



**SEMARNAT**  
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE  
Y RECURSOS NATURALES



**IMTA**  
INSTITUTO MEXICANO  
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

# **DESARROLLO DE UN PROGRAMA PARA LA VIGILANCIA EN LA EVOLUCIÓN DE CONTAMINANTES TÓXICOS PERSISTENTES EN ACUÍFEROS Y CUERPOS DE AGUA.**

## **PROYECTO TC1802.1**

### **INFORME FINAL**

**M. C. Juana Enriqueta Cortés Muñoz**  
**M. A. Leticia Montellano Palacios**

**Diciembre de 2018**



## Contenido

1. Antecedentes .....	1
2. Objetivos .....	3
3. Metodología .....	4
3.1. Revisión y análisis de información bibliográfica.....	4
3.2. Actualización del conocimiento de las cantidades de COP tóxicos almacenadas, usadas y emitida.....	4
3.3. Protocolos de muestreo y análisis de agua.....	4
3.4. Determinación del número y localización de sitios de muestreo. ....	4
3.5. Monitoreo prospectivo.....	5
3.6. Programa de vigilancia de contaminantes tóxicos persistentes. ....	5
4. Marco teórico (estado del arte) .....	6
4.1. Definición de contaminante orgánico persistente (COP).....	7
4.2. Convenios y tratados internacionales.....	8
4.3. Fuentes en el ambiente.....	18
4.4. Transporte y transformación en el ambiente .....	21
4.5. Relevancia sanitaria .....	28
4.5.1. Carcinógenos.....	28
4.5.2. Alteración del sistema endocrino.....	30
4.5.3. Toxicidad del desarrollo.....	32
4.5.4. Neurotoxicidad.....	33
4.5.5. Toxicidad reproductiva.....	33
4.5.6. Otros efectos sistémicos.....	33
4.6. Marco regulatorio en México .....	35
5. Diagnóstico de la presencia de contaminantes orgánicos no regulados en agua ....	51
5.1. Compuestos orgánicos no regulados de importancia sanitaria .....	52
5.1.1. Retardantes de flama bromados.....	52



5.1.2.	Parafinas cloradas .....	52
5.1.3.	Plaguicidas .....	53
5.1.4.	Contaminantes emergentes.....	55
5.2.	Planteamiento metodológico para identificar y priorizar contaminantes orgánicos de interés para asegurar la calidad del agua .....	56
5.2.1.	Estrategia basada en el monitoreo .....	56
5.2.2.	Estrategia basada en exposición-efecto .....	56
5.2.3.	Tamizaje analítico.....	60
5.2.4.	Estrategia basada en el comportamiento ambiental de los contaminantes .	61
5.2.5.	Sistema basado en el puntaje de exposición.....	62
5.2.6.	Asignación del puntaje de efectos .....	62
5.2.7.	Situación en México.....	67
6.	Propuesta de localización de sitios de muestreo y listado de contaminantes tóxicos a vigilar.....	72
	AGENTES .....	75
7.	Evaluación de la factibilidad para el monitoreo y análisis de compuestos tóxicos en aguas .....	79
7.1.	Generalidades.....	79
7.2.	Método analítico.....	82
7.2.1.	Plaguicidas .....	83
7.2.2.	Compuestos orgánicos volátiles .....	84
7.3.	Descripción de la metodología .....	84
7.3.1.	Reactivos, material y equipo.....	84
7.3.2.	Preparación de estándares y muestras sintéticas .....	85
7.3.3.	Acondicionamiento de cartuchos c18 ec 3 ml/500 mg para extracción en fase sólida.....	86
7.3.4.	Preparación de muestras.....	87
7.3.5.	Condiciones instrumentales.....	89
7.4.	Resultados .....	90



7.4.1. Plaguicidas organoclorados.....	90
7.4.2. Plaguicidas organofosforados .....	91
7.4.3. Compuestos orgánicos volátiles .....	92
8. Conclusiones y recomendaciones.....	95
9. Bibliografía .....	97

## Índice de tablas

Tabla 4.1. Anexo A del Convenio de Estocolmo. Eliminación.....	9
Tabla 4.2. Anexo B del Convenio de Estocolmo. Restricción.....	12
Tabla 4.3. Contaminantes orgánicos persistentes adicionados en el año 2017 a los Convenios de Estocolmo y Rotterdam. ....	16
Tabla 4.4. Grupos que dan origen a la presencia de contaminantes emergentes en el ambiente.....	18
Tabla 4.5. Relaciones estadísticas individuales, para movilidad de contaminantes emergentes ( $K_{oc}$ ).....	22
Tabla 4.6. Rangos de la constante de la ley de Henry para definir la volatilidad de un compuesto químico .....	24
Tabla 4.7. Rangos del coeficiente de carbono orgánico para definir la capacidad de sorción de compuestos orgánicos .....	24
Tabla 4.8. Estimación de la tendencia de un compuesto para permanecer en solución .	24
Tabla 4.9. Parámetros de destino ambiental de los contaminantes emergentes y potencial de bioconcentración.....	24
Tabla 4.10. Leyes y reglamentos relevantes en materia de contaminación ambiental....	35
Tabla 4.11. Normas oficiales mexicanas que regulan la calidad del agua potable, la prevención y control de la contaminación del agua, propiedad de la nación.....	39
Tabla 4.12. Estándares de calidad del agua establecidos en diversos países.....	41
Tabla 4.13. Listado de sustancia prioritarias en el ámbito de la política de aguas (Directiva 2008/105/CE) .....	45
Tabla 4.14. Sustancias sometidas a revisión para su posible identificación como sustancias prioritarias o como sustancias peligrosas prioritarias .....	46
Tabla 4.15. Guías de calidad de agua reciclada para uso potable en Australia .....	48
Tabla 5.1. Tabla 5.1 Puntuación y criterios para asignar puntajes de exposición a factores de exposición. ....	62



Tabla 5.2. Puntajes y criterios para asignar puntuación para efectos biológicos para contaminantes químicos.....	63
Tabla 5.3. Criterios de evaluación de peligro toxicológico y esquema de clasificación ...	64
Tabla 5.4. Sistema de clasificación de toxicidad propuesto por Wearne, y otros (1996).	65
Tabla 6.1. Niveles propuestos por la OMS, con base en la situación institucional .....	72
Tabla 6.2. Riesgos identificados por entidad federativa .....	75
Tabla 7.1. Condiciones instrumentales para plaguicidas organoclorados.....	89
Tabla 7.2. Condiciones instrumentales para plaguicidas organofosforados.....	90
Tabla 7.3. Salida del equipo, Masa/Carga plaguicidas organoclorados .....	90
Tabla 7.4. Salida del equipo, Masa/Carga plaguicidas organofosforados.....	91
Tabla 7.5. Salida del equipo, compuestos orgánicos presente en gasolinas y con potencial para mezclarse con el agua .....	92

## Índice de figuras

Figura 4.1. Diagrama esquemático para representar la distribución de los contaminantes en el ambiente.....	27
Figura 4.2. Solubilidad de compuestos orgánicos emergentes y no regulados en agua.	27
Figura 5.1. Marco conceptual de los ensayos para compuestos orgánicos traza y su significancia relativa para los riesgos a la salud humana (priorización) (Asando and Cotruvo, 2004).....	60
Figura 5.2. Propuesta de un proceso de priorización de contaminantes emergentes y no regulados en México. ....	68
Figura 6.1. Programa de control y vigilancia de la calidad del agua de consumo humano .....	73
Figura 6.2. Riesgos por agentes contaminantes naturales y antropogénicos .....	74
Figura 7.1. Plaguicidas organoclorados comunes (FAO, 2014). ....	80
Figura 7.2. Clasificación de los plaguicidas según su peligrosidad. ....	82
Figura 7.3. Acondicionamiento de cartuchos.....	87
Figura 7.4. Extracción de muestras .....	88
Figura 7.5. Recuperación de plaguicidas organoclorados (% R $\pm$ 30).....	91
Figura 7.6. Recuperación de plaguicidas organofosforados (% R $\pm$ 30) .....	92
Figura 7.7. Correlación ( $r^2$ ) de la concentración de cada uno de los compuestos vs la respuesta.....	94



## Resumen

Actualmente existe un creciente interés por los contaminantes tóxicos persistentes, ya que son compuestos de distinto origen y naturaleza química, cuya presencia en el medioambiente, o las posibles consecuencias de la misma, han pasado en gran medida inadvertidas, causando problemas ambientales y de riesgo para la salud.

Estos compuestos se encuentran diseminados en el ambiente y se han detectado en fuentes de abastecimiento de agua, aguas subterráneas e incluso en agua potable. Son compuestos de los que relativamente se conoce poco, en cuanto a su presencia, impacto y tratamiento; en la mayoría de los casos son contaminantes no regulados, que pueden ser candidatos a regulación futura, dependiendo de investigaciones sobre sus efectos potenciales en la salud y los datos de monitoreo con respecto a su incidencia; por lo tanto, son susceptibles de investigación, regulación y vigilancia.

El presente documento, constituye la primera parte en el diseño de un programa de monitoreo de contaminantes orgánicos persistentes, como una herramienta básica para la vigilancia en la evolución de estos contaminantes en acuíferos y cuerpos receptores.

Identifica las necesidades de investigación e información, para el desarrollo de dicho programa y su implementación, por lo que también analiza la situación de México en el marco de los compromisos internacionales en materia ambiental (Convenio de Estocolmo, Convenio de Rotterdam), y las herramientas de gestión de riesgo, como el el marco jurídico y normativo para aguas y aguas residuales.

Asimismo, revisa algunas de los principales compuestos tóxicos como son los plaguicidas organoclorados y organofosforados, e inclusive se inician actividades para incluir en el mediano plazo el análisis de contaminantes orgánicos volátiles presentes en gasolinas.

El desarrollo de esta metodología analítica se determinó por el método de Extracción en Fase Sólida (SPE), dentro de las ventajas de la SPE con respecto a otras técnicas como la extracción líquido-líquido se cuentan (Ibáñez, et al., 1998; Bidlingmeyer, 1992):

- a) La rapidez en la preparación de la muestra
- b) Un bajo costo, debido a que hay un menor consumo de solventes y reactivos y una menor generación de residuos
- c) Permite la concentración de sustancias a nivel de trazas
- d) Requiere una menor cantidad de muestra



- e) Elimina las posibles interferencias
- f) Mejora la seguridad debido a que reduce la exposición a los solventes
- g) Es de fácil automatización permitiendo un simultáneo procesamiento de lotes de muestras múltiples.

El método desarrollado se aplicó en muestras de agua sintética y fortificadas. Los plaguicidas organofosforados que se trabajaron son: Demetón-S, Diazinón, Disulfotón, Metil Paratión, Malatión, Paratión y Etión.

Los plaguicidas organoclorados que se trabajaron fueron: Hexaclorobenceno; Lindano; Heptacloro; Aldrín, Epóxido de heptacloro; Cis-Clordano; Trans-Clordano; Dieldrín; DDT y Metoxicloro, como surrogado se utilizó 4,4'- Diclorobifenilo para ambos métodos. Y como ya se anotó, se determinaron compuestos orgánicos volátiles (COV) contenidos en la gasolina.

El método analítico es aplicable para la determinación cuantitativa de distintas matrices de agua en México.



## 1. Antecedentes

En México, no se cuenta con un programa continuo de monitoreo de sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables (STPB) también llamados compuestos orgánicos persistentes (COPs; POPs, por sus siglas en inglés), únicamente se dispone de acciones esporádicas para alguna o algunas sustancias específicas. Lo que resulta en la falta de información organizada sobre inventarios o evaluaciones formales en torno de la presencia de estas sustancias tóxicas en los recursos hídricos y los efectos sanitarios y ambientales que asociados con las exposiciones crónicas a dosis ambientalmente relevantes. Aunado a esto, en la actualidad se suma el problema de la contaminación del agua con residuos de combustibles derivados del petróleo, debido a derrames accidentales e imprudenciales.

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) ha instaurado la Red Nacional de Monitoreo (RNM), que en 2004 incluía 964 estaciones de monitoreo (INECC, 2009, para el 2015 la Red Nacional de Monitoreo contaba ya con 4999. A partir de 2005, la CONAGUA lleva a cabo monitoreos biológicos en algunas regiones del país, que permiten evaluar la calidad del agua con métodos sencillos y de bajo costo (índice de biodiversidad con organismos bentónicos). En los últimos años, estableció una nueva estrategia de monitoreo para abordar el reto del seguimiento y evaluación de la calidad del agua de una manera racional. Dicha estrategia consiste en establecer un sistema global mediante componentes de monitoreo con objetivos definidos, y además, abordar el problema de la evaluación de la calidad del agua desde la perspectiva de un monitoreo integral, entendiéndose por esto último las actividades coordinadas que comprenden el análisis de variables físicas, químicas y biológicas en los diferentes compartimentos del sistema acuático.

Actualmente, los objetivos de la RNM son: a) realizar la evaluación de las tendencias de la calidad del agua, tanto a nivel nacional, como por regiones o localidades; b) apoyar y, en su momento, evaluar el desempeño y cumplimiento de la regulación para control de la contaminación de los cuerpos de agua; c) identificar problemas asociados con contaminantes específicos (metales pesados, compuestos orgánicos) presentes en el medio acuático; d) iniciar el diseño de un sistema de detección oportuna de contaminantes para la protección de fuentes de abastecimiento y e) cumplir con acuerdos y compromisos internacionales (SEMARNAT, 2018).





Cabe anotar que la actual infraestructura y logística del programa no incluye las STPB prioritarias en la RNM. Es importante que México siga firmando, ratificando y cumpliendo con los compromisos internacionales, ya que esto mantiene el tema de las sustancias químicas en la agenda nacional e internacional y permite acceder a fondos y proyectos de capacitación. También es importante que el país logre una mayor continuidad, mayor agilidad y mejor coordinación entre las dependencias gubernamentales encargadas de dar cumplimiento a dichos compromisos. Para esto, es necesario implementar algunas acciones enfocadas al monitoreo sistemático y vigilancia de STPB y otros contaminantes orgánicos en agua, a fin de evaluar la evolución que estos contaminantes tienen a través del tiempo, lo cual requiere:

- a) diseñar programas de monitoreo y biomonitoreo ágiles, bien articulados y con control de calidad analítica aprovechando la conexión con compromisos internacionales como el Programa Global de Monitoreo del Convenio de Estocolmo (Stockholm Convention 2016);
- b) capacitación a tomadores de decisiones para que, con base en resultados oportunos y la mejor información científica disponible, se definan acciones y puntos de atención prioritarias y, c) evaluaciones por etapas para una mejor integración de los estudios de monitoreo y vigilancia con los estudios de exposición-riesgos sanitarios y ambientales y los recursos disponibles. México cuenta con capacidad analítica, tanto en laboratorios académicos, como privados y del gobierno para el análisis de este tipo de sustancias, sin embargo, no se cuenta con programa alguno para el monitoreo y vigilancia de este tipo de compuestos.

En el IMTA, es factible analizar plaguicidas organoclorados y organofosforados, algunos bifenilos policlorados e implementar métodos para la identificación y cuantificación de hidrocarburos del petróleo y combustibles fósiles, así como de otros contaminantes orgánicos relevantes desde el punto de vista sanitario y ambiental, por lo que se propone trabajar en el desarrollo de un programa para la vigilancia en la evolución de contaminantes tóxicos persistentes en acuíferos y cuerpos de agua, incluyendo contaminantes derivados de combustibles fósiles, que conllevan también deterioro de la calidad del agua y riesgos al salud humana, organismos acuáticos y de otras formas de vida silvestre.



## **2. Objetivos**

- a) Desarrollar un programa de trabajo para la vigilancia en la evolución de contaminantes tóxicos persistentes en cuerpos de agua y acuíferos, considerando que es un examen permanente y sistemático de la información sobre la calidad del agua, para identificar necesidades de atención en la normativa y regulaciones vigentes, así como de investigación y cumplimiento de los tratados internacionales en materia ambiental.
- b) Desarrollar protocolos y guías para muestreo y análisis de compuestos orgánicos tóxicos persistentes y bioacumulables en aguas.
- c) Implementar metodologías de análisis para la determinación de compuestos orgánicos tóxicos seleccionados (CG/MS; HPLC/MS) y análisis de muestras.



### **3. Metodología**

#### **3.1. Revisión y análisis de información bibliográfica.**

Se analizó y sintetizó la información referente a: Convenio de Estocolmo y planes de aplicación del mismo (p. ej., España, México), otros convenios internacionales relacionados, marco regulatorio nacional e internacional, información técnica especializada.

Con respecto a la información técnica especializada, desde un punto de vista formal, se sintetizaron los resultados de investigaciones primarias mediante estrategias que limiten el sesgo y el error aleatorios, lo que incluye:

- a) la búsqueda sistemática y exhaustiva de los artículos potencialmente relevantes;
- b) la selección, mediante criterios explícitos y reproducibles, de los artículos que serán incluidos finalmente en la revisión y,
- c) la descripción del diseño y la ejecución de los estudios originales, la síntesis de los datos obtenidos y la interpretación de los resultados.

#### **3.2. Actualización del conocimiento de las cantidades de COP tóxicos almacenadas, usadas y emitida.**

Se hizo una búsqueda tanto a nivel intencional como nacional (bases de datos, artículos científicos; p. ej., <https://www.gob.mx/inecc/documentos/investigaciones-2017-2013-en-materia-de-contaminacion-y-salud-ambiental-rev1>).

#### **3.3. Protocolos de muestreo y análisis de agua.**

Se adaptaron protocolos para la colecta de muestras de agua y análisis de STPB seleccionados, incluyendo compuestos orgánicos que se encuentran en combustibles fósiles, así como plastificantes del tipo de los ésteres de ácido ftálico, p. ej. 4. Metodologías de análisis para la determinación de compuestos orgánicos tóxicos seleccionados (CG/MS; HPLC/MS) y análisis de muestras. Se implementaron metodologías de análisis mediante cromatografía, para la determinación de contaminantes orgánicos seleccionados

#### **3.4. Determinación del número y localización de sitios de muestreo.**

Con base en la información obtenida en los puntos 1 y 2, se llevó a cabo una propuesta de los sitios en los cuales es factible la colecta de muestras, considerando que deben



ser representativos para un correcto análisis de los datos que se generen y la obtención de conclusiones válidas.

### **3.5. Monitoreo prospectivo.**

Se seleccionaron 10 (diez) sitios, para evaluar la factibilidad de coleccionar las muestras y verificar la aplicabilidad de las metodologías de análisis implementadas.

### **3.6. Programa de vigilancia de contaminantes tóxicos persistentes.**

El producto final es la propuesta del programa de vigilancia de compuestos tóxicos persistentes, los cuales para fines de este proyecto son sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables. Se definieron además de sitios de muestreo, metas de implementación en el corto, mediano y largo plazos.



#### **4. Marco teórico (estado del arte)**

A partir de la segunda mitad del siglo XX, el crecimiento de la industria química, y en particular la de los productos orgánicos sintéticos, así como las prácticas agrícolas, han introducido nuevos desafíos para la ciencia, la tecnología, gobiernos y agencias responsables tanto del abastecimiento de agua y saneamiento, como de la protección de la salud pública, la vida silvestre y los ecosistemas.

Las descargas y emisiones industriales son una fuente importante de contaminación orgánica (xenobióticos tóxicos conocidos, contaminantes regulados y no regulados), a su vez, las prácticas agrícolas representan fuentes significativas de los llamados contaminantes orgánicos persistentes (COPs), de cuyos impactos a la salud pública, la vida silvestre y al ambiente en general se sabe tiene conocimiento.

Los efectos que la contaminación química del agua sobre la salud pública y la vida silvestre son múltiples; entre los más importantes cabe destacar: carcinogenicidad, alteración endocrina (disruptores endocrinos), neurotoxicidad y otros efectos tóxicos sistémicos, así como las limitaciones del uso del agua con fines potables y recreativos, los impactos sobre la producción de alimentos y la reducción de las posibilidades de su uso industrial y agropecuario del agua.

Por otro lado, los riesgos que siguen a la contaminación del agua son difíciles de precisar, ya que con frecuencia las dosis tóxicas o ambientalmente relevantes son muy pequeñas; el problema se complica aún más porque en la realidad los humanos, los organismos acuáticos y otras formas de vida silvestre están expuestos a mezclas de contaminantes.

En México la información ambiental sobre los COPs es escasa, dispersa y abarca periodos muy cortos en el tiempo, por ello se considera indispensable abordar el tema formalizando un proyecto que abarque un periodo más amplio, toda vez que en diversos estudios, se ha evidenciado la presencia de COPs en el ambiente.

Con la instrumentación de una base de monitoreo y analítica, que conjunte técnicas químicas para la detección de COPs, será posible generar el diagnóstico de la contaminación a nivel nacional.

Una buena base analítica y el conocimiento de la calidad del agua, permiten, identificar y caracterizar los riesgos sanitarios y ambientales, además de dar el soporte técnico para dirigir los esfuerzos en el desarrollo y adaptación de tecnologías de potabilización y



tratamiento de aguas residuales para diversos sectores de usuarios, así como de restauración, considerando el control exhaustivo que se requiere para asegurar la calidad del agua para consumo humano y para la producción de alimentos e inocuidad alimentaria.

Por otro lado, es claro que la proliferación de nuevos productos para fines económicos o industriales, e incluso los desarrollos para la ciencia, la investigación y la tecnología *per se*, será un proceso en ascenso. Asimismo, diversas agencias gubernamentales internacionales han desarrollado sistemas de priorización de compuestos químicos según su importancia ambiental; sin embargo, son pocos los enfoques dirigidos a los recursos hídricos. Tampoco existe algún enfoque o aproximación a la selección, ordenamiento y la supervisión de contaminantes orgánicos en la cadena de valor del agua para diversos sectores de usuarios, por lo que también se considera necesario desarrollar un protocolo para ayudar en la identificación de una lista de contaminantes orgánicos prioritarios en aguas, aguas residuales y agua potable, el cual deberá ser validado para fines regulatorios y de monitoreo.

#### **4.1. Definición de contaminante orgánico persistente (COP)**

En los últimos 50 años se ha tomado una conciencia creciente de las amenazas a la salud humana y al ambiente que representa la liberación cada vez mayor de sustancias químicas, de origen sintético.

La acumulación de evidencias ha hecho que los esfuerzos se concentren en una categoría de sustancias denominadas contaminantes orgánicos persistentes, mejor conocidas como COP, que son compuestos químicos resistentes a la degradación fotolítica, biológica y química (Yarto, Gavilán, & Barrera, 2003).

Las propiedades que caracterizan a los COPs son las siguientes:

- Son altamente tóxicos.
- Son persistentes, es decir, que pueden durar muchos años e incluso décadas antes de degradarse en otras formas menos peligrosas.
- Se pueden evaporar y viajar grandes distancias por el aire y el agua.
- Se acumulan en los tejidos grasos

El transporte de los contaminantes orgánicos persistentes depende de la temperatura. Estas sustancias se volatilizan en lugares cálidos y viajan con el viento y las partículas de polvo para posteriormente ser depositadas en la tierra en sitios fríos, y después



vaporizarse y moverse de nuevo. Con esto, los contaminantes se alejan del ecuador hacia los polos y áreas montañosas. Por otro lado, los animales que habitan estas regiones tienden a acumular una capa de grasa natural más gruesa que la de los animales de zonas calientes como un sistema de aislamiento contra las bajas temperaturas, que pueden conllevar al almacenamiento de una mayor cantidad de estos contaminantes en ellos (Yarto, Gavilán, & Barrera, 2003).

#### **4.2. Convenios y tratados internacionales**

Desde hace varias décadas se han desarrollado una serie de iniciativas internacionales que comenzaron en 1992 con la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en Río de Janeiro, Brasil, donde se adoptó el capítulo 19 de la Agenda 21 sobre el manejo ambientalmente adecuado de los productos químicos. De esta iniciativa global derivó la creación del Foro Intergubernamental sobre Seguridad Química (IFCS, por sus siglas en inglés), que permitió integrar y consolidar esfuerzos nacionales e internacionales para el manejo seguro de las sustancias químicas. Organismos intergubernamentales como el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y la OMS, formaron el Programa Inter organizacional para el Manejo Adecuado de las Sustancias Químicas (IOMC, por sus siglas en inglés). A partir de este programa se creó el llamado Enfoque Estratégico para el Manejo Adecuado de los Productos Químicos a Nivel Internacional (SAICM, por sus siglas en inglés), un marco de políticas para promover el manejo adecuado y la seguridad química. Su objetivo es lograr que para el año 2020 las sustancias sean producidas y utilizadas de forma tal que se minimicen sus impactos nocivos. De estas iniciativas también se han derivado otros esfuerzos internacionales significativos que incluyen (Cantú & Ize Lema, 2017):

- De estas iniciativas también han derivado otros esfuerzos internacionales importantes:
- Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes
- Convenio de Rotterdam sobre el Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo Aplicable a Ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos Objeto de Comercio Internacional.
- Protocolo de Montreal Relativo a las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono
- Convenio de Minamata sobre el Mercurio

El Convenio de Estocolmo es un tratado internacional que entró en vigor en mayo de 2004 y que tiene por objeto proteger la salud humana y el ambiente de sustancias químicas tóxicas, persistentes y bioacumulables.

El Convenio de Estocolmo nace de la preocupación de proteger la salud humana y el medio ambiente de los compuestos orgánicos persistentes. En mayo de 2001, en Estocolmo, Suecia, un total de 127 países adoptaron un tratado de las Naciones Unidas para prohibir o minimizar el uso de doce de las sustancias tóxicas más utilizadas en el mundo, consideradas causantes de cáncer y defectos congénitos en personas y animales.

El 17 de Mayo del 2004 entró en vigor el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP), y para el cual cada país signatario debe preparar un Plan Nacional de Implementación, mediante el cual se establecen las acciones prioritarias para cumplir con el Convenio. México como país signatario del Convenio presentó su Plan de Nacional de implementación en 2007.

De acuerdo con enmienda del años 2009, el Convenio de Estocolmo (2009), establece prohibir y/o adoptar las medidas jurídicas y administrativas necesarias, para eliminar la producción y uso de los productos químicos listados en la Tabla 4.1 y la Tabla 4.2 que corresponden a los anexos A y B del Convenio, en donde se establecen una serie de exenciones específicas para las que las Partes pueden inscribirse de conformidad con los artículos 3 y 4 del Convenio. En el párrafo 9 del artículo 4 se estipula que si en un momento dado no hay Partes inscritas para un tipo particular de exención específica, no se podrán hacer nuevas inscripciones con respecto a ese tipo de exención.

**Tabla 4.1. Anexo A del Convenio de Estocolmo. Eliminación.**

PRODUCTO QUÍMICO	ACTIVIDAD	EXENCIÓN ESPECÍFICA <sup>1</sup>
Aldrina* N° de CAS: 309-00-2	Producción	Ninguna
	Uso	Ectoparasitocida local Insecticida
Alfa-hexaclorociclohexano* N° de CAS: 319-84-6	Producción	Ninguna
	Uso	Ninguna
Beta-hexaclorociclohexano* N° de CAS: 319-85	Producción	Ninguna
	Uso	Ninguna
Beta-Clordano* N° de CAS: 57-74-9	Producción	La permitida para las Partes <sup>2</sup> incluidas en el Registro
	Uso	Ectoparasitocida local Insecticida Termitocida Termitocida en edificios y presas Termitocida en carreteras Aditivo para adhesivos de contrachapado
Clordecona* N° de CAS: 143-50-0	Producción	Ninguna
	Uso	Ninguna





PRODUCTO QUÍMICO	ACTIVIDAD	EXENCIÓN ESPECÍFICA <sup>1</sup>
Dieldrina* N° de CAS: 60-57-1	Producción	Ninguna
	Uso	En actividades agrícolas
Endrina* N° de CAS: 72-20-8	Producción	Ninguna
	Uso	Ninguna
Heptacloro* N° de CAS: 76-44-8	Producción	Ninguna
	Uso	Termiticida Termiticida en estructuras de casas Termiticida (subterráneo) Tratamiento de la madera Cajas de cableado subterráneo
Hexabromobifenilo* N° de CAS: 36355-01-8	Producción	Ninguna
	Uso	Ninguna
Éter de hexabromodifenilo* y éter de heptabromodifenilo*	Producción	Ninguna
	Uso	Una Parte puede autorizar el reciclado de artículos que contengan o puedan contener éter de hexabromodifenilo y éter de heptabromodifenilo, y el uso y eliminación definitiva de artículos fabricados con materiales reciclados que contengan o puedan contener éter de hexabromodifenilo y éter de heptabromodifenilo, siempre que: a) El reciclado y la eliminación final se realicen de una manera ambientalmente racional y no conduzcan a la recuperación de éter de hexabromodifenilo y éter de heptabromodifenilo a los fines de su reutilización; b) La Parte adopte medidas para evitar la exportación de artículos que contengan niveles/concentraciones de éter de hexabromodifenilo y éter de heptabromodifenilo que excedan los permitidos para la venta, uso, importación o fabricación de dichos artículos en el territorio de la Parte; y c) La Parte haya comunicado a la Secretaría su intención de hacer uso de dicha exención. 2. En su sexta reunión ordinaria, y en cada segunda reunión ordinaria en adelante, la Conferencia de las Partes evaluará los progresos logrados por las Partes en relación con el objetivo final de eliminar el éter de hexabromodifenilo y el éter de heptabromodifenilo contenidos en artículos, y examinará si esta exención específica sigue siendo necesaria. En cualquier caso, dicha exención específica expirará a más tardar en el año 2030.
Hexaclorobenceno N° de CAS: 118-74-1	Producción	La permitida para las Partes incluidas en el Registro
	Uso	Intermediario Solvente en plaguicidas Intermediario en un sistema cerrado limitado a un emplazamiento. La exención específica con respecto al uso del hexaclorobenceno como intermediario en un sistema cerrado limitado a un emplazamiento perdió vigencia. Sin embargo este uso es aún posible de conformidad con la nota (3)
Lindano* N° de CAS: 58-89-9	Producción	Ninguna
	Uso	Producto farmacéutico para la salud humana para el control de la pediculosis y la sarna como tratamiento de reserva
Mírex* N° de CAS: 2385-85-5	Producción	La permitida para las Partes incluidas en el Registro
	Uso	Termiticida
Pentaclorobenceno* N° de CAS: 608-93-5	Producción	Ninguna
	Uso	Ninguna
Bifenilos policlorados (PCB)*	Producción	Ninguna
	Uso	Uso Artículos en uso con arreglo a las disposiciones con respecto a la eliminación del uso de los bifenilos



PRODUCTO QUÍMICO	ACTIVIDAD	EXENCIÓN ESPECÍFICA <sup>1</sup>
		policlorados en equipos (por ejemplo, transformadores, condensadores u otros receptáculos que contengan existencias de líquidos) a más tardar en 2025, con sujeción al examen que haga la Conferencia de las Partes, adoptar medidas de conformidad
Éter de tetrabromodifenilo* y éter de pentabromodifenilo*	Producción	Ninguna
	Uso	Una Parte puede permitir el reciclado de artículos que contengan o puedan contener éter de tetrabromodifenilo y éter de pentabromodifenilo, y el uso y eliminación definitiva de artículos fabricados con materiales reciclados que contengan o puedan contener éter de tetrabromodifenilo y éter de pentabromodifenilo, siempre que: a) el reciclado y eliminación final se realicen de manera ambientalmente racional y no conduzcan a la recuperación de éter de tetrabromodifenilo y éter de pentabromodifenilo a los fines de su reutilización; b) la Parte no permita que esta exención conduzca a la exportación de artículos que contengan niveles/concentraciones de éter de tetrabromodifenilo y éter de pentabromodifenilo que excedan los permitidos para la venta en el territorio de la Parte; y c) la Parte haya notificado a la Secretaría su intención de hacer uso de esta exención.
Toxafeno* N° de CAS: 8001-35-2	Producción	Ninguna
	Uso	Ninguna

<sup>1</sup> Al 17 de mayo de 2009 no había países para las exenciones específicas que figuran en el listado con respecto a aldrina, clordano, dieldrina, heptacloro, hexaclorobenceno y mírex. Por lo tanto, de conformidad con el párrafo 9 del artículo 4 del Convenio, no se pueden realizar nuevas inscripciones con respecto a dichas exenciones, las cuales se indican en gris en la tabla.

<sup>2</sup> La presente nota, que no se aplica a los productos químicos marcados con un asterisco después de su nombre en la columna titulada “Producto químico” en la parte I del presente anexo, no será considerada como una exención específica de producción y uso a los fines del párrafo 2 del artículo 3. Dado que no se espera que cantidades significativas del producto químico lleguen a las personas y al medio ambiente durante la producción y uso de un intermediario en un sistema cerrado y limitado a un emplazamiento, una Parte, tras notificarlo a la Secretaría, podrá permitir la producción y uso de cantidades de un producto químico incluido en el presente anexo como intermediario en un sistema cerrado y limitado a un emplazamiento que se transforme químicamente en la fabricación de otros productos químicos que, teniendo en cuenta los criterios estipulados en el párrafo 1 del anexo D, no presentase características de contaminantes orgánicos persistentes. Esta notificación deberá incluir información sobre la producción y el uso totales de esos productos químicos o una estimación razonable de esos datos, así como información sobre la naturaleza del proceso de sistema cerrado y limitado a un emplazamiento, incluida la magnitud de cualquier contaminación por trazas no intencionales y no transformadas del material inicial del contaminante orgánico persistente en el producto final. Este procedimiento se aplicará salvo cuando en el presente anexo se indique otra cosa. La Secretaría dará a conocer tales notificaciones a la Conferencia de las Partes y al público. Dicha producción o uso no se considerará como una exención específica de producción o uso. Dicha producción y uso deberán cesar al cabo de un período de diez años, a menos que la Parte interesada entregue una nueva notificación a la Secretaría, en ese caso el período se prorrogará por otros diez años, a menos que la Conferencia de las Partes, después de estudiar la producción y el uso, decida otra cosa. El proceso de notificación podrá repetirse;

<sup>3</sup> Partes: Por “Parte” se entiende un Estado o una organización de integración económica regional que haya consentido en someterse a las obligaciones establecidas en el presente Convenio y en los que el Convenio está en vigor.

**Tabla 4.2. Anexo B del Convenio de Estocolmo. Restricción.**

PRODUCTO QUÍMICO	ACTIVIDAD	EXENCIÓN ESPECÍFICA <sup>1</sup>
<p>DDT (1,1,1-tricloro-2,2-bis (4-clorofenil) etano) N° de CAS: 50-29-3</p>	Producción	<p><u>Finalidad aceptable:</u> Uso en la lucha contra los vectores de enfermedades de acuerdo con la parte II del presente anexo</p> <p><u>Exención específica:</u> Intermediario en la producción de dicofol Intermediario</p>
	Uso	<p><u>Finalidad aceptable:</u> Uso en la lucha contra los vectores de enfermedades con arreglo a la parte II del Anexo</p> <p><u>Exención específica:</u> Producción de dicofol Intermediario</p>
<p>Ácido perfluorooctano sulfónico (N° de CAS: 1763-23-1), sus sales y fluoruro de perfluorooctano sulfonilo (N° de CAS: 307-35-7) a Por ejemplo, perfluorooctanosulfonato de potasio (N° de CAS: 2795-39-3); perfluorooctanosulfonato de litio (N° de CAS: 29457-72-5); perfluorooctanosulfonato de amonio (N° de CAS: 29081-56-9); perfluorooctanosulfonato de dietilamonio perfluorooctano (N° de CAS: 70225-14-8); perfluorooctano-sulfonato de tetraetilamonio (N° de CAS: 56773-42-3); perfluorooctano-sulfonato de dietanolamonio (N° de CAS: 251099-16-8)</p>	Producción	<p><u>Finalidad aceptable:</u> De conformidad con la parte III del presente anexo, la producción de otros productos químicos destinados exclusivamente a los usos que figuran <i>infra</i>. Producción para los usos que figuran <i>infra</i>.</p> <p><u>Exención específica:</u> La permitida para las Partes incluidas en el Registro.</p>
	Uso	<p><u>Finalidad aceptable:</u> De conformidad con la parte III del presente anexo para las finalidades aceptables que figuran a continuación, o como intermediario en la producción de productos químicos para las finalidades aceptables siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación de imágenes ópticas</li> <li>• Revestimientos fotorresistentes y antirreflejantes para semiconductores</li> <li>• Agente decapante para semiconductores compuestos y filtros de cerámica</li> <li>• Fluidos hidráulicos para la aviación</li> <li>• Recubrimiento metálico (recubrimiento metálico duro) únicamente en sistemas de lazo cerrado</li> <li>• Determinados dispositivos médicos (como las capas de copolímeros de etileno-tetrafluoroetileno (ETFE) y la producción de ETFE radioopaco, dispositivos médicos de diagnóstico <i>in vitro</i> y filtros de color CCD)</li> <li>• Espumas contra incendios</li> <li>• Cebos para el control de hormigas cortadoras de hojas de <i>Atta</i> spp. y <i>Acromyrmex</i> spp.</li> </ul> <p><u>Exención específica:</u> Para los usos específicos que figuran a continuación, o como intermediario en la producción de productos químicos para los fines específicos siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fotomáscaras en las industrias de semiconductores y pantallas de cristal líquido (LCD)</li> <li>• Recubrimiento metálico (recubrimiento metálico duro)</li> <li>• Recubrimiento metálico (recubrimiento metálico decorativo)</li> <li>• Partes eléctricas y electrónicas de algunas impresoras y fotocopidora a color</li> <li>• Insecticidas para el control de hormigas de fuego rojas</li> </ul>



PRODUCTO QUÍMICO	ACTIVIDAD	EXENCIÓN ESPECÍFICA <sup>1</sup>
		importadas y termitas <ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción de petróleo por medios químicos</li> <li>• Alfombras</li> <li>• Cuero y ropa</li> <li>• Textiles y tapizados</li> <li>• Papel y envoltorios</li> <li>• Revestimientos y aditivos para revestimientos</li> <li>• Caucho y plásticos</li> </ul>

Al 17 de mayo de 2009 no había Partes inscritas para las exenciones específicas que figuran en el anexo A con respecto a aldrina, clordano, dieldrina, heptacloro, hexaclorobenceno y mírex, ni para las exenciones enumeradas en el anexo B () con respecto al DDT. Por lo tanto, de conformidad con el párrafo 9 del artículo 4 del Convenio, no se pueden realizar nuevas inscripciones con respecto a dichas exenciones. Las exenciones específicas respecto de las cuales no se pueden realizar nuevas inscripciones se indican en gris en la versión del Convenio de Estocolmo (Interim Secretariat., 2009).

El hexaclorobenceno (HCB) (N° de CAS: 118-74-1), así como el pentaclorobenceno (PeCB) (N° de CAS: 608-93-5), los bifenilos policlorados (PCB), las dibenzoparadioxinas policloradas y los dibenzofuranos policlorados (PCDD/PCDF), están sujetos a los requisitos de artículo 5 del Convenio: Medidas para reducir o eliminar las liberaciones derivadas de la producción no intencional. Cada Parte adoptará como mínimo las siguientes medidas para reducir las liberaciones totales derivadas de fuentes antropogénicas de cada uno de los productos químicos incluidos en el anexo C, con la meta de seguir reduciéndolas al mínimo y, en los casos en que sea viable, eliminarlas definitivamente:

- a) Elaborará en un plazo de dos años a partir de la entrada en vigor del Convenio para dicha Parte, y aplicará ulteriormente un plan de acción o, cuando proceda, un plan de acción regional o subregional como parte del plan de aplicación especificado en el artículo 7, destinado a identificar, caracterizar y combatir las liberaciones de los productos químicos incluidos en el anexo C y a facilitar la aplicación de los apartados;
- b) a e). En el plan de acción se incluirán los elementos siguientes:
  - (i) Una evaluación de las liberaciones actuales y proyectadas, incluida la preparación y el mantenimiento de inventarios de fuentes y estimaciones de



- liberaciones, tomando en consideración las categorías de fuentes que se indican en el anexo C;
- (ii) Una evaluación de la eficacia de las leyes y políticas de la Parte relativas al manejo de esas liberaciones;
  - (iii) Estrategias para cumplir las obligaciones estipuladas en el presente párrafo, teniendo en cuenta las evaluaciones mencionadas en los incisos i) y ii);
  - (iv) Medidas para promover la educación, la capacitación y la sensibilización sobre esas estrategias;
  - (v) Un examen quinquenal de las estrategias y su éxito en cuanto al cumplimiento de las obligaciones estipuladas en el presente párrafo; esos exámenes se incluirán en los informes que se presenten de conformidad con el artículo 15; y (vi) Un calendario para la aplicación del plan de acción, incluidas las estrategias y las medidas que se señalan en ese plan;
- b) Promover la aplicación de las medidas disponibles, viables y prácticas que permitan lograr rápidamente un grado realista y significativo de reducción de las liberaciones o de eliminación de fuentes;
  - c) Promover el desarrollo y, cuando se considere oportuno, exigir la utilización de materiales, productos y procesos sustitutos o modificados para evitar la formación y liberación de productos químicos incluidos en el anexo C, teniendo en cuenta las orientaciones generales sobre medidas de prevención y reducción de las liberaciones que figuran en el anexo C y las directrices que se adopten por decisión de la Conferencia de las Partes;
  - d) Promover y, de conformidad con el calendario de aplicación de su plan de acción, requerir el empleo de las mejores técnicas disponibles con respecto a las nuevas fuentes dentro de las categorías de fuentes que según haya determinado una Parte justifiquen dichas con arreglo a su plan de acción, centrándose especialmente en un principio en las categorías de fuentes incluidas en la parte II del anexo C. En cualquier caso, el requisito de utilización de las mejores técnicas disponibles con respecto a las nuevas fuentes de las categorías incluidas en la lista de la parte II de ese anexo, se adoptarán gradualmente lo antes posible, pero a más tardar cuatro años después de la entrada en vigor del Convenio para esa Parte. Con respecto a las categorías identificadas, las Partes promoverán la utilización de las mejores prácticas ambientales. Al aplicar las mejores técnicas disponibles y las mejores prácticas ambientales, las Partes deberán tener en cuenta las orientaciones generales sobre medidas de prevención y reducción de las liberaciones que figuran en dicho anexo y las directrices sobre mejores



técnicas disponibles y mejores prácticas ambientales que se adopten por decisión de la Conferencia de las Partes;

- e) Promover, de conformidad con su plan de acción, el empleo de las mejores técnicas disponibles y las mejores prácticas ambientales:
  - (i) Con respecto a las fuentes existentes dentro de las categorías de fuentes incluidas en la parte II del anexo C y dentro de las categorías de fuentes como las que figuran en la parte III de dicho anexo; y
  - (ii) Con respecto a las nuevas fuentes, dentro de categorías de fuentes como las incluidas en la parte III del anexo C a las que una Parte no se haya referido en el marco del apartado d).

Al aplicar las mejores técnicas disponibles y las mejores prácticas ambientales las Partes tendrán en cuenta las orientaciones generales sobre medidas de prevención y reducción de las liberaciones que figuran en el anexo C y las directrices sobre mejores técnicas disponibles y mejores prácticas ambientales que se adopten por decisión de la Conferencia de las Partes;

- f) A los fines del presente párrafo y del anexo C:
  - (i) Por “mejores técnicas disponibles” se entiende la etapa más eficaz y avanzada en el desarrollo de actividades y sus métodos de operación que indican la idoneidad práctica de técnicas específicas para proporcionar en principio la base de la limitación de las liberaciones destinada a evitar y, cuando no sea viable, reducir en general las liberaciones de los productos químicos incluidos en la parte I del anexo C y sus efectos en el medio ambiente en su conjunto. A este respecto:
    - (ii) “Técnicas” incluye tanto la tecnología utilizada como el modo en que la instalación es diseñada, construida, mantenida, operada y desmantelada;
    - (iii) “Disponibles” son aquellas técnicas que resultan accesibles al operador y que se han desarrollado a una escala que permite su aplicación en el sector industrial pertinente en condiciones económica y técnicamente viables, teniendo en consideración los costos y las ventajas; y
  - (iv) Por “mejores” se entiende más eficaces para lograr un alto grado general de protección del medio ambiente en su conjunto;
  - (v) Por “mejores prácticas ambientales” se entiende la aplicación de la combinación más adecuada de medidas y estrategias de control ambiental;
  - (vi) Por “nueva fuente” se entiende cualquier fuente cuya construcción o modificación sustancial se haya comenzado por lo menos un año después de la fecha de:



- a. Entrada en vigor del presente Convenio para la Parte interesada; o
- b. Entrada en vigor para la Parte interesada de una enmienda del anexo C en virtud de la cual la fuente quede sometida a las disposiciones del presente Convenio exclusivamente en virtud de esa enmienda.
- g) Una Parte podrá utilizar valores de límite de liberación o pautas de comportamiento para cumplir sus compromisos de aplicar las mejores técnicas disponibles con arreglo al presente párrafo.

En 2004 entró en vigor el Convenio de Rotterdam, un tratado internacional que promueve la responsabilidad compartida entre países exportadores e importadores de sustancias químicas a través de un procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo (CFP). La lista de productos químicos sujetos al CFP incluye plaguicidas y formulaciones de plaguicidas extremadamente peligrosas, así como productos químicos industriales (Cantú & Ize Lema, 2017).

El Protocolo de Montreal fue creado para reducir la producción y el uso de sustancias químicas que afectan la capa de ozono que recubre al planeta y que lo protege de la radiación solar. Ha sufrido diferentes enmiendas desde 1989, año en que fue creado para facilitar el control de nuevas sustancias químicas y la búsqueda de mecanismos financieros para su aplicación (Cantú & Ize Lema, 2017).

Por su parte, el objetivo del Convenio de Minamata es proteger la salud humana y el ambiente de las emisiones y liberaciones antrópicas de mercurio y sus compuestos. El texto fue adoptado en Minamata, Japón en octubre de 2013. Este metal es considerado por la OMS como una de las diez sustancias químicas de mayor preocupación para la salud pública en el mundo (WHO 2013).

El conjunto de los convenios de Basilea, Rotterdam y Estocolmo abarca los elementos fundamentales de la gestión de los productos químicos peligrosos desde su producción hasta su eliminación, siendo la regulación más exhaustiva, la de los contaminantes orgánicos persistentes (COPs), contemplada por los tres convenios. En este marco, en el año 2017, en una reunión del PNUMA en mayo de 2017, se decidió agregar nuevos productos químicos en los Convenios de Estocolmo y Rotterdam (Tabla 4.3):

**Tabla 4.3. Contaminantes orgánicos persistentes adicionados en el año 2017 a los Convenios de Estocolmo y Rotterdam.**

CONVENCIÓN	ACTUALIZACIONES
Convención de Estocolmo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adición de 2 sustancias al anexo A: parafinas cloradas de cadena</li> </ul>



	<p>corta (SCCPs) y deca BDE.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En anexo C: se agrega el Hexaclorobutadieno (HBCD);</li> </ul>
Convención de Rotterdam	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adición de 2 pesticidas y 1 sustancia de uso industrial: carbofuran, trichlorfon, y parafinas cloradas de cadena corta (SCCPs)</li> <li>• También se enumeran los compuestos de tributilestaño (TBT) en la categoría de productos químicos industriales</li> </ul>

Las decisiones relativas a las sustancias químicas candidatas en las que no se podría llegar a un consenso para las listas, incluido el amianto crisotilo, el carbosulfán, las formulaciones de paraquat y el fentiión, se postergaron a la reunión programada para el año 2019.

En síntesis, en el Convenio de Estocolmo, Hay 29 sustancias en la lista de contaminantes orgánicos persistentes (COPs) a partir de mayo de 2017. La lista tiene tres anexos:

- **Anexo A (eliminación).** La producción y el uso de productos químicos en el anexo A deben eliminarse a menos que existan exenciones específicas: Aldrin, Alfa hexaclorociclohexano, Beta hexaclorociclohexano, Clordano, Clordecona, Dieldrin, Ecabromodifenil ether (mezcla comercial , c-decaBDE; agregado en Mayo 2017), Endrina, Endosulfán y sus isómeros-técnico, Mirex, Heptacloro, Hexabromobifenilo, Hexabromociclododecano (HBCD), Hexabromodifenilo éter y heptabromodifenilo éter, Hexaclorobenceno (HCB), Hexaclorobutadieno (agregado en Mayo 2015), Lindano, Naftalenos clorados (agregado en mayo 2015), Pentaclorobenceno, Pentaclorofenol (agregado en Mayo 2015), Bifenilos policlorados (PCB), Tetra bromodifenil éter y pentabromodifenil éter, Toxafeno y Parafinas cloradas de cadena corta (agregado en Mayo 2017);
- **Anexo B (restricción).** La producción y el uso de productos químicos en el anexo B deben ser restringidos: Ác Sufónico-Perfluorooctano sus sales y fluoruro: Puede usarse para ciertos propósitos aceptados; DDT: puede usarse solamente para control de vectores de enfermedades;
- **Anexo C (producción no intencional).** Deben tomarse medidas para reducir las emisiones no intencionales de sustancias químicas en el Anexo C. Bifenilos Policlorados (PCB), dibenzo-p-dioxians policloradas (“dioxins”), dibenzofuranos policlorados (PCDF) (“furanos”), Hexabromociclododecane (HBCD), Hexaclorobenceno (HCB) y Pentaclorobenceno.

Debe señalarse que:





- Tres sustancias están en los anexos A y C: Hexaclorobenceno (HCB), Pentaclorobenceno y Bifenilos Policlorados (PCBs);
- Dentro del Anexo A puede haber algunas excepciones específicas. Por ejemplo, el Hexabromociclododecano (HBCD) que puede usarse como poliestireno expandido y poliestireno estructurado en edificios;
- Algunas sustancias pueden tener múltiples números CAS. Por ejemplo, hay 2 N° CAS para el Hexabromociclododecano (HBCD): CAS 25637-99-4 y CAS 3194-55-6.

### 4.3. Fuentes en el ambiente

Aunque existen algunas fuentes naturales de COP, la mayor parte de estas sustancias deben su origen a fuentes antropogénicas asociadas con la fabricación, uso y eliminación de determinados productos químicos orgánicos. Algunos de estos compuestos son conocidos plaguicidas (aldrina, clordano, DDT, dieldrina, endrina, heptacloro, mirex, toxafeno, etc.) y se han utilizado extensivamente durante largo tiempo.

La naturaleza de los contaminantes emergentes es diversa y su presencia es básicamente el resultado de las actividades humanas, por lo que son ubicuos (Barceló, 2003). Son sustancias farmacológica y toxicológicamente activas, sintetizadas para su uso doméstico, en agricultura, industrias, medicina humana y veterinaria, entre otras actividades, e incluyen los subproductos de fabricación y los productos de su degradación (López de Alda y Barceló, 2008).

Los contaminantes emergentes incluyen grupos como: detergentes de tipo alquilfenol etoxilado, fármacos, productos de higiene personal, aditivos de gasolinas, plastificantes y subproductos de desinfección del agua potable (Tabla 4.4).

**Tabla 4.4. Grupos que dan origen a la presencia de contaminantes emergentes en el ambiente**

ORIGEN	OBSERVACIONES
<b>Productos para el cuidado personal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incluye: cosméticos, fragancias, jabones, detergentes, repelentes de insectos, bloqueadores solares, cremas para preservar la piel en buen estado y desinfectantes               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Descarga de aguas residuales conteniendo compuestos regulados y no regulados</li> <li>○ Descargas de aguas residuales municipales, domésticas, hospitalarias, industriales y de otro tipo de instalaciones, incluyendo descargas clandestinas de desechos sólidos</li> </ul> </li> </ul>
<b>Retardantes de flama bromados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se emplean en una gran variedad de productos comerciales, tales como muebles, plásticos, tejidos, pinturas, aparatos electrónicos, entre otros</li> </ul>
<b>Cloroalcanos (parafinas cloradas)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empleo fundamentalmente como aditivos en fluidos de corte y lubricantes usados en carpintería metálica y en la industria automovilística, y como plastificantes en materiales de PVC, en pinturas, adhesivos, entre otros. los cloroalcanos de cadena corta se han incluido en la lista de sustancias prioritarias en el agua de la UE</li> </ul>
<b>Compuestos perfluorados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compuestos de uso industrial que han sido utilizados durante décadas en un amplio número de sectores, y que ahora se descubren como contaminantes muy peligrosos y ampliamente distribuidos en el medio ambiente. Destacan el perfluorooctano sulfonato (PFOS) y el ácido perfluorooctanoico o PFOA.</li> </ul>



ORIGEN	OBSERVACIONES
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El perfluorooctano sulfonato se ha usado como refrigerante, tensioactivo, y polímero, en preparados farmacéuticos, retardantes de llama, lubricantes, adhesivos, cosméticos, insecticidas, entre otros</li> <li>○ El PFOA, se utiliza en la fabricación de fluoropolímeros (PTFE) y fluoroelástomeros (PVDF) empleados en una gran variedad de productos comerciales como tejidos, alfombras, recipientes alimentarios, y automóviles, además de en espumas antiincendios</li> </ul>
<p><b>Plaguicidas y otros agroquímicos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Uso agropecuario: incrementar la producción de alimentos.</li> <li>● Incluye: fármacos, complementos alimenticios, herbicidas parasiticidas, fungicidas, hormonas de crecimiento, hormonas sexuales, anabólicos, complementos alimentarios</li> <li>● Introducción al ambiente:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aspersión de antibióticos, herbicidas, parasiticidas, fungicidas y nutrimentos</li> <li>○ Disposición inadecuada de recipientes</li> <li>○ Disposición inadecuada de residuos de producto</li> <li>○ Lixiviación a los acuíferos</li> </ul> </li> <li>● Es importante señalar que la mayoría de los productos de degradación de plaguicidas son compuestos polares, muchos de ellos quirales</li> </ul>
<p><b>Detergentes de tipo alquilfenol etoxilado</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Los alquilfenol etoxilados (APEs) pertenecen a la categoría de tensioactivos no iónicos, comúnmente conocidos desde hace más de cuarenta años por su alta eficacia, economía, así como por su facilidad de manejo y formulación.</li> <li>● Los nonilfenol etoxilados (NPEs) constituyen el mayor grupo de compuestos dentro de esta categoría. Estos se utilizan principalmente en la limpieza Industrial e Institucional, detergentes domésticos, tratamiento de textiles y cuero, metalurgia, agroquímicos, emulsiones de polimerización, pintura, y en menor volumen</li> <li>● Tienen además un sinnúmero de aplicaciones diversas como por ejemplo en la industria petroquímica o papelera</li> <li>● De acuerdo con las recomendaciones de la Comisión Europea, se prohibirá el uso de NP y NPE en: detergentes y limpiadores domésticos, productos de cuidado personal, limpieza Industrial e institucional, agentes del proceso textil, agentes de proceso del cuero y la piel, metalurgia (desengrasantes, lubricantes, aceites de corte), agentes de proceso del papel y veterinaria</li> </ul>
<p><b>Plastificantes</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Los ftalatos son plastificantes que dan flexibilidad y durabilidad a productos del policloruro de vinilo (PCV), y su concentración en los artículos</li> <li>● Ha sido en general de 50% en adelante del peso final del producto, de acuerdo con la flexibilidad que éste requiere.</li> <li>● Como los plastificantes no son polimerizados dentro de la matriz del plástico, pueden desprenderse con el tiempo y el uso, y liberarse al ambiente, momento en el que puede ocurrir la exposición en los humanos, especialmente al ponerse en contacto con sustancias lipofílicas.</li> <li>● Estos ésteres del ácido ftálico son considerados como contaminantes ubicuos en alimentos, aire, suelo y sedimentos.</li> <li>● Los ftalatos se bioacumulan en invertebrados, peces y plantas, pero no se biomagnifican porque los animales superiores metabolizan y excretan los ftalatos eficientemente</li> </ul>
<p><b>Subproductos de desinfección de agua potable</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Resultan de la reacción de halógenos y materia orgánica durante el proceso de desinfección de agua potable. Incluyen yodo-ácidos, bromonitrometanos, iodo-trihalometanos, formas bromadas de caarono, bromoamidas, α-bromopirrol, así como nitrosodimetilamina y nitrosaminas</li> <li>● La pre-ozonación parece incrementar la formación de halonitrometanos</li> </ul>

Fuente: Cortés, y otros 2009

La ocurrencia de este tipo de contaminantes en efluentes domésticos ha sido reportada desde la década de 1980; no obstante, en la actualidad existe poca información de monitoreo que permita estimar la exposición humana y de las formas de vida silvestre.



Las concentraciones a las que se han encontrado en aguas superficiales o en aguas subterráneas se sitúan normalmente en el rango de ng/L o mg/L, mientras que en suelos y sedimentos, en donde pueden persistir durante largos periodos de tiempo, alcanzan concentraciones de hasta g/Kg. Sin embargo, lo que ha despertado una mayor preocupación ha sido el hallazgo de algunos de ellos en fuentes de abastecimiento para uso y consumo humano (López de Alda y Barceló, 2008).

En el caso particular del agua potable, la principal preocupación no está asociada a la exposición aguda, el problema son los efectos a mediano y largo plazos asociados a la exposición crónica a bajas dosis, por lo que diversos grupos de investigadores, principalmente en países industrializados de Europa, así como en Estados Unidos y Australia, han llevado a cabo estudios para identificar y cuantificar contaminantes emergentes.

En principio, el impacto de estos contaminantes en la salud pública y vida silvestre se debe a que muchas sustancias y sus metabolitos son extremadamente bioactivas y se introducen de manera inconsciente y permanente en los diferentes compartimientos ambientales, ya sea como sustancias puras o como mezclas complejas a través de diferentes rutas, especialmente a través de los efluentes de aguas residuales crudas o tratadas, ya que este tipo de contaminantes no son totalmente removidos o inactivados en los sistemas de tratamiento convencionales o por los procesos naturales de autopurificación de los cuerpos receptores (agua o suelos), alcanzando con cierta frecuencia las aguas subterráneas (Blasco and DelValls, 2008; Nikolaou, y otros. 2007; Godffrey, y otros 2007).

En el Convenio de Estocolmo, se reconoce que el hexaclorobenceno, el pentaclorobenceno, los bifenilos policlorados, así como las dibenzoparadioxinas policloradas y los dibenzofuranos policlorados se forman y se liberan de forma no intencionada a partir de procesos térmicos, que comprenden materia orgánica y cloro, como resultado de una combustión incompleta o de reacciones químicas. Las siguientes categorías de fuentes industriales tienen un potencial de formación y liberación relativamente elevadas de estos productos químicos al medio ambiente (Interim Secretariat., 2009):

- a) Incineradoras de desechos, incluidas las coincineradoras de desechos municipales peligrosos o médicos o de fango cloacal;
- b) Desechos peligrosos procedentes de la combustión en hornos de cemento;



- c) Producción de pasta de papel utilizando cloro elemental o productos químicos que producen cloro elemental para el blanqueo;
- d) Los siguientes procesos térmicos de la industria metalúrgica:
  - (i) Producción secundaria de cobre;
  - (ii) Plantas de sinterización en la industria del hierro e industria siderúrgica;
  - (iii) Producción secundaria de aluminio;
  - (iv) Producción secundaria de zinc.

Pueden también producirse y liberarse en forma no intencionada hexaclorobenceno, pentaclorobenceno, bifenilos policlorados, dibenzoparadioxinas policloradas y dibenzofuranos policlorados a partir de las siguientes categorías de fuentes, en particular:

- a) Quema a cielo abierto de desechos, incluida la quema en vertederos;
- b) Procesos térmicos de la industria metalúrgica no mencionados en la parte II;
- c) Fuentes de combustión domésticas;
- d) Combustión de combustibles fósiles en centrales termoeléctricas o calderas industriales;
- e) Instalaciones de combustión de madera u otros combustibles de biomasa;
- f) Procesos de producción de productos químicos determinados que liberan de forma no intencional contaminantes orgánicos persistentes formados, especialmente la producción de clorofenoles y cloranil;
- g) Crematorios;
- h) Vehículos de motor, en particular los que utilizan gasolina con plomo como combustible;
- i) Destrucción de carcasas de animales;
- j) Teñido (con cloranil) y terminación (con extracción alcalina) de textiles y cueros;
- k) Plantas de desguace para el tratamiento de vehículos fuera de uso;
- l) Recuperación del cobre de cables de cobre por combustión lenta;
- m) Refinerías de aceites de desecho.

#### **4.4. Transporte y transformación en el ambiente**

La exposición potencial, puede ser determinada mediante diferentes metodologías, que incluyen evaluaciones cualitativas que indican peligro del potencial para la exposición; índices de exposición; algoritmos para tamizaje que proporcionan indicación cuantitativa



de la exposición y modelos complejos y aproximados a la realidad como son los utilizados en las evaluaciones de riesgos. Entre los determinantes de la exposición se encuentran las propiedades fisicoquímicas de los contaminantes, pues de éstos dependen sus transformaciones y transporte o movilidad ambiental:

- Adsorción a sólidos y sedimentos ( $K_d$  o  $K_{oc}$ )
- Vida media en los diferentes compartimientos ambientales ( $DT_{50}$  o  $t_{50}$ )
- Presión de vapor
- Constante de la ley de Henry
- Solubilidad en agua
- Hidrofobicidad
- Disociación

Esta información puede ser obtenida de bases de datos obtenidas en ensayos experimentales, o bien en literatura en la que se reportan estimaciones o aproximaciones predictivas. La complejidad de las técnicas con las cuales se obtiene la información es variable y va desde el uso de modelos de regresión lineal simple a aquéllas que se basan en técnicas de análisis multivariado que utilizan descriptores moleculares complejos. Boxall y otros (2007), presentan una recopilación de relaciones estadísticas para estimar la movilidad de contaminantes emergentes (Tabla 4.5).

**Tabla 4.5. Relaciones estadísticas individuales, para movilidad de contaminantes emergentes ( $K_{oc}$ )**

PARÁMETRO DE ENTRADA	RELACIÓN	PREDICCIÓN ESPACIAL/CLASES QUÍMICAS
$K_{ow}$	$\text{Log } K_{oc} = 0.903 \log K_{ow} + 0.094$	Amplia variedad
$K_{ow}$	$\text{Log } K_{oc} = 0.679 \log K_{ow} + 0.663$	Amplia variedad
$K_{ow}$	$\text{Log } K_{oc} = 0.544 \log K_{ow} + 1.377$	Variedad, principalmente plaguicidas
$K_{ow}$	$\text{Log } K_{oc} = 0.810 \log K_{ow} + 0.100$	Hidrofóbicos
$K_{ow}$	$\text{Log } K_{oc} = 0.520 \log K_{ow} + 1.020$	No hidrofóbicos
$K_{ow}$	$\text{Log } K_{oc} = 1.030 \log K_{ow} - 0.610$	Amplia variedad
$K_{ow}$	$\text{Log } K_{oc} = 0.630 \log K_{ow} + 0.900$	Fenoles sustituidos, anilinas, nitrobenzenos, benzonitrilos clorados
$K_{ow}$	$\text{Log } K_{oc} = 0.470 \log K_{ow} + 1.090$	Plaguicidas, acetamidas, carbamatos, ésteres, fenil-ureas, fosfatos, triazinas, triazoles y uracilos
$K_{ow}$	$\text{Log } K_{oc} = 0.545 \log K_{ow} + 0.943$	Ureas
$K_{ow}$	$\text{Log } K_{oc} = 0.433 \log K_{ow} + 0.919$	Carbamatos
$K_{ow}$	$\text{Log } K_{oc} = 0.402 \log K_{ow} + 1.071$	Plaguicidas
$K_{ow}$	$\text{Log } K_{oc} = 0.904 \log K_{ow} - 0.539$	PAH's, aromáticos
$K_{ow}$	$\text{Log } K_{oc} = 0.937 \log K_{ow} - 0.006$	Triazinas
$K_{ow}$	$\text{Log } K_{oc} = 1.029 \log K_{ow} - 0.180$	Hidrocarburos clorados, plaguicidas
$K_{ow}$	$\text{Log } K_{oc} = 1.000 \log K_{ow} - 0.210$	PAH's, aromáticos
$K_{ow}$	$\text{Log } K_{oc} = (-0.508 \log WS + 0.953 - Fc)$	Amplia variedad
WS	$\text{Log } K_{oc} = -0.55 \log WS + 3.64$	Variedad, principalmente plaguicidas
WS (mg/L)	$\text{Log } K_{oc} = 0.51((\log WS - 0.01 (MP 0.25)) + 0.8$	Variedad, principalmente plaguicidas



PARÁMETRO DE ENTRADA	RELACIÓN	PREDICCIÓN ESPACIAL/CLASES QUÍMICAS
WS (fracción mol)	$\text{Log } K_{oc} = -0.83 \log \text{WS} - 0.01$ (MP 25) - 0.93	PAH's, hidrocarburos clorados, plaguicidas
WS (moles/L)	$\text{Log } K_{oc} = -0.380 \log \text{WS} + 1.177$	Ureas
WS (moles/L)	$\text{Log } K_{oc} = -0.410 \log \text{WS} + 0.978$	Carbamatos
WS (mg/L)	$\text{Log } K_{oc} = -0.356 \log \text{WS} + 3.010$	Plaguicidas
WS (µg/L)	$\text{Log } K_{oc} = -0.686 \log \text{WS} + 4.273$	PAH's, PAH's heterocíclicos, aminas aromáticas, hidrocarburos clorados
WS (µg/L)	$\text{Log } K_{oc} = -0.580 \log \text{WS} + 4.240$	Hidrocarburos no polares
WS (µg/L)	$\text{Log } K_{oc} = -0.557 \log \text{WS} + 4.277$	Hidrocarburos clorados
WS	$\text{Log } K_{oc} = \log \text{WS} + 0.440$	PAH's, aromáticos

**$K_{ow}$ : coeficiente de partición octanol agua;  $K_{oc}$ :**

**WS: Solubilidad en agua**

Para la evaluación de la exposición y del potencial toxicológico de los contaminantes, es necesario estimar la posibilidad de éstos se encuentren en uno o más compartimientos ambientales, con base en los principios fisicoquímicos de cada sustancia; esto es, una vez que un compuesto químico es emitido al ambiente, ya sea en fase gaseosa, sólida o en solución, no permanecerá estático necesariamente, por el contrario, dependiendo de sus características fisicoquímicas y vida media de reacción en agua, suelo y atmósfera, será más o menos probable encontrarlo en uno o más compartimientos ambientales, como han propuesto MacKay y otros (1996). Así, p. ej., la fracción de la población que reside en las cercanías de las descargas de aguas residuales y en algunas zonas de los cuerpos receptores, están potencialmente más expuestas a contaminantes a través de diferentes rutas, que quienes viven a mayor distancia.

Existen factores propios a la naturaleza química de los contaminantes que pueden influir en su transporte y destino en el ambiente, como son: la solubilidad en agua, constante de la ley de Henry, coeficiente de partición carbono orgánico, coeficiente de partición octanol/agua, difusividad, factor de bioconcentración, tasas de transformación y degradación, y vida media; en agua u otros medios p. ej.:

- Los compuestos muy solubles en agua se adsorben con baja afinidad a los suelos, por lo que son rápidamente transportados desde el suelo contaminado hasta los cuerpos de agua superficial e incluso subterránea; y,
- Cuando la presión de vapor de un contaminante es alta con respecto a su solubilidad en agua, la constante de la ley de Henry ( $H_c$ ) también es alta y el compuesto se evaporará e integrará a la atmósfera; así, un contaminante cuya constante de Henry es alto, tiene mayor posibilidad de volatilizarse que de permanecer en agua y esto sugiere que la inhalación es la vía de exposición, en tanto que si el contaminante químico tiene mayor solubilidad en agua con

respecto a su presión de vapor, éste se disuelve principalmente en agua (IEH, 2004).

La Agencia para el Registro de Sustancias Tóxicas y Enfermedades de los Estados Unidos (ATSDR, por sus siglas en inglés), propone algunos rangos de la constante de la ley de Henry y del coeficiente de partición carbón orgánico ( $K_{oc}$ ) para calificar la volatilidad, capacidad de sorción a suelo y tendencia a mantenerse en solución de diferentes sustancias químicas (Tabla 4.6 a la Tabla 4.9).

**Tabla 4.6. Rangos de la constante de la ley de Henry para definir la volatilidad de un compuesto químico**

VOLATILIDAD	RANGO DE VALORES (atmm <sup>3</sup> /mol)	VOLATILIDAD	RANGO DE VALORES (atmm <sup>3</sup> /mol)
No volátil	$<3 \times 10^{-7}$	Volatilidad moderada	$1 \times 10^{-5}$ a $1 \times 10^{-3}$
Baja volatilidad	$3 \times 10^{-7}$ a $1 \times 10^{-5}$	Alta volatilidad	$>1 \times 10^{-3}$

Fuente: ATSDR, 2005

**Tabla 4.7. Rangos del coeficiente de carbono orgánico para definir la capacidad de sorción de compuestos orgánicos**

SORCIÓN A SUELO	RANGO DE VALORES DE $K_{oc}$ (mL/g de $C_{org.}$ )	SORCIÓN A SUELO	RANGO DE VALORES DE $K_{oc}$ (mL/g de $C_{org.}$ )
Muy débil	$<10$	Moderada a fuerte	1,000 a 10,000
Débil	10 a 100	Fuerte	10,000 a 100,000
Moderada	100 a 1,000	Muy fuerte	$>100,000$

Fuente: ATSDR, 2005

**Tabla 4.8. Estimación de la tendencia de un compuesto para permanecer en solución**

CONSTANTE DE LA LEY DE HENRY	COEFICIENTE DE PARTICIÓN OCTANOL/AGUA	TENDENCIA A PERMANECER EN SOLUCIÓN
$> 1 \times 10^{-4}$	$>4$	Baja
$\geq 1 \times 10^{-4}$	2.5 a 4	Media o posible
$< 1 \times 10^{-4}$	$<2.5$	Alta

Fuente: ATSDR, 2005

Los parámetros de destino ambiental de los contaminantes ( $K_{OC}$ ,  $K_{OW}$  y la constante de la ley de Henry), pueden ser utilizados cuando los cuerpos de almacenamiento de agua, conteniendo especies acuáticas que pueden bioconcentrar contaminantes químicos y sedimentos a los cuales dichos químicos se adsorben, es fuente de abastecimiento. Estos tres parámetros permiten estimar el potencial de bioconcentración, de adsorción a sedimentos o suelo, y evaporarse del agua, respectivamente (Walker, 1995), como se presenta en la Tabla 4.9.

**Tabla 4.9. Parámetros de destino ambiental de los contaminantes emergentes y potencial de bioconcentración.**

Log $K_{OW}$	POTENCIAL DE BIOCONCENTRACIÓN	$K_{OC}$	POTENCIAL DE SORCIÓN	CONSTANTE DE LA LEY DE HENRY	POTENCIAL DE EVAPORACIÓN
$<3$	Baja	$<2,700$	Baja	$>10^{-2}$	Alta



3 – 8	Moderada a alta	>2,700	Alta	$10^{-2} - 10^{-7}$	Moderada
>8	Baja			$<10^{-7}$	Baja

**Fuente: NAP, 1999**

Con los datos de los parámetros (Tabla 4.8), es posible estimar el potencial de los contaminantes para permanecer en los almacenamientos de agua potable:

- Alto potencial para permanecer en agua (baja bioconcentración, adsorción y potencial de evaporación): acetanilidas, fenoles, triazinas y ureas
- Moderado potencial para permanecer en el agua (moderada bioconcentración, adsorción o potencial de evaporación): haluros alifáticos (aldrín, dieldrín y hexaclorobutadieno pueden bioconcentrarse o adsorberse a suelo o sedimento), haluros aromáticos (el DDE puede bioconcentrarse o adsorberse a suelo), hidrocarburos aromáticos, ésteres de ácido carbámico, éteres, halofenoles, hidracinas, nitroaromáticos, fosforotioatos, fosforoditioatos y fosforotioatos
- Bajo potencial para permanecer en el agua (moderada bioconcentración, adsorción pero alto potencial de evaporación): haluros alifáticos (1,1-dicloropropeno y 2,2-dicloropropano), hidrocarburos aromáticos (p-isopropiltolueno)

El log  $K_{OC}$ ,  $K_{OW}$  y la constante de la ley de Henry y el juicio de expertos pueden ser utilizados para estimar el potencial de los contaminantes químicos emergentes para permanecer en agua potable, incluyendo el juicio de expertos para ordenar o calificar.

Es importante señalar que existen factores propios al sitio, que afectan las transformaciones y transporte de los contaminante, entre estos factores se encuentran: el índice de precipitación anual, temperatura, velocidad y dirección de los vientos, geomorfología, hidrogeología, corrientes de aguas superficiales, características del suelo, flora y fauna, así como las obras para servicios (alcantarillas, drenaje).

El criterio para considerar a un compuesto como prioritario, incluye además de información suficiente para estimar las fracciones de ingreso al organismo humano, la persistencia ambiental, con base en la vida media de degradación en cada compartimiento ambiental. Así, un compuesto es persistente si cumple uno de los cuatro criterios siguientes:

- a) Vida media en aire: 48 horas
- b) Vida media en agua: 4,320 horas (180 días)
- c) Vida media en suelo: 4,320 horas (180 días)





d) Vida media en sedimento: 8,760 horas (365)

Por otro lado, específicamente en agua, el destino de los contaminantes está fuertemente influido por su biodegradabilidad y características fisicoquímicas, incluyendo la polaridad. La mayoría de los contaminantes del agua que han sido estudiados, se sitúan en el grupo de más baja polaridad y alta volatilidad.

Con respecto al potencial para entrar a las fuentes de agua potable, los contaminantes altamente polares e hidrofílicos son de gran importancia debido a su alta movilidad en agua (NAP, 1999).

En general se considera que las sustancias bioacumulativa hidrofóbicas, solubles en grasa que tienen altos coeficientes de partición octanol-agua ( $K_{OW} \geq 100,000$ ) se biomagnificarán; no obstante existen dudas acerca de sustancia moderadamente hidrofóbicas. En el caso compuestos de metales y metaloides como el cobre, cadmio, zinc y arsénico, no hay evidencia de biomagnificación (Barwick and Maher, 2003); para el mercurio, esta propiedad ha sido ampliamente demostrada (Barbosa y otros 2003; PNUMA, 2002).

En síntesis, el destino de los contaminantes está fuertemente influido por sus características fisicoquímicas, de tal manera que los contaminantes altamente polares e hidrofílicos son de gran importancia debido a su alta movilidad en agua (NAP, 1999). Asimismo, se piensa que la vía dérmica es poco importante, por lo que se espera que la ingestión de CE's y CNR's a través del agua potable, sea la vía de exposición ambiental relevante. No obstante, para la fracción de la población que reside en las cercanías de las descargas de aguas residuales y en algunas zonas de los cuerpos receptores, puede haber otras vías de exposición, pues los contaminantes una vez liberados al ambiente no permanecen estáticos y se distribuyen en los diferentes compartimientos ambientales (Figura 4.1 y Figura 4.2).

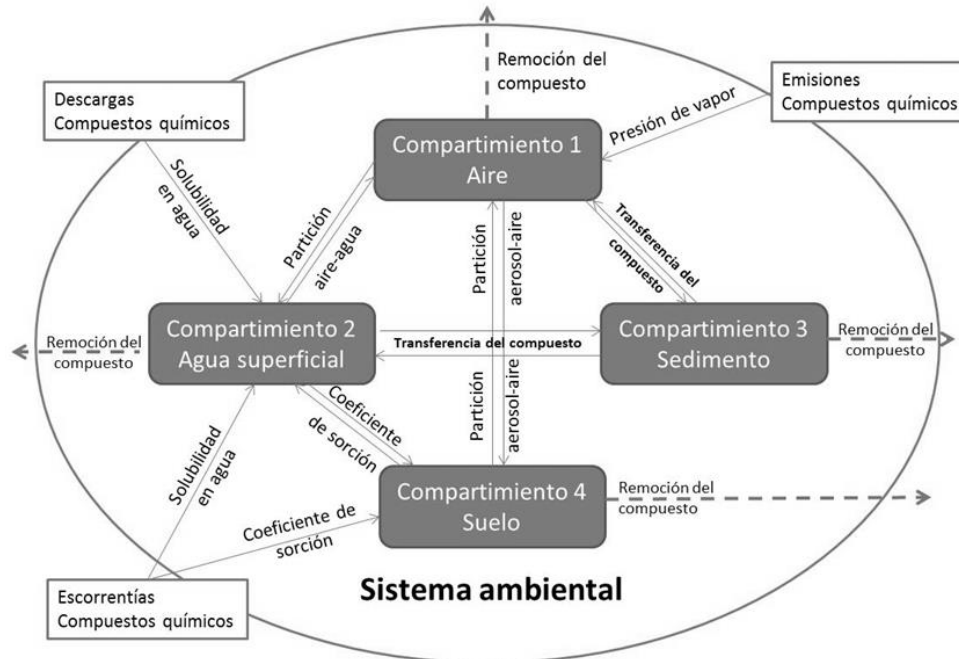


Figura 4.1. Diagrama esquemático para representar la distribución de los contaminantes en el ambiente

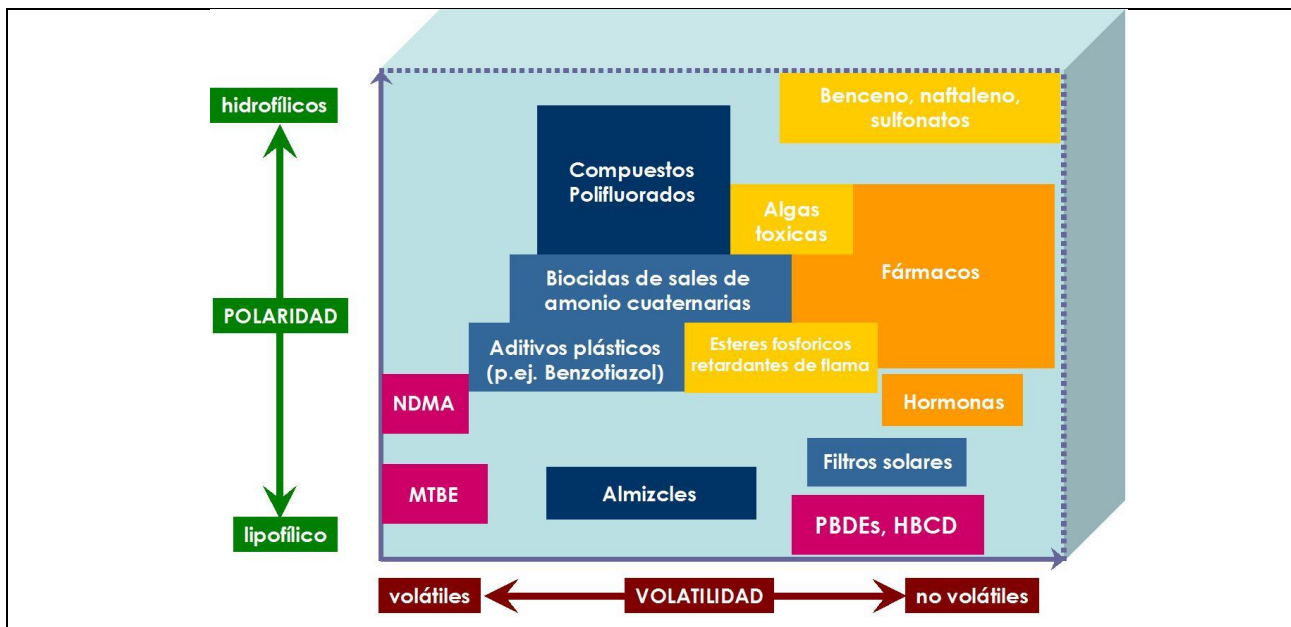


Figura 4.2. Solubilidad de compuestos orgánicos emergentes y no regulados en agua.



## **4.5. Relevancia sanitaria**

Algunos de los efectos adversos de los contaminantes orgánicos persistentes y no regulados, a la salud pública y la vida silvestre, incluyen la disrupción de los procesos del desarrollo y funciones reproductivas. Hay evidencia bien documentada de su potencial para afectar la salud humana aún a bajas dosis (Servos y otros 2002). Mucho de estos compuestos, se sospecha tienen el potencial de alterar al sistema endocrino, éstos son disruptores endocrino (EDCs, por sus siglas en inglés) (McLachlan, 2001). La magnitud del efecto está influido por la edad de individuo al tiempo de la exposición (los organismos muy jóvenes o añosos tienen poca capacidad para eliminar tóxicos), o través de alergias a ciertos compuestos durante periodos de vida particularmente vulnerables tales como el embarazo.

Los potenciales efectos ambientales por otro lado, son ampliamente desconocidos (Jorgensen and Halling-Sorensen, 2000). Aún se entiende poco acerca de que entre el 10 y el 15% de los fármacos más utilizados globalmente, se encuentren en aguas superficiales y que sean intrínsecamente tóxicos, y el panorama empeora si se considera que solamente se conocen los efectos ecotoxicológicos para el 1% de los fármacos humanos (EU, 2001b; Sanderson y otros 2003; Sanderson y otros 2004; Jones y otros 2002; Stuer-Lauridsen y otros 2002), sin considerar el posible sinergismo o adición de efectos que resultan de la mezcla de contaminantes.

### **4.5.1. Carcinógenos**

Cientos de productos químicos son capaces de inducir cáncer en los seres humanos o animales tras la exposición prolongada o excesiva. Hay muchos ejemplos conocidos de productos químicos que pueden provocar cáncer en seres humanos.

El cloruro de vinilo causa sarcomas hepáticos. La exposición al arsénico aumenta el riesgo de cáncer de piel y pulmón. La leucemia puede originarse por cambios químicamente inducidos en la médula ósea por la exposición a benceno y ciclofosfamida, entre otros tóxicos. Otros productos químicos, incluyendo benzo (a) pireno y dibromuro de etileno, se consideran probables carcinógenos de humanos porque son potentes carcinógenos de mamíferos no humanos. El cáncer químicamente inducido por lo general se desarrolla muchos años después de la exposición a un agente tóxico. Se han observado períodos de latencia de más de treinta años.



Diversas agencias internacionales han clasificado a los compuestos químicos y físicos en cinco grandes grupos, con base en las evidencias epidemiológicas, ensayos *in vivo* e *in vitro*:

- Grupo I o grupo A: Carcinógeno de humanos. Los datos de estudios epidemiológicos indican que hay relación causal entre el agente y el cáncer en humanos (por ejemplo la asociación observada no se debe al azar, sesgos, covariables o confusores). La confianza en la inferencia de una relación causal se incrementa cuando la asociación es fuerte y se observa en varios estudios, cuando existe una relación dosis–respuesta o cuando la reducción de la exposición da lugar a una reducción en la incidencia de cáncer;
- Grupo II o grupo B. Los datos de estudios epidemiológicos son inadecuados para evaluar la carcinogenicidad ya sea porque la investigación no es pertinente, o porque existe un efecto importante debido al azar, sesgos y las covariables o variables confusoras no pueden ser excluidas como es deseable para los resultados. Pero hay evidencias de carcinogenicidad suficientes en especies animales, por ejemplo: incremento en la incidencia de tumores malignos en múltiples especies o cepas o en experimentos múltiples con diferentes rutas de exposición o dosis, o la incidencia, sitio o tipo de tumores es poco usual con la edad. La confianza en la suficiencia de los datos de estudios animales se incrementa cuando hay evidencia de una relación dosis–respuesta, que soporte los resultados de los estudios *in vitro* o las limitaciones de los bioensayos de carcinogenicidad, evidencia de las relaciones estructura–actividad o datos que soportan el mecanismo de carcinogenicidad;
- Grupo III o grupo C. Los datos de estudios epidemiológicos indican asociación entre la exposición y cáncer humano, pero las explicaciones alternativas tales como el azar, sesgo o confusores no pueden ser excluidos. Hay alguna evidencia de incremento en la incidencia de tumores en animales pero los datos se consideran inadecuados debido a que los estudios involucran a una sola especie, cepa o experimento o el diseño del estudio, los niveles dosificados, duración de la exposición y seguimiento, sobrevivencia, número de animales o reportes son inadecuados; los neoplasmas producidos ocurren de manera frecuente y espontánea y han sido difíciles de clasificar como malignos con el criterio histológico únicamente (por ejemplo, tumores de pulmón e hígado en ratones). El peso de la evidencia indica que el compuesto es genotóxico o los resultados están mezclados;



- Grupo IV o grupo D. No clasificable como carcinógeno de humanos. Los datos de estudios epidemiológicos y/o en animales son inadecuados (por ejemplo, hay limitaciones cualitativas o cuantitativas importantes, los estudios no pueden ser interpretados como se reportan ya sea la presencia o ausencia de carcinogenicidad). No hay datos de carcinogenicidad disponibles para la evaluación; y,
- Grupo V o E. Evidencia de no carcinogenicidad en humanos.

En Estados Unidos, la organización Scorecard (<http://www.scorecard.org/>), con base en evidencia científica y un sistema de calificación de sustancias tóxicas, distinguen aproximadamente 680 compuestos presentes en el ambiente como carcinógenos reconocidos y 350 como sospechosos, en ambos grupos se encuentran moléculas consideradas contaminantes emergentes.

#### **4.5.2. Alteración del sistema endocrino**

El término disruptor endocrino define a un grupo de sustancias químicas de muy diferente origen, estructura y uso, altera el sistema endocrino (McLachlan, 2001). Se trata de sustancias exógenas al organismo, naturales o sintéticas, que interfieren con la producción, liberación, transporte, metabolismo, unión, acción biológica o eliminación de las hormonas responsables del mantenimiento de la homeostasis y regulación del desarrollo (Sharpe and Irvine, 2009).

Los efectos hormonales de los disruptores endocrinos pueden ser debidos a que: a) imitan los efectos de hormonas endógenas; b) antagonizan la acción normal de las hormonas; c) alteran el patrón de síntesis y metabolismo de hormonas naturales, y/o, d) modifican los niveles de los receptores hormonales.

Se ha sugerido que los disruptores endocrinos presentan características particulares que los hacen distintos a otros tóxicos medioambientales y que condicionan cualquier aproximación a la relación de casualidad buscada entre exposición y enfermedad.

Esta forma especial de toxicidad podría deberse a que:

- El momento de la exposición es decisivo para determinar el carácter, la gravedad y la evolución posterior del efecto; si actúan durante un periodo crítico, como por ejemplo en los estadios tempranos de la vida, caracterizados por una rápida diferenciación celular y organogénesis, producen lesiones irreversibles



- Los efectos pueden no aparecer en el momento de la exposición, sino que se manifiestan con mayor frecuencia en la progenie que en el progenitor expuesto
- No existe un umbral de concentración preciso para el desarrollo del efecto toxicológico, o al menos, ese nivel de concentración es muy inferior al reconocido como límite de seguridad para otros aspectos toxicológicos distintos de la disrupción endocrina
- Es posible la acción combinada de los disruptores que pueden adquirir al actuar conjuntamente un efecto ya sea sinérgico, antagónico o simplemente aditivo, ya que las hormonas trabajan en varias ejes, p.ej., adrenales, tiroideas y sexuales. El cerebro da señales al hipotálamo a través del sistema nervioso, éste pasa la señal a la glándula pituitaria y de ésta al blanco (Juvanz, y otros 2008)

La información relacionada con los mecanismos fundamentales de la acción tanto de las hormonas ambientales como de las naturales, asociada con la información de las concentraciones hormonales, puede revelar como los disruptores hormonales con actividad estrogénica pueden ser activos a concentraciones muy por debajo de las que comúnmente se prueban en estudios toxicológicos, en los cuales las dosis probadas suelen ser más altas que las que se encuentran en el ambiente acuático, lo que conlleva seguramente a una subestimación de la bioactividad.

Para Welshons, y otros (2003), los mecanismos de actividad hormonal y la fisiología de los disruptores liberados predicen con precisión la actividad biológica a bajas dosis, aún bajo supuestos tales como los cuestionamientos sobre la validez de la extrapolación lineal dosis-respuesta, esto se agrava por el hecho de que el tipo de controles positivos y negativos apropiados para estudiar respuestas endocrinas son frecuentemente omitidas en las pruebas toxicológicas tradicionales, y si están presentes son malinterpretadas.

Hasta ahora se reconocen más de 10 grupos de sustancias sintéticas, pertenecientes a diferentes familias químicas, que se comportan en modelos animales como los estrógenos naturales. En algunos casos se trata de compuestos a los que las pruebas convencionales y rutinarias de toxicidad no habían atribuido efecto importante alguno. Además, muchos de ellos presentan gran estabilidad para reaccionar químicamente, por lo que se han empleado en grandes cantidades sin protección para el medio ambiente. En otros casos se trata de compuestos conocidos por su capacidad para acumularse y persistir en las cadenas tróficas, como es el caso de los COPs o contaminantes orgánicos persistentes, sobre los que se han establecido medidas de control adecuadas.



La organización Scorecard (<http://www.scorecard.org/>), con base en evidencia científica y un sistema de calificación de sustancias tóxicas, distinguen aproximadamente 300 compuestos químicos como disruptores endócrinos sospechosos.

Wenzel y otros (2003), identificaron 600 compuestos químicos como potenciales disruptores endócrinos basados en la evidencia de pruebas *in vitro* e *in vivo* reportada en la literatura; sin embargo considerando su relevancia para el agua potable, este número disminuye sensiblemente destacando los siguientes grupos:

- Biocidas. Del grupo de las organotinas (algunas se asocian con adipogénesis en vertebrados), el óxido de tributiltina (TBT) o catión de TBT (Grün, y otros 2006), utilizado como preservador de pinturas, es el de mayor interés debido a que es un fuerte inhibidor de aromatasa
- Plaguicidas. Compuestos organoclorados; p. ej., DDT y sus metabolitos, dieldrín, clordecona, toxafeno, endosulfán, metoxicloro. Los cuatro primeros son plaguicidas ya prohibidos en la mayor parte de los países desarrollados
- Químicos ambientales
  - El grupo de los alquilfenoles (p. ej., nonifenol) utilizados en los detergentes industriales en forma de polietoxilatos, como espermaticida y como humectantes en la formulación de plaguicidas, entre otros usos.
  - Algunos ftalatos, (p. ej., n-butilftalato, benzibutilftalato) usados en la industria del envasado de alimentos, tratamientos de suelos, antioxidantes alimentarios, y como bolsas de transfusión de sangre, biberones y productos infantiles
  - Bisfenol A y compuestos relacionados, empleados en la fabricación del policarbonato plástico (envases alimentarios y biberones), en resinas epoxi (en el interior de latas de conserva), selladores dentales y en la composición de pegamentos de uso habitual, entre otros
  - Algunos bifenilos policlorados o PCBs, usados hasta hace poco en los transformadores eléctricos, o bien como aceites refrigerantes o en la formulación de plaguicidas.

#### **4.5.3. Toxicidad del desarrollo**

Estos son compuestos químicos que causan efectos adversos al organismo en desarrollo. Incluye defectos al nacer, bajo peso al nacer, deterioro en funciones biológicas, déficit psicológico o conductual que se manifiestan durante la infancia. La exposición a los tóxicos ocurre durante el periodo de gestación y aunque generalmente

se piensa en que dicha exposición ocurre a través de la madre, en ocasiones las exposiciones.

#### **4.5.4. Neurotoxicidad**

Algunos productos químicos pueden provocar efectos adversos en el sistema nervioso, estos son los neurotóxicos. Sustancias tóxicas para el sistema nervioso central pueden inducir a confusión, fatiga, irritabilidad y otros cambios de comportamiento, también pueden causar enfermedades degenerativas del cerebro (encefalopatía). Productos químicos tóxicos para el sistema nervioso periférico afectan la neurotransmisión para llevar información de impulsos sensorial y motriz del cerebro al resto del cuerpo.

#### **4.5.5. Toxicidad reproductiva**

Los órganos blanco son el sistema reproductivo femenino y masculino. En general actúan interfiriendo con la sexualidad y funciones reproductivas de un individuo desde la pubertad hasta la edad adulta. Esta toxicidad puede expresarse como una alteración en la conducta sexual, decremento en la fertilidad o pérdida del feto durante el embarazo, ciclos estruales o menstruales (según la especie), edad de la menarca y la menopausia en mujeres. En el hombre pueden alterar la morfología y cantidad de espermatozoides (Fisher, 2004).

#### **4.5.6. Otros efectos sistémicos**

La exposición a sustancias químicas puede causar efectos adversos en el sistema hematopoyético (sangre) o cardiovasculares (corazón y vasos sanguíneos). La exposición a tóxicos cardiovasculares puede contribuir a una gran variedad de enfermedades, incluyendo hipertensión, endurecimiento de las arterias (arteriosclerosis), arritmia cardíaca y disminución del flujo sanguíneo al corazón (isquemia coronaria). La exposición a tóxicos que afectan al tejido sanguíneo puede reducir la capacidad de transporte de oxígeno de los glóbulos rojos, perturbar procesos inmunológicos importantes realizados por los leucocitos e incluso inducir cáncer. La exposición crónica a benceno se asocia con disminución en la producción de todos los tipos de células sanguíneas, y finalmente resulta en leucemia o proliferación de células cancerosas.

La exposición a sustancias químicas puede causar efectos adversos sobre el tubo digestivo, hígado o vesícula biliar (toxicidad hepática y gastrointestinal). El tracto gastrointestinal es el sitio de la entrada de productos químicos que son ingeridos. La exposición a hidrocarburos aromáticos halogenados, incluyendo clorobenceno y hexachlorobenceno puede provocar anorexia, náuseas, vómitos, calambres abdominales





y diarrea. El hígado está con frecuencia sujeto a una lesión inducida por sustancias químicas a causa de su papel como sitio principal del metabolismo en el organismo. La necrosis o muerte de células hepáticas, es un efecto común de la exposición aguda a productos químicos.

La inmunotoxicidad se define como los efectos adversos sobre el funcionamiento del sistema inmune que resultan de la exposición a sustancias químicas. Las alteraciones en el sistema inmune pueden conducir a la mayor incidencia o severidad de las enfermedades infecciosas o cáncer, ya que se suprime la capacidad de éste para responder adecuadamente a efectos adversos. P. ej., la exposición al amianto, benceno e hidrocarburos aromáticos halogenados, como polibromobifenilos (PBB), los policlorobifenilos (PCB) y las dioxinas (TCDD) dan lugar a inmunosupresión en humanos. Otros agentes tóxicos pueden causar enfermedades autoinmunes; p. ej., el dieldrin induce una respuesta autoinmune contra glóbulos rojos, resultando en anemia hemolítica. Otros compuestos inmunotóxicos son compuestos que estimulan el sistema inmunológico y pueden causar reacciones de hipersensibilidad o alergias en seres humanos y animales experimentales, produciendo una gran variedad de manifestaciones clínicas, tales como asma, rinitis y anafilaxis (Dean and Ward, 1996; Holladay and Luster, 1996; Krzystyniak, 1995).

El riñón es inusualmente susceptible debido a su papel en el filtrado de sustancias nocivas de la sangre. Se sabe que lesiones tóxicas en el riñón se producen como resultado de las exposiciones a hidrocarburos halogenados, tales como tetracloruro de carbono y tricloroetileno así como a metales pesados como el cadmio y posiblemente el mercurio y el plomo.

El sistema respiratorio también puede ser blanco de algunos compuestos químicos ambientales, los cuales resultan de su paso a través de las vías respiratorias superiores, faringe, tráquea, bronquios y pulmones. Los efectos pueden ser agudos o crónicos, manifestándose como irritación local, bronquitis, edema pulmonar, enfisema y cáncer.

La exposición a sustancias químicas puede provocar efectos negativos sobre la piel o los órganos de sentido. El sentido del olfato se deteriora por la exposición a cadmio y níquel. La pérdida de audición puede ocurrir después de la exposición ocupacional a conducir. La exposición a gases como amoníaco, cloro y formaldehído causa irritación ocular, los disolventes orgánicos pueden dañar la visión. El contacto con agentes tóxicos también puede causar enfermedades de piel agudas y crónicas, incluyendo dermatitis y fotosensibilización. El cloracné es una forma severa e inusual de acné asociado con la



exposición a algunos compuestos aromáticos halogenados, tales como los dibenzofuranos policlorados y las dioxinas

#### 4.6. Marco regulatorio en México

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en su artículo 4 establece que toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la Ley de la materia. Asimismo, establece que toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El Estado garantizará este derecho. Así, el marco normativo en México incluye, entre otras:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
- Ley Orgánica de la Administración Pública Federal
- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
- Ley Federal sobre Metrología y Normalización
- Leyes estatales en materia de agua
- Ley General de Salud y el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios
- Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento

Las leyes definen las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la Federación, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines y en particular, el marco jurídico de las sustancias químicas en México incluye leyes, reglamentos y normas oficiales mexicanas (NOM), que en su conjunto regulan cada paso del ciclo de vida de estas sustancias, hasta su disposición final como residuos peligrosos (Tabla 4.10) (SEMARNAT, 2007).

**Tabla 4.10. Leyes y reglamentos relevantes en materia de contaminación ambiental**

LEYES Y REGLAMENTOS	ASPECTOS RELACIONADOS CON LA GESTIÓN DE CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (texto vigente a 2018)	Artículo 4: Derecho a la protección de la salud Artículo 73, fracción III: Facultades del Congreso; atribución ejecutiva a la autoridad sanitaria Artículo 27: Propiedad de las aguas. Autoriza la explotación, uso o aprovechamiento mediante concesiones (particulares) o mediante asignaciones (estados). Artículo 115, fracción III: Responsabilidad plena de los municipios de prestar los servicios de agua potable,



LEYES Y REGLAMENTOS		ASPECTOS RELACIONADOS CON LA GESTIÓN DE CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES
		drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales.
Ley orgánica de la Administración Pública Federal (última reforma DOF, 30-04-2009)		<p>Establece las bases de organización de la Administración Pública Federal, centralizada y paraestatal.</p> <p>Da atribución a cada Secretaría de Estado para formular, respecto de los asuntos de su competencia; los proyectos de leyes, reglamentos, decretos, acuerdos, y órdenes del Presidente de la República.</p>
		<p>Esta Ley tiene por objeto:</p> <p>I. En materia de Metrología:</p> <p>a) Establecer el Sistema General de Unidades de Medida; b) Precisar los conceptos fundamentales sobre metrología; c) Establecer los requisitos para la fabricación, importación, reparación, venta, verificación y uso de los instrumentos para medir y los patrones de medida; d) Establecer la obligatoriedad de la medición en transacciones comerciales y de indicar el contenido neto en los productos envasados; e) Instituir el Sistema Nacional de Calibración; f) Crear el Centro Nacional de Metrología, como organismo de alto nivel técnico en la materia; y g) Regular, en lo general, las demás materias relativas a la metrología.</p> <p>II. En materia de normalización, certificación, acreditamiento y verificación: a) Fomentar la transparencia y eficiencia en la elaboración y observancia de normas oficiales mexicanas y normas mexicanas; b) Instituir la Comisión Nacional de Normalización para que coadyuve en las actividades que sobre normalización corresponde realizar a las distintas dependencias de la administración pública federal; c) Establecer un procedimiento uniforme para la elaboración de normas oficiales mexicanas por las dependencias de la administración pública federal; d) Promover la concurrencia de los sectores público, privado, científico y de consumidores en la elaboración y observancia de normas oficiales mexicanas y normas mexicanas; e) Coordinar las actividades de normalización, certificación, verificación y laboratorios de prueba de las dependencias de administración pública federal; f) Establecer el sistema nacional de acreditamiento de organismos de normalización y de certificación, unidades de verificación y de laboratorios de prueba y de calibración; y g) En general, divulgar las acciones de normalización y demás actividades relacionadas con la Materia.</p>
<b>SECTOR RESPONSABLE: SEMARNAT</b>		
Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (Publicada en 1988 y	<ul style="list-style-type: none"> <li>• R. de Impacto Ambiental.</li> <li>• R. de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.</li> </ul>	Regulación y control de la evaluación del impacto ambiental, calidad del aire y emisiones a la atmósfera por fuentes de competencia federal, así como de la generación, importación, exportación y manejo integral de



<b>LEYES Y REGLAMENTOS</b>		<b>ASPECTOS RELACIONADOS CON LA GESTIÓN DE CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES</b>
reformada sustancialmente en 1996; la última reforma se llevó a cabo en el año 2018, DOF, 05-06-2018).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• R. del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes</li> </ul>	materiales y residuos peligrosos y de las actividades altamente riesgosas en las que se generan y manejan éstos.
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (Publicada en 2003; última reforma en el año 2018, DOF, 19-01-2018)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• R. de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos</li> </ul>	Manejo y control de los residuos con el objeto de minimizar su generación y maximizar su valoración, dentro de un marco de responsabilidad compartida y manejo integral. Prohíbe el confinamiento de compuestos orgánicos persistentes, así como de materiales contaminados con éstos, que contengan concentraciones superiores a 50 partes por millón, y la dilución de los residuos que los contienen con el fin de que se alcance este límite máximo; la mezcla de BPC con aceites lubricantes usados o con otros materiales o residuos, y la incineración de residuos peligrosos que sean o contengan compuestos orgánicos persistentes y bioacumulables y plaguicidas organoclorados, entre otros.
Ley de Aguas Nacionales (Publicada en 1992; última reforma en el año 2016; DOF 24-03-2016;).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• R. de la Ley de Aguas Nacionales.</li> <li>• R. Para Prevenir y Controlar la Contaminación del Mar con Vertimientos de Desechos y otras Materias.</li> </ul>	Tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.
<b>SECTOR RESPONSABLE: SECRETARÍA DE SALUD</b>		
Ley General de Salud (Publicada en 1984; última reforma en el año 2018; DOF 12-07-2018).	R. de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios	Regulación y control sanitarios de la importación, proceso y uso de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas y de los establecimientos en los que se manejan; así como de las condiciones sanitarias del agua y del manejo de los residuos sólidos.
<b>SECTOR RESPONSABLE: SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL</b>		
Ley de Desarrollo Rural Sustentable (Publicada en 2001; última reforma en el año 2018; Gaceta oficial de la ciudad de México, DOF, 26-05-2011).		Regulación de las actividades agropecuarias para que sean ambientalmente adecuadas, económicamente viables y socialmente aceptables. Control de la inocuidad alimentaria.
Ley Federal de Sanidad Vegetal (Publicada en 1994; última reforma en 2017; DOF 26-12-2017).		Uso de agroquímicos en agricultura.
Ley Federal de Sanidad Animal (Publicada en 1993 y abrogada por la publicación de una nueva ley en la materia en 2007; última reforma en el año 2018; DOF, 16-02-2018).		Registro, autorización, movilización y uso de plaguicidas pecuarios.
<b>SECTOR RESPONSABLE: SECRETARÍA DEL TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL</b>		
Ley Federal de Trabajo	R. Federal de Seguridad,	Higiene y Seguridad en el Ambiente Laboral, incluyendo



<b>LEYES Y REGLAMENTOS</b>		<b>ASPECTOS RELACIONADOS CON LA GESTIÓN DE CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES</b>
(Publicada en 1970; última reforma en el año 2012; DOF 09-04-2012).	Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.	la relacionada con manejo seguro de las sustancias tóxicas y peligrosas en los centros de trabajo.
<b>SECTOR RESPONSABLE: SECRETARÍA DEL TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL</b>		
Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal (Publicada en 1993; última reforma en el año 2018; DOF, 25-06-2018).	R. de Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos.	Regulación y control del transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos
Ley de Navegación y Comercio Marítimo (Publicada en 1963 y abrogada por la publicación de una nueva ley en la materia en el año 2016; DOF, 19-12-2016).		Control del comercio y movimiento transfronterizo de sustancias químicas y sus residuos que se realice a través de vías generales de comunicación por agua. Inspección y certificación de las embarcaciones mexicanas en el cumplimiento de los tratados internacionales, la legislación nacional, los reglamentos y las normas oficiales mexicanas en materia de seguridad en la navegación, actividades marítimas y prevención de la contaminación marina por las embarcaciones.
<b>SECTOR RESPONSABLE: SECRETARÍA DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO</b>		
Ley Aduanera (Publicada en 1995; última reforma en el año 2018; DOF 25-06-2018).		Regular la entrada y salida de mercancías en el territorio nacional.
Ley Federal de Derechos (Publicada en 1981; última reforma en el año 2018; DOF, 28-12-2018).		Pago de derechos relacionados con el comercio de sustancias peligrosas y contaminantes de alimentos.
<b>SECTOR RESPONSABLE: SECRETARÍA DE ECONOMÍA</b>		
Ley de Comercio Exterior (Publicada en 1993; última reforma en el año 2006; DOF, 21-12-2006).		Establece las medidas de regulación y restricción no arancelaria a la exportación, importación, circulación o tránsito de mercancías.
<b>SECTOR RESPONSABLE: SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN</b>		
Ley General de Protección Civil (Publicada en 2000; última reforma en el año 2018; DOF 19-01-2018).		Conformación del Sistema Nacional de Protección Civil responsable de la identificación de riesgos potenciales y de las acciones de protección a la población; la difusión de información y capacitación de los civiles para su autoprotección y participación activa en las tareas de prevención y respuesta ante un desastre o accidente.
<b>SECTOR RESPONSABLE: COMISIÓN NACIONAL DE LOS DERECHOS HUMANOS</b>		
Ley de la Comisión Nacional de los Derechos Humanos (Publicada en 1992; última reforma en el año 2018; 25-06-2018).		Tiene por objeto esencial la protección, observancia, promoción, estudio y divulgación de los derechos humanos que ampara el orden jurídico mexicano. La CNDH, tiene competencia en todo el territorio nacional, para conocer de quejas relacionadas con presuntas violaciones a los derechos humanos cuando éstas fueren imputadas a autoridades y servidores públicos de carácter federal, con excepción de los del Poder Judicial de la Federación.

Fuente: elaboración propia, con base en SEMARNAT, 2007

Es importante anotar el hecho de que las legislaciones ambientales de las entidades federativas suelen regular aspectos tales como la prevención y control de la contaminación del aire, el agua y el suelo en aquellos casos que no sean competencia de la Federación; la responsabilidad por daños al ambiente y el establecimiento de los mecanismos adecuados para garantizar la incorporación de los costos ambientales en los procesos productivos, lo que se sustenta en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Finalmente, son las normas oficiales mexicanas las que regulan tanto la calidad del agua para consumo humano, como la de las descargas para protección de los cuerpos receptores, propiedad de la Nación, en la Tabla 4.11, se presenta un ejemplo de dichas normas.

**Tabla 4.11. Normas oficiales mexicanas que regulan la calidad del agua potable, la prevención y control de la contaminación del agua, propiedad de la nación.**

<b>NORMAS OFICIALES MEXICANAS QUE REGULAN DESCARGAS A CUERPOS RECEPTORES, PROPIEDAD DE LA NACIÓN</b>	
1	NOM-001-SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas.
2	NOM-002-SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal con el fin de prevenir y controlar la contaminación de las aguas y bienes nacionales, así como proteger la infraestructura de dichos sistemas, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas.
<b>NORMAS OFICIALES MEXICANAS EN MATERIA DE AGUA POTABLE</b>	
3	Modificación a la norma oficial mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.
4	NOM-179-SSA-1998 – Vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público.
5	NOM-230-SSA1-2002 – Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano, requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo de agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo
6	Proyecto de NOM-127-SSA1-2017, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua.
7	Proyecto de NOM-179-SSA1-2017, agua para uso y consumo humano, control de la calidad del agua distribuida por los sistemas de abastecimiento de agua

Conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), son regulaciones técnicas de observancia obligatoria, en tanto que las Normas Mexicanas (NMX) son regulaciones técnicas de aplicación voluntaria.

También es importante anotar, que si bien no se cuenta con mediciones representativas sobre los niveles de contaminación por sustancias COP para ninguno de los

compartimientos ambientales: agua y sedimentos, aire y suelo, se inició la regulación y el control intersectorial de riesgos químicos en materia de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas a partir de 1987, año en que se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el decreto para que se establecieran las bases de coordinación entre las Secretarías de Salud (SSA), de Agricultura (actualmente SAGARPA), de Economía (SE) y de Medio Ambiente (actualmente SEMARNAT), que dieran origen a la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFES) (SEMARNAT, 2007).

No obstante lo anterior, la regulación normatividad nacional ha sido ampliamente rebasada, ya que no ha sido posible erradicar del todo el uso de algunos compuestos orgánicos (Cortés, y otros, 2012), y existen en el país, fuentes emisoras de contaminantes tales como los caminos (pavimentados y no pavimentados), debido a que causan resuspensión de polvo, así como las plantas generadoras de electricidad, algunas fuentes naturales, el uso de solventes, la distribución de combustible y la refinación de petróleo, el uso de gas LP, la manufactura y los procesos industriales, la ganadería, el uso de fertilizantes y algunas fuentes naturales. Las fuentes puntuales de contaminación incluyen a las industrias textil, del papel, química y metálica básica como principales emisoras (SEMARNAT, 2007). Por otro lado, los COPs, son resistentes a la degradación, se bioacumulan y son transportados por el aire, el agua y las especies migratorias a través de las fronteras internacionales y depositados lejos del lugar de su liberación, acumulándose en ecosistemas terrestres y acuáticos (Convenio de Estocolmo, 2009).

En los años 2007 y 2017 (datos no publicados), con el objeto de revisar y elaborar el proyecto de norma en materia de agua potable en México, se llevaron a cabo revisiones de los límites permisibles de contaminantes en agua potable establecidos en diferentes normativas, dicho listado no incluye compuestos orgánicos tales como fármacos ni otros contaminantes orgánicos persistentes o emergentes, aunque sí considera otros compuestos orgánicos, un mayor número de plaguicidas y subproductos de desinfección tales como cloritos, bromatos y otros organohalogenados (Tabla 4.12).



**Tabla 4.12. Estándares de calidad del agua establecidos en diversos países**

PARÁMETRO	UNIDAD	OMS	CANADÁ	ESTADOS UNIDOS	AUSTRALIA	NVA ZELANDA	INGLATERRA	MÉXICO		UNIÓN EUROPEA
		2004	2006	2004	2004	2000	2000	2000	2007	1998
		Valores guía	Guidelines for Drinking	EPA 822-R-04-005	NHMRC	Mistry of Health	DETR	NOM	NOM Proyecto	D. O.
<b>Orgánicos</b>										
Tetracloruro de carbono	µg/L	4	5.0	5.0	3.0	2.0	*	*	4.00	*
Diclorometano	µg/L	20	50	5	40	20	*	*	20.00	*
1,1, dicloroetano	µg/L	*	*	*	3.0	30	*	*	30.00	*
1,2 dicloroetano	µg/L	30	5	5		30	3.0	*	30.00	3.0
1,1,1 tricloroetano	µg/L	*	*	200	*	2000	*	*	*	*
Cloruro de vinilo	µg/L	0.3	2.0	2.0	0.3	5.0	0.5	*	3.00	0.50
1,1 dicloroetano	µg/L	30	14	7.0	30	30	*	*	30.00	*
1,2 dicloroetano	µg/L	50	*	70	60	60	*	*	50.00	*
Tetracloroetano		40	*	5	50	50	*	*	40.00	10 (N9)
Tricloroetano (tricloroetileno)	µg/L	70	5.0	5.0	*	80	10	*	70	10 (N9)
Benceno	µg/L	10	5	5	1.0	10	1.0	10	10	1.0
Tolueno	µg/L	700	≤24	1000	800	800	*	700	700	*
Xilenos	µg/L	500	≤300	10000	600	600	*	500	500	*
Etilbenceno	µg/L	300	≤2.4	700	300	300	*	*	300	*
Estireno	µg/L	20	*	100	30 (N4)	30	*	*	20	*
Benzopireno	µg/L	0.7	0.01	0.2	0.01	0.7	0.01	*	0.7	0.01
Monoclorobenceno	µg/L	*	80	100	300	300	*	*	*	*
1,2 diclorobenceno	µg/L	1.0	200	600	1500 (N4)	1000	*	*	1000	*
1,3 diclorobenceno	µg/L	*	*	*	20	*	*	*	*	*
1,4 diclorobenceno	µg/L	300	5	75	40 (5)	400	*	*	300	*
Triclorobencenos	µg/L	*	*	60, 70	30	30	*	*	*	*
Adipato de di (2etilhexilo)	µg/L	*	*	400	*	100	*	*	*	*
Ftalato de (2etilhexilo)	µg/L	8.0	*	6.0	10	9.0	*	*	8.00	*





PARÁMETRO	UNIDAD	OMS	CANADÁ	ESTADOS UNIDOS	AUSTRALIA	NVA ZELANDA	INGLATERRA	MÉXICO		UNIÓN EUROPEA
		2004	2006	2004	2004	2000	2000	2000	2007	1998
		Valores guía	Guidelines for Drinking	EPA 822-R-04-005	NHMRC	Mistry of Health	DETR	NOM	NOM Proyecto	D. O.
Acrilamida	µg/L	0.5	*	Cero	0.2	0.5	0.1	*	0.50	0.1
Epíclorhidrina	µg/L	0.4	*	Cero	0.5 (N6)	0.5	0.1	*	0.40	0.1
Hexaclorobutadieno	µg/L	0.6	*	En rev.	0.7	0.7	*	*	0.60	*
EDTA	µg/L	600	*	*	250	700	*	*	600.00	*
Ác. Nitrotriacético	µg/L	200	400	*	200	200	*	*	200.00	*
Óxido de tributilestaño	µg/L	Excluido	*	*	*	*	*	*	*	*
<b>Plaguicidas</b>										
Alacloro	µg/L	20	*	2.0	*	20	0.1	*	20.00	Regula plaguicidas totales, en el entendido de que se analizarán de manera particular los que se utilicen en la zona de interés: Plaguicidas 0.1 y 0.5 como plaguicidas totales
Aldicarb	µg/L	10	9	3.0	1.0	10		*	10.00	
Aldrín/dieldrín	µg/L	0.03	0.7	*	0.01	0.03	0.03	0.03	0.03/0.03	
Atracina	µg/L	2	5	3.0	0.1	2.0	0.1	*	2.00	
Bentazona	µg/L	*	*	*	*	400		*		
Carbofurano	µg/L	7	90	40.0	5.0	8.0		*	7.00	
Clordano	µg/L	0.2	Archivado	2.0	0.01	0.2		0.2	0.20	
DDT	µg/L	1	Archivado	*	0.06	2.0		1	1.00	
2,4 D	µg/L	30	100	70.0	0.1	40		30	30.00	
1,2 dicloropropano	µg/L	40	*	5.0	*	20		*	40.00	
1,3 dicloropropeno	µg/L	20	*	*	*	20		*	20.00	
Heptacloro y époxido de eptaclor	µg/L	*	Archivado	0.4, 0.2	0.05	0.04	0.03	0.03		
Hexaclorobenceno	µg/L	*	*	1.0	*	1.0	0.1	1		
Lindano	µg/L	2.0	Archivado	0.2	0.05	2.0	0.1	2	2.00	
Metoxicloro	µg/L	20	900	40	0.2	20		20	20.00	
Metolacloro	µg/L	10	50	*	2.0	10		*	10.00	
Molinato	µg/L	6.0	*	*	0.5	0.7		*		
Pentadimetalina	µg/L	20.0	*	*	*	20		*	20.00	
Pentaclorofenol	µg/L	9.0 (Prov)	60	1.0	0.01	10		*	9.00	
Permetrina	µg/L	*	*	*	1.0	20		*		
Fenoprop	µg/L	9.0	*	*	*	10		*		
2,4,5, T	µg/L	9.0	*	*	0.05	10		*	9.00	
<b>DESINFECTANTES SECUNDARIOS Y SUBPRODUCTOS DE DESINFECCIÓN</b>										
Monocloramina	mg/L	3.0	3 (tot)	4	3.0	3.0	*	*	*	*
Cloro aplicado	mg/L	5.0	*	4	5.0 (N7)	*	*	*	*	*
Cloro residual	mg/L		*	*		0.6	*	*	*	*
Plata	mg/L	*	*	*	0.1	0.02	*	*	*	*
Bromato	µg/L	10 (Prov)	10	10	20	0.025	10	*	10.00	10
Clorito	µg/L	700	1000	1000	300	0.3	*	*	700	*



PARÁMETRO	UNIDAD	OMS	CANADÁ	ESTADOS UNIDOS	AUSTRALIA	NVA ZELANDA	INGLATERRA	MÉXICO		UNIÓN EUROPEA	
		2004	2006	2004	2004	2000	2000	2000	2007	1998	
		Valores guía	Guidelines for Drinking	EPA 822-R-04-005	NHMRC	Mistry of Health	DETR	NOM	NOM Proyecto	D. O.	
2,4,6 triclorofenol	µg/L	200	*	*	20	200	*	*	200	*	
Formaldehído	µg/L	900	*	*	500	1000	*	*	900	*	
Triahalometanos	µg/L	1000 (nota)	100	*	250	Nota	100	200	*	100	
Bromoformo	µg/L	100	*	80	*	100	*	*	100	*	
Dibromometano	µg/L	*	*	*	*	*	*	*	100	*	
Cloroformo	µg/L	200	*	80	*	200	*	*	200	*	
<b>RADIATIVOS</b>											
Radiactividad global	alfa	Bq/L							0.56	0.56	*
Radiactividad global	beta	Bq/L							1.85	1.85	*



En México, es muy importante considerar que la mayoría de las aguas superficiales se encuentran afectadas por descargas de aguas residuales ya sea crudas, tratadas o parcialmente tratadas y que para satisfacer la creciente demanda de agua para los diferentes sectores de usuarios, es necesario “conformar un ciclo artificial del agua”: captación-tratamiento para su potabilización-distribuir-usos-captar en drenaje-llevar a tratamiento-descargar agua tratada y regresar esta agua tratada a los acuíferos, embalses y corrientes. El agua se toma de la naturaleza y debe regresar a ésta.

Existe la percepción de que los estándares establecidos para agua potable cuyo origen es una fuente de primer uso, y por tanto no es un agua contaminada, no es aplicable al agua reutilizada o reciclada para fines potables, aun cuando haya sido tratada para este fin, ya que esta tendrá una amplia gama de contaminantes que se desconocen en términos de la diversidad y la cantidad. Esta premisa puede ser o no ser válida desde el punto de vista técnico ya que la calidad del producto dependerá de los procesos de tratamiento a que se someta el agua y no hay información que soporte o indique que los riesgos a la salud pública son mayores a los que pueden encontrarse con una fuente de abastecimiento de primer uso.

Por su parte, la Unión Europea tiene directivas relativas a la calidad y métodos de medición, frecuencia de los muestreos y del análisis de las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.

La Directiva 75/440/CEE define:

- Tres categorías de calidad: A1, A2 y A3. Las aguas de calidad peor que A3 sólo excepcionalmente pueden utilizarse para el abastecimiento de población, si se elabora un plan de gestión que incluya el tratamiento apropiado (incluida la mezcla) que permita cumplir con las normas de calidad para agua potable;
- Los sistemas de tratamiento mínimos que deben ir asociados a las categorías de calidad A1, A2 y A3;
- Las concentraciones límite para cada parámetro y grupo de calidad, estableciendo valores Imperativos (I) y valores Guía (G);
- Los criterios para el cálculo de las categorías de calidad de las aguas a partir de las concentraciones medidas y el número de muestras analizadas;
- Los parámetros (O) a los que pueden aplicárseles excepciones a tener en cuenta a la hora de hacer los cálculos de calidad;



- El compromiso de los Estados miembros relativo a poner en marcha planes de acción sistemáticos para la mejora continua de la calidad de las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Es importante señalar que en la directiva 2000/60/CE de la Unión Europea, en el ámbito de las políticas de agua, se incluye un listado de 33 sustancias prioritarias entre las que se encuentran los octil y nonilfenoles, los PAH's, plaguicidas, compuestos de tributilestaño, ftalatos, cloroalcanos (10 a 13 carbonos) y otros compuestos clorados, volátiles y semivolátiles (Tabla 4.13). Posteriormente, en la directiva 2008/105/CE, además de estos 33 compuestos, se incluye un listado de 11 sustancias para su posible identificación como sustancias prioritarias o como sustancias peligrosas prioritarias, entre las que se encuentran el bisfenol A, el almizcle-xileno, el quinoxifeno, las dioxinas y los PCB's (Tabla 4.14).

**Tabla 4.13. Listado de sustancia prioritarias en el ámbito de la política de aguas (Directiva 2008/105/CE)**

NÚM.	NÚM. CAS	NÚM. UE <sup>1</sup>	NOMBRE DE LA SUSTANCIA PRIORITARIA <sup>2</sup>	SUSTANCIA PELIGROSA PRIORITARIA
1	15972-60-8	240-110-8	Alacloro	0 <sup>3</sup>
2	120-12-7	204-371-1	Antraceno	1
3	1912-24-9	217-617-8	Atrazina	0
4	71-43-2	200-753-7	Benceno	0
5	No aplica	No aplica	Difeniléteres bromados (DEB) <sup>4</sup>	1 <sup>5</sup>
	32534-81-9	No aplica	Penttabromodifeniléter (congéneres 28, 47, 99, 100, 153 y 154)	0
6	7440-43-9	231-152-8	Cadmio y sus compuestos	1
7	85535-84-8	287-476-5	Cloroalcanos (C <sub>10-13</sub> ) <sup>4</sup>	1
8	470-90-6	207-432-0	Clorfenvinfós	0
9	2921-88-2	220-864-4	Clorpirifos (clorpirifos-etil)	0
10	107-06-2	203-458-1	1,2-dicloroetano	0
11	75-09-2	200-838-9	Diclorometano	0
12	117-81-7	204-211-0	Di(2-etilhexil)ftalato (DEHP)	0
13	330-54-1	206-354-4	Diurón	0
14	115-29-7	204-079-4	Endosulfán	1
15	206-44-0	205-912-4	Fluoranteno <sup>6</sup>	0
16	118-74-1	204-273-9	Hexaclorobenceno	1
17	87-68-3	201-765-5	Hexaclorobutadieno	1
18	608-73-1	210-158-9	Hexaclorociclohexano	1
19	34123-59-6	251-835-4	Isoproturón	0
20	7439-92-1	231-100-4	Plomo y sus compuestos	0
21	7439-97-6	231-106-7	Mercurio y sus compuestos	1
22	91-20-3	202-049-5	Naftaleno	0
23	7440-02-0	231-111-14	Níquel y sus compuestos	0
24	25154-52-3	246-672-0	Nonilfenol	1
	104-40-5	203-199-4	4-nonilfeol	1
25	1806-26-4	217-302-5	Octilfenol	0



NÚM.	NÚM. CAS	NÚM. UE <sup>1</sup>	NOMBRE DE LA SUSTANCIA PRIORITARIA <sup>2</sup>	SUSTANCIA PELIGROSA PRIORITARIA
	140-66-9	No aplica	(4-(1,1',3,3'tetrametilbutilfenol)	0
26	608-93-5	210-172-5	Pentaclorobenceno	1
27	87-86-5	231-152-8	Pentaclorofenol	1
28	No aplica	No aplica	Hidrocarburos aromáticos policíclicos	1
	50-32-8	200-028-5	Benzo(α)pireno	1
	205-99-2	205-911-9	Benzo(β)fluoranteno	1
	191-24-2	205-883-8	Benzo(g,h,i)perileno	1
	207-08-9	205-916-6	Benzo(k)fluoranteno	1
	193-39-5	205-893-2	Indeno(1,2,2-cd)pireno	1
29	122-34-9	204-535-2	Simazina	0
30	No aplica	No aplica	Compuestos de tributilestaño	1
	36643-28-4	No aplica	Cátion de tributilestaño	1
31	12002-48-1	234-413-4	Triclorobencenos	0
32	67-66-3	200-663-8	Triclorometano (cloroformo)	0
33	1582-09-8	216-428-8	Trifluoralina	0

1 Número UE: Número de Registro del Catálogo Europeo de Sustancias Químicas Comercializadas (EINECS) o de la Lista Europea de Sustancias Químicas Notificadas

2 En los casos en que se han seleccionado grupos de sustancias, se añaden los compuestos individuales representativos y característicos como parámetros indicativos (sin número). Para estos grupos de sustancias, el parámetro indicativo deberá definirse a partir del método analítico

3 0= no identificada como sustancia prioritaria peligrosa; 1= sustancia identificada como prioritaria peligrosa

4 Estos grupos de sustancias incluyen normalmente un número considerable de distintos compuestos. En la actualidad, no pueden darse parámetros indicativos apropiados

5 Sólo pentabromodifeniléter (Núm. CAS 32534-81-9)

6 El fluoranteno figura en la lista como indicador otros hidrocarburos aromáticos policíclicos más peligrosos

Tabla 4.14. Sustancias sometidas a revisión para su posible identificación como sustancias prioritarias o como sustancias peligrosas prioritarias

NÚM. CAS	NÚM. UE	NOMBRE DE LA SUSPTANCIA
1066-51-9	No aplica	Ácido aminometilfosfónico (AMPA, metabolito del glifosato)
25057-89-0	246-585-8	Bentazón
80-05-7		Bisfenol A
115-32-2	204-082-0	Dicofol
60-00-4	200-449-4	EDTA
57-12-5		Cianuro libre
1071-183-6	213-997-4	Glifosato
7085-19-0	230-386-8	Mecoprop (MCPP)
81-15-2	201-329-4	Almizcle xileno
1763-23-1		Ácido perfluoro-octan-sulfoanto (PFOS)
124495-17-7		Quinoxifeno (5,7-dicloro-4-(p-fluorofenoxi)quinolina) Dioxinas PCB

Australia, cuenta con varios años de trabajo en materia de reciclamiento de agua, para lo cual considera guías y leyes que rigen el agua potable y el reciclamiento de aguas



residuales. Las guías de agua potable australianas (ADWG, 2004) constituyen un documento autorizado sobre la calidad del agua potable. Establece principios, sistemas y directrices para garantizar la gestión segura de agua potable.

Las directrices australianas para el reciclaje de agua tienen como premisa el aumento de fuentes de agua potable, así como una aproximación a la gestión de los riesgos asociados a la producción y el uso de agua reciclada, basado en el marco desarrollado para las directrices de agua potable, aprobadas en mayo de 2008, después de la aprobación por el Consejo de Patrimonio y Protección Ambiental, el Consejo Ministerial de Recursos Naturales y el Consejo Nacional de Salud e Investigación Médica.

La Comisión de Agua de Queensland ha establecido un comité de expertos consultores para trabajar de manera autónoma en los aspectos técnicos asociados con el marco regulatorio y el proyecto de reciclamiento de agua en Corredor Oeste, analizando los siguientes tópicos (Queensland Water Commission; 2009):

- Criterios de calidad del agua específicos para agua reciclada purificada
- Capacidad de los procesos de tratamiento propuestos
- Requisitos de validación y funcionamiento
- Requerimientos de monitoreo
- Los alcances y contenidos del Plan de Manejo de Agua Reciclada
- Respuesta a los incidentes en la calidad del agua o desempeño de los sistemas, y
- Requerimientos para el reporte de calidad del agua

Así, las guías para el uso de agua reciclada, tienen como objetivo el fortalecer y soportar el reciclamiento seguro y sustentable (costo-efectividad) de las aguas residuales, de tal manera que deben cumplir con los estándares más estrictos en cuanto a la calidad y protección de la salud pública, antes de ser mezcladas con el agua de las fuentes de abastecimiento. Las directrices australianas para el reciclaje de agua: Aumento de suministros de agua potable, plantea los puntos de referencia para establecer la inocuidad del agua en el punto de uso. Por lo general, tienen la forma de objetivos de desempeño para microorganismos y valores orientadores para los contaminantes químicos. Estos valores han sido derivados con base en directrices y estándares publicados, y desarrollados a partir de información médica, toxicológica y estructural disponibles, manejando factores de incertidumbre conservadores, para derivar valores guía.

Los criterios de calidad para agua reciclada están especificados en la Cédula 3B de la Regulación de Salud Pública de 2005 (Queensland, 2009), que especifica más de 360 estándares, la mayoría de los cuales fueron reproducidos de las Guías Australianas de Agua Potable y las Guías Australianas para Reciclamiento de Agua: Aumento de Abastecimientos de Agua Potable (Fase 2) (AGWR, 2008). Asimismo, alrededor de 30 estándares adicionales fueron derivados con base en la metodología planteada en las Guías Australianas para Reciclamiento de Agua (Tabla 4.15).

**Tabla 4.15. Guías de calidad de agua reciclada para uso potable en Australia**

PARÁMETRO	VALOR GUÍA	PARÁMETRO	VALOR GUÍA
<b>PLAGUICIDAS ORGANOCLORADOS (µg/L)</b>			
Aldrin	0.300	3,4-Dicloroanalina	0.350
2,2 Ácido dicloropropiónico (DPA) (Dalapon)	500.000	2,4-Ácido diclorofoxiopropionico (2,4-DP) (Diclorprop)	100.000
4, 4' - DDT	20.000	Heptaclor y epóxido de heptaclor	0.300
Lindano (alfa BHC, beta BHC)	20.000	Pentaclorofenol	10.000
Otros plaguicidas (µg/L)			
Aldicarb	100.000	Aldicarb sulfona (aldoxicarb)	700.000
Aldicarb sulfóxido	700.000	Ametrin	50000.000
Asulam	50.000	Atrazina (total) incluyendo metabolitos	40.000
2, 4-D (2, 4- Ácido diclorofenoxiacetico)	30.000	2, 4 - Diclorofenol	200.000
Alaclor	2.000	Cipermetrina	0.500
Metolaclor	300.000	Simazina	20.000
Tiofanato	3.000	Clorpirifos	10.000
Clorpirifos metil	10.000	Clorpirifos oxon	100.000
DEET (N, N-dietiltoluamida (NN-dietil-3-metilbenzamida))	2500.000	Desetil atrazina	40.000
		Desisopropil atrazina	40.000
Dicamba	100.000	Diclorobenil	10.000
Ácido dicloroacetico	100.000	Diclofop-metil	3.000
Dicofol	0.300	Dimetoato	50.000
Diquat	5.000	Disulfoton	3.000
Diuron	30.000	Endosulfan	30.000
Endotal	100.000	Epiclorhidrina	0.500
Etridiazol	1.000	Fenamifos	100.000
Fenarimol	0.300	Fenclofos	30.000
Fenitrotion	30.000	Fenoprop (Silvex) (2,4,5-TP)	10.000
Fensulfotion	10.000	Fenvalarato	50.000
Flamprop- metil	3.000	Fluometuron	50.000
Fluroxipir	700.000	Formotion	50.000
Fosfamina	30.000	Glifosato	1000.000
3 -Hidroxi carbofurano	0.500	Halaxifop	1.050
Halaxifop metil	0.175	5- metil- 1H- benzotriazole	0.007
Maldison (Malation)	900.000	Mecopop (MCPP)	10.000
Metidation	30.000	Metiocarb	5.000
Metolmil	30.000	Metoxiclor	300.000
Metribuzina	50.000	Metsulfuron - metil	30.000
Mevinfos	5.000	Molinato	5.000
Monocrotofos	1.000	Paraquat	175.000
Paration (etil paration)	30.000	Paration metil	10.000
Pebulate	0.000	Pendimetalina	30.000
Pentametil-4,6-dinitroindano	300.000	Permetrina	0.350
Picloram	100.000	Piperonil butóxido	300.000



PARÁMETRO	VALOR GUÍA	PARÁMETRO	VALOR GUÍA
Pirimicarb	100.000	Pirimifos-etil	5.000
Pirimifos-metil	0.500	Praziquantel	50.000
Profenofos	70.000	Promercarb	0.300
Prometrina	30.000	Propaclor	105.000
Propanil	50.000	Propargit	500.000
Propazina	50.000	Propiconazol	50.000
Propoxur	100.000	Propizamida	70.000
Pirazofos	300.000	Quintozen	30.000
Temefos	300.000	Terbacil	30.000
Terbufos	0.500	Terbutrina	300.000
<b>ORGANOTINAS (µg/L)</b>			
Dibutiltina	2.000	Monobutiltina	0.700
Tributiltina	1.000	Tributiltina (óxido)	1.000
Nitrosaminas (µg/L)			
N-Nitrosodietilamina	0.010	N-Nitrosodimetilamina	0.010
Compuestos fenólicos, nonilfenoles y sus etoxilatos (mg/L)			
Bisfenol A	0.200	Fenol	0.150
4-Nitrofenol	0.030	4-Tert Octilfenol	0.050
<b>HORMONAS ESTROGÉNICAS (µg/L)</b>			
17α-estradiol	0.175	17α-etinil estradiol	0.0015
17β-estradiol	0.175	Equilenin	0.030
Equilin	0.030	Estriol	0.0500
Mestranol	0.0025		
<b>HORMONAS ANDROGÉNICAS (µg/L)</b>			
Androsterona	14.000	Testosterona	7.000
<b>ANTIBIÓTICOS (µg/L)</b>			
Amoxicilina	1.500	Anhidroeritromicina A	17.500
Azitromicina	3.900	Eritromicina	17.500
Clortetraciclina	105.000	Ciprofloxacino	250.000
Claritromicina	250.000	Clindamicina	300.000
Doxiciclina	10.500	Enrofloxacin	22.000
Lincomicina	3500.000	Monensina	35.000
Nalidíxico, ácido	1000.000	Norfloxacin	400.000
Oxitetraciclina (Terramicina)	10.000	Penicilina G	1.500
Penicilina V	1.500	Roxitromicina	150.000
Sulfametazina	35.000	Sulfametoxazol (SMXZ)	35.000
Sulfatiazol	35.000	Tetraciclina	105.000
Trimetoprima	70.000	Tilosina	1050.000
<b>ANTIINFLAMATORIOS NO ESFEROIDALES (µg/L)</b>			
Aspirina	29.000	Diclofenaco	1.800
Dipirona	525.000	Fenoprofeno	450.000
Ibuprofeno	400.000	Indometacina	25.000
Ketoprofeno	3.500	Naproxeno	220.000
Paracetamol (acetaminofen)	105.000	Tolfenémico ácido	17.500
β – bloqueadores adrenérgicos (µg/L)			
Atenolol	25.000	Betaxolol	10.000
Bisoprolol	0.630	Metropolol	25.000
Nadolol	20.000	Propranolol	40.000
Timolol	10.000		
<b>OTROS FÁRMACOS Y PRODUCTOS PARA EL CUIDADO PERSONAL (µg/L)</b>			
Atorvastatina	5.000	Alprazolam	0.25
Antipirina	1000.000	Benomil	100
Bentazon	30.000	Bezafibrato	300
Cimetidina	200.000	Clenbuterol	15
Citalopram	4.000	Clopiralid	1000





PARÁMETRO	VALOR GUÍA	PARÁMETRO	VALOR GUÍA
Clofibrico, ácido	750.000	Codeína	50
Cotinina	10.000	Ciclofosfamida	3.500
Desmetil citalopram	4.000	Desmetil diazepam (Nordazepam)	3.000
Dehidronifedipina	20.000	Diltiazem	
Diazepam	2.500	Enalaprilato	1.300
Furosemida	10.000	Fyrol FR 2 (tri(diclorisopropil) fosfato)	1.000
Fluoxetina		Gemfibrozil	600.000
Galaxolida	1800.000	Iopamidol	400.000
Iohexol	720.000	Iopamidol	400.000
Iopromida	750.000	Isofosfamida	3.500
Metotrexato	0.005	Metformina (1,1-Dimetilbiguanida)	250.000
Noretindrona		Norflurazona	0.250
Orizalina	0.000	Oxamil	300.000
Oxazepam	100.000	Oxicodona	15.000
Pentético ácido	250.000	Ranitidina	26.000
Salicílico, ácido	105.000	Sulfadiazina	35.000
Sulfadimetoxina	35.000	Sulfametoxina	35.000
Sulfasalazina	500.000	Sulfadiazina	35.000
Temazepam	5.000	Salbutamol	3.000
Triclosán	0.350	Terbutalina	4.500
<b>ALMIZCLES µg/L</b>			
Musk Ketone	350.000	Musk tibetene	0.350
<b>BIFENILOS POLICLORADOS Y DIOXINAS (µg/L)</b>			
PCB105 (2,3,3',4,4'-pentaclorobifenil)	100.000	PCB118 (2,3',4,4',5-Pentaclorobifenil)	0.000016
PCB156 (2,3,3',4,4',5-Hexaclorobifenil)	0.000016	PCB167 (2,4,5,3',4',5'-Hexaclorobifenil)	0.000016
PCB169 (3,4,5,3',4',5'-Hexaclorobifenil)	0.000016	PCB77(3,3',4,4'-Tetraclorobifenil)	0.000016
2,7-Dicolorodibenzo-p-dioxin (DCDD)	0.000016	Octaclorodibenzo -p-dioxin (OCDD)	50.000
Cloro dioxina	1000.000		
<b>Hidrocarburos poliaromáticos (PAH's) (µg/L)</b>			
Antraceno	150.000	Benzo (a) pireno	0.010
Fluranteno		Naftaleno	70.000
Fenantreno	150.000	Pireno	150.000
<b>COMPUESTOS ORGÁNICOS INDUSTRIALES, AMBIENTALES Y MISCELÁNEOS (µg/L)</b>			
Acido tetraacético (PDTA)	0.700	1,1- Dicloroetano	30.000
Coumarina	0.500	2,6- diclorofenol	10.000
Benzeno	1.000	Ácido diatrizoico	0.350
Clorobenzeno	300.000	Bioresmetrin	100.000
Cloroxuron	10.000	Clortalonilo	30.000
Dicloroacetnitrilo	2.000	Coprostanol	0.700
1,2 Dicloroetano	3.000	1,2 Diclorobenzeno	1500.000
1,4 Dicolobenzeno	40.000	1,2 Dicloroetano	60.000
Di-n-butyl ftalato	35.000	Di (2-etilhexil) ftalato	10.000
Diclorometano (Metilen cloruro)	4.000	Difenamida	300.000
Etilenediaminetetraacético ácido (EDTA)	250.000	Etil dipropiltiocarbamato (EPTC)	300.000
Nitrotriacético ácido	200.000	Etilen dibromiro (EDB)	30.000
Tributil fosfato	0.500	Formaldehído	500.000
2,6-di-ter-butyl-1,4-benzoquinone (2,6-bis(1,1-dimetiletil)-2,5-Cyclohexadine-1,4-dione)	0.014	N-nitrosomorfolina	0.001
4-Acetil-6-t-butyl-1,1-dimetilindano	7.000	1,7 - Dimetilxantina (Paraxantina)	0.700
		2,6- di-ter- butilfenol (2,6-bis(1,1-dimetiletil) fenol)	2.000
		2-Fenilfenol	1000.000
		6-Acetil-1,1,2,4,4,7-	4.000



PARÁMETRO	VALOR GUÍA	PARÁMETRO	VALOR GUÍA
Acetofenona	400.000	hexametiltetralina	
Benzil cloruro	0.200	Clorofeno	0.350
Colesterol	7.000	Diatrizoato sódico	0.350
Anhídrido ftálico	7000.000	Acenaftileno	0.014
Acefano	10.000	Acrilamida (2- propenemida)	0.200
Hexaclorobutadieno	0.700	Hexaflurato	30.000
Haxazinona	300.000	Hydroclortiazida	12.500
2- Metil-4-clorofenoxiacético ácido (MCPA)	2.000	4-Metilfenol (p-cresol)	600.000
Nitralina	500.000	Napropamida	1000.000
Sulprofos	10.000	Viinil benceno	30.000
2,4,6-Triclorofenol (2,4,6-T)	20.000	2,4,5-Triclorofenol	350.000
Tetraclorovinilos	100.000	Tetracloroetano	50.000
Tiobencarb	30.000	Teofinille	1.500
Tiram	10.000	Tiometon	3.000
Triadimefon	2.000	Tolueno	800.000
Triclorfon	5.000	Tri (butil celosol) fosfato	50.000
Ác. tricloroacético	100.000	Tricloroacetaldehído (hidrato de cloral)	20.000
Triclorofenoxiacético ácido (2,4,5-T)	100.000	Triclopír	10.000
Venlafaxina	75.000	Uranio	20.000
Vinilo cloruro	0.300	Vernolato	30.000
Xileno	600.000	Warfarina	1.500

**Fuente: Public Health Regulation 2005 Standards for quality of recycled water supplied to augment a supply of drinking water**

La Regulación Australiana, incluye además de compuestos orgánicos persistentes, fármacos, hormonas y productos para el cuidado personal, éstos son clasificados como contaminantes emergentes, y si bien no todos son persistentes, si son moléculas que se liberan al ambiente con mucha frecuencia y suelen ser farmacológicamente activas en el ambiente, de ahí su relevancia sanitaria en agua.

## 5. Diagnóstico de la presencia de contaminantes orgánicos no regulados en agua

Según el Inventario Nacional de Sustancias Químicas (INSQ), en 2009 fue posible identificar un total de 5852 sustancias químicas en comercio, de acuerdo con las fuentes de información existentes como la Cédula de Operación Anual (COA)<sup>1</sup>, las bases de datos de aduanas y las auditorías ambientales de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. El número de sustancias reguladas, con el enfoque de comercialización, a nivel nacional es solamente de 2,199 de acuerdo a un análisis realizado en 2007 a partir de las listas de sustancias de 16 ordenamientos jurídicos. En la actualización de 2013 de este inventario, se contabilizaron 9,849 sustancias químicas comercializadas en México



(Cantú & Ize Lema, 2017). Se desconoce, de este universo de compuestos, cuáles han sido liberados al ambiente y llegan a los cuerpos de agua.

## **5.1. Compuestos orgánicos no regulados de importancia sanitaria**

### **5.1.1. Retardantes de flama bromados**

Los retardantes de flama bromados (BFRs), entre los que destacan el tetrabromo bisfenol A (TBBPA), el hexabromociclododecano (HBCD), y los polibromodifeniléteres (PBDEs), se emplean en una gran variedad de productos comerciales, tales como muebles, plásticos, tejidos, pinturas, aparatos electrónicos, entre otros. La producción de retardantes de flama a nivel mundial es de 200.000 toneladas por año, de las cuales cerca de 47.000 corresponden a PBDEs (Birnbbaum and Staskal, 2004).

La preocupación radica en su gran ubicuidad, ya que se han detectado en muestras tanto humanas como animales y medioambientales, y en sitios alejados de las zonas de mayor producción y uso (Norén and Meyronité 2000; Alaei, y otros 2003). Su persistencia, biodisponibilidad, y algunos indicios sobre posibles efectos neurotóxicos, disrupción endocrina y cáncer, han motivado la aplicación del principio precautorio y la adopción de medidas legislativas para su control en agua en Europa.

### **5.1.2. Parafinas cloradas**

Las parafinas cloradas son formulaciones industriales consistentes en mezclas de alcanos de cadena lineal policlorados, con cadenas hidrocarbonadas de entre 10 y 30 átomos de carbono y entre 30 y 70% de cloro; las mezclas comerciales pueden ser de cadena corta (10 a 13 átomos de C), de cadena media (14 a 17 átomos de C) y de cadena larga (18 a 30 átomos de C). Estas formulaciones industriales, están formadas por mezclas complejas de un gran número de sustancias isoméricas y se caracterizan por su baja presión de vapor (10<sup>-5</sup>-6 mmHg), viscosidad alta y propiedades como retardantes de flama y estabilizantes químicos, por lo que se emplean como aditivos en fluidos de corte, lubricantes en carpintería metálica y en la industria automovilística, y como plastificantes en materiales de PVC, pinturas, adhesivos, entre otros.

La producción mundial de las aproximadamente 200 formulaciones comerciales que existen se estima en unas 300.000 toneladas por año, y de ellas las más utilizadas, y también las más tóxicas han sido las de cadena corta (IPCS-INCHEM, 1996).

Estas sustancias han sido calificadas como muy tóxicas para los organismos acuáticos, son bioacumulables en algunas especies, son persistentes, se han encontrado en



material biológico procedente del ártico, lo que indica que pueden ser transportadas a grandes distancias, y presentan una degradación y biodegradación lentas. Los cloroalcanos de cadena corta se han incluido en la lista de sustancias prioritarias en el agua de la UE, habiéndose fijado para ellos medias anuales de 0,4  $\mu\text{g/L}$  y concentraciones máximas admisibles de 1.4  $\mu\text{g/L}$  en aguas superficiales; asimismo, se ha limitado su comercialización y uso (para la elaboración de metales y el engrasado de cuero).

En Estados Unidos por el contrario, no se han fijado límites para estos compuestos, a pesar de que las parafinas con una media de 12 átomos de carbono en su cadena y un grado de cloración del 60% han sido catalogadas por la Agencia para la Investigación del Cáncer como posibles carcinógenos humanos (cáncer de hígado, renal, del tiroides, en ratas). Las parafinas cloradas no tienen un origen natural conocido y, por tanto, los niveles presentes en el medio ambiente son un resultado de su producción y uso.

Debido a su baja volatilidad y solubilidad en agua, y a su carácter lipofílico, presentan una fuerte tendencia a adsorberse en sedimentos en donde se observan las concentraciones más altas, sobre todo en áreas próximas a zonas de producción, y también a bioacumularse, en aves, peces y mamíferos, en niveles de hasta 12 mg/kg. En humanos, también se ha detectado su presencia en diferentes órganos con concentraciones de hasta 190  $\mu\text{g/kg}$  en tejido adiposo, mientras que en aguas (en donde pueden estar presentes mayormente adsorbidos a la materia particulada) los niveles son mucho más bajos, de pocos  $\mu\text{g/l}$ , y concentraciones igualmente bajas han sido detectadas en los escasos estudios llevados a cabo hasta ahora en la atmósfera.

### **5.1.3. Plaguicidas**

La mayoría de los productos de degradación de plaguicidas son compuestos polares, muchos de ellos quirales, para cuya determinación la técnica más idónea es la de cromatografía de líquidos-espectrometría de masas en tándem (LC-MS/MS) (Geerdink, y otros 2002).

Algunos de ellos, como los productos de degradación del DCPA (monoácido y diácido), del alacloro (ácido sulfónico) y de otras acetanilidas, y de triazinas han sido incluidos en la lista de contaminantes candidatos (Contaminants Candidate List, CCL) de la USEPA. La Unión Europea, en las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas, incluye por primera vez en la lista de posibles sustancias peligrosas prioritarias de 2008, a los plaguicidas polares, como la bentazona, el mecoprop, el glifosato y su producto de degradación el AMPA



Los surfactantes perfluorados son un claro ejemplo de compuestos de uso industrial en un amplio número de sectores y que ahora se descubren como contaminantes muy peligrosos y ampliamente distribuidos en el medio ambiente. En el centro de las investigaciones y la polémica que rodea a estos compuestos se sitúan el perfluorooctano sulfonato o PFOS y el ácido perfluorooctanoico o PFOA. El perfluorooctano sulfonato se ha usado como refrigerante, tensoactivo y polímero, en fórmulas farmacéuticas, retardantes de flama, lubricantes, adhesivos, cosméticos, insecticidas y otros.

El PFOA, se utiliza en la fabricación de fluoropolímeros (PTFE) y fluoroelástomeros (PVDF) empleados en una gran variedad de productos comerciales como tejidos, alfombras, recipientes para alimentos y automóviles, además de en espumas antiincendios. Según estudios recientes, ambos compuestos, son tóxicos y persistentes, el PFOA es además carcinogénico, y el PFOS presenta una fuerte tendencia a la bioacumulación (Schultz, y otros 2003).

A raíz de diversas investigaciones llevadas a cabo por 3M, el principal productor de estos compuestos en Estados Unidos y por la USEPA, 3M acordó suspender la producción de este compuesto en el año 2000, pero la polémica en torno a este compuesto, el PFOA, y los surfactantes fluorados en general no ha terminado.

Estos compuestos se han detectado en sangre e hígado humanos (en concentraciones de hasta mg/ml de sangre en estudios ocupacionales), en hígado y grasa de animales, y en aguas superficiales y subterráneas (Villagrasa, y otros 2006). Para su análisis se han empleado distintas técnicas como la resonancia magnética nuclear (RMN), GC-MS y LC-MS, de las cuales LC-tándem MS con ionización por electrospray es considerada como la más adecuada. Los aspectos que requieren una investigación más urgente son el estudio de las fuentes de entrada en el medio ambiente y las vías de exposición en humanos, los niveles en agua, aire, suelos, sedimentos y biota, su destino en el medio ambiente, y datos sobre su degradación química (Villagrasa, y otros 2006).

En opinión de algunos científicos la problemática ambiental asociada a estos compuestos puede alcanzar dimensiones comparables a la provocada por los DDT, PCBs, dioxinas y otros compuestos. De momento, los compuestos perfluorados PFOS, sus sales de potasio, amonio, litio y dietanolamina, el PFOA, y el amonio de perfluorooctano (APFO) han sido incluidos en la lista de sustancias prioritarias sujetas a revisión anteriormente comentada.



#### 5.1.4. Contaminantes emergentes

Una lista de contaminantes emergentes que ha sido de interés en Estados Unidos, incluye herbicidas como la atrazina y el metaloclor, productos para el cuidado personal como el DEET y el triclosán, compuestos químicos de uso doméstico como los detergentes y de consumo frecuente como la cafeína; entre los químicos industriales destacan el EDTA y el bisfenol A, algunas nanopartículas y, entre los fármacos, predominan los antibióticos y los reguladores metabólicos.

Trussell (2009) identificó mediante análisis de literatura, 100 compuestos frecuentemente detectados en efluentes y aguas superficiales: 1,4-dichlorobenceno, 1,7-dimetilxantina, 17 $\alpha$ -etinilestradiol, 17 $\beta$ -estradiol, 2,6-di-t-butyl 1.4-benzoquinona, 2,6-di-t-butyl fenol, 3-t-butyl-4-hidroxianisol, 4-metil fenol, 5-metil-1H-benzotriazol, acetaminofen, amoxicilina, androstenediona, atenolol, atrazina, azitromicina, benzo(a)pireno, bezafibrato, bisfenol-A, difeni-eter-bromado (BDPE), hidroxianisol butilado (BHA), hidroxitolueno butilado (BHT), cafeína, carbamazepina, cloropirifos, clorotetraciclina, colesterol, ciprofloxacina, claritromicina, ácido clofíbrico, coprostanol, cotinina, DDT, dehidronifedipina, diatrozato, diazenon, diazepam, di-N-butiltalato, diclofenaco, dilantina, difenhidramina, enrofloxacina, eritromicina, estriol, estrona, etanol, 2-butoxifosfato, etinil estradiol, ácido etilendiamino tetra acético (EDTA), fluoranteno, fluoxetina, galaxolida, gemfibrozil, hidrocodona, ibuprofeno, indometacina, iopromida, ketoprofeno, lincomicina, lipitor, meprobamato, metolaclor, metadona, metoprolol, monesina, morfina, almizcle-cetona, naftaleno, naproxeno, N-N-dietiltoluamida (DEET), nitrilotriacetato (NTA), nonilfenol, nonilfenol poli etoxilato, norfloxacina, NDMA, Octilfenol, octilfenol poli-etoxilato, ofloxacina, oxibenceno, pentoxifilina, fenitoína, anhídrido ftálico, fenacetina, difenil éteres polibrominados (PBDE), prednisona, primadona, progesterona, propranolol, pireno, roxitromicina, ácido salicílico, sulfadimetoxina, sulfametazina, sulfatometoxazol, sulfatiazol, TCEP, TCPP, testosterona, tonalida, triclosan, trimetoprim y virginamicina.

De estos 100, aproximadamente la tercera parte son compuestos que podrían estar presentes en el agua potable con cierta regularidad: acetaminofen, atenolol, atrazina, azitromicina, bisfenol-A, cafeína, carbamazepina, ciprofloxacina, eritromicina, estrona, EDTA, galaxolida, gemfibrozil, ibuprofeno, iopromida, meprobamato, naproxeno, DEET, nonilfenol, nonilfenol polietoxilato, fenitoína, octilfenol, octilfenol polietoxilato, primidona, sulfametoxazol, TCEP, triclosan y trimetoprim.

De estos últimos, 13 son particularmente persistentes y así son fuertes candidatos para ingresar al agua subterránea: bisfenol-A, carbamazepina, ciprofloxacina, EDTA,



gemfibrozil, iopromida, meprobamato, DEET, nonilfenol, nonilfenol polietoxilato, fenitoína, octilfenol, octilfenol polietoxilato, primidona y sulfametoxazol.

## **5.2. Planteamiento metodológico para identificar y priorizar contaminantes orgánicos de interés para asegurar la calidad del agua**

En la literatura se distinguen tres estrategias básicas para identificar contaminantes emergentes ambientales que pueden ser de interés para asegurar la calidad del agua [Boxall, *et al.* 2007]:

- Búsqueda y análisis de información durante el desarrollo de una investigación diseñada para identificar datos generados por diferentes grupos de investigadores sobre la ocurrencia transporte y toxicidad contaminantes emergentes
- En ejercicios de priorización, procesos sistemáticos aplicados para identificar aquellos químicos que están en uso o bien que se producen en el ambiente, y que podrían representar un riesgo si ingresan a la cadena alimentaria y al agua
- Aplicación de técnicas de análisis de laboratorio para identificar la presencia de contaminantes emergentes en diferentes matrices

### **5.2.1. Estrategia basada en el monitoreo**

La búsqueda y análisis de información generada por grupos de investigación, permite únicamente identificar peligros y riesgos asociados a los contaminantes que están siendo activamente estudiados y representan solamente una pequeña proporción de los contaminantes emergentes que probablemente estén siendo liberados en el ambiente. En un esquema de priorización basado en riesgo, considera el potencial de exposición a los contaminantes biológicos y químicos de interés a través del agua (inhalación de aerosoles, ingestión de agua, contacto dérmico), así como los efectos potenciales a la salud humana, la vida silvestre y el ambiente en general, en el corto y el largo plazos.

### **5.2.2. Estrategia basada en exposición-efecto**

Existen propuestas metodológicas, desarrolladas por diversas agencia internacionales y grupos de expertos para la priorización de contaminantes, la primera incluye cinco fases, de acuerdo con la revisión de Boxall, y otros (2007):

- a) Definición del sistema o área geográfica de interés: local, municipal, estatal, regional, nacional
- b) Caracterización de los químicos a incluir: identificación y cuantificación



- c) Evaluación de la exposición
- d) Evaluación de la toxicidad o de los efectos
- e) Priorización

#### **5.2.2.1. Fase 1. Definición del sistema**

En esta fase se identifica el área geográfica que involucra el problema identificado o planteado, con los que se define la pertinencia de la información para que el contaminante pueda o no ser incluido como contaminante prioritario. En este sentido, el área puede ser una localidad, el municipio, el estado una región, una cuenca hidrológica, un río o lago, un acuífero o el país en su totalidad.

#### **5.2.2.2. Fase 2. Identificación y cuantificación de contaminantes**

En esta fase, el objetivo es identificar y cuantificar los contaminantes dentro del sistema definido en la fase 1. Por supuesto, depende de la disponibilidad de datos, así como de las metodologías aplicadas para su obtención (p. ej., la sensibilidad, especificidad y límites de detección pueden ser criterios para decidir si un dato se es pertinente o no); asimismo, incluye metodologías para la colecta de datos considerando bases de datos disponibles y grupos de contaminantes (plaguicidas, fármacos de humanos, fármacos veterinarios, químicos utilizados en la industria, productos de uso diario y para el cuidado personal).

#### *Plaguicidas, metabolitos y productos de degradación*

El uso de plaguicidas es una práctica universal, y numerosos productos se forman a través del tiempo y con la influencia de las condiciones ambientales prevalentes en la aplicación. Existen bases de datos que pueden ser consultadas para definir la cantidad producida y utilizada, identificación estructural de la molécula original y los productos de transformación. En México, la información de la cantidad producida y utilizada, debería ser controlada por las Secretarías de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGARPA), así como por la Comisión Federal para la Prevención de Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) y la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).

Globalmente, no hay un sistema de vigilancia para plaguicidas, aunque existen esfuerzos como los del Reino Unido, Estados Unidos y Corea del Sur, que cuentan con inventarios que actualizan cada determinado tiempo, por lo cual las únicas herramientas disponibles para países





como México, son algunas bases de datos confiables de acceso libre y otras que implican un costo:

- California, USA: <http://www.cdpr.ca.gov/docs/pur/purmain.htm>
- Oregon, USA: [http://www.oregon.gov/ODA/PEST/purs\\_index.shtml](http://www.oregon.gov/ODA/PEST/purs_index.shtml)
- New York, USA: <http://www.dec.state.ny.us/website/dshm/pr/>
- USA: <http://www.epa.gov/oppbead1/pestsales/>  
<http://usda.mannlib.cornell.edu/reports/nassr/other/pcu-bb/>
- United Kingdom: <http://www.csl.gov.uk/science/organ/pvm/puskm/reports.cfm>
- Scotland: [http://www.sasa.gov.uk/pesticide\\_wildlife/pesticide\\_usage/surveyreports.cfm](http://www.sasa.gov.uk/pesticide_wildlife/pesticide_usage/surveyreports.cfm)
- Northern Ireland: <http://www.afsni.ac.uk/services/pesticideusage/>
- Denmark: <http://www.dst.dk/HomeUK/Guide/documentation/Varedeklarationer/emnegruppe/emne.aspx?sysrid=1133>
- 134 countries: <http://faostat.fao.org/faostat/collections?subset=agriculture>

Si no se tiene información confiable, puede explorarse información de ventas, que en teoría todos los países deben tener; si esto no es posible, existe la Food and Agriculture Organisation (FAO) y la Organisation for Co-operation and Development (OECD).

Si además, no se cuenta con la información para el sistema definido, entonces será necesario utilizar otras metodologías para identificar y estimar los plaguicidas que estén en uso y que mayor riesgo representen; p. ej., el tipo de cultivos, dentro de la región, registros disponibles como son las estadísticas de producción/exportación de cultivos, y el uso de sensores remotos son una herramienta útil.

### *Fármacos de uso humano y veterinario*

Existe una base de datos que incluye a 65 países, Inter.-continental Medical Statistics (IMS), que incluye el uso/venta de fármacos en hospitales, establecimientos y farmacias. En el caso de fármacos de uso veterinario, también se registran en el IMS y relacionan los números de prescripciones para un producto en particular.

### *Productos de uso industrial*

Existen numerosas bases de datos sobre los productos químicos en uso alrededor del mundo, incluyendo la naturaleza del contaminante.



### **5.2.2.3. Fase 3. Determinación de la exposición a contaminantes emergentes**

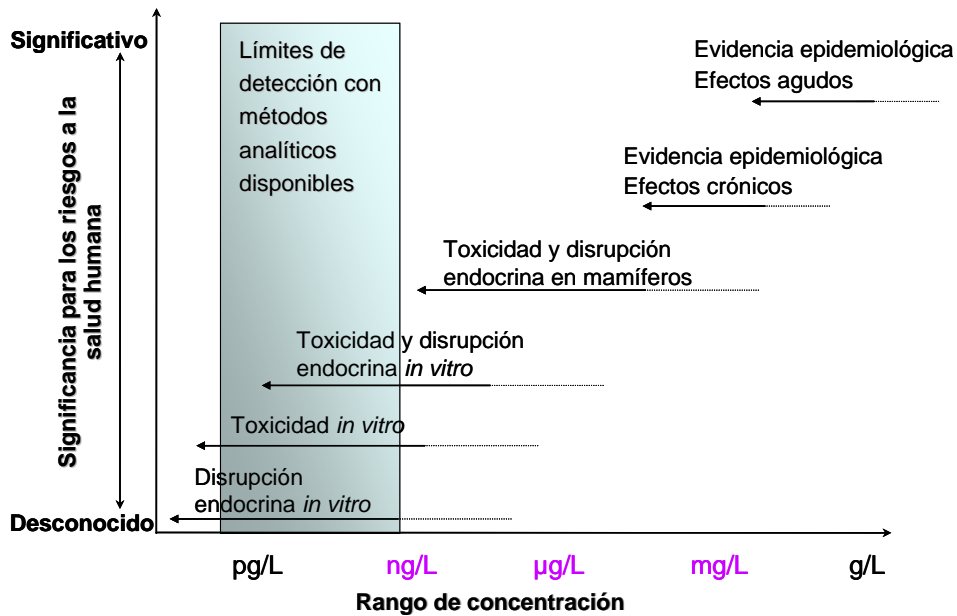
La exposición potencial, puede ser determinada mediante diferentes metodologías, que incluyen evaluaciones cualitativas que indican peligro del potencial para la exposición; índices de exposición; algoritmos para tamizaje que proporcionan indicación cuantitativa de la exposición y modelos complejos y aproximados a la realidad como son los utilizados en las evaluaciones de riesgos. Entre los determinantes de la exposición se encuentran las propiedades fisicoquímicas de los contaminantes, pues de éstos dependen sus transformaciones y transporte o movilidad ambiental, como ya se vio en la sección anterior:

- Adsorción a sólidos y sedimentos ( $K_d$  o  $K_{oc}$ )
- Vida media en los diferentes compartimientos ambientales ( $DT_{50}$  o  $t_{50}$ )
- Presión de vapor
- Constante de la ley de Henry
- Solubilidad en agua
- Hidrofobicidad
- Disociación

Esta información puede ser obtenida de bases de datos obtenidas en ensayos experimentales, o bien en literatura en la que se reportan estimaciones o aproximaciones predictivas. La complejidad de las técnicas con las cuales se obtiene la información es variable y va desde el uso de modelos de regresión lineal simple a aquéllas que se basan en técnicas de análisis multivariado que utilizan descriptores moleculares complejos. Boxall y otros (2007), presentan una recopilación de relaciones estadísticas para estimar la movilidad de los contaminantes emergentes.

### **5.2.2.4. Fase 4. Efectos determinantes, evaluación de la toxicidad**

En la cuarta fase, se evalúa la toxicidad de los contaminantes. Los efectos determinantes incluyen: carcinogenicidad, genotoxicidad, mutagenicidad, neurotoxicidad, toxicidad del desarrollo, toxicidad reproductiva, sensibilización y toxicidad oral aguda. Siempre habrá que considerar que las dosis de exposición serán bajas y que con frecuencia la disponibilidad de información será limitada. Asano y Cotruvo (2004), presentan un marco conceptual para varios tipos de ensayos toxicológicos y su significado para la salud pública Figura 5.1.



**Figura 5.1. Marco conceptual de los ensayos para compuestos orgánicos traza y su significancia relativa para los riesgos a la salud humana (priorización) (Asando and Cotruvo, 2004)**

Es de notar que la evidencia de mayor peso, es decir la evidencia epidemiológica, será con frecuencia limitada, pues a bajas concentraciones estimar asociaciones o causalidad está más allá de las herramientas metodológicas disponibles; p. ej., un sistema de biomarcadores de daño bioquímico temprano suficientemente sensible y específico.

La fase final combina la información sobre exposición-efectos para seleccionar las sustancias prioritarias. La priorización puede ser cualitativa, p. ej., identificación de sustancias que implican una alta exposición y alta toxicidad o bien, mediante un algoritmo o índice cuantitativo que requieren como parámetros de entrada la concentración del analito en los compartimientos ambientales, valores de producción, uso, transporte y transformación, probabilidad de ingresar al agua y a la cadena alimenticia, índice de acumulación y persistencia e índice de toxicidad.

### 5.2.3. Tamizaje analítico

En la actualidad, el desarrollo científico y tecnológico permite tener disponibles una amplia gama de tecnologías para la detección cualitativa y cuantitativa de contaminantes químicos emergentes (fármacos activos, químicos industriales, disruptores endocrinos, productos de cuidado personal, etc.), a bajas concentraciones en matrices ambientales complejas (agua, aire, suelos y sedimentos); sin embargo, para realizar una correcta



selección del método debe tenerse claro que es lo que se quiere determinar y cual es el propósito del análisis. Si el objetivo es determinar concentraciones de los compuestos presentes en un agua en particular el análisis químico es el más recomendado. Las metodologías analíticas incluyen, ensayos bioquímicos *in vitro* e *in vivo*, y el uso de métodos instrumentales en los que se acoplan dos o más tecnologías.

#### **5.2.4. Estrategia basada en el comportamiento ambiental de los contaminantes**

En un análisis, que podría calificarse como preliminar, de priorización de contaminantes orgánicos, es necesario estimar la posibilidad de éstos se encuentren en uno o más compartimientos ambientales, con base en los principios fisicoquímicos de cada sustancia; esto es, una vez que un compuesto químico es emitido al ambiente, ya sea en fase gaseosa, sólida o en solución, no permanecerá estático necesariamente, sino que dependiendo de sus características fisicoquímicas y vida media de reacción en agua, suelo y atmósfera, será más o menos probable encontrarlo en uno o más compartimientos ambientales, como se vio en la sección anterior.

Existen factores propios a la naturaleza química de los contaminantes que pueden influir en su transporte y destino en el ambiente, como son: la solubilidad en agua, constante de la ley de Henry, coeficiente de partición carbono orgánico, coeficiente de partición octanol/agua, difusividad, factor de bioconcentración, tasas de transformación y degradación, y vida media; en agua u otros medios p. ej.:

- Los compuestos muy solubles en agua se adsorben con baja afinidad a los suelos, por lo que son rápidamente transportados desde el suelo contaminado hasta los cuerpos de agua superficial e incluso subterránea; y,
- Cuando la presión de vapor de un contaminante es alta con respecto a su solubilidad en agua, la constante de la ley de Henry ( $H_c$ ) también es alta y el compuesto se evaporará e integrará a la atmósfera; así, un contaminante cuya constante de Henry es alto, tiene mayor posibilidad de volatilizarse que de permanecer en agua y esto sugiere que la inhalación es la vía de exposición, en tanto que si el contaminante químico tiene mayor solubilidad en agua con respecto a su presión de vapor, éste se disuelve principalmente en agua [IEH, 2004].

### 5.2.5. Sistema basado en el puntaje de exposición

Tomado como ejemplo el grupo de los haluros aromáticos [NAP, 1999], los factores importantes para dar puntuación a los contaminantes son: volumen de producción, persistencia ambiental y potencial de bioacumulación ().

**Tabla 5.1. Tabla 5.1 Puntuación y criterios para asignar puntajes de exposición a factores de exposición.**

FACTOR DE EXPOSICIÓN	PUNTUACIÓN Y CRITERIOS PARA ASIGNAR PUNTAJES DE EXPOSICIÓN			
	+3	+2	+1	0
Producción anual (libras)	100X10 <sup>6</sup>	10X10 <sup>6</sup>	10X10 <sup>5</sup>	10X10 <sup>5</sup>
Persistencia ambiental	Años	Meses	Días	Horas
Potencial de bioacumulación (K <sub>OW</sub> )	>5	3 a 5	1 a 3	<1

Fuente: NAP, 1999

### 5.2.6. Asignación del puntaje de efectos

Los factores para ordenar y asignar puntuación son: toxicidad aguda, mutagenicidad, carcinogenicidad y ecotoxicidad (Tabla 5.2). En este sistema de priorización, los puntajes positivos (basado en datos empíricos) y los negativos (valores predichos) para efectos biológicos, se analizan por separado.

En algunos sistemas, para llevar a cabo la identificación de contaminantes emergentes prioritarios, los datos utilizados son medidas resumen tales como ingestión total diaria (TDI, por sus siglas en inglés), dosis de referencia (RfD), ingestión aceptable diaria (ADI), puntuación de la toxicidad como los propuestos por Capelton, y otros (2006), o Wearne *et al.* [1996] (citados por Boxall *et al.* 2007), que se sintetizan en la Tabla 5.3 y la Tabla 5.4 respectivamente.



**Tabla 5.2. Puntajes y criterios para asignar puntuación para efectos biológicos para contaminantes químicos**

EFECTOS BIOLÓGICOS	PUNTAJES Y CRITERIOS PARA ASIGNAR PUNTUACIÓN PARA EFECTOS BIOLÓGICOS						
	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3
Toxicidad aguda	LD <sub>50</sub> <50 mg/kg (oral) LC <sub>50</sub> <5 mg/L (inhalación) LD <sub>50</sub> <1 mg/kg (dérmica)	LD <sub>50</sub> =50-500 mg/kg (oral) LC <sub>50</sub> =5-50 mg/L (inhalación) LD <sub>50</sub> =1-50 mg/kg (dérmica)	LD <sub>50</sub> =500-5000 mg/kg (oral) LC <sub>50</sub> =50-500 mg/L (inhalación) LD <sub>50</sub> =50-500 mg/kg (dérmica)	LD <sub>50</sub> >5000 mg/kg (oral) LC <sub>50</sub> <500 mg/L (inhalación) LD <sub>50</sub> <500 mg/kg (dérmica)	Sospecha de ligera a moderada toxicidad	Sospecha de alta toxicidad	Sospecha de alta toxicidad
Mutagenicidad	Positivo en dos o más especies de mamíferos de prueba	Positivo <i>in vitro</i> e interactúa con células germinales DNA <i>in vivo</i>	Positivo en un sistema de prueba	Negativo en más de un sistema de prueba	Sospecha ligera con base en infraestructura	Sospecha basada en SARs para conocer mutágenos o carcinógenos	Fuerte sospecha basada en SARs
Carcinogenicidad	Establecido como carcinógeno de humanos o en dos especies animales	Establecido como carcinógeno en una especie animal	Datos insuficientes pero alguna sospecha de carcinogenicidad	Resultados negativos en dos especies animales	Sospecha de carcinogenicidad, toxina potente para órganos específicos	Relación estructural con carcinógenos conocidos	Relación estructural con un carcinógeno conocido o fuerte sospecha basada en SARs
Ecotoxicidad	Efectos a bajas concentraciones (µg/L)	Efectos a moderadas concentraciones (mg/L)	Efectos a altas concentraciones (g/L)	Resultados negativos	Probablemente cause efectos a altas concentraciones	Probablemente cause efectos a concentraciones moderadas	Probablemente cause efectos a bajas concentraciones basado en SARs

Fuente: NAP, 1999



**Tabla 5.3. Criterios de evaluación de peligro toxicológico y esquema de clasificación**

PUNTO TOXICOLÓGICO FINAL		CRITERIO PARA ASIGNAR VALOR	PUNTAJE	OBSERVACIONES
Ingestión aceptada (acceptable intake)	diaria (ADI, daily)	<0.0001 mg/kg/día	20	El valor de 20 asignado como máximo, se deriva considerando una exposición crónica a bajas dosis durante el período de vida, de tal manera que se tiene un marcador para la población general
		<0.001 mg/kg/día	16	
		<0.01 mg/kg/día	12	
		<0.1 mg/kg/día	8	
		>0.1 mg/kg/día	4	
<b>Efectos finales</b>				
<i>Carcinogenicidad</i>	No carcinogénico	0	El valor 5 se asigna a aquéllos compuestos que fueron calificados como posibles carcinógenos por agencias internacionales; 4 a aquéllas que posiblemente sean carcinogénicos y, para los que no hay información se asigna un valor de 2	
	Carcinógeno	5		
	Sospechosos	4		
	Desconocido	2		
<i>Mutagenicidad</i>	No mutagénico	0	El valor 5 se asigna a aquéllos compuestos que fueron calificados como posibles mutágenos por agencias internacionales; 4 a aquéllas que posiblemente sean mutágenos y, para los que no hay información se asigna un valor de 2	
	Mutagénico	5		
	Sospechosos	4		
	Desconocido	2		
<i>Toxicidad reproductiva</i>	No toxicidad reproductiva	0	El valor 5 se asigna a aquéllos compuestos que fueron calificados como posibles tóxicos reproductivos por agencias internacionales; 4 a aquéllas que posiblemente sean tóxicos reproductivos y, para los que no hay información se asigna un valor de 2	
	Tóxico reproductivo	5		
	Sospechosos	4		
	Desconocido	2		
<i>Neurotoxicidad</i>	Evidencia	3	Se asigna 3 a compuestos para los cuales agencias internacionales presentan evidencia de neurotoxicidad	
	No evidencia	0		
<i>Inmunotoxicidad</i>	Evidencia	3	Se asigna 3 a compuestos para los cuales agencias internacionales presentan evidencia de inmunotoxicidad	
	No evidencia	0		
<i>Toxicidad endocrina</i>	Evidencia	3	Se asigna 3 a compuestos para los cuales agencias internacionales presentan evidencia de disrupción o alteración endocrina	
	No evidencia	0		
<b>Efectos microbiológicos</b>	Evidencia	3	Se asigna 3 a compuestos para los cuales agencias internacionales presentan evidencia de toxicidad para bacterias	
	No evidencia	0		
<b>Toxicidad general</b>	Evidencia	3	Se asigna 3 a compuestos para los cuales agencias internacionales presentan evidencia de toxicidad diferente a las anteriores, p. ej., nefrotoxicidad, hepatotoxicidad	
	No evidencia	0		
<b>Vida media biológica</b>	Datos no disponibles	1	Agencias internacionales, consideran que compuestos que poseen vidas medias biológicas prolongadas pueden representar mayor peligro toxicológico que aquéllas que se eliminan rápidamente	
	<7 días	0		
	8-28 días	2		
	>28 días	5		
<b>Metabolitos activos</b>	Sin datos	1	En donde hay evidencia de que los metabolitos de un compuesto tienen mayor actividad biológica que la molécula original, se asigna un valor de 2	
	≤a la molécula original	0		
	>a la molécula original	2		

**Tabla 5.4. Sistema de clasificación de toxicidad propuesto por Wearne, y otros (1996)**

<b>EVIDENCIA TOXICOLÓGICA</b>	<b>ÍNDICE</b>
Evidencia de carcinogenicidad en humanos o fuerte evidencia en animales, daño congénito (heredable) o toxicidad reproductiva	10
Evidencia de carcinogenicidad en animales, mutagenicidad <i>in vivo</i> o toxicidad reproductiva o evidencia de daño celular somático en humanos	9
Prueba de mutagenicidad positiva en al menos un ensayo <i>in vitro</i> o positiva en un tamizaje reproductivo <i>in vivo</i> o evidencia de carcinogenicidad en animales, mutagenicidad o toxicidad reproductiva la cual es equívoca o de relevancia incierta para el hombre	8
Evidencia de sensibilización respiratoria o toxicidad oral <50 mg/kg/día en un estudio de 90 días	7
Sin datos de mutagenicidad o toxicidad reproductiva o evidencia de efectos acumulativos	6
Sin datos de mutagenicidad o toxicidad reproductiva o evidencia de efectos acumulativos	5
Negativo en una prueba de mutagenicidad <i>in vivo</i> pero positivo en al menos una prueba <i>in vitro</i> o negativo en una prueba de tamizaje reproductivo <i>in vivo</i> o sin datos en dosis de toxicidad repetidas	4
Negativo solamente para teratogenicidad o LD <sub>50</sub> <25 mg/kg vía oral en ratas	3
Negativo solamente para mutación genética o solamente para aberraciones cromosómicas <i>in vitro</i> o negativo solamente para fertilidad o LD <sub>50</sub> <250 mg/kg vía oral en ratas o causa daño severo en ojos	2
Irritación a los ojo, sistema respiratorio o piel o LD <sub>50</sub> <2000 mg/kg vía oral en ratas	1

Las metodologías de evaluación de riesgos, que pueden ser útiles en la priorización de contaminantes emergentes, como la de la Agency for Toxic Substances and Diseases Registry (ATSDR) de Estados Unidos, estandarizan la estimación de la importancia de los contaminantes, comparando la concentración en el medio ambiental de interés contra un valor de referencia denominado Guía de Evaluación para Medios Ambientales (EMEG, por sus siglas en inglés); la limitación de esta y otras metodologías de evaluación de riesgos a la salud humana es la incertidumbre que subyace en la información de monitoreo, toxicidad en humanos, entre otras y, en evaluación de la exposición. Esta Agencia y el Integrated Risk Information System [IRIS, 2005], plantean los siguientes valores de toxicidad:

- Valores de toxicidad asignados para las vías oral e inhalación, publicados en las bases de datos de la ATSDR, el IRIS (2005):
  - Carcinogenicidad:
    - D =0
    - C =1
    - B =2
    - A =3
  - Valores de toxicidad sistémica o no cáncer asignados
    - No hay información o no es tóxico =0





- Baja: RfD en el rango de 1.00E+00 a 9.9E-01 =1
- Media: RfD en el rango de 1.00E-02 a 9.99E-02 =2
- Alta RfD 1.00E-03 a 9.999E-04 =3
- Muy alta: RfD  $\leq$ 1.00E-04 =4

Desde el punto de vista ecotoxicológico, son prioritarios aquéllos contaminantes que tienen valores altos de bioconcentración, bioacumulación y biomagnificación, que es posible encontrar en diversas bases de datos:

- Toxicidad para organismos acuáticos, indicada por el valor de referencia de toxicidad (TRV)
  - No, no está reportado, o no hay información suficiente =0
  - TRV >1000, toxicidad baja =1
  - TRV en el rango de 100.1 a 1000, toxicidad media =2
  - TRV en el rango de 10.1 a 100, toxicidad alta =3
  - TRV  $\leq$ 10, toxicidad muy alta =4
  - Cuando no haya valor de TRV reportado en la literatura, se asignará valor 1 a sustancias que esté reportada la toxicidad en organismos de agua dulce.
- Bioconcentración en organismos acuáticos. Indicada por el factor de bioconcentración en peces (FBC)
  - No, no hay información suficiente o FBC <1.00 =0
  - Baja: FBC en el rango de 1.00E+00 a 9.9E+01 =1
  - Media: FBC en el rango de 1.00E+02 a 9.99E+02 =2
  - Alta 1.00E+03 a 9.999E+04 =3
  - Muy alta: FBC  $\geq$ 1.00E+05 =4
- Bioacumulación en organismos acuáticos. Indicada por el factor de bioacumulación en peces (FBA)
  - No, no hay información suficiente o FBC <1.00 = 0
  - Baja: FBA en el rango de 1.00E+00 a 9.9E+01 = 1
  - Media: FBA en el rango de 1.00E+02 a 9.99E+02 =2
  - Alta FBA 1.00E+03 a 9.999E+04 =3
  - Muy alta: FBA  $\geq$ 1.00E+05 =4
- Biomagnificación en la cadena trófica en organismos acuáticos:
  - Sí = 1
  - No o no hay información suficiente = 0



Es importante señalar que si bien, es posible identificar valores de toxicidad, bioconcentración y bioacumulación de algunos analitos orgánicos e inorgánicos, existen pocos estudios o reportes referentes a la capacidad de biomagnificación a través de la cadena trófica para la mayoría de los compuestos que se liberan al ambiente.

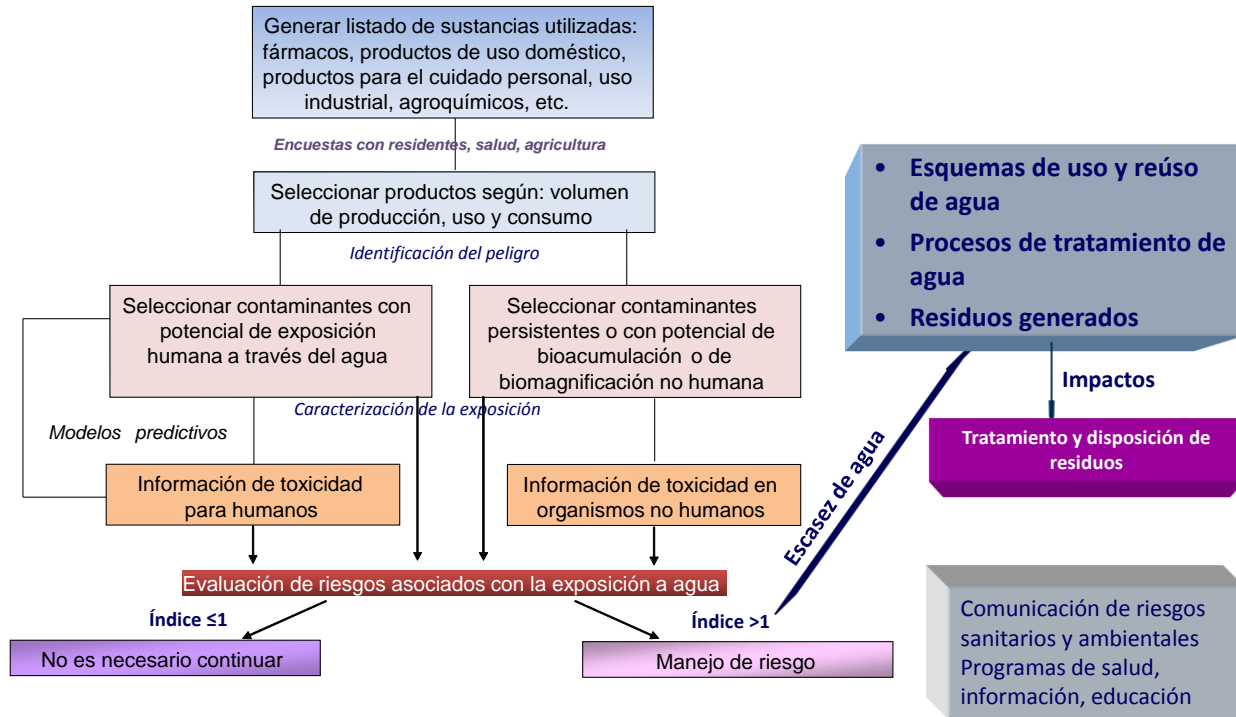
No obstante, en general se considera que las sustancias bioacumulativa hidrofóbicas, solubles en grasa que tienen altos coeficientes de partición octanol-agua ( $K_{OW} \geq 100,000$ ) se biomagnificarán; no obstante existen dudas acerca de sustancia moderadamente hidrofóbicas. En el caso compuestos de metales y metaloides como el cobre, cadmio, zinc y arsénico, no hay evidencia de biomagnificación [Barwick and Maher, 2003]; para el mercurio, esta propiedad ha sido ampliamente demostrada [Barbosa, y otros, 2003; PNUMA, 2002].

### **5.2.7. Situación en México**

En México, no se identificaron listados de compuestos químicos prioritarios desde el punto de vista de salud humana y ambiental, el mejor intento es del proyecto de norma oficial mexicana NOM-127-SSA1-2017, para agua potable, que básicamente constituye un subconjunto del listado de contaminantes considerados para regulación en Estados Unidos y Canadá.

La priorización de contaminantes en México, requiere llenar huecos de información importantes, tales como inventarios e información estadística confiable y suficientemente detallada. P. ej., existe un cuadro básico de medicamentos y un listado de sustancias registradas en la Comisión Federal para la Prevención de Riesgos Sanitarios, pero no hay información sistematizada de uso y consumo de estos productos, lo suficientemente desagregada como para identificar peligros y nivel de exposición; lo mismo ocurre con productos utilizados en el hogar, productos para el cuidado personal y aún para productos de uso industrial, a menos que se trate sustancias controladas.

Así, habría que iniciar generando un listado general de sustancias utilizadas en el país, posteriormente, hacer una selección preliminar con base en el volumen de producción (Oprea, y otros, 2005) o consumo (esto último es importante para las importaciones) y aplicar modelos predictivos para integrar la potencial exposición ambiental con el potencial toxicológico (Figura 5.2). En este caso, cuando se habla de manejo de riesgo, nos referimos a que se demuestra que puede haber efectos adversos para la salud pública, o a la vida silvestre y es necesario tomar medidas para el tratamiento de agua, disposición de desechos, entre otras medidas.



**Figura 5.2. Propuesta de un proceso de priorización de contaminantes emergentes y no regulados en México.**

Con esta propuesta, en el año 2009, se identificó un primer listado de más de 3,000 contaminantes orgánicos emergentes y no regulados, liberados al ambiente; de éste, se seleccionaron aproximadamente 1400 contaminantes reconocidos por instancias internacionales y de diversos países, identificando aquéllos que se definen como prioritarios, los que se encuentran en proceso de regulación y aquéllos que si bien no son prioritarios se encuentran en proceso de revisión; posteriormente, se integró información del Instituto Nacional de Ecología para el caso de plaguicidas y de la Secretaría de Salud para fármacos, cabe señalar que los registros y bases de datos sobre consumos y producción de químicos a nivel nacional no se encuentran actualizados y con frecuencia no están disponibles.

Interpolando en una matriz el listado original con información sobre el potencial para que ocurra exposición vía uso y consumo de agua, así como algún efecto tóxico, se obtuvo un segundo listado de alrededor de 879 contaminantes orgánicos, que incluyen: fármacos, drogas lícitas e ilícitas, hormonas naturales y sintéticas, retardantes de flama, productos para el cuidado personal e higiene, compuestos organometálicos, plaguicidas



persistentes, compuestos industriales persistentes, subproductos de desinfección y contaminantes ambientales (Anexo I).

De estos 879 contaminantes orgánicos, 450 son disruptores endocrinos, 365 tienen el potencial para causar toxicidad durante el desarrollo de un individuo, 227 son neurotóxicos, 92 son carcinógenos reconocidos (hay evidencia epidemiológica) y 88 tienen el potencial para causar efectos tóxicos reproductivos, lo cual no significa que haya efectos combinados, es decir un disruptor puede ser también cancerígeno o neurotóxico (Anexo II y Anexo III).

Considerando costos de análisis y, en su momento, la factibilidad técnica su determinación en el laboratorio, este listado se redujo 50 fármacos y productos para el cuidado personal de alto consumo en México, la identificación y cuantificación de plaguicidas organoclorados y organofosforados, 2,4-D, gasolinas, metil terbutil éter y, a nivel cualitativo es factible identificar una amplia gama de compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles que podrían ser la base para generar bancos de datos de calidad del agua en diferentes regiones del país.

En los años 2010, 2012 y 2013, Cortés, y otros (2009; 2010; 2012; 2014), llevaron a cabo dos estudios de monitoreo de contaminantes orgánicos no regulados en: agua subterránea (en el Valle del Mezquital), dos planta de tratamiento de aguas residuales (Guanajuato y Valle de Bravo) y dos plantas potabilizadoras (Guanajuato y Guadalajara). La problemática de partida fue que de acuerdo con datos de la Comisión Nacional del Agua (2013), en el año 2012, solamente el 47.48% de las aguas residuales municipales y 28.85% de las industriales recibieron algún tipo de tratamiento, lo que significa que una fracción importante de aguas residuales crudas se liberan al ambiente acuático, incluyendo fuentes de abastecimiento para consumo humano (p. ej., el Lago de Chapala y la Presa Valle de Bravo), lo que constituye, el reúso no planeado, o de facto, de aguas residuales con fines potables. Esta situación no es nueva y a nivel internacional está cobrando cada vez mayor preocupación y atención debido a que las aguas residuales contienen una gran cantidad de contaminantes no regulados (CNR) y emergentes (CE's) que son descargados en las fuentes de abastecimiento (Leverenz, y otros, 2011; Rice, y otros 2013).

La gama de CE's y CNR's es muy amplia y se desconoce la magnitud real de los riesgos potenciales para la salud humana y el ambiente. Aún los países industrializados, carecen de recursos económicos suficientes para desarrollar los estudios toxicológicos y epidemiológicos necesarios para determinar dichos riesgos, por lo que algunas agencias



han desarrollado metodologías que pueden ser utilizadas en la evaluación de riesgos a la salud y la priorización de algunos CE's y CNR's.

El objetivo fue generar información a fin de que el organismo operador de agua potable tenga certeza de la inocuidad del agua que suministra a la población. De los más de 600 contaminantes emergentes y no regulados identificados en el agua residual, agua residual tratada, influente y efluente de la planta potabilizadora, 183 y 182 califican como altamente peligrosos para la salud pública y el ambiente respectivamente y 14 persistieron a los procesos convencionales de tratamiento y potabilización. Se requiere de tratamiento adicional a los efluentes de la planta de aguas residuales y la potabilizadora, dado que bajo un escenario crítico, se identificó el potencial de exposición a este tipo de contaminantes, aun cuando cada uno de los tipos de agua, cumplía con la normativa nacional vigente en materia de descargas o de agua para uso y consumo humano (Cortés, y otros, 2014).

Del total de COV's y COSV's detectados a nivel cualitativo en las diferentes matrices, 543 son calificadas por la Agencia Federal Ambiental de Alemania como peligrosas para el ambiente acuático; 220 están registradas en el Banco de Datos de Sustancias Peligrosas (HSDB, por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos y, 172 son también relevantes desde el punto de vista ambiental o de salud pública por la Agencia Ambiental de Canadá.

Es importante anotar, que de los 543 de los compuestos calificados como peligrosos para el ambiente acuático por la agencia ambiental alemana, 183 se encuentran registrados en el HSDB, base de datos enfocada a la toxicología de compuestos químicos potencialmente peligrosos para la salud humana, exposición laboral y de la población abierta, transporte, transformación y destino de los contaminantes, así como aspectos regulatorios en materia ambiental. Salvo para algunos plaguicidas organoclorados y COV's como benceno, xileno (isómeros) y tolueno, México no cuenta con regulación en agua potable para los contaminantes detectados, y a nivel internacional son pocos los países que proponen o establecen valores guía o estándares; algunos estados de la Unión Americana vigilan de manera obligatoria o voluntaria algunos plaguicidas, químicos industriales e incluso algunos saborizantes y fragancias artificiales.

Por otro lado, en cualquier esquema de uso del agua, es altamente relevante identificar aquéllos compuestos que representan riesgos a la salud pública y la conservación de la vida acuática, ya sea por el potencial carcinogénico o por los efectos sistémicos (no



cáncer) como son hepatotoxicidad, nefrotoxicidad, daño reproductivo, efectos del desarrollo, alteración del sistema endócrino y neurotoxicidad.

De los compuestos orgánicos volátiles son relevantes el benceno, tolueno y xilenos, así como algunos compuestos organoclorados. Existe información importante sobre la toxicología de muchos de estos compuestos, pero es necesaria más información en el contexto de la reutilización de agua con fines potables, especialmente en lo referente a los efectos sobre la salud humana asociados con la exposición crónica a bajas concentraciones.

Algunos de los compuestos que fueron identificados en las aguas y aguas residuales, califican como peligrosas en el Acta Canadiense de Protección Ambiental (CEPA, por sus siglas en inglés) y tienen prioridad alta, media o baja en salud pública, aun cuando no sean tóxicas para organismos acuáticos, bioacumulativos, persistentes, o bien no se consideren prioritarias para el ambiente; además, según la literatura internacional disponible, el agua es un vehículo potencial de exposición humana a estos contaminantes.

Como altamente prioritarios en salud pública, debido a su potencial carcinogénico califican los siguientes:

- a) Químicos industriales. Bisfenol A, Furfural, Tri(2-cloroetyl) fosfato, 1,4-Dioxano, Tributyl fosfato, Ácido 2-etil hexadecanoico, Ácido 2-etilhexanoico, 2-Hexanona y el Metil-N-butil cetona
- b) Aditivos para alimentos. Vinil acetato
- c) Agentes saborizantes y fragancias. Bis(2-etilhexil) éster del ácido hexanodioico
- d) Sustancias naturales y extractivas. Naftalina

A partir de una exhaustiva revisión bibliográfica se elaboró la Tabla 35, que clasifica el carácter hidrofóbico/hidrofílico de los contaminantes emergentes en función del valor del coeficiente de partición. Se puede observar que la gran mayoría de los contaminantes reportados tiene carácter hidrofílico.

## 6. Propuesta de localización de sitios de muestreo y listado de contaminantes tóxicos a vigilar

Derivado de los compromisos internacionales que tiene México, es evidente la necesidad de implementar un plan de monitoreo y acciones regulatorias para la vigilancia y seguimiento de los 29 COPs incluidos en el Convenio de Estocolmo. Pero más allá de estos compromisos, está la problemática asociada con los potenciales efectos adversos a la salud humana y ambiental.

El primer beneficio es que el monitoreo continuo de la calidad del agua permite asegurar que el sistema de distribución en su conjunto, opera adecuadamente, proporcionando agua que no representará ningún peligro a la población. La desviación en alguno de los resultados que implican ambas actividades, permite al prestador del servicio identificar áreas del sistema de abastecimiento que pudieran tener problemas y tomar así las medidas correctivas necesarias.

En la elaboración del programa de control y vigilancia, es necesario considerar los recursos de que se dispone, en términos de laboratorio o red de laboratorios, transporte, recursos humanos calificados, recursos financieros suficientes, así como el marco legal en el cual se encuentra inmerso el programa.

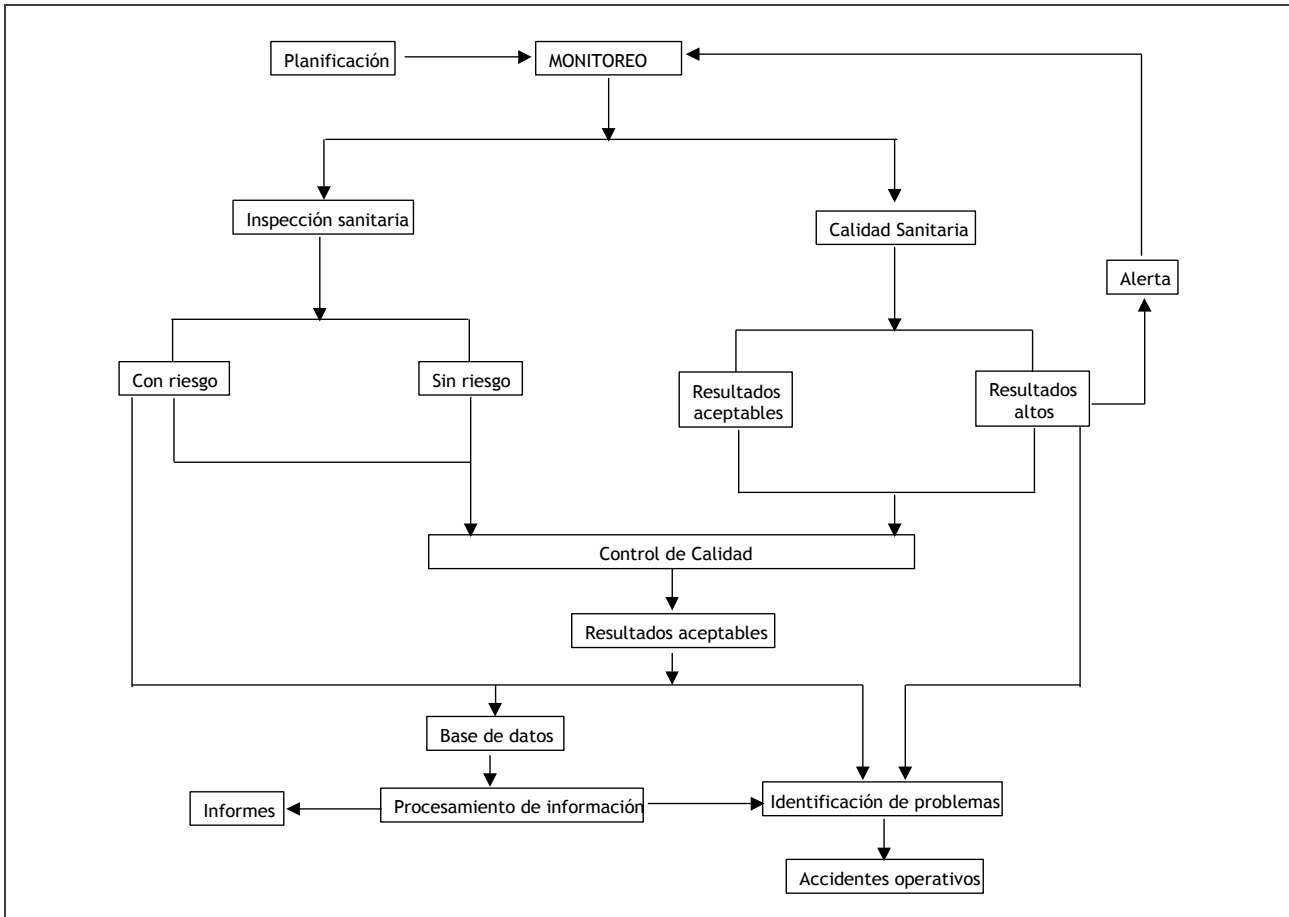
En función de la disponibilidad de recursos, la OMS desde la década de 1970, planteó la posibilidad de establecer niveles de control o vigilancia, desde un nivel I o inicial para países con poca experiencia, hasta el nivel V, que sería equivalente al implementado por la EPA en Estados Unidos (Tabla 6.1). Esta clasificación podría analizarse y ver en términos reales la situación de México, con base en el tamaño y recursos de las instancias gubernamentales e instituciones de investigación.

**Tabla 6.1. Niveles propuestos por la OMS, con base en la situación institucional**

NIVEL		SITUACIÓN
I	Inicial	No se dispone de un programa formal ni de las correspondientes autoridades
II	Básico	Se dispone de un programa mínimo con graves limitaciones de alcance y eficiencia
III	Intermedio	Se dispone de un programa aplicable a las grandes ciudades
IV	Avanzado	Se dispone a un programa aplicable a grandes y pequeñas ciudades en forma limitada a las localidades situadas en el medio rural
V	Completo	Programa análogo a lo utilizado en los países desarrollados y en donde se han eliminado las enfermedades transmitidas por el agua

Es importante señalar, que definitivamente el país no se encuentra en el nivel V y difícilmente en algunas regiones se llega a los niveles III y IV, considerando los

requisitos que sería factible cumplir. Amanera de ejemplo, en la Tabla 6.1, se esquematizan los diferentes puntos que incluye el programa de vigilancia y control de la calidad del agua para uso y consumo humano.



**Figura 6.1. Programa de control y vigilancia de la calidad del agua de consumo humano**  
Fuente: Vargas, y otros, 1999

En la elaboración del programa de control y vigilancia, es necesario considerar los recursos de que se dispone, en términos de laboratorio o red de laboratorios, transporte, recursos humanos calificados, recursos financieros suficientes, así como el marco legal en el cual se encuentra inmerso el programa.

El programa de muestreo incluye aspectos microbiológicos y fisico-químicos y debe especificar lo siguiente:

- Parámetros a controlar
- Sitios de muestreo





- Frecuencia
- Técnicas para la obtención, transporte, preservación y almacenamiento de las muestras

Para la implementación de un programa de monitoreo de contaminantes orgánicos persistentes y no regulados, se propone hacer una regionalización del país.

La Secretaría de Salud, en el año 2002, publicó el Primer Diagnóstico Nacional de Salud Ambiental y Ocupacional, en éste, se identificaron riesgos por agentes contaminantes naturales y antropogénicos en 28 entidades (Figura 6.2, Tabla 6.2), estos contaminantes se dividieron en cuatro grandes grupos: metales, sustancias químicas, toxinas y emisiones volcánicas. El grupo de metales comprende: cadmio, plomo, mercurio, cromatos, manganeso, cromo y molibdeno; los compuestos orgánicos persistentes son: plaguicidas, dioxinas, hidrocarburos, PCB's, askareles, algunos farmacéuticos y residuos peligrosos.



**Figura 6.2. Riesgos por agentes contaminantes naturales y antropogénicos**  
Fuente: SSA, 2002

**Tabla 6.2. Riesgos identificados por entidad federativa**

ESTADO	LOCALIZACIÓN	AGENTES
Baja California	Tijuana	Plomo y cadmio, residuos peligrosos
Coahuila	Torreón	Plomo, residuos peligrosos
Colima	Colima	Residuos peligrosos biológico-infeccioso
Chiapas	Tapachula	Plaguicidas
	Puerto Madero y Tapachula	Saxitoxina
Chihuahua	Chihuahua	Plomo
D. F.	Delegación Xochimilco	Productos Farmacéuticos
	Distrito Federal	Hidrocarburos
Durango	Durango	Residuos Peligrosos
Guanajuato	León, San Francisco del Rincón, Manuel Doblado, Pénjamo, Cuerámara, Salamanca	Residuos Peligrosos
Hidalgo	Molango	Manganeso
	Corredor industrial Tepeji	Residuos Peligrosos
Jalisco	Zona Huichol	Plaguicidas
México	Tultitlán	Cromatos
Michoacán	Morelia	PCB´s-Azkareles
Morelos	Cuatla	Plomo, Cromo
Nayarit	Zona Huichol	Plaguicidas
	Santiago Ixcuintla	Residuos Peligrosos y plaguicidas
Nuevo León	Nuevo León	Plomo
Oaxaca	Lagunas	Partículas, Dioxinas
	Salina Cruz y Puerto Escondido	Saxitoxina
	Salina Cruz	Hidrocarburos
	Oaxaca	Residuos Peligrosos
San Luis Potosí	Guadalcazar	Residuos Peligrosos
Sinaloa	Valle de Huasave, los Mochis y Culiacán	Plaguicidas
	Mazatlán	Desechos sólidos
	Culiacán, los Mochis, Mazatlán y Guasave	Residuos infecto-contagiosos
Sonora	Cumpas	Partículas suspendidas, SO <sub>2</sub> , Molibdeno
	Hermosillo	Residuos peligrosos, aguas residuales
Tamaulipas	Tamaulipas	Brevitoxina
Veracruz	Perote	PCB´s-Azkareles
	Veracruz	Brevitoxina, residuos peligrosos, aguas residuales
	Poza Rica, Medellín de Bravo	Hidrocarburos
	Jaltipan	Azufre
Zacatecas	Pedernalillo	Mercurio
	San Felipe de Nuevo Mercurio, Mazapi	PCB´s
	Noria de Ángeles	Partículas
	Cuenca Zacatecana	Mercurio y plomo

Destacan por la severidad y población afectada, mercurio y plomo en Zacatecas; plomo en Coahuila, Nuevo León, Chihuahua y Morelos; manganeso en Hidalgo; plaguicidas en Nayarit, Jalisco, Sinaloa y Chiapas; la mayoría de las entidades presentan problemas por residuos peligrosos; por toxinas (marea roja), Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Veracruz y Tamaulipas, y por emisiones volcánicas Puebla y Colima.

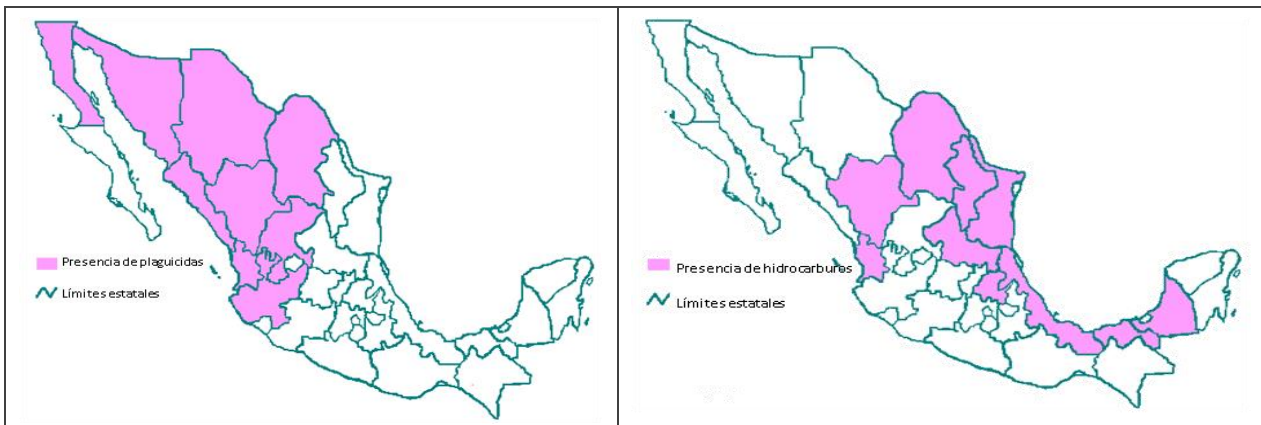
La información disponible, permite identificar contaminantes en tres regiones principalmente, en cada una de ellas, es posible proponer la instalación de laboratorios equipado de manera específica para este grupos de parámetros, para llevar a cabo el control y vigilancia de las normas poniendo énfasis en aquellos contaminantes que son prioritarios para cada región (Tabla 6.3).

**Tabla 6.3. Regionalización del país, con base en problemas prioritarios de contaminación**

Región	Estados	Contaminante prioritario
1	Baja California Norte, Sonora Chihuahua, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Zacatecas	Plaguicidas
2	Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Nayarit, San Luis Potosí, Hidalgo	Hidrocarburos
3	Chihuahua <sup>1</sup> , Coahuila <sup>1</sup> , Nuevo León, Durango <sup>1</sup> , Sinaloa, Zacatecas <sup>1</sup> , Nayarit, San Luis Potosí <sup>1</sup> , Hidalgo <sup>1</sup> , Querétaro, Jalisco <sup>5</sup> , Guanajuato <sup>1</sup> , Sonora <sup>1</sup> , Morelos <sup>1</sup> , Tabasco <sup>1</sup>	Metales como mercurio y plomo

<sup>1</sup> En estos estados se debe vigilar principalmente la cuantificación de arsénico además de los metales.

Con relación a las dioxinas y askareles, son parámetros que se han identificado como agentes nocivos a la salud, de aquí que se propone cabo estudios de monitoreo en agua, para en su caso efectuar control y vigilancia en las zonas de riesgo como son Michoacán, Oaxaca y Veracruz.



**Figura 6.3. Entidades federativas en donde es prioritaria la implementación de programas de monitoreo para plaguicidas (derecha), hidrocarburos y PCB's (izquierda).**

Aunado a lo anterior, en los últimos años, ha habido sustancias involucradas en emergencias químicas, en donde ha habido resultados catastróficos, como es el caso de los derrames de gasolina, diésel u combustóleo a cuerpos receptores, incluyendo fuentes de agua.



En general, se distinguen las siguientes necesidades, para la implementación de un programa de vigilancia de compuestos orgánicos persistentes y no regulados en el país (Cantú & Ize Lema, 2017):

1. Establecer el Registro Nacional de Sustancias Químicas para:

- Contar con información suficiente y fidedigna (identificación con número CAS) de la naturaleza química de las sustancias, sus usos, características fisicoquímicas y de peligrosidad al ambiente y a la salud humana.
- Contar con información para evaluar y, en su caso, autorizar el uso de las sustancias químicas, para asegurar que los riesgos que representan son bien conocidos y que los usuarios finales e intermedios cuentan con la información necesaria para emplearlas en condiciones que garanticen riesgos mínimos.
- Conocer los volúmenes comercializados y las tendencias de producción e importación de las sustancias químicas en el país como un insumo prioritario para apoyar el desarrollo de políticas públicas.
- Controlar efectivamente las sustancias químicas prohibidas en acuerdos internacionales firmados por México así como las sustancias que representan un riesgo inaceptable para la salud humana y para el ambiente.

2. Instaurar el Sistema Globalmente Armonizado para:

- Establecer una clasificación uniforme de los peligros que se aplique a lo largo de todas las etapas del ciclo de vida de los productos químicos y que permita contar con las medidas y la infraestructura necesarias para reducir la exposición y los riesgos asociados al manejo de estos productos.
- Implantar un sistema armonizado de comunicación con hojas de datos de seguridad, dibujos o pictogramas, palabras de advertencia y etiquetado de los productos químicos, que evite las barreras técnicas para su comercialización internacional.
- Impulsar cambios en el marco jurídico para garantizar que se alcance un nivel de seguridad adecuado en el manejo de los productos químicos.

3. Cumplir con los compromisos internacionales para:

- Avanzar en las agendas nacionales, favorecer el intercambio de información, la cooperación técnica y el desarrollo de planes de implementación que prevean acciones específicas para el manejo, la investigación, el monitoreo, la



capacitación y la instrumentación de un marco legal para la gestión adecuada de las sustancias químicas en México.

- Avanzar en materia jurídica, ya que un foro o convenio internacional jurídicamente vinculante implica que los compromisos establecidos en el instrumento se vuelven ley nacional y deben ser cumplidos por el país signatario.

4. Realizar evaluaciones de riesgo ambiental, evaluaciones de exposición, evaluaciones costo-beneficio para:

- Proporcionar evidencias científicas objetivas que permitan a los tomadores de decisiones contar con la mejor información para establecer medidas eficaces de eliminación y reducción de riesgos, sin esperar contar con la certeza absoluta de los daños
- Lograr una evaluación objetiva de la eficacia de las políticas y medidas de control de las sustancias químicas con estas evaluaciones y establecer programas de monitoreo y biomonitoreo ágiles, bien articulados y con control de calidad analítica, realizables a pesar de las limitaciones de recursos económicos y humanos en el país

5. Realizar estudios de línea base y de estado base para:

- Describir la situación inicial de los elementos que integran el medio ambiente (o de la población objetivo), así como la interacción entre los mismos, antes de iniciar cualquier proyecto que pueda tener implicaciones para el medio ambiente.
- Comparar la información inicial obtenida con mediciones posteriores para evaluar objetivamente la magnitud de los cambios producidos por la puesta en marcha del proyecto o medida ambiental, y establecer si hay alguna responsabilidad ambiental de los operadores de dicho proyecto o medida.

6. Establecer programas de prevención y control eficaz de las emergencias químicas para:

- Establecer criterios adicionales de prevención de emergencias químicas que consideren consecuencias negativas en la salud humana y el medio ambiente además de los criterios CRETIB.
- Lograr una mejor coordinación entre todos los sectores de la sociedad para prevenir y atender las emergencias químicas.

7. Buscar alternativas químicas menos tóxicas y alternativas no químicas para:



- Impulsar la investigación de punta y el intercambio de información entre los diferentes actores de la sociedad para eliminar paulatinamente el uso de sustancias de alta peligrosidad y toxicidad.
- En los procesos industriales, eliminar o reducir sustancias químicas altamente peligrosas a través de programas de implementación de química verde.
- En agricultura, impulsar el manejo integrado de plagas (MIP) y el manejo agroecológico que permiten el control eficaz de plagas con base en prácticas culturales y favorecen el vigor y los mecanismos de defensa naturales de los cultivos, disminuyendo así la dependencia y el uso indiscriminado de plaguicidas.
- Impulsar la agricultura orgánica que busca aplicar prácticas de gestión agrícola eliminando totalmente la utilización de fertilizantes y plaguicidas sintéticos y empleando en su lugar métodos culturales, biológicos y mecánicos de control de plagas.

## **7. Evaluación de la factibilidad para el monitoreo y análisis de compuestos tóxicos en aguas**

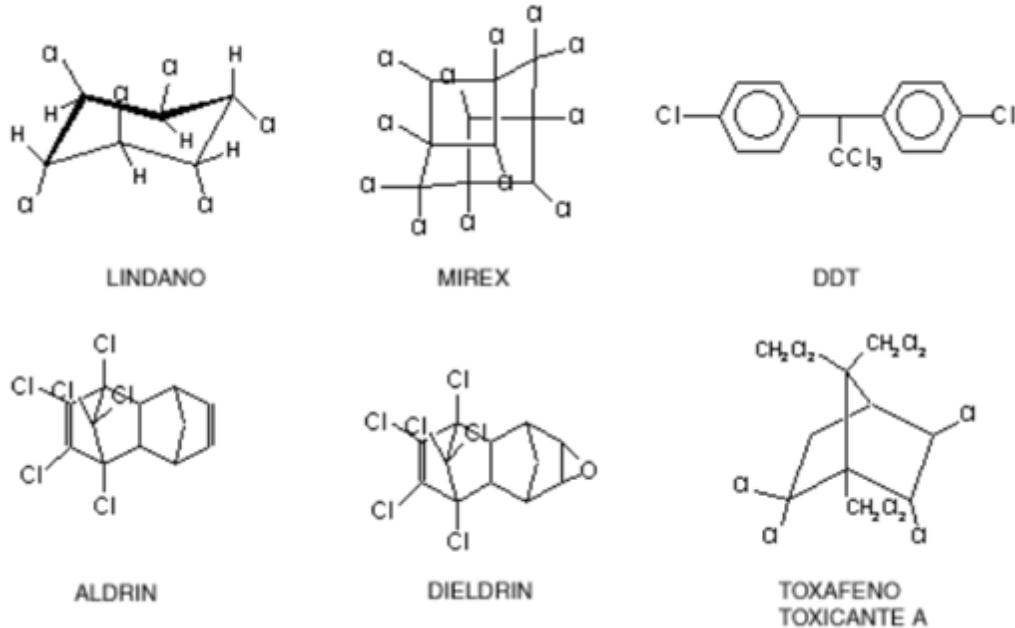
### **7.1. Generalidades**

Este capítulo, constituye la primera etapa en la implementación de un programa de monitoreo y vigilancia de COPs, revisa algunas de los principales compuestos tóxicos como son los plaguicidas organoclorados y organofosforados.

El desarrollo de esta metodología analítica se basa en el método de Extracción en Fase Sólida (SPE); dentro de las ventajas de la SPE con respecto a otras técnicas como la extracción líquido-líquido se cuentan (Ibáñez, y otros, 1998; Bidlingmeyer, 1992).

Los plaguicidas organoclorados son moléculas orgánicas con sustituyentes cloro en varios lugares de su estructura que actúan por contacto e ingestión. A pesar de su excelente actividad insecticida, tienen el problema de su toxicidad, persistencia y acumulación en las grasas de los animales. Además algunos son cancerígenos. Por estos motivos todos los insecticidas de este grupo han sido prohibidos en agricultura, dejando así como regla general cuanto más sustituido, menor facilidad de degradación, (Benítez, 2012).

En la Figura 7.1 se muestran algunos plaguicidas como son: lindano, mirex, ddt, aldrin, dieldrin y toxafeno toxicante a.



**Figura 7.1. Plaguicidas organoclorados comunes (FAO, 2014).**

Los plaguicidas organofosforados son sustancias químicas derivados del ácido fosfórico, carbono y otros compuestos. Con base a su elevada toxicidad inmediata no se acumulan en las plantas ni en los animales; sin embargo, tienen un alto poder penetrante y alta actividad por inhalación, aunque pueden producir resistencias. Su actividad crece con la temperatura, aunque disminuye su acción a largo plazo. Los plaguicidas organofosforados (Demetón-S, Diazinón, Disulfotón, Metil Paratión, Malatión, Paratión y Etión).

En general la prevención de los riesgos para la salud derivados del uso de plaguicidas en la agricultura, está relacionada además de con la dosis, con la vía de ingreso al organismo:

- Por la piel: Los plaguicidas pueden ser absorbidos a través de la piel, incluso sin que se vea señal alguna.
- Por la nariz: Los plaguicidas pueden ser inhalados, inclusive se volatiliza en mayor aumenta en lugares cerrados y con temperatura elevada.



- Por la boca: Los plaguicidas pueden ser ingeridos, por ello es recomendable lavarse por lo menos el rostro y las manos antes de comer, beber o ir al baño.

En la agricultura la exposición total de un trabajador y las personas del entorno están expuestas en muchas situaciones u operaciones relativas a esos productos, la exposición ante los plaguicidas es la suma de todas las operaciones durante las diferentes circunstancias de trabajo, como el reingreso en el área tratada, derrames, eliminación, aplicación (rociamiento del plaguicida) y mezclado/carga.

Ninguna circunstancia está exenta de riesgos, por lo cual es preciso tomar precauciones para evitar la exposición. Deje de trabajar inmediatamente si sospecha que ha habido una exposición peligrosa, incluso los síntomas que provoca la exposición pueden confundirse con los de otras enfermedades, como la gripe o el estrés térmico, (OMS, 2004).

La toxicidad crónica, hace referencia a los efectos causados a largo plazo sobre los seres vivos, debido a la exposición prolongada a dicha sustancia. Estos efectos pueden ser en la reproducción, teratogénicos, mutagénicos, cancerígenos, hormonales y los órganos del cuerpo, (Eraso, 2015).

Los plaguicidas resisten la degradación química y bacteriana debido a su estructura química. Cuando son liberados permanecen inalterados por largo tiempo en el ambiente. Como son sustancias poco solubles en agua se evaporan pasando al aire o uniéndose a las partículas del suelo, como vapor o polvo.

Pueden ser transportados grandes distancias y nuevamente ser depositados a través de lluvias sobre la tierra o aguas superficiales.

Estas sustancias tienden a ser absorbidas por pequeños organismos llamados plancton desde las aguas superficiales, entrando de esta manera en los niveles más bajos de la cadena alimentaria. Como los animales superiores y los peces comen a estos pequeños animales los contaminantes pasan a lo más alto de la cadena trófica.

El último eslabón de la misma puede ser el hombre cuando se alimenta de peces contaminados. Como estas sustancias se acumulan en las grasas de un organismo su concentración va aumentando en cada etapa de la cadena. Conociendo los efectos adversos de los plaguicidas podremos cuidar nuestra salud y la del ambiente.



En 1978, la Organización Mundial de la Salud (OMS) estableció una clasificación de los plaguicidas, basada en su peligrosidad o grado de toxicidad aguda, definida esta como la capacidad del plaguicida de producir un daño agudo a la salud a través de una o múltiples exposiciones, en un período de tiempo relativamente corto en la Figura 7.2, se muestra la clasificación de los plaguicidas según su toxicidad.




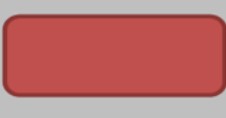




CLASE	TOXICIDAD	EJEMPLOS	PELIGROSIDAD	COLOR DE LA ETIQUETA
IA	Extremadamente peligroso	Paratión, Dieldrín	T+ 	
IB	Altamente peligroso	Eldrín, Dieldorvos	T 	
II	Moderadamente peligroso	DDT, Clordano	D 	
III	Ligeramente peligroso	Malatión	CUIDADO	
IV	Precaución	Etil, Etión	PRECAUCIÓN	

Figura 7.2. Clasificación de los plaguicidas según su peligrosidad.

## 7.2. Método analítico

El desarrollo y validación de estas metodologías analíticas se determinaron por el método de Extracción en Fase Sólida (SPE), dentro de las ventajas de la SPE con respecto a otras técnicas como la extracción líquido-líquido se cuentan (Ibáñez, et al., 1998; Bidlingmeyer, 1992): a) La rapidez en la preparación de la muestra, b) un bajo costo, debido a que hay un menor consumo de solventes y reactivos y una menor generación de residuos, c) permite la concentración de sustancias a nivel de trazas, d) requiere una menor cantidad de muestra, e) elimina las posibles interferencias, f) mejora



la seguridad debido a que reduce la exposición a los solvente, g) es de fácil automatización permitiendo un simultáneo procesamiento de lotes de muestras múltiples.

Los métodos desarrollados para la validación se aplicaron en muestras de agua sintética y fortificada. Los compuestos para plaguicidas organoclorados son: Hexaclorobenceno; Lindano; Heptacloro; Aldrín, Epóxido de heptacloro; Cis-Clordano; Trans-Clordano; Dieldrín; DDT y Metoxicloro, como surrogado se utilizó 4,4'- Diclorobifenilo.

Plaguicidas organofosforados son: Demetón-S, Diazinón, Disulfotón, Metil Paratión, Malatión, Paratión y Etión. Los porcentajes de recuperación fueron de 80 a 110%.

Método para determinar gasolina en agua los compuestos son: Metyl terbutyl ether (MTBE), Hexano, Ethyl t-butyl ether (ETBE), Benceno, Heptano, Tolueno, Octano, Clorobenceno, Etilbenceno, m,p, Xileno, Nonano, o Xileno, Decano, 1,2 Diclorobenceno, 1,3 Dichlorobenzene, 1,4 dichlorobenzene, Undecane, Dodecane, Tridecane, Tetradecane y Pentadecane.

Los métodos analíticos son aplicables para la determinación cuantitativa de distintas matrices de agua en México.

### **7.2.1. Plaguicidas**

La técnica de Extracción en Fase Sólida (SPE) fue introducida por primera vez a mediados de los años setentas y desde 1978 ha estado comercialmente disponible como una alternativa a la Extracción Líquido Líquido (ELL). Se estima que esta técnica resulta hasta un 50% más económica que la ELL. En esta técnica grupos funcionales orgánicos están químicamente unidos a una superficie sólida como sílica pulverizada. Un ejemplo común es la unión de cadenas C18 a este material. Estos grupos interactúan con compuestos orgánicos hidrofóbicos por medio de las fuerzas de Van der Waals y son extraídos de una muestra acuosa al contacto con la superficie sólida.

La fase sólida extractora es generalmente colocada en un pequeño cartucho similar a una jeringa de plástico. La muestra es forzada a pasar a través de este cartucho. Trazas de moléculas orgánicas son extraídas, pre-concentradas sobre la columna y separadas de la matriz. Posteriormente pueden ser eluidas con solvente y entonces ser analizadas por Cromatografía. La naturaleza de la fase extractora puede variar para permitir la extracción de diferentes clases de compuestos.



### **7.2.2. Compuestos orgánicos volátiles**

El método se basa en el desplazamiento de los compuestos volátiles de una matriz de agua, mediante el burbujeo de un gas inerte, helio, su colección en un empaque por adsorción, liberación por calentamiento y análisis por cromatografía en un sistema de cromatografía de gases-espectrometría de masas.

Durante este proceso todos los componentes volátiles de la muestra son desplazados de la matriz de agua por el gas de purga, acumulados en una trampa especial de Tenax, o algún material funcionalmente similar, liberados por un rápido calentamiento de la trampa, y transferidos por el espectrómetro de masas.

Los métodos analíticos son aplicables para la determinación cuantitativa de distintas matrices de agua en México.

## **7.3. Descripción de la metodología**

### **7.3.1. Reactivos, material y equipo**

#### **7.3.1.1. Reactivos**

Estándar con mezcla de Compuestos Organoclorados

- √ Estándar con mezcla de compuestos organofosforados
- √ Estándar COV
- √ Estándar Hexaclorobenceno
- √ Surrogado o sustituto (4,4'-Diclorobifenilo)
- √ Acetona HPLC
- √ Metanol HPLC
- √ Diclorometano HPLC
- √ Acetato de Etilo HPLC
- √ Agua HPLC
- √ Agua MQ lote FQ231017MQ y FQ291117MQ

#### **7.3.1.2. Material**

- √ Manifold
- √ Columna capilar VF-Xms 30 m x 0.25 mm x 0.5  $\mu$ m, VF-1701 MS de 30m x 0.32 mm x  $\mu$ m, VF-Xms 30m x 0.25  $\mu$ m, 5mS 30m x 0.25mm x 0.25  $\mu$ m o similar.
- √ Microjeringas de 1000 $\mu$ L, 500 $\mu$ L, 100 $\mu$ L
- √ Mangueras para extracción en fase sólida



- ✓ Cartuchos C18 ec 3 ml/500 mg para extracción en fase sólida
- ✓ Matraz Erlenmeyer de 1L
- ✓ Matraz volumétricos de 10mL
- ✓ Viales de 1,8mL
- ✓ Viales de 4mL
- ✓ Concentrador de flujo de Nitrógeno, Mini Vap de 6 plazas

#### **7.3.1.3. Equipo**

- ✓ Cromatógrafo de gases acoplado a espectrómetro de masas, triple cuadrupolo; marca Shimadzu
- ✓ Equipo de purga y trampa COV
- ✓ Balanza analítica
- ✓ Bomba de vacío

### **7.3.2. Preparación de estándares y muestras sintéticas**

#### **7.3.2.1. Estándares**

##### **Plaguicidas**

✓ Preparación de la curva de calibración de plaguicidas organoclorados conteniendo los siguientes analitos: hexaclorobenceno, lindano, heptacloro, Aldrín, Epóxido de heptacloro; Cis-Clordano; Trans-Clordano; Dieldrín; DDT y Metoxicloro, la concentración del estándar fue de 1000 µg/mL, marca Chem Service, con número de lote 6344100.

Las concentraciones que se prepararon para la curva de calibración fueron: 0.01 µg/L, 0.02 µg/L, 0.04 µg/L, 0.06 µg/L, 0.08 µg/L y 0.1 µg/L, los estándares se aforaron con acetato de etilo HPLC.

✓ Para la preparación de la curva de calibración de plaguicidas organofosforados conteniendo los siguientes analitos: Demetón-S, Diazinón, Disulfotón, Metil Paratión, Malatión, Paratión y Etión; se utilizó una mezcla de concentración de 1000 µg/mL, marca Chem Service, número de lote 5133600.

Las concentraciones que se prepararon para la curva de calibración fueron: 0.08 µg/L, 0.1 µg/L, 0.2 µg/L, 0.4 µg/L, 0.6 µg/L, 0.8 µg/L y 0.1 µg/L los estándares se aforaron con acetato de etilo HPLC.

NOTA: Los estándares de compuestos organoclorados y hexaclorobenceno que se utilizan para la curva de calibración tienen que ser vigentes y trazables; para la



preparación de la muestra sintética estos tiene que ser de diferente lote, estos últimos pueden ser caducos y no trazables.

### **Compuestos orgánicos volátiles**

Los compuestos analizados fueron: Metyl terbutyl ether (MTBE), Hexano, Ethyl t-butyl ether (ETBE), Benceno, Heptano, Tolueno, Octano, Clorobenceno, Etilbenceno, m,p, Xileno, Nonano, o Xileno, Decano, 1,2 Diclorobenceno, 1,3 Dichlorobenzene, 1,4 dichlorobenzene, Undecane, Dodecane, Tridecane, Tetradecane y Pentadecane.

Las curvas de calibración para cada uno de ellos, las concentraciones con las que se trabajaron fueron: 1.0 µg/L; 2.0 µg/L; 4.0 µg/L; 8.0 µg/L; 10 µg/L; 20 µg/L y 40 µg/L.

#### **7.3.2.2. Muestra sintética de plaguicidas**

Para las muestras sintéticas se utilizó agua Milli-Q con número de lote FQ231017MQ y FQ291117MQ.

En un matraz Erlenmeyer se agrega un litro de agua MQ y se le agrega una cantidad conocida de los compuestos plaguicidas organoclorados y organofosforados.

#### **7.3.2.3. Muestra sintética de compuestos orgánicos volátiles**

Para las muestras sintéticas se utilizó agua Milli-Q con número de lote FQ231017MQ y FQ291117MQ.

En un matraz Erlenmeyer se agrega un litro de agua MQ y se pone a hervir y se burbujea con nitrógeno AP, se agrega la cantidad conocida de los COV se pasa a un vial de 40 ml sin tener espacio de aire.

### **7.3.3. Acondicionamiento de cartuchos c18 ec 3 ml/500 mg para extracción en fase sólida**

#### **7.3.3.1. Plaguicidas**

√ Hacer un lavado al cartucho con un volumen de diclorometano (bajar el diclorometano con la bomba prendida) ver Figura 7.3.

√ Agregar 2 volúmenes de metanol, sin dejar que la fase llegue a sequedad.

√ Agregar 3 volúmenes de agua HPLC sin dejar que la fase llegue a sequedad. Cuando el tercer volumen de agua se encuentra a la mitad del cartucho, enseguida hacer pasar la muestra para no perder la humedad en la fase del cartucho.

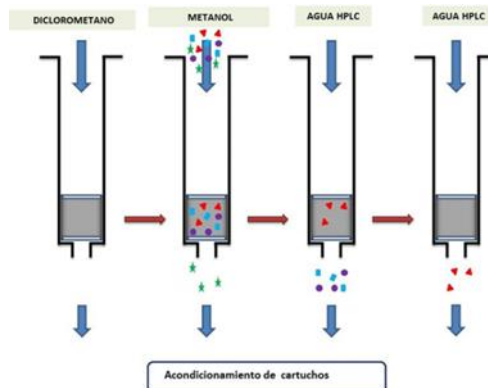


Figura 7.3. Acondicionamiento de cartuchos

### 7.3.4. Preparación de muestras

#### 7.3.4.1. Plaguicidas

√ Preparar un blanco de vidriería, es el disolvente concentrado que resulta del enjuague del material de vidrio limpio que se emplea para analizar un lote de muestras extraídas en un mismo día.

√ Se preparan las muestras del control de calidad analítico (blanco de método y muestra duplicada), para el análisis de plaguicidas organoclorados y organofosforados el blanco de método es una muestra de agua grado HPLC que es extraída de la misma manera que las muestras, incluyendo su contacto con toda la vidriería, equipos, disolventes, reactivos y surrogados; para las muestras duplicadas consistió en dos alícuotas de una muestra dividida y se analizó de manera separada con el mismo procedimiento.

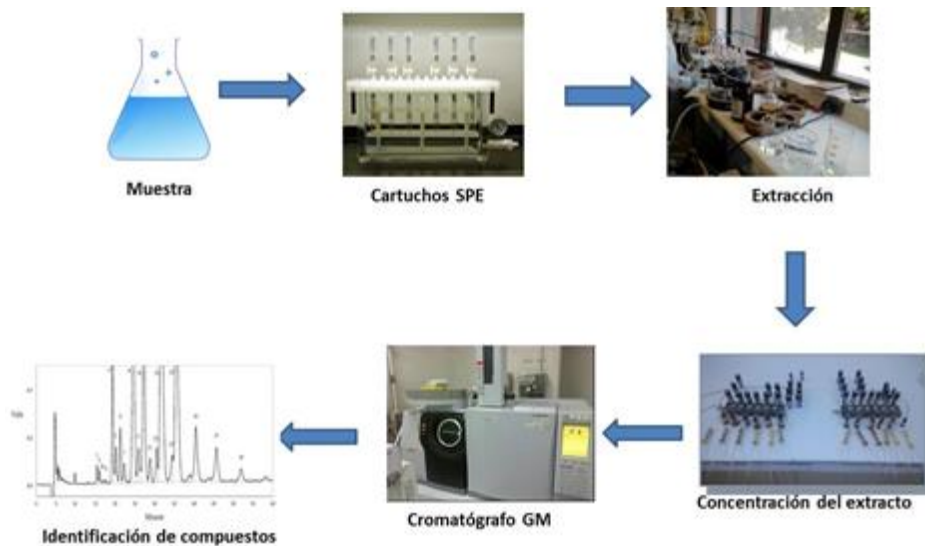
√ Preparan las muestras sintéticas para su extracción.

Homogenizar las muestras a extraer y transferir un litro de esta a un matraz Erlenmeyer de 1 L. Ver Figura 7.4.

√ Adicionar a las muestra sintética la concentración a trabajar, para los plaguicidas organoclorados se trabajaron con tres concentraciones baja 0.01  $\mu\text{g/L}$ , media 0.06  $\mu\text{g/L}$  y alta 0.1  $\mu\text{g/L}$ , para el caso de los organofosforados fueron baja 0.08  $\mu\text{g/L}$ , media 0.6  $\mu\text{g/L}$  y alta 2  $\mu\text{g/L}$ .

√ Se agregó 50 $\mu\text{L}$  de surrogado de una concentración de 10 $\mu\text{g/L}$  a cada una de las muestras, el surrogado es un compuesto orgánico similar en composición química y comportamiento en el proceso analítico al de los analitos medidos, es imposible que

pueda ser encontrado en una muestra, se añade una concentración conocida antes de la extracción y se mide con los mismos procedimientos que los demás componentes de la muestra. El objetivo del surrogado es evaluar las interferencias de la matriz y el procedimiento de extracción en cada muestra.



**Figura 7.4. Extracción de muestras.**

✓ Adicionar a todas las muestras 5mL de Metanol.

✓ Se hacen pasar las muestras a través de los cartuchos c18ec con la ayuda de vacío a una razón de 10mL/min.

✓ Una vez que se terminan de pasar las muestras dar un enjuague con agua hasta que el cartucho tenga la tensión superficial del agua por encima para evitar formar burbujas e intervenir en el análisis.

✓ Dejar secar el cartucho por al menos 3hrs con vacío. Para asegurar que los cartuchos se sequen por completo se dejan toda la noche sin vacío.

✓ Eluir los cartuchos con 4mL de Acetato de Etilo.

✓ Se transfieren los extractos de las muestras a viales de 1,8 mL y se concentran a flujo de Nitrógeno, controlando el flujo para evitar que las muestras se derramen. Los viales que contienen los extractos orgánicos se enjuagan con acetato de etilo tres veces para garantizar que todo el extracto se transfiera a los viales.

√ Se concentran los extractos hasta sequedad y se reconstituyen en 1 mL con diclorometano

√ Posteriormente se inyectan las muestras en el sistema cromatográfico para su análisis.

NOTA: En caso de no inyectar de manera inmediata las muestras, tendrán que ser almacenadas a 4°C alejados de la luz directa. Los extractos podrán permanecer almacenados un tiempo no mayor a 40 días.

#### 7.3.4.2. *Compuestos orgánicos volátiles*

Se establecieron las condiciones del método para poder identificar y cuantificar los compuestos de gasolina en agua, el cual se llevó a cabo utilizando un estándar de gasolina marca Absolute, ampolleta de 1 ml, concentración de 2000 microgramos por mililitro.

Se analizaron blancos de sistema y de agua, con la finalidad de confirmar que no se tuvieran interferencias.

#### 7.3.5. Condiciones instrumentales

Se muestra en los siguientes cuadros las condiciones instrumentales para los plaguicidas organoclorados y organofosforados respectivamente.

**Tabla 7.1. Condiciones instrumentales para plaguicidas organoclorados**

<b>Condiciones Instrumentales organoclorados</b>			
<b>CROMATOGRAFO DE GASES</b>	Flujo de la Columna	1mL/min	
	Relación Split/Splitless	20	
	Temperatura del Puerto de Inyección	250 °C	
	Rampa de Temperatura Horno		
	Temperatura °C	Rate (°C/min)	Hold (min)
	100	0	1
	200	30	2
290	5	4	
<b>DETECTOR DE MASAS TRIPLE CUADRUPOLO</b>	Fuente de Ionización	200°C	
	Línea de Transferencia	300°C	
	Modo de Ionización	MRM	
	Tiempo de Escaneo	0.150 seg	





**Tabla 7.2. Condiciones instrumentales para plaguicidas organofosforados.**

Condiciones Instrumentales Organofosforados			
CROMATOGRAFO DE GASES	Flujo de la Columna		1mL/min
	Relación Split/Splitless		20
	Temperatura del Puerto de Inyección		250 °C
	Rampa de Temperatura Horno		
	Temperatura °C	Rate (°C/min)	Hold (min)
	80	0	0
	160	30	1
	250	6	1
300	30	1	
DETECTOR DE MASAS TRIPLE CUADRUPOLO	Fuente de Ionización		200°C
	Línea de Transferencia		200°C
	Modo de Ionización		MRM

## 7.4. Resultados

### 7.4.1. Plaguicidas organoclorados

En la Tabla 7.3 se muestra la masa/carga del ion precursor y masa/carga del ion de referencia así como también la Energía de Colisión (CE) de los plaguicidas organoclorados.

**Tabla 7.3. Salida del equipo, Masa/Carga plaguicidas organoclorados**

Masa/carga del Ion Target y Iones de Referencia y Celda de Colisión						
Compuesto	Ion Target		Iones de Referencia			
	m/z	CE	m/z	CE	m/z	CE
Hexaclorobenceno	283.80>248.80	24.00	283.80>213.80	28.00	283.80>176.90	38.00
Lindano	218.90>182.90	8.00	218.90>144.90	20.00	218.90>109.00	28.00
4,4'-Diclorobifenil	222.00>152.00	24.00	224.00>152.00	24.00	0.00>0.00	0.00
Heptaclor	271.80>236.90	20.00	271.80>117.00	32.00	271.80>201.90	38.00
Aldrin	262.90>193.00	28.00	262.90>203.00	26.00	262.90>191.00	34.00
Époxido de Heptacloro	352.80>262.90	14.00	352.80>281.90	12.00	352.80>316.90	10.00
cis-Clordano	372.80>263.90	28.00	372.80>336.80	10.00	372.80>265.90	22.00
trans-Clordano	372.80>263.90	28.00	372.80>336.80	10.00	372.80>265.90	22.00
Dieldrin	276.90>241.00	8.00	276.90>170.00	38.00	276.90>172.00	38.00
o,p'-DDT	235.00>165.00	24.00	235.00>199.00	16.00	235.00>149.00	40.00
Metoxicloro	227.10>169.10	24.00	227.10>212.10	14.00	227.10>141.10	28.00

En la Figura 7.5. Recuperación de plaguicidas organoclorados (% R ± 30) se muestra los porcentajes de recuperación de los analitos en muestras sintéticas y muestras fortificadas, los porcentajes de recobro están dentro de lo establecido de 100±30%.



**PLAGUICIDAS ORGANOCLORADOS**  
**% R 100±30**

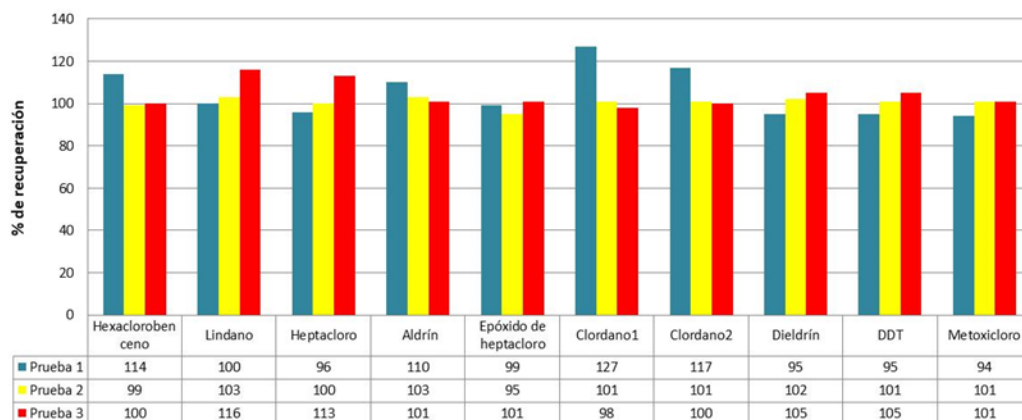


Figura 7.5. Recuperación de plaguicidas organoclorados (% R ± 30)

**7.4.2. Plaguicidas organofosforados**

En el Tabla 4 se muestra la masa/carga del ion precursor y masa/carga del ion de referencia así como también la Energía de Colisión (CE) de los plaguicidas organofosforad.

Tabla 7.4. Salida del equipo, Masa/Carga plaguicidas organofosforados

Compuesto	Masa/carga del Ion Target y Iones de Referencia y Celda de Colisión								
	Ion Target		Iones de Referencia						
	m/z	CE	m/z	CE	m/z	CE			
<b>Demeton-S</b>	88.00	>60.00	8.00	88.00	>73.00	11.00	88.00	>55.10	8.00
<b>Diazinon</b>	152.00	>137.10	8.00	137.00	>84.10	14.00	137.00	>54.10	23.00
<b>4,4'-Diclorobifenil</b>	222.00	>152.10	29.00	224.00	>152.10	29.00	152.00	>126.10	29.00
<b>Disulfoton</b>	88.00	>60.00	8.00	89.00	>61.10	8.00	88.00	>73.00	11.00
<b>Metil Paratión</b>	263.00	>109.00	14.00	125.00	>79.00	8.00	109.00	>79.00	11.00
<b>Malatión</b>	127.00	>99.00	8.00	173.00	>127.10	8.00	173.00	>99.00	14.00
<b>Paratión</b>	291.00	>109.00	14.00	109.00	>81.00	11.00	291.00	>137.10	8.00
<b>Etión</b>	153.00	>125.00	5.00	153.00	>97.00	11.00	231.00	>129.00	23.00



En la Figura 7.6 se muestra los porcentajes de recuperación de los analitos en muestras sintéticas y muestras fortificadas, los porcentajes de recobro están dentro de lo establecido de  $100 \pm 30\%$ .

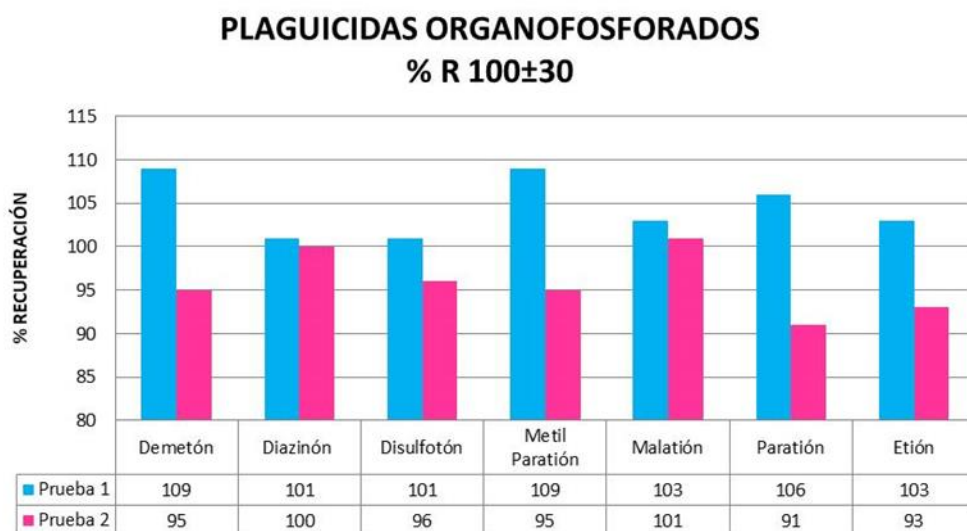


Figura 7.6. Recuperación de plaguicidas organofosforados (% R  $\pm$  30)

### 7.4.3. Compuestos orgánicos volátiles

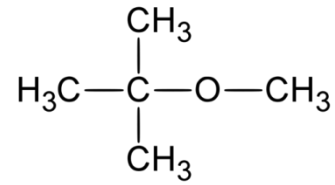
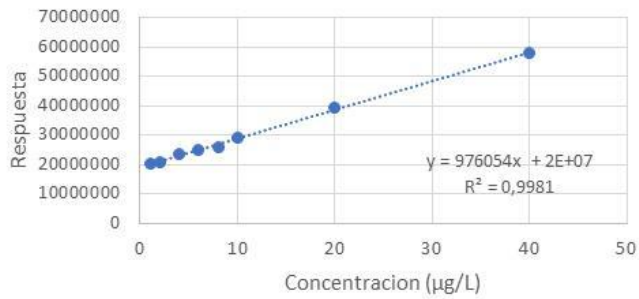
En la Tabla 7.5 se muestran los resultados obtenidos en los compuestos orgánicos volátiles que en este caso fue la gasolina en agua, asimismo, en la Figura 7.7 curvas de calibración de los compuestos orgánicos volátiles.

Tabla 7.5. Salida del equipo, compuestos orgánicos presente en gasolinas y con potencial para mezclarse con el agua

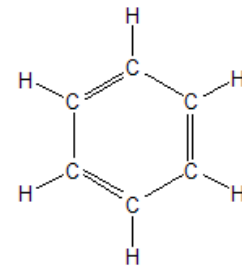
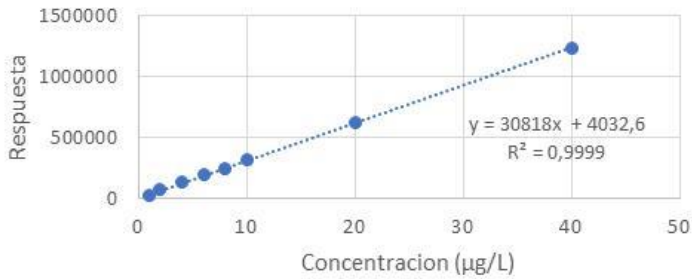
Nombre	T.R.	m	b	r	LOD ( $\mu\text{g/L}$ )	LOQ ( $\mu\text{g/L}$ )
MTBE	4.756	976054	2.00E+07	0.999050	3.412	59.186
ETBE	5.873	62196	4.71E+04	0.999750	0.918	4.826
Benceno	7.237	30818	4.03E+03	0.999950	0.458	1.833
Tolueno	10.233	112760	2.57E+04	0.999700	1.071	4.104
Clorobenceno	12.672	38959	2.57E+03	0.999550	1.293	4.463
Etilbenceno	12.876	58703	-1.39E+04	0.999650	1.098	3.106
m,p - Xileno	13.125	102440	-5.88E+04	0.999050	1.859	4.856
o - Xileno	13.824	53984	-4.28E+05	0.999650	1.130	3.581
1,2 - Diclorobenceno	17.198	41925	8.24E+03	0.999900	0.536	2.244
1,3 - Diclorobenceno	17.491	46870	5.01E+03	0.999900	0.634	2.362
1,4 - Diclorobenceno	18.499	49203	7.77E+03	0.999950	0.509	2.066



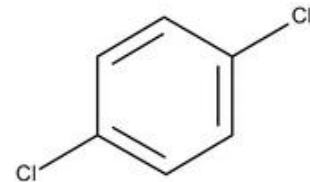
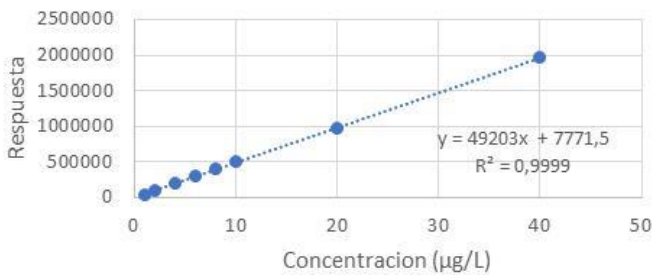
### MTBE



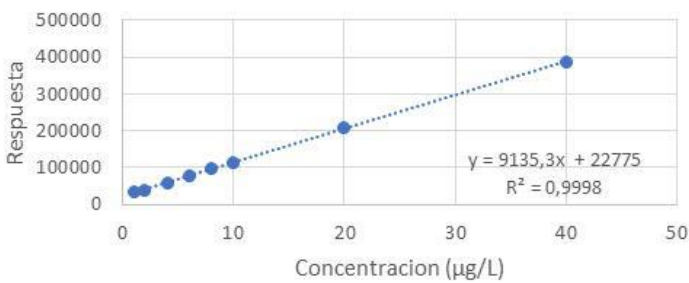
### Benceno

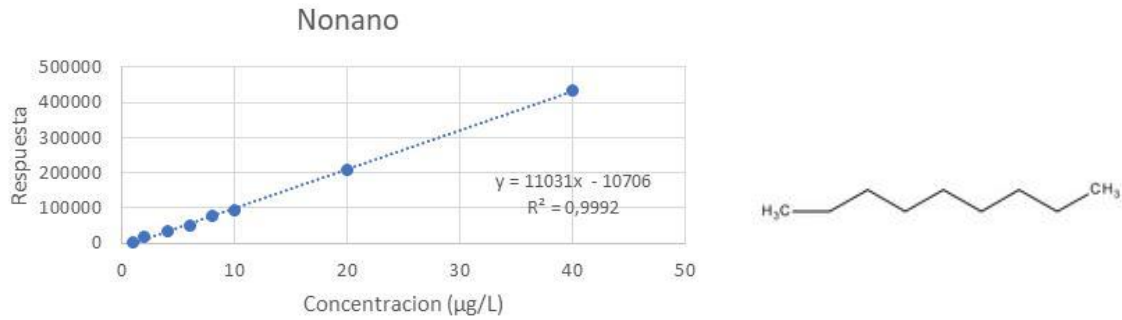


### 1,4 - Diclorobenceno



### Pentadecano





**Figura 7.7. Correlación ( $r^2$ ) de la concentración de cada uno de los compuestos vs la respuesta**

Como puede observarse, el método es aplicable al análisis de agua, con un buen desempeño, lo que se confirmó con la identificación de los compuestos volátiles en una muestra de gasolina magna, obteniendo resultados favorables.



## 8. Conclusiones y recomendaciones

Derivado de los compromisos internacionales que tiene México, es evidente la necesidad de implementar un plan de monitoreo y acciones regulatorias para la vigilancia y seguimiento de los 29 COPs incluidos en el Convenio de Estocolmo. Pero más allá de estos compromisos, está la problemática asociada con los potenciales efectos adversos a la salud humana y ambiental.

El problema de la presencia de contaminantes orgánicos persistentes, regulados y no regulados, debe ser abordado con el enfoque de riesgo sanitario, esto es probabilidad-prevenición de efectos adversos a la salud pública y al ambiente, de aquí que para tratar de conseguir una visión completa y realista de la problemática ambiental y de salud pública asociada a estos compuestos resulta indispensable:

- Estudios ambientales. Identificar los compuestos y/o áreas más preocupantes, sobre los cuales poder actuar para mejorar la calidad del agua, optimizar la explotación de los recursos hídricos disponibles, o ambos
- Estudios de biodisponibilidad. Indispensables para evaluar correctamente el impacto ecológico de los contaminantes. Si bien es conocido que existen muchos factores que afectan a la biodisponibilidad de los contaminantes, no existe ningún consenso en cómo deben realizarse los estudios de evaluación de dicha biodisponibilidad. Existen diferentes métodos de evaluación, ya sea desde una perspectiva biológica o química
- Estudios de transformación. La necesidad de investigar no sólo la presencia de los contaminantes emergentes en el medio ambiente acuático, sino también, la de sus productos de degradación (un área por lo general ignorada). La formación de productos de degradación tiene lugar básicamente en dos escenarios:
  - en los procesos de depuración de aguas residuales
  - en el propio medioambiente acuático; y los procesos más comunes son los de biodegradación y los de fotodegradación
- Estudios de toxicidad. La evaluación de la calidad de las aguas requiere de la aplicación de metodologías tanto químicas como biológicas con las que poder



detectar no sólo los contaminantes presentes en ellas sino también los posibles efectos indeseables que pueden ocasionar en el medio ambiente y la salud pública

Asimismo, una adecuada valoración, de la problemática ambiental asociada a la presencia de contaminantes emergentes requiere de:

- Desarrollar métodos de análisis sensibles y fiables para su determinación en matrices ambientales
- Aplicar dichos métodos en áreas consideradas de interés con el fin de determinar los niveles de los contaminantes investigados, el destino que sufren en el medio ambiente, su biodisponibilidad, el tipo de transformaciones (biodegradación, fotodegradación, oxidación-reducción) que experimentan, los metabolitos y productos de degradación que se forman y su toxicidad (efectos) y, finalmente
- Identificar los compuestos y las zonas geográficas que merecen especial atención, y sobre los cuales es posible actuar tomando medidas que permitan mejorar la calidad de las aguas, optimizar la explotación de los recursos hídricos, y proteger la salud del hombre y el medio ambiente.
- Son prioritarios aquéllos contaminantes que con bajas concentraciones (nanogramos o picogramos) den lugar a desviaciones de las respuestas normales.
- Se determinaron los compuestos de plaguicidas organoclorados que son hexaclorobenceno, lindano, heptacloro, Aldrín, Epóxido de heptacloro; Cis-Clordano ; Trans-Clordano; Dieldrín; DDT y Metoxicloro, los cuales son confiables y reproducibles demostrando eficiencias de recuperación promedio de 90 a 110 % . Los compuestos organoclorados son normados se encuentran en la MODIFICACIÓN a la norma NOM-127-SSA1-1994 Salud Ambiental. Agua para uso y consumo humano.
- Se comprobó la aplicabilidad de este método en muestras fortificadas y se obtuvieron porcentaje de recuperación cumpliendo con lo establecido de  $100 \pm 30$  %.
- Para los plaguicidas organofosforados Demetón-S, Diazinón, Disulfotón, Metil Paratión, Malatión, Paratión y Etión; se tuvieron porcentaje de recobros cumpliendo con lo establecido  $100 \pm 30$  %.



## 9. Bibliografía

- Cantú, M. A., & Ize Lema, A. R. (2017). las sustancias químicas en México. Perspectivas para un manejo adecuado. *Rev. Int. Contam. Ambie.*, 33(4), 719-745.
- Interim Secretariat. (2009). *Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP). Enmendado en 2009*. United Nations Environmental Programme, Interim Secretariat of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Stockholm: UNEP.
- SEMARNAT. (2007). Perfil de país. Punto de Referencia del país. En S. d. Naturales., *Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo* (págs. 45-84). México: SEMARNAT.
- Yarto, M., Gavilán, A., & Barrera, J. (2003). El Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes y sus implicaciones para México. *Gaceta Ecológica*, 7-28.
- Aarestrup, F., Hasman, H., Jensen, L. B. y otros 2002. Antimicrobial resistance among enterococci from pigs in three European countries. *Applied and Environmental Microbiology*. 68: 4127–41299.
- Alaee, M., Arias, P., Sjödin, A., and Bergaman, A. 2003. An overview of commercially used brominated flame retardants, their applications, their use patterns in different countries/regions and possible modes of release. *Environmental International*. 29(6): 683-689
- Andersen, S. and Sandaa, R. 1994. Distribution of tetracycline resistance determinants among Gram-negative bacteria isolated from polluted and unpolluted marine sediments. *Applied and Environmental Microbiology*. 60: 908–912
- Arikan, O., Rice, C., and Codling, E. 2008. Occurrence of antibiotics and hormones in a major agricultural watershed. *Desalination* 226: 121–133
- Armstrong, J., Shigeno, D., Calomiris, J. y otros 1981. Antibiotic-resistant bacteria in drinking water. *Applied and Environmental Microbiology*. 42: 277–283
- Asano, T., Cotruvob, J. 2004. Groundwater recharge with reclaimed municipal wastewater: health and regulatory considerations. *Water Research*. 38: 1941–1951





- ATSDR. 2007. CERCLA priority list of hazardous substances that will be the subject of toxicological profiles and support document. U. S. department of health and human services agency for toxic substances and Disease Registry Division of Toxicology in cooperation with the U.S. Environmental Protection Agency. 44 pp
- ATSDR. 2005. Public health assessment guidance manual. <http://www.atsdr.cdc.gov>
- Auriol M., Filali-Meknassi Y., Tyagi R., Adams C., Surampalli R. Endocrine disrupting compounds removal from wastewater, a new challenge, *Process Biochemistry*, Volume 41, Issue 3, March 2006, Pages 525-539
- Australian Government. 2008. Acceptable daily intakes for agricultural and veterinary chemicals. The Office of Chemical Safety Office of Health Protection Department of Health and Ageing. 98 pp
- Baig S., Hansmann G. and Paolini B., Ozone oxidation of oestrogenic active substances in wastewater and drinking water, *Water Science & Technology*, 58.2, 200
- Barbosa, A., Souza, J., Dórea, J., Jardim, W., and Fadine, P. 2003. Mercury Biomagnification in a tropical black water, Rio Negro, Brazil. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 45: 235–246
- Barceló D. 2003. Emerging pollutants in water analysis, *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, vol. 22, iss. 10, November, pp xiv-xv
- Barcelo D. and Petrovic M. 2008. Emerging Contaminants from Industrial and Municipal Waste, Occurrence, Analysis and Effects, *The Handbook of Environmental Chemistry*, 5 S1, Ed. Springer
- Barnes, K., Kolpin, D., Furlong, E., Zaugg, S., Meyer, M., and Barber, L. 2008. A national reconnaissance of pharmaceuticals and other organic wastewater contaminants in the United States — I) Groundwater. *Science the Total Environment*. 402: 192-200
- Barwick, M., and Maher, W. 2003. Biotransference and biomagnification of selenium copper, cadmium, zinc, arsenic and lead in a temperate seagrass ecosystem from Lake Macquarie Estuary, NSW, Australia. *Marine Environmental Research* 56: 471–502



- Bendz D., Paxeus N., Ginn T., Logec F. 2005. Occurrence and fate of pharmaceutically active compounds in the, environment, a case study: Hoje River in Sweden, *Journal of Hazardous Materials* 122: 195–204
- Benigni, R., and Bossa, C. 2006. Structure-activity models of chemical carcinogens: state of the art, and new directions. *Ann Ist Super Sanità.* 42(2): 118-126
- Bernal, R., Hernández, G., RAmírez, E. 1998. Zoonosis. *Revista Mexicana de Patología Clínica.* 45(4): 193-199
- Besse, J. 2008. Typology of PPS with regard to ERA procedure. Contract Núm. 036864. KNAPE. Sixth Framework Programme. European Union. 58 pp
- Besse, J., et Garric, J. 2007. Proposition d'une liste de médicaments à usage humain à surveiller dans les eaux de surface continentales. Agence de l'Eau R.M.C., Lyon, 241 pp
- Besse, J. 2008. Typology of PPS with regard to ERA procedure. Contract Núm. 036864. KNAPE. Sixth Framework Programme. European Union. 58 pp Björklund, H., Råbergh, C., and Bylund, G. 1991. Residues of oxytetracycline in wild fish and sediments from fish farms. *Aquaculture* 86: 359–67
- Birnbaum LS and Staskal DF. 2004. Brominated flame retardants: Cause for concern? *Environ. Health Perspect* 112: 9–17
- Blasco, J., and DelValls, A. 2008. Impact of emergent contaminants in the environment: Environmental risk assessment. *Hdb Env Chem.* 5 (Part S/1): 169–188
- Bones, J., Thomas, K., and Brett, P. 2007. Using environmental analytical data to estimate levels of community consumption of illicit drugs and abused pharmaceuticals. *journal of environmental monitoring.* Supplementary Material (ESI). 11 pp
- Botham, C., and Holmes, P. 2005. Chemicals purported to be endocrine disrupters. A compilation of published lists. *IEH Web Report W20.* UK. 91 pp
- Bound, J., Voulvoulis, N. 2005. Household disposal of pharmaceuticals as a pathway for aquatic contamination in the United Kingdom. *Environ Health Perspect* 113:1705–1711



- Boxall, A., Fogg, L., Blackwell, P., Kay, P., and Pemberton, J. 2002. Review of Veterinary Medicines in the Environment. R&D Technical Report P6-012/8/TR. Cranfield Centre for EcoChemistry. Environment Agency, Rio House, Waterside Drive, Aztec West, Almondsbury, BRISTOL, BS32 4UD. Website: [www.environment-agency.gov.uk](http://www.environment-agency.gov.uk)
- Boxall, A., Blackwell, P., Cavallo, R., et al 2003. The sorption and transport of a sulphonamide antibiotic in soil systems. *Toxicology Letters*. 131: 19–28
- Boxall, A. 2004. The environmental side effects of medication. *EMBO reports*. 5(12): 110-1116
- Boyd G., Palmerib J., Zhangc S., Grimmd D. 2004. Pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) and endocrine disrupting chemicals (EDCs) in stormwater canals and Bayou St. John in New Orleans, Louisiana, USA, *Science of the Total Environment*. 333: 137– 148
- Birkett J. and Lester J., *Endocrine disrupters in wastewaters and sludge treatment processes*, Ed. Lewis Publishers-IWA Publishers, 2003
- Brown, K., Schultz, I., Cloud, J., and Nagler, J. 2008. Aneuploid sperm formation in rainbow trout exposed to the environmental estrogen 17 $\beta$ -ethynylestradiol. *PNAS*. 105(50): 19786-19791
- Burkholder, J., Libra, B., Weyer, P., Heathcote, J., Kolpin, D., Thorne, T., and Wichman, W. 2007. Impacts of waste from concentrated animal feeding operations on water quality. *Environ Health Perspect* 115: 308–312
- Cahill, J., Furlong, E., Burkhardt, M., Kolpin, D., and Anderson, L. 2004. Determination of pharmaceutical compounds in surface- and ground-water samples by solid-phase extraction and high-performance liquid chromatography–electrospray ionization mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*. 1041(1-2): 171-180
- Campbell, S.E. Borglin, G.B. Green, A. Grayson, E. Wozel, W.T. Stringfellow. 2006. Biologically directed environmental monitoring, fate, and transport of estrogenic endocrine disrupting compounds in water: A review. *Chemosphere*, 65: 1265-1280
- Carballa, M., Omil, F., and Lema, J. 2005. Removal of cosmetic ingredients and pharmaceuticals in sewage primary treatment. *Water Research*. 39: 4790–4796



- Carballa, M., Omil, F., and Lema, J. 2008. Comparison of predicted and measured concentrations of selected pharmaceuticals, fragrances and hormones in Spanish sewage. *Chemosphere* 72: 1118–1123
- Castiglioni, S., Fanelli, R., Calamari, D., Bagnati, R., and Zuccato, E. 2004. Methodological approaches for studying pharmaceuticals in the environment by comparing predicted and measured concentrations in River Po, Italy. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 39: 25–32
- CONAGUA, 2008: [www.cna.gob.mx](http://www.cna.gob.mx)
- Chapman H., Removal of endocrine disruptors by tertiary treatments and constructed wetlands in subtropical Australia, *Water Science and Technology*. 47(9): 151–156
- Covaci, a., Voorspoels, S., and Boer, J. 2003. Determination of brominated flame retardants, with emphasis on polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in environmental and human samples—a review. *Environmental International*. 29(6): 735-756
- Coyne, R., Hiney, M., O’Conner, B. y otros 1994. Concentration and persistence of oxytetracycline in sediments under a marine salmon farm. *Aquaculture*. 123: 31–42
- Crane, M., Watts, C., and Boucard, T. 2006. Chronic aquatic environmental risks from exposure to human pharmaceuticals. *Science of the Total Environment*. 367: 23–41
- Crockett, C. 2007. The role of wastewater treatment in protecting water supplies against emerging pathogens. Critical review. *Water Environment Review*. 79(3): 221-232
- Daughton, C.G. and Ternes, T.A. 1999. Pharmaceuticals and personal care products in the environment: Agents of subtle change?" *Environ. Health Perspect.* 107(suppl. 6): 907-938
- Daughton, 2004. Non-regulated water contaminants: emerging research. *Environmental Impact Assessment Review*. 24:711-732
- Daughton C. 2008. Pharmaceuticals as Environmental Pollutants: The Ramifications for Human Exposure, Elsevier



- De Liguroro, M., Cipin, V., Capolongo, F. y otros 2003. Use of oxytetracycline and tylosin in intensive calf farming: evaluation of transfer to manure and soil. *Chemosphere*. 52: 203–212
- Dean, J., M. Murray, and E. Ward. Toxic Responses of the Immune System. Chapter 9 in Casarett and Doull's Toxicology, edited by C. Klaassen, M. Amdur, and J. Doull. New York: Pergamon Press, 1996
- Derksen J., Rijs G. and Jongbloed R. 2004. Diffuse pollution of surface water by pharmaceutical products, *Water Science and Technology*. 49(3): 213–221
- Díaz-Cruz M., and Barceló, D. 2005. LC–MS2 trace analysis of antimicrobials in water, sediment and soil. *TRAC-Trend. Anal. Chem* 24(7): 645-657
- Dreser, A., Wirtz, J., Corbett, K., y Echániz, G. 2008. Uso de antibióticos en México: revisión de problemas y políticas. *Salud Pública Méx.* 2008; 50(supl 4): S480-S487
- Downs, T.E. Cifuentes and I. Stuff. 1999. Risk screening for exposure to groundwater pollution in a wastewater irrigation district of the Mexico City Region. *Environ Health Prspect.* 107: 553-561
- Downs, T., E. Cifuentes., E. Ruth., and I. Suffet. 2000. Effectiveness of natural treatment in a wastewater irrigation district of Mexico city region: a synoptic field survey. *Water Environment Research.* 72: 4-21
- Drewes, E., Heberer, T., Rauch, T., and Reddersen, K. 2003. Fate of pharmaceuticals during groundwater recharge. *Groundwater Monitoring & Remediation.* 23(3): 64-72
- Elimelech, M. 2006, The global challenge for adequate and safe water. *Journal of Water Supply: Research and Technology.* 55(1): 3-10
- Eljarrat, E., and Barceló, D. 2006. Quantitative analysis of polychlorinated n-alkanes in environmental samples. *TrAC Trends in Analytical Chemistry.* 25(4): 421-424
- Escher, B., R. Baumgartner, J. Lienert<sup>1</sup> and K. Fenner. 2008. Predicting the ecotoxicological effects of transformation products. In: *of Environmental Chemistry*. Vol. 2. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. DOI 10.1007/698\_2\_015



- European Medicines Agency (EMA) 2003: “Note for guidance on environmental risk assessment of medicinal products for human use” - Draft. CPMP/SWP/4447/00 draft. The European Agency for the Evaluation of Medicinal Products - Evaluation of Medicines for Human Use (CPMP Committee for Proprietary Medicinal Products)
- Falconer I., Chapman H., Moore M., Ranmuthugala G., Endocrine-Disrupting Compounds: A Review of Their Challenge to Sustainable and Safe Water Supply and Water Reuse, Environmental Toxicology DOI 10.1002/tox.
- Fent, K., A. Weston and D. Caminada. 2006. Ecotoxicology of human pharmaceuticals Aquatic Toxicol. 76(2): 122-159
- Fisher, J. 2004. Environmental anti-androgens and male reproductive health: focus on phthalates and testicular dysgenesis síndrome. Reproduction. 127: 305–315
- Focazio, M., Kolpinb, D., Barnes, K., Furlong, E., Meyer, M., Zaugg, S., Barber, L., and Thurman, M. 2008. A national reconnaissance for pharmaceuticals and other organic wastewater contaminants in the United States — II) Untreated drinking water sources. doi:10.1016/j.scitotenv.2008.02.021
- Food and Drugs Administration. 2005. FDA Glossary of pesticide chemicals. USA
- Geerdink, R., Niessen, W., Brinkman, U. 2002. Trace-level determination of pesticides in water by means of liquid and gas chromatography J. Chromatogr. A. 970 (1-2): 65-93
- Gibson, R., Becerril-Bravo E., Silva-Castro V. and Jiménez-Cisneros B. 2007. Determination of acidic pharmaceuticals and potential endocrine disrupting compounds in wastewaters and spring waters by selective elution and analysis by gas chromatography–mass spectrometry. Journal of Chromatography A, 1169: 31–39
- Gibson R., Becerril-Bravo E., Silva-Castro V. and Jiménez-Cisneros B. 2007. Determination of acidic pharmaceuticals and potential endocrine disrupting compounds in wastewaters and spring waters by selective elution and determination by gas chromatography – mass spectrometry, aceptado para su publicación en Journal of Chromatography A



- Godfrey, E., Woessner, W., and Benotti, J. 2007. Pharmaceuticals in on-site sewage effluent and ground water, Western Montana. 45 (3): 263-271
- Goni-Urriza, M., Capdepuy, M., Arpin, C. y otros 2000. Impact of an urban effluent on antibiotic resistance of riverine Enterobacteriaceae and Aeromonas spp. Applied and Environmental Microbiology. 66: 125–132
- Grandjean, P., Landrigan, P. 2006. Developmental neurotoxicity of industrial chemicals. www.thelancet.com. Vol 368 Published online November 8, 2006 DOI:10.1016/S0140-6736(06)69665-7
- Gross, M., M. Petrovic and D. Barceló. 2008. Analysis of emerging contaminants of municipal and industrial origin. In: Handbook of Environmental Chemistry. Vol. 5, part S/1. O. Hutzinger, D. Barceló and A. Kotianoy, eds. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. pp 39-104
- Grün, F., Watanabe, H., Zamanian, Z., Maeda, L., Arima, K., Cubacha, R., Gardiner, D., Kanno, J., Iguchi, T., and Blumberg, B. 2006. Endocrine-Disrupting Organotin Compounds Are Potent Inducers of Adipogenesis in Vertebrates. Molecular Endocrinology 20(9): 2141–2155
- Guardabassi, L., Dalsgaard, A., and Olsen, J. 1999. Phenotypic characterization and antibiotic resistance of Acinetobacter spp. Isolated from aquatic sources. Journal of Applied Microbiology. 87: 659–667.
- Guarino, A., and Lech, J. 1986. Metabolism disposition and toxicity of drugs and other xenobiotics in aquatic species. Vet Hum Toxicol. 28(suppl 1): 38-44
- Halling-Sørensen, B., Nielsen, N., Lansky, P.F., Ingerslev, F., Hansen, L., Lützhøft, H.C. and Jørgensen, S.E. (1998). Occurrence, fate and effects of pharmaceutical substances in the environment—a review. Chemosphere. 36: 357–394
- Hamscher, G., Sczesny, S., Höper, H. y otros 2002. Determination of persistent tetracycline residues in soil fertilized with liquid manure by high-performance liquid chromatography with electrospray ionization tandem mass spectrometry. Analytical Chemistry. 74: 1509–13518



- Hamscher, G., Pawelzick, T., Höper, H., and Nau, H. 2005. Different behavior of tetracyclines and sulfonamides in sandy soils after repeated fertilization with liquid manure. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 24(4): 861–868, 2005
- Harwood, V., Brownell, M., Perusek, W. y otros 2001. Vancomycin-resistant *Enterococcus* spp. isolated from wastewater and chicken faeces in the United States. *Applied and Environmental Microbiology* 67: 4930–3
- Hauser, R., Meeker, J., Singh, N., Silva, M., Ryan, L., Duty, S., and Calaf, A. 2007. DNA damage in human sperm is related to urinary levels of phthalate monoester and oxidative metabolites. *Human Reproduction* 22 (3): 688–695
- Henry, T., and De Vito, M. 2003. Non-dioxin-like PCBs: effects and consideration in ecological risk assessment . Ecological Risk Assessment Support Center Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency Cincinnati, OH. 53 pp
- Heberer T, Schmidt-Baumler K, Stan H-J. 1998. Occurrence and distribution of organic contaminants in the aquatic system in Berlin. Part I: Drug residues and other polar contaminants in Berlin surface and groundwater. *Acta Hydrochim Hydrobiol*. 26(5): 272-278
- Heberer T. 2002. Tracking persistent pharmaceutical residues from municipal sewage to drinking water, *J Hydrol* 266: 175–189.
- Heberer, T. 2002. Occurrence, fate and removal of pharmaceuticals residues in the aquatic environment: a review of recent research data. *Toxicol. Lett*. 131: 5–17
- Heberer, T., Reddersen, K., and Mechlinski, A. 2002. From municipal sewage to drinking water: fate and removal of pharmaceutical residues in the aquatic environment in urban areas. *Water Science and Technology*. 45: 81-88
- Hektoen, H., Berge, J. A., Hormazabal, V. y otros 1995. Persistence of antibacterial agents in marine sediments. *Aquaculture*. 133: 175–184
- Hernando, M., Mezcuca, M., Fernández-Alba, A., and Barceló, D. 2006a. Environmental risk assessment of pharmaceutical residues in wastewater effluents, surface waters and sediments *Talanta*. 69(2): 334-342





- Holladay, S., and Luster, M. 1996. Chemically-Induced Alterations in the Developing Immune System: The Wildlife/Human Connection. *Environmental Health Perspectives* 104 (Supplement 4): 809- 814
- Huerta-Fontela M and Ventura F., Traceability of Emerging Contaminants from Wastewater to Drinking Water, *Hdb Env Chem.l* 5:143-168
- IEH. Institute for Environmen and Health. 2004. A screening method for ranking chemicals by their fate and behaviour in the environment and potential toxic effects in humans following non-occupational exposure. IEH Web report. W14
- Ingelman-Sundberg, M. 2001. Genetic susceptibility to adverse effects of drugs and environmental toxicants The role of the CYP family of enzymes. *Mutation Research* 482:11–19
- Ingerslev, F., Unger, J., Wiethan, J., y otros 2001. Testing biodegradability and bacterial toxicity of pharmaceuticals in standardized methods—is there a conceptual problem? Proc. 11th Annual Meeting of SETAC Europe. Abstract M/EH 064, p114. SETAC Europe, Madrid.
- IPCS-INCHEM. 1996. Environmental Health Criteria 181. chlorinated parafins. OMS. Geneve
- Jacangelo, J., D.Azkenaizer, and K. Schwab, 2006. Research needs in drinking water: a basis in regulations in the United States. *Journal of Water and Health*. 4(Suppl.): 1-9
- Jacobsen, B. and Berglind, L. 1988. Persistence of oxytetracycline in sediments from fish farms. *Aquaculture*. 70, 365–370
- James, M. 1986. Overview of in vivo metabolism of drugs by aquatic species. *Vet Hum Toxicol* 28(suppl 1): 2–8
- Jones, O., Voulvoulis, N., and Lester, J. 2001. Human pharmaceuticals in the aquatic environment a review. *Environ. Toxicol.* 22(12):1383-1394
- Juvancz, Z., Barna, S., Gyarmathy, D., and Konorót, F. 2008. Study of endocrine disrupting chemicals in environment. *Acta Polytechnica Hungarita*. 5(3): 49-58
- Katzung, B.G. 2001. Basic and clinical pharmacology. 8th ed. McGraw-Hill. New York



- Kim H., Choi J-H. y Takizawa S. 2007. Comparaison of initial filtration resistance by pretreatment processes in the nanofiltration of drinking water treatment, *Separation and purification Technology*. 56: 354-362.
- Klare, I., Badstubner, D., Konstabel, C. y otros 1999. Decreased incidence of VanA-type vancomycin-resistant enterococci isolated from poultry meat and from fecal samples of humans in the community after discontinuation of avoparcin usage in animal husbandry. *Microbial Drug Resistance* 5: 45–52
- Kolpin, D., Furlong, E., Meyer, M., Thurman, E., Barber, L., and Buxton, H. 2002. Pharmaceuticals, Hormones, and Other Organic Wastewater Contaminants in U.S. Streams, 1999-2000: A National Reconnaissance. *Environ. Sci. Technol.* 36:1202-1211
- Kolwzan, B., Traczewska, T. and Pawlaczyk-Szipilowa, M. 1991. Examination of resistance of bacteria isolated from drinking water to antibacterial agents. *Environmental Protection Engineering* 17: 53–60
- Koyuncu I., Arıkan O., Wiesner M., Rice C. 2008. Removal of hormones and antibiotics by nanofiltration membranes, *Journal of Membrane Science*, Volume 309, Issues 1-2, 15 February. Pages 94-101
- Krzystyniak, K. 1995. Approaches to the Evaluation of Chemical Induced Immunotoxicity. *Environmental Health Perspectives* 203(9): 17-23
- Kumar, K., Thompson, A., Singh, A., Chander, Y., and Gupta, S. 2004. Enzyme-Linked Immunosorbent Assay for Ultratrace Determination of Antibiotics in Aqueous Samples. *J. Environ. Qual.* 33: 250–256
- Kümmerer, K., Al-Ahmad, A. and Mersch-Sundermann, V. 2000. Biodegradability of some antibiotics, elimination of their genotoxicity and affection of waste water bacteria in a simple test. *Chemosphere*. 40, 701–710
- Kümmerer, K., 2000. *Pharmaceuticals in the Environment: Sources, Fate, Effects and Risks*, second ed. Springer, Germany
- Kümmerer, K., 2003. Significance of antibiotics in the environment. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 52: 5–7



- Kümmereer, K. 2004. Chapter 1. Pharmaceuticals in the environment-scope of the book and introduction. In: Pharmaceuticals in the environment, sources, fate, effects and risks. K. Kümmereer ed. Springer. pp 1-11
- Kinney, C., Furlong, E., Werner, S., and Cahill, J. 2006. Presence and distribution of wastewater-derived pharmaceuticals in soil irrigated with reclaimed water. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 25(2): 317–326, 2006
- Länge, R., and Doetrich, D. 2002. Environmental risk assessment of pharmaceutical drug substances-conceptual considerations. *Toxicology Letters*. 131: 97-104
- Larsen, T., Lienert, J., Joss, A., and Siegrist, H. 2004. How to avoid pharmaceuticals in the aquatic environment. *Journal of Biotechnology*. 113: 295–304
- López de Alda, J., y Barceló, D. 2008. Contaminantes orgánicos emergentes en aguas continentales y aspectos relacionados con el marco normativo y planificación hidrológica en España. En: *Aguas continentales. Gestión de recursos hídricos, tratamiento y calidad del agua*. Madrid. pp. 91-111
- Lorenz, M., and Wackernagel, W. 1994. Bacterial gene transfer by natural genetic transformation in the environment. *Microbiological Reviews*. 58: 563–602
- Luster, M. 1996. Immunotoxicology: Clinical Consequences. *Toxicology and Industrial Health*. 12(3): 533-535
- Luster, M., and Rosenthal, G. 1993. Chemical Agents and the Immune Response. *Environmental Health Perspectives*. 100: 219-236
- MacKay, D., Di Guardo, A., Paterson, s., Kicsi, G., and Cowan, C. 1996. Assessing the fate of new and existing chemicals: a five stage process. *Environ. Toxicol. Chem.* 15 (9): 1618-1626
- McKeon, D., Calabrese, J., and Bissonnette, G. 1995. Antibiotic resistant Gram-negative bacteria in rural groundwater supplies. *Water Research* 29: 1902–1908
- Marengo, J., Kok, R., Velagaleti, R. 1997. Aerobic degradation of 14C-sarafloxacin hydrochloride in soil. *Environmental Toxicology and Chemistry* 16: 462–471



- Martens, R., Wetzstein, H., Zadrazil, F., y otros 1996. Degradation of the fluoroquinolone enrofloxacin by wood-rotting fungi. *Applied and Environmental Microbiology*. 62: 4206–4209
- Mastrup M., Schafer A. and Khan S. 2005. Predicting fate of the contraceptive pill in wastewater treatment and discharge, *Water Science & Technology* Vol 52 No 8 pp 279–286
- McEwen, S., and Fedorka-Cray, P. 2002. Antimicrobial use and resistance in animals. *Clinical Infectious Diseases* 34(Suppl 3): S93–106
- McLachlan, J. 2001. Environmental Signaling: What Embryos and Evolution Teach Us About Endocrine Disrupting Chemicals. *Endocrine Reviews*. 22(3): 319–341
- Mendola, P., Messer, L., and Rappazzo, K. 2008. Science linking environmental contaminant exposures with fertility and reproductive health impacts in the adult female. *Fertility and Sterility*. 89(Supplement 1): 81-94
- Mersiowsky, I., Brandsch, R., and Ejlerthsson, J. 2001. Organic compounds in the environment. *J. Environ. Qual.* 30:1604–1611
- Mompelat S., Le Bot B., Thomas O. 2009. Occurrence and fate of pharmaceutical products and by-products, from resource to drinking water, *Environment International*, Volume 35, Issue 5, Pages 803-814
- Morse, S. 1995. Factors in the emergence of infectious diseases. *Emerging Infectious Diseases*. 1(1): 7-15
- Muela, A., Pocino, I., Arana, J. y otros 1994. Effects of growth phase and parental cell survival in river water on plasmid transfer between *Escherichia coli* strains. *Applied and Environmental Microbiology*. 60: 4273–4278
- Nieuwenhuijsen, M., Paustenbach, D., and Davidson, R. 2006. New developments in exposure assessment: The impact on the practice of health risk assessment and epidemiological studies. doi:10.1016/j.envint.2006.06.015
- Nikolaou, A., Meric, S., and Fatta, D. 2007. Occurrence patterns of pharmaceuticals in water and wastewater environments. *Anal Bioanal Chem* 387:1225–1234
- Noirén, K., and Meyronité, D. 2000. Certain organochlorine and organobromine contaminants in Swedish human milk in perspective of past 20–30 years. *Chemosphere*. 40 (9-11): 1111-1123



- Nygaard, K., Lunestad, B. T., Hektoern, H. y otros 1992. Resistance to oxytetracycline, oxolinic acid and furazolidone in bacteria from marine sediments. *Aquaculture*. 104: 21–36
- Office of the Queensland Parliamentary Counsel. 2005. Public Health Act 2005. Public Health Regulation 2005. Reprint 2008. Queensland, Au. 2009. 76 pp
- Olea N., Fernández M., Araque P. y Olea-Serrano, 2002. Perspectivas en disrupción endocrina, *Gac Sanit.*16(3):250-6
- OMS, 2008: [www.oms.org](http://www.oms.org)
- Oprea, T., Bologa, C., Edwards, B., Prossnitz, E., and Sklar, L. 2005. Post–high-throughput screening analysis: an empirical compound prioritization écheme. *Journal of Biomolecular Screening*. 10: 419-426
- Pang, Y., Brown, B., Steingrube, B., y otros 1994. Acquisition of Gram-positive tetracycline resistance genes in *Mycobacterium* and *Streptomyces* species. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*. 38: 1408–1412
- Papadopoulou, M., Karatzas, G., and Bougioukou. 2007. Numerical modelling of the environmental impact of landfill leachate leakage on groundwater quality—a field application. *Environ Model Assess*. 12: 43-54
- Petrovic, M., Sole, M., Alda M.J., and Barceló, D. 2002. Endocrine disruptors in sewage treatment plants, receiving river waters, and sediments: integration of chemical analysis and biological effects on feral carp *Environ. Toxicol. Chem*. 21(10): 2146-2156
- Petrovic, M., Eljarrat, E., Lopez de Alda M., Barceló, D. 2003. Endocrine disrupting compounds and other emerging contaminants in the environment: A survey on new monitoring strategies and occurrence data. *Anal Bioanal Chem*. 378: 549–562
- Petrovic, M., Hernando, M., Díaz-Cruz, M., Barceló, D. 2005. Liquid chromatography–tandem mass spectrometry for the analysis of pharmaceutical residues in environmental samples: a review. *Journal of Chromatography A*. 1067: 1–14
- Petrovic, m., eljarrat e., Lopez de Alda, m., and Barceló, D. 2004. Endocrine disrupting compounds and other emerging contaminants in the environment: A survey on new monitoring strategies and occurrence data. *Anal Bioanal Chem*. 378: 549–56



- Phillips, I., Casewell, M., Cox, T., De Groot, B., Friis, C., Jones, R., Nightingale, Ch., Preston, R., and Waddell, J. 2004. Does the use of antibiotics in food animals pose a risk to human health? A critical review of published data. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 53: 28–52
- Putschew, A., Wischnack, S., and Jekel, M. 2000. Occurrence of triiodinated X-ray contrast agents in the aquatic environment. *The Science of the Total Environment*. 255(1-3): 129-134
- Queensland Government. 2008. Recycled water quality. A guide to determining, monitoring and achieving safe concentrations of chemicals in recycled water. Report Prepared By: Haemish Middleton, Michael R Moore, Heather Chapman, Frederic Leusch, Benjamin Tan, Roger Drew, John Frangos, Stuart Khan, Greg Leslie, Glen Shaw. 182 pp
- Reemtsma T., and Quintana, J. 2006. Analytical methods for polar pollutants. In: *Organic Pollutants in the Water Cycle*. T. Reemtsma and M. Jekel (Eds.). Copyright © 2006 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. ISBN: 3-527-31297-8
- Richman, C., and Castensson, S. 2008. Impact of waste pharmaceuticals: an environmental hazard or “greenwash”? *The Pharmaceutical Journal*. 280: 335-342
- Richardson ML, Bowron JM; *J Pharm Pharmacol* 37: 1-12 (1985)
- Richardson, S. 2003. Water Analysis: Emerging Contaminants and Current Sigues. *Anal. Chem.* 75: 2831-2857
- Richardson, S. 2006. Environmental Mass Spectrometry: Emerging Contaminants and Current Issues. *Analytical Chemistry*. 78(12): 4021-4045
- Riverón, R. 2001. Enfermedades emergentes y reemergentes un reto en el siglo XXI. *REv. Cubana de Pediatr.* 1(1). ISSN 0034-7531 versión on-line
- Rowe, B., Toccalino, P., Moran, M., Zogorski, J., and Price, V. 2007. Occurrence and Potential Human-Health Relevance of Volatile Organic Compounds in Drinking Water from Domestic Wells in the United Status. *Environ Health Perspect.* 115:1539–1546
- Sabater, S., Guasch, H., Moreno-Amich, R., Romaní, A., y Muñoz, I. 2008. Contaminantes orgánicos emergentes en aguas continentals y aspectos



- relacionados con el marco normativo y planificación hidrológica en España. En: Aguas continentales Aguas continentales Aguas Gestión de recursos hídricos, continentales Aguas continentales tratamiento y calidad del agua. Coord. Damiá Barceló. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid
- Sacher, F., Lange, T., Brauch, H., and Blankenhorn, I. 2001. Pharmaceuticals in groundwaters. Analytical methods and results of a monitoring program in Baden-Wuttemberg, Germany. *J. Chromatogr. A* 938: 199–210
- Sadezky, A., Löffler, D., and Ternes, T. 2008. Proposal of an environmental indicator and classification system of pharmaceutical product residues for environmental management. Knowledge and Need Assessment on Pharmaceutical Products in Environmental Waters. Contract núm. 036864. pp 92
- Salgot, M., Huertas, E., Weber, S., Dott, W., and Hollender, J. 2005. Wastewater reuse and risk: definition of key objectives. *Integrated Concepts in Water Recycling*. Peer-reviewed by ICWR2005
- Samuelson, O., Torsvik, V., and Ervik, A. 1992. Long-range changes in oxytetracycline concentration and bacterial resistance towards oxytetracycline in a fish farm sediment after medication. *Science of the Total Environment*. 114: 25–36
- Sapkota, A., Curriero, C., Gibson, K., and Schwab, K. 2007. Antibiotic-resistant Enterococci and fecal Indicators in surface water and groundwater Impacted by a concentrated swine feeding operation. *Environ Health Perspect* 115:1040–1045
- Schultz, M., Barofsky, D., and Field, J. 2003. Fluorinated Alkyl Surfactants. *Environ Eng Sci* 20(5): 487-501
- Schlüsener, M., Löffler, D., Ternes, T. 2007. List of the relevant PPs. Contract n° 036864. KNAPE. 63 pp.
- Schwartz, T., Kohnen, T., Jansen, B. y otros 2003. Detection of antibiotic-resistant bacteria and their resistance genes in wastewater, surface water, and drinking water biofilms. *FEMS Microbiology Ecology*. 43: 325–35
- Sengelov, G., Agerso, Y., Halling-Sørensen, B. y otros 2001. Bacterial antibiotic resistance levels in farmland as a result of treatment with pig slurry. *Environment International*. 28: 587–595



- Sharpe, R., and Irvine, D. 2009. How strong is the evidence of a link between environmental chemicals and adverse effects on human reproductive health?. *British Medical Journal*. 328:447-451
- Shrag, S. and Perrot, V. 1996. Reducing antibiotic resistance. *Nature* 381: 120–211
- Siebe C., Siemens J., Huschek G., Kaupenjohann M. 2008. Concentrations and mobility of human pharmaceuticals in the world's largest wastewater irrigation system, Mexico City–Mezquital Valley, *Water Research*. 42(8-9): 2124-2134
- Sirbu, D., Curseu<sup>1</sup>, D., Popa<sup>1</sup>, M., Achimas – Cadariu, A., and Moldovan, Z. 2006. Environmental risks of pharmaceuticals and personal care products in water. Tenth International Water Technology Conference, IWTC10 2006, Alexandria, Egypt
- Slack, R., Gronow, J., and Voulvoulis, N. 2005. Household hazardous waste in municipal landfills: contaminants in leachate. *Science of the Total Environment* 337: 119–137
- Smith, L., Harris, A., Johnson, J., Silbergeld, E., and Morris, J. 2002. Animal antibiotic use has an early but important impact on the emergence of antibiotic resistance in human commensal bacteria. *PNAS*. 99(9): 6434-6439. [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.082188899](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.082188899)
- Snyder, S., Westerhoff, P., Yoon, Y., and Sedlak, D. 2003. Pharmaceuticals, personal care products, and endocrine disruptors in water: implications for the water industry. *Environmental Engineering Science*. 20(5): 449-469
- Snyder, S., Leising, J., Westerhoff, P., Yoon, Y., Mash, H., and Vanderford, B. 2004. Biological and physical attenuation of endocrine disruptors and Pharmaceuticals: implications for water reuse. *Monitoring & Remediation*. 24(2): 108-118
- Soo B., Jung Y., Jin Y., Sook Y. 2006. Application of ozone, UV and ozone/UV processes to reduce diethyl phthalate and its estrogenic activity, *Science of the Total Environment* 367: 681–693
- Stackelberg, P., Furlong, E., Meyer, M., Zaugg, S., Henderson, A., Reissman, D. 2004. Persistence of pharmaceutical compounds and other organic wastewater





contaminants in a conventional drinking-water treatment plant. *Science of the Total Environment*. 329: 99–113

Stackelberg, P., Gibs, J., Furlong, E., Meyer, M., Zaugg, S., and Lippincott, R. 2007. Efficiency of conventional drinking-water-treatment processes in removal of pharmaceuticals and other organic compounds. *Science of the Total Environment*. 377: 255–272

Stan, H., and Heberer, Th. 1997. Pharmaceuticals in the aquatic environment, in Suter, M.J.F., ed., *Dossier Water Analysis*. *Analisis*. 25: M20–23

Ternes, T. 1998. Occurrence of drugs in German sewage treatment plants and rivers. *Water Res.* 32: 3245–3260

Ternes T. 2001. Analytical methods for the determination of pharmaceuticals in aqueous environmental samples. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 20(8): 419-434

Testa, B., and Krämer, S. 2006. *The Biochemistry of Drug Metabolism – An Introduction Part 1. Principles and Overview*. 3: 1053-1101

Testa, B., and Krämer, S. 2007. *The Biochemistry of Drug Metabolism – An Introduction Part 2. Redox Reactions and Their Enzymes*. *Chemistry and Biodiversity*. 4: 257-405

Tixier, C., Singer, H., Oellers, S., and Muller, S. 2003. Occurrence and fate of carbamazepine, clofibric acid, diclofenac, ibuprofen, ketoprofen, and naproxen in surface waters. *Environ. Sci. Technol.* 37: 1061–1068

Togola, A., and Budzinski, H. 2007. Analytical development for analysis of pharmaceuticals in water samples by SPE and GC–MS. *Anal Bioanal Chem.* 388: 627–635

Tolls, J. 2001. Sorption of veterinary pharmaceuticals in soils: a review. *Environmental Science and Technology*. 35: 3397–3406

Toze, S. 2006. Water reuse and health risks-real vs. perceived. *Desalination*. 187: 141-151

Trenholm, R., Vanderford, B., Holady, J., Rexing, D., and Snyder, S. 2006. Broad range analysis of endocrine disruptors and pharmaceuticals using gas chromatography



- and liquid chromatography tandem mass spectrometry. *Chemosphere* 65: 990–1998
- Trussell, R. 2006. Constituents of Emerging Concern: An Overview. Water Environment Foundation. USA. pp 1460-1467
- Van den Berg, M., Birnbaum, S., Denison, M., De Vito, M., Farland, D., Feeley, M., Fiedler, H., Hakansson, H., Hanberg, A., Haws, L., Rose, M., Safe, S., Schrenk, D., Tohyama, C., Tritscher, A., Tuomisto, J., Tysklind, M., Walker, N., and E. Peterson. 2006. The 2005 World Health Organization reevaluation of human and mammalian toxic equivalency factors for dioxins and dioxin-like compounds. *Toxicological Science*. 93 (2): 223–241
- Verliefde, A., Cornelissen, E., Amy, G., Van der Bruggen, B., and van Dijk, H. 2007. Priority organic micropollutants in water sources in Flanders and the Netherlands and assessment of removal possibilities with nanofiltration. *Environmental Pollution*. 146: 281-289
- Villagrasa, M., López de Alda, M., and Barceló, D. 2006. Environmental analysis of fluorinated alkyl substances by liquid chromatography–(tandem) mass spectrometry: a review *Anal. Bioanal. Chem.* 386: 953-972
- vom Saal, F., Cooke, P., Buchanan, D., Palanza, P., Thayer, K., Nagel, S., Parmigiani, S., and Welshons, W. 1998. A physiologically based approach to the study of bisphenol A and other estrogenic chemicals on the size of reproductive organs, daily sperm production, and behavior. *Toxicol Ind Health*. 14: 239–260
- Voulvoulis and Schrimshaw. 2003. In: Birkett J. y Lester J. *Endocrine Disrupters in Wastewater and Sludge Treatment Processes*, Lewis Publishers – IWA Publishing, London
- Walia, S., Kaiser, S., Parkash, M., and Chaudhry, G. 2004. Self-transmissible antibiotic resistance to ampicillin, streptomycin, and tetracycline found in *Escherichia coli* isolates from contaminated drinking water. *Journal of Environmental Science and Health. Part A—Toxic/Hazardous Substances & Environmental Engineering*. A39(3): 651–662, 2004



- Waters, B. and Davies, J. 1997. Amino acid variation in the GyrA subunit of bacteria potentially associated with natural resistance to fluoroquinolone antibiotics. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*. 41: 2766–2769
- Watts, C., Myckoc, D., Crane, M., and Fawell, J. 2007. Desk based review of current knowledge on pharmaceuticals in drinking water and estimation of potential levels. Defra Project Code: CSA 7184/WT02046/DWI70/2/213 DEFRA. Drinking Water Inspectorate. Cranfield. 107 pp.
- Welshons, W., Thayer, K., Judy, M., Taylor, J., Curran, E., and vom Saal, F. 2003. Large Effects from Small Exposures. I. Mechanisms for Endocrine-Disrupting Chemicals with Estrogenic Activity. *Health Perspect*. 111: 994–1006
- Wenzel, A., Müller, J., Ternes, T. 2003. Study on endocrine disrupters in drinking water. Final Report. ENV.D.1/ETU/2000/0083. ESWE Institute for Water Research and Water Technology (JOGU-ESWE). Germany. 166 pp
- Xia, K., Bhandari, K., Das, K., and Pillar, G. 2005. Occurrence and fate of pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) in biosolids. *J. Environ. Qual*. 34: 91–104
- Xu, G., Umezawa, M., and Takeda, K. 2009. Early development origins of adult disease caused by malnutrition and environmental chemical substances. *Journal of Health Science*. 55(1): 11-19
- Yang, S., and Carlson, K. 2004. Solid-phase extraction-high-performance liquid chromatography-ion trap mass spectrometry for analysis of trace concentration of microlide antibiotics in natural and waste water matrices. *Journal of Chromatography A*. 1038: 141-155
- Zimmerman, M.J., 2005, Occurrence of organic wastewater contaminants, pharmaceuticals, and personal care products in selected water supplies, Cape Cod, Massachusetts, June 2004: U.S. Geological Survey Open-FileReport 2005-1206, 16 pp



**ANEXO I. Compuestos orgánicos emergentes con potencial para ingresar al agua para uso y consumo humano (1=Sí)**

COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
1 Abamectin	71751-41-2	Insecticida y acaricida	1						
2 Acebutolol	37517-30-9	β-bloqueador antihipertensivo	1			1			0.189
3 ALAR (daminozide)	1596-84-5	Regulador de crecimiento vegetal	1						
4 Acenaphthene	83-32-9	Producto de la combustión, emisión durante el refinamiento de petróleo, producción de plaguicidas	1	1		1			
5 Acephate	30560-19-1	Insecticida organofosforado	1		1			10.00	
6 Acetaldehyde	75-07-0	Uso industrial, producto y subproducto de procesos industriales y de metabolismo vegetal	1	1	1				
7 Acetaminophen (paracetamol)	103-90-2	Antiinflamatorio, analgésico, antipirético	1			1	175 (a)	175.00	15.699
8 Acetanilide	103-84-4	Producción y uso como intermediario en la elaboración de fármacos, colorantes, plastificante	1						
9 Acetazolamide	59-66-5	Tratamiento de glaucoma	1						
10 Acetic acid, (2,4,5-trichloro phenoxy)-, 1-methylethyl ester	93-78-7	Herbicida fenoxiacético	0						
11 Acetic acid, bromo-	79-08-3	Subproducto de desinfección del agua	1				0.35 (a)		
12 Acetic acid, trifluoro-	76-05-1	Producción y uso en síntesis orgánica	1						
13 Acetochlor	34256-82-1	Herbicida	1	1	1				
14 Acetone Cyanohydrin	75-86-5	Intermediario químico y	1						



COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
		solvente							
15 Acetonitrile	75-05-8	Solvente ampliamente utilizado con fines industriales	1						
16 Acetophenone	98-86-2	Solvente para plásticos y resinas, saborizantes y fragancias	1				400 (a)		
17 Acetyl hexamethyl tetrahydro naphthalene (AHTN, tonalide)	21145-77-7	Fragancia	1						
18 Acetylsalicylic acid	50-78-2	Analgésico	1			1	29 (a)	29.00	14.989
19 Aciclovir	59277-89-3	Antiviral	1			1			2.389
20 Acrolein	107-02-8	Herbicida	1		1				
21 Acrylamide	79-06-1	Producción de polímeros y copolímeros	1	1				0.20	
22 Acrylic Acid	79-10-7	Manufactura de plásticos, pintura y otros productos de consumo	1	Polímeros					
23 Acrylonitrile	107-13-1	Elaboración de productos en la industria	1	1					
24 Adiponitrile	111-69-3	Uso en la fabricación de nylon, síntesis orgánica y extracción de hidrocarburos	1						
25 Alachlor	15972-60-8	Herbicida	1	1	1	1	2 (a)	2.00	
26 Aldicarb	116-06-3	Insecticida	1					1.00	
27 Aldicarb Sulfone	1646-88-4	Metabolito tóxico de aldicarb	1						
28 Aldrin	309-00-2	Insecticida	1	1		1		0.30	
29 Allopurinol	315-30-0	Antigotoso	1			1			6.660
30 Ally (metsulfuron metil)	74223-64-6	Herbicida	1					5.00	
31 Alpha-naphthylamine	134-32-7	Intermediario en la síntesis de colorantes,	1						



COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
		producción de agroquímicos, herbicidas, entre otros productos							
32 Alprazolam	28981-97-7	Psicoléptico ansiolítico derivado de benzodiazepina	1				0.25 (a)	0.25	
33 Altrenogest	850-52-2	Agonista de progesterona. Supresión de estro en yeguas y cerdas	0			1			
34 Alyphatic alcohol ethoxylates	Grupo diverso	Surfactantes no iónicos. Forman parte de la formulación de detergentes	No como grupo						
35 Amantadine hydrochloride	665-66-7	Antiviral	1			1			0.115
36 Ambroxol	18683-91-5	Mucolítico	0						
37 Ametryne	834-12-8	Herbicida sistémico	1					50.00	
38 4-amino azobenzene (azobenzene)	103-33-3	Intermediario en la producción de colorantes, insecticidas y otros productos	1						
39 2-aminofluoreno	153-78-6	Químico ambiental	1						
40 4-amino-2-nitrophenol	119-34-6	Intermediario en la producción de colorantes para el cabello y textiles	1						
41 Aminopterin	54-62-6	Tratamiento de leucemias	1						
42 Amiodarone hydrochloride	19774-82-4	Agente antiarritmico, inhibidor de enzimas	1			1			1.698
43 Amitriptilina	50-48-6	Antidepresivo, ansiolítico	1			1			1.820
44 Amitrol	61-82-5	Herbicida	1				0.1 (b)	10.00	
45 Amlodipine	88150-42-9	Bloqueador de los canales de calcio	1			1			0.621



COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
46 Ammonium Perchlorate	7790-98-9	Oroducción y uso como oxidante sólido en balística, química analítica	1						
47 Amoxapine	14028-44-5	Atidepresivo	0						
48 Amoxicilline	26787-78-0	Antibiótico	1			1	1.5 (a)	1.50	3.138
49 Amphetamine	300-62-9	Droga ilícita, psicoestimulante, también tiene uso lícito	1			1			0.251
50 Methamphetamine	537-46-2	Droga ilícita, metabolito de amfetamina, estimulante del SNC y simpaticomimético	1			1			
51 3,4-Methylene dioxymphetamine (MDA)	177270		0			1			
52 3,4-Methylenedioxy methamphetamine (MDMA)	42542-10-9		1			1			1.075
53 3,4-Methylenedioxy-N-ethylamphetamine (MDEA)	47027		0			1			
54 Ampicillin	69-53-4	Antibiótico	1			1			0.624
55 Anabolic steroids	EDF-006	Esteroides anabólicos diversos	0						
56 Androgenic anabolics (steroids)		Esteroides anabólicos diversos, utilizados con fines terapéuticos y otros	1						
57 Angiotensin converting enzyme (ace) inhibitors	1407-47-2	Inibidores ACE	1						
58 Aniline	141-85-5	Intermediario químico en la producción de herbicidas, explosivos, entre otros productos	1		1				
59 Aniline, 2,4,6-trimethyl-	88-05-1	Producción de colorantes	1						
60 O-anisidine	90-04-0	Producción de pigmentos, colorantes y	1						



COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
		fármacos							
61	O-anisidine hydrochloride	134-29-2	Producción de pigmentos, colorantes y fármacos	1					
62	Anthracene	120-12-7	PAH, producto de combustión, utilizado en colorantes	1	1	1	150	150.00	
63	Anthraquinone	84-65-1	Intermediario	1					
64	Apigenin		Fitoestrógeno de plantas con hojas	0					
65	Apramicine	37321-09-8	Antibiótico	0					
66	Aroclor (unspecified)	12767-79-2	Químico industrial	0					
67	Aroclor 1210	147601-87-4		0					
68	Aroclor 1216	151820-27-8		0					
69	Aroclor 1231	37234-40-5		0					
70	Aroclor 1250	165245-51-2		0					
71	Aroclor 1252	89577-78-6		0					
72	Aroclor 1016	12674-11-2	Incineración de	1					
73	Aroclor 1221	11104-28-2	productos de desecho,	1	1				
74	Aroclor 1232	11141-16-5	disposición inadecuada	1	1				
75	Aroclor 1242	53469-21-9	de PCB's, fluidos	1	1				
76	Aroclor 1248	12672-29-6	dieléctricos de	1	1				
77	Aroclor 1254	11097-69-1	capacitores	1	1				
78	Aroclor 1260	11096-82-5		1	1				
79	Aryl mercury compounds	7439-97-6(aryl)	Metal	1					
80	Assure (quizalofop-ethyl)	76578-14-8	Herbicida	1					
81	Asulam	3337-71-1	Herbicida	0				50.00	
82	Atenolol	29122-68-7	β-bloqueador, antihipertensivo	1		1	70	25.00	8.362
83	Atorvastatin	134523-00-5	Regulador lipídico	1			5 (a)	5.00	
84	o-hidroxy atorvastatin		Metabolito	0			19		
85	p-hidroxy atorvastatin		Metabolito	0			19		
86	Atrazine	1912-24-9	Herbicida	1	1	1	180	40.00	
87	Avermectin B1	65195-55-3	Parasitida	1					





COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
88 Azathioprine	446-86-6	Analgésico/ antiinflamatorio	1			1			0.548
89 Azinphos-methyl	86-50-0	Insecticida organofosforado	1			1	3 (a)	3.00	
90 Azithromycin	83905-01-5	Antibiótico	1			1	4 (a)	3.90	0.168
91 Barbiturates (diversos)	Bag500	Sedantes, hipnóticos	1						
92 Baygon (Propoxur)	114-26-1	Insecticida	1					70.00	
93 Bayleton	43121-43-3	Fungicida	1						
94 Baythroid (Cyfluthrin)	68359-37-5	Insecticida	1						
95 Beclomethasone dipropionate	5534-09-8	Corticosteroide antiasmático, broncodilatador	0			1			0.073
96 Benefin (benfluralin)	1861-40-1	Herbicida pre-emergencia	1						
97 Benomyl	17804-35-2	Fungicida	1					100.00	
98 Bensulide	741-58-2	Herbicida	1		1				
99 Bentazon	25057-89-0	Herbicida postemergencia	1			1		30.00	
100 Benzaldehyde	100-52-7	Fragancia, solvente y aditivo de alimentos, perfumes y detergentes, intermediario en la producción de fármacos	1	1					
101 Benzene	71-43-2	Solvente, intermediario en síntesis química	1	1		1		1.00	
102 Benzene sulphonate, sodium alkyl	68411-30-3	Colorantes azo, detergentes y plastificantes	1						
103 Benzidine	92-87-5	Manufactura de colorantes azo	1	1					
104 Benzo[a]anthracene	56-55-3	PAH, producto de combustión	1	1					
105 Benzo[a]pyrene	50-32-8	PAH, producto de combustión	1	1		1	0.01 (a)	0.01	



COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
106	Benzo[g,h,i]perylene	193-39-5	PAH, producto de combustión	1		1			
107	Benzo[b]fluoranthrene	205-99-2	PAH, producto de combustión	1		1			
108	Benzo[k]fluoranthrene	207-08-9	PAH, producto de combustión	1	1				
109	Benzoic Acid	65-85-0	Plastificante, conservador de alimentos, aromatizante	1	1				
110	Benzoyllecgonine	519-09-5	Droga ilícita, metabolito de cocaína	0					
111	Benzophenone	119-61-9	Síntesis orgánica, fijador, fragancia,	1	1				
112	Benzo-trichloride	98-07-7	Químico industrial	1					
113	Benzyl Alcohol	100-51-6	Químico industrial, intermediario en perfumería y saborizantes	1	1				
114	o-benzyl-p-chlorophenol (chlorophene)	120-32-1	Antiséptico	1			0.35 (a)		
115	Benzyl Chloride	100-44-7	Producción de fármacos, taninos y otros productos industriales	1		1		0.20	
116	Betaxolol	63659-18-7	β-bloqueador, antihipertensivo	0			10 (a)	10.00	
117	Bezafibrate	41859-67-0	Regulador lipídico	0			300 (a)	300.00	0.001
118	BHA (Butylated hydroxyanisole)	25013-16-5	Antioxidante para grasas y aceites, y empaques de alimentos	1		1		1800.00	
119	BHT (2,6-di- <i>tert</i> -butyl <i>p</i> -cresol)	128-37-0	Químico utilizado en la industria de plásticos, caucho, fármacos, cosméticos, entre otras	1				1000.00	
120	Bidrin (Dicrotophos)	141-66-2	Insecticida acaricida	1					
121	Bifenox	42576-02-3	Herbicida	1					



COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
122 Biochanina A	No localizado	Fitoestrógeno de legumbres	0			1			
123 Bioresmethrin		Insecticida Piretroide sintético	0					100.00	
124 Biphenthrin	82657-04-3	Insecticida piretroide sintético	1						
125 Biphenyl, 1,1'-	92-52-4	Síntesis orgánica	1	1		1			
126 Bis(2-chloro-1-methylethyl) ether	108-60-1	Industria textil y como solvente de resinas naturales y artificiales	1	1					
127 Bis(2-chloroethyl) ether	111-44-4	Industria textil y como solvente de resinas naturales y artificiales	1	1					
128 Bis(2-ethylhexyl) phthalate	117-81-7	Todos los plásticos, incluyendo cuidado médico	1	1				10.00	
129 Bis (chloromethyl) ether	542-88-1	Gases industriales y emisiones	1	1					
130 Bis(isobutyl) mercury	24470-76-6	Diversos	1						
131 Bisoprolol	66722-44-9	β-bloqueador, antihipertensivo	0			1	0.6 (a)	0.63	0.074
132 Bis(pentabromophenyl)-ether (BDE-209)	1163-19-5	Aditivo retardante de fuego para resinas termoplásticas, textiles, plásticos	1			1			
133 Bisphenol A	80-05-7	Manufactura de plásticos, resinas y otros productos de consumo	1				200 (a)	200.00	
134 Bleomycin	11056-06-7	Antineoplásico	1						
135 Bromacil	314-40-9	Herbicida	1	1				300.00	
136 Bromate	15541-45-4	Subproducto de desinfección	1					20.00	
137 Brominated diphenyl-ethers	SN	Retardantes de flama	1			1			
138 Bromine organic compounds		No como grupo							



COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
139	Bromobenzene	108-86-1	Solvente, síntesis orgánica, aditivo	1	1				
140	Bromochloromethane	74-97-5	Extintores fluidos de fuego	1	1		40 (a)	40.00	
141	Bromochloroacetone	83463-62-1	Subproducto de la desinfección del agua	1			0.7 (a)	0.70	
142	Bromodichloromethane	75-27-4	Síntesis química y solvente	1	1		6 (a)	6.00	
143	Bromoform	75-25-2	Desgrasante, ya no utilizado, subproducto de desinfección	1	1		100 (a)	100.00	
144	Bromophos	2104-96-3	Insecticida y acaricida	1			10 (a)	10.00	
145	Bromoxynil	1689-84-5	Herbicida postemergencia	1				30.00	
146	Bromoxynil Octanoate	1689-99-2	Herbicida	1					
147	Budesonide	51333-22-3	Glucocorticosteroide, broncodilatador, antiinflamatorio	0					
148	Bufomedil	55837-25-7	Antiisquémico	0					
149	Butabarbital sodium	143-81-7	Barbitúrico	1					
150	Butalbital	77-26-9	Barbitúrico	0					
151	2-Butanone	78-93-3	Solvente para diversas industrias	1	1				
152	Butyl Benzyl Phthlate	85-68-7	Plastificante	1	1	1	3500		
153	Butylphthalyl Butylglycolate	85-70-1	Plastificante	1					
154	Caffeine	58-08-2	Estimulante	1			0.35 (a)	0.35	
155	Camphor	76-22-2	Cosméticos, perfumería y otros productos	1					
156	Caprolactam	105-60-2	Manufactura de fibras sintéticas	1	1				
157	Captafol	2425-06-1	Fungicida	1					
158	Captan	133-06-2	Fungicida	1	1	1			
159	Captopril	62571-86-2	Antihipertensivo	1					0.400
160	Carazolol	57775-29-8	β-bloqueador,	0			0.35 (a)	0.35	



COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTAN- CIAS TÓXICAS PELIGROSA S (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMI NANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMI- NANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE POTABLE DE AGUA RES. QUEEN- SLAND (µg/L)	CONCEN- TRACIÓN AMBIEN- TAL PRE- DICHA EN EUR (µg/L)
		antihipertensivo							
161	Carbadox	1791337	Antibiótico, promotor de crecimiento en veterinaria	1		1			
162	Carbamazepine	298-46-4	Anticonvulsivo	1		1	100 (a)	100.00	0.023
163	Carbaryl	63-25-2	Insecticida y acaricida	1	1			30.00	
164	Carbazole	86-74-8	Plaguicida	1	1				
165	Carbendazim	10605-21-7	Fungicida	1			100 (a)	100.00	
166	Carbocisteine	2387-59-9	Mucolítico						
167	Carbofuran	1563-66-2	Insecticida y nematicida		1			10.00	
168	Carboxin	5234-68-4	Fungicida para el tratamiento de semillas comerciales	1					
169	Catechol	120-80-9	Síntesis de productos farmacéuticos, agrícolas y otros	1					
170	Cefachlor	53994-73-3	Antibiótico	0		1	250 (a)	250.00	0.829
171	Cefalexin	15686-71-2	Antibiótico	1		1	35 (a)	35.00	5.145
172	Cefalotin	153-61-7	Antibiótico para uso humano y veterinario	1					
173	Cefazolin	25953-19-9	Antibiótico de uso veterinario	1					
174	Cefotaxime	64485-93-4	Antibiótico	0		1			0.381
175	Cefuroxime	55285-14-8	Antibiótico	0		1			1.482
176	Ceftiofur	80370-57-6	Antibiótico de uso veterinario	1					
177	Ceftriaxone	74578-69-1	Antibiótico	0		1			0.187
178	Celestolide	13171-00-1	Fragancia	0					
179	Chloral	75-87-6	Intermediario químico	1					
180	Chloral Hydrate	302-17-0	Sedante e hipnótico de uso veterinario	1		1		20.00	0.560
181	Chloramben (Amiben)	133-90-4	Herbicida	1					
182	Cloramphenicol	56-75-7	Antibiótico	1			175 (a)	175.00	
183	Chlorcyclizine hydrochloride	1620-21-9	Fármaco	0					
184	Chlordane	12789-03-6	Insecticida	1	1		1 (a)	1.00	



COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
185 Chlordecone (Kepone)	143-50-0	Plaguicida	1	1					
186 Chlorfenvinphos	470-90-6	Insecticida, acaricida y paraciticida	1			1	2(b)	5.00	
187 Chlorimuron, Ethyl-	90982-32-4	Herbicida postemergencia	1						
188 Chlorate	EDF-204	No como grupo. Subproductos de desinfección	0						
189 Chlorite (Sodium Salt)	7758-19-2	Subproducto de desinfección	1					300.00	
190 Chlormadinone	1961-77-9	Progestina sintética (efecto reproductivo)	1						
191 Chloro-1,1-difluoroethane, 1-	75-68-3	Refrigerante	1						
192 Chloro-1,3-butadiene, 2-	126-99-8	Producción de elastómeros de policloropreno	1						
193 Chloro-2-methylaniline HCl, 4-	3165-93-3	Producción de elastómeros de policloropreno	1						
194 Chloroacetic Acid	79-11-8	Subproducto de la desinfección del agua	1	1				150.00	
195 Chloroaniline, p-	106-47-8	Intermediario en la industria farmacéutica, producción de colorantes y agroquímicos	1	1					
196 Chloroaniline, o-	95-51-2		1	1					
197 Chlorobenzene	108-90-7	Intermediario químico, solvente y medio de transferencia	1	1				300.00	
198 Chlorobenzoic Acid, p-	74-11-3	Preservativo, subproducto de la desinfección de agua	1	1					
199 Chlorobenzo trifluoride, 4-	98-56-6	Intermediario en la producción de pigmentos y otros	1						



COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
		productos							
200	Chloroethane	75-00-3	Refrigerante, solvente anestésico	1	1				
201	Chloromethane	74-87-3	Síntesis química	1	1	1			
202	Chloromethoxy propylmercuric acetate [cpma]	EDF-183	No localizado	<b>No como grupo</b>					
203	Chloro naphthalene, Beta-	91-58-7	Industria diversa	1	1				
204	Chloronitro benzene, o-	88-73-3	Colorantes, preservativos, fotografía, entre otros	1					
205	Chlorophenol, 2-	95-57-8	Plaguicidas, antisépticos, subproducto de desinfección	1	1		10 (a, monoclórofenoles totales)	300.00	
206	Chlorophenol, 4-	106-48-9		1	1			10.00	
207	Chloroquine	54-05-7	Tratamiento de malaria	1		1			0.123
208	Chlorothalonil	1897-45-6	Plaguicida de amplio espectro	1				30.00	
209	Chlorotoluene, o-	95-49-8	Químico ambiental	1	1				
210	Chloroxilenol	88-04-0	Antiséptico	1					
211	Chlorpromazine	50-53-3	Tranquilizante y antipsicótico	1		1			0.571
212	Chlorpyrifos	2921-88-2	Insecticida	1	1	1	0.5 (a)	0.35	
213	Chlorpyrifos Methyl	5598-13-0	Plaguicida	1			0.5 (a)		
214	Cholecalciferol	67-97-0	Fármaco	1					
215	Chlorsulfuron	64902-72-3	Herbicida	1				100.00	
216	Chlortetracycline	57-62-5	Antibiótico	<b>Como tetraciclina</b>			105 (a)	105.00	
217	Chrysin	480-40-0	Flavona. Fitoestrógeno de <i>Passiflora caerulea</i>	0					
218	Ciamemacine	3546-03-0	Antipsicótico	1					
219	Ciclosporne A	59865-13-3	Antibiótico	1		1			0.348
220	Cimetidine	51481-61-9	Antihistamínico indicado en el tratamiento de úlcera	1		1	200 (a)	200.00	4.860



COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
		gástrica							
221	Ciprofloxacina	85721-33-1	Antibiótico	1		1	250 (a)	250.00	2.447
222	Cisplatina	15663-27-1	Antineoplásico	1					
223	Citalopram	59729-33-8	Antidepresivo	1		1		4.00	0.605
224	Clarithromycin	81103-11-9	Antibiótico	0		1	250 (a)	250.00	1.956
225	Clavulanic acid	61177-45-5	Antibiótico	0		1			2.365
226	Clenbuterol	37148-27-9	Descongestionante, broncodilatador	1			15 (a)	15.00	
227	Clindamycin	18323-44-9	Antibiótico	1		1	300 (a)	300.00	0.304
228	Clofibrate	637-07-0	Regulador lipídico	1			750 (a)		
229	Clofibrac acid	882-09-7	Metabolito	0			750 (a)	750.00	
230	Clomiphene citrate	50-41-9	Antiestrógeno no esteroide	1					
231	Clotrimazole	23593-75-1	Antimicótico	1		1			1.511
232	Cloxacillin	61-72-3	Antibiótico	1					
233	Cocaethylene	S/N	Droga ilícita, metabolito de cocaína	0					
234	Cocaine	50-36-2	Droga ilícita, semisintética obtenida de ecgoína	1		1			2.500
235	Codeine	76-57-3	Analgésico, antitúxico, antidiarreico. Alcaloide de opio	1		1	50 (a)	50.00	9.371
236	Colesterol	57-88-5	Esteroides animal/vegetal					7.00	
237	Conjugated estrogens	S/N	Aplicación médica	<b>No como grupo</b>					
238	Coplanar polychlorinated biphenyls	S/N	Químicos industriales y ambientales	<b>Como PCB's</b>					
239	Coprostanol	S/N	Estrógeno	0			0.7 (a)	0.70	
240	Cotinine	S/N	Metabolito de nicotina	0			10 (a)	10.00	
241	Coumestrol	497-13-0	Fitoestrógeno de alfalfa	0					
242	Cresol, m-	108-39-4	Solvente	1	1		600 (a, cresoles totales)		
243	Cresol, o-	95-48-7	Intermediario químico	1	1				
244	Cresol, p-	106-44-5	Preservador	1	1				





COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
245	Crotonal-dehyde, trans-	123-73-9	Químico industrial	1					
246	Crysene	218-01-9	Químico ambiental. PAH	1		1			
247	Cumene	98-82-8	Químico ambiental	1	1				
248	Cyanazine	21725-46-2	Herbicida triazínico	1	1				
249	Cyclohexanone	108-94-1	Uso industrial, solvente	1	1				
250	Cycloheximide	66-81-9	Antibiótico, fungicida, regulador de crecimiento vegetal	1					
251	Cyclo-hexylamine	108-91-8	Inhibidor de corrosión en instalaciones de tratamiento de agua, intermediario en la síntesis de emulsificantes, plastificantes, entre otros	1					
252	Cyclo-pen-tadiene	542-92-7	Síntesis de prostaglandinas, plaguicidas clorados	1					
253	Cyclophosphamide	50-18-0	Antineoplásico;	1			3.5 (a)	3.50	
254	Cyclophosphamide (hydrated)	6055-19-2	insecticida	1					
255	Cypermethrin	52315-07-8	Ectoparacitida, piretroide	1			0.5 (a)	0.50	
256	Cyromazine	66215-27-8	Regulador de crecimiento de insectos	1					
257	DCPA mono-acid degradate	000887-54-7	Producto de degradación de DCPA	0	1				
258	DCPA di-acid degradate	1861-32-1	Producto de degradación	0	1				
259	DDD	72-54-8	Producto de degradación de DDT	1	1				
260	DDE, 4,4-	72-55-9	Producto de degradación de DDT	1	1		20 (a)	20.00	
261	DDT	50-29-3	Plaguicida	1	1				20.00
262	DEET	134-62-3	Repelente de insectos	1			2500 (a)	2500.00	
263	Dacarbazine	4342-03-4	Quimioterapia	1					



	COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTAN- CIAS TÓXICAS PELIGROSA S (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMI NANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMI- NANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE POTABLE DE AGUA RES. QUEEN- SLAND (µg/L)	CONCEN- TRACIÓN AMBIEN- TAL PRE- DICHA EN EUR (µg/L)
264	Dacthal	2136-79-0	Herbicida de ácido phtalico	1	1					
265	Daidzein	486-66-8	Fitoestrógeno de legumbres	0						
266	Dalapon	75-99-0	Herbicida	1				500.00		
267	Danazol	17230-88-5	Esteroides sintético	0			1			0.063
268	Dapsone	80-08-0	Antibacterial	1						
269	Daunorubicin hydrochloride	23541-50-6	Antineoplásico	1						
270	Dehydronifedipine	67035-22-7	Fármaco, analgésico	0				20 (a)	20.00	
271	Demeclocycline hydrochloride (internal use)	64-73-3	Antibiótico	1					300.00	
272	Demeton	8065-48-3	El s metilado utilizado como acaricida	1				0.15 (a)	0.15	
273	Dexamethasone	50-02-2	Glucocorticosteroide, antiinflamatorio	1			1			0.091
274	Dextropropoxyphene	469-62-5	Analgésico	1			1			7.288
275	Dextromethorphan	125-71-3	Antitúxico, derivado del opio	1			1			0.171
276	Di(2-ethylhexyl) adipate	103-23-1	Producción de plásticos y resinas	1						
277	Diatrizoate sodium	737-31-5	Medio de contraste de rayos X	1				0.35 (a)	0.35	
278	Diazepam	439-14-5	Psiquiátrico, tranquilizante	1			1	2.5 (a)	2.50	0.126
279	Diazinon	333-41-5	Ectoparacitida	1	1			3 (a)	3.00	
280	Diazomethane	334-88-3	Contaminante atmosférico peligroso	1						
281	Dibromo-3-chloropropane, 1,2-(DBCP)	96-12-8	Uso industrial, elaboración de retardantes de flama; plaguicida	1	1					
282	Dibromoacetic acid	631-64-1	Subproducto de desinfección del agua	1			1		0.01	
283	Dibromochlorometha	124-48-1	Subproducto de	1				100 (a)	100.00	



COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
ne		desinfección							
284 Dibromodifluorometane	75-61-6	Retardantes de flama	1						
285 Dibromoethane, 1,2-(EDB)	106-93-4	Nematicida, insecticida	1	1					
286 Dibromomethane (Methylene Bromide)	74-95-3	Síntesis química y solvente, supresor de fuego	1	1		1			
287 Dibutyl Phthalate	84-74-2	Lacas de PVC y nitrocelulosa	1	1			35 (a)		
288 Dibutyltin Compounds (DBT)	0-01-5	Misceláneos	1				2 (a)	2.00	
289 Dibutyltin dichloride	683-18-1	Complejo organometálico, estabilizador de PVC	1						
290 Dicamba	1918-00-9	Plaguicida	1	1				100.00	
291 Dichloroacetic Acid	79-43-6	Subproducto de desinfección con cloro	1					0.01	
292 Dichloroacetonitrile	3018-12-0	Subproducto de desinfección con cloro	1				2 (a)		
293 3,4-Dichloroaniline	95-76-1	Químico ambiental	1					0.35	
294 Dichloro benzene, 1,2-	95-50-1	Químico industrial para la elaboración de diversos productos	1	1			1500		
295 Dichloro benzene, 1,3	541-73-1	Insecticida/fumigante; substrato de clorofenol	1						
296 Dichloro benzene, 1,4-	106-46-7	Deodorizante	1	1				40.00	
297 Dichloro benzidine, 3,3'-	91-94-1	Químico industrial para la elaboración de diversos productos	1	1					
298 Dichlorodifluorometane	75-71-8	Propelente para aerosoles	1	1					
299 Dichloroethane, 1,1-	75-34-3	Intermediario químico, solvente de pinturas	1	1	1			3.00	
300 Dichloroethane, 1,2-	107-06-2	Manufactura de cloruro de vinilo, pinturas,	1	1		1		60.00	



COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
		adhesivos, plaguicidas y productos de limpieza							
301	Dichloro ethylene, 1,1-	75-35-4	Síntesis orgánica y producción de polímeros	1	1		30 (a)		
302	Dichloro ethylene, 1,2- (Mixed Isomers)	540-59-0	Solvente	1	1				
303	Dichloro ethylene, 1,2-trans-	156-60-5		1	1				
304	Dichlorophenamide	120-97-8	Fármaco inhibidor de anhidrasa carbónica	1					
305	Dichlorophene	97-23-4	Algicida, bactericida y fungicida	1					
306	Dichlorophenol, 2,4-	120-83-2	Halofenol, manufactura de plaguicidas, productos para cuidado personal	1	1		10 (a, fenoles totales)	200.00	
307	Diclorophenol, 2,6-	87-65-0	Intermediario químico en la producción de 2,4,6-triclorofenol	1				10.00	
308	Dichlorophenoxy Acetic Acid, 2,4- (2,4-D)	94-75-7	Herbicida	1	1			30.00	
309	Dichloro propane, 1,3-	142-28-9	Haluro alifático de origen desconocido	1	1				
310	2,2-Dichloropropane	594-20-7	Haluro alifático de origen desconocido	1	1				
311	Dichloro propene, 1,1-	563-58-6	Síntesis orgánica, producción de fumigantes	1	1				
312	Dichloro propene, 1,3-	542-75-6	Síntesis orgánica, fumigante	1	1				
313	Dichlorvos	62-73-7	Insecticida	1	1	1	1 (a)	1.00	
314	Diclofenac	15307-86-5	Antiinflamatorio	1		1	1.8 (a)	1.80	5.002
315	Diclofenac (sodic)	15307-79-6	Analgésico	1			2300		
316	Dicloxacillin	3116-76-5	Antibiótico	1		1			0.699
317	Dicyclopenta-diene	77-73-6	Intermediario químico	1	1				



COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
		en la producción de plaguicidas							
318	Dieldrin	60-57-1	Insecticida	1	1	1		0.30	
319	Diethyl Phthalate	84-66-2	Todos los consumibles para plásticos, insecticidas, drogas, cosméticos	1	1				
320	N,N-diethyltoluamide (DEET)	134-62-3	Repelente de insectos	1					
321	Diethylstil-bestrol	56-53-1	Hormona, de uso en medicina humana y veterinaria	1					
322	Dicofol (Kelthane)	115-32-2	Plaguicida	1	1			3.00	
323	Digitoxin	71-63-6	Fármaco	1					
324	Digoxin	20830-75-5	Glicósido cardíaco, cardiotónico	1					
325	Dihydrocodeine	125-28-0	Antitúxico	0		1			2.393
326	Diltiazem hydrochloride	33286-22-5	Bloqueador de canales de calcio	1		1	60 (a)	60.00	7.027
327	Dimethoate	60-51-5	Insecticida	1	1	1	6 (a)	50.00	
328	Dimethylamino phenazone (aminoantipirina; aminopirina)	58-15-1	Analgésico	1					
329	Dimethylaniline, N,N-	121-69-7	Colorante; químico industrial	1	1				
330	Dimethyl formamide	68-12-2	Solvente industrial	1	1				
331	Dimethyl hydrazine, 1,1-	57-14-7	Síntesis química, estabilizante de combustibles	1	1				
332	Dimethylphenol, 2,4-	105-67-9	Solvente	1	1	1			
333	1,7-dimethylxanthine		Metabolito de cafeína	0	0		0.7 (a)	0.70	
334	Dinitrophenol, 2,4-	51-28-5	Manufactura de colorantes	1	1				
335	Dinitrotoluene, 2,4-	121-14-2	Plastificantes en propelentes	1	1				



COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
336	2,5-dinitrotoluene	619-15-8	Plastificantes en propelentes	1	1				
337	Dinitrotoluene, 2,6-	606-20-2	Explosivos, colorantes, síntesis orgánica	1	1				
338	Diocetyl phthalate	117-84-0	Constituyente de plastificantes	1					
339	Dioxane, 1,4-	123-91-1	Uso como solvente para celulosa, parafinas	1	1	1			
340	Diphenamid	957-51-7	Herbicida	1				300.00	
341	Diphenhydramine	58-73-1	Antihistamina	1			1		0.666
342	Diphenyl Sulfone	127-63-9	Plastificantes e intermediario	0					
343	Diphenylhydrazine, 1,2-	122-66-7	Mfg de bencidina, ya no es producida en USA	1	1				
344	Diquat	85-00-7	Herbicida	1				5.00	
345	Disulfoton	298-04-4	Insecticida	1	1	1		3.00	
346	Dithiane, 1,4-	505-29-3	Síntesis orgánica	1	1				
347	Diuron	330-54-1	Herbicida	1	1	1	1	25(b)	30.00
348	Doxepin	1668-19-5	Ansiolítico, antidepresivo	1			1		0.078
349	Doxycycline	564-25-0	Antibiótico, tetraciclinas	1			3 (a)	10.50	
350	EPTC (s-ethyl-dipropylthiocarbamate)	759-94-4	Herbicida	1	1			30.00	
351	Emamectine benzoate	155569-91-8	Ectoparacitida	1					
352	Enalapril		Inhibidor ACE, β-bloqueador, antihipertensivo	1			1	8	0.512
353	Enalaprilat	76420-72-9	Metabolito activo de enalapril	0				1.3 (a)	1.30
354	Endosulfan	115-29-7	Plaguicida	1	1		1	30 (a; como sulfato)	30.00
355	Endothall	145-73-3	Herbicida	1					100.00
356	Endrin	72-20-8	Plaguicida	1	1		1		
357	Enrofloxacin	93106-60-6	Antibiótico	1				22 (a)	22.00



COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RESQUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
358 Ephedrine	299-42-3	Antihistamina	1			1			0.052
359 Epichlorohydrin	106-89-8	Plaguicida y síntesis química	1					0.50	
360 Equilenin (horse steroid)	517-09-9	Esteroides	0		1		0.03 (a)	0.03	
361 Equol	534-95-3	Fitoestrógeno de metabolito de Daidzein	0						
362 Erythromycin	114-07-8	Antibiótico	1		1	1	17.5 (a)	17.50	0.061
363 17-α-estradiol	57-91-0	Estrógeno humano	0		1	1	0.175 (a)	0.175	0.001
364 17-β-estradiol	50-28-2	Estrógeno humano, utilizado en terapia hormonal de reemplazo	1		1		0.175 (a)	0.0015	
365 Estriol	50-27-1	Esteroides	1		1		0.05 (a)	0.05	
366 Estrone	53-16-7	Estrógeno humano. Terapia de reemplazo hormonal	1		1		0.03 (a)	0.03	
367 Ethanol,2-butoxy-phosphate (TBEP)	78-51-3	Industrial, plastificante, retardante de flama	1						
368 Ethanolamine	141-43-5	Químico industrial	1	1					
369 17α-Ethinyl estradiol	57-63-6	Estrógeno sintético, control de la natalidad	1		1		0.0015 (a)		
370 Ethion	563-12-2	Insecticida y acaricida no sistémico	1	1			3 (a)	3.00	
371 Ethoprophos	13194-48-4	Insecticida	1		1		1 (a)	1.00	
372 Ethylbenzene	100-41-4	Plaguicidas, barnices, adhesivos y pinturas	1	1				300.00	
373 Ethylene diamine tetraacetic acid (EDTA)	60-004	Usos en detergentes, fármacos y otros productos de consumo	1	1			250 (a)	250.00	
374 Etodolac	41340-25-4	Antiinflamatorio no esterooidal	0			1			1.506
375 Etofibrate	31637-97-5	Regulador lipídico	0						
376 Etoposide	33419-42-0	Antineoplásico	1						
377 Famciclovir	104227-87-4	Antiviral	0			1			0.133
378 Felodipine	72509-76-3	Bloqueador de canales de calcio	0			1			0.177



COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
379 Fenamiphos	22224-92-6	Nematicida, para vegetales	1		1			0.30	
380 Fenfluramine	458-24-2	Simpaticomimético, utilizado en tratamiento de desórdenes alimenticios	1						
381 Fenofibrate	49562-28-9	Regulador lipídico	0			1			0.588
382 Fenofibric acid	42017-89-0	Metabolito de fenofibrato	0						
383 Fenoprofen	31879-05-7	Analgésico/ antiinflamatorio	1			1	450 (a)	450.00	0.020
384 Fenthion (methyl-fenthion)	55-38-9	Plaguicida	1				0.5 (a)	0.50	
385 Fenvalerate	51630-58-1	Insecticida	1					50.00	
386 Flumequine	42835-25-6	Antibiótico	1						
387 Fluometuron	2164-17-2	Herbicida	1					50.00	
388 Fluoranthene	206-44-0	PAH, producto de combustión	1			1	4 (a)		
389 Flucloxacillin	5250-39-5	Antibiótico	1			1			12.780
390 Fluconazole	86386-73-4	Antimicótico	1			1			0.126
391 Fluoxetine	54910-89-3	Psiquiátrico, antidrepesivo	1			1	10 (a)	10.00	0.088
392 Nor-fluoxetine		Metabolito de fluoxetine	0				35		
393 Fluorene	86-73-7	PAH, producto de combustión	1	1		1			
394 Fluorouracil	51-21-8	Antineoplásico	1						
395 Fluvastatine		Regulador lipídico	0			1			0.263
396 Fluvoxamine	54739-18-3	Antidrepesivo, ansiolítico	1			1			0.036
397 Fonofos	944-22-9	Insecticida	1	1					
398 Formaldehyde	50-00-0	Químico endógeno	1	1	1			500.00	
399 Formononetin		Fitoestrógeno de clover	0						
400 Furazolidone	67-45-8	Antibiótico	1						
401 Furosemide	54-31-9	Diurético	1			1		10.00	5.273
402 Fusidine	690 06 3	Antibiótico	0						
403 Gabapentine	60142-96-3	Psiquiátrico,	1			1			10.763





COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
		anticonvulsivo							
404 Galaxolide	1222-05-5	Fragancia	1				1750 (a)	1800.00	
405 Gemfibrozil	25812-30-0	Regulador lipídico	0			1	600 (a)	600.00	0.265
406 Genistein	446-72-0	Fitoestrógeno de legumbres y red clover	0						
407 Gentesic acid	490-79-9	Metabolito de ácido acetilsalisílico	0				7		
408 Glyphosate	1071-83-6	Herbicida organofosforado	1					1000.00	
409 Griseofulvin	126-07-8	Antibiótico	1			1			0.239
410 Heptachlor	76-44-8	Plaguicida	1	1		1		0.30	
411 Heptachlor Epoxide	1024-57-3	Insecticida	1	1					
412 Hepta-PCB	28655-71-2	Bifenilos policlorados	1	1					
413 Heptachloro biphenyl, 2,2',3,3',4,4',5'- (PCB 170)	35065-30-6						0.14 (a) la suma de todos los PCB's		
414 Heptachlorobiphenyl, 2,2',3,4,4',5,5'- (PCB 180)	35065-29-3								
415 Heptachloro biphenyl, 2,3,3',4,4',5,5'- (PCB 189)	39635-31-9								
416 2,2',3,3',5,6,6'-Heptachlorobiphenyl	52663-64-6								
417 2,2',3,3',4,6,6'-Heptachlorobiphenyl	52663-65-7								
418 2,2',3,4,4',5,6-Heptachlorobiphenyl	74472-47-2								
419 2,2',3,3',4,5,6'-Heptachlorobiphenyl	38411-25-5								
420 2,3,3',4,4',5,6-Heptachlorobiphenyl	41411-64-7								
421 2,2',3,4',5,6,6'-Heptachlorobiphenyl	74487-85-7								
422 2,3,3',4',5,5',6-Heptachlorobiphenyl	69782-91-8								



	COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
423	2,2',3,4,4',5,6'-Heptachlorobiphenyl	60145-23-5								
424	2,3,3',4,5,5',6'-Heptachlorobiphenyl	74472-51-8								
425	2,3,3',4,4',5',6'-Heptachlorobiphenyl	74472-50-7								
426	2,2',3,3',4,5,6'-Heptachlorobiphenyl	68194-16-1								
427	2,2',3,3',4,5,5'-Heptachlorobiphenyl	52663-74-8								
428	2,2',3,4,5,6,6'-Heptachlorobiphenyl	74472-49-4								
429	2,2',3,3',4,5',6'-Heptachlorobiphenyl	52663-70-4								
430	2,2',3,4,4',5',6'-Heptachlorobiphenyl	52663-69-1								
431	2,2',3,3',5,5',6'-Heptachlorobiphenyl	52663-67-9								
432	2,2',3,4,4',6,6'-Heptachlorobiphenyl	74472-48-3								
433	2,2',3,3',4,5',6'-Heptachlorobiphenyl	40186-70-7								
434	Hexabromo benzene	87-82-1								
435	Hexabromo-biphenyl,	36355-01-8								
436	Hexabromo diphenyl ether, 2,2',4,4',5,5'-(BDE-153)	68631-49-2								
437	Hexachloro benzene	118-74-1	Subproducto industrial de solvente, plaguicida y preservante de madera	1	1		1			
438	Hexa-PCB	26601-64-9						0.14 (a) la suma de todos los PCB's		
439	2,2',3,4,4',5'-hexachloro biphenyl	35065-28-2								
440	2,2',3,3',4,4'-Hexachloro biphenyl (PCB-128)	38380-07-3								



	COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTAN- CIAS TÓXICAS PELIGROSA S (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMI NANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMI- NANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE POTABLE DE AGUA RES. QUEEN- SLAND (µg/L)	CONCEN- TRACIÓN AMBIEN- TAL PRE- DICHA EN EUR (µg/L)
441	2,2',3,3',4,5- hexachloro biphenyl (PCB-129)	55215-18-4								
442	2,2',3,3',5,6- hexachlorobiphenyl (PCB-134)	52704-70-8								
443	2,2',3,3',6,6'- hexachloro biphenyl (PCB-136)	38411-22-2	PCB							
444	2,2',3,4',5',6- Hexachlorobiphenyl (PCB-149)	38380-04-0	PCB							
445	2,2',4,4',5,5'- Hexachlorobiphenyl (PCB-153)	35065-27-1		1						
446	Hexachlorobiphenyl, 2,3',4,4',5,5'- (PCB 167)	52663-72-6		1					0.000016	
447	Hexachlorobiphenyl, 2,3,3',4,4',5'- (PCB 157)	69782-90-7								
448	2,2',4,4',6,6'- hexachlorobiphenyl (PCB-155)	33979-03-2								
449	Hexachlorobiphenyl, 2,3,3',4,4',5'- (PCB 156)	38380-08-4							0.000016	
450	Hexachlorobiphenyl, 3,3',4,4',5,5'- (PCB 169)	32774-16-6		1					0.000016	
451	2,2',3,4,4',6- Hexachlorobiphenyl	56030-56-9								
452	2,2',3,5,5',6- Hexachlorobiphenyl	52663-63-5								
453	2,2',3,3',4,5'- Hexachlorobiphenyl	52663-66-8								
454	2,3',4,4',5,5'-	52663-72-6								



COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
Hexachloro biphenyl									
455 2,2',3,4,5,5'-Hexachlorobiphenyl	52712-04-6								
456 2,2',3,3',5,6'-Hexachlorobiphenyl	52744-13-5								
457 2,2',3,4',5,5'-Hexachlorobiphenyl	51908-16-8								
458 2,2',3,4,5,6'-Hexachlorobiphenyl	41411-61-4								
459 2,3,3',4,5,6'-Hexachlorobiphenyl	41411-62-5								
460 2,3,4,4',5,6'-Hexachlorobiphenyl	41411-63-6								
461 2,3,3',4',5,5'-Hexachlorobiphenyl	39635-34-2								
462 2,3,3',4,5,5'-Hexachlorobiphenyl	39635-35-3								
463 2,2',3,3',4,6'-Hexachlorobiphenyl	38380-05-1								
464 2,3',4,4',5',6'-Hexachlorobiphenyl	59291-65-5								
465 2,2',3,4,4',6'-Hexachlorobiphenyl	59291-64-4								
466 2,2',4,4',5,6'-Hexachlorobiphenyl	60145-22-4								
467 2,2',3,3',4,6'-Hexachlorobiphenyl	61798-70-7								
468 2,2',3,4,5,6'-Hexachlorobiphenyl	68194-15-0								
469 2,2',3,4,5',6'-Hexachlorobiphenyl	68194-14-9								
470 2,2',3,4',5,6'-Hexachlorobiphenyl	68194-13-8								
471 2,2',3,5,6,6'-Hexachlorobiphenyl	68194-09-2								
472 2,2',3,4',6,6'-Hexachlorobiphenyl	68194-08-1								



	COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE POTABLE DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
473	2,3,3',4,4',5'-Hexachlorobiphenyl	69782-90-7								
474	2,3,3',5,5',6'-Hexachlorobiphenyl	74472-46-1								
475	2,3,3',4',5',6'-Hexachlorobiphenyl	74472-45-0								
476	2,3,3',4',5,6'-Hexachlorobiphenyl	74472-44-9								
477	2,3,3',4,5',6'-Hexachlorobiphenyl	74472-43-8								
478	2,3,3',4,4',6'-Hexachlorobiphenyl	74472-42-7								
479	2,2',3,4',5,6'-Hexachlorobiphenyl	74472-41-6								
480	2,2',3,4,6,6'-Hexachlorobiphenyl	74472-40-5								
481	2,2',3,3',5,5'-Hexachlorobiphenyl	35694-04-3								
482	2,2',3,4,4',5'-Hexachlorobiphenyl	35694-06-5								
483	Hexachloro butadiene	87-68-3	Fumigante. Manufactura de lubricantes e industria	1			1		0.70	
484	Hexachloro cyclohexane, α-lindane	319-84-6	Insecticida	1		1		20 (a)		
485	Hexachlorocyclohexane, β-lindane	319-85-7	Insecticida	1				20 (a)		
486	Hexachlorocyclohexane, γ-lindane	58-89-9	Insecticida	1			1	20 (a)		
487	Hexachlorocyclohexane, δ-lindane		Insecticida	1				20 (a)		
488	Hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazine (RDX)	121-82-4	Triazina, explosivo	1	1					
489	Hexahydrohexamethyl	12222-05-5	Fragancia	0						



COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RESQUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
cyclopentabenzopyran (HHCb)									
490 Hexestrol	5635-50-7	Anticonceptivo	1						
491 Hydrochloro thiazide	58-93-5	Diurético	1			1		12.50	0.487
492 Hydrocodone	125-29-1	Analgésico, antitúxico	1						
493 Hydroquinone	123-31-9	Químico ambiental	1						
494 Ibuprofen	15687-27-1	Analgésico/antiinflamatorio	1			1	400 (a)	400.00	18.924
495 Ibuprofen methyl ester	81576-55-8	Metabolito de ibuprofeno	0						
496 Ifosamide (isophosphamide)	3778-73-2	Antineoplásico	1				3.5 (a)	3.50	
497 Indeno[1,2,3-cd]pyrene	193-39-5	PAH	1			1			
498 Indole	120-72-9	Adyuvante	1						
499 Indometacine	53-86-1	Antiinflamatorio	1			1	25 (a)	25.00	0.098
500 Iohexol	66108-95-0	Medios de contraste de rayos X	0				720 (a)	720.00	
501 lomeprol	78649-41-9		1			1			0.935
502 Iopamidol	62883-00-5		0				400 (a)	400.00	
503 Iopanoic acid	96-83-3		1						
504 Iopromide	73334-07-3		0				750 (a)	750.00	
505 Iotalamic acid	2276-90-6		0						
506 Iotrolan	79779-24-4		0						
507 Ioxaglic acid	59017-64-0		0						
508 Ioxithalamic acid	28179-44-4		0						
509 Isophorone	78-59-1	Solvente	1	1					
510 p-Isopropyltoluene (p-cymene)	000099-87-6	Hidrocarburo aromático, agente de transferencia de calor	1	1					
511 Isoproturon	31412-59-6	Herbicida	0			1	9(b)		
512 Josamycin	16846-24-5	Antibiótico	0						
513 Kanamycin	2251180	Antibiótico	1						
514 Ketoconazole	65277-42-1	Fungicida	1			1			0.529
515 Ketoprofen	22071-15-4	Antiinflamatorio	0			1	3.5 (a)	3.50	0.225
516 Labetalol	36894-69-6	Fármaco	1			1			0.550
517 Lansoprazole		Fármaco	1			1			2.309



COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
518 Levodopa	59-92-7	Progestina sintética (anticonceptivo)	0			1			3.511
519 Lincomycin	154-21-2	Antibiótico	1				3500 (a)	3500.00	
520 Lidocaine	137-58-6	Anestésico	1			1			0.564
521 D-limonene	5989-27-5	Fungicida,savorizante	1						
522 Linuron	330-55-2	Herbicida	1	1			70		
523 Lofepramine	23047-25-8	Antidepresivo, ansiolítico	1			1			0.597
524 Lorazepam	846-49-1	Psiquiátrico, ansiolítico, relajante muscular, anticonvulsivo	0						
525 MCPP (Mecopcrop)	93-65-2	Herbicida post-emergencia	1					10.00	
526 Malathion	121-75-5	Insecticida	1	1		1	900 (a)	900.00	
527 Maneb	12427-38-2	Fungicida	1				105(b)		
528 Mebendazole	31431-39-7	Antihelmíntico de uso humano y veterinario	1			1			0.056
529 Meclofenamic acid	644-62-2	Analgésico/ antiinflamatorio de uso veterinario	1						
530 Medroxyprogesterone	520-85-4	progestina utilizada en el tratamiento de endometriosis	1			1			0.137
531 Megestrol	595-33-5	Hormonal antineoplásico	1			1			0.056
532 Melamine	108-78-1	Síntesis orgánica	1						
533 Mepiquat Chloride	24307-26-4	Regulador de crecimiento de cultivos	1			1			0.107
534 Meprobamate	57-53-4	Psiquiátrico, ansiolítico	1			1	260		0.109
535 Mesalazine	89-57-6	Antiinflamatorio				1			14.454
536 Mestranol	72-33-3	Anticonceptivo, estrógeno sintético	1		1		0.0025 (a)	0.0025	
537 Metamizole sodium (dipyrone)	68-89-3	Analgésico	0				525 (a)	525.00	
538 Metam sodium	137-42-8	Fungicida, herbicida y nematocida	1				4(b)		



COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
539 Metformin	657-24-9	Antidibético	1			1	250 (a)	250.00	110.469
540 Methidathion	950-37-8	Insecticida	1					30.00	
541 Methicillin	61-32-5	Antibiótico	1						
542 Methomyl	16752-77-5	Insecticida y acaricida	1	1				30.00	
543 Methotrexate	59-05-2	Antineoplásico	1				0.005 (a)	0.005	
544 Methoxychlor (metabolito activo)	72-43-5	Insecticida	1	1			1	300.00	
545 5-methyl-1H-benzotriazole	136-85-6	Anticorrosivo, antioxidante	0						
546 Methyl bromide	74-83-9	Síntesis orgánica, fumigante	1	1	1				
547 3-Methyl-1H-indole (skatol)	83-34-1	Fragancia	1						
548 Methyl Methacrylate	80-62-6	Adhesivos medicinales, odontología	1	1					
549 2-Methylpyridine	109-06-8	Intermediario químico	1	1					
550 3-Methylpyridine	108-99-6	Intermediario químico	1						
551 4-Methylpyridine	108-89-4	Intermediario químico	1						
552 Methyl tert-Butyl Ether (MTBE)	1634-04-4	Gasolinas, octanaje	1	1	1				
553 Methylbenzylidene camphor	36861-47-9	Agente bloqueador solar	0						
554 Methylene Chloride (dichloromethane)	75-09-2	Solvente de pinturas, aerosoles, limpiadores, fotografía, plaguicidas	1	1		1	4 (a)	4.00	
555 Metil naphthalene, 1-	90-12-0	PAH, insecticidas,	1			1			
556 Methyl naphthalene, 2-	91-57-6	intermediario químico	1			1			
557 Metocarbamol	532-03-6	Relajante muscular	1			1			2.247
558 Metoclopramide	364-62-5	Antihemético	0						
559 Metolachlor	51218-45-2	Herbicida	1	1	1			300.00	
560 Metoprolol	37350-58-6	β-bloqueador, antihipertensivo	1			1	25 (a)	25.00	0.234
561 Metribuzin	21087-64-9	Herbicida triazínico	1	1				50.00	
562 Metronidazole	443-48-1	Antiparasitario	1			1			4.658
563 Mevastatin	73573-88-3	Regulador lipídico	0						





COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
564	Mezlocillin	51481-65-3	Antibiótico	0					
565	Miconazole		Antimicótico	0		1			0.449
566	Midazolam hydrochloride	59467-96-8	Sedante no barbitúrico	0					
567	Minocycline hydrochloride (internal use)	13614-98-7	Antibiótico	0		1			0.689
568	Molinate	2212-67-1	Herbicida triazínico	1	1	1		5.00	
569	Monesine	17090-79-8	Antibiótico	1			35 (a)	35.00	
570	Monobutyltin Compounds	0-01-8	Organotina	1			0.7 (a)	0.70	
571	Monochloramine	10599-90-3	Subproducto de desinfección	1				3000.00	
572	Monochloronitrobenzenes			0		1			
573	<b>Morphine</b>	57-27-2	Droga ilícita	1		1			0.628
574	<b>6-acetylmorphine</b>		Droga ilícita, metabolito de cocaína	0					
575	<b>Morphine-3β-D glucuronide</b>		Droga ilícita, metabolito de cocaína	0					
576	Morpholine	110-91-8	Fungicida	1					
577	Musk ambrette	83-66-9	Fragancia	1					
578	Musk ketone	88-14-1	Fragancia	1			350 (a)	350.00	
579	Musk moskene	116-66-5	Fragancia	0			0.35 (a)		
580	Musk tibetene	145-39-1	Fragancia	0			0.35 (a)	0.35	
581	Musk xylene	81-15-2	Fragancia	1			350 (a)		
582	Nadolol	42200-33-9	β-bloqueador, antihipertensivo	1			20 (a)	20.00	
583	Nafcillin	147-52-4	Antibiótico	1					
584	Nalidixic acid	389-08-2	Antibiótico	1		1	1000 (a)	1000.00	0.040
585	Naphthalene	91-20-3	PAH, producto de combustión, repelente, deodorizante	1	1	1	70	70.00	
586	Naphthalene sulphonate	Grupo	Colorantes azo, detergentes y plastificantes	0					



COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
587	Napropamide	15299-99-7	Químico ambiental	1				1000.00	
588	Naproxen	22204-53-1	Antiinflamatorio	1		1	220 (a)	220.00	6.339
589	Neomycin sulfate	1405-10-3	Antibiótico	0		1			0.051
590	Nicotine and salts	54-11-5	Resultado de combustión de tabaco	1		1			1.368
591	Nifedipine	21829-25-4	Bloqueador de canales de calcio	0		1			1.530
592	<i>Deytronifedipine</i>	067035-22-7	Metabolito de nifedipine	0					
593	Nitriloacetic acid	139-13-9	Producto del uso de químicos en el tratamiento de agua	1			200 (a)	200.00	
594	Nitrobenzene	98-95-3	Solvente para éteres de anilina	1	1	1	1		
595	Nitrofen	1836-75-5	Herbicida	1					
596	Nitrofurantoin	67-20-9	Antibiótico	1			1		0.227
597	Nitroglycerin	55-63-0	propelente, explosivo, producción de fármacos	1		1	1		0.130
598	Nitrophenol, 4-	100-02-7	Químico para la elaboración de productos diversos	1	1		30 (a)	30.00	
599	Nitrosodiethylamine, N-	55-18-5	Resultan de la reacción de aminas, principalmente secundarias	1		1	0.01 (a)	0.01	
600	Nitrosodimethylamine, N-	62-75-9	Producción de antioxidantes, lubricantes	1	1	1	0.01 (a)	0.01	
601	Nitrotoluene, p-	99-99-0	Químico ambiental	1	1				
602	Nomegestrol	58691-88-6	Progestina sintética, anticonceptivo	0					
603	Nona-PCB	53742-07-7	Bifenilo policlorado	0			0.14 (a)		
604	2,2',3,3',4,4',5,5',6-Nonachloro biphenyl (PCB-206)	40186-72-9		0			suma de todos los PCB's		
605	2,2',3,3',4,4',5,6,6'-nonachloro biphenyl	52663-79-3		0					



COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
(PCB-207)									
606 2,2',3,3',4,5,5',6,6'-nonachloro biphenyl (PCB-208)	52663-77-1		0						
607 4-Nonylphenol	25154-52-3	Surfactante, mezcla técnica	1			1	500 (a)	500.00	
608 4-nonylphenol diethoxylate	26027-38-3	Metabolito de detergenete no iónico	1				1800		
609 4-nonylphenol (branched)	84851-15-3	Metabolito de detergenete no iónico	0						
610 4-p-nonylphenol	104-40-5	Metabolito de detergenete no iónico	1						
611 Nonylphenol ethoxylate NP1EO	27986-36-3	Químico ambiental	0						
612 Nonylphenol ethoxylate NP2EO	9016-45-9	Químico ambiental	0						
613 Nordiazepam	1088-11-5	Antidepresivo, ansiolítico	0					3.00	
614 Norbenzoylecgonine		Droga ilícita, metabolito de cocaína	0						
615 Norcocaine		Droga ilícita, metabolito de cocaína	0						
616 Norethindrone	68-22-4	Progestina sintética (anticonceptivo)	1		1		0.25 (a)	0.25	0.088
617 Norethisterone acetate (norethindrone acetate)	51-98-9	Progestina sintética	0			1			
618 Norfloxacin	70458-96-7	Antibiótico	0			1	400 (a)	400.00	0.027
619 OCDD	3268-87-9	Dioxina; producto desecho de la combustión	1					0.000016	
620 Octabromodiphenyl Ether	32536-52-0	Retardante de flama	1						
621 Octa-PCB	55722-26-4	Materiales y productos de desecho,	1						
622 2,2',3,3',4,4',5,6-octachlorobiphenyl	52663-78-2	incineración, lodos	0						



	COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
623	2,2',3,3',4,4',5,5'-Octachlorobiphenyl (PCB-194)	35694-08-7	residuales, disposición inadecuada de desechos	0						
624	2,2',3,3',5,5',6,6'-Octachlorobiphenyl (PCB-202)	2136-99-4		0						
625	2,2',3,3',4,5',6,6'-Octachlorobiphenyl	40186-71-8		0						
626	2,2',3,3',4,5,5',6'-Octachlorobiphenyl	52663-75-9		0						
627	2,2',3,3',4,4',6,6'-Octachlorobiphenyl	33091-17-7		0						
628	2,2',3,3',4,5,6,6'-Octachlorobiphenyl	52663-73-7		0						
629	2,2',3,3',4,5,5',6'-Octachlorobiphenyl	68194-17-2		0						
630	2,3,3',4,4',5,5',6'-Octachlorobiphenyl	74472-53-0		0						
631	2,2',3,4,4',5,6,6'-Octachlorobiphenyl	74472-52-9		0						
632	2,2',3,4,4',5,5',6'-Octachlorobiphenyl	52663-76-0		0						
633	4-Octylphenol monoethoxylate		Metabolito de detergenete no iónico	0			1			
634	4-Octylphenol diethoxylate	26636-32-8	Metabolito de detergenete no iónico	0			1			
635	Octyl Phthalate, di-N-	117-84-0	Todos los plásticos, plaguicidas y cosméticos	1			1			
636	Ofloxacin	83380-47-6	Antibiótico	0			1			0.125
637	Omeprazol	73590-58-6	Fármaco, tratamiento de gastritis	1			1			1.190
638	Oryzalin	19044-88-3	Herbicida	1					300.00	
639	Oseltamivir Carboxylate (Tamiflu Active Metabolite)	196618-13-0	Antiviral	1			1			148.400
640	Oxacillin	66-79-5	Antibiótico	0						



COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
641 Oxamyl	23135-22-0	Insecticida, acaricida y paracitocida	0					100.00	
642 Oxazepam	604-75-1	Psiquiátrico, ansiolítico, anticonvulsivo, sedante	1			1		15.00	0.041
643 Oxolinic acid	14698-29-4	Antibiótico de la familia de las quinolonas	1						
644 Oxybenzone	131-57-7	Filtro solar	1						
645 Oxymetholone	434-07-1	Andrógeno para mejorar el desempeño físico	1						
646 Oxytetracycline	79-57-2	Antibiótico	1			1	105 (a)	105.00	6.680
647 Paraquat Dichloride	1910-42-5	Herbicida	1					30.00	
648 Parathion (ethyl)	56-38-2	Insecticida, acaricida y paracitocida	1	1			10 (a)	10.00	
649 Parathion (methyl)	298-00-0	Insecticida	1				100 (a)	100.00	
650 Paroxetine hydrochloride	78246-49-8	Tratamiento de desórdenes depresivos	1			1			0.442
651 PeCDD, 2,3,7,8-	36088-22-9	Furano	1						
652 PeCDF, 1,2,3,7,8-	57117-41-6	Furano	0						
653 PeCDF, 2,3,4,7,8-	57117-31-4	Furano	1						
654 Pebulate	1114-71-2	Herbicida	1					30.00	
655 Pendimethalin	40487-42-1	Herbicida	1					300.00	
656 Penicillamine	52-67-5	Antídoto, antirreumático	1			1			0.211
657 Penicillin G	61-33-6	Antibiótico	1				1.5 (a)	1.50	
658 Penicillin V	87-08-1	Antibiótico	1			1	1.5 (a)	1.50	7.211
659 Pentabromo diphenyl Ether	32534-81-9	Aditivo en resinas epoxi, resinas feno, poliésteres, poliuretano y textiles	1			1			
660 Penta-PCB	25429-29-2	Bifenilos policlorados	0						
661 Pentachloro benzene	608-93-5	manufactura de fungicida	1	1					
662 Pentachlorobiphenyl, 2',3,4,4',5-	65510-44-3	(PCB 123)	0						
663 Pentachlorobiphenyl,	31508-00-6		0					0.000016	



	COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTAN- CIAS TÓXICAS PELIGROSA S (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMI NANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMI- NANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE POTABLE DE AGUA RES. QUEEN- SLAND (µg/L)	CONCEN- TRACIÓN AMBIEN- TAL PRE- DICHA EN EUR (µg/L)
	2,3',4,4',5- (PCB 118)									
664	Pentachlorobiphenyl, 2,3,3',4,4'- (PCB 105)	32598-14-4		0					0.000016	
665	Pentachlorobiphenyl, 2,3,4,4',5- (PCB 114)	74472-37-0		0						
666	Pentachlorobiphenyl, 3,3',4,4',5- (PCB 126)	57465-28-8		0						
667	Pentachloro ethane	76-01-7		0						
668	3,3',4,4',5- Pentachlorobiphenyl	57465-28-8		0						
669	2,2',4,4',6- Pentachlorobiphenyl (PCB-100)	39485-83-1		0						
670	2,2',4,5,5'- Pentachlorobiphenyl (PCB-101)	37680-73-2		0						
671	2,2',4,6,6'- Pentachlorobiphenyl (PCB-104)	56558-16-8		0						
672	2,3,3',4,4'- Pentachlorobiphenyl (PCB-105)	32598-14-4		0						
673	2,3,3',4',6- Pentachlorobiphenyl (PCB-110)	38380-03-9		0						
674	2,3,4,5,6- Pentachlorobiphenyl (PCB-116)	18259-05-7		0						
675	2',3,4,5,5'- Pentachlorobiphenyl (PCB-124)	70424-70-3		0						
676	2,2',3,3',5- Pentachlorobiphenyl (PCB-83)	60145-20-2		0						
677	2,2',3,4,5'- Pentachlorobiphenyl (PCB-87)	38380-02-8		0						



	COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTAN- CIAS TÓXICAS PELIGROSA S (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMI NANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMI- NANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE POTABLE DE AGUA RES. QUEEN- SLAND (µg/L)	CONCEN- TRACIÓN AMBIEN- TAL PRE- DICHA EN EUR (µg/L)
678	2,2',3,4,6-Pentachlorobiphenyl (PCB-88)	55215-17-3		0						
679	2,3'3,5,6-Pentachlorobiphenyl (PCB-95)	38379-99-6		0						
680	2,2'4,4',6-Pentachlorobiphenyl (PCB-99)	38380-01-7		0						
681	2,2',3,6,6'-Pentachloro biphenyl	73575-54-9		0						
682	2,2',3,5,6'-Pentachlorobiphenyl	73575-55-0		0						
683	2,2',3,5,6-Pentachlorobiphenyl	73575-56-1		0						
684	2,2',3,4,6'-Pentachlorobiphenyl	73575-57-2		0						
685	2,3,3',4,5'-Pentachlorobiphenyl	70362-41-3		0						
686	2,3,3',4',5-Pentachlorobiphenyl	70424-68-9		0						
687	2,3,3',4,5-Pentachlorobiphenyl	70424-69-0		0						
688	2,2',3,4',6-Pentachlorobiphenyl	68194-05-8		0						
689	2,2',4,5,6'-Pentachlorobiphenyl	68194-06-9		0						
690	2,2',3,4',5-Pentachlorobiphenyl	68194-07-0		0						
691	2,3,3',5',6-Pentachlorobiphenyl	68194-10-5		0						
692	2,3,4',5,6-Pentachlorobiphenyl	68194-11-6		0						
693	2,3',4,5,5'-Pentachlorobiphenyl	68194-12-7		0						
694	2,3',4,4',5'-Pentachlorobiphenyl	65510-44-3		0						



	COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE POTABLE DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
695	2,2',3,4,4'-Pentachlorobiphenyl	65510-45-4		0						
696	2,2',4,5',6-Pentachlorobiphenyl	60145-21-3		0						
697	2,2',3,4',6'-Pentachlorobiphenyl	60233-25-2		0						
698	2,3',4,4',6-Pentachlorobiphenyl	56558-17-9		0						
699	2,3',4,5',6-Pentachlorobiphenyl	56558-18-0		0						
700	2,2',3,4,5-Pentachlorobiphenyl	55312-69-1		0						
701	2,2',3,3',6-Pentachlorobiphenyl	52663-60-2		0						
702	2,2',3,5,5'-Pentachlorobiphenyl	52663-61-3		0						
703	2,2',3,3',4-Pentachlorobiphenyl	52663-62-4		0						
704	2,2',3,4',5'-Pentachlorobiphenyl	41464-51-1		0						
705	2,3,3',5,5'-Pentachlorobiphenyl	39635-32-0		0						
706	3,3',4,5,5'-Pentachlorobiphenyl	39635-33-1		0						
707	2,3',4',5',6-Pentachlorobiphenyl	74472-39-2		0						
708	2,3,4,4',6-Pentachlorobiphenyl	74472-38-1		0						
709	2,3,4,4',5-Pentachlorobiphenyl	74472-37-0		0						
710	2,3,3',5,6-Pentachlorobiphenyl	74472-36-9		0						
711	2,3,3',4,6-Pentachlorobiphenyl	74472-35-8		0						
712	2,3,3',4',5'-Pentachlorobiphenyl	76842-07-4	Químico ambiental	0						
713	Pentachloro phenol	87-86-5	Preservador de madera	1	1		1	10 (a)	10.00	





COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
		no utilizado en el hogar							
714	Pentobarbital sodium	57-33-0	Sedante, hipnótico de uso veterinario	1					
715	Pentoxifylline	1677687	Tratamiento intermitente en cardiología	0		1			0.004
716	Permethrin	52645-53-1	Piretroide insecticida	1	1	1		100.00	
717	Phenanthrene	85-01-8	PAH, producto de combustión	1	1	1	150	150.00	
718	Phenazone (antipirina)	60-80-0	Analgésico	1			1000 (a)	1000.00	
719	Phenmedipham (Betanal)	13684-63-4	Herbicida	1					
720	Phenobarbital	50-06-6	Psiquiátrico, ansiolítico, anticonvulsivo, sedante	1		1			0.229
721	4-phenoxyphenol	831-82-3	Retardante de flama	0					
722	Phenylphenol, 2-(bifenilol)	90-43-7	Antiséptico; conservador, fungicida	1			1000 (a)		
723	Phenytoin (dilantin)	57-41-0	Antiepiléptico	1		1	7		2.498
724	Phthalic Anhydride	85-44-9	Plastificante	1	1		7000	7000.00	
725	Picloram	1918-02-1	Herbicida	1				300.00	
726	Piperacillin	61477-96-1	Antibiótico	0					
727	Piroxicam	36322-90-4	Antiinflamatorio	0		1			0.065
728	Polychlorinated Biphenyls (high risk)	1336-36-3	Transformadores y capacitores; antes de los 1970, como consumible de pinturas, adhesivos, lámparas fluorescentes, aceites	1	1				
729	Polychlorinated Biphenyls (low risk)	1336-36-3		1	1				
730	Pravastatin sodium	81131-70-6	Regulador lipídico	0		1			0.827
731	Prednisolone	50-24-8	Corticosteroide antiinflamatorio	1					
732	Prednisone	53-03-2	Glucocorticosteroide, esteroide adrenocortical veterinario	1		1			0.417



COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
733	Primidone	125-33-7	Antiepiléptico	1		1			0.434
734	Profluralin	26399-36-0	Herbicida	1			105 (a)		
735	Progesterone	57-83-0	Estrógeno humano	1		1		105.00	0.033
736	Promethazine	60-87-7	Antihistamínico	1		1			0.147
737	Prometon	1610-18-0	Herbicida	1	1				
738	Prometryn	7287-19-6	Herbicida	1				105.00	
739	Propachlor	1918-16-7	Herbicida	1				50.00	
740	Propanil	709-98-8	Herbicida	1	1			500.00	
741	Propanolol	318-98-9	β-bloqueador, antihipertensivo	1		1		40.00	1.508
742	Propargite	2312-35-8	Miticida y acaricida	1				50.00	
743	Propazine	139-40-2		1	1			50.00	
744	Propiconazole	60207-90-1	Fungicida	1				100.00	
745	Propyphenazon	479-92-5	Analgésico	0					
746	Pseudoephedrine	90-82-4	Antihistamínico	1		1			1.530
747	Pyrene	129-00-0	PAH, producto de combustión	1	1	1	150	150.00	
748	Pyretroids; sintéticos y miscelaneos		Insecticidas	0					
749	Quinina	130-95-0	Antipirético, antipalúdico	1		1			7.194
750	Quinoline	91-22-5	Intermediario químico, inhibidor de la corrosión	1	1	1			
751	RDX	121-82-4	Explosivo para municiones	1					
752	Ranitidine	66357-35-5	Antagonista receptor-H2, antihistamínico	1				26.00	10.679
753	Resorcinol	108-46-3	Químico ambiental	1					
754	Rifampicin (rifampin)	13292-46-1	Antibiótico, utilizado en el tratamiento de tuberculosis	1		1			0.474
755	Risperidon	106266-06-2	Antipsicótico utilizado en el tratamiento de esquizofrenia y desorden bipolar	0			0.49		
756	Rofecoxib	162011-90-7	Osteoartritis,	1		1			0.361



COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RESQUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
		dismenorea							
757	Roxithromycine	80214-83-1	Antibiótico	0			150	150.00	
758	Salbutamol (albuterol)	18559-94-9	Broncodilatador	1		1	3 (a)	3.00	0.241
759	Salicylic acid	69-72-7	Metabolito y antiséptico	1		1	105 (a)	105.00	1.624
760	Secobarbital sodium	309-43-3	Barbiturato, sedante hipnótico	1					
761	Setraline	79617-96-2	Antidepresivo, ansiolítico	1		1			0.546
762	Simazine	122-34-9	Herbicida	1	1	1	18(b)	20.00	
763	Simvastatin	79902-63-9	Regulador lipídico	1		1	19		3.241
764	Simvastatin hydroxy acid		Metabolito	0			19		
765	β-sitosterol	83-46-5	Esterol vegetal	0					
766	Sotalol	3930-20-9	β-bloqueador, antihipertensivo	0		1			0.908
767	Spiramycin	8025-81-8	Antibiótico	1					
768	Stigmastanol	19466-47-8	Esteroides vegetal	0			1000 (a)	1000.00	
769	b-Stigmastanol	19466-47-8	Indicador fecal/esterol vegetal	0					
770	Stigmasterol	83-48-7	Fitoesterol, utilizado en la producción de esteroides	1					
771	Styrene	100-42-5	Químico ambiental	1	1			30.00	
772	Sulfachloropyridazine	23282-55-5	Antibiótico	0					
773	Sulfadiazine	68-35-9	Antibiótico	0		1		35.00	0.081
774	Sulfadimethoxine	122-11-2	Antibiótico	0			35 (a)	35.00	
775	Sulfamerazine	127-79-7	Antibiótico	0					
776	Sulfamethazine	57-68-1	Antibiótico	1				35.00	
777	Sulfamethiazole	144-82-1	Antibiótico	1			35 (a)	35.00	
778	Sulfamethoxazole	723-46-6	Antibiótico	1		1	35 (a)	35.00	0.006
779	Sulfapyridin	144-83-2	Antibiótico	0					
780	Sulfasalazine	599-79-1	Antibiótico	1		1	500 (a)	500.00	13.638
781	Sulfathiazole	72-14-0	Antibiótico	1				35.00	
782	TCDD, 2,3,7,8-	1746-01-6	Dioxina; producto desecho de la combustión	1					



COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
783	TCPP	13674-84-5	Retardante de flama	0					
784	Tamoxifen	10540-29-1	Antiestrógeno, antineoplásico	1		1			0.208
785	Temazepam	846-50-4	Tratamiento para el insomnio	0				5.00	0.460
786	Temephos (abate)	3383-96-8	Insecticida	1				300.00	
787	Terbacil	5902-51-2	Herbicida traizínico	1	1			30.00	
788	Terbufos	13071-79-9	Insecticida	1	1	1		0.50	
789	Terbutaline	23031-25-6	Antiasmático	0			1	4.5 (a)	0.020
790	Terbutryn	886-50-0	Herbicida	1				300.00	
791	4-Tert-octylphenol	140-66-9	Intermediario químico	1			1	50 (a)	50.00
792	Testosterone and esters	8-22-0	Andrógeno humano	1				7 (a)	7.00
793	Tetrabromodiphenyl ether, 2,2',4,4'- (BDE-47)	5436-43-1	Retardante de flama bromado	0					
794	Tetrachlorobenzene, 1,2,4,5-	95-94-3	Insectizado, intermediario en la producción de herbicidas	1	1		1		
795	2,3',3,3'-Tetrachlorobiphenyl (PCB-40)	38444-93-8	PCB's	1					
796	2,2',3,5'-Tetrachlorobiphenyl (PCB-44)	41464-39-5		0					
797	2,2',4,4'-Tetrachlorobiphenyl (PCB-47)	2437-79-8		0					
798	2,2',4,5'-Tetrachlorobiphenyl (PCB-49)	41464-40-8		0					
799	2,2',4,6'-Tetrachlorobiphenyl (PCB-50)	62796-65-0		0					
800	2,2',4,6'-Tetrachlorobiphenyl	68194-04-7		0					



COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
(PCB-51)									
801 2,2',5,5'-Tetrachlorobiphenyl (PCB-52)	35693-99-3		0						
802 2,2',5,6'-Tetrachlorobiphenyl (PCB-53)	41464-41-9		0						
803 2,2',6,6'-Tetrachlorobiphenyl (PCB-54)	15968-05-5		0						
804 2,3,4,4'-Tetrachlorobiphenyl (PCB-60)	33025-41-1		0						
805 2,3,4,5'-Tetrachlorobiphenyl (PCB-61)	33284-53-6		0						
806 2,3,5,6'-Tetrachlorobiphenyl (PCB-65)	33284-54-7		0						
807 2,3',4,4'-Tetrachlorobiphenyl (PCB-66)	32598-10-0		0						
808 2,3'4',5'-Tetrachlorobiphenyl (PCB-70)	32598-11-1		0						
809 2,4,4',6'-Tetrachlorobiphenyl (PCB-75)	32598-12-2		0						
810 3,3',5,5'-Tetrachlorobiphenyl (PCB-80)	33284-52-5		0						
811 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD)	1746-01-6		0						
812 Tetrachlorobiphenyl, 3,3',4,4'- (PCB 77)	32598-13-3		0					0.000016	
813 Tetrachlorobiphenyl,	70362-50-4		0						



			BASE DE SUSTAN- CIAS TÓXICAS PELIGROSA S (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMI NANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMI- NANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE POTABLE DE AGUA RES. QUEEN- SLAND (µg/L)	CONCEN- TRACIÓN AMBIEN- TAL PRE- DICHA EN EUR (µg/L)
COMPUESTO	CAS	USOS							
3,4,4',5- (PCB 81)									
814 2,3',5',6-Tetrachloro biphenyl	74338-23-1		0						
815 2,3,3',4-Tetrachloro biphenyl	74338-24-2		0						
816 2,2',3,6-Tetrachloro biphenyl	70362-45-7		0						
817 2,2',3,5-Tetrachloro biphenyl	70362-46-8		0						
818 2,2',4,5-Tetrachloro biphenyl	70362-47-9		0						
819 2,3',4',5'-Tetrachlorobiphenyl	70362-48-0		0						
820 3,3',4,5-Tetrachlorobiphenyl	70362-49-1		0						
821 3,4,4',5-Tetrachlorobiphenyl	70362-50-4		0						
822 2,3,3',5-Tetrachlorobiphenyl	70424-67-8		0						
823 2,3',4,6-Tetrachlorobiphenyl	60233-24-1		0						
824 3,3',4,5'-Tetrachlorobiphenyl	41464-48-6		0						
825 2,3,3',5'-Tetrachlorobiphenyl	41464-49-7		0						
826 2,3,3',6-Tetrachlorobiphenyl	74472-33-6		0						
827 2,3,4',6-Tetrachlorobiphenyl	52663-58-8		0						
828 2,3',4,5'-Tetrachlorobiphenyl	73575-52-7		0						
829 2,3,4',5-Tetrachlorobiphenyl	74472-34-7		0						
830 2,2',3,4-Tetrachlorobiphenyl	52663-59-9		0						
831 2,2',3,4'-Tetrachlorobiphenyl	36559-22-5		0						



	COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE POTABLE DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
832	2,3,4,6-Tetrachlorobiphenyl	54230-22-7		0						
833	2,4,4',5-Tetrachlorobiphenyl (PCB 74)	32690-93-0		0						
834	3,4,4',5-Tetrachlorobiphenyl (PCB81)	EDF-510		0						
835	Tetrachloro ethane, 1,1,2,2-	79-34-5	Solvente y substrato de pinturas, plaguicidas y desgrasantes	1	1					
836	Tetrachloro ethylene	127-18-4	Limpieza seca, desgrasante	1	1					
837	Tetrachloro phenol, 2,3,4,6-	58-90-2	Plaguicidas, preservador de madera	1	1					
838	Tetracycline (internal use)	60-54-8	Antibiótico	1			1	105 (a)	105.00	
839	Theophylline	58-55-9	Antiasmático	1			1		1.50	2.783
840	Thiabendazole	148-79-8	Antihelmítico de uso humano	1						
841	Thiamphenicol	15318-45-3	Antibiótico	0						
842	Thimerosal	54-64-8	Antiséptico	1						
843	Thiobencarb	28249-77-6	Herbicida	1					30.00	
844	Thiophanate, Methyl	23564-05-8	Fungicida, listado el etilo como disruptor	1		1			5.00	
845	Thiram	137-26-8	Fungicida y algicida	1				35(b)	3.00	
846	Timolol	26839-75-8	β-bloqueador, antihipertensivo	1				10 (a)	10.00	
847	Tolbutamide	64-77-7	Hipoglucémico	1			1			1.724
848	Tolfenamic acid	644-62-2	Analgésico/ antiinflamatorio de uso veterinario	0				17.5 (a)	17.50	
849	p-toluene sulphonate	80-40-0	Colorantes azo, detergentes y plastificantes	1						
850	Tonalide (AHTN)	21195-77-7	Fragancia	1						



COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
851	Toxaphene	8001-35-2	Insecticida	1	1				
852	Tramadol	27203-92-5	Analgésico	1		1			5.480
853	Tributyl Phosphate	126-73-8	Retardante de flama, plastificante, antiespumante	1	1		0.5 (a)	0.50	
854	Tributyltin (TBT)	688-733	Biocida	0	1	1		1.00	
855	Tributyltin Compounds	0-01-6	Biocida	1		1			
856	Tributyltin methacrylate	2155-70-6	Biocida	1		1			
857	Tributyltin Oxide (TBTO; bis-tributyltin)	56-35-9	Biocida en pinturas	1		1	1 (a)	1.00	
858	TRI-PCB	25323-68-6	Bifenilos policlorados	1					
859	2,2'3-trichloro biphenyl (PCB 16)	38444-78-9		0					
860	2,2',5-trichlorobiphenyl (PCB-18)	37680-65-2		0					
861	2,3,3'-trichlorobiphenyl (PCB-20)	38444-84-7		0					
862	2,3,4-trichlorobiphenyl (PCB 21)	55702-46-0		0					
863	2,3',5-trichlorobiphenyl (PCB-26)	38444-81-4		0					
864	2,4,4'-trichlorobiphenyl (PCB-28)	7012-37-5		0					
865	2,4,5-trichlorobiphenyl (PCB-29)	15862-07-4		0					
866	2,4,6-trichlorobiphenyl (PCB-30)	35693-92-6		0					
867	2,4',5-	16862-07-4		0					





COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
trichlorobiphenyl (PCB-31)									
868 2',3,4-trichlorobiphenyl (PCB-33)	38444-86-9		0						
869 3,3',4-trichlorobiphenyl (PCB-35)	37680-69-6		0						
870 3,4,4-trichlorobiphenyl (PCB 37)	Edf-301		0						
871 3,4,4'-Trichloro biphenyl	38444-90-5		0						
872 3,4',5-Trichloro biphenyl	38444-88-1		0						
873 3,3',5-Trichloro biphenyl	38444-87-0		0						
874 2,3,4'-Trichloro biphenyl	38444-85-8		0						
875 2,4',6-Trichloro biphenyl	38444-77-8		0						
876 2,3',6-Trichloro biphenyl	38444-76-7		0						
877 2,2',6-Trichloro biphenyl	38444-73-4		0						
878 3,4,5-Trichloro biphenyl	53555-66-1		0						
879 2,3,5-Trichloro biphenyl	55720-44-0		0						
880 2,3',4-Trichloro biphenyl	55712-37-3		0						
881 2,3,6-Trichloro biphenyl	55702-45-9		0						
882 2,4',5-Trichloro biphenyl	16606-02-3		0						
883 2,3',5'-Trichloro biphenyl	37680-68-5		0						



COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)	
884	2,2',4-Trichloro biphenyl	37680-66-3	0							
885	Trichlorobenzene, 1,2,3	87-61-6	Insecticida, substrato, solvente, intermediario químico	1						
886	Trichlorobenzene, 1,2,4-	120-82-1	Síntesis de plaguicidas	1	1	1				
887	Trichlorobenzene, 1,3,5	108-70-3	Intermediario químico, explosivos, plaguicidas, solvente, emulsificante	1						
888	Trichloroethane, 1,1,1-	71-55-6	Solvente, esp pinturas y adhesivos, productos de limpieza y aerosoles	1	1		1			
889	Trichloroethane, 1,1,2-	79-00-5	Solvente, intermediario químico	1	1		1			
890	Trichlorophenol, 2,4,5-	95-95-4	Síntesis de preservativos y producción de herbicidas	1	1		1	350.00		
891	Trichlorophenol, 2,4,6-	88-06-2	Puede ser utilizado como fungicida, herbicida y en la síntesis de algunos plaguicidas, también es subproducto de cloración del agua	1	1		1	20 (a)	20.00	
892	Trichlorophenoxyacetic Acid, 2,4,5-	93-76-5	Herbicida fenoxi	1					100.00	
893	Triclosan	3380-34-5	Antiséptico	1			0.35 (a)		0.35	
894	Triethyl citrate	77-93-0	Cosméticos	1						
895	Trifluralin	1582-09-8	Herbicida	1	1		1	26(b)	50.00	
896	Trimethyl benzene, 1,2,4-	95-63-6	Precursor de colorantes y fármacos	1	1					
897	Trimethoprim	738-70-5	Antibiótico, bacteriostático	1			1	70 (a)	70.00	1.267
898	Triphenylphosphate	115-86-6	Plastificante	1					1.00	
899	Triphenylphosphine	791-28-6		0						



COMPUESTO	CAS	USOS	BASE DE SUSTANCIAS TÓXICAS PELIGROSAS (HSDB)	LISTA DE SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN ESTADOS UNIDOS (CERCLA)	CONTAMINANTES CANDIDATOS EN AGUA POTABLE EN E. U. (2009)	LISTAS DE CONTAMINANTES EN PAÍSES EUROPEOS	VALORES GUÍA EN AGUA POTABLE (µg/L)	GUÍA PARA REUSO DE AGUA RES. QUEENSLAND (µg/L)	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL PRE-DICHA EN EUR (µg/L)
Oxide									
900 Tris(2-chloroethyl)phosphate (TCEP)	115-96-8	Plastificante y retardante de fuego	1				1 (a)	1.00	
901 Tylosin	1401-69-0	Antibiótico	1				1,050 (a)	1050.00	
902 Valproic acid	99-66-1	Anticonvulsivo	1			1			16.201
903 Valsartan	137862-53-4	Inhibidor ACE. Se utiliza en medicina humana y veterinaria	1						
904 Vancomycin	1404-90-6	Antibiótico	1						
905 Vernolate	1929-77-7		1					30.00	
906 Verapamil	52-53-9	Antiarrítmico clase IV, vasodilatador	1			1			2.081
907 Vinclozolin	50471-44-8	Fungicida	1		1		880		
908 Vinyl Chloride	75-01-4	Producción de PVC y otros productos clorados	1	1				0.30	
909 Virginamycin	11006-76-1	Antibiótico	1						
910 Warfarin	81-81-2	Anticoagulante	1			1		1.50	0.211
911 Zidovudine	30516-87-1	Antineoplásico	1			1			0.648
912 Zineb	12122-67-7	Fungicida	1				105(b)		

**Fuentes:**

1. ATSDR. <http://www.atsdr.cdc.gov>
2. ATSDR. 2007. 2007 CERCLA priority list of hazardous substances that will be the subject of toxicological profiles and support document. U. S. department of health and human services agency for toxic substances and Disease Registry Division of Toxicology in cooperation with the U.S. Environmental Protection Agency. 44 pp Australian Government. 2008. Acceptable daily intakes for agricultural and veterinary chemicals. The Office of Chemical Safety Office of Health Protection Department of Health and Ageing. 98 pp
3. Australian Government. 2008. Acceptable daily intakes for agricultural and veterinary chemicals. The Office of Chemical Safety Office of Health Protection Department of Health and Ageing. 98 pp Besse, J. 2008. *Typology of PPS with regard to ERA procedure*. Contract Núm. 036864. KNAPPE. Sixth Framework Programme. European Union. 58 pp
4. Besse, J. 2008. *Typology of PPS with regard to ERA procedure*. Contract Núm. 036864. KNAPPE. Sixth Framework Programme. European Union. 58 pp



5. Besse, J., et Garric, J. 2007. Proposition d'une liste de médicaments à usage humain à surveiller dans les eaux de surface continentales. Agence de l'Eau R.M.C., Lyon, 241 pp
6. Castiglioni, S., Fanelli, R., Calamari, D., Bagnati, R., and Zuccato, E. 2004. Methodological approaches for studying pharmaceuticals in the environment by comparing predicted and measured concentrations in River Po, Italy. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* **39**: 25–32
7. Food and Drugs Administration. 2005. FDA Glossary of pesticide chemicals. USA
8. Götz, R., Bauer, O., Friese, P., Herrmann, T., Jantzen, E., Kutzke, M., Lauer, R., Paepke, O., Roch, K., Rohweder, U., Schwartz, R., Sievers, S., and Stachel, B. 2007. Vertical profile of PCDD/Fs, dioxin-like PCBs, other PCBs, PAHs, chlorobenzenes, DDX, HCHs, organotin compounds and chlorinated ethers in dated sediment/soil cores from flood-plains of the river Elbe, Germany. *Chemosphere*. **67**: 592-603
9. Integrated Risk Information System, <http://www.epa.gov/iris>
10. Office of the Queensland Parliamentary Counsel. 2005. Public Health Act 2005. Public Health Regulation 2005. Reprint 2008. Queensland, Au. 2009. 76 pp
11. Queensland Government. 2008. *Recycled water quality*. A guide to determining, monitoring and achieving safe concentrations of chemicals in recycled water. Report Prepared By: Haemish Middleton, Michael R Moore, Heather Chapman, Frederic Leusch, Benjamin Tan, Roger Drew, John Frangos, Stuart Khan, Greg Leslie, Glen Shaw. 182 pp
12. Sadezky, A., Löffler, D., and Ternes, T. 2008. *Proposal of an environmental indicator and classification system of pharmaceutical product residues for environmental management*. Knowledge and Need Assessment on Pharmaceutical Products in Environmental Waters. Contract núm. 036864. pp 92
13. USEPA. 2009. Fact Sheet: Final Third Drinking Water. Contaminant Candidate List (CCL 3). [www.epa.gov/safewater/ccl/index.html](http://www.epa.gov/safewater/ccl/index.html)
14. Zimmerman, M.J., 2005, Occurrence of organic wastewater contaminants, pharmaceuticals, and personal care products in selected water supplies, Cape Cod, Massachusetts, June 2004: U.S. Geological Survey Open-FileReport 2005-1206, 16 pp

**ANEXO II. Compuestos orgánicos emergentes y efectos tóxicos potenciales (1=Sí)**

COMPUESTO	CARCINOGENO		DISRUPTOR ENDOCRINO	TOXICIDAD DEL DESARROLLO		TOXICIDAD REPRODUCTIVA		NEURO-TOXICIDAD	CÁNCER CLAS. EPA
	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		SOSPECHOSO	RECONOCIDA	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		
Abamectin				1		1			
ALAR (daminozide)									B2
Acenaphthene			1						
Acephate	1		1					1	C
Acetaldehyde	1			1				1	B2
Acetaminophen (paracetamol)		1	1					1	
Acetanilide								1	
Acetazolamide			1		1				



COMPUESTO	CARCINÓGENO		DISRUPTOR ENDOCRINO	TOXICIDAD DEL DESARROLLO		TOXICIDAD REPRODUCTIVA		NEURO- TOXICIDAD	CÁNCER CLAS. EPA
	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		SOSPECHOSO	RECONOCIDA	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		
Acetic acid, (2,4,5-trichloro phenoxy)-, 1-methylethyl ester								1	
Acetic acid, bromo-								1	
Acetic acid, trifluoro-								1	
Acetochlor	1		1					1	B2
Acetone Cyanohydrin			1						
Acetonitrile				1				1	D
Acetophenone									D
Acetylsalicylic acid					1			1	
Aciclovir	1								C
Acrolein				1				1	C
Acrylamide		1						1	B2
Acrylic Acid				1					No hay datos
Acrylonitrile	1			1				1	B1
Adiponitrile								1	D
Alachlor	1		1	1					B2
Aldicarb			1					1	D
Aldicarb Sulfone									D
Aldrin	1		1	1				1	B2
Ally (metsulfuron metil)				1					
Alpha-naphthylamine	1								
Alprazolam			1					1	
Altrenogest			No localizado						
Alyphatic alcohol ethoxylates			No localizado						
Amantadine hydrochloride									
Ametryne								1	
4-amino azobenzene (azobenzene)	1								C
2-aminofluoreno	1								
4-amino-2-nitrophenol	1								
Aminopterin								1	
Amiodarone hydrochloride			1					1	
Amitriptilina								1	
Amitrol		1	1	1					B2
Ammonium Perchlorate		1							



COMPUESTO	CARCINÓGENO		DISRUPTOR ENDOCRINO	TOXICIDAD DEL DESARROLLO		TOXICIDAD REPRODUCTIVA		NEURO- TOXICIDAD	CÁNCER CLAS. EPA
	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		SOSPECHOSO	RECONOCIDA	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		
Amoxapine			1		1			1	
Amoxicilline									
Amphetamine								1	
Methamphetamine								1	
3,4-Methylene dioxamphetamine (MDA)								1	
3,4-Methylenedioxy methamphetamine (MDMA)								1	
3,4-Methylenedioxy-N- ethylamphetamine (MDEA)								1	
Ampicillin									C
Anabolic steroids			No como grupo				1		
Androgenic anabolics (steroids)		1	No como grupo						
Angiotensin converting enzyme (ace) inhibitors					1				
Aniline			1					1	B2
Aniline, 2,4,6-trimethyl-								1	
O-anisidine	1							1	2B
O-anisidine hydrochloride	1							1	2B
Anthracene			1						D
Apigenin			1						
Aroclor (unspecified)					1				
Aroclor 121					1				
Aroclor 1216					1				
Aroclor 1231					1				
Aroclor 125					1				
Aroclor 1252					1	1			
Aroclor 1 16	1		1		1				
Aroclor 1221	1		1		1				
Aroclor 1232	1		1		1				
Aroclor 1242	1		1		1				
Aroclor 1248	1		1		1				
Aroclor 1254	1		1		1	1		1	
Aroclor 126	1		1		1			1	
Aryl mercury compounds			1					1	



COMPUESTO	CARCINÓGENO		DISRUPTOR ENDOCRINO	TOXICIDAD DEL DESARROLLO		TOXICIDAD REPRODUCTIVA		NEURO- TOXICIDAD	CÁNCER CLAS. EPA
	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		SOSPECHOSO	RECONOCIDA	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		
Asulam			1						
Atenolol			1		1			1	
Atorvastatin				1					
Atrazine			1		1	1		1	C
Avermectin B1				1		1			E
Azathioprine		1			1			1	A
Azinphos-methyl								1	E
Barbiturates (diversos)					1				
Baygon (Propoxur)		1							B2
Bayleton								1	
Baythroid (Cyfluthrin)			1						
Beclomethasone dipropionate			1		1				
Benomyl			1				1		C
Bensulide								1	
Bentazon									E
Benzaldehyde								1	B2
Benzene			1		1			1	A
Benzene sulphonate, sodium alkyl			1						
Benzidine		1						1	A
Benzo[a]pyrene			1						B2
Benzo[b]fluoranthrene			1						
Benzo[k]fluoranthrene			1						B2
Benzoic Acid								1	D
Benzophenone			1						
Benzo-trichloride								1	B2
Benzyl Alcohol								1	
o-benzyl-p-chlorophenol (chlorophene)									C
Benzyl Chloride								1	B2
BHA (Butylated hydroxyanisole)			1						2B
BHT (2,6-di- <i>tert</i> -butyl p- cresol)		1	1						C
Bidrin (Dicrotophos)								1	B1
Biochanina A			1						
Bioresmethrin			1						



COMPUESTO	CARCINÓGENO		DISRUPTOR ENDOCRINO	TOXICIDAD DEL DESARROLLO		TOXICIDAD REPRODUCTIVA		NEURO- TOXICIDAD	CÁNCER CLAS. EPA
	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		SOSPECHOSO	RECONOCIDA	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		
Biphenthrin			1						
Biphenyl, 1,1'-			1	1				1	D
Bis(2-chloro-1- methylethyl) ether	1							1	C
Bis(2-chloroethyl) ether	1								B2
Bis(2-ethylhexyl) phthalate	1	1	1		1			1	B2
Bis (chloromethyl) ether	1								A
Bis(isobutyl) mercury								1	
Bis(pentabromopheny1)- ether (BDE-2 9)	1?		1		1				
Bisphenol A			1						
Bleomycin		1							
Bromacil			1						C
Bromate	1								B2
Brominated diphenyl- ethers			1						
Bromine organic compounds		1		1					
Bromochloromethane								1	D
Bromodichloromethane	1							1	B2
Bromoform								1	B2
Bromoxynil			1		1				
Bromoxynil Octanoate					1				
Butabarbital sodium								1	
2-Butanone								1	D
Butyl Benzyl Phthlate		1	1					1	C
Caffeine			1					1	D
Camphor								1	D
Caprolactam				1				1	D
Captafol								1	C
Captan				1				1	B2
Captopril								1	
Carbamazepine	1		1		1	1		1	
Carbaryl			1	1				1	
Carbazole									B2
Carbendazim			1					1	
Carbofuran			1					1	
Carboxin								1	





COMPUESTO	CARCINÓGENO		DISRUPTOR ENDOCRINO	TOXICIDAD DEL DESARROLLO		TOXICIDAD REPRODUCTIVA		NEURO- TOXICIDAD	CÁNCER CLAS. EPA
	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		SOSPECHOSO	RECONOCIDA	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		
Catechol			1					1	2B
Chloral									C
Chloral Hydrate									C
Cloramphenicol				1				1	2A
Chlorcyclizine hydrochloride					1				
Chlordane			1	1				1	B2
Chlordecone (Kepone)	1		1		1	1		1	2B
Chlorfenvinphos			1						
Chlorimuron, Ethyl-									B2
Chlorate						1			
Chlorite (Sodium Salt)						1		1	D
Chlormadinone						1			
Chloro-1,3-butadiene, 2-	1		1						
Chloro-2-methylaniline HCl, 4-									B2
Chloroacetic Acid								1	D
Chloroaniline, p-		1							C
Chloroaniline, o-			1						
Chlorobenzene				1		1		1	D
Chloroethane								1	C
Chloromethane		1				1		1	D
Chloromethoxy propylmercuric acetate [cpma]					1			1	
Chloronitro benzene, o-			1						C
Chlorophenol, 2-		1						1	
Chlorophenol, 4-			1					1	
Chloroquine			1					1	C
Chlorothalonil	1							1	B2
Chloroxilenol			1						
Chlorpromazine								1	
Chlorpyrifos			1			1		1	E
Chlorpyrifos Methyl			1					1	
Cholecalciferol								1	
Chrysin			1						
Ciclosporne A			1						A
Cimetidine			1						C



COMPUESTO	CARCINÓGENO		DISRUPTOR ENDOCRINO	TOXICIDAD DEL DESARROLLO		TOXICIDAD REPRODUCTIVA		NEURO- TOXICIDAD	CÁNCER CLAS. EPA
	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		SOSPECHOSO	RECONOCIDA	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		
Cisplatine			1						
Clarithromycin					1			1	
Clofibrate						1		1	C
Clomiphene citrate					1		1		C
Cocaine					1		1	1	
Colesterol			1						
Conjugated estrogens			1		1				
Coplanar polychlorinated biphenyls			1		1				
Coprostanol			1						
Cotinine			1						
Coumestrol			1						
Cresol, m-								1	C
Cresol, o-			1					1	C
Cresol, p-								1	C
Crotonal-dehyde, trans-									C
Crysene			1						B2
Cumene								1	D
Cyanazine			1		1			1	C
Cyclohexanone								1	
Cycloheximide			1		1				
Cyclo-hexylamine								1	D
Cyclo-pentadiene								1	
Cyclophosphamide			1		1			1	
Cyclophosphamide (hydrated)			1		1		1	1	
Cypermethrin			1			1		1	C
DDD	1		1					1	B2
DDE, 4,4-	1		1					1	B2
DDT	1		1	1	1	1	1	1	B2
DEET			1						D
Dacarbazine					1			1	2B
Dacthal			1						
Daidzein			1						
Danazol					1				
Dapsone								1	C
Daunorubicin hydrochloride					1				B2



COMPUESTO	CARCINÓGENO		DISRUPTOR ENDOCRINO	TOXICIDAD DEL DESARROLLO		TOXICIDAD REPRODUCTIVA		NEURO- TOXICIDAD	CÁNCER CLAS. EPA
	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		SOSPECHOSO	RECONOCIDA	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		
Demeclocycline hydrochloride (internal use)					1				
Demeton			1					1	C
Dextropropoxyphene								1	
Di(2-ethylhexyl) adipate			1						C
Diazepam			1		1			1	C
Diazinon			1	1		1		1	
Diazomethane								1	
Dibromo-3-chloropropane, 1,2- (DBCP)			1	1			1	1	B2
Dibromochloromethane									C
Dibromodifluoromethane								1	
Dibromoethane, 1,2- (EDB)	1		1		1			1	B2
Dibromomethane (Methylene Bromide)								1	
Dibutyl Phthalate		1	1	1		1		1	D
Dibutyltin Compounds (DBT)			No como grupo						D
Dibutyltin dichloride			1						
Dicamba				1		1			D
Dichloroacetic Acid	1								B2
Dichloroacetonitrile									C
3,4-Dichloroaniline			1						
Dichloro benzene, 1,2-			1					1	D
Dichloro benzene, 1,4-	1		1	1				1	C
Dichloro benzidine, 3,3'-	1							1	B2
Dichlorodifluoromethane									D
Dichloroethane, 1,1-	1							1	C
Dichloroethane, 1,2-	1			1		1		1	B2
Dichloro ethylene, 1,1-				1		1		1	C
Dichloro ethylene, 1,2- (Mixed Isomers)								1	
Dichlorpne namide					1				
Dichlorophene			1		1				
Dichlorophenol, 2,4-			1						2B
Dichlorophenol, 2,6-									



COMPUESTO	CARCINÓGENO		DISRUPTOR ENDOCRINO	TOXICIDAD DEL DESARROLLO		TOXICIDAD REPRODUCTIVA		NEURO- TOXICIDAD	CÁNCER CLAS. EPA
	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		SOSPECHOSO	RECONOCIDA	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		
Dichlorophenoxy Acetic Acid, 2,4- (2,4-D)			1						D
Dichloro propene, 1,3-	1					1		1	B2
Dichlorvos	1		1	1		1		1	B2
Diclofenac (sodic)			1	1		1			
Dicyclopenta-diene								1	
Dieldrin			1					1	B2
Diethyl Phthalate		1	1			1		1	D
N,N-diethyltoluamide (DEET)			1						
Diethylstil-bestrol	1		1		1	1		1	A
Dicofol (Kelthane)			1						C
Digitoxin								1	
Digoxin								1	
Diltiazem hydrochloride					1			1	
Dimethoate			1	1				1	
Dimethylamino phenazone (aminoantipirina; aminopirina)									C
Dimethylaniline, N,N-			1					1	
Dimethyl formamide			1					1	C
Dimethyl hydrazine, 1,1-1,7-dimethylxanthine	1							1	B2
Dinitrophenol, 2,4-				1		1		1	
Dinitrotoluene, 2,4-	1		1					1	2B
2,5-dinitrotoluene								1	C
Dinitrotoluene, 2,6-	1							1	B2
Diocetyl phthalate			1						
Dioxane, 1,4-	1							1	B2
Diphenyl Sulfone									D
Diphenylhydrazine, 1,2-	1								B2
Diquat			1						D
Disulfoton				1				1	D
Diuron	1		1	1					
Doxycycline					1			1	
Endosulfan			1					1	D
Endothall									
Endrin			1		1	1		1	D



COMPUESTO	CARCINÓGENO		DISRUPTOR ENDOCRINO	TOXICIDAD DEL DESARROLLO		TOXICIDAD REPRODUCTIVA		NEURO- TOXICIDAD	CÁNCER CLAS. EPA
	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		SOSPECHOSO	RECONOCIDA	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		
Epichlorohydrin	1		1				1	1	B2
Equilenin (horse steroid)			1						
Equol			1						
Erythromycin			1						
17- $\alpha$ -estradiol			1						
17- $\beta$ -estradiol	1		1						A
Estriol			1						A
Estrone	1		1						A
Ethanol,2-butoxy- phosphate (TBEP)			1						
17 $\alpha$ -Ethinyl estradiol	1		1						A
Ethion								1	D
Ethylbenzene	1		1			1		1	B2
Etodolac					1			1	
Etoposide	1		1		1				
Famciclovir						1			
Felodipine				1		1			
Fenfluramine			1			1			
Fenoprofen			1						
Fenthion (methil-fenthion)			1						D
Fenvalerate			1					1	C
Fluometuron									C
Fluoranthene			1						D
Fluoxetine			1	1		1		1	
Fluorouracil					1				
Fluvastatine		1		1		1			
Fonofos								1	D
Formaldehyde	1							1	A
Formononetin			1						
Furazolidone	1								B2
Furosemide								1	C
Gabapentine					1				
Galaxolide			1						
Gemfibrozil	1		1				1	1	
Genistein			1						
Gentesic acid			1						
Glyphosate			1						D
Griseofulvin				1					2B



COMPUESTO	CARCINÓGENO		DISRUPTOR ENDOCRINO	TOXICIDAD DEL DESARROLLO		TOXICIDAD REPRODUCTIVA		NEURO- TOXICIDAD	CÁNCER CLAS. EPA
	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		SOSPECHOSO	RECONOCIDA	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		
Heptachlor			1		1		1		B2
Heptachlor Epoxide	1		1						B2
Hepta-PCB			1		1				A
Heptachloro biphenyl, 2,2',3,3',4,4',5'- (PCB 17 )	1		1		1				
Heptachlorobiphenyl, 2,2',3,4,4',5,5'- (PCB 18 )	1		1		1				
Heptachloro biphenyl, 2,3,3',4,4',5,5'- (PCB 189)	1		1		1				
2,2',3,3',5,6,6'- Heptachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,3',4,6,6'- Heptachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,4,4',5,6- Heptachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,3',4,5,6'- Heptachlorobiphenyl			1		1				
2,3,3',4,4',5,6- Heptachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,4',5,6,6'- Heptachlorobiphenyl			1		1				
2,3,3',4',5,5',6- Heptachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,4,4',5,6'- Heptachlorobiphenyl			1		1				
2,3,3',4,5,5',6- Heptachlorobiphenyl			1		1				
2,3,3',4,4',5',6- Heptachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,3',4,5,6- Heptachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,3',4,5,5'- Heptachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,4,5,6,6'- Heptachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,3',4,5',6- Heptachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,4,4',5',6- Heptachlorobiphenyl			1		1				



COMPUESTO	CARCINÓGENO		DISRUPTOR ENDOCRINO	TOXICIDAD DEL DESARROLLO		TOXICIDAD REPRODUCTIVA		NEURO- TOXICIDAD	CÁNCER CLAS. EPA
	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		SOSPECHOSO	RECONOCIDA	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		
2,2',3,3',5,5',6- Heptachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,4,4',6,6'- Heptachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,3',4,5',6- Heptachlorobiphenyl			1		1				
Hexabromo benzene			1						
Hexabromo-biphenyl,			1		1				
Hexabromo diphenyl ether, 2,2',4,4',5,5'- (BDE- 153)								1	
Hexachloro benzene			1		1			1	B2
Hexa-PCB			1		1				
2,2',3,4,4',5'-hexachloro biphenyl			1		1				
2,2',3,3',4,4'-Hexachloro biphenyl (PCB-128)			1		1				
2,2',3,3',4,5-hexachloro biphenyl (PCB-129)			1		1				
2,2',3,3',5,6- hexachlorobiphenyl (PCB- 134)			1		1				
2,2',3,3',6,6'-hexachloro biphenyl (PCB-136)			1		1				
2,2',3,4,5',6- Hexachlorobiphenyl (PCB- 149)			1		1				
2,2',4,4',5,5'- Hexachlorobiphenyl (PCB- 153)			1		1				
Hexachlorobiphenyl, 2,3',4,4',5,5'- (PCB 167)	1		1		1				
Hexachlorobiphenyl, 2,3,3',4,4',5'- (PCB 157)	1		1		1				
2,2',4,4',6,6'- hexachlorobiphenyl (PCB- 155)			1		1				
Hexachlorobiphenyl, 2,3,3',4,4',5- (PCB 156)	1		1		1				



COMPUESTO	CARCINÓGENO		DISRUPTOR ENDOCRINO	TOXICIDAD DEL DESARROLLO		TOXICIDAD REPRODUCTIVA		NEURO- TOXICIDAD	CÁNCER CLAS. EPA
	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		SOSPECHOSO	RECONOCIDA	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		
Hexachlorobiphenyl, 3,3',4,4',5,5'- (PCB 169)	1		1		1				
2,2',3,4,4',6- Hexachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,5,5',6- Hexachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,3',4,5'- Hexachlorobiphenyl			1		1				
2,3',4,4',5,5'-Hexachloro biphenyl			1		1				
2,2',3,4,5,5'- Hexachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,3',5,6'- Hexachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,4',5,5'- Hexachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,4,5,6- Hexachlorobiphenyl			1		1				
2,3,3',4,5,6- Hexachlorobiphenyl			1		1				
2,3,4,4',5,6- Hexachlorobiphenyl			1		1				
2,3,3',4',5,5'- Hexachlorobiphenyl			1		1				
2,3,3',4,5,5'- Hexachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,3',4,6'- Hexachlorobiphenyl			1		1				
2,3',4,4',5,6- Hexachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,4,4',6'- Hexachlorobiphenyl			1		1				
2,2',4,4',5,6'- Hexachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,3',4,6- Hexachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,4,5,6'- Hexachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,4,5,6- Hexachlorobiphenyl			1		1				





COMPUESTO	CARCINÓGENO		DISRUPTOR ENDOCRINO	TOXICIDAD DEL DESARROLLO		TOXICIDAD REPRODUCTIVA		NEURO- TOXICIDAD	CÁNCER CLAS. EPA
	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		SOSPECHOSO	RECONOCIDA	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		
Hexachlorobiphenyl									
2,2',3,4',5,6'- Hexachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,5,6,6'- Hexachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,4',6,6'- Hexachlorobiphenyl			1		1				
2,3,3',4,4',5'- Hexachlorobiphenyl			1		1				
2,3,3',5,5',6'- Hexachlorobiphenyl			1		1				
2,3,3',4',5',6'- Hexachlorobiphenyl			1		1				
2,3,3',4',5,6'- Hexachlorobiphenyl			1		1				
2,3,3',4,5',6'- Hexachlorobiphenyl			1		1				
2,3,3',4,4',6'- Hexachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,4',5,6'- Hexachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,4,6,6'- Hexachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,3',5,5'- Hexachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,4,4',5'- Hexachlorobiphenyl			1		1				
Hexachloro butadiene			1	1				1	C
Hexachloro cyclohexane, α-lindane			1					1	B2
Hexachlorocyclohexane, β-lindane			1			1			C
Hexachlorocyclohexane, γ- lindane			1	1		1		1	B2-C
Hexachlorocyclohexane, δ- lindane			1						
Hexahydro-1,3,5-trinitro- 1,3,5-triazine (RDX)									C
Hydrochloro thiazide									C



COMPUESTO	CARCINÓGENO		DISRUPTOR ENDOCRINO	TOXICIDAD DEL DESARROLLO		TOXICIDAD REPRODUCTIVA		NEURO- TOXICIDAD	CÁNCER CLAS. EPA
	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		SOSPECHOSO	RECONOCIDA	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		
Hydrocodone			1						
Hydroquinone			1			1		1	C
Ibuprofen			1						
Ifosamide (isophosphamide)									C
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	1		1						B2
Iopromide			1						
Isophorone				1				1	C
Isoproturon			1						
Ketoconazole			1					1	
Levodopa					1			1	
Lidocaine								1	
D-limonene									C
Linuron			1		1				C
Lorazepam			1		1			1	
MCPP (Mecopcrop)									2B
Malathion			1			1			D
Maneb	1		1	1		1		1	
Mebendazole					1				
Medroxypro gesterone	1			1					
Megestrol				1					
Melamine									C
Meprobamate			1		1			1	
Mestranol	1		1						A
Metamizole sodium (dipyrone)	1								
Metam sodium			1						
Methidathion									C
Methomyl			1						D
Methotrexate					1			1	
Methoxychlor (metabolito activo)			1	1		1			D
5-methyl-1H-benzotriazole			1						
Methyl bromide			1						C
Methyl Methacrylate				1		1		1	E
Methyl tert-Butyl Ether (MTBE)		1	1					1	C
Methylbenzylidene			1						



COMPUESTO	CARCINÓGENO		DISRUPTOR ENDOCRINO	TOXICIDAD DEL DESARROLLO		TOXICIDAD REPRODUCTIVA		NEURO- TOXICIDAD	CÁNCER CLAS. EPA
	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		SOSPECHOSO	RECONOCIDA	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		
camphor									
Methylene Chloride (dichloromethane)			1						B2
Metil naphthalene, 1-									B2
Metoclopramide								1	
Metolachlor		1	1						C
Metribuzin			1	1					D
Metronidazole	1							1	
Midazolam hydrochloride					1				
Minocycline hydrochloride (internal use)					1				
Molinate		1	1	1		1		1	
Morpholine			1					1	C
Musk xylene			1						
Nalidixic acid	1		1					1	
Naphthalene									C
Naproxen			1						
Neomycin sulfate					1			1	
Nicotine and salts					1			1	
Nifedipine					1		1	1	
Nitriloacetic acid									2B
Nitrobenzene	1					1		1	D
Nitrofen			1						2B
Nitrofurantoin								1	C
Nitrophenol, 4-								1	
Nitrosodiethylamine, N-									B2
Nitrosodimethylamine, N-					1				B2
Nitrotoluene, p-			1						B2
Nomegestrol			1						
Nona-PCB			1		1				
2,2',3,3',4,4',5,5',6'- Nonachloro biphenyl (PCB-2 6)			1		1				
2,2',3,3',4,4',5,6,6'- nonachloro biphenyl (PCB-2 7)			1		1				
2,2',3,3',4,5,5',6,6'- nonachloro biphenyl (PCB-2 8)			1		1				



COMPUESTO	CARCINÓGENO		DISRUPTOR ENDOCRINO	TOXICIDAD DEL DESARROLLO		TOXICIDAD REPRODUCTIVA		NEURO- TOXICIDAD	CÁNCER CLAS. EPA
	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		SOSPECHOSO	RECONOCIDA	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		
4-Nonylphenol			1						
4-nonylphenol diethoxylate			1						
4-nonylphenol (branched)			1						
4-p-nonylphenol			1						
Nonylphenol ethoxylate NP1EO			1						
Nonylphenol ethoxylate NP2EO			1						
Norethindrone	1		1		1				
Norethisterone acetate (norethindrone acetate)			1		1				
OCDD									C
Octabromodiphenyl Ether	1		1		1				
Octa-PCB			1		1				A2
2,2',3,3',4,4',5,6- octachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,3',4,4',5,5'- Octachlorobiphenyl (PCB- 194)			1		1				
2,2',3,3',5,5',6,6'- Octachlorobiphenyl (PCB- 22)			1		1				
2,2',3,3',4,5',6,6'- Octachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,3',4,5,5',6'- Octachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,3',4,4',6,6'- Octachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,3',4,5,6,6'- Octachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,3',4,5,5',6- Octachlorobiphenyl			1		1				
2,3,3',4,4',5,5',6- Octachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,4,4',5,6,6'- Octachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,4,4',5,5',6- Octachlorobiphenyl			1		1				
4-Octylphenol			1						



COMPUESTO	CARCINÓGENO		DISRUPTOR ENDOCRINO	TOXICIDAD DEL DESARROLLO		TOXICIDAD REPRODUCTIVA		NEURO- TOXICIDAD	CÁNCER CLAS. EPA
	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		SOSPECHOSO	RECONOCIDA	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		
monoethoxylate									
4-Octylphenol diethoxylate									
Octyl Phthalate, di-N-			1						
Ofloxacin									
Omeprazol									
Oryzalin			1						C
Oseltamivir Carboxylate (Tamiflu Active Metabolite)									
Oxacillin									
Oxamyl							1		
Oxazepam		1	1		1		1		B
Oxolinic acid									
Oxybenzone			1						
Oxymetholone	1				1				
Oxytetracycline					1				
Paraquat Dichloride			1			1		1	C
Parathion (ethyl)						1		1	C
Parathion (methyl)			1						
Paroxetine hydrochloride									
PeCDD, 2,3,7,8-			1						C
PeCDF, 1,2,3,7,8-			1						
PeCDF, 2,3,4,7,8-			1						C
Pebulate									
Pendimethalin			1						
Penicillamine							1		
Penta-PCB			1		1				
Pentachloro benzene			1					1	D
Pentachlorobiphenyl, 2',3,4,4',5-	1		1						D
Pentachlorobiphenyl, 2,3',4,4',5-	1		1						
Pentachlorobiphenyl, 2,3,3',4,4'-	1		1						
Pentachlorobiphenyl, 2,3,4,4',5-	1		1						
Pentachlorobiphenyl, 3,3',4,4',5-	1		1						
Pentachloro ethane			1						



COMPUESTO	CARCINÓGENO		DISRUPTOR ENDOCRINO	TOXICIDAD DEL DESARROLLO		TOXICIDAD REPRODUCTIVA		NEURO- TOXICIDAD	CÁNCER CLAS. EPA
	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		SOSPECHOSO	RECONOCIDA	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		
3,3',4,4',5- Pentachlorobiphenyl			1						
2,2',4,4',6- Pentachlorobiphenyl (PCB-1 )			1		1				
2,2',4,5,5'- Pentachlorobiphenyl (PCB-1 1)			1		1				
2,2',4,6,6'- Pentachlorobiphenyl (PCB-1 4)			1		1				
2,3,3',4,4'- Pentachlorobiphenyl (PCB-1 5)			1		1				
2,3,3',4',6- Pentachlorobiphenyl (PCB-11 )			1		1				
2,3,4,5,6- Pentachlorobiphenyl (PCB-116)			1		1				
2',3,4,5,5'- Pentachlorobiphenyl (PCB-124)			1		1				
2,2',3,3',5- Pentachlorobiphenyl (PCB-83)			1		1				
2,2',3,4,5'- Pentachlorobiphenyl (PCB-87)			1		1				
2,2',3,4,6- Pentachlorobiphenyl (PCB-88)			1		1				
2,3',3,5,6- Pentachlorobiphenyl (PCB-95)			1		1				
2,2',4,4',6- Pentachlorobiphenyl (PCB-99)			1		1				
2,2',3,6,6'-Pentachloro biphenyl			1		1				



COMPUESTO	CARCINÓGENO		DISRUPTOR ENDOCRINO	TOXICIDAD DEL DESARROLLO		TOXICIDAD REPRODUCTIVA		NEURO- TOXICIDAD	CÁNCER CLAS. EPA
	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		SOSPECHOSO	RECONOCIDA	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		
2,2',3,5,6'- Pentachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,5,6'- Pentachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,4,6'- Pentachlorobiphenyl			1		1				
2,3,3',4,5'- Pentachlorobiphenyl			1		1				
2,3,3',4,5'- Pentachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,4',6'- Pentachlorobiphenyl			1		1				
2,2',4,5,6'- Pentachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,4',5'- Pentachlorobiphenyl			1		1				
2,3,3',5',6'- Pentachlorobiphenyl			1		1				
2,3,4',5,6'- Pentachlorobiphenyl			1		1				
2,3',4,5,5'- Pentachlorobiphenyl			1		1				
2,3',4,4',5'- Pentachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,4,4'- Pentachlorobiphenyl			1		1				
2,2',4,5',6'- Pentachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,4',6'- Pentachlorobiphenyl			1		1				
2,3',4,4',6'- Pentachlorobiphenyl			1		1				
2,3',4,5',6'- Pentachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,4,5'- Pentachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,3',6'- Pentachlorobiphenyl			1		1				



COMPUESTO	CARCINÓGENO		DISRUPTOR ENDOCRINO	TOXICIDAD DEL DESARROLLO		TOXICIDAD REPRODUCTIVA		NEURO- TOXICIDAD	CÁNCER CLAS. EPA
	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		SOSPECHOSO	RECONOCIDA	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		
Pentachlorobiphenyl									
2,2',3,5,5'- Pentachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,3',4- Pentachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,4',5'- Pentachlorobiphenyl			1		1				
2,3,3',5,5'- Pentachlorobiphenyl			1		1				
3,3',4,5,5'- Pentachlorobiphenyl			1		1				
2,3',4',5',6- Pentachlorobiphenyl			1		1				
2,3,4,4',6- Pentachlorobiphenyl			1		1				
2,3,4,4',5- Pentachlorobiphenyl			1		1				
2,3,3',5,6- Pentachlorobiphenyl			1		1				
2,3,3',4,6- Pentachlorobiphenyl			1		1				
2,3,3',4',5'- Pentachlorobiphenyl			1		1				
Pentachloro phenol			1	1		1		1	C
Pentobarbital sodium					1	1		1	
Pentoxifylline			1						
Permethrin			1			1		1	C
Phenmedipham (Betanal)								1	
Phenobarbital	1							1	2B
4-phenoxyphenol			1						
Phenylphenol, 2- (bifenilol)			1		1	1		1	2B
Phenytoin (dilantin)	1				1			1	2B
Phthalic Anhydride			1?					1	D
Picloram			1						C
Polychlorinated Biphenyls (high risk)	1				1	1		1	B2
Polychlorinated Biphenyls (low risk)	1								B2
Pravastatin sodium					1				





COMPUESTO	CARCINÓGENO		DISRUPTOR ENDOCRINO	TOXICIDAD DEL DESARROLLO		TOXICIDAD REPRODUCTIVA		NEURO- TOXICIDAD	CÁNCER CLAS. EPA
	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		SOSPECHOSO	RECONOCIDA	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		
Prednisolone					1				
Prednisone									C
Primidone					1			1	
Profluralin									C
Progesterone	1		1	1					
Promethazine								1	
Prometon									
Prometryn			1					1	
Propachlor	1	1						1	
Propanil			1						
Propargite									B2
Propazine									C
Propiconazole			1						
Pyrene			1						C
Pyretroids; sintéticos y miscelaneos			1						
Quinoline	1							1	
RDX									C
Resorcinol			1					1	D
Rifampicin (rifampin)					1		1	1	
Secobarbital sodium					1			1	
Simazine			1					1	C
Simvastatin					1			1	
β-sitosterol			1						
Stigmastanol			1						
Stigmasterol			1						
Styrene			1	1				1	2B
Sulfamethazine			1			1			C
Sulfamethoxazole			1						C
TCDD, 2,3,7,8-		1	1						A
TCPP			1						
Tamoxifen		1	1		1			1	A
Temazepam					1			1	
Temephos (abate)								1	D
Terbufos								1	
4-Tert-octylphenol			1						
Testosterone and esters	1		1						
Tetrabromodiphenyl ether,			1						



COMPUESTO	CARCINÓGENO		DISRUPTOR ENDOCRINO	TOXICIDAD DEL DESARROLLO		TOXICIDAD REPRODUCTIVA		NEURO- TOXICIDAD	CÁNCER CLAS. EPA
	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		SOSPECHOSO	RECONOCIDA	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		
2,2',4,4'- (BDE-47)									
2,3',3,3'- Tetrachlorobiphenyl (PCB- 4)			1		1				
2,2',3,5'- Tetrachlorobiphenyl (PCB- 44)			1		1				
2,2',4,4'- Tetrachlorobiphenyl (PCB- 47)			1		1				
2,2',4,5'- Tetrachlorobiphenyl (PCB- 49)			1		1				
2,2',4,6'- Tetrachlorobiphenyl (PCB- 5)			1		1				
2,2',4,6'- Tetrachlorobiphenyl (PCB- 51)			1		1				
2,2',5,5'- Tetrachlorobiphenyl (PCB- 52)			1		1				
2,2',5,6'- Tetrachlorobiphenyl (PCB- 53)			1		1				
2,2',6,6'- Tetrachlorobiphenyl (PCB- 54)			1		1				
2,3,4,4'- Tetrachlorobiphenyl (PCB- 6)			1		1				
2,3,4,5'- Tetrachlorobiphenyl (PCB- 61)			1		1				
2,3,5,6'- Tetrachlorobiphenyl (PCB- 65)			1		1				
2,3',4,4'- Tetrachlorobiphenyl (PCB- 66)			1		1				



COMPUESTO	CARCINÓGENO		DISRUPTOR ENDOCRINO	TOXICIDAD DEL DESARROLLO		TOXICIDAD REPRODUCTIVA		NEURO- TOXICIDAD	CÁNCER CLAS. EPA
	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		SOSPECHOSO	RECONOCIDA	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		
2,3'4',5-Tetrachlorobiphenyl (PCB-7)			1		1				
2,4,4',6-Tetrachlorobiphenyl (PCB-75)			1		1				
3,3',5,5'-Tetrachlorobiphenyl (PCB-8)			1		1				
2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD)			1		1				
Tetrachlorobiphenyl, 3,3',4,4'- (PCB 77)	1		1		1				
Tetrachlorobiphenyl, 3,4,4',5- (PCB 81)	1		1		1				
2,3',5',6-Tetrachloro biphenyl			1		1				
2,3,3',4-Tetrachloro biphenyl			1		1				
2,2',3,6-Tetrachloro biphenyl			1		1				
2,2',3,5-Tetrachloro biphenyl			1		1				
2,2',4,5-Tetrachloro biphenyl			1		1				
2,3',4',5'-Tetrachlorobiphenyl			1		1				
3,3',4,5-Tetrachlorobiphenyl			1		1				
3,4,4',5-Tetrachlorobiphenyl			1		1				
2,3,3',5-Tetrachlorobiphenyl			1		1				
2,3',4,6-Tetrachlorobiphenyl			1		1				
3,3',4,5'-Tetrachlorobiphenyl			1		1				
2,3,3',5'-Tetrachlorobiphenyl			1		1				



COMPUESTO	CARCINÓGENO		DISRUPTOR ENDOCRINO	TOXICIDAD DEL DESARROLLO		TOXICIDAD REPRODUCTIVA		NEURO- TOXICIDAD	CÁNCER CLAS. EPA
	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		SOSPECHOSO	RECONOCIDA	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		
2,3,3',6-Tetrachlorobiphenyl			1		1				
2,3,4',6-Tetrachlorobiphenyl			1		1				
2,3',4,5'-Tetrachlorobiphenyl			1		1				
2,3,4',5-Tetrachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,4-Tetrachlorobiphenyl			1		1				
2,2',3,4'-Tetrachlorobiphenyl			1		1				
2,3,4,6-Tetrachlorobiphenyl			1		1				
2,4,4',5-Tetrachlorobiphenyl (PCB 74)			1		1				
3,4,4',5-Tetrachlorobiphenyl (PCB81)			1		1				
Tetrachloro ethane, 1,1,2,2-		1		1				1	C
Tetrachloro ethylene		1	1	1				1	2A
Tetrachloro phenol, 2,3,4,6-									2B
Tetracycline (internal use)					1			1	
Theophylline			1			1		1	C
Thiabendazole				1				1	
Thimerosal					1				
Thiobencarb								1	D
Thiophanate, Methyl		1	1					1	
Thiram			1						C
Tolbutamide			1						
Tonalide (AHTN)			1						
Toxaphene			1						2B
Tributyltin (TBT)			1						
Tributyltin Compounds		1		1					B2
Tributyltin methacrylate					1			1	
Tributyltin Oxide (TBTO);			1					1	D



COMPUESTO	CARCINÓGENO		DISRUPTOR ENDOCRINO	TOXICIDAD DEL DESARROLLO		TOXICIDAD REPRODUCTIVA		NEURO- TOXICIDAD	CÁNCER CLAS. EPA
	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		SOSPECHOSO	RECONOCIDA	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		
bis-tributiltina)									
TRI-PCB			1		1				
2,2'3-trichloro biphenyl (PCB 16)			1		1				
2,2',5-trichlorobiphenyl (PCB-18)			1		1				
2,3,3'-trichlorobiphenyl (PCB-2 )			1		1				
2,3,4-trichlorobiphenyl (PCB 21)			1		1				
2,3',5-trichlorobiphenyl (PCB-26)			1		1				
2,4,4'-trichlorobiphenyl (PCB-28)			1		1				
2,4,5-trichlorobiphenyl (PCB-29)			1		1				
2,4,6-trichlorobiphenyl (PCB-3 )			1		1				
2,4',5-trichlorobiphenyl (PCB-31)			1		1				
2',3,4-trichlorobiphenyl (PCB-33)			1		1				
3,3',4-trichlorobiphenyl (PCB-35)			1		1				
3,4,4-trichlorobiphenyl (PCB 37)			1		1				
3,4,4'-Trichloro biphenyl			1		1				
3,4',5-Trichloro biphenyl			1		1				
3,3',5-Trichloro biphenyl			1		1				
2,3,4'-Trichloro biphenyl			1		1				
2,4',6-Trichloro biphenyl			1		1				
2,3',6-Trichloro biphenyl			1		1				
2,2',6-Trichloro biphenyl			1		1				
3,4,5-Trichloro biphenyl			1		1				
2,3,5-Trichloro biphenyl			1		1				
2,3',4-Trichloro biphenyl			1		1				
2,3,6-Trichloro biphenyl			1		1				
2,4',5-Trichloro biphenyl			1		1				
2,3',5'-Trichloro biphenyl			1		1				



COMPUESTO	CARCINÓGENO		DISRUPTOR ENDOCRINO	TOXICIDAD DEL DESARROLLO		TOXICIDAD REPRODUCTIVA		NEURO- TOXICIDAD	CÁNCER CLAS. EPA
	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		SOSPECHOSO	RECONOCIDA	SOSPECHOSO	RECONOCIDA		
2,2',4-Trichloro biphenyl			1		1				
Trichlorobenzene, 1,2,4-			1	1				1	C
Trichlorobenzene, 1,3,5									
Trichloroethane, 1,1,1-				1		1		1	C
Trichloroethane, 1,1,2-								1	C
Trichlorophenol, 2,4,5-									2B
Trichlorophenol, 2,4,6-									B2
Trichlorophenoxyacetic Acid, 2,4,5-			1						D
Triclosan			1						
Trifluralin			1	1		1			C
Trimethyl benzene, 1,2,4-								1	B2
Trimethoprim			1						
Triphenylphosphine Oxide								1	C
Tris(2- chloroethyl)phosphate (TCEP)			1					1	C
Verapamil								1	
Vinclozolin			1						
Vinyl Chloride				1		1		1	A
Warfarin					1			1	A
Zidovudine									2B
Zineb			1			1		1	C

**Fuentes:**

1. Australian Government. 2008. Acceptable daily intakes for agricultural and veterinary chemicals. The Office of Chemical Safety Office of Health Protection Department of Health and Ageing. 98 pp
2. Botham, C., and Holmes, P. 2005. *Chemicals purported to be endocrine disruptors. A compilation of published lists*. IEH Web Report W20. UK. 91 pp
3. Henry, T., and De Vito, M. 2003. Non-dioxin-like PCBs: effects and consideration in ecological risk assessment . Ecological Risk Assessment Support Center Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency Cincinnati, OH. 53 pp
4. Queensland Government. 2008. *Recycled water quality*. A guide to determining, monitoring and achieving safe concentrations of chemicals in recycled water. Report Prepared By: Haemish Middleton, Michael R Moore, Heather Chapman, Frederic Leusch, Benjamin Tan, Roger Drew, John Frangos, Stuart Khan, Greg Leslie, Glen Shaw. 182 pp



**SEMARNAT**  
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE  
Y RECURSOS NATURALES



**IMTA**  
INSTITUTO MEXICANO  
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

5. Watts, C., Myckoc, D., Crane, M., and Fawell, J. 2007. *Desk based review of current knowledge on pharmaceuticals in drinking water and estimation of potential levels*. Defra Project Code: CSA 7184/WT02046/DWI70/2/213 DEFRA. Drinking Water Inspectorate. Cranfield. 107 pp
6. Wenzell, A., Müller, J., Ternes, T. 2003. Study on endocrine disruptors in drinking water. Final Report. ENV.D.1/ETU/2000/0083. Germany. 166 pp



**ANEXO III. Compuestos emergentes presentes en agua, valores de toxicidad y efectos tóxicos potenciales**

COMPUESTO	FACTOR DE PENDIENTE DE CÁNCER (mg/kg/día)	DOSIS ORAL DE REFERENCIA (mg/kg/día)	ADI (mg/kg/d)	TDI (mg/kg/d)	EFFECTOS POTENCIALMENTE ASOCIADOS EN HUMANOS O MAMÍFEROS TERRESTRES
Abamectin		4.00E-04	5.00E-04		La ADI considera un factor de seguridad de 1000, considerando anomalías fetales producidas que pueden representar un efecto tóxico agudo.
ALAR (daminozide)	1.80E-02	1.50E-01			Evidencia limitada de cáncer pulmonar y cáncer uterino.
Acenaphthene		6.00E-02			Toxicidad para oocitos. Hepatotoxicidad (ratón).
Acephate	8.70E-03	4.00E-03	3.00E-03		Evidencia limitada de cáncer hepático. Inhibición de ChE cerebral (rata).
Acetaldehyde					Evidencia adecuada de asma (alérgica) y evidencia limitada de cáncer de laringe, nasofríngeo, sinusal y cáncer bucal
Acetaminophen (paracetamol)			5.00E-02		
Acetazolamide					Hiperglicemia. Inhibidor de anhidrasa carbónica.
Acetochlor		2.00E-02			Evidencia limitada de cáncer nasofaríngeo y sinusal. Estrogénico. Incremento de ALT y ornitina carbamil transferasa (perro).
Acetone Cyanohydrin		3.00E-03			
Acetonitrile		6.00E-03			
Acetophenone		1.00E-01			Toxicidad general (rata).
Acetylsalicylic acid			8.30E-03		
Aciclovir					
Acrolein		5.00E-04	5.00E-04		Evidencia adecuada de asma (alérgica). Decremento en la supervivencia (rata). La ADI se basa en un estudio de exposición alimentaria de 4 meses en ratas y los efectos observables a 5 mg/kg).
Acrylamide	4.50E+00	2.00E-04			Fuerte evidencia neurotóxica: deficiencia en la coordinación/pérdida de equilibrio y neuropatía periférica. Evidencia limitada de anomalías espermáticas, fetotoxicidad, algunos cánceres, desórdenes psiquiátricos, atrofia testicular, cáncer uterino y cáncertesticular.
Acrylic Acid		5.00E-01			Bajo peso fetal (rata).
Acrylonitrile	5.40E-01	1.00E-03			Evidencia limitada de cáncer: cerebral, de mama, colo-rectal, pulmonar, de páncreas, de próstata y de estómago. Decremento en la cuenta de espermatozoides (ratón).
Alachlor	5.60E-02	1.00E-02	5.00E-04		Buena evidencia de anomalías espermáticas, cáncer colo-





COMPUESTO	FACTOR DE PENDIENTE DE CÁNCER (mg/kg/día)	DOSIS ORAL DE REFERENCIA (mg/kg/día)	ADI (mg/kg/d)	TDI (mg/kg/d)	EFFECTOS POTENCIALMENTE ASOCIADOS EN HUMANOS O MAMÍFEROS TERRESTRES
					rectal y leucemia en edad adulta. Evidencia limitada de linfoma no-Hodking y cáncer nasofaríngeo/sinusal. Estrogénico, incrementa el nivel de TSH sérica. Disruptor tiroideo. Hemosiderosis, anemia hemolítica (perro). Estrogénico, débil, incremento del nivel de THS sérica
Aldicarb		1.00E-03			Fuerte evidencia de neuropatía periférica. Buena evidencia de supresión inmune
Aldicarb Sulfone		1.00E-03			Inhibición ChE (perro)
Aldrin	1.70E+01	3.00E-05			Buena evidencia de linfoma no-Hodking. Evidencia limitada de cáncer de mama, cáncer hepatocelular, enfermedad de Hodking (linfoma) y otros linfomas (no Hodking). Persistente. Lesiones centrilobulares e incremento en el peso del hígado (rata).
Allopurinol					
Ally (metsulfuron metil)		2.50E-01			Bajo peso (rata)
Alprazolam					Inhibe la secreción de corticotropina.
Altrenogest			2.00E-06		
Alyphatic alcohol ethoxylates			1.00E-03		
Ametryne		9.00E-03			Hepatotoxicidad (rata).
4-amino azobenzene (azobenzene)	1.10E-01				
Amiodarone hydrochloride					Disfunción tiroidea.
Amitrol			3.00E-04		Evidencia limitada de cáncer hepático, sarcoma de tejidos blandos, cáncer de estómago y cáncer tiroideo. Potencial disrupción endocrina, disfunción tiroidea. Potencial endocrino.
Ammonium Perchlorate		7.00E-04			Inhibición de la absorción de yodo radiactivo en la tiroides (humano).
Amoxapine					Agonista de dopamina; incremento de prolactina.
Amoxicilline			2.00E-01		
Anabolic steroids					Buena evidencia de angiosarcoma.
Androgenic anabolics (steroids)					Fuerte evidencia de cáncer hepatocelular y evidencia limitada de cáncer de próstata.
Aniline	5.70E-03	7.00E-03			Fuerte evidencia de anemia y metahemoglobinemia. Buena evidencia de pérdida de la audición. Disruptor adrenal.
Aniline, 2,4,6-trimethyl-					



COMPUESTO	FACTOR DE PENDIENTE DE CÁNCER (mg/kg/día)	DOSIS ORAL DE REFERENCIA (mg/kg/día)	ADI (mg/kg/d)	TDI (mg/kg/d)	EFFECTOS POTENCIALMENTE ASOCIADOS EN HUMANOS O MAMÍFEROS TERRESTRES
Anthracene				4.00E-02	Toxicidad para oocitos.
Anthraquinone					
Apigenin					Agonista de progestina; inhibición del gen ER dependient in vitro.
Apramicine			5.00E-02		
Aroclor 1016	7.00E-02	7.00E-05			Bajo peso al nacer (rata).
Aroclor 1221	2.00E+00				
Aroclor 1232	2.00E+00				
Aroclor 1242	2.00E+00				
Aroclor 1248	2.00E+00				
Aroclor 1254	2.00E+00	2.00E-05			Exudao ocular, inflamación y prominencia en las glándulas Meibomian (chimpancés).
Aroclor 1260	2.00E+00				
Aryl mercury compounds					El metal afecta la comunicación hipotalamo-pituitaria; síntesis de esteroides sexuales.
Assure (quizalofop-ethyl)		9.00E-03			Crecimiento celular (rata).
Asulam		5.00E-02	2.00E-02		Evidencia limitada de cáncer adrenal. Pérdida de peso corporal (rata).
Atenolol		2.70-03	2.00E-03		Antagonista beta adrenérgico. Cáncer en rata.
Atorvastatin		3.20-03	5.40E-04		Efectod del desarrollo (ratas), cáncer (rata).
o-hidroxy atorvastatin			5.40E-04		
p-hidroxy atorvastatin			5.40E-04		
Atrazine	2.30E-01	3.50E-02	5.00E-03		Buena evidencia de anomalías espermáticas. Bajo peso al nacer, retardo en el crecimiento intrauterino en la gestación y desórdenes menstruales. Evidencia limitada de leucemia en edad adulta, alteración en la edad de madurez sexual, malformación cardiaca congénita, malformaciones genitourinarias, alteraciones hormonales, alteración de la respuesta inmune y algunos cáncers y linfoma no Hodking. Decremento en la ganancia de peso (rata), efectos neurológicos y conductuales (ratón). Estrogénico.
Avermectin B1		4.00E-04			
Azathioprine					Decremento en el peso fetal, incremento en la mortalidad fetal (rata).



COMPUESTO	FACTOR DE PENDIENTE DE CÁNCER (mg/kg/día)	DOSIS ORAL DE REFERENCIA (mg/kg/día)	ADI (mg/kg/d)	TDI (mg/kg/d)	EFFECTOS POTENCIALMENTE ASOCIADOS EN HUMANOS O MAMÍFEROS TERRESTRES
Azinphos-methyl					Basado en el NOEL, obtenido para efectos neurotóxicos en la dosis más alta de exposición.
Azithromycin			1.10E+01		
Barbiturates (diversos)					
Baygon (Propoxur)		4.00E-03			Síntomas colinérgicos severos, inhibición RBCChE (humano).
Bayleton		3.00E-02			Decremento en la ganancia de peso corporal, cuenta herotrocítica y nivel de hemoglobina (rata).
Baythroid (Cyfluthrin)		2.50E-02			Afinidad AR. Pérdida de peso corporal en machos, inflamación renal en hembras (rata)
Beclomethasone dipropionate					Esteroides.
Benefin (benfluralin)		3.00E-01			Decremento en la cuenta eritrocítica (perro).
Benomyl		5.00E-02	2.00E-02		Incrmento en los niveles FSH; cambios en la ER uterina y expresión PR. Decremento del peso al desdete (rata).
Bensulide			4.00E-02		
Bentazon		3.00E-02	1.00E-02		Pérdida de sangre en el tracto GI, defecto de coagulación (perro).
Benzaldehyde	7.30E-01	1.00E-01			Lesiones, toxicidad (rata).
Benzene	5.50E-02	4.00E-03			Citotoxicidad en oocitos. Cuenta leucocítica reducida (humano).
Benzidine	2.30E+02	3.00E-03			Vacuolización celular, alteraciones celulares (ratón).
Benzo[a]anthracene					
Benzo[a]pyrene	7.30E+00				Efecto endocrino <i>in vitro</i> . Citotoxicidad para oocitos. Antagonista andrógeno.
Benzo[b]fluoranthrene					Citotoxicidad para oocitos.
Benzo[k]fluoranthrene	7.30E-02				Citotoxicidad para oocitos.
Benzoic Acid		4.00E+00			Ninguno observado (humano).
Benzophenone					Estrogénico.
Benzo-trichloride	1.30E+01				
Benzyl Alcohol		5.00E-01			Efectos en la sobrevivencia, crecimiento e histopatología (ratón).
Benzyl Chloride	1.70E-01	2.00E-03			Daño en corazón (rata)
Bidrin (Dicrotophos)	4.30E+00	1.00E-04			Decremento en la sobrevivencia de la cría (rata).
Bioresmethrin					Efecto endocrino <i>in vitro</i> . Temblores en perro.
Biphenthrin		1.50E-02			Efecto endocrino <i>in vitro</i> . Temblores en perro.



COMPUESTO	FACTOR DE PENDIENTE DE CÁNCER (mg/kg/día)	DOSIS ORAL DE REFERENCIA (mg/kg/día)	ADI (mg/kg/d)	TDI (mg/kg/d)	EFFECTOS POTENCIALMENTE ASOCIADOS EN HUMANOS O MAMÍFEROS TERRESTRES
Biphenyl, 1,1'-		5.00E-02			Daño (rata).
Bis(2-chloro-1-methylethyl) ether	7.00E-02	4.00E-02			Decremento en la hemoglobina y posible destrucción de eritrocitos (ratón).
Bis(2-ethylhexyl) phthalate	1.40E-02	2.00E-02			Antagonismo ER y androgénico. Decremento en la fertilidad. Aumento relativo de peso (cerdos de guinea).
Bis (chloromethyl) ether	2.20E+02				
Bis(pentabromopheny1)-ether (BDE-209)		7.00E-03			Efectos neuroconductuales (ratón).
Bisphenol A		5.00E-02	2.00E-02	5.00E-02	Reducción en el peso promedio (rata), efectos del desarrollo (endocrino en rata). Efecto endocrino in vivo, estrogénico.
Bromacil			1.00E-01		Incremento en la incidencia de tumores tiroideos.
Bromate	7.00E-01	4.00E-03			Hiperplasia urotelial (rata).
Bromobenzene		2.00E-02			Lesiones microscópicas en hígado (rata y ratón).
Bromochloromethane		1.00E-02			
Bromochloroacetonitrile					Genotoxicidad.
Bromodichloromethane	6.20E-02	2.00E-02			Citomegalia (ratón).
Bromoform	7.90E-03	2.00E-02			Vacuolización hepática (rata).
Bromophos		5.00E-03			Decremento en la actividad colinesterasa (rata).
Bromoxynil		2.00E-02	3.00E-03		Ninguno observado (rata).
Bromoxynil Octanoate		2.00E-02			Ninguno observado (rata).
Butyl Benzyl Phthlate	1.90E-03	2.00E-01	1.00E-01		Actividad estrogénica; antagonista ER. Incremento significativamente proporcional de peso (rata), efectos del desarrollo/reproductivos (endocrino en rata).
Butylphthalyl Butylglycolate		1.00E+00			Ninguno observado (rata).
Caprolactam		5.00E-01			Bajo peso al nacer (rata).
Captafol	1.50E-01	2.00E-03			Toxicidad (perro).
Captan	2.30E-03	1.30E-01	1.00E-01		Decremento en el peso promedio (rata).
Carazolol			1.00E-04		
Carbamazepine		1.10E-02	3.40E-04		Desarrollo (rata), cáncer (rata).
Carbaryl		1.00E-01	8.00E-03		Disruptor estrogénico y progesténico. Decremento en la cuenta espermática; anomalías espermáticas.
Carbazole	2.00E-02				
Carbendazim			3.00E-02		Degeneración tiroidea y testicular. Disrupción reproductiva.



COMPUESTO	FACTOR DE PENDIENTE DE CÁNCER (mg/kg/día)	DOSIS ORAL DE REFERENCIA (mg/kg/día)	ADI (mg/kg/d)	TDI (mg/kg/d)	EFFECTOS POTENCIALMENTE ASOCIADOS EN HUMANOS O MAMÍFEROS TERRESTRES
Carbofuran		5.00E-03	3.00E-03		Degeneración testicular e inmune.
Carboxin		1.00E-01	8.00E-02		Reducción en la ganancia de peso, cambios en el peso de los órganos, incremento de la mortalidad (rata).
Catechol					Inhibición de actividad TPO in vitro. Puede ingresar al ambiente a través de fuentes naturales.
Cefalexin			1.00E-02		
Cefuroxime			4.00E-01		
Ceftiofur			3.00E-02		Considera alto factor de seguridad debido a la falta de estudios crónicos.
Chloral Hydrate		1.00E-01			Depreción del SNC e irritación GI (humano).
Chloramben (Amiben)		1.50E-02			Degeneración hepatocítica (ratón).
Chlordane	3.50E-01	5.00E-04	5.00E-04		Disruptor endocrino in vitro. Disruptor adrenal. Altera la función reproductiva.
Chlordecone (Kepone)		2.00E-04			Efecto endocrino in vivo. Teóricamente suspendido en el mundo. Proteinuria e incremento en la incidencia de clerosis glomerulosa (rata).
Chlorfenvinphos			5.00E-04		Estrogenicidad controversial, no hay datos suficientes. Estrogenicidad cuestionable, datos insuficientes.
Chlorimuron, Ethyl-	8.00E+00	2.00E-02			Incremento en WBC, decremento en RBC en hembras (perro).
Chlorite (Sodium Salt)		3.00E-02			Efectos de neurodesarrollo (rata).
Chlormadinone					Efectos reproductivos.
Chloro-1,3-butadiene, 2-		2.00E-02			Alopecia (rata).
Chloroacetic Acid		2.00E-03			Miocarditis (rata).
Chloroaniline, p-	5.40E-02	4.00E-03			Lesiones no neoplásicas de la cápsula del bazo (rata).
Chloroaniline, o-					Disruptor adrenal.
Chlorobenzene		2.00E-02			Cambios histopatológicos (perro).
Chlorobenzoic Acid, p-					Ninguno observado (rata).
Chlorobenzo trifluoride, 4-		3.00E-03			Degeneración tubular (rata).
Chloromethane	1.30E-02				
Chloro naphthalene, Beta-		8.00E-02			Disnea, apariencia anormal, agrandamiento del hígado (ratón).
Chloronitro benzene, o-	9.70E-03	1.00E-03			Metahemoglobinemia (rata).
Chlorophenol, 2-		5.00E-03			Efectos reproductivos (rata).
Chlorophenol, 4-				3.00E-03	



COMPUESTO	FACTOR DE PENDIENTE DE CÁNCER (mg/kg/día)	DOSIS ORAL DE REFERENCIA (mg/kg/día)	ADI (mg/kg/d)	TDI (mg/kg/d)	EFFECTOS POTENCIALMENTE ASOCIADOS EN HUMANOS O MAMÍFEROS TERRESTRES
Chloroquine					Disruptor del ciclo estrual; supresión LH y nivel circulante de estrógenos.
Chlorothalonil	3.10E-03	1.50E-02	1.00E-02		Vacuolización tubular epitelial (perro).
Chlorotoluene, o-		2.00E-02			Decremento en la ganancia de peso (rata).
Chloroxilenol					Actividad agonista ER in vitro.
Chlorpyrifos		3.00E-03			Decremento en la actividad ChE de plasma ChE después de 9 días (humano).
Chlorpyrifos Methyl		1.00E-02	1.00E-02		Decremento en la fertilidad (rata).
Chlorsulfuron		5.00E-02	5.00E-02		Decremento en el peso (rata).
Chlortetracycline			3.00E-02		La ADI basada en el NOEL de la obtenida para la oxitetraciclina, considerando las similitudes de las tetraciclinas.
Chrysin					Inhibición de la transcripción del gene ER-dependiente in vitro.
Cimetidine					Antagonista andrógeno.
Clenbuterol			4.20E-03		
Clomiphene citrate					Embarzos ectópicos en humanos y mamíferos de laboratorio.
Cloxacillin			2.00E-01		
Coumestrol					Estrogénico.
Cresol, m-		5.00E-02			Decremento en el peso y neurotoxicidad (rata).
Cresol, o-		5.00E-02			Incremento en la duración del estro. Decremento en el peso y neurotoxicidad (rata).
Cresol, p-		5.00E-03	1.70E-01		Hipoactividad (conejo).
Crotonal-dehyde, trans-	1.90E+00				
Crysene					Citotóxico para oocitos.
Cumene		1.00E-01			Incremento en el peso promedio en hembras (rata).
Cyanazine	8.40E-01	2.00E-03	2.00E-03		Pérdida de peso (perro). Estro persistente en rata.
Cyclohexanone		5.00E+00			Pérdida de peso (rata).
Cycloheximide					Disruptor de la secreción LH in vitro.
Cyclo-hexylamine		2.00E-01			Daño (rata).
Cyclophosphamide					Quimioesterilizante.
Cypermethrin		1.00E-02	5.00E-02		Disturbio (perro).
Cyromazine		7.50E-03			Efectos (perro).
DCPA di-acid degradate					Reducción de los niveles T4; tumores tiroideos.
DDD	2.40E-01	2.00E-03			Reducción en el peso del bazo, respuesta humoral immune y



COMPUESTO	FACTOR DE PENDIENTE DE CÁNCER (mg/kg/día)	DOSIS ORAL DE REFERENCIA (mg/kg/día)	ADI (mg/kg/d)	TDI (mg/kg/d)	EFFECTOS POTENCIALMENTE ASOCIADOS EN HUMANOS O MAMÍFEROS TERRESTRES
					cellular mediate (rata).
DDE, 4,4-	3.40E-01				
DDT	3.40E-01	5.00E-04	2.00E-03		Disruptor endocrino in vivo.
DEET				7.50E-01	
Dacthal		1.00E-02			Efectos (perro).
Daidzein					Estrogénico.
Dalapon		3.00E-02			Incremento en la proporción de peso, comparado con el total corporal (rata).
Demeton	7.00E-04	4.00E-05	3.00E-04		Inhibición ChE, degeneración del nervio óptico (rata).
Dexamethasone			1.50E-05		
Di(2-ethylhexyl) adipate	1.20E-03	6.00E-01			Incremento en el peso del hígado u peso al nacimiento, reducción en la osificación (rata).
Diazepam		1.60E-04	1.00E-04		Efectos reproductivos y del desarrollo (rata)
Diazinon		9.00E-04	1.00E-03		Decremento en la actividad colinesterasa (rata).
Diazomethane					
Dibromo-3-chloropropane, 1,2- (DBCP)	8.00E-01	2.00E-04			Altera la diferenciación sexual.
Dibromochloromethane	8.40E-02	2.00E-02			Lesiones (rata).
Dibromoethane, 1,2- (EDB)	2.00E+00	9.00E-03			Tóxico reproductivo. Atrofia testicular peliosis hepática (rata).
Dibromomethane (Methylene Bromide)		1.00E-02			Carboxihemoglobina incrementada (rata).
Dibutyl Phthalate		1.00E-01			Actividad estrogénica; incremento FSH.
Dibutyltin Compounds (DBT)		3.00E-04		2.50E-04	immunotoxicidad y reducción de peso en neonatos (rata).
Dibutyltin dichloride					Daño microtubular in vitro.
Dicamba		3.00E-02		3.00E-02	Toxicidad materna y fetal (conejo).
Dichloroacetic Acid	5.00E-02	4.00E-03			Lesiones observadas en los testículos, cerebro, cerebelo, e hígado (perro).
3,4-Dichloroaniline					Efecto endocrino <i>in vivo</i> .
Dichloro benzene, 1,2-		9.00E-02			Inducción CYP450; disfunción adrenal.
Dichloro benzene, 1,4-	5.40E-03				
Dichloro benzidine, 3,3'-	4.50E-01				
Dichlorodifluoromethane		2.00E-01			Pérdida de peso (rata).
Dichloroethane, 1,1-		2.00E-01			Ninguno observado (rata).



COMPUESTO	FACTOR DE PENDIENTE DE CÁNCER (mg/kg/día)	DOSIS ORAL DE REFERENCIA (mg/kg/día)	ADI (mg/kg/d)	TDI (mg/kg/d)	EFFECTOS POTENCIALMENTE ASOCIADOS EN HUMANOS O MAMÍFEROS TERRESTRES
Dichloroethane, 1,2-	9.10E-02	2.00E-02			Incremento en el peso del hígado (rata).
Dichloro ethylene, 1,1-	6.00E-01	5.00E-02			Lesiones (rata).
Dichloro ethylene, 1,2- (Mixed Isomers)		9.00E-03			Lesiones (rata).
Dichloro ethylene, 1,2-trans-		2.00E-02			Incremento en la fosfatasa alcalina en machos (ratón).
Dichlorophene					Afinidad ER in vitro.
Dichlorophenol, 2,4-		3.00E-03			Disfunción inmunológica. Decremento en la respuesta de hipersensibilidad tardía (rata).
Diclorophenol, 2,6-				3.00E-03	
Dichlorophenoxy Acetic Acid, 2,4- (2,4-D)		1.00E-02			Disfunción tiroidea.
Dichloro propane, 1,3-		2.00E-02			Lesiones histopatológicas e incremento en el peso del hígado y riñón (rata).
Dichloro propene, 1,3-	1.00E-01	3.00E-02			Irritación crónica (rata).
Dichlorvos	2.90E-01	5.00E-04	1.00E-03		Incremento de glucocorticosteroides; degeneración inmune.
Diclofenac			5.00E-04		
Diclofenac (sodic)		2.20E-03	6.70E-02		Efecto reproductivo (rata), efecto del desarrollo (ratón).
Dicyclopenta-diene		8.00E-03			
Dieldrin	1.60E+01	5.00E-05	1.00E-03		Disruptor endocrino in vitro. Persistente. Lesiones (rata). Disruptor endocrino in vitro. La ADI como TDI.
Diethyl Phthalate		8.00E-01			Disruptor estrogénico. Pérdida de peso y apetito, alteraciones el peso de los órganos (rata).
Diethylstil-bestrol	3.50E+02				Actividad estrogénica.
Dicofol (Kelthane)			1.00E-03		Efecto endocrino in vitro.
Dimethoate		2.00E-04	2.00E-02		Disfunción tiroidea; degeneración testicular. Inhiición ChE en rata.
Dimethylaniline, N,N-		2.00E-03			Disruptor adrenal. Baxomegalia, incremento en la hemosiderosis del bazo y hematopoesis (ratón).
Dimethyl formamide		1.00E-01			Efectos (rata).
Dimethyl hydrazine, 1,1-	3.00E+00				
Dimethylphenol, 2,4-		2.00E-02			Letargia, postración, ataxia, cambios hematológicos (ratón).
Dinitrophenol, 2,4-		2.00E-03			Formación de cataratas (humano).
Dinitrotoluene, 2,4-		2.00E-03			Neurotoxicidad, hiperplasia de los cuerpos de Heinz y biliares





COMPUESTO	FACTOR DE PENDIENTE DE CÁNCER (mg/kg/día)	DOSIS ORAL DE REFERENCIA (mg/kg/día)	ADI (mg/kg/d)	TDI (mg/kg/d)	EFFECTOS POTENCIALMENTE ASOCIADOS EN HUMANOS O MAMÍFEROS TERRESTRES
					(perro).
Dinitrotoluene, 2,6-		1.00E-03			Histopatología neurológica, hematológica y hepática (perro).
Diocetyl phthalate					Teratógeno.
Dioxane, 1,4-	1.10E-02				
Diphenamid		3.00E-02	1.00E-01		Toxicidad (perro).
Diphenyl Sulfone		3.00E-03			Efectos hepáticos (rata).
Diphenylhydrazine, 1,2-	8.00E-01				
Diquat		2.20E-03	2.00E-03		Opacidad en la visión y cataratas (rata).
Disulfoton		4.00E-05			Inhibición ChE degeneración del nervio óptico (rata).
Dithiane, 1,4-		1.00E-02			Lesiones en el olfato (rata).
Diuron		2.00E-03	7.00E-03		No tiene efecto, pero su metabolito 3,4-DCA es anti-androgénico. Pigmentos anormales (perro). Sin efecto endocrino, pero el metabolito 3,4-DCA es androgénico.
Doxycycline			5.00E-04		
EPTC (s-ethyl-dipropylthiocarbamate)		2.50E-02			Cardiomiopatía degenerativa (rata)
Emamectine benzoate			2.00E-03		
Enalapril		1.00E-03	2.30E-04		Efecto del desarrollo (baboon y humano).
Enalaprilat					
Endosulfan		6.00E-03	6.00E-03		Estrogénico. Incremento en el peso corporal, marcada y progresiva glomerulonefrosis (rata).
Endothall		2.00E-02	3.00E-02		Incremento de peso absoluto y relativo (perro).
Endrin		3.00E-04	2.00E-04		Lesiones histológicas benignas (perro). La ADI como TDI.
Enrofloxacin			6.20E-03		
Epichlorohydrin	9.90E-03	6.00E-03			Esterilidad temporal. Efectos en la fertilidad masculina (rata).
Equilenin (horse steroid)					Agonista estrogénico.
Equol					Agonista estrogénico.
Erythromycin			5.00E-03		
17-β-estradiol			5.00E-05		Efectos mediados por glándulas (humano). Estrogénico
Estriol					Estrogénico.
Estrone			1.30E-02		Efectos mediados por glándulas (humano). Estrogénico.
17α-Ethinyl estradiol			1.00E-04		Inhibición ChE en plasma (humano). Estrogénico.
Ethion		5.00E-04			Inhibición de colinesterasa en plasma (humano).



COMPUESTO	FACTOR DE PENDIENTE DE CÁNCER (mg/kg/día)	DOSIS ORAL DE REFERENCIA (mg/kg/día)	ADI (mg/kg/d)	TDI (mg/kg/d)	EFFECTOS POTENCIALMENTE ASOCIADOS EN HUMANOS O MAMÍFEROS TERRESTRES
Ethylbenzene		1.00E-01			Retardo del estro en ratas.
Etoposide					Degeneración de órganos reproductivos.
Fenamiphos		2.50E-04	1.00E-04		Inhibición de ChE (perro).
Fenoprofen					Evidencia de hiperfunción tiroidea con exposición aguda a 4.586 g/kg.
Fenvalerate					Antagonista androgénico.
Fluometuron		1.30E-02	2.00E-02		Ninguno observado (rata).
Fluoranthene		4.00E-02			Nefropatía, incremento en el peso, alteraciones y efectos clínicos (perro).
Fluoxetine		1.20E-03	1.00E+00		Efectos del desarrollo en rata y humano.
<i>Nor-fluoxetine</i>			1.00E+00		Efectos del desarrollo en rata y humano.
Fluorene		4.00E-02			Disminución de RBC, Compactación del volumen celular y hemoglobina (ratón).
Fonofos		2.00E-03			Inhibición de colinesterasa. Síntomas colinérgicos, incremento en el peso del hígado.
Formaldehyde		2.00E-01			Reducción en la ganancia de peso, histopatología.
Furazolidone	3.80E+00				
Galaxolide				5.00E-01	
Gemfibrozil		1.50E-02	1.30E-01		Efectos reproductivos (rata), cáncer (rata).
Genistein					Estrogénico.
Glyphosate		1.00E-01	3.00E-01		Actividad estrogénica in vitro. Incremento en la incidencia de dilatación tubular renal.
Heptachlor	4.50E+00	5.00E-04			Agonista ER. Estrogenicidad cuestionable. POP. Incremento en el peso corporal.
Heptachlor Epoxide	9.10E+00	1.30E-05			Disruptor tiroideo y reproductivo. Incremento en el peso corporal.
Heptachloro biphenyl, 2,2',3,3',4,4',5- (PCB 170)	1.30E+01				
Heptachlorobiphenyl, 2,2',3,4,4',5,5'- (PCB 180)	1.30E+00				
Heptachloro biphenyl, 2,3,3',4,4',5,5'- (PCB 189)	3.90E+00				
Hexabromo benzene		2.00E-03			



COMPUESTO	FACTOR DE PENDIENTE DE CÁNCER (mg/kg/día)	DOSIS ORAL DE REFERENCIA (mg/kg/día)	ADI (mg/kg/d)	TDI (mg/kg/d)	EFFECTOS POTENCIALMENTE ASOCIADOS EN HUMANOS O MAMÍFEROS TERRESTRES
Hexabromo-biphenyl,					
Hexabromo diphenyl ether, 2,2',4,4',5,5'- (BDE-153)		2.00E-04			Efectos neuroconductuales.
Hexachloro benzene	1.60E+00	8.00E-04			Efecto endocrino in vivo.
Hexa-PCB				0.02 para la suma de dioxinas y moléculas semejantes	
2,2',3,4,4',5'-hexachloro biphenyl					
2,2',3,3',4,4'-Hexachloro biphenyl (PCB-128)					
2,2',3,3',4,5-hexachloro biphenyl (PCB-129)					
2,2',3,3',5,6-hexachlorobiphenyl (PCB-134)					
2,2',3,3',6,6'-hexachloro biphenyl (PCB-136)					
2,2',3,4',5',6-Hexachlorobiphenyl (PCB-149)					
2,2',4,4',5,5'-Hexachlorobiphenyl (PCB-153)					
Hexachlorobiphenyl, 2,3',4,4',5,5'- (PCB 167)	3.90E+00				
Hexachlorobiphenyl, 2,3,3',4,4',5'- (PCB 157)	3.90E+00				
2,2',4,4',6,6'-hexachlorobiphenyl (PCB-155)					
Hexachlorobiphenyl, 2,3,3',4,4',5- (PCB 156)	3.90E+00				
Hexachlorobiphenyl, 3,3',4,4',5,5'- (PCB 169)	3.90E+03				
2,2',3,4,4',6-Hexachlorobiphenyl					
2,2',3,5,5',6-Hexachlorobiphenyl					
2,2',3,3',4,5'-Hexachlorobiphenyl					
2,3',4,4',5,5'-Hexachloro biphenyl					
2,2',3,4,5,5'-Hexachlorobiphenyl					
2,2',3,3',5,6'-Hexachlorobiphenyl					



COMPUESTO	FACTOR DE PENDIENTE DE CÁNCER (mg/kg/día)	DOSIS ORAL DE REFERENCIA (mg/kg/día)	ADI (mg/kg/d)	TDI (mg/kg/d)	EFFECTOS POTENCIALMENTE ASOCIADOS EN HUMANOS O MAMÍFEROS TERRESTRES
2,2',3,4',5,5'-Hexachlorobiphenyl					
2,2',3,4,5,6-Hexachlorobiphenyl					
2,3,3',4,5,6-Hexachlorobiphenyl					
2,3,4,4',5,6-Hexachlorobiphenyl					
2,3,3',4',5,5'-Hexachlorobiphenyl					
2,3,3',4,5,5'-Hexachlorobiphenyl					
2,2',3,3',4,6'-Hexachlorobiphenyl					
2,3',4,4',5',6-Hexachlorobiphenyl					
2,2',3,4,4',6'-Hexachlorobiphenyl					
2,2',4,4',5,6'-Hexachlorobiphenyl					
2,2',3,3',4,6-Hexachlorobiphenyl					
2,2',3,4,5,6'-Hexachlorobiphenyl					
2,2',3,4,5',6-Hexachlorobiphenyl					
2,2',3,4',5,6-Hexachlorobiphenyl					
2,2',3,5,6,6'-Hexachlorobiphenyl					
2,2',3,4',6,6'-Hexachlorobiphenyl					
2,3,3',4,4',5'-Hexachlorobiphenyl					
2,3,3',5,5',6-Hexachlorobiphenyl					
2,3,3',4',5',6-Hexachlorobiphenyl					
2,3,3',4',5,6-Hexachlorobiphenyl					
2,3,3',4,5',6-Hexachlorobiphenyl					
2,3,3',4,4',6-Hexachlorobiphenyl					
2,2',3,4',5,6'-Hexachlorobiphenyl					
2,2',3,4,6,6'-Hexachlorobiphenyl					
2,2',3,3',5,5'-Hexachlorobiphenyl					
2,2',3,4,4',5-Hexachlorobiphenyl					
Hexachloro butadiene	7.80E-02	1.00E-03			Degeneración adrenal.
Hexachloro cyclohexane, α-lindane	6.30E+00		3.00E-03		Efectos reproductivos en rata. La ADI como lindano total.
Hexachlorocyclohexane, β-lindane	1.80E+00				Efecto endocrino in vivo.
Hexachlorocyclohexane, γ-lindane	1.10E+00	3.00E-04			Efecto endocrino.



COMPUESTO	FACTOR DE PENDIENTE DE CÁNCER (mg/kg/día)	DOSIS ORAL DE REFERENCIA (mg/kg/día)	ADI (mg/kg/d)	TDI (mg/kg/d)	EFFECTOS POTENCIALMENTE ASOCIADOS EN HUMANOS O MAMÍFEROS TERRESTRES
Hexachlorocyclohexane, $\delta$ -lindane					
Hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazine (RDX)	1.10E-01	3.00E-03			Inflamación.
Hydroquinone	5.60E-02	4.00E-02			Inhibición de la actividad TPO in vitro. Puede ingresar al ambiente a partir de fuentes naturales. Efectos hematológicos.
Ibuprofen				8.00E+02	
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	7.30E-01				Citotóxico para oocitos.
Indometacine				5.00E+01	
Isophorone	9.50E-04	2.00E-01			
p-Isopropyltoluene (p-cymene)					
Isoproturon					Anti-androgénico sospechoso (conclusión por analogía con fenilurea), a altas dosis deteriora el proceso de biosíntesis de andrógenos.
Ketoconazole					Disrupción adrenal, supresión de testosterona. Disrupción reproductiva.
Ketoprofen			1.00E-03		La TDLo está documentada para náusea y vómito, así como otros cambios degenerativos no conductuales. En mujeres, con 80mg/kg/10D-I (80mg/kg), se observó nefrotoxicidad.
Lincomycin			1.00E+00		
Linuron		2.00E-03	1.00E-02		Androgénico, débil in vitro, altamente efectivo in vivo. Pigmento anormal del tejido sanguíneo, no más estudio de relevancia.
MCPP (Mecoprop)		1.00E-03			Incremento en los pesos absoluto y relativo.
Malathion		2.00E-02			Disrupción tiroidea. Depresión RBD ChE.
Maneb		5.00E-03			Potencial efecto endocrino. Inhibición tiroidea y LH. Incremento de peso.
Mebendazole			8.00E-02		
Mepiquat Chloride		3.00E-02	1.50E-01		Sedación y espasmos tonoclonicos, pérdida de apetito y de peso.
Meprobamate		No hay datos	7.50E+00		No hay datos, efectos sistémicos (ratón).
Mestranol					Agonista estrogénico.
Metamizole sodium (dipyrone)			5.50E-01		Estudios presentaron la formación de adenomas en hígado de ratón en ambos sexos de la cepa B6C3F1.



COMPUESTO	FACTOR DE PENDIENTE DE CÁNCER (mg/kg/día)	DOSIS ORAL DE REFERENCIA (mg/kg/día)	ADI (mg/kg/d)	TDI (mg/kg/d)	EFFECTOS POTENCIALMENTE ASOCIADOS EN HUMANOS O MAMÍFEROS TERRESTRES
Metam sodium					Potencial efecto endocrino
Methidathion		1.00E-03			Toxicidad.
Methomyl		2.50E-02	1.00E-02		Disruptor tiroideo.
Methoxychlor (metabolito activo)		5.00E-03	2.00E-05		Efecto endocrino in vitro, estrogénico in vivo.
Methyl bromide			4.00E-04		ADI derivada de efectos adversos observado en un estudio de 90 días en ratas.
Methyl Methacrylate		1.40E+00			Ninguno observable.
Methyl tert-Butyl Ether (MTBE)	1.80E-03				Disruptor tiroideo.
Methylbenzylidene camphor					Actividad estrogénica in vitro.
Methylene Chloride (dichloromethane)	7.50E-03	6.00E-02			Inducción CYP450.
Metil naphthalene, 1-	2.90E-02	7.00E-03			
Methylnaphthalene, 2-		4.00E-03			Proteinosis alveolar pulmonar.
Metolachlor		1.50E-01	8.00E-02		Decremento en la ganancia de peso.
Metribuzin		2.50E-02	2.00E-02		Disrupción tiroidea. Efectos héptico/renales, decremento en el peso corporal, muerte.
Molinate		2.00E-03	2.00E-03		Reducción en la fertilidad femenina.
Monesine			1.00E-02		
Monochloramine		1.00E-01			Ninguno observable.
Morpholine					Inhibe metabolismo esteroideo.
Musk ketone				1.00E-01	
Musk xylene				1.00E-01	
Naphthalene		2.00E-02			Decremento en el peso promedio final de machos.
Napropamide		1.00E-01	1.00E-04		En animales, decremento en la ganancia de peso de la descendencia.
Naproxen		1.10E-02	5.70E-04		Efectos del desarrollo (rata), efectos reproductivos (rata). Inhibe la síntesis de prostaglandinas que pueden resultar en la prolongación de la gestación y la interferencia con mano de obra si la droga se da tarde en el embarazo. Inhibidores de síntesis prostaglandina pueden tener efectos adversos en el sistema cardiovascular del feto (p.ej., cierre prematuro del conducto arterioso).
Neomycin sulfate			6.00E-02		ADI como neomicina.



COMPUESTO	FACTOR DE PENDIENTE DE CÁNCER (mg/kg/día)	DOSIS ORAL DE REFERENCIA (mg/kg/día)	ADI (mg/kg/d)	TDI (mg/kg/d)	EFFECTOS POTENCIALMENTE ASOCIADOS EN HUMANOS O MAMÍFEROS TERRESTRES
Nitrobenzene		2.00E-03			Incremento en los niveles de metahemoglobina
Nitrofen					Efecto endocrino (potencial)
Nitrofurantoin		7.00E-02			Daño
Nitroglycerin		1.00E-04			
Nitrophenol, 4-		8.00E-03			
Nitrosodiethylamine, N-	2.80E+00				
Nitrosodimethylamine, N-	1.50E+02	8.00E-06			Efectos del desarrollo.
Nitrotoluene, p-	2.20E-01	4.00E-03			Efecto endocrino (potencial). Lesiones en bazo (rata).
4-Nonylphenol				1.50E-01	Estrogénico.
4-nonylphenol diethoxylate			5.00E+01		Estrogénico.
4-nonylphenol (branched)					Estrogénico.
4-p-nonylphenol					Estrogénico.
Nonylphenol ethoxylate NP1EO					Estrogénico.
Nonylphenol ethoxylate NP2EO					Estrogénico.
Norethindrone					Tumores mamarios en rata.
Octabromodiphenyl Ether	3.90E+01	3.00E-03			Disruptor de hormonas tiroideas. Inducción de encimas hepáticas, patología hepática.
Octyl Phthalate, di-N-		4.00E-02			Teratógeno de ojos y oídos. Efectos hepáticos.
Oryzalin		5.00E-02	1.00E-01		Incremento sérico de colesterol/fosfatasa alcalina/y peso relativo hígado/riñón.
Oxamyl		2.50E-02	2.00E-03		Decremento en la ganancia de peso corporal y consumo de alimento.
Oxazepam					Degeneración gonadal en machos.
Oxytetracycline			3.00E-02		
Paraquat Dichloride		4.50E-03	4.00E-03		Incremento en los niveles de corticosterona sérica en ratas. Pneumonitis crónica.
Parathion (ethyl)		6.00E-03	5.00E-03		Decremento en la actividad colinesterasa.
Parathion (methyl)					Disruptor adrenal?
PeCDF, 1,2,3,7,8-	1.30E+05				
PeCDF, 2,3,4,7,8-	3.90E+03				
Pebulate	3.90E+04	5.00E-02	7.00E-03		
Pendimethalin		4.00E-02	1.00E-01		Incremento en la depuración de la hormona tiroidea. Incremento en la fosfatasa alcalina sérica y peso de hígado,



COMPUESTO	FACTOR DE PENDIENTE DE CÁNCER (mg/kg/día)	DOSIS ORAL DE REFERENCIA (mg/kg/día)	ADI (mg/kg/d)	TDI (mg/kg/d)	EFFECTOS POTENCIALMENTE ASOCIADOS EN HUMANOS O MAMÍFEROS TERRESTRES
					lesiones.
Penicillin G			3.00E-05		Como bencil-penicilina G.
Penicillin V			2.10E-04		
Pentabromo diphenyl Ether		2.00E-03			Inducción de enzimas hepáticas.
Penta-PCB					
Pentachloro benzene		8.00E-04			Toxicidad.
Pentachlorobiphenyl, 2,3',4,4',5-(PCB 118)	3.90E+00				
Pentachlorobiphenyl, 2,3,3',4,4'-(PCB 105)	3.90E+00				
Pentachlorobiphenyl, 2,3,4,4',5-(PCB 114)	3.90E+00				
Pentachlorobiphenyl, 3,3',4,4',5-(PCB 126)	3.90E+00				
Pentachloro ethane	1.30E+04				
2,3,3',4',5'-Pentachlorobiphenyl					Disruptor reproductivo.
Pentachloro phenol	2.60E-01	3.00E-02			Disruptor adrenal, tiroideo y de pituitaria.
Permethrin		5.00E-02	5.00E-02		Actividad estrogénica; antagonista andrógeno. Incremento en el peso.
Phenanthrene				4.00E-02	
Phenmedipham (Betanal)		2.50E-01	1.00E-02		Ninguno observable.
4-phenoxyphenol					Agonista ER in vitro.
Phenylphenol, 2- (bifenilol)			4.00E-01		Estrogénico.
Phenytoin (dilantin)		8.00E-02	1.90E-03		Efectos del desarrollo (ratón), cáncer (ratón).
Phthalic Anhydride		2.00E+00			
Picloram		7.00E-02	7.00E-02		Adenomas tiroideas. Incremento en el peso corporal.
Polychlorinated Biphenyls (high risk)	3.00E+01				
Polychlorinated Biphenyls (low risk)	2.00E+00				
Profluralin	1.50E-01	6.00E-03			Ninguno observable.
Progesterone			3.00E-02		
Prometon		1.50E-02			Ninguno observable.





COMPUESTO	FACTOR DE PENDIENTE DE CÁNCER (mg/kg/día)	DOSIS ORAL DE REFERENCIA (mg/kg/día)	ADI (mg/kg/d)	TDI (mg/kg/d)	EFFECTOS POTENCIALMENTE ASOCIADOS EN HUMANOS O MAMÍFEROS TERRESTRES
Prometryn		4.00E-03			Degeneración hepática/renal; atropía de médula ósea.
Propachlor		1.30E-02	2.00E-02		Decremento en la ganancia de peso, consumo de alimento, incremento relativo del peso del hígado.
Propanil		5.00E-03	2.00E-01		Incremento del peso relativo en hembras.
Propargite		2.00E-02	2.00E-03		Ninguno observable.
Propazine		2.00E-02	2.00E-02		Decremento en el peso corporal.
Propiconazole		1.30E-02	4.00E-02		Afecta el metabolismo esteroideo. Irritación de la mucosa gástrica.
Pyrene		3.00E-02			
Pyretroids; sintéticos y miscelaneos					Efecto endocrino <i>in vitro</i> .
Resorcinol					Efecto endocrino (potencial).
Risperidon		2.60E-05	1.40E-02		Efectos reproductivos (rata), cáncer (ratón y rata).
Roxithromycine			1.00E-02		
Simazine		5.00E-03	5.00E-03		Estrogénico, analogía estructural con atrazina: endocrine in vitro. Reducción en la ganancia de peso, cambios hematológicos en hembras (rata).
Simvastatin		1.10E-02	5.40E-01		Efectos del desarrollo (conejos), cáncer (rata).
<i>Simbastatin hydroxy acid</i>			5.40E-01		Cáncer (rata).
$\beta$ -sitosterol					Estrogenicidad débil, decrmento en los niveles de testosterona en peces, reducción de la cuenta espermática en ratas.
Spiramycin			7.50E-01		
Stigmasterol					Disruptor sospechosos, análogo al $\beta$ -sitosterol.
Styrene		2.00E-01			Efecto endocrino (potencial). Efectos en eritocitos e hígado (perro).
Sulfadiazine			2.00E-02		
Sulfadimethoxine				1.00E-02	
Sulfamethazine			2.00E-02		
Sulfamethiazole				1.00E-02	
Sulfamethoxazole		1.30E-01	5.10E+02	1.00E-02	Efectos reproductivos (rata), efectos del desarrollo (rata).
Tamoxifen					Antiestrogénico.
Temephos (abate)		2.00E-02	1.00E-01		
Terbacil		1.30E-02	6.00E-02		Incremento en el peso de la tiroides con respecto al peso



COMPUESTO	FACTOR DE PENDIENTE DE CÁNCER (mg/kg/día)	DOSIS ORAL DE REFERENCIA (mg/kg/día)	ADI (mg/kg/d)	TDI (mg/kg/d)	EFFECTOS POTENCIALMENTE ASOCIADOS EN HUMANOS O MAMÍFEROS TERRESTRES
					corporal; incremento en el peso del hígado.
Terbufos		2.50E-05	2.00E-04		Inhibición.
Terbutryn		1.00E-03	1.00E-01		Tumores mamarios, testiculares y tiroideos. Efectos en hembras.
4-Tert-octylphenol			1.30E+01	1.50E-02	Estrogénico. Efectos del desarrollo en rata.
Testosterone and esters			2.00E-03		Androgénico.
Tetrabromodiphenyl ether, 2,2',4,4'- (BDE-47)		1.00E-04			Efectos neuroconducturales.
Tetrachlorobenzene, 1,2,4,5-Tetrachlorobiphenyl, 3,4,4',5-(PCB 81)	1.30E+01	3.00E-04			Lesiones.
Tetrachloro ethane, 1,1,1,2,2-	2.60E-02	4.00E-03			Vacuolización hepatocelular e incremento en el peso absoluto y relativo.
Tetrachloro ethylene	2.00E-01	1.00E-02			Hepatotoxicidad, ganancia de peso.
Tetrachloro phenol, 2,3,4,6-	5.40E-01	3.00E-02			Incremento en el peso del hígado, hipertropía centrilobular.
Tetracycline (internal use)			3.00E-02		
Theophylline					
Thiabendazole			3.00E-01		
Thiobencarb		1.00E-02	7.00E-03		Decremento en el peso corporal, incremento en BUN.
Thiophanate, Methyl		8.00E-02			Decremento en el peso corporal, espermatogénesis, y hist evidencia de hiperthyroidismo.
Thiram		5.00E-03	4.00E-03		Efecto endocrino potencial. Disrupción LH y tiroidea. Neurotoxicidad en rata.
Tolbutamide					Disrupción del desarrollo fetal.
Tolfenamic acid			5.00E-03		
Toxaphene					Efecto endocrino in vitro. Obsoleto.
Tributyl Phosphate		2.00E-01			Hiperplasia de la vejga urinaria.
Tributyltin (TBT)					Androgénico (inhibidor de aromatasa).
Tributyltin Compounds	9.20E-03	3.00E-04			Inmunosupresión.
Tributyltin methacrylate					
Tributyltin Oxide (TBTO; bis-tributiltina)		3.00E-04			Androgénico, inhibidor de aromatasa. Evidencia limitada desupresión inmune y trombocitopenia púrpura. Inmunosupresión (rata), inhibición de aromatas (mediada por



COMPUESTO	FACTOR DE PENDIENTE DE CÁNCER (mg/kg/día)	DOSIS ORAL DE REFERENCIA (mg/kg/día)	ADI (mg/kg/d)	TDI (mg/kg/d)	EFFECTOS POTENCIALMENTE ASOCIADOS EN HUMANOS O MAMÍFEROS TERRESTRES
Trichlorobenzene, 1,2,4-	3.40E-02	1.00E-02			sistema endocrino). Disruptor adrenal. Inducción CYP450. Incremento en el peso adrenal, vacuolización de la zona fasciculada en corteza.
Trichloroethane, 1,1,1-		2.00E+00			Reducción en el peso corporal
Trichloroethane, 1,1,2-		4.00E-03			
Trichlorophenol, 2,4,5-		1.00E-01			Patología.
Trichlorophenol, 2,4,6-		1.00E-03			
Trichlorophenoxyacetic Acid, 2,4,5-		1.00E-02			Gonadotóxico y teratógeno. Incremento en coproporfirinas urinarias.
Triclosan		9.70E-04	7.50E+01		Daño sistémico (conejo y hamster)
Triethyl citrate					
Trifluralin		7.50E-03	2.00E-02		Efecto endocrino (datos insuficientes). Carcinomas tiroideos. Disruptor de LH, cortisol e insulina en suero. Incremento en el peso del hígado, incremento de metehemoglobina (perro).
Trimethyl benzene, 1,2,4-	3.70E-02	5.00E-02			Decremento en la ganancia de peso corporal, incremento en el peso del hígado.
Trimethoprim		3.70E-02	2.00E-02		Efectos reproductivos (rata), efectos del desarrollo (rata).
Triphenylphosphate					
Triphenylphosphine Oxide	3.00E-02	2.00E-02			Inhibición de colinesterasa.
Tris(2-chloroethyl)phosphate (TCEP)		3.00E-01			Lesiones histopatológicas en cerebro.
Tylosin			3.00E-01		
Vernolate		1.00E-03			Decremento en el peso.
Verapamil					
Vinclozolin		2.50E-02	1.00E-02		Antiandrógeno, efecto endocrino in vivo. Actividad antiadrogénica. Cambios en el peso corporal (perro).
Vinyl Chloride		3.00E-03			Polimorfismo celular.
Virginamycin			2.00E-01		
Warfarin	7.20E-01	3.00E-04			Incremento en el tiempo de protrombina.
Zineb		5.00E-02	5.00E-03		Efecto endocrino (potencial). Disfunción tiroidea. Hiperplasia en rata.

Fuentes:



1. Australian Government. 2008. Acceptable daily intakes for agricultural and veterinary chemicals. The Office of Chemical Safety Office of Health Protection Department of Health and Ageing. 98 pp
2. Besse, J. 2008. *Typology of PPS with regard to ERA procedure*. Contract Núm. 036864. KNAPPE. Sixth Framework Programme. European Union. 58 pp
3. Botham, C., and Holmes, P. 2005. *Chemicals purported to be endocrine disruptors. A compilation of published lists*. IEH Web Report W20. UK. 91 pp
4. Integrated Risk Information System. <http://www.epa.gov/iris>
5. Mendola, P., Messer, L., and Rappazzo, K. 2008. Science linking environmental contaminant exposures with fertility and reproductive health impacts in the adult female. *Fertility and Sterility*. 89(Supplement 1): 81-94
6. Queensland Government. 2008. *Recycled water quality. A guide to determining, monitoring and achieving safe concentrations of chemicals in recycled water*. Report Prepared By: Haemish Middleton, Michael R Moore, Heather Chapman, Frederic Leusch, Benjamin Tan, Roger Drew, John Frangos, Stuart Khan, Greg Leslie, Glen Shaw. 182 pp
7. Watts, C., Myckoc, D., Crane, M., and Fawell, J. 2007. *Desk based review of current knowledge on pharmaceuticals in drinking water and estimation of potential levels*. Defra Project Code: CSA 7184/WT02046/DWI70/2/213 DEFRA. Drinking Water Inspectorate. Cranfield. 107 pp
8. Wenzell, A., Müller, J., Ternes, T. 2003. Study on endocrine disruptors in drinking water. Final Report. ENV.D.1/ETU/2000/0083. Germany. 166 pp