción significativa de las emisiones atmosféricas de hexaclorobenceno.

Figura 29. Evolución de las emisiones atmosféricas y vertidos al agua de hexaclorobenceno (kg/año). 2017 - 2023



Fuente: Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes

Entre otras actividades de monitorización del hexaclorobenceno, Domínguez-Moruco *et al.* analizaron muestras de suelo en distintas partes de Cataluña para medir su contenido en COP. Detectaron HCB en gran parte de estas muestras, pero en concentraciones muy bajas.⁶¹

Tabla 11. Concentración de HCB en muestras de sedimento en Cataluña

	Zona petroquímica (n=7)		Zona química (n=9)		Zona Urbana (n=6)		Zona remota (n=5)	
	Media (SD)	CV (%)	Media (SD)	CV (%)	Media (SD)	CV (%)	Media (SD)	CV (%)
HCB (ng/g)	0.02 ± 0.01	55.04	0.04 ± 0.02	56.05	0.03 ± 0.04	162.35	0.02 ± 0.01	36.74

Fuente: Domínguez-Moruco *et al.*

Otro estudio abordó la exposición prenatal a hexaclorobenceno (HCB) y sus posibles efectos



reproductivos en tres zonas distintas de España de 2004 a 2008 (n=1.568 madre/hijo). No se encontró ninguna correlación entre los niveles de HCB detectados y el bajo peso al nacer.⁶²

Cabe también mencionar que, en el embalse de Flix (Tarragona), se realizaron diferentes medidas de descontaminación (Real Decreto 9/2005) dentro de las “Actuaciones prioritarias y urgentes” indicadas en la Ley 11/2005, relacionadas con DDT, PCB y HCB. Entre estas actividades figuraba la construcción de una planta de tratamiento de residuos procedentes del embalse.

5.8.3 Productos químicos no intencionales

Dibenzo-P-Dioxinas policloradas y dibenzofuranos (PCDD/F)

Las dioxinas y los furanos se generan de manera no intencional en actividades en las que hay procesos térmicos o de combustión en presencia de materia orgánica y cloro. Los furanos son estructuralmente similares a las dioxinas y comparten muchos de sus efectos tóxicos. Hay 135 congéneres.

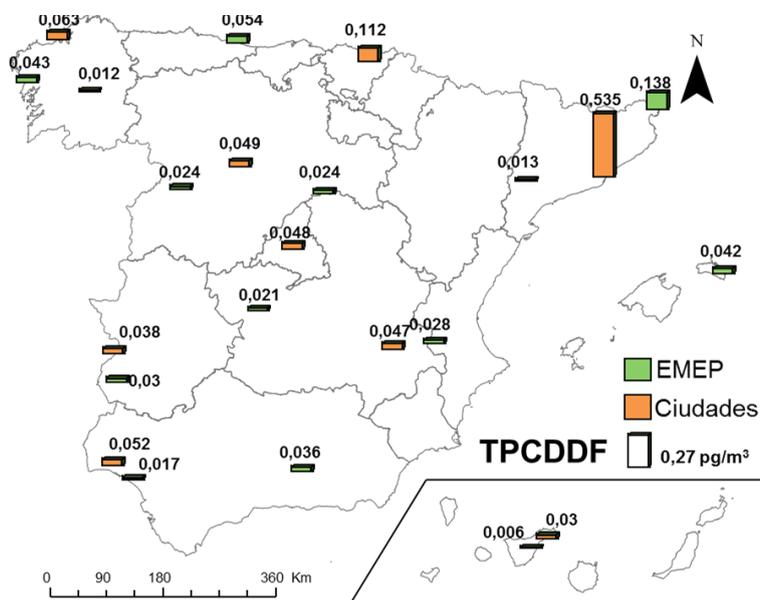
Las dioxinas y furanos se encuentran se incluyeron en el Anexo C del Convenio de Estocolmo y se encuentran en el anexo II del Reglamento sobre COP.

La Directiva 2010/75/UE⁶ estableció para la incineración y la co-incineración de residuos unos VLE totales y medios para dioxinas y furanos de 0,1 ng/Nm³ y el VLE para vertidos de aguas residuales procedentes de la depuración de gases residuales es de 0,3 ng/l. Estos mismos límites se aplicaron en el Real Decreto 815/2013 de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.

Las dioxinas y furanos se encuentran entre los COP prioritarios monitorizados por la red Nacional de Vigilancia Ambiental de COP, cuyos resultados obtenidos durante el periodo 2008-2018 permiten afirmar que los niveles de PCDD/F han disminuido progresivamente desde 2009 hasta 2017 a nivel nacional independientemente del tipo de localidad estudiado. Tal y como se observa en la figura, las zonas urbanas constituyen la principal fuente de PCDD/F y la disminución identificada es más marcada en las zonas urbanas que en las remotas, lo que resulta en una clara convergencia con el tiempo entre los niveles de PCDD/F encontrados en ambos tipos de localidades. En definitiva, los resultados obtenidos hasta el momento sugieren que las medidas adoptadas para minimizar las emisiones de PCDD/F pueden estar siendo efectivas, traduciéndose en una significativa disminución en la presencia de estos contaminantes no intencionales a nivel nacional.



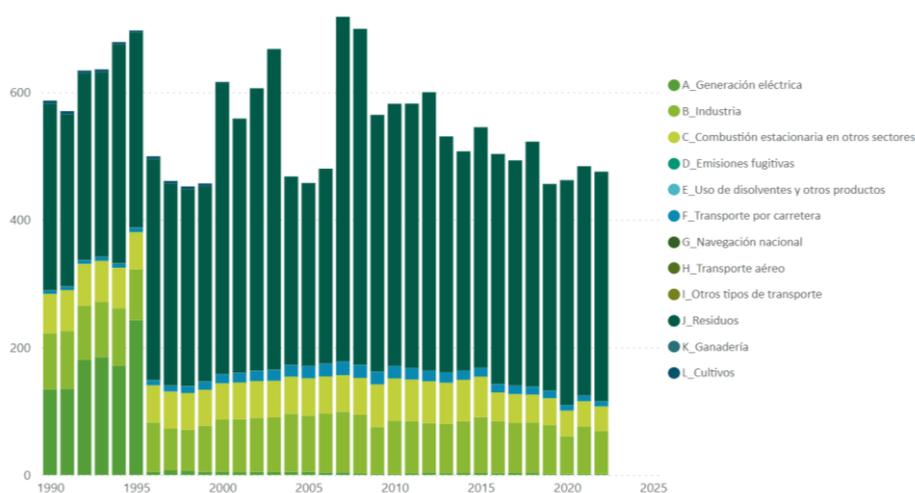
Figura 30. Medianas de concentración de la suma de PCDD y PCDF (microgramo/m³) obtenidas con los datos de 38 campañas experimentales (desde verano de 2008 hasta otoño de 2017)



Fuente: Informe Estratégico de la red Nacional de Vigilancia Ambiental de COP

Sobre las emisiones de dioxinas y furanos, el informe interactivo del Sistema Español de Inventario y Proyecciones de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera (SEI) recoge estimaciones de las emisiones de dioxinas y furanos generadas por distintos sectores y su evolución desde 1990.⁶³

Figura 311. Emisiones de dioxinas y furanos (en g I-TEQ) por sector GNFR. Periodo 1990-2022



Fuente: Inventario nacional de emisiones y absorciones a la atmósfera: Informe interactivo

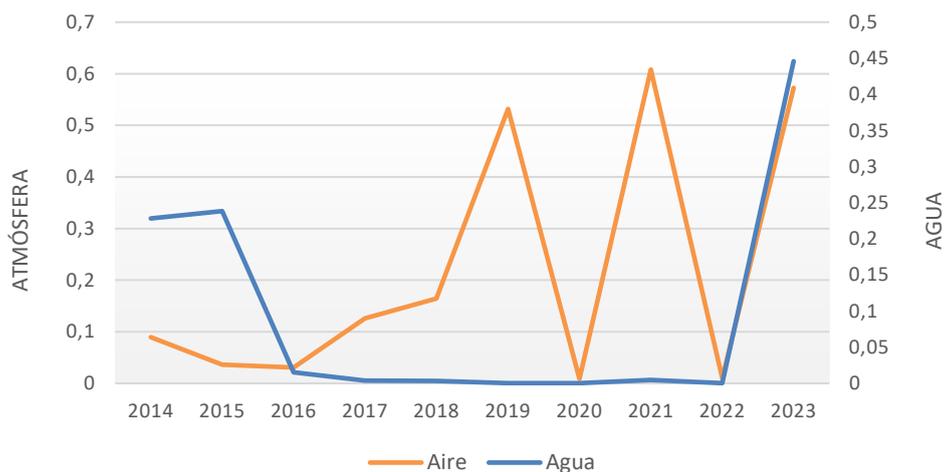


En 2022, se emitieron aproximadamente 471,9 g I-TEQ, lo que representa una disminución de un 18,7% en comparación con 1990 y un 1,8% con 2021. El principal sector que contribuyó a las emisiones fue el sector de residuos con un 75,7% del total, seguido de la industria con un 14.2%

En cuanto a la evolución presentada, destaca la disminución del 98,9% de las emisiones procedentes del sector de generación eléctrica vinculada a los niveles de emisión fijados por la legislación en el sector, aunque esta reducción ha sido contrarrestada con el aumento de un 24,4 % las emisiones del sector residuos

Por otra parte, el PRTR incluye tanto emisiones a la atmósfera como vertidos al agua de dioxinas y furanos. Cataluña y Murcia han sido las comunidades autónomas con un mayor vertido de dioxinas y furanos al agua procedentes de grandes instalaciones de combustión como las centrales térmicas o refinerías. En cuanto a las emisiones atmosféricas de dioxinas y furanos, estas se caracterizan por la existencia de tres años con una liberación mayor que la media (2019, 2021 y 2023) procedente de Cataluña y País Vasco.

Figura 32. Evolución de las emisiones atmosféricas y los vertidos al agua de dioxinas y furanos (kg/año). Periodo 2014-2023



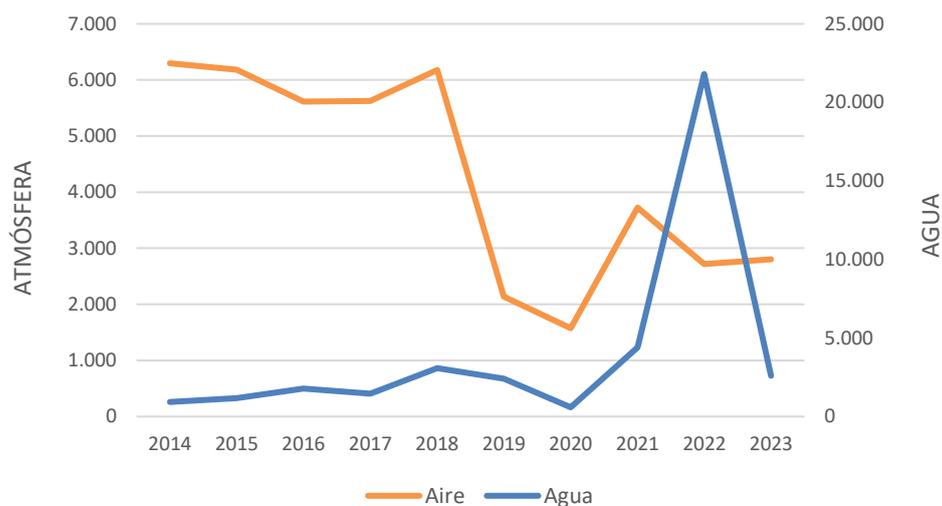
Fuente: Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes

Además de las actividades anteriores, existen varios estudios de monitorización de dioxinas y furanos entre los que se encuentran:

- Perelló, G *et al.* Estudiaron el contenido de estos compuestos en alimentos (pescado y marisco) para evaluar la exposición humana de la población de Cataluña a PCDD/PCDF. Los datos reflejaron que desde el año 2000 los niveles han disminuido drásticamente.⁶⁴
- Parera J, *et al.* Estudiaron las emisiones al aire de PCDD/PCDF, en Cataluña durante el periodo 1994-2015 en 48 estaciones de vigilancia ubicadas en zonas de mayor localización de industria y tráfico, se puede observar que los niveles se han reducido drásticamente.⁶⁵

Por otro lado, el PRTR abarca tanto las emisiones de HAP a la atmósfera como los vertidos al agua. Cataluña y Murcia han sido las comunidades autónomas con los mayores vertidos de HAP al agua, originados principalmente en plantas de tratamiento de aguas residuales y en instalaciones de gestión de residuos. En cuanto a las emisiones de HAP a la atmósfera, estas provienen en su mayoría de grandes instalaciones de combustión, como la fundición de minerales ferrosos y la producción de clínker, ubicadas principalmente en el País Vasco y Galicia.

Figura 34. Evolución de las emisiones atmosféricas y los vertidos al agua de HAP (kg/año). Periodo 2014-2023



Fuente: Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes

5.9 Conclusiones

I. COP intencionales (anexos A y B del Convenio y anexos I y II del Reglamento):

En la actualidad no hay producción, comercialización ni uso de ninguno de los COP intencionales que fueron usados como plaguicidas. Tampoco se han detectado existencias de estos plaguicidas COP. Sin embargo, es necesario prestar especial atención a las localizaciones donde se sintetizó difcofol y lindano, especialmente este último, debido a los episodios de contaminación

No se ha detectado producción, comercialización ni usos fuera de las exenciones de ninguno de los COP intencionales con aplicaciones y usos industriales, aunque es muy posible que estén presentes en el mercado en artículos y productos que los puedan contener.; al final de su vida útil habrá que asegurar que se gestionan de manera ambientalmente racional. En este sentido, hay que resaltar el caso de los PCB, cuya eliminación aún no se ha completado, y, sobre todo, el caso de los PFOS y los retardantes de llama bromados PBDE. Es por tanto muy importante identificar y controlar los flujos de los residuos que contienen COP y asegurar la correcta gestión de los mismos, siguiendo lo establecido en el Convenio, el Reglamento y la legislación sectorial aplicable.

En la actualidad, varias empresas del sector petroquímico han comunicado poseer existencias



de espumas anti-incendio con PFOA, acogidas a una exención. Es necesario mantener un diálogo con estas empresas para confirmar que estas existencias se eliminan de manera ambientalmente racional.

El inventario de existencias de PCB se mantiene actualizado gracias al trabajo de las CCAA. Sin embargo, es necesario confirmar que estas existencias pueden eliminarse de forma ambientalmente racional en los plazos marcados.

Por último, tanto el UV-328 como el decolorante Plus son compuestos con un gran número de usos y de exenciones a su prohibición. Se debe mantener un intercambio de información constante con las empresas afectadas por esta prohibición para detectar la existencia de inventarios de productos con estos COP.

II. COP no intencionales (anexo C del Convenio y anexo III del Reglamento):

Se están adoptando medidas para la minimización de estos COP, fundamentalmente desde los ámbitos de emisiones (industriales y no industriales) y de calidad del aire, entre otros. La mayoría de las medidas (MTD/MPA) que se aplican, y que progresivamente se mejoran, contribuyen y son eficaces para minimizar, al tiempo, las emisiones de varios contaminantes COP del anexo C.

Aunque cada vez hay más estudios y mejora la caracterización de las emisiones de COP, la definición de factores de emisión para dioxinas/furanos y para HAP está más avanzada que para HCB y PCB y para el resto de COP no intencionales no hay prácticamente información.

La falta de control de los flujos de residuos que contienen COP y su incorrecta gestión es otro punto importante de riesgo que puede suponer la dispersión de los COP.

Este PNA puede ayudar a sensibilizar a los encargados de formular políticas y de adoptar decisiones acerca de los COP y a los ciudadanos sobre la contaminación silenciosa e invisible de los COP y sus efectos para la salud y el medio ambiente.



6. RESIDUOS Y SUELOS CONTAMINADOS

6.1. Residuos

El Artículo 6 del Convenio de Estocolmo establece que los COP deben eliminarse asegurando su destrucción o transformación irreversible para que no conserven sus características contaminantes. Si esto no fuese viable o su concentración es baja, pueden gestionarse de forma ambientalmente racional según normativas internacionales.

Por su parte, el Artículo 7 del Reglamento sobre COP obliga a eliminar o valorizar los residuos COP asegurando su destrucción o transformación irreversible, prohibiendo su reciclado o reutilización, conforme a la parte 1 del anexo V del Reglamento. Como excepción, los residuos con concentraciones inferiores a los límites del anexo IV pueden gestionarse de otro modo, siempre bajo la normativa comunitaria.

A nivel nacional, en el año se publicó la Ley 7/2002, de residuos y suelos contaminados para una economía circular. En su artículo 27, de eliminación de residuos establece que se deberán destinar a eliminación aquellos residuos que contengan o estén contaminados con cualquier sustancia incluida en el anexo IV del Reglamento sobre COP, en concentraciones superiores a las establecidas en dicho anexo, cuando no se hayan podido valorizar mediante operaciones de tratamiento que garanticen la destrucción o transformación irreversible del contenido del COP, no siendo posible el reciclado de dichos residuos mientras contenga el COP.

Además, el MITERD ha elaborado el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR), cuya versión 2024-2035 se encuentra en proceso de evaluación ambiental estratégica y será aprobada próximamente. Este plan tiene como objetivo principal guiar la política medioambiental en materia de residuos, definiendo estrategias, directrices y metas para su gestión integral. Además, el PEMAR analiza diversos tipos de residuos, incluyendo los PCB. La versión anterior, correspondiente al período 2016-2022, está disponible en el siguiente enlace:

https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/planes-y-estrategias/pemaraprobado6noviembrecondae_tcm30-170428.pdf

De igual manera, las CCAA han elaborado y desarrollado también planes autonómicos de residuos en los que se marcan objetivos específicos de reducción, reutilización, reciclado y otras formas de valorización.⁶⁷

El Convenio y el Reglamento prescriben medidas para la eliminación de COP tan pronto como sea posible, considerando todo su ciclo de vida. Como se ha descrito en capítulos anteriores, no hay a día de hoy en España producción, comercialización o nuevos usos de los productos COP, pero sí que hay numerosos artículos y productos que contienen COP y que están aún en uso que deberán ser gestionados como residuos COP al final de su vida útil. En la actualidad (2025), según la información reportada por las Comunidades Autónomas y el sector industrial, las únicas existencias de COP en el territorio español consisten en espumas anti-incendio a base de PFOA localizadas en instalaciones del sector petroquímico y en artículos contaminados o que contienen PCB. Estas existencias están bien identificadas y se está trabajando con los sectores implicados y las CCAA para que sean eliminadas de manera ambientalmente racional en los

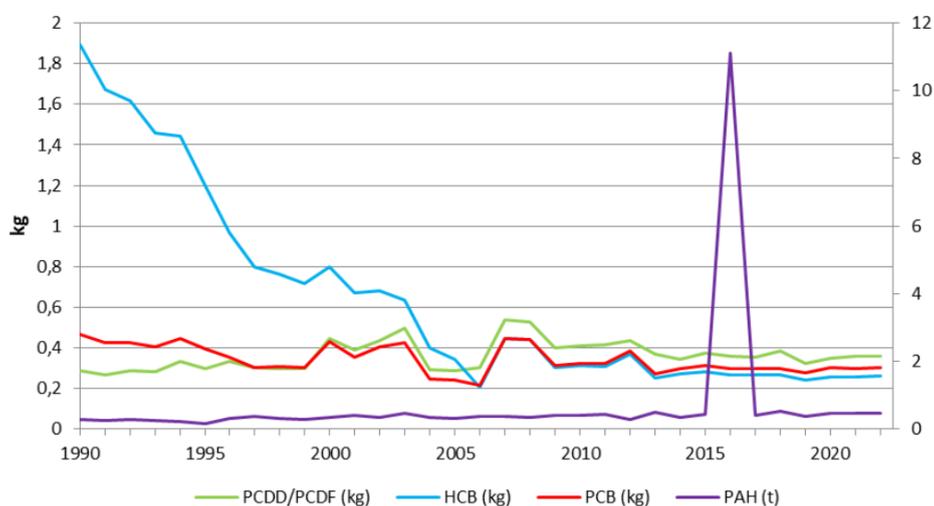


plazos marcados por el Reglamento sobre COP.

La gestión de residuos COP, además, se ha complicado enormemente con la entrada de los COP incluidos a partir de 2009 (PBDE, PFOS, PCCC, etc.) ya que estos COP han sido usados en una amplísima variedad de sectores.

En cuanto a las emisiones a la atmósfera de COP procedentes del sector residuos, el informe 2023 de emisiones de contaminantes a la atmósfera⁶⁸ dedica un capítulo específico a las emisiones correspondientes al sector de residuos (no incluye Islas Canarias). La siguiente figura refleja las emisiones de COP (dioxinas, HAP, HCB y PCB) procedentes de este sector de 1990 a 2022. Dentro de este sector, las categorías de incineración y otros tratamientos de residuos son las que más contribuyen a estas emisiones COP.

Figura 35. Emisiones de COP procedentes del sector residuos. 1990-2022



Fuente: Informative Inventory Report. MITERD

La figura muestra que una tendencia constante de las emisiones de dioxinas y furanos y PCB con fluctuaciones relacionadas con la cantidad de lodos de depuradora incinerados. También está vinculado, en menor medida, a la producción anual y su consecuente quema de residuos en actividades de quema de residuos agrícolas e incendios accidentales.

Se aprecia también una disminución hasta en el periodo 1990-2005 de las emisiones de HCB debido al progresivo fin de la incineración los residuos clínicos combinado con el fin de la quema de residuos no gestionados en 2003 debido a la introducción de plantas de incineración de residuos municipales con recuperación de energía. Desde 2005 la figura muestra una tendencia constante debido a la cantidad de incineración de lodos de depuradora y cremaciones.

Por último, las emisiones de HAP dentro del sector de residuos están totalmente dominadas por las actividades de quema de residuos agrícolas. En 2016 hubo un ligero aumento debido a las emisiones accidentales de neumáticos reportadas en "otros residuos".



Todo esto convierte a la gestión de residuos COP en una de las áreas de actuación más importantes para la eliminación de estos contaminantes y, a la vez, en una de las áreas con mayor complejidad de gestión y con mayor riesgo de dispersión de los COP. Por lo tanto, es crucial identificar y controlar los flujos de los residuos que contienen COP y asegurar la correcta gestión de los mismos, siguiendo lo establecido en el Convenio, el Reglamento y la legislación aplicable.

6.2 Suelos Contaminados

El artículo 6 del Convenio de Estocolmo insta a cada parte a desarrollar estrategias para identificar sitios contaminados con sustancias de los anexos A, B o C y, si se lleva a cabo su saneamiento, garantizar que se haga de forma ambientalmente racional. En cambio, el Reglamento sobre COP no hace ninguna consideración sobre suelos contaminados con COP.

En España, la declaración de un suelo como contaminado sigue un procedimiento regulado por la Ley 7/2022, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, junto con el Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados. El proceso comienza con la identificación del suelo potencialmente contaminado, ya sea por iniciativa de las CCAA o por obligación del titular de la actividad. Posteriormente, se realiza una investigación del suelo, donde un análisis de riesgos evalúa la presencia de contaminantes y su impacto en la salud y el medio ambiente, comparando las concentraciones detectadas con los niveles genéricos de referencia. Si se confirma un riesgo significativo, la administración autonómica declara oficialmente el suelo como contaminado mediante resolución. Finalmente, las CCAA deben elaborar un inventario con los suelos contaminados declarados y aquellos que hayan sido descontaminados de forma voluntaria. Posteriormente, El Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico debe elaborar el inventario estatal de declaraciones de suelos contaminados y de descontaminaciones voluntarias a partir de la información remitida por las comunidades autónomas, al objeto de cumplir con las obligaciones de información a nivel nacional, de la Unión Europea e internacional

Es importante señalar que el listado de contaminantes recogido en el Real Decreto 9/2005 solo incluye los doce Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) originales, conocidos como la "docena sucia", sin haber incorporado los nuevos COP añadidos posteriormente en los anexos del Reglamento sobre COP. Por esta razón, es muy probable que en España existan más suelos contaminados con este tipo de sustancias, especialmente aquellos en los que se sabe que su uso ha sido generalizado, como el PFOA o ciertos PBDE.

En la consulta realizada en 2025 sobre los datos disponibles del inventario estatal de declaraciones de suelos contaminados y descontaminaciones voluntarias arrojó los siguientes datos:

- En España hay declarados 125 suelos contaminados por COP.
- Cantabria es la comunidad autónoma con un mayor número de suelos contaminados declarados, seguido de Galicia, Cataluña, Comunidad de Madrid y Andalucía.



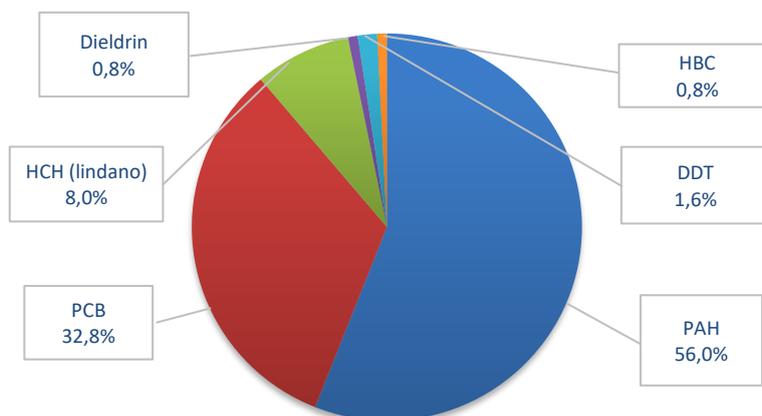
Tabla 12. Distribución de suelos contaminados con COP por CCAA

Comunidad Autónoma	Número de suelos contaminados	Porcentaje
Andalucía	15	12 %
Aragón	6	4,8 %
Baleares	3	2,4 %
Cantabria	26	20,8 %
Castilla la Mancha	4	3,2 %
Cataluña	21	16,8 %
Comunidad de Madrid	17	13,6 %
Comunidad Valenciana	3	2,4 %
Extremadura	3	2,4 %
Galicia	24	19,2 %
Navarra	1	0,8 %
Principado de Asturias	2	1,6 %
Total	125	100 %

Fuente: Inventario Estatal de declaración de suelos contaminados

- De las CCAA que han declarado suelos contaminados con COP, prácticamente todas tienen presencia de HAP y PCB a excepción de Aragón, donde el 100% tienen presencia de HCH (lindano) debido a la actividad industrial que hubo en la provincia de Huesca. Galicia y Cataluña son las otras regiones con suelos declarados con HCH.

Figura 36. Porcentaje de COP presentes en los suelos contaminados de España



Fuente: Inventario Estatal de declaración de suelos contaminados

- Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) son el COP presente en una mayor cantidad, con un 56% del total. Le sigue el PCB con un 32,8 % y el hexaclorociclohexano (lindano) con un 8%. De manera más testimonial se encuentran el DDT, el dieldrin y el hexaclorobenceno.



7. VIGILANCIA DE COP

El artículo 11 del Convenio de Estocolmo establece que las Partes fomentarán la investigación, desarrollo, vigilancia y cooperación sobre COP y sus alternativas, incluyendo su presencia y tendencias en personas y el medio ambiente.

Por su parte, el artículo 11 del Reglamento sobre COP dispone que la Comisión, con apoyo de la Agencia y los Estados miembros, deberá establecer o mantener programas de vigilancia que proporcionen datos periódicos y comparables sobre la presencia de estas sustancias en el medio ambiente.

El Plan Global de Vigilancia de COP (GMP) es un elemento esencial para la “Evaluación de la Eficacia” del Convenio de Estocolmo (Artículo 16). Su objetivo es proporcionar un marco armonizado para la recopilación de datos comparables sobre la presencia de COP en distintas regiones, permitiendo identificar cambios en sus concentraciones a lo largo del tiempo y su transporte ambiental a nivel regional y global. El GMP prioriza la vigilancia de COP en el aire debido a su rápida respuesta a cambios en emisiones y su papel como medio de transporte global. Para COP solubles en agua, recomienda su medición en aguas superficiales. En humanos, la vigilancia se centra en leche y sangre.

La identificación en el primer PNA de 2007 de la falta de un sistema integral de vigilancia de COP en España resaltó la necesidad de establecer una Red Nacional de Vigilancia Ambiental de COP. Esta red permitiría recopilar y difundir datos representativos y periódicos sobre la presencia de estos contaminantes en personas, alimentos y compartimentos ambientales, garantizando un seguimiento eficaz a nivel nacional. Además, facilitaría el cumplimiento de los compromisos del Convenio de Estocolmo y el Reglamento sobre COP, asegurando una vigilancia coordinada y sistemática de estas sustancias y sus posibles candidatos.

7.1 Red Nacional de Vigilancia Ambiental de COP

En línea con lo recogido sobre vigilancia en el Convenio y en el Reglamento, las medidas del PNA y las orientaciones del GMP, la Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental del MITERD (ahora Subdirección General de Prevención de la Contaminación del MITERD) estableció a finales de 2007 las bases para implantar la “Red Nacional de Vigilancia Ambiental de COP” mediante encomiendas de gestión con el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) y el Instituto de Química Orgánica General del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

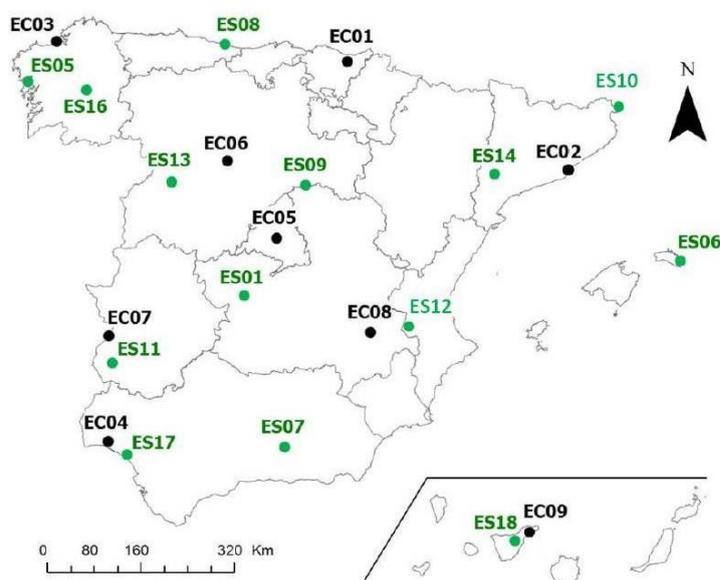
La Red consta de 23 puntos de muestreo, 14 en localidades remotas (indicativos de las concentraciones de fondo) y 9 en ciudades, repartidos por el territorio peninsular y los archipiélagos balear y canario. Desde 2008 hasta la actualidad está establecido un programa de vigilancia que, trimestralmente y en todos los puntos de la red, recoge muestras de aire que se analizan y se determinan las concentraciones de 63 analitos, correspondientes a las siguientes familias:

- dioxinas y furanos (PCDD/F)

- policlorobifenilos (PCB)
- retardantes de llama bromados: éteres de polibromodifenilo (PBDE)
- hexaclorociclohexanos (HCH), incluido el lindano
- hexaclorobenceno (HCB)
- DDT y sus metabolitos.

Las muestras se toman con muestreadores de aire pasivos, en los que los contaminantes adsorbidos son posteriormente extraídos, purificados y cuantificados mediante cromatografía de gases de alta resolución acoplada a espectrometría de masas. Los datos se analizan estadísticamente para interpretar los resultados y los cambios observados.

Figura 37. Distribución de los puntos de muestreo de la Red Nacional de Vigilancia Ambiental de COP



Fuente: Red Nacional de Vigilancia de COP

- Estaciones remotas (ES): ES01 (San Pablo de los Montes, Toledo), ES05 (Noia, La Coruña), ES06 (Mahón, Baleares), ES07 (Víznar, Granada), ES08 (Niembro, Asturias), ES09 (Campisábalos, Guadalajara), ES10 (Cabo de Creus, Gerona), ES11 (Barcarrota, Badajoz), ES12 (Zarra, Valencia), ES13 (Peñausende, Zamora), ES14 (Els Torms, Lérida), ES16 (Lugo: O Saviñao), ES17 (Doñana, Huelva), ES18 (Izaña, Tenerife).
- Estaciones urbanas (EC): EC01 (Azpeitia, Guipúzcoa), EC02 (Barcelona), EC03 (La Coruña), EC04 (Huelva), EC05 (Madrid), EC06 (Valladolid), EC07 (Badajoz), EC08 (Albacete), EC09 (Santa Cruz de Tenerife).

A lo largo del tiempo la Red ha incrementado su actividad, aumentando el número de COP analizados y diversificando el tipo de muestreos. En el año 2013 se incluyó la determinación del sulfonato de perflurooctano (PFOS) en aguas superficiales, efectuando tomas de muestras trimestrales en 4 puntos de la cuenca del Tajo (CIEMAT) y otros 4 puntos de la del Duero (CSIC).



En 2015 se incluyó la determinación de endosulfán y pentaclorobenceno en aire en las 23 estaciones. Desde 2016 se efectúan muestreos de aire trimestrales con captadores de alto volumen en 4 estaciones, Madrid, Barcelona, Doñana y Niembro. En el año 2019 se incorporó la determinación del PFOA en aguas superficiales y en 2021 el PFHxS.

Los datos obtenidos en estas actividades se almacenan en la Base de datos de Calidad del Aire del MITERD y se remiten regularmente al “Programa concertado de seguimiento y evaluación del transporte a gran distancia de los contaminantes atmosféricos en Europa” (EMEP) del Convenio de Ginebra. Los resultados se presentan en el Grupo Técnico de COP y también se reportan a la Comisión UE y a la Secretaría del Convenio de Estocolmo.

7.2 Estudios de Biomonitorización

La Biomonitorización Humana (BMH) es una herramienta fundamental para proteger la salud, ya que proporciona datos precisos sobre la exposición a sustancias químicas mediante el análisis de estas sustancias o sus metabolitos en muestras humanas. Permite determinar los niveles de exposición tanto a nivel individual como colectivo, identificar las vías de contacto y los factores que influyen en dicha exposición, además de contribuir al diseño y evaluación de políticas para su reducción.

La Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental del MITERD desde 2007 ha participado también en la financiación de diferentes estudios de investigación sobre la presencia de COP en la población humana mediante encomiendas de gestión con el Centro Nacional de Sanidad Ambiental (CNSA) del Instituto de Salud Carlos III (ISCIII).

En este marco se realizó el estudio BIOAMBIENT.ES, un estudio a escala nacional sobre una muestra representativa de población adulta española durante el periodo 2009-2010. El objetivo de este estudio fue establecer información básica de la población española a escala nacional, en una selección de contaminantes incluidos en el Convenio de Estocolmo en concreto: Bifenilos Policlorados (PCB), Polibromodifenil éteres (PBDE), Pesticidas Organoclorados, metabolitos de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH) y Compuestos Perfluoroalquilicos (PFC). Los resultados más relevantes fueron:

Los PCB-138, 153 y 180 se detectaron en el 90% de las muestras, siendo el PCB-180 el más frecuente y con mayor contribución al total.

- Los niveles de plaguicidas organoclorados fueron similares o inferiores a los de otros países europeos, excepto el HCB y HCH, que fueron algo más altos. El compuesto predominante fue el 4,4-DDE, seguido del HCB, y los niveles generales fueron menores que en estudios españoles previos.
- Los valores de compuestos polibromados (PBDE) fueron similares o inferiores a los de Europa, destacando el PBDE 153, presente en el 97,47% de la muestra. Otros congéneres como BTBPE, PBDE 197, PBDE 209 y DPBDE se cuantificaron en más del 60% de los individuos.
- Los niveles de metabolitos de HAP fueron similares a estudios anteriores en España, con



valores de 1-Hidroxipireno e hidroxifenantrenos ligeramente menores que en otros países europeos.

- Entre los compuestos perfluorados, el PFOS presentó los niveles más altos, seguido del PFOA, PFHxS, PFNA y PFDA.

El Plan Estratégico de Salud y Medioambiente (2022-2026) incluye entre sus principales objetivos la creación de una infraestructura de biomonitorización humana para analizar la exposición de la población a sustancias químicas y sus posibles efectos en la salud.

En este contexto, la Orden PCM/1049/2022, de 1 de noviembre, establece la Comisión Interministerial de Biomonitorización Humana (CIBMH), encargada de la creación, coordinación y mantenimiento de la estructura nacional de biomonitorización humana. Esta labor estará a cargo del Ministerio de Sanidad, en colaboración con el Instituto de Salud Carlos III. Además, la CIBMH contará con la participación de las autoridades sanitarias de las comunidades autónomas y de las ciudades de Ceuta y Melilla, así como de diversos ministerios y organismos científicos y técnicos involucrados en la investigación y el control dentro del ámbito biomédico y de la salud.

A nivel europeo, España forma parte de la Iniciativa Europea de Biomonitorización Humana (HBM4EU) cuyo propósito es establecer, coordinar y mejorar la biovigilancia de la salud humana relacionada con la exposición a sustancias químicas en Europa. La creación de la CIBMH cumple con este objetivo. España seguirá trabajando a través del nodo nacional desarrollado en HBM4EU, que continuará con el Partenariado para la Evaluación de Riesgos de Sustancias Químicas (PARC) y se fortalecerá institucionalmente con la CIBMH.

Por último, hay que destacar que el Ministerio de Sanidad, en colaboración con otros tres ministerios y diversas entidades científicas, tiene previsto iniciar en diciembre de 2024 el primer gran estudio estatal de biomonitorización humana. Este estudio se enmarca dentro de la nueva estructura nacional de biomonitorización humana y tiene como objetivo medir los niveles de contaminantes en miles de voluntarios, con el fin de evaluar cómo afectan las sustancias químicas cotidianas a la salud de la población. Los resultados obtenidos servirán como base para implementar medidas de salud pública fundamentadas en evidencia científica.

La siguiente tabla recoge los Planes y Programas de Vigilancia que realizan un seguimiento de COP del Reglamento sobre COP y de las sustancias candidatas en proceso de nominación en el POPRC.

Tabla 12. Planes y Programas de vigilancia sobre COP

I. Medio Ambiente

Organismo/Entidad	Programa/proceso de vigilancia	COP
EMEP	Programa Cooperativo de Vigilancia y Evaluación de la transmisión a larga distancia de contaminantes atmosféricos en Europa.	PAH en PM ₁₀ y totales (Benzo(a) pireno, Benzo(b)fluoranteno, Benzo(k)fluoranteno)
	Programas en CCAA – Directiva 2004/107/CE, y asociados al Programa EMEP	PCDD/PCDF
Convenio OSPAR	Programa de vigilancia atmosférica (Comprehensive)	PCB, PAH, PCDD/PCDF, PBDE



Organismo/Entidad	Programa/proceso de vigilancia	COP
	Atmospheric Monitoring Programme - CAMP	
	Entradas fluviales y descargas directas (Comprehensive Study on Riverine Inputs and Directive Discharges - RID)	
	Concentraciones y efectos en el medio ambiente marino (Coordinated Environmental Monitoring programme - CEMP)	
Confederaciones hidrográficas	Red de Sustancias Prioritarias/Sustancias Peligrosas Prioritarias y sustancias sometidas a revisión para su posible identificación como sustancias prioritarias o peligrosas prioritarias.	Aldrina, Dieldrina, Endrina, HCB, PCB, DDT, HCH, PAH, PBDE, PeCB, Endosulfán, HCBd, PCP, PCN
Agencia Catalana de l'Aigua	Redes de control en aguas y sedimentos (aguas litorales, superficiales y subterráneas, sedimentos y biota).	Plaguicidas organoclorados, PCB, PCDD/PCDF, PAH
Confederaciones hidrográficas	Red de Sustancias Prioritarias/Sustancias Peligrosas Prioritarias y sustancias sometidas a revisión para su posible identificación como sustancias prioritarias o peligrosas prioritarias.	Aldrina, Dieldrina, Endrina, HCB, PCB, DDT, HCH, PAH, PBDE, PeCB, Endosulfán, HCBd, PCP, PCN
País Vasco. Agencia Vasca del Agua	Redes de control en aguas y sedimentos (aguas litorales, superficiales y subterráneas, sedimentos y biota)	Aldrina PCB, DDT, Dieldrina, Endosulfán, Endrina, Éter de pentabromodifenilo (BDE-99), Éter de tetrabromodifenilo (BDE-47), Heptacloro, Hexaclorobenceno, Hexaclorobutadieno, Hexaclorociclohexanos (incluido lindano), Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos, Parafinas cloradas de cadena corta, Pentaclorobenceno

II. Salud

Organismo/Entidad	Programa/proceso de vigilancia	COP
OMS	Biomonitorización en leche materna y niños	
MSCBS – Subdirección General de Sanidad Ambiental y Salud Laboral	Sistema de Toxicovigilancia de la Red Nacional de Vigilancia, Inspección y Control de productos químicos.	
	Sistema Nacional de Información de Aguas de Consumo (SINAC). http://sinac.msssi.es/SinacV2/	Hexaclorociclohexano (isómeros α, β y γ , lindano), Aldrina, Clordano, DDT, Dieldrina, Endrina, Endosulfan, Heptacloro, Hexaclorobenceno, PAH
País Vasco. Departamento de Salud	Programa de control de las Aguas de Consumo-Control de plaguicidas	Aldrina, Cloroalcanos de Cadena Corta (PCCC C10-C13), DDT, Dieldrina, Endrina, Heptacloro, Hexaclorobenceno (HCB), Hexaclorociclohexanos (HCH - incluido Lindano), Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP), Endosulfán

III. Alimentos

Organismo/Entidad	Programa/proceso de vigilancia	COP
OMS	PCB y dioxinas en salmón.	PCB, PCDD/PCDF
EFSA	Estudios de evaluación sobre la detección de contaminantes en muestras de alimentos y piensos.	PCDD/PCDF, PCB, HBB, PAH
	Estudio de PBDE en alimentos.	PBDE
	PFAS se están determinando en alimentos de acuerdo a la Recomendación de la Comisión 2010/161/EC.	PFOS, PFOA, PFHS/PFHA
MSCBS - AESAN	Red de alerta alimentaria. Plan Nacional de Control Oficial de la Cadena Alimentaria (PNCOCA) 2016-2020, de acuerdo al Reglamento (CE) nº	



Organismo/Entidad	Programa/proceso de vigilancia	COP
	882/2004.	
	Planes Nacionales específicos de Control Oficial. Programa de Control de Residuos de Plaguicidas, de acuerdo al Reglamento (UE) 2017/625.	
Generalitat de Catalunya. Departamento de Salud. Departamento de Agricultura Ganadería y Pesca	Plan de Investigación de residuos en animales y carnes frescas de Cataluña.	Aldrina, PCB, Clordano, DDT, Dieldrina, Endrina, Heptacloro, HCB, HCH-Lindano, Endosulfán, Mirex
	Estudios de exposición en dieta total 2008, 2012, 2015.	PCDD/PCDF, PCB, PAH, Plaguicidas organoclorados, DDT, HCH (lindano)
	Control Oficial de la Higiene en la producción primaria agrícola y del uso de los productos fitosanitarios.	Plaguicidas (Aldrina, Dieldrina, Endrina, Clordano, DDT, Heptacloro, HCB, $\alpha/\beta/\gamma$ HCH, Endosulfán.
	Programa de control oficial de alimentación animal 2016-2020.	PCB, PCDD y Furanos, Plaguicidas (aldrin, dieldrin, endrin, Clordano, DDT, Heptacloro, HCB, $\alpha/\beta/\gamma$ HCH, endosulfan
Junta de Andalucía	Programa de control establecidos por la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio en cumplimiento de las prescripciones establecidas en la Directiva Marco del Agua y el RD 817/2015 de 11 de septiembre.	Aldrina, DDT, Dieldrina, Endosulfan, Endrina, Eter dehexabromodifenilo, éter de pentabromodifenilo, éter de tetrabromodifenilo, Hexaclorobenceno, Hexaclorobutadieno, Hexaclorociclohexano, HAP, Parafinas cloradas de cadencorta, Pentaclorobenceno, Pentaclorofenol, Heptacloro
Junta de Extremadura	Programa de determinación de riesgos físico químicos en Seguridad Alimentaria y Salud Medioambiental: - Investigación de Residuos en Alimentos de Origen Animal (vigilancia de plaguicidas en productos de origen vegetal y en productos de origen animal y control de residuos de los plaguicidas que no se pueden utilizar en los productos agrícolas destinados a la elaboración de preparados para lactantes y niños de corta edad).	Trifluralina, HCH (α -HCH, β -HCH, Lindano), HCB, Heptacloro, Alaclor, Aldrina, Dieldrina, DDT (DDE, DDD, o,p' - DDT, p,p' - DDT), Endrina, Clordano, Dicofol
Región de Murcia	Actuaciones de Vigilancia y Control de Contaminantes Químicos en Alimentos: -Plan de Vigilancia para la Detección de Residuos en Animales Vivos y sus Productos.	PCB, HCB, HCH (α -HCH, β -HCH, Lindano, δ -HCH), Endrina, Aldrina, Dieldrina, Heptacloro, Heptacloro-epóxido**, DDT (o,p' -DDE, p,p' -DDE, o,p' -DDD, p,p' -DDD, o,p' -DDT, p,p' -DDT, Σ DDT), PCDD/PCDF, PAH
País Vasco Departamento de Salud	Programas de control y garantía de la calidad sanitaria de los alimentos: - Plan de Investigación de Residuos en Alimentos de Origen Animal.	Aldrina, DDD, DDE, DDT, Dieldrina, Endrina, α -HCH, β -HCH, Lindano, Heptacloro, Heptacloro-epóxido, PCB, endosulfán (α -Endosulfán, β -Endosulfán, Endosulfán sulfato
Govern de les Illes Balears	Programa de Control y Vigilancia de Contaminantes Químicos en alimentos.	PCDD/PCDF, PCB, PAH Plaguicidas Organoclorados
Junta de Castilla la Mancha	Control oficial de productos alimenticios (COPA): - Programa de determinación de dioxinas y PCB similares a las dioxinas en cerdo, productos cárnicos y salmón.	PCDD/PCDF, PCB
Comunidad de Madrid	Plan Integral de Alimentación y Nutrición - Programa de Vigilancia y Control de Contaminantes y Residuos en Alimentos, - Subprograma de Control de Residuos Químicos	PCB, PCDD/PCDF, PAH
Comunitat Valenciana	Estudio y control de contaminantes presentes en los alimentos y con incidencia en la salud de la población: - Vigilancia de residuos de plaguicidas sobre productos vegetales en el mercado, - Vigilancia de residuos en productos de origen animal, - Investigación y control de contaminantes en productos alimenticios.	PCDD/PCDF, PCB, PAH
Junta de Andalucía	Programa de Seguridad Alimentaria	PCDD/PCDF, PCB, PAH
Gobierno de Canarias	Programa para el Control de Contaminantes	PAH, PCDD/PCDF



Organismo/Entidad	Programa/proceso de vigilancia	COP
	Medioambientales y Residuos Zoonositarios en los Alimentos.	

IV. Piensos

Organismo/Entidad	Programa/proceso de vigilancia	COP
Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA)	Informes acerca de los programas de seguridad alimentaria, soluciones tecnológicas y certificación de la calidad, en la industria de piensos compuestos.	PCDD/PCDF



8. INFORMACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN

El artículo 10 del Convenio de Estocolmo establece la obligación de sensibilizar a responsables políticos y al público sobre los COP, sus riesgos y alternativas, así como formar a trabajadores y especialistas. Este artículo tiene su reflejo en el Reglamento sobre COP que, a través de su artículo 11 regula el intercambio de información de manera similar.

La contaminación por químicos peligrosos es un problema complejo que afecta a diversos sectores. Su número ha aumentado en las últimas décadas, lo que ha generado una legislación cada vez más extensa y especializada, como REACH y CLP, junto con un volumen considerable de información y estudios. No obstante, para la ciudadanía sigue siendo difícil comprender los riesgos asociados a ciertos compuestos, incluidos los COP, que son altamente peligrosos para la salud y el medio ambiente, incluso en concentraciones muy bajas.

El diagnóstico del primer PNA (2007) reveló que los COP no formaban parte del discurso social en España, eran poco conocidos por el público y, en consecuencia, no se percibían como un peligro

Para intentar paliar esta situación, la presente actualización del PNA tiene como objetivo el promover la sensibilización de la sociedad y la divulgación de la información sobre COP a través de un conjunto de medidas específicas orientadas a informar a la sociedad sobre los riesgos y la presencia de estos compuestos en el entorno. Algunas de las acciones desarrolladas desde el MITERD se han centrado en la transmisión de información mediante talleres, jornadas informativas, etc. También, existe material divulgativo específico dirigidos a la sociedad en general, incluidos los grupos vulnerables y profesionales.

Concretamente se han llevado a cabo las siguientes acciones durante el periodo 2019-2025:

- Jornada sobre PFAS: los químicos eternos. Abril de 2022
- Creación de un guía de aplicación sobre el Reglamento sobre COP
- Elaboración de una guía sobre las espumas anti incendios con PFAS
- Reuniones anuales de grupo técnico de COP. Durante este periodo se ha informado de todos los cambios tanto en el convenio como en el reglamento de COP.

Los COP aparecen como tema específico en las páginas web del MITERD y de varias Comunidades Autónomas, en donde se informa de la naturaleza de estos compuestos químicos y el riesgo que suponen teniendo en cuenta el ciclo de vida, informan de su situación y de la legislación relevante.

Desde la Subdirección General de Prevención de la Contaminación se van a realizar esfuerzos para aumentar la transparencia, publicando en la página web y en redes sociales los informes de la red de vigilancia, así como otros estudios e informes relacionados con COP. Se planea realizar varias actividades de divulgación para los sectores afectados y la administración pública, especialmente en el ámbito de PFAS.



9. ASISTENCIA TÉCNICA

El Artículo 12 del Convenio establece que las Partes deben proporcionar asistencia técnica oportuna y adecuada a los países en desarrollo y a los países con economías en transición para garantizar la implementación efectiva del Convenio. Además, se promoverá la transferencia de tecnologías y la creación de centros regionales y subregionales para apoyar estas iniciativas.

Por su parte, el artículo 12 del Reglamento refleja que los Estados Miembros y la Comisión de cooperarán para prestar asistencia técnica y financiera oportuna y adecuada a países en desarrollo y a países con economías en transición para ayudarlos a desarrollar y fortalecer su capacidad para cumplir las obligaciones establecidas en el Convenio. Dicha ayuda podrá canalizarse también a través de los centros regionales.

España cuenta con Medwaves, localizado en Barcelona, como centro regional para la creación de capacidad y transferencia de tecnología. Antiguamente denominado SCP/RAC, el centro se estableció en el año 1996 por decisión de las Partes contratantes del Convenio para la Protección del Medio Marino y la Región Costera del Mediterráneo (conocido como Convenio de Barcelona) y lleva a cabo su función en el marco del Plan de Acción para el Mediterráneo (PAM), perteneciente al PNUMA.⁶⁹ Posteriormente, fue designado como Centro Regional del Convenio de Estocolmo en 2009, durante la cuarta reunión de la Conferencia de las Partes (COP-4), mediante la decisión SC-4/23.

Las iniciativas de MedWaves en la prevención de productos químicos peligrosos y en la implementación del Convenio de Estocolmo se estructuran en las siguientes áreas:

- Asesoramiento técnico a responsables políticos para facilitar el cumplimiento del Convenio de Estocolmo.
- Recolección de información sobre nuevas problemáticas y fortalecimiento del vínculo entre la ciencia y las políticas públicas.
- Fomento de alternativas seguras a los productos químicos tóxicos y desarrollo de estrategias preventivas.
- Implementación de proyectos piloto en países del sur del Mediterráneo.
- Apoyo en la creación de materiales educativos, especialmente sobre los aditivos utilizados en plásticos.
- Acciones de concienciación a través de vídeos cortos, campañas en redes sociales, seminarios web y eventos en las conferencias de las partes (COP) de los convenios de Basilea, Róterdam y Estocolmo (BRS).
- Coordinación entre organizaciones internacionales dedicadas a esta temática.



10. LÍNEAS DE ACTUACIÓN DEL PNA

El PNA tiene como objetivo fundamental establecer un mecanismo para garantizar la protección de la salud humana y el medio ambiente frente a los COP.

Las actuaciones o medidas que se plantean a continuación responden al objetivo principal de cumplir con las obligaciones establecidas en el Convenio de Estocolmo y el Reglamento sobre COP.

Las medidas, que se han establecido gracias a la cooperación entre los distintos actores implicados, han sido definidas y estructuradas según las siguientes áreas prioritarias identificadas durante el desarrollo de esta actualización del PNA:

1. Producción, uso, comercio, existencias, sustitución y exenciones de uso.
2. Emisiones de COP.
3. Residuos y emplazamientos contaminados.
4. Actividades de vigilancia.
5. Información y sensibilización.

Bloque de medidas I. Producción, uso, comercio, existencias, sustitución y exenciones de uso.

Medida 1.1	Reforzar el seguimiento de las importaciones y exportaciones de sustancias incluidas en el anexo I o II del Reglamento sobre COP utilizadas para investigaciones a escala de laboratorio o como patrón de referencia	
	Implicados	Administraciones públicas (Aduanas) y centros de investigación
	Plazo de aplicación estimado	Continuo
	Indicadores	- Número de casos de importaciones de sustancias con COP detectados - Número de casos de exportación de sustancias con COP detectados

Medida 1.2	Controlar las existencias en España de sustancias incluidas en el anexo I o II, solas, en mezclas o en artículos, amparadas bajo alguna de las exenciones que permiten su uso	
	Implicados	MITERD, CCAA y ciudades autónomas
	Plazo de aplicación estimado	Continuo
	Indicadores	- Registro de exenciones actualizado anualmente - Número de comunicaciones con las CCAA sobre exenciones

Medida 1.3	Promover el uso de alternativas sostenibles que sustituyan a los nuevos COP, teniendo en cuenta el Convenio, la información generada por el Comité de Revisión del Convenio y otras orientaciones de nivel científico-técnico. Potenciar la divulgación de experiencias exitosas de sustitución en los sectores industriales afectados.	
	Implicados	MITERD
	Plazo de aplicación estimado	Continuo
	Indicadores	- Número de documentos relativos a la sustitución de nuevos COP y otras sustancias consideradas publicados - Número de jornadas específicos para la promoción de alternativas - Número de sectores industriales donde hayan sido sustituidos exitosamente los nuevos COP y otras sustancias consideradas



Medida 1.4	Incrementar los contactos con el sector industrial para recabar información cualitativa y cuantitativa sobre el uso de PFAS en determinados artículos y productos en los que se ha detectado una carencia de información	
	Implicados	MITERD
	Plazo de aplicación estimado	Medio plazo
	Indicadores	- Información recopilada

Medida 1.5	Elaboración de un real decreto de COP, que desarrolle el marco competencial y el régimen sancionador relativo a los COP	
	Implicados	MITERD
	Plazo de aplicación estimado	Medio plazo
	Indicadores	- Elaboración Real Decreto

Bloque de medidas II. Emisiones de COP

Medida 2.1	Fomentar el desarrollo y la utilización de factores de emisión armonizados con otros países de la UE	
	Implicados	MITERD
	Plazo de aplicación estimado	Corto/Medio plazo
	Indicadores	- Número de factores de emisión calculados incorporados al inventario de emisiones

Medida 2.2	Promoción de la inclusión de las emisiones de todos los COP de emisión no intencional (pentaclorobenceno, naftalenos policlorados y hexaclorobutadieno) en el Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera.	
	Implicados	MITERD
	Plazo de aplicación estimado	Medio plazo
	Indicadores	- Entrada de PeCB, HCBd y naftalenos policlorados en el Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera

Medida 2.3	Seguimiento de las Mejores Técnicas Disponibles y Mejores Prácticas Ambientales aplicadas en las instalaciones industriales con mayor emisión de COP no intencionales para evitar su liberación	
	Implicados	CCAA y ciudades autónomas
	Plazo de aplicación estimado	Continuo
	Indicadores	- Estudio de presencia de COP no intencionales en instalaciones relevantes como, por ejemplo pero no limitado, EDAR urbanas o industriales

Medida 2.4	Participación en otros procesos legislativos que puedan contribuir a la reducción de las emisiones de dioxinas y furanos. i.e. aditivos clorados en combustibles, condiciones de incineración, etc.	
	Implicados	MITERD
	Plazo de aplicación estimado	Continuo
	Indicadores	- Número de actos legislativos que incluyen medidas para reducir las cantidad de dioxinas y furanos emitidas al medio ambiente.



Medida 2.5	Alentar la inclusión del PFOA, PFHxS y PFOS en el Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes (PRTR) con métodos de detección adecuados y asequibles económicamente.	
	Implicados	MITERD
	Plazo de aplicación estimado	Continuo
	Indicadores	- Inclusión de datos de emisión de PFOA, PFHxS y PFOS al aire, agua y suelo

Medida 2.6	Alentar el cumplimiento de las disposiciones sobre COP incluidas en la nueva Directiva sobre las emisiones industriales en la transposición de la normativa en el Reino de España, tras la aprobación de la Directiva (UE) 2024/1785.	
	Implicados	MITERD
	Plazo de aplicación estimado	Corto/Medio plazo
	Indicadores	- Inclusión, en la normativa española de transposición de la Directiva (UE) 2024/1785, de las referencias a los COP en los artículos 14 (condiciones del permiso) puntos 1 a) y a) ter y 14 bis (Sistema de gestión ambiental) punto 2 d) de la misma.

Bloque de medidas III. Residuos y emplazamientos contaminados

Medida 3.1	Inspeccionar, y sancionar si fuera el caso, que los productores y gestores de residuos que consistan, contengan o estén contaminados por cualquier sustancia incluida en el anexo IV del Reglamento sobre COP gestionan estos residuos conforme a lo establecido en dicho reglamento.	
	Implicados	CCAA y ciudades autónomas
	Plazo de aplicación estimado	Continuo
	Indicadores	- Número de sanciones - Número de inspecciones

Medida 3.2	Recabar información que permita o facilite la identificación y trazabilidad de flujos de residuos diferenciados que contengan COP.	
	Implicados	CCAA y ciudades autónomas
	Plazo de aplicación estimado	Medio plazo
	Indicadores	- Flujos de residuos que contengan COP identificados y caracterizados - Relación de residuos susceptibles de contener COP identificados

Medida 3.3	Realización de inventarios y seguimiento de la situación actual de emplazamientos o suelos contaminados por producción, uso o formulación de COP, así como, en caso de que se hayan autorizado, vertederos de COP, con especial atención al lindano e instalaciones con espumas antiincendios fluoradas.	
	Implicados	CCAA y ciudades autónomas
	Plazo de aplicación estimado	Continuo
	Indicadores	- Información aportada por las CCAA sobre actuaciones de remediación - Número de CCAA que reportan datos pasados 12 meses de la aprobación del PNA y variación (%) en el número de suelos inventariados por CCAA - Número de emplazamientos identificados con presencia de COP



Medida 3.4	Fortalecer el diálogo continuo con las empresas poseedoras de existencias de artículos o productos con COP acogidas a exenciones, una vez hayan expirado dichas exenciones, con el objetivo de confirmar que estas son eliminadas de forma ambientalmente racional.	
	Implicados	CCAA y ciudades autónomas
	Plazo de aplicación estimado	Continuo
	Indicadores	- Número de notificaciones de eliminación de forma ambientalmente racional de las existencias de COP convertidas en residuos

Medida 3.5	Creación de un grupo de trabajo de residuos + COP	
	Implicados	MITERD, CCAA, grupo técnico y sector industrial
	Plazo de aplicación estimado	Continuo
	Indicadores	- Número de reuniones del grupo de trabajo/foro de intercambio de información

Bloque de medidas IV. Actividades de vigilancia

Medida 4.1	Incremento de las actividades regionales de vigilancia ambiental de COP	
	Implicados	Centros de investigación, CCAA y ciudades autónomas
	Plazo de aplicación estimado	Continuo
	Indicadores	- Número de programas de vigilancia regionales relacionados con vigilancia ambiental de COP - Número de informes y publicaciones científicas relacionadas con la vigilancia ambiental de COP en España

Medida 4.2	Mantener y potenciar la red Nacional de Vigilancia Ambiental de COP	
	Implicados	CSIC y CIEMAT
	Plazo de aplicación estimado	Continuo
	Indicadores	- Número de estaciones de muestreo - Número de muestras analizadas por estación/año - Número de analitos analizados por muestra - Identificar nuevos puntos de interés o zonas "hot spot"

Medida 4.3	Generación de datos sobre la exposición a COP en la población española por parte de las administraciones públicas del ámbito de la salud humana	
	Implicados	Ministerio de Sanidad, CCAA y ciudades autónomas
	Plazo de aplicación estimado	Corto plazo
	Indicadores	- Estudios de biomonitorización humana llevados a cabo por la administración general y autonómica del ámbito de la salud que incluyan la determinación de COP - Número de grupos de COP incluidos en los estudios/programas - Número de biomarcadores (compuesto/matriz) incluidos en los estudios/programas - Área geográfica estudiada - Grupos poblacionales estudiados - Información compartida con estudios europeos



Medida 4.4	Capacidades analíticas en España para la determinación de COP	
	Implicados	Centros de investigación
	Plazo de aplicación estimado	Corto plazo
	Indicadores	- Laboratorios nacionales con experiencia en el análisis de COP en matrices ambientales - Laboratorios nacionales con experiencia en el análisis de COP en matrices humanas

Medida 4.5	Actualización de la Base de datos de sustancias tóxicas y peligrosas RISCTOX para incorporar los nuevos COP	
	Implicados	Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud
	Plazo de aplicación estimado	Medio plazo
	Indicadores	- Actualización de la base de datos sobre sustancias tóxicas y peligrosas en el entorno laboral

Medida 4.6	Establecer por parte de las Comunidades Autónomas y Ciudades Autónomas, una unidad responsable de la vigilancia y sanción de COP en su respectivo territorio, las cuales serán coordinadas por el MITERD	
	Implicados	CCAA y ciudades autónomas
	Plazo de aplicación estimado	Continuo
	Indicadores	- Número de unidades establecidas

Medida 4.7	Control por parte de las unidades de vigilancia y sanción de las Comunidades Autónomas, de la fabricación, comercialización y uso de las sustancias incluidas en el anexo I o II del Reglamento sobre COP, solas, en mezclas o en artículos en el ámbito de su territorio	
	Implicados	CCAA y ciudades autónomas
	Plazo de aplicación estimado	Medio plazo
	Indicadores	- Número de controles realizados por las CCAA - Número de incumplimientos encontrados

Medida 4.8	Seguimiento de los COP en alimentos y el agua potable, con especial énfasis en PBDEy PFAS.	
	Implicados	MITERD, Ministerio de Sanidad, Ministerio de Derechos Sociales, Consumo y Agenda 2030, AESAN, centros de investigación, CCAA y ciudades autónomas
	Plazo de aplicación estimado	Continuo
	Indicadores	- Número de análisis de COP en agua potable y alimentos - Número de informes generados sobre la presencia de COP en agua potable y alimentos

Bloque de medidas V. Información y sensibilización

Medida 5.1	Promover actividades que contribuyan a informar y sensibilizar sobre COP desde las administraciones públicas y el sector privado	
	Implicados	MITERD, centros de investigación y sector privado
	Plazo de aplicación estimado	Continuo
	Indicadores	- Número de documentos de divulgación elaborados - Número de eventos de divulgación realizados



Medida 5.2	Elaborar material divulgativo sobre COP dirigido a profesionales de la educación, personal sanitario y trabajadores que aborde, entre otras, la problemática de los grupos vulnerables (infancia, mujeres embarazadas y grupos altamente expuestos).	
	Implicados	MITERD
	Plazo de aplicación estimado	Medio plazo
Indicadores	- Número de posters y otros materiales de divulgación elaborados y divulgados - Número de publicaciones impresas en las cuales se incluya materia divulgativo sobre COP	

Medida 5.3	Publicar informes anuales de la red Nacional de Vigilancia Ambiental de COP en la sección de COP de la web del MITERD	
	Implicados	CSIC y CIEMAT
	Plazo de aplicación estimado	Medio plazo
Indicadores	- Publicaciones anuales en la web	

Medida 5.4	Creación de un visor sobre las concentraciones de COP en España y hacerlo accesible a través de la web del MITERD	
	Implicados	MITERD
	Plazo de aplicación estimado	Medio plazo
Indicadores	- Creación del visor	

Medida 5.5	Actualización de la página web sobre COP en la sede del MITERD con información relevante para el público en general	
	Implicados	MITERD
	Plazo de aplicación estimado	Continuo
Indicadores	- Actualizaciones de la página web	

Medida 5.6	Colaboración en el desarrollo de normativa para la inclusión de aspectos relacionados con los COP, por ejemplo: Reglamento de Restricción de PFAS, normativa sobre residuos textiles, ...	
	Implicados	MITERD
	Plazo de aplicación estimado	Continuo
Indicadores	- Número de reglamentos o leyes en los que se incluyen aspectos relacionados con la gestión racional de los COP	

Medida 5.7	Reportar al Grupo Técnico de COP las novedades relacionadas con el Convenio de Estocolmo y/o el Grupo de Autoridades Competentes de los Estados Miembros sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes e informar al grupo de Autoridades Competentes sobre a información presentada en el Grupo Técnico de COP	
	Implicados	MITERD y grupo técnico
	Plazo de aplicación estimado	Continuo
Indicadores	- Comunicaciones al grupo técnico sobre los nuevos COP - Información enviada al Grupo de Autoridades Competentes y el POPRC	



11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ¹ Convenio de Estocolmo. <http://chm.pops.int/default.aspx>
- ² Reglamento (CE) nº 850/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004 sobre contaminantes orgánicos persistentes y por el que se modifica la Directiva 79/117/CE. DO L 158 de 30/04/2004, p. 7 a 49.
- ³ Protocolo sobre COP del Convenio de Ginebra <https://unece.org/environmental-policy/air/protocol-persistent-organic-pollutants-pops>
- ⁴ Reglamento (UE) 2019/1021 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de junio de 2019, sobre contaminantes orgánicos persistentes PE/61/2019/REV/1 DO L 169 de 25.6.2019, p. 45–77
- ⁵ Plan Nacional de Aplicación del Convenio de Estocolmo y Reglamento (CE) nº 850/2004, sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes de España 2007. https://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productosquimicos/pnestocolmofinal_31enero2007_tcm310-182364.pdf
- ⁶ De la Torre *et al.* / Chemosphere. 82, (5), (2011), 692-69
- ⁷ Guerra *et al.*, / Environmental Science and Technology.45 (2011) 284–1290
- ⁸ E. Barón *et al.* / Environment International 68 (2014) 118–126
- ⁹ A. Von Eyken *et al.* / Chemosphere 144 (2016) 1256–1263
- ¹⁰ G. Santín *et al.* / Journal of Hazardous Materials 263P (2013) 116–121
- ¹¹ De la Torre *et al.* / Organohalogen Compounds . 72, (2010) 929-932
- ¹² Reglamento (CE) nº 2076/2002 de la Comisión 20 de noviembre de 2002 por el que se prolonga el período contemplado en el apartado 2 del artículo 8 de la Directiva 91/ 414/CEE del Consejo y relativo a la no inclusión de determinadas sustancias activas en el anexo I de dicha Directiva, así como a la retirada de autorizaciones de productos fitosanitarios que contengan estas sustancias
- ¹³ J. Carreño *et al.* / Environmental Research 103 (2007) 55 - 61
- ¹⁴ M.-J. Lopez-Espinosa *et al.* / Placenta 28 (2007) 631e638
- ¹⁵ R. Cabrera-Rodríguez *et al.* / Data in brief 28 (2020) 104918
- ¹⁶ M. Jimenez Torres *et al.* / Sci Total Environ. 372(1). (2006) 32-38
- ¹⁷ B. Botella *et al.* Environmental Research 96 (2004) 34–40
- ¹⁸ MA Fernández Muiño *et al.* Apidologia 26 (1995) 33-38
- ¹⁹ Maceira, A.. *et al.*/ Journal of Hazardous Materials, 373, (2019), 649–659.
- ²⁰ S. Montesdeoca-Esponda *et al.* / Journal of Environmental Management, 233, (2019). 567–575
- ²¹ I. Carpinteiro *et al.* / Journal of Separation Science, 35(3), (2012) 459–467
- ²² I. Carpinteiro *et al.* / Journal of Chromatography A, 1217(24), (2010), 3729–3735.
- ²³ S. Montesdeoca-Esponda *et al.* / Journal of Environmental Management, 269. (2020)
- ²⁴ Gimeno-Monforte *et al.* / Foods, 9(12), (2020). 1827
- ²⁵ Pérez *et al.* / Environ Int, 59 (2013) 354-362.
- ²⁶ M. Bartolomé *et al.* / Science of the Total Environment 603–604 (2017) 352–36
- ²⁷ A. de la Torre *et al.* / Science of the Total Environment 685 (2019) 308–31
- ²⁸ Kärman *et al.* / Environ Sci Pollut Res (2010) 17:750–758
- ²⁹ J.L. Domingo *et al.* / Food Chemistry 135 (2012) 1575–158
- ³⁰ I. Ericson *et al.* / Environment International 33 (2007) 616–62
- ³¹ J. Campo *et al.* / Science of the Total Environment 503–504 (2015) 48–57
- ³² M. Lorenzo *et al.* / Science of the Total Environment 540 (2016) 191–199
- ³³ I. Ericson *et al.* Arch Environ Contam Toxicol (2009) 57:631–63
- ³⁴ C.B. Manzano-Salgado *et al.* / Environment International 92–93 (2016) 357–36
- ³⁵ C.B. Manzano-Salgado *et al.* / Environment International 108 (2017) 278–28
- ³⁶ Union overview report on the implementation of the Regulation (EU) 2019/1021 on persistent organic pollutants (POPs Regulation)https://echa.europa.eu/documents/10162/16596982/pops_union_overview_report_en.pdf/0995480d-5f55-4f08-999c-339395c93482?t=1667378536831 (Último acceso mayo de 2024)



-
- ³⁷ M. Bartolomé et al. / *Science of the Total Environment* 603–604 (2017) 352–360
- ³⁸ L. Roscales, et al. / *Chemosphere*. 286 (2022), , 131940
- ³⁹ I. Navarro, et al / *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 400 (2011), 1277–1286.
- ⁴⁰ A. de la Cal et al. / *Chemosphere*. 70. (2008) 1182–1189
- ⁴¹ C. Bosch et al.. / *Chemosphere*. 138. (2015) 40.
- ⁴² Confederación Hidrográfica del Ebro - Informes de seguimiento del Estado y Calidad de las Aguas superficiales - Red de Control de Sustancias Peligrosas – Año 2008
- ⁴³ Transcripción Reunión de Coordinación Inter-Administraciones de cuenca del río CINCA, Fraga, 21-4-08 https://www.chebro.es/documents/20121/341768/Transcripcion_y_Nombres_CINCA_Coordinacion_Fraga_21_04_08.pdf
- ⁴⁴ J. Muñoz-Arnanz, et al. *Environmental Pollution*. 159, (2011) 3640-3646.
- ⁴⁵ De la Torre et al. / *Science of the total environment*. 630. (2018). 154-163
- ⁴⁶ Castells et al. / *Chemosphere*. 70, (2008) 9, 1552-1562
- ⁴⁷ A. Rubirola. *Et al.* / *Clean soil air water*. 46 (2). 2018. 1600151
- ⁴⁸ J. Llorca-Porcel et al. *J. Sep. Sci.* 32, 2009. 1425 – 1429
- ⁴⁹ Lava et al./ *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 59, (2014), 103-111
- ⁵⁰ Estevez et al. / *Science of The Total Environment*. 551–55, (2016), 186-196
- ⁵¹ van Drooge et al. *Science of The Total Environment*. 628–6, (2018) 782-790,
- ⁵² Zapata et al. / *Science of The Total Environment*. 633, (2018), 704-715
- ⁵³ Martí et al. / *Journal of Chromatography A*. 786, (1), 1997, 135-144
- ⁵⁴ Domingo et al. *nviron. Sci. Technol.* 2003, 37, 11, 2332–2335
- ⁵⁵ P. Sánchez, et al./ *Clean, Soil, Air, Water*, 43(5): (2015) 746 – 753.
- ⁵⁶ Pignotti E, et al. *Science of The Total Environment* 607 (2017): 933-943.
- ⁵⁷ https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2021-18284
- ⁵⁸ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003L0011>
- ⁵⁹ https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=OJ%3AL_202401157
- ⁶⁰ Campillo JA, et al. / *Chemosphere*; 182: (2017) 584-594.
- ⁶¹ . Domínguez-Moruco et al. / *Science of the Total Environment* 631–632 (2018) 1138–1152
- ⁶² Bastarrechea M, et al. / *Science of The Total Environment*. 466: (2014). 770-776.
- ⁶³ <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/informe-interactivo-inventario-nacional-emisiones-atmosfera.html> Último acceso mayo de 2024
- ⁶⁴ Perelló, G et al. / *Food & Chemical. Toxicology*, 81, (2016). 28 – 33.
- ⁶⁵ J. Parera et al. / *Science of the Total Environment* 633 (2018) 738–744
- ⁶⁶ <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/informe-interactivo-inventario-nacional-emisiones-atmosfera.html> Último acceso mayo de 2024
- ⁶⁷ <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/planes-y-estrategias/Planes-y-Programas.aspx>. Último acceso mayo de 2024
- ⁶⁸ <https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/es-nir-edicion-2024.pdf> Ultimo acceso mayo de 2024.
- ⁶⁹ <https://www.unep.org/uneppmap/> Último acceso mayo de 2024