



## **Borrador**

# **Plan Nacional de Aplicación del Convenio de Estocolmo y del Reglamento (CE) N° 850/2004, sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes Actualización Febrero 2019**



**Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental**

**Subdirección General de Calidad del Aire y Medio Ambiente Industrial**



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	12
2. MARCO NORMATIVO .....	16
3. OBJETIVOS DEL PNA Y SUS ACTUALIZACIONES.....	22
4. MARCO DE COOPERACIÓN INSTITUCIONAL .....	22
5. MARCO SOCIOECONOMICO .....	23
5.1. Perfil actualizado del país.....	23
5.1.1 Geografía y población .....	23
5.1.2 Perfil político y económico.....	27
5.1.3. Perfiles de los sectores económicos.....	29
5.1.4 .Medio Ambiente en España.....	30
6. INFORMACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LOS CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES .....	35
6.1 ALDRINA .....	35
6.2 BIFENILOS POLICLORADOS O POLICLOROBIFENILOS, (PCB) .....	37
6.3 CLORDANO.....	43
6.4 CLORDECONA.....	44
6.5 DIBENZO-P-DIOXINAS POLICLORADAS Y DIBENZOFURANOS (PCDD/F).....	45
6.6 DICLORO DIFENIL TRICLOROETANO (DDT).....	51
6.7 DIELDRINA .....	53
6.8 ENDOSULFÁN .....	55
6.9 ENDRINA .....	56
6.10 HEPTACLORO.....	57
6.11 HEXABROMOBIFENILO .....	58
6.12 HEXABROMOCICLODODECANO (HBCD) .....	60
6.13 HEXACLOROBENCENO (HCB).....	63
6.14 HEXACLOROBUTADIENO (HCB).....	65
6.15 HEXACLOROCICLOHEXANOS (HCH).....	67
6.16 HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (HAP, PAH en inglés) .....	72
6.17 MIREX.....	76



6.18 NAFTALENOS POLICLORADOS (PCN) .....	77
6.19 PARAFINAS CLORADAS DE CADENA CORTA (PCCC, SCCP en inglés).....	79
6.20 PENTAFLUOROBENCENO (PeCB) .....	81
6.21 PENTAFLUOROFENOL (PCP), SUS SALES Y ÉSTERES .....	83
6.22 POLIBROMODIFENIL ÉTERES O ÉTERES DE DIFENILO POLIBROMADOS (PBDE).....	85
6.23 PERFLUOROCTANO SULFONATO ÁCIDO (PFOS), SUS SALES Y FLUORURO DE PERFLUOROCTANO SULFONILO (PFOSF). .....	90
6.24 TOXAFENO .....	93
7. MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES: MTD/MPA.....	95
8. RESIDUOS Y SUELOS CONTAMINADOS .....	99
9. VIGILANCIA DE COP .....	103
10. INFORMACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN .....	114
11. ASISTENCIA TÉCNICA. ....	116
12. LINEAS DE ACTUACIÓN DEL PNA .....	117
13. APLICACIÓN DEL PNA, COORDINACIÓN Y RECURSOS. ....	124
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DEL APÉNDICE 1 .....	126
REFERENCIAS GENERALES DEL PNA .....	127



## Índice de Tablas

Tabla 1. Sustancias COP incluidas en Convenio de Estocolmo y Reglamento (CE) Nº 850/2004. ....	15
Tabla 2. Decisiones por las que se modifican los anexos del Convenio de Estocolmo para la inclusión de nuevos COP. ....	16
Tabla 3. Reglamento 850/2004 y Reglamentos que lo modifican para introducir nuevos COP.....	17
Tabla 4. Legislación comunitaria COP y otras sustancias .....	20
Tabla 5. Legislación nacional COP y otras sustancias .....	21
Tabla 6. Indicadores demográficos para España 2016-2013. Fuente: INE (2016) .....	26
Tabla 7. Índice de la producción industrial por agrupaciones de actividad. Base (2015). Fuente: INE 2018. ....	30
Tabla 8. Información de Recogida de Residuos municipales (toneladas). Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica. Memoria anual de generación y gestión de residuos 2015.....	32
Tabla 9. Fuente de procedencia de los datos de residuos código LER. Años 2013 y 2015. Unidad Toneladas (Tn). ....	33
Tabla 10. Tratamiento final de los residuos. Fuente: INE.....	34
Tabla 11. Reciclado por categoría de residuos. Fuente: INE .....	34
Tabla 12. Cantidades en peso (sólido más líquido) de aparatos con PCB existentes (SG. Residuos. MITECO). Unidad Toneladas (Tn). ....	40
Tabla 13. Cantidades de aparatos inventariados con peso conocido a 31 de diciembre de 2015 (S.G de Residuos. MITECO).Unidad Kilogramos (Kg). ....	41
Tabla 14. Emisiones y liberaciones PCBs (PRTR).....	42
Tabla 15. Datos de emisiones nacionales de PCDD/F por sectores y totales (clasificación NFR, Nomenclature for Reporting) .....	48
Tabla 16. Emisiones de PCCD/F por sectores (PRTR) .....	50
Tabla 17. Emisiones de contaminantes orgánicos persistentes de la Comunidad de Madrid. Año: 2016. ....	51
Tabla 18. Alternativas al HBCD.....	62
Tabla 19. Emisiones HCB. Fuente PRTR.....	64
Tabla 20. Emisiones nacionales de HAP 1990-2016 desglosadas por sectores. Fuente: MITECO .....	74
Tabla 21. Emisiones de contaminantes orgánicos persistentes de la Comunidad de Madrid. Año: 2016. ....	76



<b>Tabla 22. Sustancias químicas que componen la familia del PCP, sus sales y ésteres. ....</b>	<b>84</b>
<b>Tabla 23. Códigos de residuos con contenido en DecaBDE de acuerdo a LER .....</b>	<b>89</b>
<b>Tabla 24. Alternativas a PFOS. Fuente: Convenio de Estocolmo .....</b>	<b>92</b>
<b>Tabla 25. Emisiones nacionales de Contaminantes atmosféricos totales serie 1990-2016. Fuente: MITECO .....</b>	<b>97</b>
<b>Tabla 26. Planes y Programas vigilancia sobre COP .....</b>	<b>111</b>



## Índice de Figuras

Figura 1. Carácter de la precipitación acumulada para el año hidrológico 2017 – 2018. Fuente: Agencia Estatal de Meteorología. Ministerio para la Transición Ecológica .....	24
Figura 2. Porcentaje de la precipitación acumulada año 2017 – 2018. Fuente: Agencia Estatal de Meteorología. Ministerio para la Transición Ecológica. ....	25
Figura 3. Estadística de padrón continuo (Año 2018) Datos provisionales. Fuente. Instituto Nacional de Estadística. ....	26
Figura 4. Índice de Precios de Consumo (IPC), medias anuales. Base 2016. Fuente: INE 2018. ....	28
Figura 5. Producto interior bruto (PIB) a precios de mercado por Habitante 2011-2016(A). Fuente: INE 2018. ....	28
Figura 6. Índice de producción industrial (IPI) datos provisionales 2018. Fuente: Instituto Nacional de Estadística. ....	29
Figura 7. Comparativa de los datos de recogida de residuos municipales desde el año 2010-2015. Fuente: MITECO. ....	31
Figura 8. Contribución del sector IPPU a las emisiones totales de contaminantes año 2016 .....	43
Figura 9. Tendencia de las emisiones de PCDD/F periodo 1990-2016. Fuente: MITECO .....	48
Figura 10. Tendencia de los niveles de emisión registrados en EMEP para PCDD/F periodo 1990-2016 para Francia, Italia, Portugal, España y Reino Unido. ....	50
Figura 11. Evolución de las emisiones de HCB y su contribución por sectores Año: 2016: Fuente: MITECO .....	64
Figura 12. Emisiones de contaminantes atmosféricos del sector de la energía, año 2016, y su contribución relativa al total de emisiones. Fuente: MITECO .....	98
Figura 13. Emisiones de COP procedentes del sector residuos 1990-2016. Fuente MITECO .....	101
Figura 14. Emisiones de COP 2016 procedentes del sector residuos. Fuente MITECO .....	101
Figura 15. Distribución de los puntos de muestreo de la Red Nacional de Vigilancia Ambiental de COP. ....	105



## **LISTA DE ACRÓNIMOS**

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





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



<b>MCCP</b>	Parafinas cloradas de cadena media
<b>MITECO</b>	Ministerio para la Transición Ecológica
<b>MPA</b>	Mejores Prácticas Ambientales (BEP)
<b>MS</b>	Espectroscopía de masas
<b>MTD</b>	Mejores Técnicas Disponibles (BAT)
<b>NCA</b>	Normas de Calidad Ambiental
<b>NFR</b>	Nomenclature For Reporting
<b>NGR</b>	Niveles Genéricos de Referencia
<b>OctaBDE</b>	Éter de octabromodifenilo
<b>ONG</b>	Organización No Gubernamental
<b>OSPAR</b>	Convenio sobre la protección del medio ambiente marino del Atlántico nordeste
<b>PAH</b>	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons)
<b>PANER</b>	Plan de Acción Nacional de Energías Renovables
<b>PBB</b>	Polibromobifenilos
<b>PBEB</b>	Pentabromoetilbenceno
<b>PCB</b>	Bifenilos Policlorados
<b>PCDD</b>	Dibenzo- <i>p</i> -dioxinas policloradas
<b>PCDF</b>	Dibenzofuranos policlorados
<b>PCN</b>	Policloronaftalenos
<b>PCP</b>	Pentaclorofenol
<b>PCT</b>	Policloroterfenilos
<b>PBDE</b>	Polibromados difenil éteres
<b>PeCB</b>	Pentaclorobenceno
<b>PEN</b>	Red Mundial de Eliminación de PCB
<b>PentaBDE</b>	Éter de pentabromodifenilo
<b>PET</b>	Polietilenterftalato
<b>PFOA</b>	Ácido perfluorooctano sulfónico
<b>PFOS</b>	Sulfonato de perfluorooctano



<b>PNA</b>	Plan Nacional de Aplicación
<b>PEMAR</b>	Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos
<b>PNRAEE</b>	Plan Nacional de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos
<b>PNRCD</b>	Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición
<b>PNRP</b>	Plan Nacional de Residuos Peligrosos
<b>PNRPUA</b>	Plan Nacional de Residuos de Plástico de Uso Agrario
<b>PNUMA</b>	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP)
<b>PNVFU</b>	Plan Nacional de Vehículos Fuera de Uso
<b>PRTR</b>	Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes
<b>PUR</b>	Espuma de poliuretano
<b>RAEE</b>	Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos
<b>RCD</b>	Residuos de Construcción y Demolición
<b>REACH</b>	Registro, Evaluación y Autorización de Sustancias y Preparados Químicos
<b>RPUA</b>	Residuos de Plásticos de Uso Agrario
<b>SCCP</b>	Parafinas cloradas de cadena corta
<b>SIG</b>	Sistemas Integrados de Gestión de Residuos
<b>SINAC</b>	Sistema de Información Nacional de Agua de Consumo
<b>SNAP</b>	Selected Nomenclature for Air Pollution
<b>SPE</b>	Extracción en fase sólida
<b>TBBPA</b>	Tetrabromobisfenol-A
<b>TCM</b>	Tetraclorometano
<b>TEF</b>	Cantidad de equivalencia tóxica
<b>TEQ</b>	Cantidad de Equivalente Tóxico
<b>TetraBDE</b>	Éter de tetrabromodifenilo
<b>VFU</b>	Vehículos Fuera de Uso
<b>VLE</b>	Valor Límite de Emisión
<b>OMS (WHO)</b>	Organización Mundial de la Salud (World Health Organization)



## 1. INTRODUCCIÓN

La comunidad internacional identificó hace varias décadas un conjunto de sustancias, los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP), que reúnen características que las hacen peligrosas por lo que su difusión supone un riesgo. Las 4 características que aparecen a la vez en estas sustancias y que hacen que los COP sean, entre todas las sustancias químicas, las que representen mayor riesgo y peligro, son:

- 1.- Persistencia: pueden permanecer inalterados durante años o décadas en el medio y en los tejidos de los organismos, son resistentes a la degradación.
- 2.- Bioacumulación: son liposolubles y, al disolverse mejor en grasas que en agua, se acumulan en los organismos y a lo largo de las cadenas tróficas.
- 3.- Toxicidad: son altamente tóxicos y pueden provocar graves efectos sobre la salud humana y el medio ambiente.
- 4.- Capacidad de transportarse a larga distancia: son volátiles, lo que combinado con su persistencia hace posible el transporte atmosférico y marino a grandes distancias en ciclos sucesivos de depósito y reemisión. Se encuentran en regiones muy alejadas de las fuentes.

Por todo ello, los COP suponen una gran amenaza para la salud humana y el medio ambiente a escala global. La Comunidad Internacional y más concretamente Naciones Unidas, ha dado pasos importantes en la regulación y control de los COP.

En el año 1998 se adoptó en Aarhus (Dinamarca) el Protocolo relativo a los COP<sup>1</sup> del Convenio de Ginebra (1979) sobre contaminación atmosférica transfronteriza a larga distancia, de la Comisión Económica de Naciones Unidas para Europa (CEPE). Este Protocolo, que entró en vigor en octubre de 2003, establecía distintas medidas que inicialmente se enfocaron en 16 sustancias con características COP:

- plaguicidas: aldrina, clordano, clordecona, dicloro difenil tricloroetano (DDT), dieldrina, endrina, heptacloro, hexaclorobenceno (HCB), hexaclorociclohexano (HCH) (incluido lindano), mírex y toxafeno,
- compuestos de uso industrial: hexabromobifenilo (HBB), hexaclorobenceno (HCB) y policlorobifenilos (PCB),
- contaminantes generados de forma no intencional: dioxinas (PCDD), furanos (PCDF), hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH), hexaclorobenceno (HCB) y policlorobifenilos (PCB).

El paso más ambicioso a escala global es el Convenio de Estocolmo<sup>2</sup> (<http://chm.pops.int/>) cuyo objetivo es proteger la salud humana y el medio ambiente frente a los COP, eliminando y, cuando esto no sea posible, reduciendo estos contaminantes. El Convenio de Estocolmo, en el marco del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), se firmó en mayo de 2001 y entró en vigor el 17 de mayo de 2004. Se han cumplido 14 años de



vigencia y hasta el momento lo han ratificado 182 Partes. Tras presentar la ratificación, el Convenio entró en vigor en España el 26 de agosto de 2004.

El Convenio es un instrumento internacional jurídicamente vinculante que, como principales medidas, establece:

1. Eliminar la producción y utilización de los productos químicos de su **anexo A**, de acuerdo con las disposiciones del mismo.
2. Restringir la producción y utilización de los productos químicos de su **anexo B**, de acuerdo con las disposiciones del mismo.
3. Eliminar o restringir las importaciones y exportaciones de los productos químicos incluidos en los anexos A y B, excepto para su eliminación ambientalmente racional, finalidades o utilidades permitidas por el Convenio, o cumpliendo determinados requisitos y teniendo en cuenta los instrumentos internacionales existentes de consentimiento fundamentado previo.
4. Reducir y, cuando sea viable, eliminar definitivamente, las liberaciones no intencionales de COP del **anexo C** derivadas de fuentes antropogénicas.
5. Determinar las existencias y los residuos que contienen COP, para gestionarlos de manera segura, eficiente y ambientalmente racional, eliminando su contenido de COP hasta donde sea posible. Asimismo, se prevé la identificación y la recuperación ambiental de los emplazamientos contaminados.
6. Fomentar, con apoyo de la investigación, la sustitución de las sustancias COP por otras alternativas nada o menos peligrosas.
7. Permitir la inclusión de nuevos COP. Además de los [12 COP](#) contemplados inicialmente en el Convenio, se han ido incorporando nuevas sustancias de acuerdo con la información científica y técnica disponible, presentada por el [Comité de Revisión de los COP](#).
8. Creación de [Centros Regionales y subregionales](#) para la creación de capacidad y la transferencia de tecnología en relación con el Convenio. Promover el intercambio de información, la sensibilización y la educación para que los ciudadanos tengan conciencia del peligro que suponen los COP.

El Convenio inicialmente incluía 12 COP conocidos como “la docena sucia”, los reflejados en el Protocolo excepto clordecona, HBB, HCH y PAH.

La Unión Europea (UE), de la que España forma parte desde el 12 de junio de 1985, también ratificó este Convenio. El 20 de mayo de 2004 entró en vigor en todos los países de la UE el Reglamento (CE) Nº 850/2004<sup>3</sup> que establece un marco jurídico común en la UE para garantizar la aplicación coherente de las obligaciones del Convenio de Estocolmo y del Protocolo sobre COP del Convenio de Ginebra.



Tanto el Convenio como el Reglamento sobre COP establecen la obligación de elaborar Planes Nacionales de Aplicación (PNA) y resaltan la necesidad de consultar a los interesados directos nacionales en la elaboración, aplicación y actualización de sus planes de aplicación y de ofrecer al público posibilidades precoces y efectivas de participar en la elaboración de los mismos.

El primer PNA<sup>4</sup> de COP se elaboró mediante un proceso participativo que se inició en enero de 2005 y en el que participaron más de 200 expertos de todos los ámbitos implicados. Este proceso dio como resultado un borrador de PNA consolidado y consensuado que fue definitivamente aprobado por acuerdo de Consejo de Ministros el 2 de febrero de 2007 y transmitido a la Secretaría del Convenio en marzo de 2007.

El Convenio y el Reglamento han enmendado varias veces sus anexos para incorporar nuevos COP, lo que motiva la necesidad periódica de actualizar el PNA y de reflejar las iniciativas en curso y proyectadas para aplicar en España las nuevas obligaciones establecidas en el Convenio de Estocolmo y en el Reglamento 850/2004/CE.

El presente documento es un borrador de PNA que recoge información de los COP iniciales y de los que sucesivamente han sido incorporados en el Convenio o en el Reglamento hasta mayo de 2017, todos ellos 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.



**Tabla 1. Sustancias COP incluidas en Convenio de Estocolmo y Reglamento (CE) N° 850/2004.**

COP	Nº CAS	Convenio de Estocolmo	Anexo A, B, C	Reglamento (CE) N° 850/2004	Anexo I, II, III
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
DDT	50-29-3	X	B	X	I
Dibenzo- <i>p</i> -dioxinas policloradas y dibenzofuranos		X	C	X	III
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 Decabromodifenil (BDE-209)	1163-19-5	X	A		
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
γ-Hexaclorociclohexano (Lindano)	58-89-9	X	A	X	I
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	50-32-8			X	III
Mírex	2385-85-5	X	A	X	I
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		
Perfluoroctano sulfonato ácido (PFOS), sus sales y fluoruro de perfluorctano sulfonilo (PFOSF)	1763-23-1	X	B	X	I
Toxafeno	8001-35-2	X	A	X	I

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



## 2. MARCO NORMATIVO

Existe una amplia normativa aplicable a las sustancias químicas. A continuación, se presenta la legislación relevante para COP y otras sustancias peligrosas que se ha promulgado a partir del año 2006, incluyendo:

- Las decisiones adoptadas por las Conferencia de las Partes del Convenio de Estocolmo por las que se modifican los anexos del Convenio para incluir nuevos COP. (Tabla 2).
- Reglamento 850/2004 sobre contaminantes orgánicos persistentes y sus modificaciones (Tabla 3).
- Otra legislación relevante, tanto de ámbito europeo como nacional, para COP y otras sustancias peligrosas que se ha promulgado a partir del año 2006 (Tabla 4 y Tabla 5).

**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	
		Hepta cloro	
		Hexaclorobenceno	
		Mirex	
		Toxafeno	
		Bifenilos policlorados (PCB)	Parte I del Anexo B
		DDT	
		Hexaclorobenceno	Parte I del Anexo C
		Bifenilo policlorados (PCB)	
		Dibenzoparadioxinas policloradas y dibenzofuranos policlorados (PCDD/PCDF)	
COP 4 (2009)	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
	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, sus sales y fluoruro de perfluorooctano sulfonilo	Parte I del anexo B
	SC-4/18	Tetrabromodifenil éter y pentabromodifenil éter (pentabromodifenil éter comercial)	Parte I del anexo A





REUNIÓN DE LA COP/AÑO	DECISIÓN	COP	ANEXO CONVENIO
COP5 (2010)	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

Estas decisiones adoptadas por la Conferencia de las Partes del Convenio de Estocolmo por las que se introducen nuevos COP han sido incorporadas al R(CE) 850/2004 a través de diferentes Reglamentos que lo modifican, en algunos casos estos Reglamentos incorporaban dichos COP con anterioridad al Convenio.

*Tabla 3. Reglamento 850/2004 y Reglamentos que lo modifican para introducir nuevos COP*

REGLAMENTO	COP	ANEXO
R(CE)850/2004 (16 COP iniciales)	Aldrina	Anexo I parte A
	Clordano	
	Dieldrina	
	Endrina	
	Heptacloro	
	Hexaclorobenceno	
	Mirex	
	Toxafeno	
	Bifenilos policlorados (PCB)	
	DDT	Anexo I parte B
	Clordecona	
	Hexabromobifenilo	
	Hexaclorociclohexano (incluido el lindano)	Anexo III
	Dibenzo-p-dioxinas policloradas y dibenzofuronas (PCDD/PCDF)	
	Hexaclorobenceno	
	Bifenilos policlorados (PCB)	
Hydrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)		



REGLAMENTO	COP	ANEXO
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)	
	Pentaclorobenceno	
	Clordecona	Ya estaban en el Reglamento y se pasan del anexo I parte B al
	Hexabromobifenilo	Anexo III
	Hexclorociclohexano (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



Otros Reglamentos que modifican al Reglamento (CE) 850/2004 sobre COP son los siguientes:

- 
- Reglamento (CE) no 1195/2006 por el que se modifica el anexo IV del R (CE) 850/2004 sobre COP
  - Reglamento (CE) no 172/2007 por el que se modifica el anexo V del R(CE) 850/2004 sobre COP
  - Reglamento (CE) no 323/2007 por el que se modifica el anexo V del R (CE) 850/2004 sobre COP.
  - Reglamento (CE) no 219/2009 por el que se adaptan a la Decisión 1999/468/CE del Consejo determinados actos sujetos al procedimiento establecido en el artículo 251 del Tratado, en lo que se refiere al procedimiento de reglamentación con control.
  - Reglamento (CE) no 304/2009 que modifica los anexos IV y V del R (CE) 850/2004 por lo que respecta al tratamiento de residuos que contienen COP en los procesos de producción térmica y metalúrgica.
  - Reglamento (UE) no 756/2010 por el que se modifica el R (CE) 850/2004 sobre COP, en lo que se refiere a los anexos IV y V.
  - Reglamento (UE) no 1342/2014 por el que se modifica el R (CE) 850/2004 sobre COP, en lo que se refiere a los anexos IV y V.
  - Reglamento (UE) 2015/2030 por el que se modifica el R (CE) 850/2004 sobre COP con respecto al anexo I (modificación de las exenciones de las parafinas cloradas de cadena corta).
  - Reglamento (UE) 2016/460 por el que se modifican los anexos IV y V del R (CE) 850/2004 sobre COP.

Otra legislación relevante para COP y otras sustancias peligrosas tanto de ámbito comunitario como nacional es la siguiente:



**Tabla 4. Legislación comunitaria COP y otras sustancias**

LEGISLACIÓN COMUNITARIA	RELATIVO A	REFERENCIA
Reglamento (CE) Nº 1013/2006 relativo a los traslados de residuos.	Residuos	DO L 190 de 12/07/2006, p. 1 a 98
Reglamento (CE) Nº 839/2008 que modifica el Reglamento (CE) Nº 396/2005 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que se refiere a los anexos II, III y IV relativos a límites máximos de residuos de plaguicidas en el interior o en la superficie de determinados productos.	Residuos	DO L 234 de 31/07/2008, p. 1 a 216
Directiva 2018/851 por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos	Residuos	DO L 1502 de 14/06/2018, p. 109 a 140
Reglamento (UE) 1357/2014 por el que se sustituye el Anexo III de la Directiva 2008/98/CE.	Residuos	DO L 365 de 19/12/2014 p. 89 a 96
Decisión de la Comisión de 18 de diciembre de 2014 por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.	Residuos	DO L 370 de 30/12/2014, p. 44 a 86
Directiva 96/59/CE del Consejo, relativa a la eliminación de los policlorobifenilos y de los policloroterfenilos (PCB/PCT).	Residuos	DO L 243, 24/09/96, p. 31 a 35
Reglamento (CE) Nº 1907/2006 relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), por el que se crea la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos, se modifica la Directiva 1999/45/CE y se derogan el Reglamento (CEE) Nº 793/93 del Consejo y el Reglamento (CE) Nº 1488/94 de la Comisión, así como la Directiva 76/769/CEE del Consejo y las Directivas 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE y 2000/21/CE de la Comisión.	REACH	DO L 396 de 30/12/2006, p. 1 a 852
REGLAMENTO (UE) Nº 207/2011 DE LA COMISIÓN de 2 de marzo de 2011 por el que se modifica el Reglamento (CE) no 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), en lo que respecta a su anexo XVII (derivado pentabromado del éter de difenilo y PFOS)	REACH	DO L 058 de 03/03/2011, p. 27 a 28
Reglamento (CE) Nº 1272/2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) Nº 1907/2006.	CLP	DO L 353 de 31/12/2008, p. 1 a 1355
Reglamento (UE) n º 649/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de julio de 2012 , relativo a la exportación e importación de productos químicos peligrosos Texto pertinente a efectos del EEE	Exportación/importación productos químicos	DO L 204 de 31/07/2008, p. 1 a 35
Reglamento (UE) Nº 214/2011 por el que se modifican los anexos I y V del Reglamento (CE) nº 689/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la exportación e importación de productos químicos peligrosos.	Exportación/importación productos químicos	DO L 059 de 04/03/2011, p. 8 a 14
Reglamento (CE) Nº 1107/2009 relativo a la comercialización de productos fitosanitarios y por el que se derogan las Directivas 79/117/CEE y 91/414/CEE del Consejo.	Productos fitosanitarios	DO L 309 de 24/11/2009, p. 1 a 50
Reglamento (UE) Nº 528/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de mayo de 2012, relativo a la comercialización y uso de biocidas.	BIOCIDAS	DO L 167 de 27/06/2012, p. 1/123
Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de noviembre de 2010 , sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación) Texto pertinente a efectos del EEE	IPPC Emisiones	17.12.2010 ES Diario Oficial de la Unión Europea L 334/17
Directiva 2008/105/CE relativa a las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas, por la que se modifican y derogan ulteriormente las Directivas 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE y 86/280/CEE del Consejo, y por la que se modifica la Directiva 2000/60/CE.	Agua	DO L 348 de 24/12/2008, p. 84 a 97
Reglamento (CE) Nº 401/2009 relativo a la Agencia Europea del Medio Ambiente y a la Red Europea de Información y de Observación sobre el Medio Ambiente.	Vigilancia	DO L 126 de 21/05/2009, p. 13 a 22
Reglamento (CE) Nº 861/2010 por el que se modifica el anexo I del Reglamento (CEE) Nº 2658/87 del Consejo, relativo a la nomenclatura arancelaria y estadística y al arancel aduanero común.	Control Aduanero	DO L 256 de 29/10/2010, p. 1 a 887



Tabla 5. Legislación nacional COP y otras sustancias

LEGISLACIÓN NACIONAL	RELATIVO A	REFERENCIA
Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados.	Residuos y suelos	BOE 181 de 29/07/2011, p. 85650 a 85705
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.	Residuos	BOE 206 de 28/08/1999, p. 31.911 a 31.914
Real Decreto 228/2006, de 24 de febrero, por el que se 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.	Residuos	BOE 48 de 25/02/2006, p. 7781-7788
Reglamento (CE) Nº 1013/2006 relativo a los traslados de residuos.	Residuos	DO L 190 de 12/07/2006, p. 1 a 98
Directiva 2018/851 por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos	Residuos	DO L 1502 de 14/06/2018, p. 109 a 140
Decisión de la Comisión de 18 de diciembre de 2014 por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.	Residuos	DO L 370 de 30/12/2014, p. 44 a 86
Reglamento (CE) Nº 1907/2006 relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), por el que se crea la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos, se modifica la Directiva 1999/45/CE y se derogan el Reglamento (CEE) Nº 793/93 del Consejo y el Reglamento (CE) Nº 1488/94 de la Comisión, así como la Directiva 76/769/CEE del Consejo y las Directivas 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE y 2000/21/CE de la Comisión.	REACH	DO L 396 de 30/12/2006, p. 1 a 852
REGLAMENTO (UE) Nº 207/2011 DE LA COMISIÓN DE 2 de marzo de 2011 por el que se modifica el Reglamento (CE) no 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), en lo que respecta a su anexo XVII (derivado pentabromado del éter de difenilo y PFOS)	REACH	DO L 058 de 03/03/2011, p. 27 a 28
Reglamento (CE) Nº 1272/2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) Nº 1907/2006.	CLP	DO L 353 de 31/12/2008, p. 1 a 1355
Reglamento (UE) n° 649/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de julio de 2012, relativo a la exportación e importación de productos químicos peligrosos Texto pertinente a efectos del EEE	Exportación/importación productos químicos	DO L 204 de 31/07/2008, p. 1 a 35
Reglamento (UE) Nº 214/2011 por el que se modifican los anexos I y V del Reglamento (CE) nº 689/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la exportación e importación de productos químicos peligrosos.	Exportación/importación productos químicos	DO L 059 de 04/03/2011, p. 8 a 14
Reglamento (CE) Nº 1107/2009 relativo a la comercialización de productos fitosanitarios y por el que se derogan las Directivas 79/117/CEE y 91/414/CEE del Consejo.	Productos fitosanitarios	DO L 309 de 24/11/2009, p. 1 a 50
Reglamento (UE) Nº 528/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de mayo de 2012, relativo a la comercialización y uso de biocidas.	BIOCIDAS	DO L 167 de 27/06/2012, p. 1/123
Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de noviembre de 2010 , sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación)	IPPC Emisiones	17.12.2010 ES Diario Oficial de la Unión Europea L 334/17
Directiva 2008/105/CE relativa a las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas, por la que se modifican y derogan posteriormente las Directivas 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE y 86/280/CEE del Consejo, y por la que se modifica la Directiva 2000/60/CE.	Agua	DO L 348 de 24/12/2008, p. 84 a 97
Reglamento (CE) Nº 401/2009 relativo a la Agencia Europea del Medio Ambiente y a la Red Europea de Información y de Observación sobre el Medio Ambiente.	Vigilancia	DO L 126 de 21/05/2009, p. 13 a 22
Reglamento (CE) Nº 861/2010 por el que se modifica el anexo I del Reglamento (CEE) Nº 2658/87 del Consejo, relativo a la nomenclatura arancelaria y estadística y al arancel aduanero común.	Control Aduanero	DO L 256 de 29/10/2010, p. 1 a 887
Ley 8/2010 por la que se establece el régimen sancionador previsto en los Reglamentos (CE) relativos al registro, a la evaluación, a la autorización y a la restricción de las sustancias y mezclas químicas (REACH) y sobre la clasificación, el etiquetado y el envasado de sustancias y mezclas (CLP), que lo modifica.	REACH/CLP	BOE 079 de 01/04/2010, p. 30210 a 30221
Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios.	Productos fitosanitarios	BOE 223 de 15/09/2012, p. 65127 a 65171
Real Decreto 509/2007 por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.	IPPC	BOE 096 de 21/04/2007, p. 17704 a 17717
Real Decreto 508/2007 por el que se regula el suministro de información sobre emisiones del Reglamento E-PRTR y de las autorizaciones ambientales integradas.	Emisiones	BOE 096 de 21/04/2007, p. 17686 a 17703
Real Decreto 815/2013 aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002 prevención y control integrados de la contaminación.	Emisiones	BOE 251 de 19/11/2013, p. 85173 a 85276
Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación	Emisiones	BOE 316, de 31/12/2016, p. 91806 a 91842
Real Decreto 773/2017, de 28 de julio, por el que se modifican diversos reales decretos en materia de productos y emisiones industriales	Emisiones	BOE 209, de 31/08/2017, p. 86086 a 86107
Ley 34/2007 de calidad del aire y protección de la atmósfera.	Aire	BOE 275 de 16/11/2005, p. 46962 a 46987
Real Decreto 100/2011 por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación.	Aire	BOE 025 de 28/01/2011, p. 9540 a 9568
Real Decreto 102/2011 relativo a la mejora de la calidad del aire.	Aire	BOE 025 de 29/01/2011, p. 9574 a 9626
Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.	Aguas	BOE 219 de 12/09/2015, p. 80582 a 80677
Real Decreto 187/2011 relativo al establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía.	MTD/MPA	BOE 052 de 18/02/2011, p. 24169 a 24187



### 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. Identificar los problemas asociados a los COP.
- II. Dar cumplimiento a las obligaciones establecidas en los acuerdos multilaterales.
- III. Crear un marco institucional para proteger la salud humana y el medio ambiente frente a los COP.
- IV. 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.
- V. Fortalecer los mecanismos de diálogo entre los distintos actores para que el consenso guíe el establecimiento de las distintas estrategias de intervención.
- VI. Estimular el intercambio de información técnica y científica que permita disponer de inventarios nacionales sobre liberaciones, emisiones, y presencia de COP.
- VII. 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 mayo de 2017 (Tabla 1).

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. MARCO DE COOPERACIÓN INSTITUCIONAL

El Grupo Nacional de Coordinación sobre COP se creó en 2005 como marco de cooperación y participación para elaborar el Plan Nacional de Aplicación del Convenio de Estocolmo y del Reglamento (CE) N° 850/2004. Este Grupo, además de integrar a los responsables de las políticas y acuerdos en materia de COP, pretende ser el marco de participación de todos los grupos de interés en dicha materia.



El Grupo Técnico de COP 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 sentir 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.

Al igual que en la elaboración del primer PNA, el borrador del documento del PNA actualizado se debate en el Grupo Técnico de COP y, posteriormente, se expone para consulta pública en la página web del Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO). Transcurrido el plazo, se consideran las posibles alegaciones y, si procede, se incorporan al borrador. El documento de PNA actualizado sobre COP deberá ser finalmente aprobado por el Consejo de Ministros, antes de proceder a su envío a la Secretaría del Convenio de Estocolmo.

## 5. MARCO SOCIOECONOMICO

### 5.1. Perfil actualizado del país

#### 5.1.1 Geografía y población

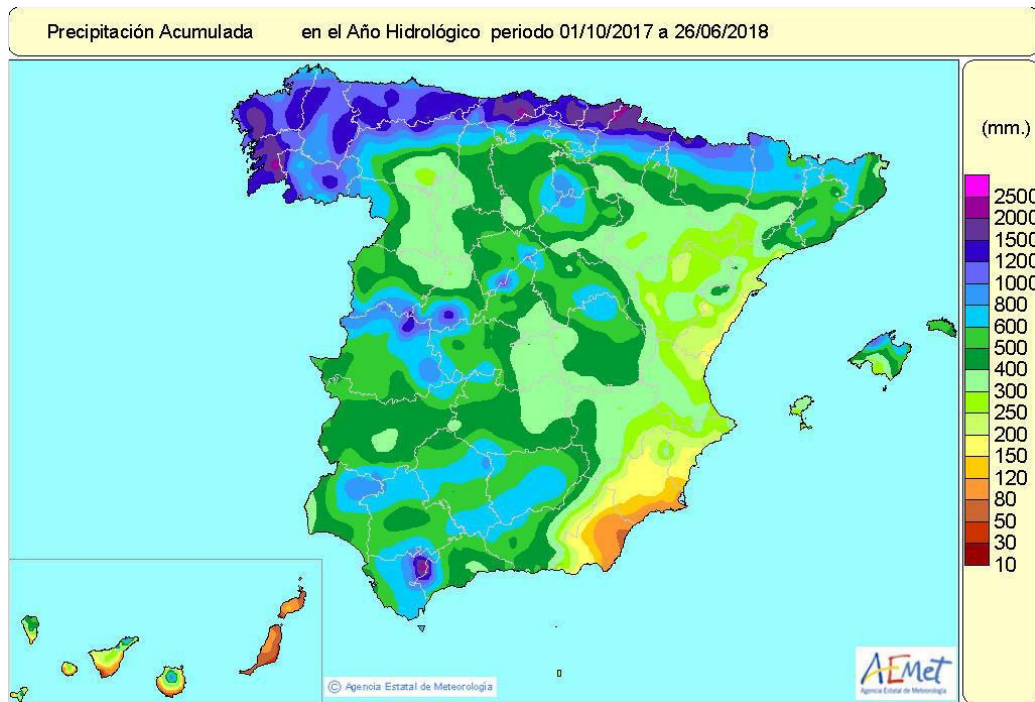
---

España, con una superficie total de 505.182 km<sup>2</sup> 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.

Las figuras 1 y 2 representan las Precipitaciones en el año hidrológico (2017-2018). El valor medio nacional de las precipitaciones acumuladas desde el pasado 1 de octubre hasta el 26 de junio de 2018 se cifra en 629 mm, lo que representa un 13 % más que el valor normal correspondiente ha dicho periodo (554 mm). Las precipitaciones superan los valores normales en casi toda la Península, Baleares y norte de las islas de Gran Canaria y Fuerteventura, con las excepciones de la mitad oeste de Galicia, el sureste de León, la provincia de Girona, el levante peninsular desde Almería hasta Tarragona, así como en las islas de Ibiza, Formentera y en el sur de Mallorca. Llegan a estar incluso un 50 % por encima del valor normal en zonas del interior de Asturias, País Vasco, Navarra y norte de Zaragoza, en áreas de La Mancha, al este de Jaén, en el

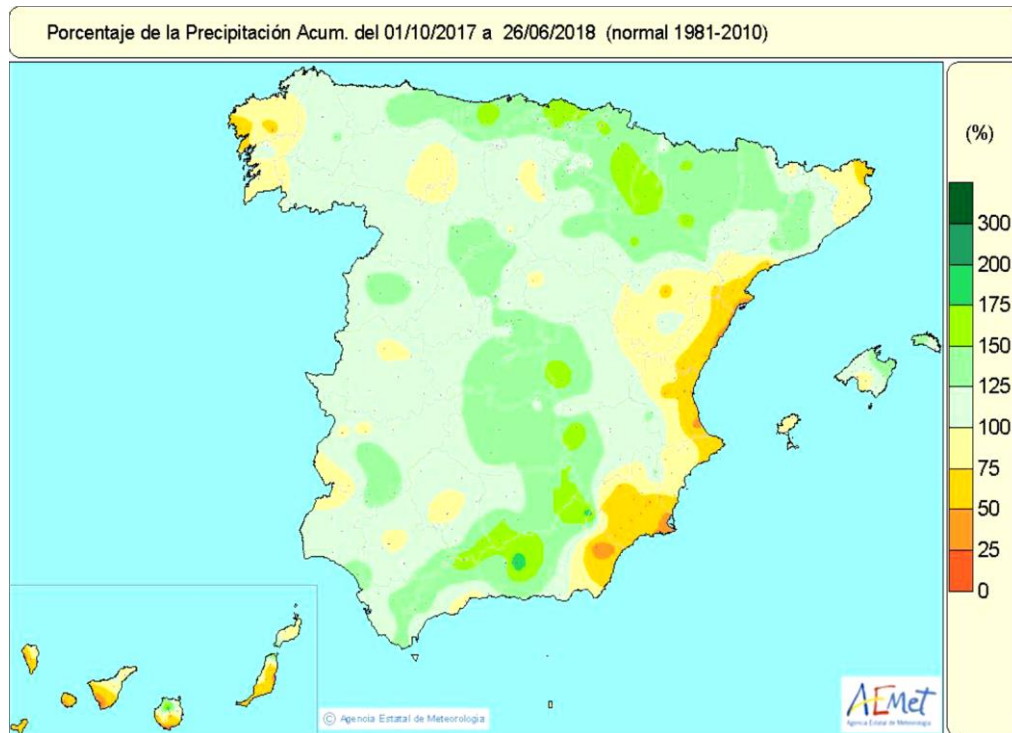


norte de Granada y en los Sistemas Béticos. Por otra parte, las precipitaciones se sitúan por debajo del 75 % de su valor normal en el sur de las islas Canarias de mayor relieve y Fuerteventura, a lo largo del levante peninsular en puntos de Murcia y Almería, en el litoral de Valencia, Castellón y Tarragona y al noreste de la provincia de Girona.



**Figura 1. Carácter de la precipitación acumulada para el año hidrológico 2017 – 2018. Fuente: Agencia Estatal de Meteorología. Ministerio para la Transición Ecológica**





**Figura 2. Porcentaje de la precipitación acumulada año 2017 – 2018. Fuente: Agencia Estatal de Meteorología. Ministerio para la Transición Ecológica.**

En lo que se refiere a la población, el padrón municipal de a fecha de 1 de enero de 2018 refleja las siguientes cifras de población, 46.698.569 habitantes: 41.979.151 de nacionalidad española y 4.719.418 de nacionalidad extranjera (10,1%). (Figura 3).

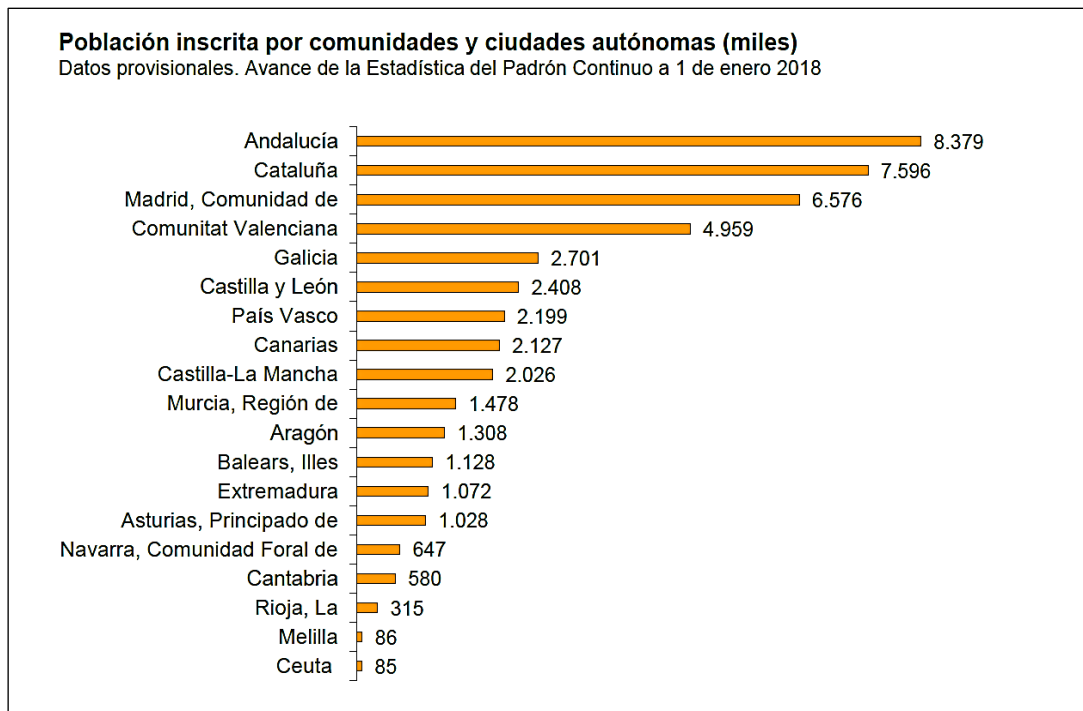


Figura 3. Estadística de padrón continuo (Año 2018) Datos provisionales. Fuente. Instituto Nacional de Estadística.

En el último año la población ha disminuido en nueve comunidades autónomas y ha aumentado en el resto. La Comunidad de Madrid (68.825 personas más), Cataluña (40.301 más) y Canarias (18.658 más) experimentan los mayores aumentos de población en términos absolutos entre el 1 de enero de 2017 y el 1 de enero de 2018. Por su parte, las mayores reducciones se producen en Castilla y León (18.151 personas menos), Extremadura (7.861 menos) y Galicia (7.369 menos).

En el periodo 2013-2016 (Tabla 6) ha aumentado la esperanza de vida al nacer en España en mujeres y en hombres. Además, la tasa de mortalidad bruta para el mismo periodo ha aumentado. La población española para dicho periodo disminuyó en aproximadamente 200.000 habitantes.

Tabla 6. Indicadores demográficos para España 2016-2013. Fuente: INE (2016)

	Indicadores demográficos para España 2016	Indicadores demográficos para España 2013	Variación periodo 2013-2016
<b>Esperanza de vida al nacer. Unidad: Años</b>			
Ambos sexos	83,1	82,8	0,3
Hombres	80,3	79,9	0,4
Mujeres	85,8	85,5	0,3



<b>Esperanza de Vida a los 65 años, según sexo: Unidad: Años</b>			
Ambos sexos	21,2	21,0	0,2
Hombres	19,1	18,9	0,2
Mujeres	23,1	22,8	0,2
<b>Tasa de mortalidad bruta : Defunciones por 1000 habitantes</b>			
Ambos sexos	8,8	8,3	0,4
Hombres	9,1	8,7	0,4
Mujeres	8,5	8,0	0,5
<b>Tasa de mortalidad infantil: Defunciones por 1000 habitantes</b>			
Ambos sexos	2,6	2,6	0,0
Hombres	3,0	2,8	0,2
Mujeres	2,3	2,5	-0,2

### 5.1.2 Perfil político y económico

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.

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

La Figura 4 refleja la evolución del IPC para el periodo 2013-2017 que representa la media anual respecto al índice general de ECOICOP (Clasificación de bienes y servicios), y la figura 5 presentan la evolución del PIB (2011 – 2016).

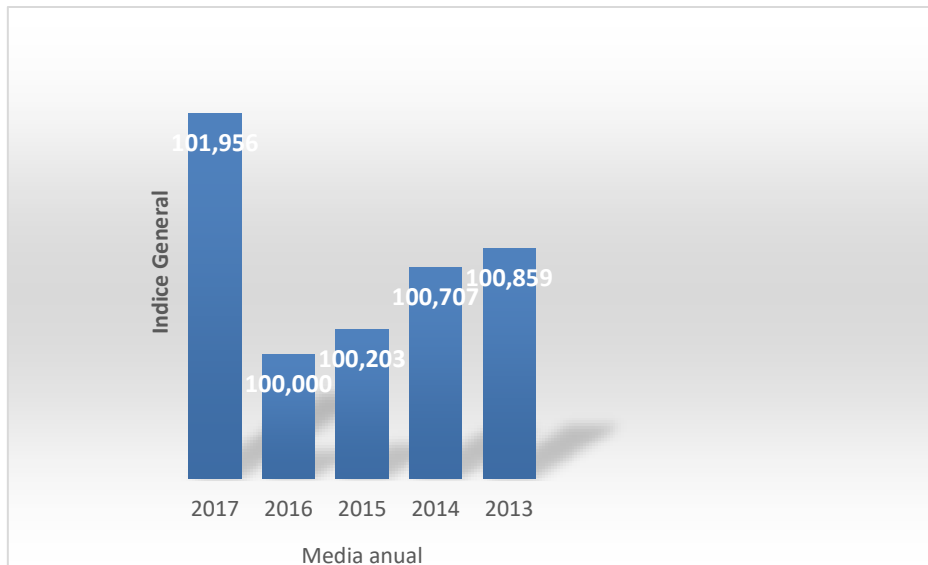


Figura 4. Índice de Precios de Consumo (IPC), medias anuales. Base 2016. Fuente: INE 2018.

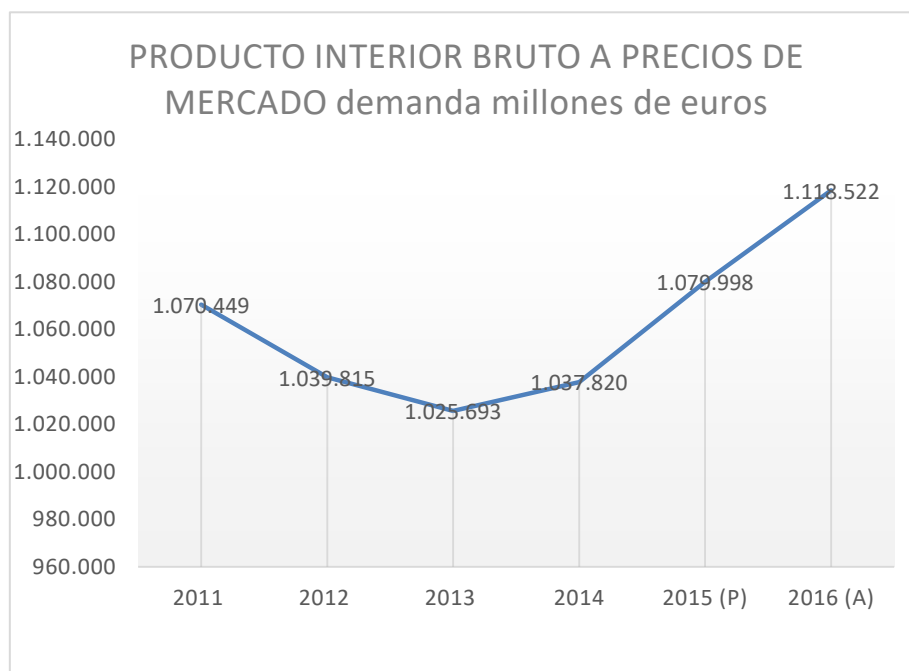


Figura 5. Producto interior bruto (PIB) a precios de mercado por habitante 2011-2016(A). Fuente: INE 2018.



### 5.1.3. Perfiles de los sectores económicos

La Figura 6 refleja El Índice de Producción Industrial corregido de efectos estacionales y de calendario presenta en mayo una variación del 1,6% respecto al mismo mes del año anterior. Esta tasa es 0,5 puntos inferior a la registrada en abril. La serie original del IPI experimenta también una variación anual del 1,6%. Esta tasa es 9,6 puntos menores que la del mes de abril.

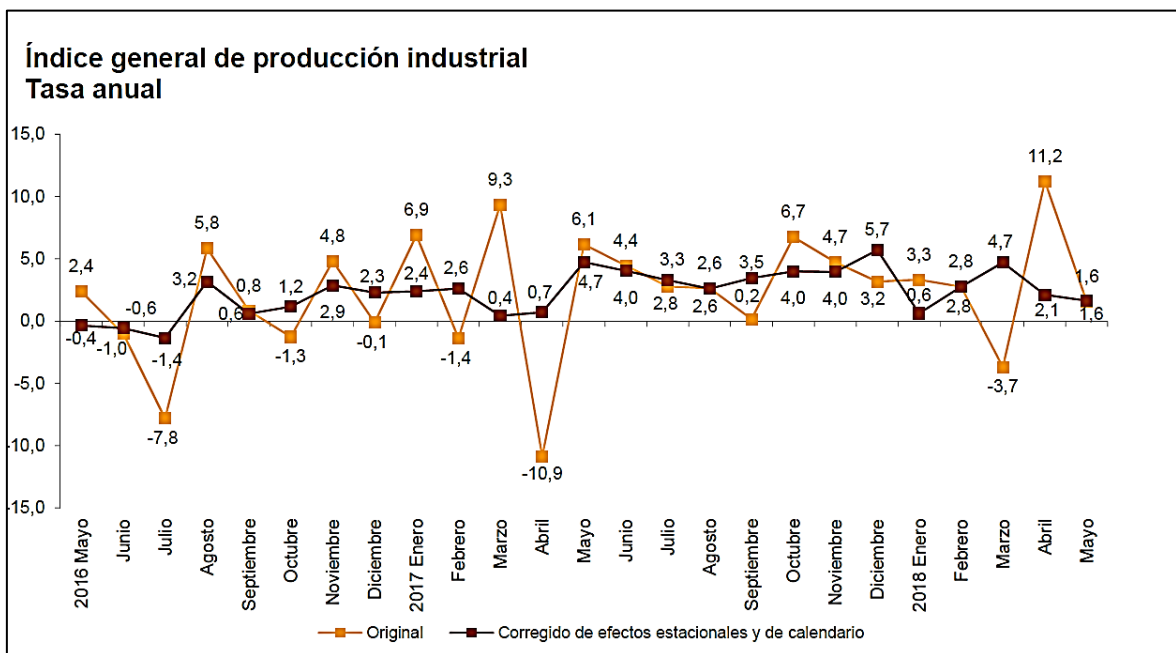


Figura 6. Índice de producción industrial (IPI) datos provisionales 2018. Fuente: Instituto Nacional de Estadística.

La tabla 7 indica para los índices corregidos de efectos estacionales y de calendario, *Bienes de consumo duradero* (-3,2%) y *Bienes de consumo no duradero* (-1,1%) presentan tasas anuales negativas. Por su parte, *Bienes intermedios* (4,0%) y *Bienes de equipo* (3,8%) registran los mayores aumentos.



Tabla 7. Índice de la producción industrial por agrupaciones de actividad. Base (2015). Fuente: INE 2018.

	Índice original	Índice corregido de efectos estacionales y de calendario
	Tasa anual (%)	Tasa anual (%)
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	1,6	1,6
1. Bienes de consumo	-2,6	-2,4
1.1. Bienes de consumo duradero	-2,8	-3,2
1.2. Bienes de consumo no duradero	-2,6	-1,1
2. Bienes de equipo	3,9	3,8
3. Bienes intermedios	4,1	4,0
4. Energía	0,0	0,2

#### 5.1.4 .Medio Ambiente en España

En La publicación que realiza el Ministerio para la Transición Ecológica “Perfil Ambiental 2017” 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.

En cuanto a las emisiones atmosféricas, los dos grandes grupos responsables de las emisiones de gases, partículas y otros compuestos químicos a la atmósfera a través del “Sistema Español de Inventario y Proyecciones de Emisiones a la Atmósfera” que es un instrumento esencial en la estrategia española de lucha contra las emisiones de gases de efecto invernadero, responsables del calentamiento global, y contra las de otros contaminantes atmosféricos que provocan daños en la salud humana y el medio ambiente.

El Sistema Español de Inventario (SEI) elabora anualmente el Inventario Nacional de Emisiones y Proyecciones a futuro de la evolución de estas sustancias, que permiten evaluar el cumplimiento de los compromisos adquiridos por España en esta materia. 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:



- a) Acidificadores.
- b) Precursores del ozono y gases efecto invernadero (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, CO, COVNM, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC, SF<sub>6</sub>) y metales pesados (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se y Zn).
- c) COP (hexaclorociclohexano, pentaclorofenol, hexaclorobenceno, tetraclorometano, tricloroetileno, triclorobenceno, tricloroetano, dioxinas y furanos e hidrocarburos aromáticos policíclicos).

En cuanto a los residuos, la información sobre residuos municipales (Tabla 8 y Figura 7) es elaborada por el Ministerio para la Transición Ecológica a partir de la información administrativa procedente de las CCAA, y de la información proporcionada por el INE, obtenida en cumplimiento del Reglamento (CE) nº 2150/2002 relativo a las estadísticas sobre residuos de la UE, de conformidad con el Convenio de colaboración firmado por ambas instituciones. Esta información incluye datos de residuos recogidos en los municipios procedentes de hogares, pequeños comercios, oficinas, colegios, etc. que son similares a los domésticos. El apartado "Otras recogidas separadas" recoge la información recopilada por el INE, e incluye, entre otros, residuos voluminosos, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), y otros residuos recogidos fundamentalmente en puntos limpios.

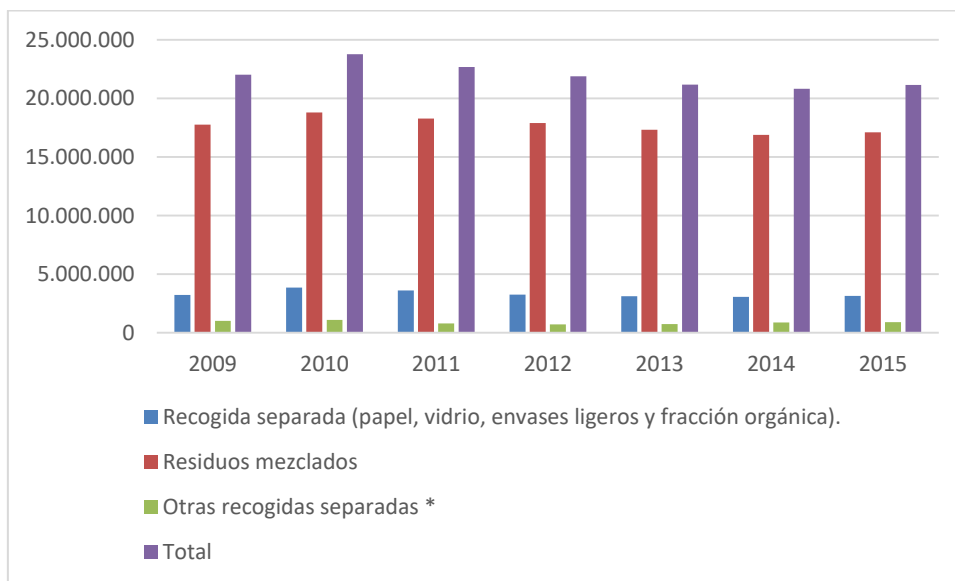


Figura 7. Comparativa de los datos de recogida de residuos municipales desde el año 2010-2015. Fuente: MITECO.



**Tabla 8. Información de Recogida de Residuos municipales (toneladas). Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica. Memoria anual de generación y gestión de residuos 2015.**

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Recogida separada (papel, vidrio, envases ligeros y fracción orgánica).	3.233.697	3.862.561	3.605.461	3.259.052	3.110.528	3.058.357	3.146.839
Residuos mezclados	17.770.790	18.808.667	18.291.848	17.911.465	17.320.704	16.886.941	17.106.176
Otras recogidas separadas *	1.018.207	1.103.190	795.998	725.818	752.985	891.110	904.812
<b>Total</b>	<b>22.022.694</b>	<b>23.774.418</b>	<b>22.693.307</b>	<b>21.896.335</b>	<b>21.184.217</b>	<b>20.836.408</b>	<b>21.157.827</b>

\* A partir de 2010, este dato corresponde con la información suministrada por el INE.

En cuanto a los residuos, la información sobre residuos municipales (Tabla 9) es elaborada por el Ministerio para la Transición Ecológica a partir de la información administrativa procedente de las CCAA, y de la información proporcionada por el INE, obtenida en cumplimiento del Reglamento (CE) n. 2150/2002 relativo a las estadísticas sobre residuos de la UE, de conformidad con el Convenio de colaboración firmado por ambas instituciones. Esta información incluye datos de residuos recogidos en los municipios procedentes de hogares, pequeños comercios, oficinas, colegios, etc. que son similares a los domésticos. El apartado “Otras recogidas separadas” recoge la información recopilada por el INE, e incluye, entre otros, residuos voluminosos, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), y otros residuos recogidos fundamentalmente en puntos limpios.

La Tabla 9 recoge datos de toneladas totales nacionales de residuos generados en 2013 y 2015, desglosados por tipo de residuo, con su código LER asignado. Estos datos los facilita MITECO y el INE y se remiten a Eurostat.





*Tabla 9. Fuente de procedencia de los datos de residuos código LER. Años 2013 y 2015. Unidad Toneladas (Tn).*

FUENTE	CÓDIGO LER-RESIDUO	GENERACIÓN 2013	GENERACIÓN 2015	
MITECO	20 03 01	Mezcla de residuos municipales	17.320.704	17.106.176
	20 01 01	Papel y cartón	988.226	1.008.959
	20 01 02	Vidrio	4.745	9.129
	20 01 08	Residuos biodegradables de cocinas y restaurantes	554.108	560.619
	20 02 01	Residuos biodegradables de parques y jardines	288.006	229.300
	15 01 06	Envases mezclados	559.258	592.353
	15 01 07	Envases de vidrio	716.185	746.479
INE	20 01 40	Residuos metálicos	20.985	22.430
	20 01 39	Residuos de plástico	21.577	39.453
	20 01 38	Residuos de madera	105.646	87.765
	20 01 10	Residuos textiles	23.488	40.767
	20 01 11			
	20 01 21	Equipos desechados	41.644	63.338
	20 01 23			
	20 01 35			
	20 01 36			
	20 01 33	Residuos de pilas y acumuladores	7.119	3.687
	20 01 34			
	20 03 02	Residuos de mercados	532.122	647.373
	20 03 07	Residuos voluminosos		
20 02 02	Tierras y piedras de parques y jardines	406	0	
<b>TOTAL</b>		<b>21.184.217</b>	<b>21.157.827</b>	

Las empresas de tratamiento de residuos, tanto de origen urbano como no urbano, gestionaron 47,5 millones de toneladas de residuos en 2015, lo que supuso un 4,6% menos que en el año anterior. El 95,9% de los residuos tratados correspondieron a la categoría de no peligrosos. En concreto, se trataron 45,5 millones de toneladas, un 5,1% menos que en 2014. Por su parte, los residuos peligrosos alcanzaron 1,9 millones de toneladas, un 10,0% más que en 2014. Del total de residuos tratados, el 53,3% se destinó al reciclado, el 39,3% al vertido y el 7,4% a la incineración (Tabla 10).



Tabla 10. Tratamiento final de los residuos. Fuente: INE

Tratamiento final de residuos. Año 2015

Unidad: miles de toneladas

Residuos tratados (por tipo de gestión)	Cantidad	% sobre el total	% variación interanual
<b>Total residuos gestionados</b>	<b>47.488,3</b>	<b>100,0</b>	<b>-4,6</b>
No peligrosos	45.543,2	95,9	-5,1
Peligrosos	1.945,1	4,1	10,0
<b>Reciclado</b>	<b>25.301,3</b>	<b>53,3</b>	<b>-6,4</b>
No peligrosos	23.695,8	49,9	-7,6
Peligrosos	1.605,5	3,4	14,5
<b>Vertido</b>	<b>18.677,1</b>	<b>39,3</b>	<b>-3,6</b>
No peligrosos	18.504,4	39,0	-3,3
Peligrosos	172,7	0,3	-24,5
<b>Incineración</b>	<b>3.509,9</b>	<b>7,4</b>	<b>4,5</b>
No peligrosos	3.343,1	7,0	3,8
Peligrosos	166,8	0,4	21,1

El reciclado de residuos disminuyó un 6,4%, respecto al año anterior (tabla 11). Los residuos con mayor influencia negativa en esta disminución fueron los metálicos (con una aportación de -4,350 puntos) y los residuos de separación (-1,331 puntos). Por el contrario, los residuos con una mayor influencia positiva fueron equipos desechados (0,482 puntos) y la Madera (0,459 puntos).

Tabla 11. Reciclado por categoría de residuos. Fuente: INE

Reciclado por categoría de residuos. Año 2015

Unidad: miles de toneladas

Residuos reciclados (por tipos)	Cantidad	% Sobre el total	% Variación anual	Influencia
<b>Total</b>	<b>25.301,3</b>	<b>100,0</b>	<b>-6,4</b>	
Metálicos	11.075,2	43,8	-9,6	-4,350
Papel y cartón	4.076,5	16,1	0,2	0,027
Residuos de separación	2.973,3	11,8	-10,8	-1,331
Animales y vegetales	1.749,0	6,9	-7,8	-0,545
Otros	1.254,8	5,0	-16,3	-0,903
Equipos desechados	1.139,2	4,5	12,9	0,482
Madera	1.043,9	4,1	13,5	0,459
Químicos (excluido lodos)	1.041,4	4,1	0,7	0,027
Vidrio	948,0	3,7	-7,4	-0,280



## 6. INFORMACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LOS CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES

El artículo 3 del Convenio de Estocolmo recoge las medidas para eliminar, y cuando esto no sea posible reducir, las liberaciones derivadas de la producción y utilización intencionales de los COP recogidos en los anexos A y B. Establece la prohibición de producción, comercialización y uso de los COP del anexo A (eliminación) y la restricción de producción y uso de los COP del anexo B (restricción, y cuando sea posible eliminación). También recoge medidas para prevenir la aparición de nuevos COP.

El artículo 4 establece el “Registro de exenciones específicas” y las condiciones en las que, de forma excepcional y en general con limitación temporal, se podrán producir o usar los COP de los anexos A y B. El registro refleja, de forma individualizada, a las Partes que gozan de exenciones específicas.

El artículo 5 recoge las medidas para reducir o eliminar las liberaciones derivadas de la producción no intencional, es decir, de las emisiones de COP incluidos en el anexo C que se generan y emiten de forma no intencional en fuentes antropogénicas. La meta es reducir esas emisiones al mínimo y, cuando sea viable, eliminarlas definitivamente.

El Convenio de Estocolmo incluía inicialmente 12 COP en sus anexos, conocidos como la “docena sucia”, que contaban con acreditada evidencia sobre su elevada persistencia, toxicidad, capacidad de bioacumularse y potencial para transportarse a larga distancia.

El artículo 8 del Convenio establece el procedimiento para la Inclusión de productos químicos en los anexos A (eliminación) y B (restricción), de COP producidos intencionalmente, y C (minimización), de COP generados de manera no intencional. El Comité de Revisión de los COP se encarga de llevar a cabo este proceso que, entre otros requisitos, exige que el candidato cumpla los criterios de persistencia, bioacumulación, toxicidad y transporte a larga distancia que recoge el anexo D. La Conferencia de las Partes es quien, tras la propuesta del Comité de Revisión, adopta finalmente la decisión de entrada de nuevos COP.

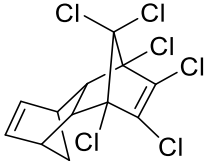
Se reflejan a continuación las sustancias COP incluidas en los anexos A, B y C del Convenio y anexos I, II y III del Reglamento, con información somera sobre su naturaleza, producción, comercialización, usos y, en su caso, alternativas y emisiones.

### 6.1 ALDRINA

La aldrina o aldrín es una sustancia química organoclorada que fue utilizada como plaguicida. Está, desde el inicio, incluida en el anexo A del Convenio de Estocolmo y en el anexo



I del Reglamento (CE) 850/2004 y forma parte de la lista de sustancias conocidas como “la docena sucia”.

<p>Estructura química:</p>  <p>Fórmula química: <math>C_{12}H_8Cl_6</math></p>	<p>Propiedades de la aldrina o aldrín:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Sustancia sólida, cristalina, inodora y blanquecina cuando se encuentra en estado puro.</li><li>- Su masa atómica de 364,9 g/mol.</li><li>- Presenta una solubilidad en agua muy baja pero se disuelve fácilmente en compuestos orgánicos, grasas y aceites.</li><li>- Es absolutamente volátil y su evaporación en el suelo es la principal fuente de emisión a la atmósfera.</li></ul> <p>Número CAS: 309-00-2</p>
---	---

El aldrín se liberó al medio ambiente como resultado de su aplicación en cosechas y suelos para combatir termitas, saltamontes, gusanos de la raíz del maíz y otras plagas de insectos. Estas aplicaciones generaban también cosechas contaminadas por aldrín. Tras su uso, el aldrín se puede transformar en dieldrín (insecticida de estructura química similar).

El aldrín se volatiliza fácilmente del suelo, puede absorberse a través de la piel y por ingestión y, debido a su elevada toxicidad, puede provocar daños en los sistemas nervioso y circulatorio y en hígado. Tiene también una elevada capacidad para bioacumularse en tejidos grasos y se biomagnifica a lo largo de la cadena trófica.

Se han descrito episodios de contaminación por aldrín que han generado efectos en humanos y en fauna silvestre.

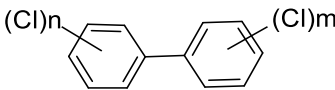
La Orden de 28 de febrero de 1986 sobre comercialización y utilización de fitosanitarios prohibió, entre otros, la comercialización y uso de productos fitosanitarios con aldrín a partir de marzo de 1986. Posteriormente el Reglamento (CE) Nº 850/2004 sobre COP prohibió además su producción ya que su artículo 3.1 prohíbe la producción, comercialización y uso de las sustancias incluidas en el Anexo I, solas, en preparados o como constituyentes de artículos.

La comercialización y el uso de aldrín se prohibieron en España hace más de tres décadas y fue en aquellos años sustituido. Debido a su elevada persistencia, trabajos de vigilancia recientes aún detectan su presencia aunque en niveles muy bajos que pueden interpretarse como contaminación histórica.



## 6.2 BIFENILOS POLICLORADOS O 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 cloros; se presentan con aspectos diversos que van desde líquidos grasos hasta sólidos cerosos. Los PCBs están incluidos en el 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 850/2004/CE.

<p>Estructura química general:</p>  <p>Fórmula química: <math>C_{12}H_{10-(n+m)}Cl_{n+m}</math> con valores de n + m de 0 a 10.</p>	<p>Propiedades de los PCBs:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Son sustancias cloradas sintéticas de elevada toxicidad.</li><li>- Estos compuestos tienen gran movilidad ambiental debido a su volatilidad parcial y persistencia.</li><li>- Resistentes al calor, alta constante dieléctrica por lo que son buenos aislantes, químicamente inertes.</li></ul> <p>Número CAS: 1336-36-3 (cada congenero y las mezclas poseen otros N° CAS diferenciados).</p> <p>Los anillos cuentan con sustituciones de cloro formando un total de 209 congéneres: monoclorobifenilos (3 compuestos homólogos); diclorobifenilos (12); triclorobifenilos (24); tetraclorobifenilos (42); pentaclorobifenilos (46); hexaclorobifenilos (42); heptaclorobifenilos (24); octaclorobifenilos (12); nonaclorobifenilos (3); decaclorobifenilo (1)</p>
--	---

Estos compuestos fueron usados ampliamente en la industria como fluido dieléctrico y como agente de transferencia de calor en transformadores y condensadores eléctricos, y como aditivos en pintura, papel de copia sin carbón y plásticos. De los 209 tipos diferentes de PCB, 13 presentan una toxicidad similar a la de las dioxinas. Su persistencia en el medio ambiente aumenta al aumentar el grado de cloración, y las vidas medias pueden variar de 10 días a un año y medio.

Los PCBs han evidenciado numerosos efectos adversos para la salud humana como disfunciones inmunitarias, neurológicas, alteraciones hormonales, del desarrollo, trastornos neuroconductuales, etc. Los PCBs están también clasificados como posibles carcinógenos humanos y tóxicos para la reproducción.



La exposición a PCB puede ocurrir también a través de alimentos. Hay descritos numerosos episodios en los que el consumo de alimentos contaminados con PCB generaron graves efectos sobre la salud, entre otros, casos ocurridos en Japón en 1968 y en Taiwán en 1978.

Son muy tóxicos para organismos acuáticos; los peces mueren a dosis altas y tienen fallos en el desove a dosis más bajas. Las investigaciones también vinculan a los PCB con fallos reproductivos y la supresión del sistema inmunitario en varios animales salvajes, como focas, visones y orcas.

La elevada toxicidad de los PCBs justificó establecer medidas para asegurar una gestión adecuada de los PCB y los aparatos que los contuvieran, fundamentalmente en la industria que los ha utilizado en transformadores y condensadores. El Real Decreto 1378/1999 establece medidas para la eliminación y gestión de los policlorobifenilos, policloroterfenilos y los aparatos que los contengan. Este RD y su posterior modificación, el Real Decreto 228/2006, incorporan 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 establecen que todos los transformadores con un volumen de PCB superior a 5 dm<sup>3</sup> 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 dm<sup>3</sup> 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 ha fijado 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 dm<sup>3</sup>.

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 dm<sup>3</sup> y aquellos que contenían un volumen de PCB comprendido entre 1 y 5 dm<sup>3</sup>. A falta de datos precisos, este inventario estaba constituido por la mejor estimación posible de las cantidades en peso de PCB y de los aparatos que contenían PCB existentes en España en el momento de su elaboración.

La estimación inicial de las cantidades de PCB/PCT se realizó utilizando consultas efectuadas a los distintos agentes y sectores implicados en la posesión y gestión de aparatos con PCB. Sin embargo, los datos iniciales eran escasos por lo que en ese primer plan se optó por utilizar horquillas de estimación para realizar los inventarios de PCB/PCT, especialmente en el caso de aparatos con volumen superior a 5 dm<sup>3</sup>.

No obstante, el Plan aclaraba que, de acuerdo con el Real Decreto, el inventario debería ser revisado y modificado con datos más precisos que tendrían que suministrar los poseedores



en sus declaraciones a las Comunidades Autónomas (CCAA), y éstas elaborarían sus inventarios autonómicos en base a dichos datos.

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 este Ministerio 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).

Entre el conjunto de aparatos inventariados, se encuentran los siguientes tipos:

- *Transformadores eléctricos.*
- *Condensadores.*
- *Otros (inductores, arrancadores, recipientes conteniendo PCB, etc.)*

El inventario desglosa a los aparatos en los siguientes grupos:

- *Aparatos fabricados con fluidos de PCB:* los que contienen PCB debido a que han sido fabricados equipándolos desde su origen con dieléctricos o fluidos constituidos por PCB. La identificación de estos aparatos se ha realizado comprobando que en las placas, o documentación de origen de los aparatos, figuran las denominaciones comerciales de los PCB (piraleno, clophen, aroclor, pheneclor, solvol, etc.).
- *Aparatos contaminados por PCB:* los que, habiéndose fabricado con fluidos o aceites que no son de PCB, durante su vida en servicio han llegado a contaminarse con PCB en una concentración igual o superior a 50 ppm. La identificación de estos aparatos se ha realizado mediante análisis químicos de comprobación, realizados en dieléctricos, aceites y otros fluidos de los aparatos. Dentro de este grupo se distinguen como un subgrupo diferenciado los trafos que contiene entre 50 y 500ppm de PCB.
- *Aparatos que pueden contener PCB:* los aparatos sobre los que exista una razonable sospecha de que puedan haberse contaminado con PCB en su fabricación, utilización o mantenimiento (por haberse podido contaminar en fábrica durante el primer proceso de llenado o durante su servicio en operaciones de desencubados, rellenos de fluido, reparaciones, tratamientos de filtrado, etc.). Estos aparatos podrían ser suprimidos de la lista si, tras los correspondientes análisis químicos, se comprobase que su concentración en PCB es inferior a 50 ppm.
- *Aparatos eliminados o descontaminados por debajo de 50 ppm:* los aparatos que, desde la entrada en vigor del Real Decreto 1378/1999, hayan sido descontaminados hasta que la concentración permanente de PCB en el



fluido/dieléctrico sea inferior a 50 ppm o hayan sido eliminados totalmente por el poseedor.

El Inventario Nacional incluye la lista de datos necesarios para la identificación precisa de todos los aparatos declarados con concentración de PCB superior a 50 ppm (incluidos los que puedan contener PCB), relacionando aparato por aparato.

En la actualidad se está procediendo a actualizar el inventario con datos enviados por las Comunidades Autónomas correspondientes a los años 2016 y 2017.

Las tablas 12 y 13 recogen los datos del Inventario Nacional de PCB remitidos por las Comunidades Autónomas reportados hasta el 31 de diciembre de 2015:

**Tabla 12. Cantidades en peso (sólido más líquido) de aparatos con PCB existentes (SG. Residuos. MITECO). Unidad Toneladas (Tn).**

Grupo de aparatos Toneladas	Unidad	Cantidad inventariada a 31/12/2015* (sólido + líquido)	Deficit de eliminación a 31/12/2015	Aparatos eliminados o descontaminados
Aparatos fabricados con fluidos de PCB		144	144	
Aparatos contaminados por PCB		21.006	1.110	
(*) de los cuales trafo con PCB entre 50 y 500 ppm		19.986		
Aparatos que pueden contener PCB(**)		849	283-848	
Total		21.999	1.537-2.102	88.308

Nota: del total de la cantidad inventariada se excluyen los trafo con PCB





**Tabla 13. Cantidades de aparatos inventariados con peso conocido a 31 de diciembre de 2015 (S.G de Residuos. MITECO). Unidad Kilogramos (Kg).**

CCAA	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 descontamina dos por debajo de 50 ppm	TOTAL	TRAFOS entre 50 y 500 ppm contenidos en el grupo 2	Pequeños equipos con <5dm3	Equipos con un contenido en PCB entre 50 y 500ppm	Equipos con un contenido en PCB >500ppm
	1	2	3	4	1+2+3+4				
Andalucía	14	4.996	0	13.985.940	13.990.950	4.973		4.964	
Aragón		1.009.449		2.668.274	3.677.723	1.009.449	429	505.248	2.162.597
Asturias	0	1.155.845	0	3.156.899	4.312.759	1.155.845	15	2.682.687	1.546.558
Baleares	0	369.726	0	181.858	551.584	369.726		369.726	46.632
Canarias	0	433.720	0	974.022	1.407.742	433.720		433.720	
Cantabria	0	316.839	24.035	1.905.802	2.246.676	254.573		254.573	
C. la Mancha		432.298		1.656.033	2.088.331	432.298	4.294	1.180.947	903.090
Cast. y León	19.086	2.639.432	222.680	5.730.885	8.612.083	2.623.931			
Cataluña	15.672	2.556.940	93.232	8.394.477	11.060.321	2.526.453	0	2.556.940	15.672
Ceuta									
Extremadura	610	497.444	0	1.149.928	1.647.982	497.444	0	1.027.459	620.478
Galicia	1.775	551.158		4.267.952	4.823.157	541.818	7.920	541.818	3.602.173
La Rioja	1.480	223.629		960.689	1.185.798	223.629	0	223.629	1480
Madrid	32.070	2.192.357	59.800	12.637.050	14.921.277	2.178.577	1.938	3.464.196	11.455.143
Melilla	0	0	0		0	0	0	0	0
Murcia	600	837.013	0	1.395.276	2.232.889		10.647	1.037.296	1.284.946
Navarra	0	318.578	0	1.941.299	2.259.877	318.578		552.820	1.388.479
Pais Vasco	72.680	4.422.525	392.041	17.527.272	22.414.518	4.313.168		7.483.576	10.617.774
Valencia	0	3.044.312	56.925	9.774.024	12.875.261	2.998.734	0	1.872.313	7.901.711
<b>Total</b>	<b>143.987</b>	<b>21.006.261</b>	<b>848.713</b>	<b>88.307.680</b>	<b>110.308.928</b>	<b>19.882.916</b>	<b>25.243</b>	<b>24.191.912</b>	<b>41.546.733</b>

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. 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 2026 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 (CE) N° 1013/20067 que, entre otros, establece el procedimiento y las medidas de control para el traslado de residuos contaminados con PCB y PCT.

De conformidad con la normativa comunitaria, se fijó el 1 de enero de 2011 como plazo máximo para llevar a cabo la eliminación o descontaminación de los PCB y aparatos que los contengan especificados en el mencionado Real Decreto 1378/1999, con la excepción de los transformadores eléctricos débilmente contaminados (entre 50 y 500ppm de PCB), los cuales podrán estar operativos hasta el año 2028, conforme a lo establecido en el Convenio de Estocolmo. El ritmo de la eliminación final de estos aparatos ha disminuido, posiblemente debido a la situación económica global.



Un uso menor de los congéneres de PCB es su utilización en aceites lubricantes, pinturas, plastificantes y en materiales de construcción (sellantes, revestimientos de suelo a partir de resinas, acristalamientos dobles, etc.). Estos usos se han recogido en el II Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (II PNRCDD), en donde se indica que se debe realizar un tratamiento especial de estos materiales porque pueden tener alguna característica de peligrosidad.

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. Los datos de emisiones y liberaciones de PCB aportados por los complejos industriales y recogidos en el PRTR-España durante el periodo 2013-2017 se reflejan en la tabla 14:

**Tabla 14. Emisiones y liberaciones PCBs (PRTR)**

Emisiones/Liberaciones de PCBs a distintos medios	2013	2014	2015	2016	2017
Aire (kg/año)	49,909	11,018	9,8957	8,8101	0,3202
Agua (kg/año)	4,282	1,118	1,1976	1,1947	3,2556
Suelo (kg/año)	No hay datos	No hay datos	No hay datos	No hay datos	No hay datos

A nivel europeo, el informe de evaluación de la red EMEP 2017 ([http://www.ceip.at/ms/ceip\\_home1/ceip\\_home/webdab\\_emepdatabase/](http://www.ceip.at/ms/ceip_home1/ceip_home/webdab_emepdatabase/)) permite acceder a los datos de emisiones de contaminantes atmosféricos y su evolución temporal.

El **Sistema Español de Inventario (SEI)** elabora periódicamente el Inventario Nacional de emisiones de contaminantes atmosféricos que estima las emisiones anuales, entre otros, de algunos Contaminantes Orgánicos Persistentes, entre los que están los PCB.

Los datos del inventario de emisiones de España se remiten regularmente al Convenio de Ginebra, de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE), sobre Contaminación atmosférica transfronteriza (CLRTAP). Los datos remitidos en 2018 han ido acompañados de un informe detallado sobre las estimaciones anuales de emisiones de contaminantes a nivel nacional, también por fuente, desde 1990 hasta 2016.

El informe 2018 mencionado recoge que el 95% de las emisiones totales de PCB se producen en el sector “Procesos Industriales y Uso de Productos” (Industrial Processes and Product Use, IPPU). Esta información se refleja en la figura 8, que aparece a continuación y el informe citado se puede descargar desde: [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/spain\\_2018-clrtap-iirsubmission-iir\\_tcm30-444528.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/spain_2018-clrtap-iirsubmission-iir_tcm30-444528.pdf)



### Contribution of emissions from IPPU activities in 2016 to the total emissions

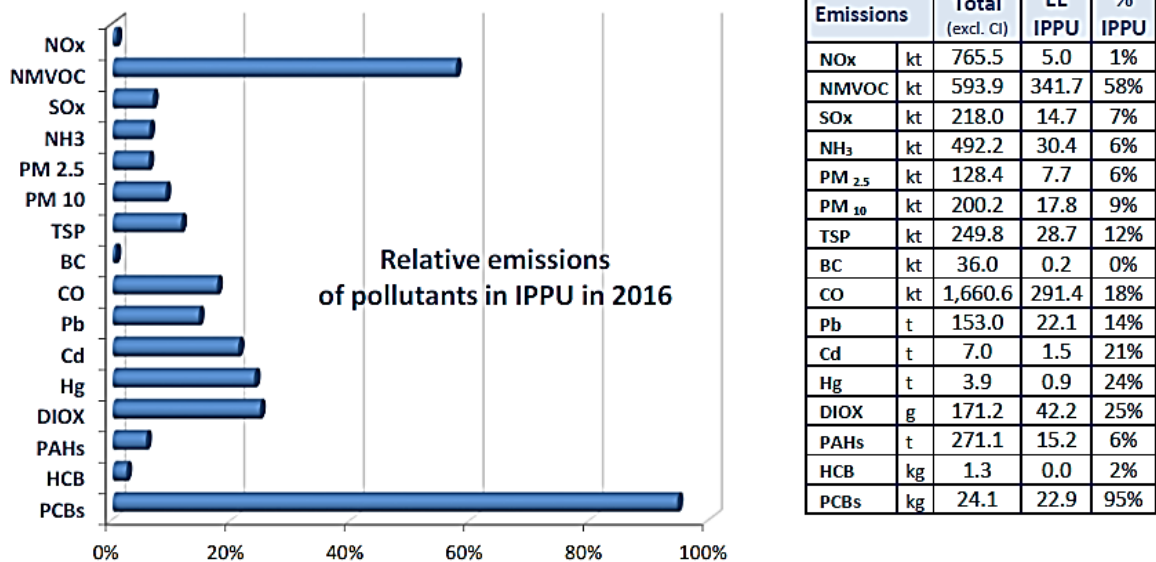


Figura 8. Contribución del sector IPPU a las emisiones totales de contaminantes año 2016

### 6.3 CLORDANO

El clordano es un plaguicida organoclorado que se utilizó extensivamente para controlar termitas y como insecticida de amplio espectro en una variedad de cultivos agrícolas.

El clordano está incluido en el anexo A del Convenio de Estocolmo y en el anexo I del R(CE) 850/2004 sobre COP y forma parte de la lista conocida como “la docena sucia”.

<p>Estructura química:</p> <p>Fórmula química: C<sub>10</sub>H<sub>6</sub>Cl<sub>8</sub></p>	<p>Propiedades del clordano:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Su estado físico es un líquido espeso que, según su pureza puede ser entre incoloro y ámbar.</li><li>- Su olor también varía entre inodoro o un olor leve e irritante.</li><li>- Es una sustancia combustible y a temperaturas por encima de 56º C pueden formarse mezclas explosivas vapor/aire.</li></ul> <p>Número CAS: 57-74-9</p>
--	---

Se trata de un plaguicida muy persistente y altamente tóxico para humanos; es una sustancia carcinogénica y sus efectos pueden presentarse en sistema nervioso, hígado y sistema



digestivo. Puede absorberse por inhalación del polvo, a través de la piel y por ingestión. En el medio ambiente es muy tóxico para fauna silvestre, especialmente para peces y aves acuáticas.

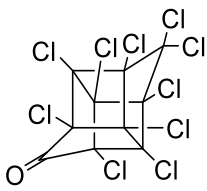
La Orden de 28 de febrero de 1986 sobre comercialización y utilización de fitosanitarios prohibió, entre otros, la comercialización y uso de productos fitosanitarios con clordano a partir de marzo de 1986. Posteriormente el Reglamento (CE) N° 850/2004 sobre COP prohibió además su producción ya que su artículo 3.1 prohíbe la producción, comercialización y uso de las sustancias incluidas en el Anexo I, solas, en preparados o como constituyentes de artículos.

La comercialización y el uso de clordano se prohibieron en España hace más de tres décadas y fue en aquellos años sustituido. Algunos trabajos de vigilancia recientes aún detectan su presencia, aunque en niveles muy bajos que pueden interpretarse como contaminación histórica.

#### 6.4 CLORDECONA

La clordecona es un plaguicida organoclorado usado en agricultura. La clordecona está incluida en el anexo A del Convenio de Estocolmo y en el anexo I del Reglamento (CE) 850/2004 sobre COP (eliminación).

La clordecona tiene una estructura química similar al mírex, se sintetizó por primera vez en 1951 en Estados Unidos y se introdujo comercialmente en 1958; se utilizó, principalmente en Estados Unidos donde fue conocida también como Kepone® y dejó de producirse en 1978. Allí se usó como insecticida en tabaco, arbustos ornamentales, plátanos y árboles cítricos, y en trampas para hormigas y cucarachas. Todo indica que no hubo producción de clordecona ni en la UE ni en España y, al parecer, tampoco fue utilizada.

<p>Estructura química:</p>  <p>Fórmula química: C<sub>10</sub>Cl<sub>10</sub>O</p>	<p>Propiedades de la clordecona:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- sólido cristalino de color blanco-canela.</li><li>- Es inodora.</li><li>- Su proceso de degradación es muy lento por lo que persiste durante años en el medio ambiente, ya sea en el suelo o en el agua.</li></ul> <p>Muy poco soluble en agua pero se adhiere fácilmente a las partículas en el sedimento.</p>
---	--

La principal fuente de exposición es por ingestión; es improbable que se encuentre en el agua o el aire por su baja hidrosolubilidad y volatilidad. La exposición a clordecona puede provocar daños en sistema nervioso, hígado, piel y sistema reproductivo masculino. También puede tener efectos carcinógenos. En el medio ambiente es muy tóxica, especialmente para los organismos acuáticos.



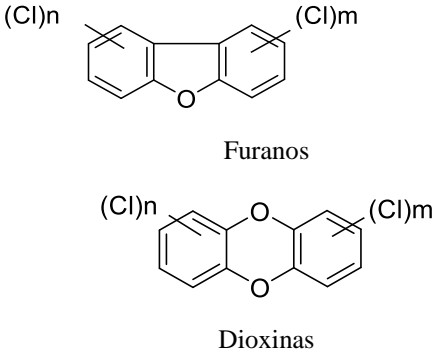
La clordecona no aparece mencionada en ninguna legislación europea, ni nacional, sobre plaguicidas anterior a 2004. Al igual que para el resto de COP incluidos en el Anexo A, el artículo 3 del Reglamento 850/2004/CE sobre COP, prohíbe la producción, comercialización y uso de clordecona, sola, en preparados o en artículos.

Al no haber sido producida ni utilizada en España, no hizo falta sustituirla, en cualquier caso, habría ocurrido hace décadas.

## 6.5 DIBENZO-P-DIOXINAS POLICLORADAS Y DIBENZOFURANOS (PCDD/F)

Las dioxinas y los furanos son una familia de productos químicos organoclorados complejos. Hay 75 congéneres de dioxinas, de las cuales siete se consideran de mayor interés ya que son muy tóxicas a niveles muy bajos, siendo la tetracloro-dibenzo-p-dioxina (2, 3, 7,8-TCDD), la de mayor toxicidad. La persistencia en suelo de algunas dioxinas está entre 10 y 12 años.

Las dioxinas y los furanos están incluidos en el anexo C del Convenio de Estocolmo y en el anexo III del Reglamento 850/2004 sobre COP ya que se generan de manera no intencional en actividades en las que hay procesos térmicos o de combustión en presencia de materia orgánica y cloro.

<p>Estructura química:</p>  <p>Furanos</p> <p>Dioxinas</p> <p>Fórmula química <math>C_{12}H_4Cl_4O_2</math></p> <p>n y m con valores ambos de 0 a 4.</p>	<p>Propiedades de las dioxinas y furanos:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Son compuestos sólidos y cristalinos.</li><li>- Virtualmente insolubles en agua, pero fácilmente soluble en disolventes orgánicos, grasas y aceites.</li><li>- Estables térmicamente, hasta 750°C</li><li>- Inertes químicamente, susceptibles fotoquímicamente.</li></ul> <p>Se adsorben a la superficie de partículas.</p>
---	--

En términos generales, las posibles fuentes de dioxinas, furanos y COP análogos “no intencionales” pueden agruparse en cuatro sectores:

- Procesos de incineración y combustión: Incineración de residuos; procesos metalúrgicos, tales como la producción de acero a alta temperatura, recuperación de



metales en altos hornos, combustión de carbón, madera, productos petrolíferos y neumáticos usados.

- Industria química: Producción de cloro y derivados clorados orgánicos con fines diferentes: insecticidas, herbicidas, catalizadores y productos intermedios para la síntesis de otras sustancias. Aunque la producción de muchas de las sustancias incluíbles en este grupo han dejado de producirse en la mayor parte de los países desarrollados, no ocurre lo mismo en países en vías de desarrollo.
- Producción de papel y depuración de aguas: Los procedimientos de blanqueado de papel mediante el empleo de cloro, pueden conducir a la formación de PCDD y PCDF a partir de los derivados polifenólicos presentes de forma natural en la pulpa de la madera empleada en la producción de pasta de papel. De igual manera, los lodos generados en los procesos de depuración de aguas residuales pueden concentrar cantidades apreciables de estas sustancias.
- Reservorios naturales: La gran estabilidad química y el intenso carácter lipófilo de estas sustancias, facilitan su acumulación en suelos, sedimentos y materia orgánica. Esto puede, al menos teóricamente, facilitar su diseminación a través del polvo, pero no es probable que esto último tenga consecuencias importantes a escala global, aunque sí a escala local.

La exposición a dioxinas y furanos puede causar graves efectos sobre la salud humana, afectando a órganos importantes como corazón, sistema inmune, hígado, piel (cloracné), glándula tiroides y puede incluso causar la muerte; están catalogados como carcinógenos.

Una vez liberados a la atmósfera, las dioxinas y furanos se depositan eventualmente sobre el suelo y la vegetación. Al ser altamente insolubles en agua, estos compuestos se fijan fuertemente por adsorción a suelos o sedimentos, por lo que se degradan muy lentamente, y persisten durante muchos años en el ambiente, llegando a acumularse en los organismos y entrar en la cadena alimenticia. La comida (especialmente de origen animal) es la principal fuente potencial de exposición para humanos.

Los furanos son estructuralmente similares a las dioxinas y comparten muchos de sus efectos tóxicos. Hay 135 congéneres.

La Directiva 2010/75/UE<sup>8</sup> que refunde 6 directivas anteriores, establece para la incineración y coincineración de residuos unos VLE totales y medios para dioxinas y furanos de 0,1 ng/Nm<sup>3</sup> y el VLE para vertidos de aguas residuales procedentes de la depuración de gases residuales es de 0,3 ng/l.

Asimismo, el Real Decreto 815/2013<sup>9</sup> 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, establece las medidas a adoptar por las



actividades de incineración y co-incineración de residuos para prevenir o reducir los riesgos para la salud humana y el medio ambiente; este Real Decreto refleja para dioxinas y furanos los mismos VLE que especifica la directiva mencionada.

La Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental, a través de la Subdirección General de Calidad del Aire y Medio Ambiente Industrial, como Autoridad Nacional del Sistema de Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera y siguiendo lo dispuesto en el artículo 27 de la Ley 34/2007<sup>10</sup> de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera, actualiza y revisa las series temporales de emisiones de contaminantes, entre ellos los regulados por el Convenio de Ginebra sobre Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia, donde se encuentran las dioxinas y furanos.

En Real Decreto 100/2011<sup>11</sup> tiene por objeto la actualización del catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera. El RD también establece las disposiciones básicas para su aplicación y los criterios mínimos comunes que puedan adoptar las CCAA para controlar las emisiones producidas en las actividades incluidas en dicho catálogo. El inventario nacional de emisiones cubre la práctica totalidad de las actividades potencialmente emisoras de contaminantes a la atmósfera contempladas en el Convenio de Ginebra “Selected Nomenclature for Air Pollution” SNAP. Según el Inventario<sup>12</sup>, las dioxinas y furanos proceden mayoritariamente de las actividades relacionadas con la combustión.

El informe 2018 sobre emisiones nacionales de contaminantes a la atmósfera (Informative Inventory Report (IIR)), elaborado por el Sistema Español de Inventarios (SEI) y enviado a la Secretaría del Convenio de Ginebra y a su Programa EMEP recoge los datos de emisiones de dioxinas y furanos en España, por sectores, durante el periodo 1990-2016 (tabla 15); en este informe se excluyen los datos de las Islas Canarias. El informe se puede descargar en: [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/spain\\_2018-clrtap-iirsubmission-iir\\_tcm30-444528.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/spain_2018-clrtap-iirsubmission-iir_tcm30-444528.pdf)





Tabla 15. Datos de emisiones nacionales de PCDD/F por sectores y totales (clasificación NFR, Nomenclature for Reporting)

Emission data (g I-TEQ)	1990	2005	2010	2013	2014	2015	2016	Dist 2016	2016/ 1990	2016/ 2015
A_PublicPower	133.8	4.4	1.3	2.8	3.0	3.4	2.7	2%	-98%	-20%
B_Industry	74.9	89.9	84.5	80.2	85.0	90.6	84.0	49%	12%	-7%
C_OtherStationaryComb	36.6	35.2	41.4	40.9	40.9	40.5	40.6	24%	11%	0%
D_Fugitive	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0%	-	-
E_Solvents	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0%	-	-
F_RoadTransport	4.0	4.0	3.3	2.8	2.8	2.9	3.0	2%	-26%	4%
G_Shipping	0.3	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0%	-59%	70%
H_Aviation	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0%	-	-
I_Offroad	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0%	-25%	-4%
J_Waste	144.8	38.2	35.0	40.8	40.2	40.0	40.5	24%	-72%	1%
K_AgriLivestock	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0%	-	-
L_AgriOther	8.9	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0%	-98%	0%
Total (Canary Islands not included)	403.4	172.3	165.8	167.8	172.3	177.7	171.2	-	-58%	-4%

De estos datos se deduce que la tendencia de las emisiones de PCDD/F del periodo 1990-2016 (tabla 15 y figura 9) es una clara reducción de las emisiones de PCDD/F que en algunos sectores supone reducciones del 72% y del 98%. Esta reducción se relaciona con el cambio en la forma de gestionar los residuos y con el cumplimiento de los valores límite de emisión establecido por la legislación para los distintos sectores.

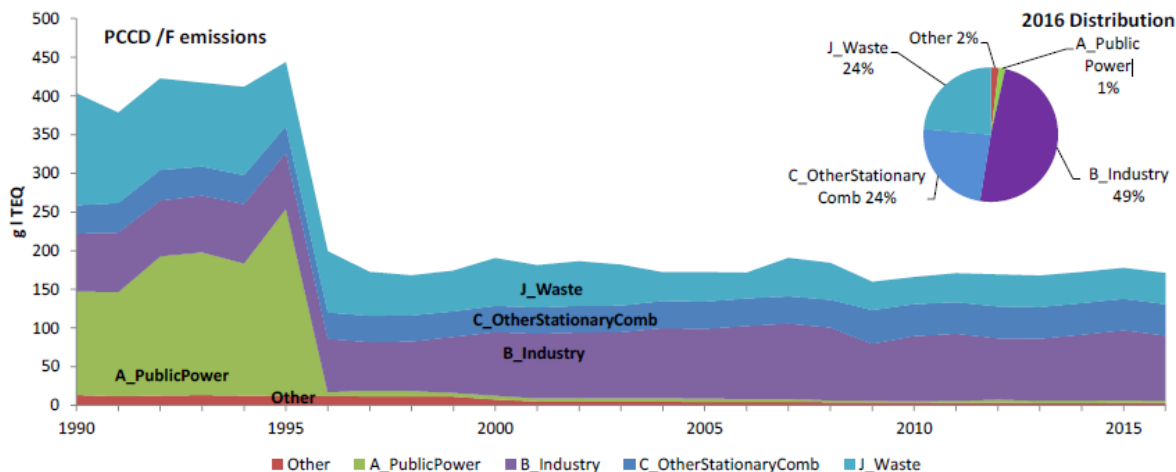


Figura 9. Tendencia de las emisiones de PCDD/F periodo 1990-2016. Fuente: MITECO

Desde 1998 se ha trabajado en la caracterización de las emisiones de dioxinas y furanos con el fin de determinar factores de emisión que permitan estimar de manera lo más precisa





posible las emisiones reales de dioxinas y furanos. A día de hoy, las emisiones de estos compuestos son las que están mejor caracterizadas y tienen definidos factores de emisión para la mayoría de sectores emisores.

En el año 2008 comenzó el funcionamiento del Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes (PRTR–España) sustituyendo al EPER–España según indica el Reglamento (CE) Nº 166/2006<sup>13</sup> y el Real Decreto 508/2007<sup>14</sup>. En este registro los complejos industriales comunican acerca de las sustancias contaminantes emitidas al aire, agua y suelo, sobre emisiones accidentales, emisiones de fuentes difusas y la transferencia de residuos fuera de los complejos industriales.

El PRTR-España recoge los datos de emisiones de dioxinas y furanos a atmósfera, a las aguas y al suelo que superan el valor umbral establecido para estos compuestos y que es de 0,0001 kg·TEQ/año. La información registrada en el PRTR–España durante el periodo 2001 – 2017 se muestra en la tabla 16:

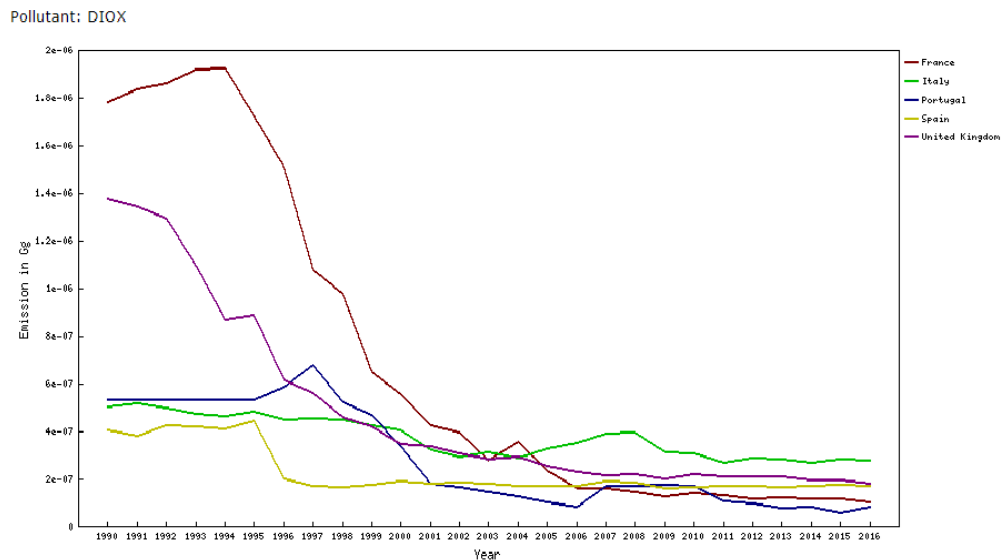


**Tabla 16. Emisiones de PCDD/F por sectores (PRTR)**

Actividad	Medio	2001	2005	2010	2015	2016	2017
Instalaciones de combustión/energéticas	Aire	7,17E-02	0,0023	2,50E-04	1,20E-03	9,90E-03	3,00E-04
Producción y transformación de metales	Aire	3,43E-02	3,80E-02	4,24E-02	3,03E-02	1,84E-02	1,51E-02
Industria mineral	Aire	0,0091	3,00E-03	5,00E-04	5,00E-04	7,00E-04	3,00E-04
Industria química	Aire	0,0215	1,00E-04	4,52E-01	6,30E-03	4,10E-03	5,00E-05
Gestión de residuos y aguas residuales	Aire	0,0025	3,22E-02	7,20E-03	0,0059	7,80E-03	1,02E-01
Industria derivada de la madera (papel y cartón)	Aire	0	0	1,462E-09	0	9,00E-03	5,80E-05
Ganadería y acuicultura intensiva	Aire	0	0	2,1079E-08	0	0	0
Productos de origen animal y vegetal de la industria alimentaria y de las bebidas	Aire	0	1,79E-05	2,31E-06	2,99E-06	2,94E-06	1,89E-08
Otras actividades	Aire	0	8,80E-07	3,01E-09	1,46E-06	2,86E-06	2,77E-07

Los principales sectores implicados son la producción y transformación de metales y las instalaciones de combustión/energéticas.

En la figura 10 se refleja la evolución de las emisiones anuales de dioxinas del año 1990 al 2016 en cinco países: España, Francia, Italia, Portugal y Reino Unido.



**Figura 10. Tendencia de los niveles de emisión registrados en EMEP para PCDD/F periodo 1990-2016 para Francia, Italia, Portugal, España y Reino Unido.**



La información disponible a nivel autonómico indica que la mayoría de las CCAA reportan los datos de emisiones no intencionales directamente a PRTR-España.

La Comunidad de Madrid ha proporcionado datos de dioxinas y furanos desde el año 2007 hasta el año 2016 a través del Inventario de Emisiones de la Comunidad de Madrid<sup>15</sup>. Los contaminantes orgánicos persistentes han sido incorporados al inventario con el objetivo de poder analizar el potencial toxicológico acumulativo de estos compuestos. En este grupo se incluyen contaminantes orgánicos persistentes cuyas presiones de vapor en condiciones normales se sitúan en el rango de 10<sup>-6</sup> a 10<sup>-1</sup> Pa y que, por tanto, también son, en su caso, computables dentro del grupo de los contaminantes Orgánicos Volátiles distintos del metano (COVNM) (tabla 17).

*Tabla 17. Emisiones de contaminantes orgánicos persistentes de la Comunidad de Madrid. Año: 2016.*

SECTORES A NIVEL DE GRUPO	CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES									
	HCH (kg)	PCP (kg)	HCB (kg)	TCM (kg)	TRI (kg)	PER (kg)	TCB (kg)	TCE (kg)	DIOX (g)	HAP (kg)
01 Combustión en la producción y transformación de energía									0	
02 Plantas de combustión no industrial									0	29
03 Plantas de combustión industrial									1	351
04 Procesos industriales sin combustión			0						0	4
05 Extracción y distribución de combustibles fósiles y energía geotérmica										
06 Uso de disolventes y otros productos										
07 Transporte por carretera									0	1.198
08 Otros modos de transporte y maquinaria móvil									0	26
09 Tratamiento y eliminación de residuos		4	0						0	0
10 Agricultura									0	251
11 Otras fuentes y sumideros (naturaleza)										1
<b>TOTAL SECTORES</b>		<b>4</b>	<b>0</b>						<b>2</b>	<b>1.860</b>

## 6.6 DICLORO DIFENIL TRICLOROETANO (DDT)

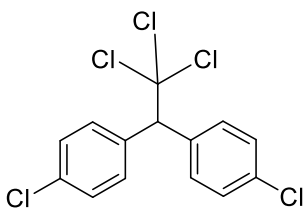
El DDT es un plaguicida organoclorado también conocido como Dicloro-Difenil-Tricloroetano, aunque su nombre correcto es: 1,1,1-tricloro-2,2-bis (p-clorofenil) etano.

El DDT está incluido en el anexo B del Convenio de Estocolmo y en el anexo I del Reglamento (CE) nº 850/2004 sobre COP, se trata de una sustancia química utilizada como plaguicida y que forma parte de la lista conocida como la docena sucia.



Inicialmente, el Reglamento (CE) Nº 850/2004<sup>3</sup> estableció exenciones de uso de DDT hasta el 1 de enero de 2014 su aparición 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 modifica el Reglamento (CE) n ° 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.

En lo que se refiere al Convenio de Estocolmo, el DDT se encuentra en el anexo B con una exención específica (intermediario en la producción de dicofol) y una finalidad aceptable (lucha contra los vectores de enfermedades).

<p>Estructura química:</p>  <p>Fórmula química: C<sub>14</sub>H<sub>9</sub>Cl<sub>5</sub></p>	<p>Propiedades del DDT:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Sustancia incolora y cristalina.</li><li>- Peso molecular de 354 g/mol.</li><li>- Es una molécula muy lipófila e insoluble en agua</li></ul> <p>Número CAS: 50-29-3</p>
---	---

El DDT fue ampliamente utilizado durante la Segunda Guerra Mundial para proteger a los soldados y a los civiles de la malaria, el tifus y otras enfermedades propagadas por los insectos. Después de la guerra, el DDT continuó usándose para controlar plagas, y se roció en una gran variedad de cultivos agrícolas, especialmente en el algodón. El DDT continúa siendo aplicado contra los mosquitos en varios países para controlar la malaria. Debido al uso generalizado del DDT y a su transporte a larga distancia los restos de DDT se encuentran muy extendidos, incluso en el Ártico. El DDT tiene una elevada persistencia y puede permanecer en el suelo más de 20 años después de su aplicación.

El DDT es un insecticida organoclorado que afecta a los nervios motores y sensitivos de los invertebrados, alterando el transporte de iones sódicos y potásicos, y, por consiguiente, los potenciales de membrana.

En humanos, exposiciones cortas al DDT pueden provocar irritación en ojos, piel y tracto respiratorio. Puede causar efectos en el sistema nervioso central dando lugar a convulsiones y fallo respiratorio. Una exposición excesiva al DDT puede afectar a la glándula suprarrenal, al cerebro, hígado, nervio periférico, sistema reproductivo y al feto, pudiendo provocar cáncer y tumores.



Aunque el uso del DDT ha sido prohibido en muchos países y su concentración/presencia en los animales domésticos ha disminuido de manera constante en las últimas dos décadas, se ha detectado DDT en alimentos de todo el mundo, siendo la transmisión por los alimentos la mayor fuente de exposición para la población en general. Se ha detectado DDT en la leche materna, lo que plantea serias preocupaciones sobre la salud infantil.

El DDT se acumula en la cadena trófica, es muy tóxico para los organismos acuáticos y se sospecha sobre su efecto en el metabolismo del calcio en aves, lo que provocaría cáscaras de huevos más finas y reduciría la tasa de reproducción.

El DDT fue ampliamente utilizado en nuestro país para erradicar enfermedades transmitidas por piojos, pulgas y mosquitos y, entre otras, España consiguió erradicar la malaria o paludismo con ayuda del DDT. Hubo varias plantas de producción de DDT en España a partir de 1947, en Cataluña, Galicia y País Vasco.

La Orden de 28 de febrero de 1986 sobre comercialización y utilización de fitosanitarios prohibió, entre otros, la comercialización y uso de productos fitosanitarios con DDT a partir de marzo de 1986. Posteriormente el Reglamento (CE) Nº 850/2004 sobre COP prohibió además su producción ya que su artículo 3.1 prohíbe la producción, comercialización y uso de las sustancias incluidas en el Anexo I, solas, en preparados o como constituyentes de artículos.

La comercialización y el uso de DDT se prohibieron en España hace más de tres décadas y fue en aquellos años sustituido. Sin embargo, debido a su elevada persistencia y al uso masivo que tuvo durante unas tres décadas, trabajos de vigilancia aún detectan su presencia, aunque en niveles bajos que podrían interpretarse como contaminación histórica o también ligado al uso de dicofol que estuvo autorizado en la UE hasta 2007; algunos trabajos sugieren que hay usos ilegales recientes pero no hay constancia de ello.

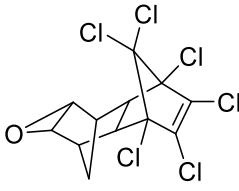
## 6.7 DIELDRINA

La dieldrina o dieldrín es un insecticida organoclorado utilizado para controlar las plagas de insectos y parásitos, también se ha usado para controlar termitas y plagas textiles.

La dieldrina está incluida en el anexo A del Convenio de Estocolmo y en el anexo I del Reglamento (CE) nº 850/2004 sobre COP, se trata de una sustancia química utilizada como plaguicida y que forma parte de la lista conocida como la docena sucia.

El pesticida aldrín se convierte rápidamente en dieldrín, por lo que las concentraciones de dieldrín en el medio ambiente son más altas de lo que indicaría sólo el uso de dieldrina.



<p>Estructura química de la dieldrina:</p>  <p>Fórmula química: <math>C_{12}H_8Cl_6O</math></p>	<p>Propiedades de la dieldrina:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Cristales blancos inodoros, o en ciertas ocasiones, con un olor suave.</li><li>- Es insoluble en agua, pero se disuelve bien en aceites, grasas y compuestos orgánicos.</li><li>- Es muy volátil y se evapora fácilmente del suelo a la atmósfera.</li><li>- Peso molecular: 380,93.</li></ul> <p>Número CAS: 60-57-1</p>
--	---

La exposición al dieldrín puede afectar al cerebro, hígado y sistema nervio periférico, pudiendo provocar cáncer y tumores. Este compuesto es muy tóxico para cualquier forma de vida, aunque presentan mayor sensibilidad los organismos acuáticos (es altamente tóxico para los peces y otros animales acuáticos, en particular las ranas, cuyos embriones pueden desarrollar deformidades espinales después de la exposición a niveles bajos). También es tóxico para insectos y mamíferos.

Se han encontrado restos de dieldrina en el aire, el agua, el suelo, los peces, las aves y los mamíferos, incluidos los humanos. Los alimentos representan la principal fuente de exposición a la población general. Por ejemplo, el dieldrín fue el segundo pesticida más común detectado en un estudio estadounidense de leche pasteurizada.

La Orden de 28 de febrero de 1986 sobre comercialización y utilización de fitosanitarios prohibió, entre otros, la comercialización y uso de productos fitosanitarios con dieldrina a partir de marzo de 1986. Posteriormente el Reglamento (CE) N° 850/2004 sobre COP prohibió además su producción ya que su artículo 3.1 prohíbe la producción, comercialización y uso de las sustancias incluidas en el Anexo I, solas, en preparados o como constituyentes de artículos.

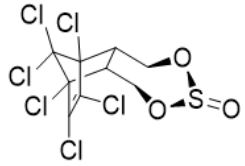
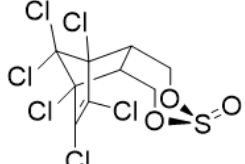
La comercialización y el uso de dieldrina se prohibieron en España hace más de tres décadas y fue en aquellos años sustituido. Algunos trabajos de vigilancia recientes aún detectan su presencia, aunque en niveles muy bajos que pueden interpretarse como contaminación histórica.



## 6.8 ENDOSULFÁN

El endosulfán es un plaguicida organoclorado que 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.

El endosulfán 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.

<p>Estructura química del <math>\alpha</math>-endosulfán:</p>  <p>Fórmula química: <math>C_9H_6Cl_6O_3S</math> Número CAS: 959-98-8</p>	<p>Propiedades del endosulfán técnico:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Está compuesto por la mezcla de dos isómeros (alfa y beta) que son estructuras cristalinas de color marrón y ligeramente olorosas.</li><li>- Son insolubles en agua, pero solubles en disolventes orgánicos.</li><li>- Provocan la corrosión en el acero.</li><li>- Número CAS del endosulfán técnico: 115-29-7</li></ul> <p>Número CAS: 33213-65-9</p>
<p>Estructura química del <math>\beta</math>-endosulfán:</p>  <p>Fórmula química: <math>C_9H_6Cl_6O_3S</math></p>	

Hay sobradas evidencias de que el endosulfán puede provocar efectos tóxicos y alteraciones graves en organismos vivos, tiene elevada persistencia en el medio, capacidad de bioacumularse en tejidos vivos y de biomagnificarse a lo largo de las cadenas tróficas y puede ser transportado a grandes distancias.



Por todo ello, el endosulfán se incorporó en 2011 al anexo A del Convenio de Estocolmo. El convenio contempla para este COP la posibilidad de producción y uso para exenciones específicas que están limitadas de forma temporal. En la actualidad, este registro de exenciones refleja a China como único productor de endosulfán y los países registrados con exención específica para su uso son, China (para cultivos de algodón y tabaco) y Guatemala (para cultivos de café).

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. Los cultivos en los que se aplicó incluían algodón, tomate, avellana, cereales, árboles frutales y cultivos de plantación como té y café<sup>16</sup>.

En la Unión Europea, la Decisión 2005/864/CE,<sup>17</sup> 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 anexo I del Reglamento 850/2004/CE sobre COP mediante el Reglamento (UE) 519/2012.

La información disponible indica que no hubo producción de endosulfán en España, pero sí que se utilizó 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.<sup>18</sup> Esta cantidad disminuyó progresivamente hasta mediados de 2007 cuando su uso quedó prohibido y cesó.

Información exhaustiva sobre alternativas a los distintos usos del endosulfán, así como los documentos de perfil de riesgo y de gestión de riesgos de esta sustancia, también en versión española, pueden encontrarse en el siguiente apartado de la página web del Convenio: <http://www.pops.int/Implementation/Alternatives/AlternativestoPOPs/ChemicalslistedinAnnexA/TechnicalEndosulfan/tabid/5867/Default.aspx>

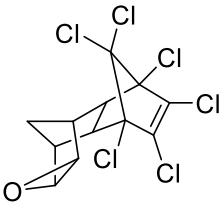
## 6.9 ENDRINA

La endrina o endrín es un pesticida organoclorado que se utilizó para controlar insectos, roedores y pájaros en cultivos de algodón y de grano. Esta sustancia tiene una larga vida media y persiste en el suelo hasta 12 años.

La endrina está incluida en el anexo A del Convenio de Estocolmo y en el anexo I del Reglamento (CE) nº 850/2004 sobre COP, se trata de una sustancia química utilizada como plaguicida y que forma parte de la lista conocida como la “docena sucia”.





<p>Estructura química:</p>  <p>Fórmula química: <math>C_{12}H_8Cl_6O</math></p>	<p>Propiedades de la endrina:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Sustancia sólida, blanca, casi sin olor</li><li>- Peso molecular: 380,9 g.</li><li>- No se disuelve bien en agua pero posee una elevada solubilidad en disolventes orgánicos, grasas y aceites.</li><li>- Se degrada a temperaturas elevadas o con la luz, formando principalmente cetona y aldehído de endrina.</li></ul> <p>Número CAS: 72-20-8</p>
--	---

La exposición a la endrina puede producir una serie de efectos nocivos sobre la salud humana, desde dolores de cabeza, mareos, náuseas, vómitos y convulsiones, hasta graves lesiones en el sistema nervioso central o la muerte. Se puede absorber por inhalación, a través de la piel o por ingestión.

La endrina es tóxica para un amplio rango de seres vivos y especialmente tóxica para organismos acuáticos. Su elevada persistencia en suelos junto con su baja solubilidad en agua pero alta en grasas facilita su bioconcentración y biomagnificación.

En España, la Orden de 28 de febrero de 1986 sobre comercialización y utilización de fitosanitarios prohibió, entre otros, la comercialización y uso de productos fitosanitarios con endrina a partir de marzo de 1986. Posteriormente el Reglamento (CE) Nº 850/2004 sobre COP prohibió además su producción ya que su artículo 3.1 prohíbe la producción, comercialización y uso de las sustancias incluidas en el Anexo I, solas, en preparados o como constituyentes de artículos.

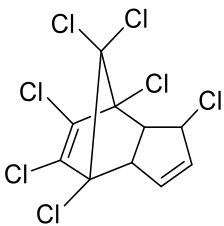
La comercialización y el uso de endrina se prohibieron en España hace más de tres décadas y fue en aquellos años sustituido. Algunos trabajos de vigilancia recientes aún detectan su presencia, aunque en niveles muy bajos que pueden interpretarse como contaminación histórica.

## 6.10 HEPTACLORO

El heptacloro es un compuesto organoclorado principalmente usado como plaguicida para matar termitas, plagas de insectos en cultivos y también para mosquitos portadores de malaria.

Está incluido en el anexo A del Convenio de Estocolmo y en el anexo I del Reglamento (CE) nº 850/2004 sobre COP (eliminación), y forma parte de la lista conocida como la docena sucia.



<p>Estructura química:</p>  <p>Fórmula química: <math>C_{10}H_5Cl_7</math> Número CAS: 76-44-8</p>	<p>Propiedades del heptacloro:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Tiene un aspecto que puede variar desde cristales blancos a sólido ceroso.</li><li>- Posee un olor característico y ninguna solubilidad en agua.</li><li>- Es muy persistente en el suelo y se incorpora lentamente al aire por volatilización.</li><li>- Masa molecular: 373,3 g/mol</li><li>- Al calentarla intensamente por encima de los 160 °C se descompone produciendo humos tóxicos. También reacciona con oxidantes fuertes y ataca el metal.</li></ul>
---	---

Es una sustancia volátil por lo que podría detectarse en aire. También se detectó heptacloro en alimentos (pescados y lácteos) y en sangre en ganado.

La exposición a heptacloro en humanos puede causar efectos en el sistema nervioso central y en hígado; es una sustancia cancerígena. Hay evidencias de su elevada toxicidad en organismos acuáticos, aves y mamíferos pequeños como visón, ratas y conejos.

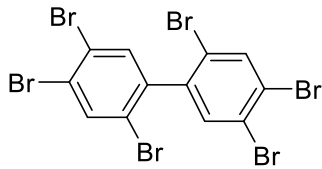
En España, la Orden de 28 de febrero de 1986 sobre comercialización y utilización de fitosanitarios prohibió, entre otros, la comercialización y uso de productos fitosanitarios con heptacloro a partir de marzo de 1986. Posteriormente el Reglamento (CE) Nº 850/2004 sobre COP prohibió además su producción ya que su artículo 3.1 prohíbe la producción, comercialización y uso de las sustancias incluidas en el Anexo I, solas, en preparados o como constituyentes de artículos.

La comercialización y el uso de heptacloro se prohibieron en España hace más de tres décadas y fue en aquellos años sustituido. Algunos trabajos de vigilancia recientes aún detectan su presencia, aunque en niveles muy bajos que se interpretan como contaminación histórica.

### 6.11 HEXABROMOBIFENILO

El hexabromobifenilo es un hidrocarburo bromado perteneciente al grupo de los bifenilos polibromados (PBB). Los PBB tuvieron un uso industrial como retardantes de llama, principalmente en la década de 1970.



<p>Estructura química:</p>  <p>Fórmula química: <math>C_{12}H_4Br_6</math></p>	<p>Propiedades del hexabromobifenilo:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Insoluble en agua pero soluble en grasas y ligeramente soluble a muy solubles en varios solventes orgánicos.</li><li>- Son relativamente estables y químicamente inertes.</li><li>- Son persistentes en el agua y en el suelo.</li><li>- Se degrada expuesto a la luz solar ultravioleta.</li><li>- Su peso molecular de 627,58 g/mol.</li></ul> <p>Número CAS: 36355-01-8</p> <p>Nombre comercial: FireMaster BP-6 y FireMaster FF-1</p>
---	---

El hexabromobifenilo está incluido en el anexo A del Convenio de Estocolmo y en el anexo I del Reglamento (CE) nº 850/2004, sin exenciones, por lo que su producción, comercialización y uso están prohibidas en la UE desde 2004 y desde 2009 a nivel global por el Convenio de Estocolmo.

El HBB fue utilizado 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, así como en fibras sintéticas y espumas de poliuretano para tapicerías de automóviles.

El HBB es altamente persistente en el medio ambiente. Hay indicios claros de que su degradación en agua, suelo y sedimentos, tanto en el laboratorio como sobre el terreno, es baja o nula. Aunque es menos volátil que muchas de las sustancias actualmente incluidas en la lista de COP, hay datos que evidencian su presencia en la fauna silvestre del Ártico, lo que demuestra que posee un elevado potencial de transporte a larga distancia en el medio ambiente. El HBB es también altamente bioacumulativo y tiene un alto potencial de biomagnificación.

El HBB es rápidamente absorbido por los organismos y se acumula tras una exposición prolongada. La toxicidad aguda del HBB es baja, pero se han observado efectos tóxicos crónicos en animales como hepatotoxicidad y efectos en la glándula tiroideas. El Organismo Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC) clasifica el hexabromobifenilo como un posible carcinógeno humano (IARC, grupo 2B); el HBB puede producir alteraciones en el sistema endocrino y se han descrito efectos sobre la capacidad reproductiva en ratas, visones y monos. Hay indicios epidemiológicos de hipotiroidismo en trabajadores expuestos a los PBB; en algunos estudios se indica posible aumento de la incidencia del cáncer de mama en mujeres expuestas.

Históricamente, Estados Unidos y Canadá fueron los principales productores y consumidores de PBB, incluido el HBB, FireMaster era el nombre del producto comercial. La producción comercial de PBB comenzó en 1970 y hasta 1976 se produjeron en Estados Unidos aproximadamente 6 mil toneladas de la familia PBB.



En 1973 tuvo lugar en Michigan una fuga accidental de PBB (denominada el “desastre de Michigan”), cuando dos productos fabricados por la Michigan Chemical Company fueron confundidos con un pienso suplementario para ganado a base de óxido de magnesio alimenticio (NutriMaster(R)) y, por error, entre 250 y 500 kg de FireMaster(R) se añadieron a piensos para animales y se distribuyeron por diversas granjas del Estado.

Los datos históricos procedentes de Estados Unidos indican que las concentraciones de PBB en el medio ambiente están circunscritas a zonas próximas a antiguas instalaciones de producción y a las regiones de Michigan afectadas por el accidente de 1973. Este accidente generó graves intoxicaciones en la población y afecciones y muertes en animales domésticos.

En Reino Unido, hubo dos empresas, que comercializaron o produjeron decabromobifenilo de grado técnico en el Reino Unido; esta producción cesó en 1977. En Alemania se produjeron PBB altamente bromados (Bromkal, 80-9D) hasta mediados de 1985, en que las actividades relacionadas con retardantes de llama a base de bromo se trasladaron a Estados Unidos.

No ha habido producción de HBB en España y no se ha encontrado ninguna información que indique que ha sido utilizado. A pesar de ello, se detecta 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); se reflejan valores que van desde no detectado hasta 11.6 pg/m<sup>3</sup>, el mismo orden de magnitud reflejado en las publicaciones de otros países industrializados.

Información exhaustiva sobre alternativas a los distintos usos del hexabromobifenilo, así como los documentos de perfil de riesgo y de gestión de riesgos del HBB, también en versión española, pueden encontrarse en el siguiente apartado de la página web del Convenio: <http://www.pops.int/Implementation/Alternatives/AlternativestoPOPs/ChemicalslistedinAnnexA/HBB/tabid/5860/Default.aspx>.

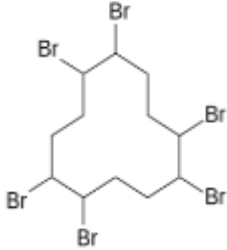
## 6.12 HEXABROMOCICLODODECANO (HBCD)

El hexabromociclododecano (HBCD) es un compuesto orgánico bromado que 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%. El HBCD se ha producido principalmente en China, la Unión Europea (UE) y en Estados Unidos.

El HBCD es una sustancia sólida blanca. Su 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.



Los productores e importadores han proporcionado información sobre esta sustancia bajo dos nombres y dos números CAS distintos:

	<p>Hexabromociclododecano</p> <p>Nº CAS 25637-99-4</p> <p>1,2,5,6,9,10-hexabromociclododecano</p> <p>Nº CE 247-148-4</p> <p>Fórmula: C<sub>12</sub>H<sub>18</sub>Br<sub>6</sub></p> <p>Peso molecular 641g/mol</p>
---	--

El hexabromociclododecano se incluyó en 2013 en el anexo A, parte I del Convenio de Estocolmo (COP6-SC 6/13) y se incorporó en el anexo I parte A del Reglamento 850/2004/CE mediante el Reglamento 2016/293/CE. Tanto el convenio como el reglamento 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; posteriormente en 2016 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 estaban obligados a tomar las medidas necesarias para garantizar que el EPS y el XPS con HBCD utilizado en edificios se pueda identificar fácilmente a lo largo de su ciclo de vida mediante el etiquetado u otros medios.

Actualmente solo China y Turquía mantienen exenciones de producción de HBCD. Información sobre las exenciones específicas de usos del hexabromociclododecano puede encontrarse en el siguiente apartado de la página web del Convenio: <http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/SpecificExemptions/HexabromociclododecanoRoSE/tabid/5034/Default.aspx>

La segunda aplicación más importante fue la dispersión de polímeros en algodón o algodón con mezclas sintéticas en el revestimiento posterior de textiles donde el HBCD puede estar presente en concentraciones que varían de 2.2 a 4.3 %. Los textiles tratados se utilizaban principalmente en telas de tapicería para diferentes usos. 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 HBCD tiene un gran potencial para bioacumularse y biomagnificarse. Es persistente en el medio ambiente y tiene un potencial de transporte ambiental de larga distancia. Es muy tóxico para los organismos acuáticos. Aunque no se dispone de suficiente información si hay evidencia de la toxicidad neuroendocrina del HBCD.



La producción de HBCD disminuyó mucho en los últimos años y ya hay disponibles en el mercado alternativas químicas para reemplazar el HBCD en poliestireno de alto impacto (HIPS) y en recubrimientos textiles.

**Tabla 18. Alternativas al HBCD**

Material	Aplicaciones	Alternativas químicas	Materiales alternativos y técnicas de rediseño de productos.
EPS & XPS	Aislamiento de cimientos, paredes y techos.	No hay productos químicos de reemplazo "drop in" disponibles comercialmente en la actualidad para todos los procesos de producción y regiones	EPS y XPS sin FR, utilizando barreras térmicas.
	Cubierta de tierra, cubierta de estacionamiento, etc.	Para el proceso de producción de EPS de dos pasos, en el que no se puede usar HBCD, se usa otro retardante de llama.	Espumas de poliisocianurato, incluidas las espumas de uretano modificadas. Espumas fenólicas. Mantas (bloques de fibra o rollos) que pueden contener lana de roca, fibra de vidrio, celulosa o espuma de poliuretano. Vidrio celular, espuma de vidrio Poliéster. Rellenos sueltos que pueden contener lana de roca, fibra de vidrio, celulosa o espuma de poliuretano. Sistemas de aislamiento reflectivo.
HIPS	Carcasas de productos electrónicos. Piezas de cableado.	deca-BDE, tris (tribromoneopentil) fosfato / ATO TBBPA-DBPE / ATO, 2,4,6-  Tris (2,4,6-tribromofeno oxi) -1,3,5 triazina / ATO, etano-1,2-bis (pentabromofenilo) / ATO,  Ethylenebis (tetrabromophtalimide) / ATO	Aleaciones de PPE / HIPS o PC / ABS tratadas con fósforo que contienen retardantes de llama
Revestimientos textiles	Ropa protectora. Alfombras	deca-BDE, decabromodifenil etano,	Materiales intrínsecamente no inflamables: lana.
	Cortinas Tejidos tapizados. Tiendas de campaña	etileno bis (tetrabromophtalimide),	Fibras inherentemente ignífugas: rayón, fibras de poliéster, aramidas y otras telas sintéticas.
	Interiores en medios de transporte público (por ejemplo, automóviles, trenes, aviones, etc.).	Parafinas cloradas, polifosfatos de amonio.	Otros textiles con polifosfatos de amonio (APP).
	Otros textiles técnicos.		Textiles con sistemas intumescentes.

Información exhaustiva sobre alternativas a los distintos usos del HBCD, así como los documentos de perfil de riesgo y de gestión de riesgos del HBCD, también en versión española, pueden encontrarse en el siguiente apartado de la página web del Convenio:

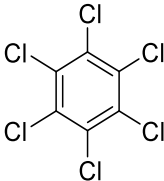


<http://chm.pops.int/Implementation/Alternatives/AlternativestoPOPs/ChemicalslistedinAnnexA/HBCD/tabid/5861/Default.aspx>

### 6.13 HEXACLOROBENCENO (HCB)

El hexaclorobenceno es una sustancia organoclorada que fue utilizada como pesticida y como químico industrial y que también puede aparecer como subproducto de la fabricación de ciertos productos químicos industriales y como impureza en algunas formulaciones de plaguicidas. Como sustancia química de producción intencional, está incluida en el anexo A del Convenio de Estocolmo y en el anexo I del Reglamento (CE) nº 850/2004 sobre COP. El HCB forma parte de la lista conocida como la docena sucia.

El hexaclorobenceno, al igual que los PCBs, además de ser producido intencionalmente puede también generarse de manera no intencional en actividades que conlleven procesos térmicos con presencia de materia orgánica y cloro. Por ello, está también incluido en el anexo C del Convenio y en el anexo III del Reglamento.

<p>Estructura química:</p>  <p>Fórmula química: C<sub>6</sub>Cl<sub>6</sub></p>	<p>Propiedades del hexaclorobenceno:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Es una sustancia sólida, de color blanco cristalino, con un olor desagradable y bastante volátil.</li><li>- Es prácticamente insoluble en el agua, pero se disuelve fácilmente en otras sustancias como los disolventes orgánicos, las grasas y los aceites</li><li>- Peso molecular: 284,80 g/mol.</li></ul> <p>Número CAS: 118-74-1</p>
--	--

Esta sustancia fue empleada extensamente como fungicida en cultivos de cereal, sobre todo contra una enfermedad (el tizón negro). Se utilizó por primera vez en 1945 y fue prohibido en la Unión Europea en el año 1986.

La exposición a HCB puede causar efectos nocivos sobre la salud humana, afectando a huesos, glándula suprarrenal, sangre, cerebro, sistema inmunológico, riñón, hígado, pulmón, glándula paratiroidea, nervio periférico, sistema reproductivo, piel y glándula tiroidea. El HCB puede ser cancerígeno y tóxico para la reproducción humana.

El hexaclorobenceno es un compuesto que una vez liberado, posee una elevada persistencia y capacidad de bioacumulación (en los vegetales y los peces fundamentalmente), pudiendo llegar hasta el ser humano a través de la cadena alimenticia.

Se ha detectado en algunos países europeos la existencia de HCB<sup>19</sup> 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. Para facilitar su caracterización se han publicado guías de identificación y



gestión de estos productos, importados de países no comunitarios, en cuyo etiquetado el HCB puede no aparecer indicado y estar enmascarado bajo nombres comerciales o sinónimos.

A nivel nacional la consulta de las empresas relacionadas con el sector de la pirotecnia ha indicado que no han detectado en sus artículos pirotécnicos importados la presencia de HCB por su Nº CAS, Nº EC ni por ninguno de sus sinónimos o nombres comerciales. Esto se ha confirmado por consulta directa con la Asociación de Fabricantes de Productos Pirotécnicos (AFAPE)/PIROVAL y empresas del sector.

Al estar prohibidos desde hace años la producción y el uso intencional de HCB, la principal fuente de emisión de HCB proviene de su formación no intencional en procesos de combustión incompletos de materia orgánica en presencia de cloro. También puede originarse como subproducto en reacciones químicas en las que existe cloro. La guía elaborada por la EMEP/EEA para la preparación de inventarios de emisiones de HCB indica que existen, además, otras fuentes como la generación de electricidad y calefacción a través de la quema de carbón o la quema de gasóleo, la producción de acero en hornos eléctricos y la navegación cuando implica quema de fuelóleo o gasóleo.

En el informe 2018 del Sistema Español de Inventario y Proyecciones de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera (SEI) recoge estimaciones de las emisiones de HCB generada en el sector de la energía de 1990 a 2016 y se puede ver la evolución y su distribución en el tiempo y por sectores: [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/spain\\_2018-clrtap-iirsubmission-iir\\_tcm30-444528.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/spain_2018-clrtap-iirsubmission-iir_tcm30-444528.pdf)

La figura 11 refleja las emisiones totales de HCB a la atmósfera fueron 1,3 kg de los cuales 1,06 kg se generaron en el sector de la energía.

<b>HCB</b>	1.06 kg emitted in 2016	
	83.6% of the Total HCB emissions of the Inventory in 2016	
	1990-1995	Upward trend. Emissions linked to MSW incineration plants with energy recovery
	1996	Sudden drop due to abatement techniques in MSW incineration plants with energy recovery
	1997-2016	New MSW incineration plants implement energy recovery 2002 onwards (2003 emissions based on measurements carried out by the plants)

*Figura 11. Evolución de las emisiones de HCB y su contribución por sectores Año: 2016: Fuente: MITECO*

Los datos disponibles sobre emisiones y liberaciones de HCB en el PRTR en los últimos años son los siguientes:

*Tabla 19. Emisiones HCB. Fuente PRTR*

Emisiones/Liberaciones de HCB a distintos medios	2013	2014	2015	2016	2017
Aire (kg/año)	2,952	8,8136	2,6731	12,8221	2,041
Agua (kg/año)	2,7245	0,5817	0,5516	0,3838	0,7879
Suelo (kg/año)	No hay datos	No hay datos	No hay datos	No hay datos	No hay datos





En alimentos existe también información sobre potencial presencia de HCB. La EFSA recoge 8 informes en los que se analizó la posible presencia de HCB (2000-2015) en muestras de alimentos proporcionadas por España y no se detectó presencia de HCB.

En suelos y sedimentos sólo existen 2 estudios centrados en el río Ebro y la costa de Cataluña. Los datos sugieren que los niveles de fondo de HCB encontrados no han variado en las dos últimas décadas. Esta información es insuficiente para realizar una valoración a escala nacional de los niveles existentes en suelos y sedimentos.

No se han encontrado datos de HCB en relación con residuos ni tampoco sobre lodos de depuradora.

En el embalse de Flix (Tarragona), se realizaron diferentes medidas de descontaminación (Real Decreto 9/2005) dentro las “Actuaciones prioritarias y urgentes” indicadas en la Ley 11/2005,<sup>20</sup> relacionadas con DDT, PCB y HCB. En junio de 2010 se instaló una planta de tratamiento de residuos procedentes del embalse.

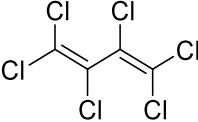
#### **6.14 HEXACLOROBUTADIENO (HCB)**

El hexaclorobutadieno (HCB) es una sustancia organoclorada que está incluida en el anexo A sin exenciones específicas y en el anexo C (producción no intencional) del Convenio de Estocolmo y en el anexo I del Reglamento (CE) nº 850/2004 sobre COP (está en proceso su incorporación al anexo III del Reglamento).

El hexaclorobutadieno fue usado principalmente como un agente químico en la recuperación de cloro y en la fabricación de lubricantes y compuestos de goma. En algunas partes del mundo se empleó de forma limitada como fumigante agrícola.

Actualmente, el principal foco de contaminación a nivel industrial surge de los procesos de fabricación de productos químicos, en los que se genera de forma no intencional como subproducto no deseado. Se trata de un compuesto alifático halogenado, creado principalmente como un subproducto en la fabricación de compuestos alifáticos clorados. El hexaclorobutadieno se produce como un subproducto durante la clorinólisis de derivados de butano en la producción de tetracloruro de carbono y tetracloroetano.



<p>Estructura química:</p>  <p>Fórmula química: <math>C_4Cl_6</math> / <math>CCl_2</math></p>	<p>Propiedades del hexaclorobutadieno:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Líquido no inflamable e incoloro, en condiciones ambientales de temperatura y presión.</li><li>- Se caracteriza por ser un compuesto aceitoso, con cierto olor a trementina, y una solubilidad en agua bastante baja.</li><li>- Se descompone al arder, produciendo gases irritantes y venenosos como el fosgeno.</li><li>- Peso molecular: 260,8 g/mol</li></ul> <p>Número CAS: 87-68-3</p>
--	---

El HCBD se puede absorber por inhalación, por contacto con la piel y por ingestión, provocando alteraciones en la salud que pueden ir dolores de cabeza, temblores, náuseas, vómitos hasta degeneración de hígado graso, nefritis necrosante, depresión del sistema nervioso central y cianosis. Puede tener efectos cancerígenos y mutagénicos.

El HCBD en medio ambiente ha evidenciado que es altamente tóxico para organismos acuáticos, pudiendo incluso provocar la muerte. Permanece durante largos periodos de tiempo en la atmósfera y afecta al medio marino y terrestre. Puede también provocar alteraciones funcionales en el suelo y en el crecimiento de las plantas.

El HCBD se usó principalmente 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.

La producción, comercialización y uso del HCBD están prohibidos a nivel global por el Convenio de Estocolmo y en la UE por el Reglamento CE 850/2004 por lo que en la actualidad no hay uso intencional de HCBD. La única fuente actual de HCBD se debe a la producción no intencional en procesos industriales específicos. Las emisiones de HCBD provienen de la producción de hidrocarburos clorados como el tri- y el tetracloroetileno y el triclorometano (TCM), de procesos térmicos de combustión incompleta, y de reacciones químicas donde están presentes materia orgánica y cloro, de forma análoga a PCDD/PCDF, PCB y HCB.

La DMA, incluye el HCBD como sustancia peligrosa prioritaria, recogiendo los estándares de calidad ambiental (EQS) de HCBD, 0,1 µg/L como promedio anual (AA – EQS) en las aguas continentales y superficiales, y 0,6 µg/L como concentración máxima admisible (MAC – EQS) en aguas superficiales y continentales.

En España no ha habido producción ni importación de HCBD. No se han encontrado productos comerciales, artículos o procesos que utilicen HCBD, por lo que no debería haber



residuos con contenido en HCBD. Tampoco hay constancia de que existan emplazamientos contaminados por HCBD.

El HCBD no está incluido en el programa EMEP del Convenio de Ginebra ni en la Red Nacional de Vigilancia Ambiental de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) en España,<sup>21</sup> creada a partir de la puesta en marcha del PNA.

De acuerdo al PRTR-España, en el año 2015 únicamente se han registrado emisiones al agua de 0,002 µg/L de HCBD procedente de una estación depuradora de aguas residuales (EDAR).

El HCBD está considerado una sustancia peligrosa prioritaria en aguas, de acuerdo al Real Decreto 817/2015,<sup>22</sup> con unos valores establecidos de NCA-CMA de 0,05 µg/L para aguas superficiales continentales y otras aguas superficiales. Además, tiene un NCA de 10 µg/kg p. h. en biota.

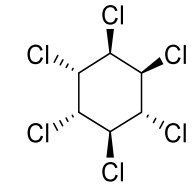
Al no haber habido producción ni uso intencional en España, apenas hay trabajos científicos sobre niveles de HCBD en nuestro país y de 2013 a 2015 no se ha encontrado ninguna publicación.

Información exhaustiva sobre alternativas a los distintos usos del HCBD, así como los documentos de perfil de riesgo y de gestión de riesgos de esta sustancia, también en versión española, pueden encontrarse en el siguiente apartado de la página web del Convenio: <http://www.pops.int/Implementation/Alternatives/AlternativestoPOPs/ChemicalslistedinAnnexA/HCBD/tabid/5863/Default.aspx>

## 6.15 HEXACLOROCICLOHEXANOS (HCH)

El  $\alpha$ -hexaclorociclohexano, el  $\beta$ -hexaclorociclohexano y el  $\gamma$ -hexaclorociclohexano (lindano) son tres formas isoméricas del Hexaclorociclohexano (HCH); compuestos organoclorados que fueron usados como plaguicidas y que están incluidos en el anexo A del Convenio de Estocolmo y en el anexo I del R(CE) 850/2004 sobre COP, en ambos sin exenciones.



 <p>α-hexaclorociclohexano</p>	<p>Propiedades del hexaclorociclohexano:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Es apolar y muy estable. Se descompone con calentamiento intenso que desprende humos tóxicos como el fosgeno, cloruro de hidrógeno, y monóxido de carbono.</li><li>- Su solubilidad en agua es prácticamente nula, sin embargo se disuelve relativamente bien en disolventes orgánicos.</li><li>- El lindano (γ-HCH) se caracteriza por ser un compuesto sólido, ligeramente volátil, con un color blanquecino y un olor ligeramente mohoso en condiciones de presión y temperatura normales.</li><li>- Peso molecular: 290,9 g/mol</li></ul> <p>Número CAS HCH técnico: 608-73-1 Número CAS α-hexaclorociclohexano: 319-84-6 Número CAS β-hexaclorociclohexano: 319-85-7 Número CAS γ-hexaclorociclohexano: 58-89-9</p>
---	---

El HCH es asimilado en el cuerpo humano, por ingestión, inhalación o por contacto dérmico. La exposición aguda a HCH puede provocar desde dolores de cabeza, cansancio, debilidad, malestar, insomnio, diarreas, vómito y fiebre, hasta la muerte. En exposiciones crónicas causa problemas hepáticos, renales, hormonales, ginecológicos, sanguíneos (anemias) y del sistema nervioso. Además se clasifica como potencialmente carcinógeno para los seres humanos.

El HCH es altamente persistente en el agua y puede bioacumularse y biomagnificarse en la cadena trófica. Este producto químico se transporta a larga distancia, y afecta negativamente a la vida silvestre y la salud humana en las regiones contaminadas.

### LINDANO

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.

El lindano es persistente, se bioacumula y se bioconcentra rápidamente. Existe evidencia de transporte a larga distancia y efectos tóxicos (efectos inmunotóxicos, reproductivos y de desarrollo) en animales de laboratorio y en organismos acuáticos.

El uso de lindano estuvo autorizado en la Unión Europea y en España hasta diciembre de 2007. Su uso histórico, además de como plaguicida, fue como componente en algunos medicamentos de acción ectoparasitaria. Desde 2008 está totalmente prohibido su uso y no se



encuentra recogido en el *Registro de Medicamentos de la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios*.<sup>23</sup>

Durante el proceso de producción del isómero activo lindano ( $\gamma$ -HCH) se generaban una serie de isómeros estructurales sin aplicación efectiva. El HCH técnico es una mezcla que contiene cinco isómeros principales en las siguientes proporciones:  $\alpha$ -HCH (53 – 70%),  $\beta$ -HCH (3 – 14%),  $\gamma$ -HCH (11 – 18%),  $\delta$ -HCH (6 – 10%) y  $\epsilon$ -HCH (3 – 5%). La problemática ambiental está asociada con dicho proceso, donde por cada tonelada producida de lindano se generaban aproximadamente entre 6 y 10 toneladas de residuos.

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) (Sabiñanigo, Huesca) entre los años 1975 y 1989. Parece ser que otras 3 empresas en Cataluña y 1 en Madrid, de las que hay pocos datos, fabricaron HCH pero en cantidad mucho menor.

La separación del lindano del resto de isómeros empezó al inicio de los 50 y supuso en Europa la generación de grandes cantidades de residuos, estimadas en cientos de miles de toneladas, que se dispusieron en vertederos o fueron vertidos de forma incontrolada, como refleja el estudio del Parlamento Europeo: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/571398/IPOL\\_STU\(2016\)571398\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/571398/IPOL_STU(2016)571398_EN.pdf). Este estudio recoge también métodos de tratamiento físico-químico y biológico para la descontaminación de suelos, agua y residuos contaminados con HCH.

El uso de productos fitosanitarios que contienen HCH con menos del 99,0% de isómero  $\gamma$  fue prohibido en la UE en 1979 por la Directiva 79/117 / CEE. En 2004, el Reglamento (CE) 850/2004 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.

Debido a la producción en nuestro país de lindano, existen varios emplazamientos contaminados por este compuesto, en los que se han realizado distintas actuaciones de remediación y control desde 1995. A continuación, se indican algunas de las medidas adoptadas en los últimos años.

a) Actuaciones desarrolladas en Sabiñanigo.

En Sabiñanigo (Huesca), la empresa Inquinosa estuvo produciendo desde 1975 hasta 1989 una media de 27 T/día de HCH para la obtención de Lindano ( $\gamma$ -HCH); esto dio lugar a la generación de 6.800 T/año de residuos sólidos (isómeros  $\alpha$  y  $\beta$  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 Sabiñanigo y el vertedero de Bailín, emplazamientos sobre los cuales se han realizado actuaciones de remediación y control desde 1995.

El seguimiento realizado en el vertedero de Baillín puso de manifiesto, especialmente a partir de 2005, la necesidad de dismantelar el vertedero y trasladar los residuos a un nuevo vaso de seguridad. A partir del año 2006, se ejecutaron nuevas medidas mediante un convenio de colaboración entre el entonces Ministerio de Medio Ambiente y el Gobierno de Aragón, entre ellas se realizaron: seguimiento analítico, depuración de lixiviados, mejoras y acondicionamiento de la depuradora, extracción y gestión del residuo líquido y seguimiento hidrogeológico, red piezométrica entre el vertedero de Bailín y el río Gállego, depuradora y la elaboración del proyecto del nuevo vertedero de seguridad y del proyecto de dismantelamiento del antiguo vertedero y traslado de los residuos al nuevo vertedero. Representantes del Gobierno de Aragón informan con regularidad al Grupo Técnico de COP, de ámbito nacional, sobre las actuaciones, informes de seguimiento y otros datos de interés sobre HCH y lindano en esta zona; esta información también se puede encontrar en la página web [www.stoplindano.es](http://www.stoplindano.es).

La información más reciente reportada por el Gobierno de Aragón indica que, entre las medidas adoptadas dentro del Programa Operativo Fondo Europeo de Desarrollo Regional de Aragón 2014-2020 para la gestión de vertederos, destacan las actividades realizadas en los dos últimos años en el vertedero de Sardas, con 4 nuevos sondeos, mejora de infraestructuras y ensayo surfactantes, y para el caso del vertedero de Bailín, el programa LIFE DISCOVERED 2014-2017, 6 nuevos sondeos, mejora de infraestructuras y el Convenio CAIXA 2017-2018 de biorremediación y UNIZAR. Las labores de descontaminación han supuesto una inversión desde 1992 hasta 2017 de 95 Millones de euros.

El Gobierno de Aragón informa además, de que ha desarrollado un Plan estratégico de lucha integral contra la contaminación producida por los residuos generados por la fabricación de lindano en Aragón. Por otro lado, se ha elaborado un Convenio entre el Gobierno de Aragón y el MITECO por un valor de 1,5 M€ en 3 años (2018-2020) que contempla el dismantelamiento de la fábrica de INQUINOSA, la biorremediación de los escombros, la gestión de sus residuos, la mejora de infraestructuras y la construcción de una planta depuradora en el vertedero de Sardas.

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. En algunos de esos emplazamientos incluso el riesgo llegó a ser inadmisibles para la salud humana. 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. Y por otro lado, se construyeron dos depósitos de seguridad, la celda de seguridad de Loiu y la celda de seguridad de Barakaldo, para albergar los más de 500.000 m<sup>3</sup> 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,  $\gamma$ -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.

Aunque durante años se mantuvo que la contaminación por lindano era residual y que no suponía riesgo para la salud humana, varias informaciones han puesto de manifiesto que el HCH continúa siendo un problema grave en la zona. Más de 1000 toneladas de residuos de HCH



fueron vertidas en zonas cercanas a la planta donde, posteriormente, se edificaron viviendas y se construyó un circuito ciclo turista y una autovía, sin que se llevara a cabo una descontaminación previa de la zona. Parte de los residuos se utilizaron en obras públicas.

En estos años 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. Todo parece indicar que la zona ha tenido durante años alto nivel de contaminación por HCH y continúa en la actualidad lo que supone un grave riesgo, sobre todo, para la población.

La Xunta de Galicia informó que son conscientes del complejo problema del lindano en O Porriño, que están trabajando en el tema y que están diseñando el plan de actuación, similar al elaborado por el Gobierno de Aragón y País Vasco, con quienes mantienen contactos.

Información exhaustiva sobre alternativas a los distintos usos del HCH técnico ( $\alpha,\beta,\gamma$ ), así como los documentos de perfil de riesgo y de gestión de riesgos de estas sustancias, también en versión española, se encuentran en el siguiente apartado de la página web del Convenio: <http://www.pops.int/Implementation/Alternatives/AlternativestoPOPs/ChemicalslistedinAnnexA/AlphaHCH/tabid/5851/Default.aspx>

## 6.16 HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (HAP, PAH en inglés)

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), PAHs por sus siglas en inglés, son compuestos orgánicos que cuentan con varios anillos aromáticos simples unidos y, aparte de Carbono e Hidrógeno, no contienen otros átomos o sustituyentes. Son en realidad un grupo de más de 100 sustancias químicas diferentes que se forman principalmente durante la combustión incompleta de materia orgánica como el carbón, petróleo, gasolina y basuras, así como otras sustancias orgánicas (tabaco, carne preparada en la parrilla, etc.).

Los HAP se encuentran generalmente como una mezcla de dos o más de estos compuestos. Son compuestos poco solubles en agua por ser hidrofóbicos debido a los anillos bencénicos. El benzo(a)pireno es uno de los HAP con mayor factor de riesgo y se puede producir exposición al benzopireno por inhalación, contacto con la piel o ingestión. En humanos la exposición a benzopireno ha sido asociada a cáncer de pulmón, vejiga, esófago, labio, boca, faringe, melanoma y sistema linfático.





	<b>α-benzopireno, benzo(a)pireno o B(a)P</b>  Fórmula molecular $C_{20}H_{12}$  Número CAS    50-32-8
--	---

La generación de HAP se produce de manera no intencional y está asociada a sectores como el del transporte, procesos de combustión y en la fabricación y transformación de metales, instalaciones de generación de energía de pequeño tamaño o bien que utilizan biomasa como combustible, combustión incompleta de petróleo y sus derivados o materia orgánica, calefacciones/cocinas domésticas y/o familiares, quemas a cielo abierto, etc.

Los HAP no están incluidos en el Convenio de Estocolmo, pero sí se encuentran regulados en el Anexo III (emisiones no intencionales) del Reglamento (CE) N° 850/2004<sup>3</sup>. El Reglamento recoge que cuando se aborde el establecimiento de inventarios de emisiones, con respecto a la familia HAP, se utilicen los siguientes cuatro compuestos indicadores: benzo[a]pireno, benzo[b]fluoranteno, benzo[k]fluoranteno, e indeno[1,2,3-cd]pireno.

El **Sistema Español de Inventario (SEI)** elabora periódicamente el Inventario Nacional de emisiones de contaminantes atmosféricos que estima las emisiones anuales, entre otros, de algunos Contaminantes Orgánicos Persistentes, entre los que están los HAP.

El Inventario Nacional contempla las emisiones a la atmósfera de los cuatro compuestos HAP seleccionados en el Reglamento como indicadores de esta familia: benzo[a]pireno, benzo[b]fluoranteno, benzo[k]fluoranteno, e indeno [1,2,3-cd]pireno.

Los datos del inventario de emisiones de España se remiten regularmente al Convenio de Ginebra, de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE), sobre Contaminación atmosférica transfronteriza (CLRTAP). Los datos remitidos en 2018 han ido acompañados de un informe detallado sobre las estimaciones anuales de emisiones de contaminantes a nivel nacional, también por fuente, desde 1990 hasta 2016.

El informe 2018 mencionado del Inventario Nacional de Contaminantes Atmosféricos, publicado en marzo de 2018, contempla los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) en su conjunto, no aborda de forma individualizada ningún compuesto de esta familia. Este informe se puede descargar en: [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/spain\\_2018-clrtap-iirsubmission-iir\\_tcm30-444528.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/spain_2018-clrtap-iirsubmission-iir_tcm30-444528.pdf)



La tabla 20 refleja las emisiones nacionales de HAP, su evolución para el periodo 1990-2016 y su distribución por sectores (no incluye Islas Canarias).

Tabla 20. Emisiones nacionales de HAP 1990-2016 desglosadas por sectores. Fuente: MITECO

Emission data (tonnes)	1990	2005	2010	2013	2014	2015	2016	Dist 2016	2016/ 1990	2016/ 2015
A_PublicPower	0.0	0.1	0.1	1.6	1.5	1.4	1.2	0%	8,771%	-12%
B_Industry	23.1	29.4	26.6	25.1	25.3	26.0	25.2	9%	9%	-3%
C_OtherStationaryComb	22.8	22.3	27.0	27.3	27.5	27.3	27.3	10%	20%	0%
D_Fugitive	1.5	1.2	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7	0%	-	-
E_Solvents	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0%	-	-
F_RoadTransport	5.0	9.9	10.4	9.5	9.7	10.1	10.4	4%	109%	3%
G_Shipping	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0%	-67%	42%
H_Aviation	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0%	127%	6%
I_Offroad	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0%	65%	51%
J_Waste	81.9	80.1	76.9	76.0	76.1	75.7	86.5	32%	6%	14%
K_AgriLivestock	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0%	-	-
L_AgriOther	7,039.2	163.7	119.0	119.6	139.8	119.2	119.2	44%	-98%	0%
Total (Canary Islands not included)	7,173.8	307.0	261.3	260.2	280.9	260.8	271.1	-	-96%	4%

En 2016 se emitieron en España, aproximadamente, 271 toneladas de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) (excluyendo Islas Canarias). Las emisiones de HAP en 2016 disminuyeron un 96% en comparación con 1990, pero aumentaron un 4% en comparación con 2015. Las principales actividades que contribuyeron a las emisiones de HAP fueron las actividades agrícolas que representan el 44% del total de emisiones de HAP y la quema a cielo abierto de desechos agrícolas que representan el 32% del total.

La tendencia de las emisiones de HAP se define esencialmente por la evolución de los residuos agrícolas que se queman en el campo. Esta práctica experimentó una fuerte reducción a finales de los 90 debido al control de estas actividades para algunos cultivos. Sin embargo, el crecimiento en la producción de viñedos y olivares y la fuerte contribución de estos cultivos a la actividad han influido en la tendencia de las emisiones de HAP a lo largo de la serie temporal.

El aumento de HAP en los apartados B (Industry) (+ 9%) y especialmente de A (PublicPower) (+ 8,771%) está vinculado a la incorporación de la biomasa en el mix de combustibles consumido en estos sectores.

Por otro lado, PRTR-España, incluye las emisiones de antraceno, benzo[a]pireno, benzo[b]fluoranteno, benzo[g,h,i]perileno, benzo[k]fluoranteno, indeno[1,2,3-cd]pireno, naftaleno y HAP totales (sumatorio de los 6 HAP de Borneff). Sin embargo, las notificaciones de emisiones de HAP realizadas por parte de las instalaciones no son homogéneas respecto a los congéneres considerados por lo que resulta difícil su interpretación o comparación.



El Real Decreto 102/2011<sup>24</sup> relativo a la mejora de la calidad del aire, tiene por objeto, entre otros, definir y establecer objetivos de calidad del aire para determinados contaminantes entre los que se encuentra el benzo(a)pireno. El Valor objetivo (VO) del benzo(a)pireno en aire para la protección de la salud humana y el medio ambiente, en su conjunto, es de 1 ng/m<sup>3</sup>.

El MITECO elabora y publica desde 2008 los informes de “Evaluación de la calidad del aire en España” en los que aparece el benzo(a)pireno; de las 76 zonas definidas para evaluar este contaminante sólo tres no lo evaluaron, y en ninguna de las 73 zonas restantes donde se evaluó se superó el valor objetivo. En 2017 tampoco se produjo ninguna superación del valor objetivo de benzo(a)pireno en todo el territorio. Todos los informes de evaluación de la calidad del aire se pueden encontrar en: [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/evaluacion-datos/datos/Historico\\_calidad\\_aire.aspx](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/evaluacion-datos/datos/Historico_calidad_aire.aspx)

El Artículo 24 del Real Decreto 102/2011, relativo a la mejora de la calidad del aire, plantea que cuando, los niveles de contaminantes en el aire ambiente superen el valor límite o valor objetivo en determinadas zonas o aglomeraciones, las comunidades autónomas, y cuando corresponda las entidades locales, aprobarán planes de calidad del aire para esas zonas y aglomeraciones con el fin de conseguir respetar el valor límite o el valor objetivo correspondiente.

A continuación se listan los Planes de mejora de la calidad del aire aprobados por las Comunidades Autónomas y las Entidades: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/planes-mejora/>

A nivel autonómico, la Comunidad de Madrid publica datos de emisiones de PAH en el Inventario de Emisiones a la Atmósfera 2016, por sectores, y la mayor aportación a estas emisiones la realiza el transporte por carretera 1.198kg/año representando el 64,5% de las emisiones por sectores (tabla 21).

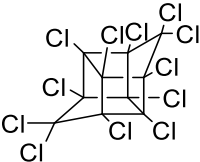


Tabla 21. Emisiones de contaminantes orgánicos persistentes de la Comunidad de Madrid. Año: 2016.

SECTORES A NIVEL DE GRUPO	CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES									
	HCH (kg)	PCP (kg)	HCB (kg)	TCM (kg)	TRI (kg)	PER (kg)	TCB (kg)	TCE (kg)	DIOX (g)	HAP (kg)
01 Combustión en la producción y transformación de energía									0	
02 Plantas de combustión no industrial									0	29
03 Plantas de combustión industrial									1	351
04 Procesos industriales sin combustión			0						0	4
05 Extracción y distribución de combustibles fósiles y energía geotérmica										
06 Uso de disolventes y otros productos										
07 Transporte por carretera									0	1.198
08 Otros modos de transporte y maquinaria móvil									0	26
09 Tratamiento y eliminación de residuos		4	0						0	0
10 Agricultura									0	251
11 Otras fuentes y sumideros (naturaleza)										1
<b>TOTAL SECTORES</b>		<b>4</b>	<b>0</b>						<b>2</b>	<b>1.860</b>

## 6.17 MIREX

El mirex es un compuesto organoclorado obtenido por síntesis química que se utilizó como plaguicida y como retardante de llama. El mirex está incluido en el Anexo A del Convenio de Estocolmo y en el anexo I del Reglamento CE 850/2004 (eliminación) y forma parte de la lista de los 12 primeros COP “la docena sucia”. Químicamente es muy parecido a la clordecona.

<p>Estructura química:</p>  <p>Fórmula química: C<sub>10</sub>Cl<sub>12</sub></p> <p>Nombre químico: dodecacloroocta-hidro-1,3,4-meteno-1H-ciclobuta[cd]pentano</p>	<p>Propiedades del mirex:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Sustancia sólida, cristalina, inodora, de color blanco nieve</li><li>- Su masa atómica de 545,5 g/mol.</li><li>- Presenta una solubilidad en agua muy baja pero se disuelve fácilmente en compuestos orgánicos, grasas y aceites.</li></ul> <p>Número CAS: 2385-85-5</p>
--	--



Como insecticida se usó principalmente para el control de la llamada "hormiga de fuego" (*Solenopsis geminata*) en el sureste de los Estados Unidos. También se usó contra otros tipos de hormigas y termitas. Debido a sus propiedades como retardante de llama, también fue ampliamente utilizado desde 1959 hasta 1972 con el nombre comercial de Dechlorane® en forma de aditivo piroretardante en plásticos, gomas, pinturas, papeles y artículos eléctricos.

El mirex fue principalmente producido en Estados Unidos desde el 1958 hasta el 1978. Aproximadamente el 75% de la producción fue utilizado como retardante de llama y el 25% fue utilizado como insecticida. El uso de todos los productos registrados en Estados Unidos que contenían mirex y clordecona fue prohibido por la agencia ambiental estadounidense en diciembre de 1977, aunque permitió su empleo hasta finalizar los stocks.

El mirex es uno de los compuestos organoclorados más estables y está muy difundido en el medio ambiente, aunque los niveles detectados son en general bajos. El mirex tiene una elevada capacidad de bioacumulación y de biomagnificarse a lo largo de la cadena trófica. Tiene baja solubilidad en agua y se absorbe fuertemente en los sedimentos. Es tóxico para todo tipo de organismos, siendo particularmente sensibles los organismos acuáticos y entre éstos, los crustáceos.

El mirex, al igual que la clordecona, no aparece mencionado en ninguna legislación europea, ni nacional, sobre plaguicidas anterior a 2004. Al igual que para el resto de COP incluidos en el Anexo A, el artículo 3 del Reglamento 850/2004/CE prohíbe la producción, comercialización y uso del mirex, solo, en preparados o en artículos.

El mirex no se produjo en España y no fue usado como plaguicida; sin embargo, su detección en algunos estudios de vigilancia apunta a que posiblemente fue utilizado como retardante de llama. En cualquier caso, este uso habría finalizado hace casi 4 décadas, por lo que fue sustituido hace mucho tiempo.

## **6.18 NAFTALENOS POLICLORADOS (PCN)**

Los naftalenos policlorados son una familia de compuestos organoclorados integrada por isómeros de naftaleno con distinto grado de cloración. Como COP de producción intencional están incluidos en el anexo A (eliminación) del Convenio que recoge los siguientes isómeros de PCN: naftalenos diclorados, triclorados, tetraclorados, pentaclorados, hexaclorados, heptaclorados y octaclorados. Los PCN recogidos en este anexo del Convenio aparecen reflejados con exenciones específicas de producción y uso como intermediarios en la producción de naftalenos polifluorados, incluido el octafluoronaftaleno (decisión SC-7/14).

En 2012 el Reglamento (UE) Nº 519/2012 modificó el Reglamento (CE) Nº 850/2004 para incorporar los PCN en su anexo I (eliminación). Actualmente, el Reglamento de la UE no contempla ninguna exención para los PCN.



	CAS No: 70776-03-3 (chlorinated naphthalenes)  75 isómeros
--	--

Los naftalenos triclorados a octaclorados son muy lipofílicos y su solubilidad en el agua y la presión de vapor disminuyen según el grado de cloración. Los naftalenos diclorados son algo solubles en agua, mientras que los naftalenos más clorados tienen una solubilidad en el agua de pocos  $\mu\text{g/l}$ .

Una de las más importantes rutas de exposición para los seres humanos a estos compuestos es por medio de la ingesta de alimentos. Se pueden encontrar naftalenos policlorados en pescados y mariscos, en aceites o en cereales. La exposición de seres humanos a naftalenos policlorados puede generar, entre otras afecciones, cloroacné y enfermedades hepáticas.

El mecanismo de toxicidad de los naftalenos clorados es similar al de las dioxinas y depende del grado de cloración, la toxicidad aumenta con el número de átomos de cloro y guarda relación con la estructura; la toxicidad más alta registrada es la de los naftalenos hexaclorados y la de los naftalenos pentaclorados y heptaclorados es también alta.

Los PCN 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.

Los productos que comercializaron los PCN solían ser mezclas de varios isómeros y su apariencia física podía ser desde líquidos a ceras sólidas. El nombre comercial principal que tuvo esta familia de PCN es Halowax (mezclas); otros han sido Basileum SP-70, Nibren wax D88, Nibren wax D116N, Nibren wax D130, Seekay wax R68, Seekay wax R93, Seekay wax R123, Seekay wax R700, Seekay wax RC93, Seekay wax RC123, Chlonacire wax 115, Chlonacire wax 95, Chlonacire wax 130 y Cerifal Materials.<sup>25</sup>

La producción mundial de PCN cayó drásticamente hacia finales de los años 1970 y poco tiempo después cesó por completo. Los usos de PCN fueron sustituidos hace más de 40 años; por ejemplo, en su uso como fluidos de transformadores, por los bifenilos policlorados (PCB) y terfenilos policlorados (PCT).

Los PCN son COP que también se emiten de forma no intencional y por ello, el Convenio de Estocolmo los incorpora en su anexo C; sin embargo, el anexo III del Reglamento CE 850/2004 (emisiones no intencionales) aún no incluye a los PCN. 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.

El PRTR-España recoge datos de emisiones de naftalenos pero no hay datos específicos sobre PCN. Tampoco hay datos de emisiones de PCN en el SEI.

La Red Nacional de Vigilancia Ambiental de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) en España, creada a partir de la puesta en marcha del PNA, no incluye la determinación de niveles en aire de PCN.

Los PCN están incluidos en el anexo V del Reglamento 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

La Generalitat de Catalunya (Departamento de Salud; Departamento de Territorio y sostenibilidad) llevó a cabo un estudio de vigilancia en el que se analizó presencia de PCN en el embalse de Flix.

En conclusión, no ha habido producción de PCN en España y su uso intencional terminó hace más de 4 décadas, por ello, no parece probable que haya existencias. Las liberaciones de PCN actualmente se deben a emisiones no intencionales de algunas industrias, principalmente las relacionadas con incineración de residuos.

Apenas hay datos de vigilancia; en concreto para el periodo 2013-2018, no se ha encontrado ninguna publicación científica sobre PCN en nuestro territorio.

Información exhaustiva sobre alternativas a los distintos usos de los PCN, así como los documentos de perfil de riesgo y de gestión de riesgos de estas sustancias, también en versión española, pueden encontrarse en el siguiente apartado de la página web del Convenio: <http://www.pops.int/Implementation/Alternatives/AlternativestoPOPs/ChemicalslistedinAnnexA/PCNs/tabid/5872/Default.aspx>

## **6.19 PARAFINAS CLORADAS DE CADENA CORTA (PCCC, SCCP en inglés)**

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





	<p>Parafinas cloradas de cadena corta (PCCC) (C10-C13)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Insolubles en agua</li><li>- Solubles en solventes orgánicos</li><li>- Poco volátiles, muy estables</li><li>- No tiene olor desagradable</li></ul> <p>Número CAS: 85535-84-8</p>
--	---

Las PCCC están incluidas en el anexo A del Convenio de Estocolmo y en el anexo I del Reglamento 850/2004/CE (eliminación); en el anexo del 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.

Las PCCC son COP con un alto potencial para acumularse en tejidos biológicos y se han detectado en humanos y en gran variedad de organismos acuáticos y terrestres. Debido a su persistencia y capacidad para ser transportadas a largas distancias están muy diseminadas en el medio ambiente. Las PCCC son muy tóxicas para peces y otros organismos acuáticos y se ha demostrado que causan daños en hígado, riñón y tiroides en ratas después de exposiciones a largo plazo en laboratorio (Farrar, 2000). Las PCCC son disruptores endocrinos y potencialmente cancerígenas para humanos.

Las PCCC pueden actuar como agente piroretardante, 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 (OSPAR 2001). A principios de los 90 había dos plantas de producción de PCCC en Europa, en Alemania y en Reino Unido; a finales de los 90 cesó la producción.





Se desconocen las cantidades importadas a la UE como aditivos en productos acabados. Tampoco se dispone de información sobre la cantidad de PCCC en productos de consumo existentes o en el flujo de residuos en la UE.

Las PCCC se han sustituido en algunos de sus usos por parafinas cloradas de cadena media (PCCM) (C14-C17) o por parafinas cloradas de cadena larga (PCCL) (C18-C20). Hay que comentar que las parafinas cloradas de cadena media y larga son mezclas técnicas que pueden contener PCCC y que estas parafinas de cadena media y larga pueden generar otras de cadena corta (PCCC), por lo que no parecen ser alternativas ambientalmente adecuadas.

Los datos disponibles a través de la International Chlorinated Alkanes Industry Association (ICAIA) para 2011 indicaban una producción de PCCM y PCCL a nivel Europeo de 45.000 Tn/año. No hay datos de empresas productoras y/o importadoras de LCCP en España.

Apenas hay estudios de vigilancia de las PCCC en España y en concreto para el periodo 2013-2018, no se ha encontrado ninguna publicación científica sobre PCCC. Las PCCC aparecen identificadas como sustancias prioritarias en la DMA relativa al ámbito de la política de agua, estableciendo como concentración máxima admisible en aguas superficiales continentales y otras 1,4 µg/l.

Una publicación científica de 2008 refiere un estudio realizado con muestras de sedimento marino recolectadas en la costa de Barcelona (España) y cerca de un emisario submarino proveniente de una planta de tratamiento de aguas residuales ubicada en la boca del río Besòs (Barcelona), donde se midieron concentraciones de PCCC que oscilaban entre 1.250 y 2.090 ng/g de peso seco (Castells y al, 2008).

Información exhaustiva sobre alternativas a los distintos usos de las PCCC, así como los documentos de perfil de riesgo y de gestión de riesgos de estas sustancias, también en versión española, pueden encontrarse en el siguiente apartado de la página web del Convenio: [http://chm.pops.int/Implementation/Alternatives/AlternativestoPOPs/ChemicalslistedinAnnexA/Shortchainchlorinatedparaffins\(SCCPs\)/tabid/5986/Default.aspx](http://chm.pops.int/Implementation/Alternatives/AlternativestoPOPs/ChemicalslistedinAnnexA/Shortchainchlorinatedparaffins(SCCPs)/tabid/5986/Default.aspx)

## 6.20 PENTACLOROBENCENO (PeCB)

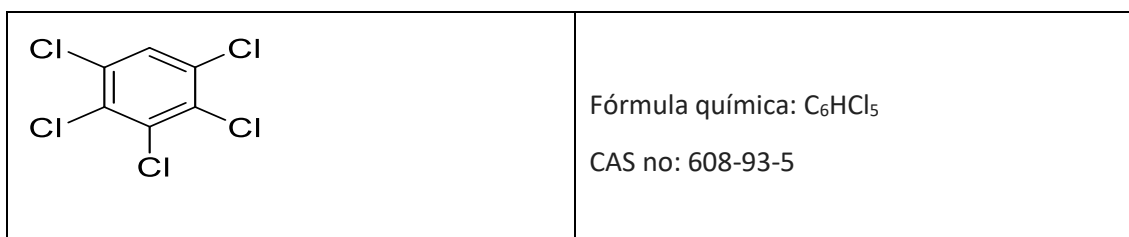
El PeCB es un compuesto organoclorado que pertenece al grupo de clorobencenos y se caracteriza por un anillo de benceno cuyos hidrógenos son sustituidos por cloro.

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 quitozeno. Se puede también encontrar como impureza en ciertos productos, por ejemplo, en algunos disolventes, plaguicidas y conservantes de la madera. El PeCB, como producto intencional, está incluido en el anexo A del Convenio de Estocolmo y en anexo I del Reglamento nº 850/2004.

El PeCB también se produce de forma no intencional en procesos térmicos o de combustión. Por ello, también está incluido en el anexo C del Convenio y en el anexo III del Reglamento.



PeCB es persistente en el medio ambiente, es altamente bioacumulativo y se puede transportar a largas distancias. Es moderadamente tóxico para humanos y muy tóxico para organismos acuáticos.

La producción de PeCB cesó hace algunas décadas ya que dispone de alternativas eficientes y rentables. La aplicación de las mejores técnicas disponibles y las mejores prácticas ambientales reduce significativamente la producción no intencional de PeCB.

Los procesos potencialmente generadores de PeCB son similares a aquellos generadores de HCB. La inclusión en el Convenio y el Reglamento es relativamente reciente y, de momento, no hay mediciones o información acerca de los sectores que potencialmente lo generan. A nivel nacional podemos destacar lo siguiente:

- El SEI no recoge información sobre emisiones de PeCB.
- En PRTR-España no aparecen industrias que hayan notificado emisiones por encima de los umbrales de notificación para esta sustancia.

La información sobre PeCB es muy escasa a todos los niveles. Sin embargo, no hay datos que indiquen que haya habido producción en España y su uso cesó a nivel mundial hace varias décadas.

Información exhaustiva sobre alternativas a los distintos usos de los PeCB, así como los documentos de perfil de riesgo y de gestión de riesgos de esta sustancia, también en versión española, pueden encontrarse en el siguiente apartado de la página web del Convenio: <http://chm.pops.int/Implementation/Alternatives/AlternativestoPOPs/ChemicalslistedinAnnexA/PeCB/tabid/5871/Default.aspx>



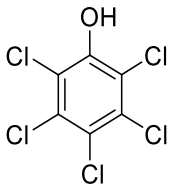
## 6.21 PENTAFLOROFENOL (PCP), SUS SALES Y ÉSTERES

El pentaclorofenol (PCP) es un hidrocarburo aromático de la familia del clorofenol que fue usado por primera vez como conservante de la madera en el decenio de 1930. El PCP ha tenido otras aplicaciones como biocida, plaguicida, desinfectante, defoliante y agente antimicrobiano, también fue utilizado en la producción de laureato de pentaclorofenilo. La sal sódica de pentaclorofenolato se utilizó con fines análogos a los de PCP y se disocia fácilmente a PCP. El éster de laureato de pentaclorofenilo se utilizaba en textiles.

Estas sustancias se utilizaron a nivel global entre las décadas de 1950 a 1980 principalmente para proteger la madera de la degradación microbiana cuando se dejaba a la intemperie.

El pentaclorofenol, sus sales y ésteres<sup>26</sup> 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.

La Parte VIII de la citada decisión indica que cada Parte que tenga registrada una exención de acuerdo al Artículo 4 del Convenio para la producción y uso de las sustancias en los artículos referidos, debe identificarlos adecuadamente durante todo su ciclo de vida. Y estos artículos, postes y traviesas, no deben ser reutilizados para ningún otro uso.

	<p>Fórmula química: C<sub>6</sub>Cl<sub>5</sub>OH</p> <p>No CAS: 87-86-5 (pentaclorofenol)</p> <p>No CAS: 131-52-2 (pentaclorofenolato de sodio)</p> <p>No CAS: 27735-64-4 (como monohidrato)</p> <p>No CAS: 3772-94-9 (laurato de pentaclorofenilo)</p> <p>No CAS: 1825-21-4 (pentacloroanisol)</p>
---	--

Las sustancias químicas que se incluyen en la Decisión SC-7/13 y que componen el “Pentaclorofenol, sus sales y sus ésteres” se recogen en la tabla 22.



*Tabla 22. Sustancias químicas que componen la familia del PCP, sus sales y ésteres.*

Nombre	CAS
Pentaclorofenol	87-86-5, 201-778-6
N2-bencil pentaclorofenil N2-carboxi-L-(2-aminoglutamato)	237-155-0, 13673-51-3
Perclorofenil N-(benziloxicarbonil)-L-isooleucinato	237-156-6, 13673-53-5
Perclorofenil S-bencil-N-(benciloxicarbonil)-L-cisteinato	237-157-1, 13673-54-6
Perclorofenil 5-oxo-L-prolinato	249-360-2, 28990-85-4
Pentaclorofenolato sódico	205-025-2, 131-52-2
Bis (pentaclorofenolato) de zinc	220-847-1, 2917-32-0
Laureato de pentaclorofenilo	223-220-0, 3772-94-9
Pentaclorofenolato sódico	7778-73-6
Pentaclorofenil N-[[[4-metoxifenil)metoxi]carbonil]-L-serinato	245-508-5, 23234-97-1
<a href="https://www.echa.europa.eu/">Disponible en: ECHA https://www.echa.europa.eu/</a>	

Comercialmente, la sustancia ha tenido varios nombres como Dowicide 7, de *Dow Agrosciences*, que fue comercializado en Reino Unido, EP 30, Fungifen, Grundier Arbezol, etc.

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 (UNEP/POPRC.7/INF/5). En la década de 1990, su uso generalizado se suspendió en la mayoría de los países.

En Europa, se usó como conservante de la madera y como biocida de superficie en albañilería. Se utilizó en la conservación de textiles (lana, algodón, tejidos e hilados de lino y yute utilizados en cubiertas, lonas, toldos, carpas, correas y redes, así como en cuerdas de sisal y de manila). También se utilizó 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.

La exposición a PCP en entornos ocupacionales se producía por inhalación de aire contaminado en el lugar de trabajo y por contacto dérmico con productos de madera tratados con PCP.

La exposición a PCP puede causar desde irritación en la piel, los ojos y la boca hasta daños hepáticos, renales, al sistema nervioso, respiratorio y al tracto gastrointestinal. El PCP puede también tener efectos carcinogénicos.



El PCP 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<sup>27</sup>. Oficialmente existió una exención hasta el 31 de diciembre de 2008<sup>28</sup> pero finalmente la sustancia fue prohibida sin exenciones por el Reglamento (CE) N° 552/2009<sup>29</sup>.

El PCP, sus sales y ésteres fueron sustituidos en España hace casi dos décadas. Información exhaustiva sobre alternativas a los distintos usos de PCP, sus sales y ésteres, así como los documentos de perfil de riesgo y de gestión de riesgos de estas sustancias, también en versión española, pueden encontrarse en el siguiente apartado de la página web del Convenio: <http://chm.pops.int/Implementation/Alternatives/AlternativestoPOPs/ChemicalslistedinAnnexA/PCP/tabid/5866/Default.aspx>

## **6.22 POLIBROMODIFENIL ÉTERES O ÉTERES DE DIFENILO POLIBROMADOS (PBDE)**

Los polibromodifenil éteres (ACRÓNIMO EN INGLES) (PBDE) son sustancias sintetizadas químicamente que constan de dos anillos bencénicos con un número variable de sustituyentes de bromo. Este grupo de sustancias orgánicas bromadas son piroretardantes que se han utilizado fundamentalmente en la fabricación de espuma de poliuretano flexible para mobiliario y tapicerías para el hogar y para vehículos, en embalajes y, en menor grado, se emplea el poliuretano flexible no esponjoso en estuches y en productos eléctricos y electrónicos. También se han utilizado, en cierta medida, en aplicaciones especializadas en productos textiles y para otros usos diversos. La familia consta de 209 congéneres.

La identificación de materiales con PBDE en residuos mezclados es compleja y muchas veces hay ausencia de datos sobre cantidades y concentraciones de PBDE en artículos y residuos. Estos aspectos son claves para cumplir con las obligaciones del Convenio de Estocolmo en cuanto a la destrucción o transformación irreversible de COP.

En residuos, los PBDE se encuentran principalmente en los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos y en los vehículos fuera de uso. Los aparatos eléctricos y electrónicos que contengan PBDE se ven afectados por el Real Decreto 219/2013, de 22 de marzo, sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos y, además, están regulados por el Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).



Por su parte, los vehículos fuera de uso (VFU) se encuentran regulados por la Directiva 2000/53/CE y sus actos modificativos.<sup>30</sup>

Los PBDE pueden liberarse durante el ciclo de vida a partir de los productos en los que se haya incorporado, distribuyéndose tanto en atmósferas interiores como en el medio ambiente.

Hay dudas respecto al posible contenido de PBDE en artículos importados (coches o AEE) de países no comunitarios, incluso aquellos artículos comercializados después del año 2000.

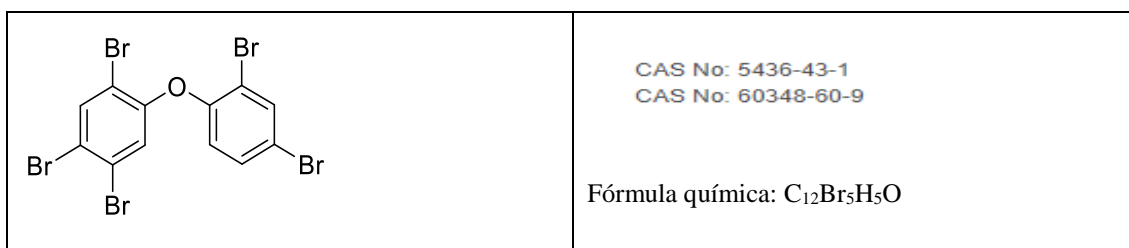
En el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022 realizado por el MITECO se puede encontrar una amplia documentación sobre los RAEE y los VFU y su legislación: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/planes-y-estrategias/Planes-y-Programas.aspx>

Los congéneres incluidos en el Convenio de Estocolmo son: éter de tetrabromodifenilo (TetraBDE) y éter de pentabromodifenilo (PentaBDE), Hexabromodifenil éter y heptabromodifenil éter (octabromodifenil éter comercial) y Decabromodifenil éter (c-decaBDE). El Reglamento 850/2004/CE aún no recoge el DecaBDE.

Los congéneres incluidos en el Convenio y en el Reglamento de COP, y que se describen a continuación, han evidenciado que son altamente persistente en el medio ambiente, bioacumulativos, tóxicos y tienen un alto potencial para el transporte ambiental a larga distancia.

#### **Eter de Tetrabromodifenilo (TetraBDE) y Eter de Pentabromodifenilo (PentaBDE)**

El éter de tetrabromodifenilo (TetraBDE) y el éter de pentabromodifenilo (PentaBDE) son los principales congéneres que componen la mezcla que se conoce como el éter de pentabromodifenilo de calidad comercial (C-PentaBDE).



Incluidos en el anexo A del Convenio de Estocolmo con una exención específica para su uso como artículos que contienen estos productos químicos para su reciclado de conformidad con la disposición de la parte V del anexo A (decisión SC-4/18).

Tras las enmiendas al Convenio de Estocolmo adoptadas en mayo de 2009, se modificó el Reglamento (CE) N° 850/2004 mediante dos nuevos Reglamentos (UE) 756/2010 y 757/2010



lo que supuso la inclusión del Éter de tetrabromodifenilo (TetraBDE) y éter de pentabromodifenilo (PentaBDE)<sup>31</sup> en el anexo I.

El pentaBDE fue producido en Israel, Japón, Estados Unidos y la Unión Europea. Desde el año 2001, se adoptaron medidas en varios países para regular o eliminar voluntariamente el pentaBDE en forma gradual. La producción en los países de la antigua UE (15) cesó en 1997. Su uso en la UE (15) disminuyó durante la segunda mitad de los años noventa, y se calculó que en el año 2000 se usaron 300 toneladas métricas, sólo para la producción de poliuretano. El uso de pentaBDE en la UE (25) se prohibió en el año 2004. Desde el 1º de julio de 2006 se dejó de usar en aparatos eléctricos y electrónicos.

El único productor de pentaBDE que existía en Estados Unidos puso fin a su producción en el año 2004 de forma voluntaria.

Información exhaustiva sobre alternativas a los distintos usos de Tetra-BDE y Penta-BDE, así como los documentos de perfil de riesgo y de gestión de riesgos de estas sustancias, también en versión española, pueden encontrarse en el siguiente apartado de la página web del Convenio:

<http://chm.pops.int/Implementation/Alternatives/AlternativestoPOPs/ChemicalslistedinAnnexA/TetraBDEandpentaBDE/tabid/5868/Default.aspx>

Transcurrido el ciclo de vida útil de los artículos con DecaBDE, éstos se convierten en residuos. Algunos ejemplos de residuos que pueden contener DecaBDE son los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, los vehículos al final de su vida útil, los residuos de construcción y demolición, cables, textiles, etc.

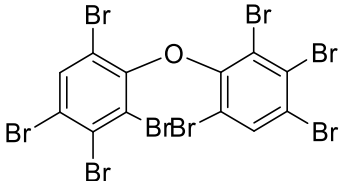
#### **Hexabromodifenil éter y heptabromodifenil éter (octabromodifenil éter comercial)**

Incluido en el anexo A del Convenio con una exención específica para su uso como artículos que contienen estos productos químicos para su reciclado de conformidad con la disposición de la parte IV del anexo A (decisión SC-4/14).

La mezcla de Éter de hexabromodifenilo (HexaBDE) y éter de heptabromodifenilo (HeptaBDE) se conoce como éter de octabromodifenilo de calidad comercial (C-OctaBDE)<sup>32</sup>.

Tras las enmiendas al Convenio de Estocolmo adoptadas en mayo de 2009, se modificó el Reglamento (CE) Nº 850/2004 mediante dos nuevos Reglamentos (UE) 756/2010 y 757/2010 lo que supuso la inclusión del Éter de hexabromodifenilo (HexaBDE) y éter de heptabromodifenilo (HeptaBDE) en el anexo I.



	<p>CAS No: 68631-49-2 CAS No: 207122-15-4 CAS No: 446255-22-7 CAS No: 207122-16-5</p> <p>Fórmula química: C<sub>12</sub>Br<sub>8</sub>H<sub>2</sub>O</p>
---	--

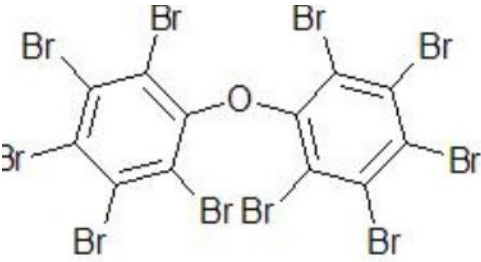
Información exhaustiva sobre alternativas a los distintos usos de Hexa-BDE y Hepta-BDE, así como los documentos de perfil de riesgo y de gestión de riesgos de estas sustancias, también en versión española, pueden encontrarse en el siguiente apartado de la página web del Convenio: <http://chm.pops.int/Implementation/Alternatives/AlternativestoPOPs/ChemicalslistedinAnnexA/HexaBDEandheptaBDE/tabid/5862/Default.aspx>

#### 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%).

Este compuesto es una sustancia altamente bromada, capaz de inhibir la propagación en cadena de una reacción de combustión, por ello se ha utilizado como aditivo en diferentes polímeros y plásticos, y otros materiales como fibras textiles. El Deca-BDE ha sido utilizado como alternativa a los otros PBDE que se incluyeron en el Convenio en 2009 y en 2010 en el Reglamento.

La conferencia de las Partes del Convenio de Estocolmo celebrada en 2017 (COP-8) tomó la decisión de incluir el éter de decabromodifenilo (cDecaBDE) en el anexo A con determinadas exenciones específicas que afectan principalmente a las industrias del automóvil y aeroespacial. No hay producción de Deca-BDE en la UE.

<p>Estructura química:</p> 	<p>Nombres científicos comunes: Benceno, 1,1'-oxibis[2,3,4,5,6-pentabromo-], 1,1'-oxibis(pentabromobenceno), 1,2,3,4,5-pentabromo-6-pentabromofenoxibenceno, 2,3,4,5,6-Pentabromo-1-(2,3,4,5,6-pentabromofenoxi)benzene, Bis(pentabromofenil) ether, Decabromodifenylether, Decabromodifenil oxide.</p> <p>Número EC: 214-604-9 Número CAS: 1163-19-5 Nombre IUPAC: 2, 3, 4, 5, 6-Pentabromo-1-(2,3,4,5,6-pentabromofenoxi)benzene Fórmula química: C<sub>12</sub>Br<sub>10</sub>O</p>
--	--





El Convenio adoptó la incorporación del DecaBDE (Decisión SC 8/10) con algunas exenciones de producción y uso que podrán utilizar los países siempre que lo soliciten y que estarán reflejados en el Registro de Exenciones del Convenio:

- Piezas para uso en vehículos.
- Tipos de aeronave cuya homologación se haya solicitado antes de diciembre de 2018 y se haya recibido antes de diciembre de 2022, y piezas de repuesto para esas aeronaves.
- Productos textiles que deben tener propiedades antiinflamables, con exclusión de ropa y juguetes.
- Aditivos en carcasas de plástico y piezas utilizadas para aparatos domésticos de calefacción, planchas, ventiladores, calentadores de inmersión que contienen o están en contacto directo con piezas eléctricas o que deben cumplir con las normas en materia de protección piroretardante, en concentraciones inferiores al 10% del peso de la parte.
- Espuma de poliuretano para aislamientos de edificios.

La Directiva Delegada (UE) 2016/585<sup>33</sup>, sobre piezas de repuesto recuperadas de productos sanitarios o microscopios electrónicos y utilizadas para la reparación o reacondicionamiento de tales productos, indica, entre otros, que los polibromodifeniléteres (PBDE) en piezas de repuesto recuperadas se podrán reutilizar siempre que se haga en sistemas de recuperación de circuito cerrado y que cada reutilización de dichas piezas se notifique al consumidor.

Transcurrido el ciclo de vida útil de los artículos con contenido en DecaBDE, éstos se convierten en residuos. Los códigos según la lista europea de residuos (LER) que se muestran en la Tabla 23, que potencialmente corresponderían a residuos con contenido en DecaBDE.

*Tabla 23. Códigos de residuos con contenido en DecaBDE de acuerdo a LER*

Código LER	Descripción
16 01 06	Vehículos al final de su vida útil que no contengan líquidos u otros componentes peligrosos
16 01 19	Vehículos: Plástico
16 01 22	Componentes no especificados en otra categoría
17 02 03	Residuos de construcción y demolición: Plástico
17 02 04*	Vidrios, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminadas por ellas
17 04 10*	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas
17 04 11	Cables distintos a los especificados en 17 04 10



17 06 03*	Otros materiales de aislamientos que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas
17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03
20 01 11	Residuos municipales: Tejidos
20 01 27*	Pinturas, tintas, adhesivos y resinas que contienen sustancias peligrosas
20 01 28	Pinturas, tintas, adhesivos y resinas distintos de los especificados en el código 20 01 27
20 01 39	Plásticos
* Peligroso. Fuente: Gestores de residuos en España. Disponible en: <a href="http://www.gestoresresiduos.es/codigos_ler.html">http://www.gestoresresiduos.es/codigos_ler.html</a>	

La Asociación de Empresas Gestoras de Residuos (ASEGRE) la separación de los compuestos bromados en los residuos no se lleva a cabo en las plantas de tratamiento de residuos, sino por un intermediario que selecciona los plásticos por flotación, de manera que se separan aquéllos con contenido en bromo.

Información exhaustiva sobre alternativas a los distintos usos del DecaBDE, así como los documentos de perfil de riesgo y de gestión de riesgos de esta sustancia, también en versión española, pueden encontrarse en el siguiente apartado de la página web del Convenio: <http://chm.pops.int/Implementation/Alternatives/AlternativestoPOPs/ChemicalslistedinAnnexA/cdecaBDE/tabid/5985/Default.aspx>

### **6.23 PERFLUOROCTANO SULFONATO ÁCIDO (PFOS), SUS SALES Y FLUORURO DE PERFLUOROCTANO SULFONILO (PFOSF)<sup>34</sup>.**

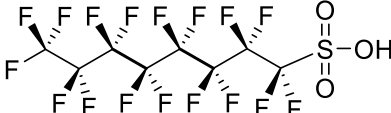
El ácido perfluorooctano sulfónico (PFOS) es un compuesto organofluorado usado, entre otros, como surfactante que se incorpora a polímeros más grandes o se utiliza en forma de sal. El PFOS y sus compuestos, son miembros de la gran familia de sustancias de perfluoroalquiladas.

El PFOS y sus compuestos están incluidos 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 850/2004/CE (eliminación) actualmente con una exención específica para su uso como tratamiento antivaho para el cromado no decorativo endurecido (cromo VI) en sistemas de circuito cerrado.



El PFOS y sus compuestos se producen intencionalmente y también es un producto de degradación de sustancias químicas relacionadas. Se han incorporado en piezas eléctricas y electrónicas, espuma contra incendios, imágenes fotográficas, fluidos hidráulicos y textiles.

Es extremadamente persistente y tiene elevada capacidad de bioacumulación y biomagnificación, aunque no se incorpora a tejidos grasos como los otros COP, sino que se une a proteínas en la sangre y el hígado. Tiene capacidad de transporte a larga distancia y también cumple los criterios de toxicidad del Convenio de Estocolmo.

	<p>Ácido sulfónico de perfluorooctano (Nº CAS: 1763-23-1) y sus sales perfluorooctane sulfonil fluoride (CAS No: 307-35-7)</p> <p>Fórmula química PFOS: <math>C_8F_{17}SO_2X</math></p> <p>X=( OH, <math>O^-M^+</math> (M=haluro, amida u otros derivados)</p>
---	--

En 1951 comenzó en EEUU el uso de sulfonato de perfluorooctil amonio, denominado  $C_8$ , y utilizado en la fabricación de Teflón y polímeros relacionados. A partir de la década de los sesenta se introdujeron en España los primeros productos con 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 producción petrolífera y minera, para asegurar la correcta limpieza de las cabezas de perforación; en aplicaciones médicas y otros usos (adhesivos y selladores, tóner y tintas de impresión).

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.

La Unión Europea en 2010 se inscribió en el registro de exenciones del Convenio para los siguientes usos aceptables de PFOS:

- 1.- Captura de imágenes fotográficas, foto resistente y antirreflectante para semiconductores.
- 2.- Agente de grabado para semiconductores y filtros de cerámica, metalizado (metalizado duro) solo en sistemas de circuito cerrado, Fluidos hidráulicos de aviación.



3.- En "fluidos hidráulicos de aviación". El 09/06/2017 la UE pidió retirar esta notificación porque ya no era necesario utilizar PFOS para este uso.

Se ha contactado con los sectores nacionales de galvanización, tratamiento de superficies metálicas (duro y decorativo) y con el sector del metal. Estos sectores han informado que desde 2016 no se han utilizado, importado ni exportado productos que contengan PFOS, se puede concluir que por parte de España no habría necesidad de renovar las exenciones específicas. Se ha iniciado la comunicación con los sectores de procesos fotográficos y fotolitográficos pero todavía no se han obtenido respuestas suficientes para sacar conclusiones.

En el año 2013 se incluyó en la Red Nacional de Vigilancia ambiental de COP, reflejada en el capítulo 9, el análisis del sulfonato de perfluorooctano (PFOS) en aguas superficiales de río, tomando trimestralmente muestras en cuatro puntos de la cuenca del Tajo y otros cuatro puntos en la cuenca del Duero.

A continuación, se reflejan posibles alternativas para algunos de los usos de PFOS (tabla 24).

*Tabla 24. Alternativas a PFOS. Fuente: Convenio de Estocolmo*

USO	DESCRIPCIÓN DE LAS SUSTANCIAS O MÉTODOS ALTERNATIVOS
Fluidos hidráulicos de aviación	Ésteres de fosfato fluorados
Ciertos dispositivos médicos (como las capas de copolímero de etileno tetrafluoroetileno (ETFE) y la producción radioopaca de ETFE, los dispositivos médicos de diagnóstico in vitro y los filtros de efecto CCD).	Filtros libres de PFOS. Como alternativa, se está probando con PFBS como surfactante en los productos de recubrimiento
Espuma contra incendios	Fluorosurfactantes no basados en PFOS con cadenas más cortas, fluorotelómero C6- y dodecafluoro-2-metilpentan-3-ona. Espumas anti-incendios libres de flúor (basados en siliconas), surfactantes basados en hidrocarburos, espumas de detergentes sintéticos (utilizadas en incendios forestales), y espumas proteicas
Máscaras fotográficas en las industrias de semiconductores y pantallas de cristal líquido (LCD).	Técnicas digitales, productos de base telomérica con cadenas perfluoroalquílicas de diferente longitud, compuestos C3- y C4- perfluorados, surfactantes hidrocarbonados y productos basados en siliconas
Metalizado (metal duro).	Métodos: equipos de aspiración, bolas de plástico y productos químicos tensoactivos que reducen el tamaño de las burbujas durante el cromado, con lo que estas ascienden a menor velocidad, no forman capa de espuma y son estables químicamente. - Uso de humectantes basados en aminas etoxiladas
Metalizado (Revestimiento decorativo).	Uso de cromo trivalente, en cuyo caso no es necesario utilizar atrapadores de nieblas. - Uso de humectantes basados en aminas etoxiladas.
Partes eléctricas y electrónicas para algunas impresoras de color y fotocopiadoras.	Diseño responsable y ecológico del producto
Producción de petróleo impulsado químicamente.	PFBS, fluorosurfactantes de base telomérica y otros compuestos perfluoroalquilados para la extracción de petróleo, como aminas sustituidas perfluoroalquiladas, ácidos, aminoácidos y ácidos de tioéter
Textiles y tapicería.	Productos comercializados basados en Perfluorobutano sulfonato (PFBS), o compuestos fluorotelómeros, siliconas, o bien copolímeros fluorados
Papel y embalaje	Compuestos fluorados, con 1-1,5% de compuestos fluorquímicos en total. Polímeros de N-metil perfluorooctano sulfonamidoetanol acrilato o sustancias basadas en telómeros de cadena corta

Información exhaustiva sobre alternativas a los distintos usos de los PFOS, así como los documentos de perfil de riesgo y de gestión de riesgos de estas sustancias, también en versión española, pueden encontrarse en el siguiente apartado de la página web del Convenio: <http://chm.pops.int/Implementation/Alternatives/AlternativestoPOPs/ChemicalslistedinAnnexB/Perfluorooctanesulfonicacidandperfluorooctane/tabid/5869/Default.aspx>



## 6.24 TOXAFENO

El toxafeno es un insecticida organoclorado que forma parte de la lista de “la docena sucia” y está incluido desde el inicio en el Anexo A del Convenio de Estocolmo y en el anexo I del Reglamento nº 850/2004 (eliminación).

El toxafeno es, en realidad, un insecticida que contiene más de 670 productos químicos que se sintetizan de forma artificial al hacer reaccionar cloro gaseoso con una sustancia llamada canfeno. El producto de la reacción (toxafeno) es una mezcla de cientos de diferentes canfenos clorados y de otros terpenos clorados relacionados.

 Nº CAS: 8001-35-2	Fórmula química: C <sub>10</sub> H <sub>10</sub> Cl <sub>8</sub> (aprox.)
-----------------------	---

Es prácticamente insoluble en agua y se degrada muy lentamente en el medio ambiente. La vida media del toxafeno en suelos está en torno a los 12 años. Se descompone al calentarlo intensamente o al arder bajo la influencia de álcalis, luz solar y catalizadores como el hierro, produciendo humos tóxicos.

Para los humanos, la fuente más probable de exposición al toxafeno es la comida. Si bien la toxicidad para los humanos de la exposición directa no es alta, ha sido catalogado como un posible carcinógeno debido a sus efectos en los animales de laboratorio. Es altamente tóxico para los peces; la trucha de arroyo expuesta al toxafeno durante 90 días experimentó una reducción del 46% en el peso y redujo la viabilidad del huevo, y la exposición a largo plazo a niveles de 0.5 microgramos por litro de agua redujo la viabilidad del huevo a cero.

El toxafeno fue uno de los pesticidas más usados en Estados Unidos en la década de los 70 y principios de los 80, principalmente en cultivos de algodón, cereal, frutas, nueces y vegetales; también se usó para controlar garrapatas y ácaros en ganado y para eliminar peces invasores en lagos; todos los usos del toxafeno quedaron prohibidos en EE.UU. en 1990.

En España, al igual que el resto de países de la Unión Europea, se prohibió su uso y comercialización en 1986, aunque todo indica que no hubo producción en nuestro país y no hay ningún indicio acerca de su posible uso.

El toxafeno no fue producido y, al parecer, tampoco fue usado en España por lo que no habría hecho falta sustituirlo, en cualquier caso, habría ocurrido hace más de 3 décadas. Por otro lado, en la revisión efectuada sobre artículos científicos publicados sobre COP en España



en el periodo 2013-2018, no se ha encontrado ninguna publicación científica sobre presencia de toxafeno en nuestro país.

### **CONCLUSIONES del capítulo 6**

- Con respecto a los COP intencionales (anexos A y B del Convenio y anexos I y II del Reglamento):

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, la problemática del HCH (incluido el lindano) continúa presente y sigue requiriendo esfuerzos y medidas para su gestión segura y ambientalmente racional.

Aunque no hay producción, comercialización ni nuevos usos de ninguno de los COP intencionales con aplicaciones y usos industriales, hay todavía en circulación y en uso muchos artículos y productos que los contienen; 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 y en el Reglamento.

- Con respecto a los 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.



## 7. MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES: MTD/MPA

El Artículo 5 del Convenio de Estocolmo y el Artículo 6 del Reglamento CE 850/2004 establecen las medidas para reducir o eliminar las liberaciones de COP generadas de la producción no intencional

En ambas normas se refleja la obligación de identificar y caracterizar las fuentes de COP no intencionales, aplicar las Mejores Técnicas Disponibles (MTD) y las Mejores Prácticas Ambientales (MPA) y, cuando se considere oportuno, exigir la utilización de materiales, productos y procesos sustitutivos o modificados para evitar la formación y liberación de COP incluidos en el anexo C, con el fin de minimizar y, cuando sea viable, eliminar las liberaciones cada uno de los COP del anexo C.

Como herramientas para la aplicación de estas medidas el Convenio cuenta con “el Toolkit” o kit de herramientas para identificar y cuantificar las liberaciones de COP del anexo C (<http://www.pops.int/Implementation/UnintentionalPOPs/ToolkitforUPOPs/ToolkitMethodology/tabid/196/Default.aspx>) y con las directrices sobre MTD y MPA que aprobó el Convenio: (<http://www.pops.int/Implementation/BATandBEP/BATBEPGuidelinesArticle5/tabid/187/Default.aspx>)

España, al igual que el resto de países de la Unión Europea, cuenta con una legislación y herramientas comunes para combatir las emisiones de los COP del anexo C y otros contaminantes.

La Directiva 2010/75/UE sobre Emisiones Industriales (DEI) refunde la Directiva IPPC, de prevención y control integrados de la contaminación, y seis directivas sectoriales en una única y nueva directiva sobre emisiones industriales, que refuerza la aplicación de las mejores técnicas disponibles (MTD) en la Unión y pone mayor énfasis en la justificación de las condiciones establecidas en las autorizaciones. <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/medio-ambiente-industrial/>

La Autorización Ambiental Integrada (AAI) es una figura de intervención administrativa que se implantó en la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación. Las instalaciones afectadas por la mencionada ley tienen que obtener de forma preceptiva esta AAI con carácter previo a cualquier otra autorización o licencia sustantiva exigible.

La AAI establece un condicionado que contiene todos los aspectos ambientales, incluyendo las MTD del correspondiente sector y los VLE basados en las mismas, que en ningún caso han de superar los niveles de emisión asociados a las MTD, y aquellos otros relacionados que consideren las autoridades ambientales competentes, de acuerdo con la legislación básica





estatal y las correspondientes autonómicas. El condicionado ambiental de la AAI es de carácter vinculante.

*El objetivo de MTD y MPA es buscar la mayor eficacia para alcanzar un alto nivel de protección del medio ambiente en su conjunto y que puedan ser aplicadas en condiciones económica y técnicamente viables.* Los documentos que recogen estas MTD en el ámbito europeo son los denominados documentos BREF y la Decisión de ejecución de la Comisión por las que se establecen las conclusiones MTD para cada sector.

En Cataluña, al margen de aplicar la Decisión de Ejecución de la Comisión Europea sobre las conclusiones relativas a las MTD publicadas para distintos sectores industriales, también se fijan prescripciones en las autorizaciones ambientales relativas a sustancias y mezclas químicas, con especial atención a los COP.

Como herramienta para recabar información sobre emisiones de contaminantes por parte de las actividades industriales está el [Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes](#) que fue establecido por el Reglamento (CE) 166/2006 E-PRTR, y en España por el Real Decreto 508/2007, de 20 de abril, por el que se regula el suministro de información sobre emisiones del Reglamento E-PRTR y de Autorizaciones Ambientales Integradas.

PRTR-España pone a disposición del público información sobre las emisiones al aire, agua, suelo y transferencias de residuos de los cerca de 6000 complejos industriales que realizan alguna de las actividades contempladas en el Reglamento Europeo o en la legislación española y que superan los umbrales de información establecidos en dicha normativa. <http://www.prtr-es.es/informes/descargasEmisiones.aspx>

Por otro lado, el **Sistema Español de Inventario (SEI)** elabora periódicamente el Inventario Nacional de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero y contaminantes atmosféricos, así como las Proyecciones de emisiones y absorciones a la atmósfera. El SEI incluye a todos los sectores, industriales y no industriales.

El Sistema Español de Inventario se establece en la [Ley 34/2007 de calidad del aire y protección de la atmósfera](#) y se desarrolla su funcionamiento en el [Real Decreto 818/2018](#) que asigna a la Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental del Ministerio para la Transición Ecológica el papel de autoridad competente del Sistema Español de Inventario y Proyecciones de Emisiones a la Atmósfera (SEI).

En el Inventario Nacional de Contaminantes Atmosféricos se estiman anualmente las emisiones a la atmósfera de: óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), amoníaco (NH<sub>3</sub>), monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM), partículas, metales pesados y algunos Contaminantes Orgánicos Persistentes. Más información en:





<https://www.miteco.gob.es/ca/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/default.aspx>

Los datos del inventario de emisiones de España se remiten regularmente al Convenio de Ginebra, de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE), sobre Contaminación atmosférica transfronteriza (CLRTAP). Los datos remitidos en 2018 han ido acompañados de un informe detallado sobre las estimaciones anuales de emisiones de contaminantes a nivel nacional, también por fuente, desde 1990 hasta 2016 (tabla 25). Este informe se puede descargar en: [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/spain\\_2018-clrtap-iirsubmission-iir\\_tcm30-444528.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/spain_2018-clrtap-iirsubmission-iir_tcm30-444528.pdf).

Aunque a lo largo del informe se abordan las emisiones nacionales sin incluir las Islas Canarias, en el Anexo 4 de este estudio aparecen los datos de emisiones nacionales totales, incluidas las Islas Canarias, que se proporcionan únicamente con fines informativos, a continuación.

*Tabla 25. Emisiones nacionales de Contaminantes atmosféricos totales serie 1990-2016. Fuente: MITECO*

Year	Pb (t)	Cd (t)	Hg (t)	As (t)	Cr (t)	Cu (t)	Ni (t)	Se (t)	Zn (t)	DIOX (g I-TEQ)	PAHs (t)	HCB (kg)	PCBs (kg)
1990	2,727	39	13	15	28	135	228	11	381	408	7,293	327	26
1995	924	32	15	15	30	158	261	12	397	454	5,910	151	40
2000	551	21	10	19	31	230	282	15	434	200	2,429	179	32
2005	180	13	9	19	31	248	257	15	469	174	308	133	37
2010	157	9	5	14	22	227	164	11	420	167	262	1	33
2011	154	9	5	14	22	220	144	11	422	172	270	1	31
2012	154	9	5	16	22	224	126	12	420	170	271	1	27
2013	140	8	5	12	19	198	102	10	395	169	261	1	26
2014	151	8	5	14	19	215	95	11	404	173	282	1	27
2015	161	8	5	15	21	224	96	12	419	179	262	1	27
2016	157	8	5	15	20	228	100	11	416	172	272	1	24

La figura siguiente refleja los datos del año 2016 de emisiones totales a la atmósfera de ciertos contaminantes sin Islas Canarias). Se refleja también qué parte de esas emisiones totales se generan en el sector de la energía y el porcentaje que suponen sobre el total emitido de cada contaminante. Los datos de COP que aparecen en la figura 12 corresponden a dioxinas, HAP, HCB y PCB.



**Contribution of emissions from Energy activities in 2016 to the total emissions**

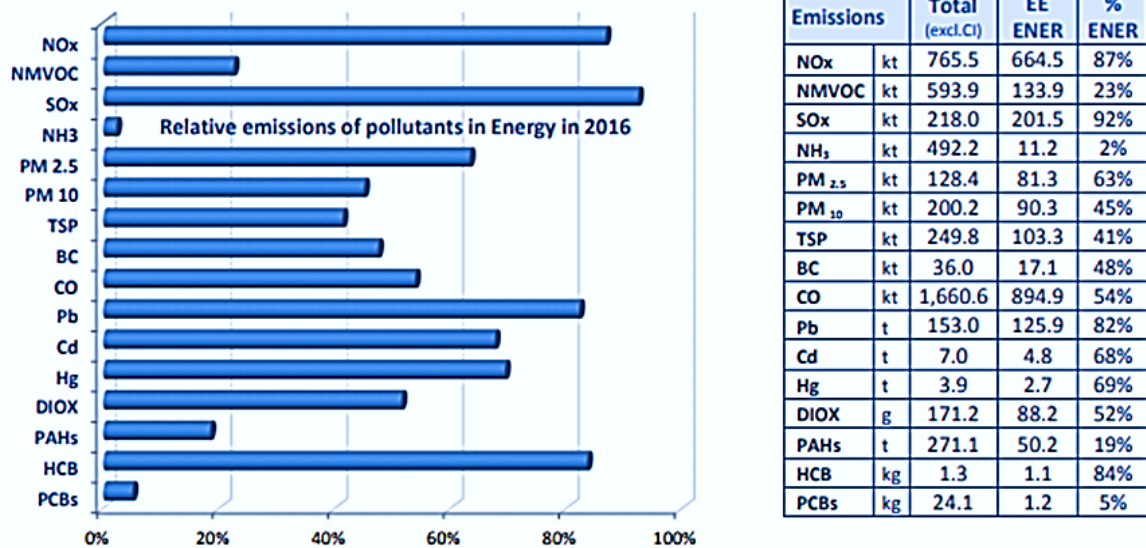


Figura 12. Emisiones de contaminantes atmosféricos del sector de la energía, año 2016, y su contribución relativa al total de emisiones. Fuente: MITECO

Las emisiones del sector de la energía destacan por su peso relativo para casi todos los contaminantes emitidos en España (excluyendo las Islas Canarias) en 2016. En concreto, este sector es responsable del 52% de las dioxinas emitidas, del 19% de HAP emitidos, del 84% de HCB y del 5% de PCB.

Tanto el PRTR y como el SEI recogen datos sobre emisiones de algunos COP del anexo C, aunque no todos, y cuentan ya con series de datos de bastantes años lo que permite ver la evolución y tendencia de las emisiones no intencionales de algunos COP. A este respecto, más información sobre emisiones se refleja en el apartado correspondiente a las sustancias.

El Real Decreto 1042/2017, de 22 de diciembre, sobre la limitación de las emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de las instalaciones de combustión medianas, con potencia térmica nominal entre 1 y 50 MW, establece para estas instalaciones valores límites de emisión de: dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y partículas (polvo). Sin embargo, no contempla valores límite de emisión para ningún COP y se desconoce el porcentaje de emisión de COP de estas instalaciones frente al total de instalaciones de combustión en España.

En relación a las MTD se ha publicado recientemente el documento de conclusiones sobre tratamiento de residuos:

Decisión de Ejecución (UE) 2018/1147 de la Comisión de 10 de agosto de 2018 por la que se establecen las conclusiones sobre las mejores técnicas disponibles (MTD) en el tratamiento de residuos:



<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018D1147&from=ES>

Y el documento “Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Treatment”

[http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/WT/JRC113018\\_WTbref.pdf](http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/WT/JRC113018_WTbref.pdf)

## 8. RESIDUOS Y SUELOS CONTAMINADOS

### Residuos

El Artículo 6 del Convenio de Estocolmo recoge las “Medidas para reducir o eliminar las liberaciones derivadas de existencias y residuos” COP que consistan en un producto químico incluido en el anexo A, B o C o que contengan dicho producto químico o estén contaminadas con él.

El artículo prescribe que estos residuos se gestionen, recojan, transporten y almacenen de manera eficiente y ambientalmente racional, de un modo tal que el contenido del COP se destruya o se transforme en forma irreversible de manera que no presenten características COP; cuando la destrucción o la transformación irreversible no sean la opción preferible desde el punto de vista ambiental o su contenido de COP sea bajo, considerando normas y directrices internacionales, se eliminarán en forma ambientalmente racional.

Los residuos COP no podrán ser objeto de operaciones de eliminación que puedan dar lugar a la recuperación, reciclado, regeneración, reutilización directa o usos alternativos de los COP. El Convenio no establece niveles “bajos” específicos para los distintos COP.

Por su parte, el Artículo 7: “Gestión de residuos” del Reglamento 850/2004 recoge que quienes produzcan o posean residuos COP deberán tomar medidas para eliminar o valorizar estos residuos de forma que se garantice que el contenido de COP se destruye o se transforma irreversiblemente de manera que los residuos y emisiones restantes no tengan características COP. Igualmente prohíbe las operaciones de eliminación o valorización que supongan la valorización, reciclado, recuperación o reutilización de las sustancias COP.

El artículo 7 apartado 4.a establece como excepción a lo anterior, que los residuos que contengan o estén contaminados con sustancias COP en concentración inferior a los límites que refleja el anexo IV podrán eliminarse o valorizarse de otro modo, siempre de conformidad con la legislación comunitaria aplicable. El anexo IV contiene la lista de residuos COP, individualizados por sustancia o por congéneres, y refleja también el límite de concentración.

El anexo V del Reglamento, recoge las operaciones de eliminación y valorización que deben aplicarse para que se garantice la destrucción o la transformación irreversible del COP.



La normativa europea, nacional y autonómica relativa a prevención, gestión y planificación de residuos se puede encontrar en: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/normativa-y-planificacion/Default.aspx>

El Plan Estatal Marco de gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022 se puede consultar en el siguiente enlace: [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/planes-y-estrategias/pemaraprobado6noviembrecondae\\_tcm30-170428.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/planes-y-estrategias/pemaraprobado6noviembrecondae_tcm30-170428.pdf)

No hay un capítulo en el PEMAR específico para los residuos COP aunque los PCB sí se reflejan de forma individualizada. Los residuos COP sí se mencionan y consideran en los flujos de residuos en donde aparecen como, por ejemplo, RAEE, buques y embarcaciones al final de su vida útil, vehículos al final de su vida útil...etc.

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: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/planes-y-estrategias/Planes-y-Programas.aspx>.

El informe 2018 de emisiones de contaminantes a la atmósfera 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 2016. Dentro de este sector, las categorías de incineración y otros tratamientos de residuos son las que más contribuyen a estas emisiones COP.

[https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/spain\\_2018-clrtap-irsubmission-iir\\_tcm30-444528](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/spain_2018-clrtap-irsubmission-iir_tcm30-444528).

Según los datos de este informe, ver figuras 13 y 14 a continuación, en 2016 el sector de residuos fue responsable de generar el 23,6 % del total de emisiones de dioxinas y el 31,8 % del total de emisiones de HAP.

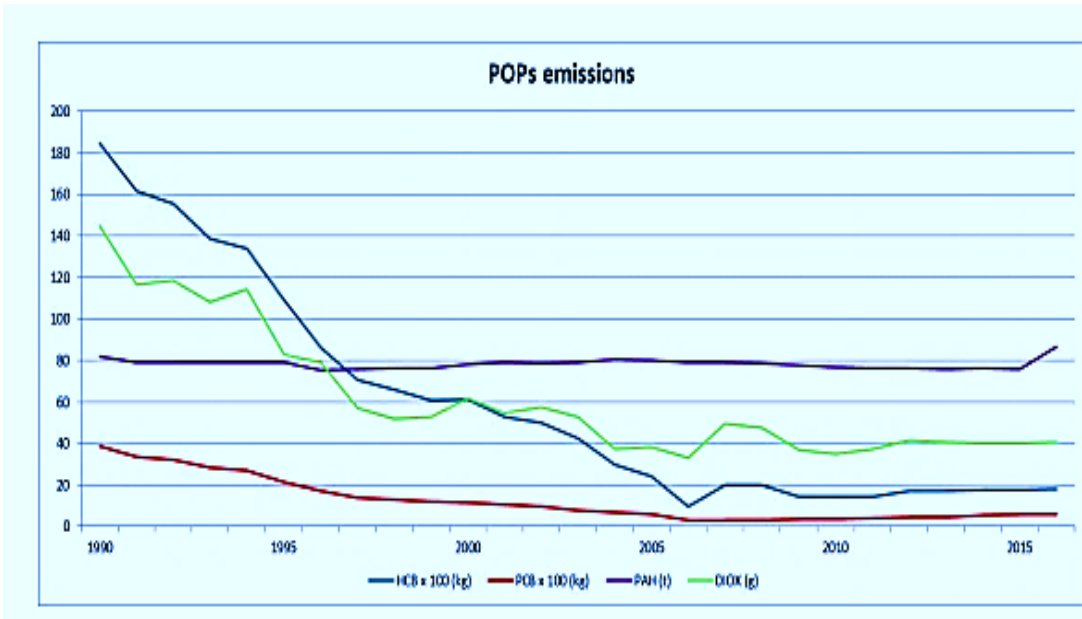


Figura 13. Emisiones de COP procedentes del sector residuos 1990-2016. Fuente MITECO

<b>DIOX</b>	40.54 g I-TEQ emitted in 2016 23.6 % of the Total DIOX emissions of the Inventory in 2016	
	1990-2005	Downward trend partly due to the introduction of municipal waste incineration plants with energy recovery and a progressive reduction of the clinical waste incinerated
	2006-2016	Steady trend with slight fluctuations connected with the amount of sludge incinerated
<b>PAHs</b>	86.45 tonnes emitted in 2016 31.8 % of the Total PAHs emissions of the Inventory in 2016	
	1990-2015	Stable trend
	2016	The uptick in 2016 is due to the accidental fires emissions reported under Other waste (5E)
<b>HCB</b>	0.17 kg emitted in 2016 0.00008 % of the Total HCB emissions of the Inventory in 2016	
	1990-2005	During this period, the progressive reduction of the clinical waste incinerated combined with the introduction of municipal waste incineration plants with energy recovery explain the trend
	2006-2016	Steady trend with slight fluctuations supported by changes in the amount of sludge incinerated
<b>PCBs</b>	0.05 kg emitted in 2016 0.002 % of the Total PCBs emissions of the Inventory in 2016	
	1990-2016	Downward trend partly explained by the introduction of municipal waste incineration plants with energy recovery and the progressive reduction of clinical waste incinerated

Figura 14. Emisiones de COP 2016 procedentes del sector residuos. Fuente MITECO



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 anteriormente, no hay a día de hoy en España producción, comercialización o nuevos usos de los productos COP del anexo A y B pero sí que hay numerosos artículos y productos que contienen COP y que están aún en uso que deberán ser gestionados como residuos COP de forma ambientalmente racional al final de su vida útil.

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.

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 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 y en el Reglamento.

### **Suelos Contaminados**

El mismo artículo 6 del Convenio de Estocolmo sobre “Medidas para reducir o eliminar las liberaciones derivadas de existencias y residuos” recoge en su apartado 1(e) que cada Parte “se esforzará por elaborar estrategias adecuadas para identificar los **sitios contaminados** con productos químicos incluidos en el anexo A, B o C; y en caso de que se realice el saneamiento de esos sitios, ello deberá efectuarse de manera ambientalmente racional”.

El Reglamento 850/2004/CE, sin embargo, no hace ninguna consideración sobre suelos contaminados con COP.

A nivel nacional, el Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados, dando cumplimiento a las obligaciones impuestas al Gobierno por la Ley 10/98, de Residuos, en lo que se refiere a la definición de criterios y estándares para la declaración de un suelo contaminado.

El artículo 34 de la Ley 22/2011 sobre Declaración de suelos contaminados, establece que “Las Comunidades Autónomas declararán y delimitarán los suelos contaminados debido a la presencia de componentes de carácter peligroso procedentes de las actividades humanas, evaluando los riesgos para la salud humana o el medio ambiente, de acuerdo con los criterios y estándares que, establecidos en función de la naturaleza de los suelos y de sus usos, se determinen por el Gobierno previa consulta a las Comunidades Autónomas.



Por otra parte, el artículo 35 sobre Inventarios de suelos contaminados establece que “Las Comunidades Autónomas elaborarán un inventario con los suelos declarados como contaminados”.

En los datos disponibles del inventario nacional de suelos contaminados no hay registrados suelos contaminados en donde se hayan identificados COP.

Aparte de los episodios ya mencionados por contaminación por lindano, sería de interés hacer un seguimiento de instalaciones/plantas donde se han fabricado o utilizado los COP, para para evaluar la posible contaminación del suelo.

## 9. VIGILANCIA DE COP

El artículo 11 del Convenio de Estocolmo relativo a “Investigación, desarrollo y vigilancia” refleja que las Partes alentarán y/o efectuarán actividades de investigación, desarrollo, vigilancia y cooperación respecto de los COP y, cuando proceda, respecto de sus alternativas, entre otras, presencia, niveles y tendencias en las personas y en el medio ambiente.

Por su parte, el artículo 9 del Reglamento 850/2004/CE relativo a “Vigilancia” recoge que los Estados Miembros establecerán programas y mecanismos adecuados que permitan ofrecer de forma periódica datos de vigilancia comparables sobre la presencia en el medio ambiente de dioxinas, furanos y PCB citados en el anexo III.

El Plan Global de Vigilancia de COP (Global Monitoring Plan, GMP) es un componente clave de la “Evaluación de la Eficacia” del Convenio de Estocolmo (Artículo 16) que proporciona un marco armonizado para la recopilación de datos de vigilancia comparables sobre presencia de COP en todas las regiones, para identificar cambios en las concentraciones a lo largo del tiempo, así como en el transporte ambiental regional y global. Más información en: <http://chm.pops.int/Implementation/EffectivenessEvaluation/Outcomes/tabid/5559/Default.aspx>

El grupo GMP orienta sobre vigilancia de COP y considera que para medio ambiente el aire es la matriz prioritaria por presentar tiempos de respuesta muy cortos para cambios producidos en emisión atmosférica y es un medio relativamente bien mezclado; el aire es, además, una entrada a la cadena alimenticia y un medio de transporte global. Para COP solubles en agua, como el PFOS (ácido perfluorooctano sulfónico, sus sales y el fluoruro de perfluorooctano sulfonilo), se recomienda realizar la medición en agua superficial. En humanos se focaliza en leche y sangre. Los informes realizados por el GMP pueden descargar en: <http://chm.pops.int/Implementation/GlobalMonitoringPlan/MonitoringReports/tabid/525/Default.aspx>





El primer PNA de 2007 llevó a cabo una vasta recopilación de información sobre actividades de vigilancia de COP en España y reconoció que, aunque había gran cantidad de estudios de diferentes grupos de investigación realizados de forma aislada y en zonas concretas que podían ser indicativos de la situación, no existía ningún sistema de vigilancia de COP que pudiera proporcionar una adecuada información sobre los niveles de COP en personas, alimentos y compartimentos ambientales. Concluyó, en consecuencia, que sería deseable potenciar la producción y difusión de datos representativos y periódicos de todo el territorio nacional, tanto para todos los COP del Convenio y el Reglamento, como para los candidatos.

Los datos recopilados en el primer PNA, aunque parciales y aislados, indicaban que en España, al igual que en el resto de países de la UE, los niveles de PCB, DDT, PCDF y PCDD en humanos y alimentos, presentaban valores significativamente inferiores a los de 20 o 30 años atrás; habían sufrido disminuciones iniciales muy fuertes y se estabilizaron en los últimos años. Sin embargo, las concentraciones de sustancias que en aquellos años eran “nuevas” o candidatos, como los retardantes de llama polibromados, parecían estar aumentando.

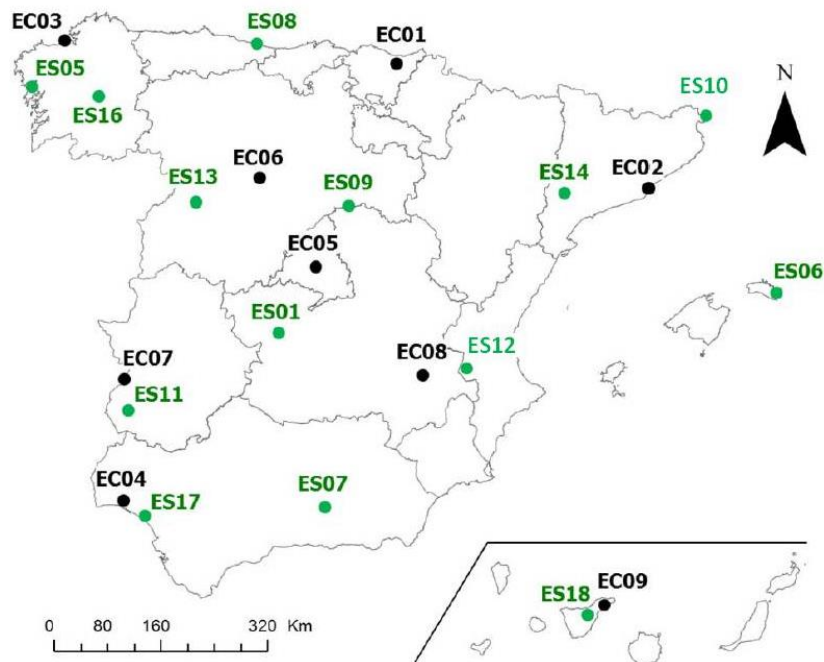
En línea con lo recogido sobre vigilancia en el Convenio y en el Reglamento, las medidas del PNA y las orientaciones del GMP, la Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental del MITECO implantó a finales de 2007 la “**Red Nacional de Vigilancia Ambiental de COP**”, mediante encomiendas de gestión 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 (figura 19). 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 60 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 15. Distribución de los puntos de muestreo de la Red Nacional de Vigilancia Ambiental 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(ES): 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, y se determinan los 60 analitos.

Los datos obtenidos en estas actividades se almacenan en la Base de datos de Calidad del Aire del MITECO 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.

El informe global 2014 con los resultados de la Red Nacional de Vigilancia Ambiental de COP que contiene los resultados de la Red desde 2008 hasta 2013 se puede descargar en: [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/informe2014redvigilanciaambientalcopciematsic\\_tcm30-422044.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/informe2014redvigilanciaambientalcopciematsic_tcm30-422044.pdf). A finales de 2018 se presentará otro informe global de la Red que analizará los resultados de 2008-2017 y será difundido por las mismas vías.

Las principales conclusiones que pueden obtenerse a partir de los datos obtenidos correspondientes a las primeras 22 campañas correspondientes al periodo comprendido entre el verano 2008 y el otoño 2013 (n=436) son:

- Se detecta la presencia de COP en todas las muestras de aire analizadas.
- Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre zonas remotas y urbanas para todas las familias excepto para el HCB:
  - o Concentraciones más altas en zonas urbanas para  $\Sigma 17\text{PCDD/F}$ ,  $\Sigma 14\text{PBDE}$ ,  $\Sigma 18\text{PCB}$ ,  $\Sigma 6\text{DDT}$  y  $\Sigma 3\text{HCH}$ .
  - o Concentraciones similares en zonas remotas y urbanas para HCB.
- El patrón de concentración varía entre zonas remotas y urbanas:
  - o Remotas:  $\text{HCB} > \text{PCB} \approx \text{DDT} \approx \text{HCH} > \text{PBDE} \gg \text{PCDD/F}$ .
  - o Urbanas:  $\text{PCB} > \text{HCB} \approx \text{DDT} \approx \text{HCH} > \text{PBDE} \gg \text{PCDD/F}$ .
- Se ha identificado un patrón de congéneres común para casi todas las estaciones analizadas:
  - o En dioxinas/furanos:  $\text{OCDD/F} > \text{HpCDD/F} > \text{HxCDD/F}$
  - o En PCB:  $\text{mPCB} > \text{moPCB} \gg \text{noPCB}$
  - o En PBDE:  $\text{BDE 209} \gg \text{BDE 47} > \text{BDE 99}$
  - o En HCH:  $\gamma\text{-HCH} > \alpha\text{-HCH} \gg \beta\text{-HCH}$
  - o En DDT y sus metabolitos:  $\text{DDE} > \text{DDT} \gg \text{DDD}$
- Se ha observado una disminución temporal de PCB, tanto en zonas remotas como en urbanas.

Los últimos resultados publicados indican que se ha producido un descenso significativo en PCDD/PCDF y las concentraciones entre zonas urbanas y remotas tienden a converger, al igual que para los PCB *no-orto* sustituidos. Respecto a PBDE, las cantidades de BDE-209 presentes en diferentes ciudades son altas. Sin embargo, las concentraciones de congéneres provenientes de las mezclas c-PentaBDE y c-OctaBDE han disminuido considerablemente, a pesar de que se ven sujetos a variaciones estacionales.



Dado que la serie temporal analizada aún no abarca un período total de 10 años, se continuarán las tareas de vigilancia y monitorización de COP en atmósfera en España, para poder abordar de forma precisa la evaluación temporal de las diferentes familias de COP. La continuidad de estudios de estas características es fundamental para conocer si las medidas regulatorias implementadas están alcanzando los objetivos fijados.

La información generada por la Red de Vigilancia Ambiental de COP en España se considera excepcional, ya que existen muy pocas mediciones de COP en aire en latitudes templadas, sobre un plazo relativamente largo, y en más de 20 estaciones (remotas y urbanas).

La Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental del MITECO 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).

A lo largo de una serie de proyectos en coordinación con programas que se emprendían a nivel de la Unión Europea (COPHES, DEMOCOPHES, BIOAMBIENT) en los periodos desde 2007-2010 y 2010-2015, encargó diversos estudios de vigilancia de estos contaminantes en humanos en diferentes sectores de la población, trabajadores y población vulnerable principalmente que comprendían diversos contaminantes orgánicos persistentes en muestras de sangre, orina y pelo. Al margen de los resultados obtenidos, estos estudios sirven para homogeneizar criterios con respecto a mediciones en otros países.

En este marco se realizó un estudio a escala nacional sobre una muestra representativa de población adulta española (mayores de 18 años de ambos sexos y laboralmente activos), de 38 puntos seleccionados repartidos por el territorio peninsular, las Islas Canarias y la Ciudad autónoma de Ceuta. Los muestreos se efectuaron durante los años 2009 –2010, se recogieron muestras de los voluntarios (sangre, suero, orina y pelo) así como información sobre dieta, entorno etc. y el reclutamiento se hizo en los 4 períodos trimestrales para asegurar una buena dispersión estacional.

Estos estudios abordaron la determinación de: Bifenilos Policlorados (PCB), Polibrodifenil Éteres (PBDE), Pesticidas Organoclorados (OC), Metabolitos de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH) y Compuestos Perfluoroalquílicos (PFC).

Con respecto a los niveles de PCB, el PCB-180 es el que aparece con más frecuencia y contribuye con más peso al total de PCB.

Los niveles de plaguicidas organoclorados encontrados en los estudios realizados y bajo las condiciones que se efectuaron, son similares o inferiores a los registrados en otros países de nuestro entorno exceptuando los valores de HCB y HCH que son algo mayores que en otros países europeos. Los niveles encontrados en este estudio son inferiores a los de estudios españoles publicados en años anteriores.



Los valores de compuestos polibromados (PBDE) que presenta la población estudiada son semejantes e incluso menores a los de otros países europeos. El congénere con mayor presencia en la población muestreada fue el PBDE 153.

Respecto a metabolitos de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP), los niveles encontrados son semejantes a otros estudios realizados en España anteriormente y en cuanto a los niveles de 1-Hidroxipireno, las concentraciones encontradas en este estudio fueron ligeramente inferiores a las reportadas en Italia, Bélgica, Reino Unido, y una tercera parte de las notificadas por Polonia.

En cuanto a los compuestos perfluorados, los mayores niveles detectados en la población muestreada correspondieron al PFOS, seguido de PFOA, PFHxS, PFNA y PFDA.

Las publicaciones científicas que recogen resultados de las actividades de vigilancia de COP financiadas por la Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental del MITECO se recogen en el Apéndice 1 que contiene todas las referencias de las publicaciones de vigilancia.

Otros proyectos de investigación sobre COP en biota financiados por MITECO:

“Control de COP según Convenio de Estocolmo y mercurio en huevos de láridos: bases de datos, series históricas y gestión ambiental” Realizado por el Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua del CSIC. (2012-2015). [https://www.mapama.gob.es/es/red-parques-nacionales/programa-investigacion/Contaminantes\\_mercurio\\_laridos.aspx](https://www.mapama.gob.es/es/red-parques-nacionales/programa-investigacion/Contaminantes_mercurio_laridos.aspx)

“Evaluación del impacto sobre la fauna del Parque Nacional de Doñana asociado al uso de nuevos contaminantes retardantes de llama”, realizado por el Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua del CSIC (2010-2013). [https://www.mapama.gob.es/es/red-parques-nacionales/programa-investigacion/Contaminantes\\_retardantes\\_llama-impar.aspx](https://www.mapama.gob.es/es/red-parques-nacionales/programa-investigacion/Contaminantes_retardantes_llama-impar.aspx)

“Evaluación y control de COP en gaviotas nidificantes en la Red de Parques Nacionales marítimo-terrestres españoles”, realizado por el Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua del CSIC (2009-2012) [https://www.mapama.gob.es/es/red-parques-nacionales/programa-investigacion/Contaminantes\\_organicos\\_gaviotas.aspx](https://www.mapama.gob.es/es/red-parques-nacionales/programa-investigacion/Contaminantes_organicos_gaviotas.aspx)

Con el fin de identificar los trabajos científicos sobre COP más recientes publicados a nivel nacional se han consultado las principales bases de datos que recopilan artículos científicos ([www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com); [www.pubs.acs.org](http://www.pubs.acs.org); [www.ncbi.nlm.nih.gov/journals](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/journals); [www.scirus.com](http://www.scirus.com)); la búsqueda se ha centrado en el periodo 2013-2018. Para este periodo no se han encontrado publicaciones científicas sobre Clordecona, Toxafeno, Hexaclorobutadieno (HCB), Naftalenos policlorados (PCN), Parafinas cloradas de cadena corta (SCCP), Pentaclorobenceno ni sobre Pentaclorofenol (PCP) y sus sales.



El número de artículos publicados sobre los plaguicidas inicialmente incluidos en el Convenio ha disminuido notablemente en los últimos años. Se encuentran estudios aislados sobre Aldrina, Clordano, Dieldrina, Endrina, Heptacloro y Mírex. Estos plaguicidas se prohibieron en 1986; en todos los estudios encontrados se detectan niveles muy bajos, notablemente inferiores que los de hace 30 años, y podrían interpretarse como contaminación histórica.

Otros estudios publicados en el periodo 2013-2018 que han abordado la presencia de COP a lo largo de 3 o más años o campañas se reflejan a continuación, y se referencian también en el apéndice I:

### **DDT y sus metabolitos**

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, desde 1998 hasta 2012. Los niveles de DDT y sus metabolitos venían descendiendo desde 1977 y en el periodo del estudio (1998-2012) el descenso fue considerable. Los valores medios más altos se detectaron en la Ría de Ferrol, zona con mayor grado de industrialización<sup>35</sup>.

### **Endosulfán**

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<sup>36</sup>.

### **$\alpha$ -HCH, $\beta$ -HCH y $\gamma$ -HCH (Lindano)**

Un estudio analizó niveles de  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ -HCH en **aire** en la zona del vertedero de Bailín (Sabiñánigo, Huesca), en el periodo de 2014 a 2016 (n= 112). Los niveles encontrados revelaban una mayor contaminación por los residuos de la producción de lindano (isómeros  $\alpha$  y  $\beta$ -HCH) que por la producción de  $\gamma$ -HCH (lindano). Las concentraciones variaban en los distintos puntos y en las diferentes campañas pero en todos los puntos muestreados se detectó un descenso considerable de la concentración de los tres isómeros tras el desmantelamiento del vertedero<sup>37</sup>.

### **Bifenilos policlorados (PCB)**

Los PCB son los compuestos más estudiados, encontrándose más de 200 publicaciones aparecidas en revistas científicas desde 2013 hasta la actualidad.

Estudio 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<sup>38</sup>.

Un estudio sobre presencia de diferentes congéneres de PCB en **población adulta** se realizó en 4 regiones españolas (Cataluña, Madrid, Navarra y Cantabria) durante los años 2008 a 2013 (n= 312) recogiendo datos socio-demográficos y de dieta. El PCB 153 se detectó en el 93,6 % de las muestras y el estudio concluyó que los niveles de este PCB 153 encontrados estaban asociados con residencia en áreas urbanas y el uso industrial de la sustancia<sup>39</sup>.

### PCDD/PCDF

Estudios realizados en **alimentos** (pescado y marisco) para evaluar la exposición humana de la población de Cataluña a PCDD/PCDF reflejaron que desde el año 2000 los niveles han disminuido drásticamente<sup>40</sup>.

### HCB

Un 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<sup>41</sup>.

### PFOS, sus sales y PFOSE

Un estudio determinó 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<sup>42</sup>.

La Tabla 26 recoge los Planes y Programas de Vigilancia que realizan un seguimiento de COP del Convenio de Estocolmo, del Reglamento (CE) N° 850/2004 y de sustancias candidatas.



*Tabla 26. Planes y Programas vigilancia sobre COP.*

Organismo/Entidad	Programa/proceso de vigilancia	COP
<b>MEDIO AMBIENTE</b>		
EMEP	Programa Cooperativo de Vigilancia y Evaluación de la transmisión a larga distancia de contaminantes atmosféricos en Europa. Programas en CCAA – Directiva 2004/107/CE, –y asociados al Programa EMEP	PAH en PM10 y totales (Benzo(a)pireno, Benzo(b)fluoranteno, Benzo(k)fluoranteno) PCDD/PCDF, HCB, PCB
Convenio OSPAR	Programa de vigilancia atmosférica (Comprehensive Atmospheric Monitoring Programme - CAMP)	PCB, PAH, PCDD/PCDF, PBDE
	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	Planes de cuenca (Real Decreto 1/2016, de 8 de enero, por el que se aprueba la revisión de los Planes Hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar, y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Oriental, Miño-Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro. Directiva 2008/105/CE Nuevas 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, HCB, 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
<b>SALUD</b>		
OMS	Biomonitorización de COP 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). <a href="http://sinac.msssi.es/SinacV2/">http://sinac.msssi.es/SinacV2/</a>	Hexaclorociclohexano (isómeros $\alpha, \beta$ y $\gamma$ , lindano), Aldrina, Clordano, DDT, Dieldrina, Endrina, Endosulfan, Heptacloro, Hexaclorobenceno, PAH





Organismo/Entidad	Programa/proceso de vigilancia	COP
<b>ALIMENTOS</b>		
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 - AECOSAN	Red de alerta alimentaria.	
	Plan Nacional de Control Oficial de la Cadena Alimentaria (PNCOCA) 2016-2020, de acuerdo al Reglamento (CE) Nº 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 de hexabromodifenilo, éter de pentabromodifenilo, éter de tetrabromodifenilo, Hexaclorobenceno, Hexaclorobutadieno, Hexaclorociclohexano, HAP, Parafinas cloradas de cadena corta, 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 ( $\alpha$ -HCH, $\beta$ -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 ( $\alpha$ -HCH, $\beta$ -HCH, Lindano, $\delta$ -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, $\Sigma$ DDT), PCDD/PCDF, PAH





Organismo/Entidad	Programa/proceso de vigilancia	COP
<b>ALIMENTOS</b>		
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, $\alpha$ -HCH, $\beta$ -HCH, Lindano, Heptacloro, Heptacloro-epóxido, PCB, endosulfán ( $\alpha$ -Endosulfán, $\beta$ -Endosulfán, Endosulfán sulfato)
	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
País Vasco Ura Uraren Euskal Agentzia 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
Govern de les Illes Balears	Programa de Control y Vigilancia de Contaminantes Químicos en Alimentos.	PCDD/PCDF, PCB, PAH Plaguicidas Organoclorados
Junta de Comunidades 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 Medioambientales y Residuos Zoonosanitarios en los Alimentos.	PAH, PCDD/PCDF
<b>PIENSOS</b>		
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

La vigilancia de COP en España ha avanzado notablemente, respecto a capacidad y actividades, desde que se elaboró el primer PNA. Es importante, sin embargo, que los programas de vigilancia tengan una estabilidad temporal y también que tengan capacidad para asumir nuevos retos a medida que nuevas sustancias COP sean incorporadas a los anexos del Convenio



y el Reglamento. Es importante también que los resultados de las actividades y programas de vigilancia de COP estén accesibles y tengan buena visibilidad.

Se sigue detectando la presencia de todos los COP intencionales, incluso de aquéllos cuya producción y uso cesó hace más de 30 años. Los COP, por su baja solubilidad en agua, se encuentran con frecuencia semiconfinados en sedimentos de arroyos, ríos, embalses, etc.. Hay evidencia de que las riadas producidas por lluvias torrenciales están causando la removilización de estos sedimentos contaminados, lo que acrecienta la dispersión de los COP, hasta entonces confinados, y posibilita que se volatilicen y de nuevo pasen al aire.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, ONUAA o más conocida como FAO, participa de manera regular en los trabajos del Convenio de Estocolmo. Las administraciones nacionales y autonómicas del sector agroalimentario llevan a cabo numerosos trabajos y programas estables de vigilancia y control, sobre todo para alimentos, que incluyen a los COP.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Internacional del Trabajo (OIT) participan también de manera regular en los trabajos del Convenio de Estocolmo. Sería conveniente que las administraciones nacionales y autonómicas del sector salud y del sector laboral incorporen los COP en sus respectivas actividades de vigilancia de salud humana y salud laboral y, en consecuencia con los resultados, planteen posibles actuaciones para reducir la exposición de la población a estos químicos peligrosos.

## 10. INFORMACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN

El artículo 10 del Convenio de Estocolmo sobre “Información, sensibilización y formación del público” establece, entre otras obligaciones, que cada Parte promoverá y facilitará la sensibilización de sus encargados de formular políticas y adoptar decisiones acerca de los COP, comunicará al público, especialmente a grupos vulnerables, toda la información disponible sobre COP y sobre sus efectos para la salud y el medio ambiente y sobre sus alternativas y promoverá la capacitación de trabajadores, científicos y personal docente, técnico y directivo.

El artículo 10 del Reglamento 850/2004/CE sobre “Intercambio de información” se desarrolla en términos similares al del Convenio.

Desde entonces, se ha avanzado de forma significativa en la generación y recopilación de información relativa al ciclo de vida de las sustancias COP. Los COP aparecen como tema específico en las páginas web del MITECO 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.



La sensibilización de la sociedad acerca de la naturaleza de los COP, se ha focalizado en la transmisión de información mediante talleres, jornadas informativas, etc.. También, existe material divulgativo específico en forma de presentaciones, dípticos, pósters, etc. dirigidos a la sociedad en general, incluidos los grupos vulnerables y profesionales.

El diagnóstico realizado en el primer PNA (2007) respecto a la percepción de los COP (información y sensibilización) del público en general en nuestro país, ponía de manifiesto que los COP no existían en el discurso social general, no se conocían y, por tanto, tampoco se sentían como peligrosos.

La contaminación por químicos peligrosos es un tema complejo que afecta a numerosos sectores. El número de químicos peligrosos en circulación ha aumentado en las últimas décadas, generan una cantidad creciente de legislación, cada vez más compleja, y la información y el número de estudios especializados es ingente. Tanto la legislación horizontal, REACH y CLP, como la legislación específica intentan dar respuesta a las preocupaciones de los ciudadanos en relación con la seguridad química.

Sin embargo, no es fácil que el ciudadano de a pie tenga una idea clara acerca de un grupo concreto de químicos y de las áreas o actividades en las que pueden estar presentes y suponer mayor riesgo de exposición, aunque estemos hablando de los COP que son los contaminantes químicos más peligrosos para la salud humana y el medio ambiente y en cantidades bajísimas pueden generar efectos tóxicos.

La presencia de los COP se detecta en la actualidad en humanos y en medio ambiente, incluso la de aquéllos que dejaron de producirse y usarse hace más de 30 años. Las crecientes riadas producidas por lluvias torrenciales están causando la removilización de sedimentos contaminados por COP, lo que acrecienta la dispersión de estos contaminantes, hasta entonces semiconfinados en sedimentos de cursos de agua, y posibilita que se volatilicen y de nuevo pasen al aire.

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 para 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.



## 11. ASISTENCIA TÉCNICA.

El artículo 12 del Convenio refleja que la asistencia técnica a los países en desarrollo y con economías en transición es esencial para que puedan llevar a cabo una efectiva aplicación del Convenio. A este respecto, la asistencia técnica que presten los países desarrollados y otras Partes incluirá asistencia técnica para la creación de capacidad en relación con el cumplimiento de las obligaciones del Convenio.

Por su parte, el artículo 11 del Reglamento refleja que los Estados Miembros y la Comisión de la UE cooperarán para prestar asistencia técnica y financiera oportuna y adecuada a países en desarrollo y con economías en transición para ayudarlos a desarrollar y fortalecer su capacidad para cumplir las obligaciones establecidas en el Convenio.

En relación con la asistencia técnica sobre COP cabe resaltar la labor del Centro de Actividad Regional para el Consumo y la Producción Sostenibles (SCP/RAC) localizado en Barcelona. El SCP/RAC es un centro de cooperación internacional con los países mediterráneos en materia de desarrollo e innovación del sector productivo y la sociedad civil a partir de modelos de consumo y producción más sostenibles.

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.

El SCP/RAC fue nominado por España en el Convenio de Estocolmo como Centro Regional para la Creación de Capacidad y Transferencia de Tecnología y fue designado como tal en 2009 por decisión de la Conferencia de las Partes; desde ese año los COP se incluyen como prioridad en gran parte de las actividades del SCP/RAC y está considerado como uno de los centros regionales más activos del Convenio por su labor en la capacitación y transferencia de tecnologías. Más información en <http://www.cprac.org/>



## 12. LINEAS 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 nº 850/2004 de la Unión Europea sobre COP.

Las medidas se han establecido, gracias a la cooperación entre los distintos actores implicados.

Las medidas 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.- Mejores Técnicas Disponibles (MTD), Mejores Prácticas Ambientales (MPA)
- 3.- Residuos y emplazamientos contaminados.
- 4.- Actividades de vigilancia de las concentraciones de COP, para caracterizar la situación actual y la evolución a lo largo del tiempo y evaluar la eficacia de las medidas adoptadas.
- 5.- Información y sensibilización.

<i>Producción, uso, comercio, existencias, sustitución y exenciones de uso</i>	
<b>Medida 1</b>	Realizar el seguimiento del de productos de pirotecnia importados de países no comunitarios, identificando posibles nombres comerciales o sinónimos para el HCB
	<b>Implicados</b> Administraciones Públicas, (Aduanas), Sector Industrial.
	<b>Plazo de aplicación estimado</b> Medio plazo
	<b>Indicadores</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Número de inspecciones realizadas en productos de pirotecnia</li> <li>- Número de infracciones detectadas en productos de pirotecnia</li> <li>- Seguimiento y etiquetado de productos de pirotecnia</li> </ul>
<b>Medida 2</b>	Recabar información relativa a las importaciones de artículos y/o productos provenientes de fuera de la UE que pudieran contener nuevos COP, especialmente orientado a PBDE, SCCP y PFOS.
	<b>Implicados</b> Administraciones Públicas (Aduanas) y CCAA (Instituciones con competencia para realizar inspecciones)
	<b>Plazo de aplicación estimado</b> Continuo
	<b>Indicadores</b> - Número de casos de importación de artículos con COP detectados
<b>Medida 3</b>	Identificar posibles usos en España de los tipificados como exenciones en el Convenio de Estocolmo y el Reglamento 850/2004 (PFOS, Hexabromociclododecano y PBDE) u otros futuros COP incorporados al Convenio o al Reglamento.
	<b>Implicados</b> Administraciones Públicas
	<b>Plazo de aplicación estimado</b> Continuo
	<b>Indicadores</b> - Número de usos identificados
<b>Medida 4</b>	Recopilar datos para realizar un inventario de los nuevos COP y candidatos.
	<b>Implicados</b> Administraciones Públicas, centros de investigación y Grupo Técnico
	<b>Plazo de aplicación estimado</b> Continuo
	<b>Indicadores</b> - Información recopilada



<i>Producción, uso, comercio, existencias, sustitución y exenciones de uso</i>	
<b>Medida 5</b>	Promover el uso de alternativas potenciales para los nuevos COP y otras sustancias consideradas, 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.
	<b>Implicados</b> Grupo Técnico, Administraciones Públicas, y Sector Industrial
	<b>Plazo de aplicación estimado</b> Continuo
	<b>Indicadores</b> - Número de documentos relativos a la sustitución de nuevos COP y otras sustancias consideradas publicados. - Número de sectores industriales donde hayan sido sustituidos exitosamente los nuevos COP y otras sustancias consideradas
<b>Medida 6</b>	Contactar con los sectores industriales implicados para mejorar el conocimiento sobre las alternativas potenciales que estén utilizando para reemplazar los nuevos COP y otras sustancias consideradas. Promover acuerdos voluntarios para la sustitución.
	<b>Implicados</b> Sector Industrial, Administraciones públicas y centros de investigación
	<b>Plazo de aplicación estimado</b> Medio plazo
	<b>Indicadores</b> - Número de sectores industriales contactados - Número de acuerdos voluntarios firmados con el sector industrial para la sustitución de nuevos COP y otras sustancias consideradas
<b>Medida 7</b>	Fomentar la participación de expertos españoles en los grupos técnicos, comité de revisión y otros grupos técnicos del Convenio.
	<b>Implicados</b> Expertos de GT, Administraciones públicas, CCAA, y otras instituciones implicadas.
	<b>Plazo de aplicación estimado</b> Continuo
	<b>Indicadores</b> - Número de expertos y número de reuniones en que se participe



MTD/MPA. EMISIONES NO INTENCIONALES	
<b>Medida 8</b>	Seguimiento de emisiones de PAH (calidad, volumen, cobertura geográfica y sectorial)
	<b>Implicados</b> Grupo Técnico, Administraciones públicas y centros de investigación
	<b>Plazo de aplicación estimado</b> Medio plazo
	<b>Indicadores</b> - Información recopilada.
<b>Medida 9</b>	Identificación de actividades potencialmente generadoras de COP donde se pueda mejorar sustancialmente la aplicación de MTD/MPA, especialmente en aquellas actividades no incluidas en la Directiva de Emisiones Industriales 2010/75.
	<b>Implicados</b> Administraciones públicas y sectores implicados
	<b>Plazo de aplicación estimado</b> Continuo
	<b>Indicadores</b> - Número de actividades identificadas. - Existencia de planes de promoción y aplicación de MTD/MPA y valoración de su efectividad.
<b>Medida 10</b>	Promover el desarrollo y la utilización de factores de emisión para, en la medida de lo posible, conseguir datos de emisiones contrastables y la armonización de éstos con otros países del entorno. Compilar información y promover el desarrollo de factores de emisión para dioxinas en otras matrices (aguas, suelos, residuos)
	<b>Implicados</b> Sector Industrial, Administraciones Públicas y Centros de Investigación
	<b>Plazo de aplicación estimado</b> Corto plazo-Medio plazo
	<b>Indicadores</b> -Número de factores de emisión calculados incorporados al inventario de emisiones
<b>Medida 11</b>	Recopilación de información sobre los factores de emisión de HCB no intencional.
	<b>Implicados</b> Sector Industrial, Administraciones Públicas
	<b>Plazo de aplicación estimado</b> Medio plazo
	<b>Indicadores</b> - Número de actividades (industriales o no) para las que se han definido factores de emisión en España
<b>Medida 12</b>	Seguimiento referente a la inclusión de emisiones de PeCB en el Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera
	<b>Implicados</b> Administraciones Públicas y Sector Industrial
	<b>Plazo de aplicación estimado</b> Medio plazo
	<b>Indicadores</b> - Entradas de PeCB en los inventarios
<b>Medida 13</b>	Seguimiento del control de emisiones de PeCB en instalaciones relevantes, tales como EDAR urbanas o industriales, y de las MTD y MPA aplicadas
	<b>Implicados</b> Administraciones Públicas y Sector Industrial
	<b>Plazo de aplicación estimado</b> Continuo
	<b>Indicadores</b> - Estudio de presencia significativa de PeCB en lodos y aguas de instalaciones relevantes como EDAR urbanas o industriales



Residuos y suelos contaminados	
<b>Medida 14</b>	Promover el establecimiento de un grupo de trabajo o un foro de intercambio de información que aborde el tema de COP y residuos COP en su conjunto.
	<b>Implicados</b> Administraciones públicas, Grupo técnico y sectores implicados
	<b>Plazo de aplicación estimado</b> Continuo
	<b>Indicadores</b> - Informes sobre el tratamiento que reciben los residuos que contienen COP.
<b>Medida 15</b>	Recabar información que permita o facilite la identificación de flujos de residuos diferenciados que contengan COP.
	<b>Implicados</b> Administraciones públicas y Sector Industrial
	<b>Plazo de aplicación estimado</b> Medio plazo
	<b>Indicadores</b> - Flujos de residuos que contengan COP identificados y caracterizados - Relación de residuos susceptibles de contener COP identificados.
<b>Medida 16</b>	Recabar información sobre materiales empleados en construcción de edificios, tanto de uso civil o industrial que pudiesen contener COP.
	<b>Implicados</b> Administraciones Públicas y Sector Industrial y Construcción
	<b>Plazo de aplicación estimado</b> Medio plazo
	<b>Indicadores</b> - Informes sobre materiales y residuos con COP identificados
<b>Medida 17</b>	Recopilar información sobre técnicas y mecanismos para gestionar de manera ambientalmente racional residuos que contengan PCB procedentes de materiales antiguos de construcción, cables, sellantes, etc...
	<b>Implicados</b> Administraciones Públicas, gestores y Grupo Técnico
	<b>Plazo de aplicación estimado</b> Medio plazo
	<b>Indicadores</b> - Informe sobre técnicas y mecanismos identificados para gestionar de manera ambientalmente racional los residuos que contengan PCB procedentes de materiales de construcción, cables, sellantes,...
<b>Medida 18</b>	Promover las MPA encaminadas a reducir la utilización de COP, o sustancias precursoras de COP, en productos de manera que se reduzca la generación de residuos con COP.
	<b>Implicados</b> Administraciones Públicas y Sector Industrial
	<b>Plazo de aplicación estimado</b> Medio plazo
	<b>Indicadores</b> - MPA implantadas por las empresas
<b>Medida 19</b>	Seguimiento de la situación actual de emplazamientos o suelos contaminados donde hubo plantas de producción o formulación de COP, así como de vertederos y plantas de gestión de residuos con COP.
	<b>Implicados</b> Administraciones Públicas, Grupo técnico y sectores implicados
	<b>Plazo de aplicación estimado</b> Continuo
	<b>Indicadores</b> - Información recopilada. - Número de emplazamientos identificados con presencia de COP.





Actividades de vigilancia	
<b>Medida 20</b>	Fomentar las actividades de vigilancia ambiental de COP, generar documentos informativos y promover su difusión.
	<b>Implicados</b> Administraciones Públicas, Centros de Investigación y otros implicados
	<b>Plazo de aplicación estimado</b> Continuo
	<b>Indicadores</b>
	- Número de publicaciones científicas relacionadas con la vigilancia ambiental de COP en España/año - Número de muestras obtenidas y analizadas por matriz ambiental/año(aire, agua y biota) - Número de muestras obtenidas y analizadas por estación del año/año - Número de analitos determinados en cada muestra. - Número de informes de vigilancia ambiental de COP y sustancias relacionadas
<b>Medida 21</b>	Recopilar información sobre presencia de HCB en productos fitosanitarios, pirotécnicos o colorantes
	<b>Implicados</b> Administraciones públicas y centros de investigación
	<b>Plazo de aplicación estimado</b> continuo
	<b>Indicadores</b> -Número de estudios sobre los sectores afectados fitosanitarios, pirotecnia y otros artículos
<b>Medida 22</b>	Mantener y potenciar los Programas de Vigilancia ambiental iniciados, aumentando, en función de los recursos, los puntos de muestreo; especial atención a PBDE y PFOS, sus sales y PFOSF
	<b>Implicados</b> Administraciones Públicas, centros de investigación y Grupo Técnico
	<b>Plazo de aplicación estimado</b> Continuo
	<b>Indicadores</b>
	- Número de proyectos y acciones I+D+I relacionadas con vigilancia ambiental de nuevos COP y otras sustancias consideradas - Número de puntos de muestreo y número de muestras en las que se analizan PBDE y PFOS, sus sales y PFOSF - Número de muestras obtenidas y analizadas por matriz ambiental/COP/año. - Número de muestras obtenidas y analizadas por estación /año. - Número de analitos y analizados por muestra. - Número de publicaciones científicas relacionadas con la vigilancia ambiental de nuevos COP y otras sustancias consideradas en España/año - Número de programas de vigilancia estables relacionados con la vigilancia ambiental de nuevos COP y otras sustancias consideradas
<b>Medida 23</b>	Promover que las administraciones públicas del ámbito de salud humana incorporen los COP en sus actividades y programas de vigilancia.
	<b>Implicados</b> Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social, Consejerías de Sanidad en CCAA, otras Administraciones Públicas con competencia en materia de sanidad, centros de investigación. Grupo Técnico
	<b>Plazo de aplicación estimado</b> Continuo
	<b>Indicadores</b> -Estudios de vigilancia llevados a cabo por las administraciones general y autonómica del ámbito de la salud. - Programas de vigilancia en salud humana que incorporen determinación de niveles COP
<b>Medida 24</b>	Promover que las administraciones públicas del ámbito laboral incorporen los COP en sus actividades y programas de vigilancia.
	<b>Implicados</b> Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social, Administraciones Públicas, centros de investigación y Consejerías relevantes en CCAA.
	<b>Plazo de aplicación estimado</b> Continuo
	<b>Indicadores</b> -Estudios de vigilancia llevados a cabo por las administraciones general y autonómica del ámbito laboral. - Programas de vigilancia en salud laboral que incorporen determinación de niveles COP



Información y Sensibilización	
<b>Medida 25</b>	Promover actividades que contribuyan a informar y sensibilizar sobre COP a los encargados de formular políticas y adoptar decisiones sobre COP.
	<b>Implicados</b> Grupo Técnico, Administraciones Públicas, sectores implicados
	<b>Plazo de aplicación estimado</b> Continuo
	<b>Indicadores</b> - Número de documentos de divulgación elaborados - Número de eventos de divulgación realizados
<b>Medida 26</b>	Colaborar en la diseminación de información y en actividades de sensibilización sobre COP para el público en general.
	<b>Implicados</b> Administraciones Públicas, Grupo Técnico y Sectores implicados
	<b>Plazo de aplicación estimado</b> Medio plazo
	<b>Indicadores</b> - Número de documentos de divulgación elaborados - Número de eventos de divulgación realizados
<b>Medida 27</b>	Promover la difusión de información específica dirigida a los consumidores, usuarios y trabajadores sobre el Convenio de Estocolmo y los productos que contienen COP.
	<b>Implicados</b> Grupo Técnico, Administraciones Públicas
	<b>Plazo de aplicación estimado</b> Medio plazo
	<b>Indicadores</b> - Número de actuaciones/eventos realizados de divulgación - Número de informes/presentaciones
<b>Medida 28</b>	Elaborar material divulgativo sobre COP dirigido a profesionales de la educación y de la comunicación y personal sanitario que aborde, entre otras, la problemática de los grupos vulnerables (infancia, mujeres embarazadas y grupos altamente expuestos).
	<b>Implicados</b> Grupo Técnico, Administraciones Públicas, centros de investigación y otros implicados (ONGs, Sindicatos, Industria)
	<b>Plazo de aplicación estimado</b> Medio plazo
	<b>Indicadores</b> - Número de dípticos, posters y otros materiales de divulgación elaborados y divulgados - Número de publicaciones impresas en las cuales se incluya material divulgativo sobre COP



Información y Sensibilización	
<b>Medida 29</b>	Desarrollar programas de concienciación y sensibilización para minimizar la quema a cielo abierto y los vertederos ilegales y su quema posterior
	<b>Implicados</b> Administraciones Públicas, Grupo Técnico y otros implicados
	<b>Plazo de aplicación estimado</b> Continuo
	<b>Indicadores</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Número de denuncias relativas a estas actividades</li> <li>- Número de personas que reciben el material de sensibilización</li> </ul>
<b>Medida 30</b>	Promover la realización de jornadas divulgativas o talleres de debate sobre COP con profesionales de la educación y la comunicación.
	<b>Implicados</b> Administraciones Públicas, Grupo Técnico y otros implicados
	<b>Plazo de aplicación estimado</b> Continuo
	<b>Indicadores</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Número de jornadas organizadas</li> <li>- Número de personas que reciben el material de sensibilización</li> </ul>
<b>Medida 31</b>	Sensibilizar a los responsables de formular las políticas de salud y de medio ambiente acerca de la creciente y compleja realidad de los COP y de la necesidad de destinar esfuerzos y recursos suficientes que permitan adoptar medidas para proteger la salud humana y el medio ambiente frente a estos contaminantes.
	<b>Implicados</b> Administraciones públicas relevantes, Grupo Técnico COP y otros implicados
	<b>Plazo de aplicación estimado</b> Continuo
	<b>Indicadores</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Incremento de personal</li> <li>- recursos adicionales</li> </ul>



### **13. APLICACIÓN DEL PNA, COORDINACIÓN Y RECURSOS.**

El presente capítulo de la actualización del PNA hace una aproximación sencilla y realista acerca de la situación y los recursos disponibles con los que se cuenta para la aplicación de este plan nacional.

El PNA de COP es un elemento importante en la gestión sostenible de los compuestos químicos en España y es una contribución fundamental para facilitar la aplicación del Convenio de Estocolmo y del Reglamento 850/2004. No obstante, para que esto se haga realidad, debe contar con recursos tanto humanos como financieros para su aplicación.

El Convenio y el Reglamento abordan todo el ciclo de vida de los COP por lo que el PNA no es un elemento aislado sino que, presidido por el objetivo de proteger la salud humana y el medio ambiente, recorre todos los sectores en los que aparecen los COP que van desde la producción, comercialización, uso, emisiones no intencionales, residuos, suelos contaminados, investigación y vigilancia y la necesaria información y sensibilización.

Todos los sectores mencionados cuentan con legislación y/o actuaciones en el ámbito de los COP por lo que la aplicación del PNA deberá aprovechar sinergias con estas iniciativas sectoriales y hacer esfuerzos para lograr una eficaz coordinación. Para la aplicación del PNA estarán de manera preeminente las administraciones estatal y autonómica, en el marco de sus competencias, pero también se deberá contar con la colaboración de todos los demás implicados en temas de COP que desde hace años vienen participando en la elaboración del PNA y en los debates del Grupo Técnico de COP.

La presente actualización del PNA se ha centrado principalmente en los artículos del Convenio sobre medidas para la producción intencional, emisiones no intencionales, residuos y suelos contaminados, investigación y vigilancia e información y sensibilización.

No se ha entrado a describir ni valorar los trabajos para la propia elaboración y actualización del PNA (artículo 7 del Convenio) y su seguimiento en el Grupo Técnico de COP. Tampoco se han abordado las obligaciones periódicas de reportar información nacional al Convenio (artículo 15 del Convenio) y a la Comisión UE (artículo 12 del Reglamento).

Otros trabajos regulares del Convenio implican la participación en las reuniones y debates del Convenio (Conferencias de las Partes) y en las de sus grupos de trabajo (Comité de Revisión de los COP, Grupo de MTD/MPA, grupo de vigilancia y evaluación...). Por otro lado, el seguimiento de los trabajos del Reglamento europeo conlleva la participación y debate de la negociación del nuevo Reglamento COP, de las reuniones de Autoridades Competentes y la preparación de la posición de la UE para las negociaciones en el ámbito del Convenio.



El número de COP y su complejidad técnica se han prácticamente duplicado en el Convenio y en el Reglamento. El área que sigue a cargo de los COP cuenta hoy con menos efectivos de los que disponía en 2007 y, entre otras, ha asumido nuevas tareas como son el Convenio de Minamata y el Reglamento UE 2017/852 sobre mercurio.

El PNA es también una herramienta para sensibilizar a los encargados de formular políticas y de adoptar decisiones acerca de los COP y sus efectos para la salud y el medio ambiente para que contemplen la posibilidad de reforzar los recursos y aumentar medios humanos existentes que permitan abordar en condiciones mínimamente razonables las tareas que se derivan de las obligaciones del Convenio de Estocolmo, del Reglamento 850/2004/CE y de la aplicación del PNA sobre COP.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DEL APÉNDICE 1

Bartolomé M, Gallego-Picó A, Cutanda F, Huetos O, Esteban M, Pérez-Gómez B, et al. Perfluorinated alkyl substances in Spanish adults: Geographical distribution and determinants of exposure. *Science of The Total Environment* 2017; 603: 352-360.

Bartolomé M, Ramos JJ, Cutanda F, Huetos O, Esteban M, Ruiz-Moraga M, et al. Urinary polycyclic aromatic hydrocarbon metabolites levels in a representative sample of the Spanish adult population: The BIOAMBIENT. ES project. *Chemosphere* 2015; 135: 436-446.

De la Torre A, Sanz P, Navarro I, Martínez MA. Time trends of persistent organic pollutants in Spanish air. *Environmental Pollution* 2016; 217: 26-32.

De la Torre A, Sanz P, Navarro I, Martínez MA. Passive air sampling to assess POP air concentrations in Spain. *Organohalogen Compounds* 2016; 78: 257-259.

Muñoz-Arnanz J, Roscales JL, Ros M, Morales L, Abad E, Jiménez B. Towards the implementation of the Stockholm Convention in Spain: Air monitoring results of Organochlorine pesticides, PCBs, PCDD/Fs and PBDEs within the period 2008-2013. *Organohalogen Compounds* 2014; 76: 1585-1588.

Muñoz-Arnanz J, Roscales JL, Vicente A, Ros M, Barrios L, Morales L, et al. Assessment of POPs in air from Spain using passive sampling from 2008 to 2015. Part II: Spatial and temporal observations of PCDD/Fs and dl-PCBs. *Science of The Total Environment* 2018; 634: 1669-1679.

Muñoz-Arnanz J, Roscales JL, Ros M, Vicente A, Jiménez B. Towards the implementation of the Stockholm Convention in Spain: Five-year monitoring (2008–2013) of POPs in air based on passive sampling. *Environmental Pollution* 2016; 217: 107-113.

Pérez-Gómez B, Pastor-Barriuso R, Cervantes-Amat M, Esteban M, Ruiz-Moraga M, Aragonés N, et al. BIOAMBIENT. ES study protocol: rationale and design of a cross-sectional human biomonitoring survey in Spain. *Environmental Science and Pollution Research* 2013; 20: 1193-1202.

Ramos JJ, Huetos O, González S, Esteban M, Calvo E, Pérez-Gómez B, et al. Organochlorinated pesticides levels in a representative sample of the Spanish adult population: The Bioambient. es project. *International journal of hygiene and environmental health* 2017; 220: 217-226.

Roscales JL, Muñoz-Arnanz J, Ros M, Vicente A, Barrios L, Jiménez B. Assessment of POPs in air from Spain using passive sampling from 2008 to 2015. Part I: Spatial and temporal observations of PBDEs. *Science of The Total Environment* 2018; 634: 1657-1668.

Roscales JL, Muñoz-Arnanz J, Morales L, Abad E, Jiménez B. PCDD/Fs Dioxin-like PCBs and PBDEs in air. Preliminary results of the Spanish monitoring program on POPs under the Stockholm Convention after four years monitoring. *Organohalogen Compounds* 2013; 75: 137-140.



Sanz P, de la Torre A, Navarro I, Martínez MA. PCDD/Fs, PCBs, PBDEs, HCHs and DDTs in air: results of the Spanish monitoring programme on POPs in the period 2008-2012. *Organohalogen Compounds* 2014; 76: 542-545.

## REFERENCIAS GENERALES DEL PNA

<sup>1</sup> Protocolo de Aarhus. [http://live.unece.org/env/lrtap/pops\\_h1.html](http://live.unece.org/env/lrtap/pops_h1.html)

<sup>2</sup> Convenio de Estocolmo. <http://chm.pops.int/default.aspx>

<sup>3</sup> Reglamento (CE) N° 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.

<sup>4</sup> Plan Nacional de Aplicación del Convenio de Estocolmo y Reglamento (CE) 850/2004, sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes de España 2007. [https://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/pnestocolmofinal\\_31enero2007\\_tcm30-182364.pdf](https://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/pnestocolmofinal_31enero2007_tcm30-182364.pdf)

<sup>6</sup> Decisión del Consejo, de 19 de diciembre de 2002, por la que se establecen los criterios y procedimientos de admisión de residuos en los vertederos con arreglo al artículo 16 y al Anexo II de la Directiva 1999/31/CEE. DO L 011 de 16/01/2003, p. 27 a 49.

<sup>7</sup> Reglamento (CE) N° 1013/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de junio de 2006, relativa al traslado de residuos. DO L 190 de 12/07/2006, p. L190/1 a L190/98.

<sup>8</sup> Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de noviembre de 2010, sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación) DO L 334 de 17/12/2010, p. 17 a 119.

<sup>9</sup> 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. BOE 251 de 19/10/2013, p 85173 a 85276

<sup>10</sup> Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera. BOE 275 de 16/11/2005, p. 46962 a 46987.

<sup>11</sup> Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación. BOE 025 de 28/01/2011, p. 9540 a 9568.

<sup>12</sup> Sistema Español de Inventario de Emisiones. <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/>

<sup>13</sup> Reglamento (CE) No 166/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo de 18 de enero de 2006 relativo al establecimiento de un registro europeo de emisiones y transferencias de contaminantes y por el que se modifican las Directivas 91/689/CEE y 96/61/CE del Consejo.

<sup>14</sup> Real Decreto 508/2007, de 20 de abril, por el que se regula el suministro de información sobre emisiones del Reglamento E-PRTR y de las autorizaciones ambientales integradas.

<sup>15</sup> Inventario de emisiones de la Comunidad de Madrid 1990-2016. Comunidad de Madrid.

<sup>16</sup> Weber J, Halsall CJ, Muir D, Teixeira C, Small J, Solomon K, et al. Endosulfan, a global pesticide: a review of its fate in the environment and occurrence in the Arctic. *Science of The Total Environment* 2010; 408: 2966-2984.

<sup>17</sup> Decisión de la Comisión de 2 de diciembre de 2005 relativa a la no inclusión del endosulfán en el anexo I de la Directiva 91/414/CEE del Consejo y a la retirada de las autorizaciones de los productos fitosanitarios que contengan esta sustancia activa.

<sup>18</sup> Non-agricultural use of pesticides by OSPAR contracting Parties OSPAR Commission, London ISBN 0-946955-84-0, quoted in Final Draft OSPAR Background Document on Hazardous Substances Identified for Priority Action – Endosulfan. Doc. No. HSC 02/4/5 (2002).

<sup>19</sup> Hexachlorobenzene (HCB) in fireworks - Guidance Note, September 2010. The Environment Agency. UK

<sup>20</sup> Ley 11/2005, de 22 de junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional. BOE 149 de 23/06/2005, p. 21846 a 21856.



<sup>21</sup> Informe Global 2014. Red Nacional de Vigilancia Ambiental de COP. Resultados 2008-2013. Plan Nacional de Aplicación del Convenio de Estocolmo y el Reglamento 850/2004/CE sobre COP. Madrid, España. 2014. Disponible en: [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/informe2014redvigilanciaambientalcopciematsic\\_tcm30-422044.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/informe2014redvigilanciaambientalcopciematsic_tcm30-422044.pdf)

<sup>22</sup> Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental. BOE 219 de 12/09/2015, pág. 80582-80677.

<sup>23</sup> [Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios - La AEMPS - Portada](#)

<sup>24</sup> Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire. BOE 025 de 29/01/2011, p. 9574 a 9626.

<sup>25</sup> Informe del Comité de Exámen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes relativo a la labor realizada en su octava reunión.(POPRC.8/Add.1).<http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC8/POPRC8ReportandDecisions/tabid/2950/Default.aspx>

<sup>26</sup> Informe del Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes sobre la labor realizada en su décima reunión.Evaluación de la gestión de riesgos sobre el pentaclorofenol y sus sales y ésteres. <http://chm.pops.int/TheConvention/ThePOPs/AllPOPs/tabid/2509/Default.aspx>

<sup>27</sup> Pentaclorofenol en productos fitosanitarios prohibido por el Reglamento (CE) No 2076/2002 de la Comisión de 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. DOUE L319 de 23.11.2002 pág. 3-11. SECRETARIA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE BIODIVERSIDAD Y CALIDAD AMBIENTAL.

<sup>28</sup> Directiva 1999/51/CE de la Comisión, de 26 de mayo de 1999, por la que se adapta al progreso técnico por quinta vez el anexo I de la Directiva 76/769/CEE del Consejo relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros que limitan la comercialización y el uso de determinadas sustancias y preparados peligrosos (estaño, PCF y cadmio). DOUE L142 de 05.06.1999 pág. 22-25.

<sup>29</sup> Reglamento (CE) No 552/2009 de la Comisión de 22 de junio de 2009 por el que se modifica el Reglamento (CE) n o 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH) en lo que respecta a su anexo XVII. DOUE L164 de 26.06.2009, pág. 7-31.

<sup>30</sup> Directiva 2000/53/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de septiembre de 2000, relativa a los vehículos al final de su vida útil DO L 269 de 21/10/2000 p. 34 a 43.

<sup>31</sup> Perfil de riesgos del éter de pentabromodifenilo UNEP/POPS/POPRC.2/17/Add.1. <http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC2/POPRC2ReportandDecisions/tabid/349/Default.aspx>

<sup>32</sup> Perfil de riesgos del éter de octabromodifenilo commercial. UNEP/POPS/POPRC.3/20/Add.6 <http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Reports/tabid/2301/Default.aspx>

<sup>33</sup> DIRECTIVA DELEGADA (UE) 2016/585 DE LA COMISIÓN de 12 de febrero de 2016 que modifica, para adaptarlo al progreso técnico, el anexo IV de la Directiva 2011/65/UE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a una exención para el plomo, cadmio, cromo hexavalente y polibromodifeniléteres (PBDE) de las piezas de repuesto recuperadas de productos sanitarios o microscopios electrónicos y utilizadas para la reparación o reacondicionamiento de tales productos.

<sup>34</sup> Perfil de riesgos del sulfonate de perfluorooctano.UNEP/POPS/POPRC.2/17/Add.5 <http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC2/POPRC2ReportandDecisions/tabid/349/Default.aspx>

<sup>35</sup> Carro N, Cobas J, García I, Ignacio M, Mouteira A. Distribution and trend of organochlorine pesticides in Galicia coast using mussels as bioindicator organisms. Possible relationship to biological parameters. Chemosphere 2014; 102: 37-47.

<sup>36</sup> Padilla. Sánchez, J. A., Romero-González, R., Plaza-Bolaños, P., Garrido Frenich, A., Martínez Vidal, J. L. Residues and Organic Contaminants in Agricultural Soils in intensive Agricultural Areas of Spain: A Three Years Survey. *Clean, Soil, Air, Water*, 2015, 43(5), 746 – 753.

<sup>37</sup> De la Torre A, Navarro I, Sanz P, Arjol M, Fernández J, Martínez M. HCH air levels derived from Bailín dumpsite dismantling (Sabiñánigo, Spain). *Science of The Total Environment* 2018b; 626: 1367-1372.





- 
- <sup>38</sup> Campillo JA, Fernández B, García V, Benedicto J, León VM. Levels and temporal trends of organochlorine contaminants in mussels from Spanish Mediterranean waters. *Chemosphere* 2017; 182: 584-594.
- <sup>39</sup> Fernández-Rodríguez, M., Arrebola, J. P., Artacho-Cordón, F., Amaya, E., Aragones, N., Llorca, J., Perez-Gomez, B., Ardanaz, E., Kogevinas, M., Castano-Vinyals, G., Pollan, M., Olea, N. Levels and predictors of persistent organic pollutants in an adult population from four Spanish regions. *Sci. Tot. Environ.* 2015, 538, 152 – 161.
- <sup>40</sup> Perelló, G., Díaz-Ferrero, J., Llobet, J. M., Castell, V., Vicente, E., Nadal, M., Domingo, J. L. Human exposure to PCDD/PCDF and PCBs through consumption of fish and seafood in Catalonia (Spain): Temporal trend. *Food & Chem. Toxicol.* 2015, 81, 28 – 33.
- <sup>41</sup> Basterrechea M, Lertxundi A, Iñiguez C, Mendez M, Murcia M, Mozo I, et al. Prenatal exposure to hexachlorobenzene (HCB) and reproductive effects in a multicentre birth cohort in Spain. *Science of The Total Environment* 2014; 466: 770-776.
- <sup>42</sup> Pignotti E, Casas G, Llorca M, Tellbüscher A, Almeida D, Dinelli E, et al. Seasonal variations in the occurrence of perfluoroalkyl substances in water, sediment and fish samples from Ebro Delta (Catalonia, Spain). *Science of The Total Environment* 2017; 607: 933-943.