

Distr. general  
16 de noviembre de 2017

Español  
Original: inglés



**Convenio de Estocolmo  
sobre Contaminantes  
Orgánicos Persistentes**

---

**Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes**

**13ª reunión**

Roma, 17 a 20 de octubre de 2017

**Informe del Comité de E Examen de los Contaminantes  
Orgánicos Persistentes sobre la labor realizada en  
su 13ª reunión**

**Adición**

**Evaluación de la gestión de los riesgos sobre el ácido  
pentadecafluorooctanoico (núm. de CAS: 335-67-1, PFOA, ácido  
perfluorooctanoico), sus sales y compuestos conexos del PFOA**

En su 13ª reunión, en su decisión POPRC-13/2, el Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes aprobó la evaluación de la gestión de los riesgos sobre el ácido pentadecafluorooctanoico (núm. de CAS: 335-67-1, PFOA, ácido perfluorooctanoico), sus sales y compuestos conexos del PFOA sobre la base del proyecto que figuraba en la nota de la Secretaría (UNEP/POPS/POPRC.13/3), revisado durante la reunión. El texto de la evaluación de la gestión de los riesgos, tal como fue aprobado, figura en el anexo de la presente adición sin que haya sido objeto de revisión editorial en inglés.

**Anexo**

**PFOA, SUS SALES Y COMPUESTOS  
CONEXOS DEL PFOA**

**EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS  
RIESGOS**

Octubre de 2017

# Índice

<b>Resumen ejecutivo</b> .....	<b>4</b>
<b>1. Introducción</b> .....	<b>7</b>
1.1 Identidad química del PFOA, sus sales y los compuestos conexos del PFOA. ....	7
1.2 Conclusiones del Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes en relación con la información solicitada en el anexo E .....	9
1.3 Fuentes de datos .....	10
1.3.1 Sinopsis de los datos presentados por las Partes y los observadores .....	10
1.3.2 Otras fuentes de datos fundamentales .....	10
1.4 Situación del producto químico en los convenios internacionales .....	10
1.5 Medidas de control adoptadas a nivel nacional o regional .....	11
<b>2 Información resumida relativa a la evaluación de la gestión de los riesgos</b> .....	<b>12</b>
2.1 Determinación de las medidas de control que pueden adoptarse.....	16
2.2 Eficacia y eficiencia de las medidas de control que pueden adoptarse para lograr la reducción de los riesgos .....	16
2.2.1 Determinación de los usos y la producción de alternativas fluoradas de cadena corta.....	21
2.2.2 Costos y beneficios de la aplicación de medidas de control.....	27
2.3 Información sobre productos y procesos alternativos.....	31
2.3.1 Resumen de las alternativas.....	31
2.3.2 Aspectos sectoriales específicos.....	31
2.3.3 Usos respecto de los cuales aún no se han determinado alternativas .....	39
2.3.4 Resumen de alternativas .....	41
2.4 Resumen de la información sobre los efectos en la sociedad de la aplicación de las medidas de control que se puede aplicar .....	42
2.4.1 Salud, incluidas la salud pública, ambiental y laboral .....	42
2.4.2 Agricultura, acuicultura y silvicultura .....	44
2.4.3 Biota (diversidad biológica) .....	44
2.4.4 Aspectos económicos .....	44
2.4.5 Avances hacia el desarrollo sostenible .....	46
2.4.6 Costos sociales .....	46
2.5 Otras consideraciones .....	47
2.5.1 Acceso a la información y educación del público .....	47
2.5.2 Estado de la capacidad de control y monitorización .....	47
<b>3 Síntesis de la información</b> .....	<b>48</b>
3.1 Resumen de la información sobre el perfil de riesgo.....	48
3.2 Resumen de la información sobre la evaluación de la gestión de los riesgos .....	49
3.3 Medidas de gestión de los riesgos recomendadas.....	53
<b>4 Declaración final</b> .....	<b>53</b>
<b>Referencias</b> .....	<b>55</b>

## Resumen ejecutivo

1. En junio de 2015, la Unión Europea (UE) y sus Estados miembros presentaron una propuesta de inclusión del ácido pentadecafluorooctanoico (núm. de CAS: 335-67-1, PFOA, ácido perfluorooctanoico), sus sales y compuestos conexos del PFOA<sup>1</sup> en los anexos A, B y C del Convenio de Estocolmo (UNEP/POPS/POPRC.11/5). En su 12ª reunión, celebrada en septiembre de 2016, el Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes (POPRC) llegó a la conclusión de que el PFOA es persistente, bioacumulativo y tóxico para los animales, incluso para los seres humanos. Se ha generalizado la presencia del PFOA y de algunos de sus compuestos en compartimentos ambientales, así como en la biota y los seres humanos. De ahí que sea probable que el PFOA, sus sales y compuestos conexos del PFOA degraden a PFOA, como resultado de su transporte a larga distancia en el medio ambiente, lo que provocaría efectos tan perjudiciales en la salud humana, el medio ambiente o ambos que justificarían la adopción de medidas a nivel mundial (UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2).

2. En el párrafo 21 de la evaluación de la gestión de los riesgos (UNEP/POPS/POPRC.13/7/Add.2) se define el alcance de los productos químicos examinados y en el documento UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6/Add.1 se presenta una lista exhaustiva de sustancias.

3. El PFOA, sus sales y los compuestos conexos del PFOA se utilizan en muy diversas aplicaciones y productos de consumo en muchos sectores (para más detalles, véase UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2). El principal uso presente o pretérito del PFOA y sus sales ha sido como agentes de procesos en la producción de fluor elastómeros y fluoropolímeros, en la que el politetrafluoroetileno (PTFE) es un fluoropolímero importante usado en la producción de, por ejemplo, utensilios de cocina antiadherentes. Los compuestos conexos del PFOA, entre ellos los polímeros fluorados de cadena lateral, se usan como surfactantes y agentes de tratamiento de superficies, por ejemplo, en productos textiles, papel, pinturas y espumas ignífugas. Sobre la base de la información contenida en la evaluación de los riesgos se concluye que estos son los usos que requieren mayor cantidad de PFOA.

4. Las liberaciones provienen de la producción, el uso y la eliminación del pasado y de nuestros días. Las liberaciones directas de PFOA y sus compuestos conexos al medio ambiente se generan a partir de la producción de sustancias no refinadas (en este caso, el PFOA como impureza en la fabricación de compuestos conexos del PFOA y de algunas alternativas), durante el procesamiento, el uso y la eliminación del producto químico y a partir de artículos tratados y productos contaminados con PFOA. Los principales vectores de las emisiones de PFOA y sus sales son las aguas residuales y las partículas/los aerosoles. Las liberaciones indirectas de PFOA se producen por (foto) degradación o transformación biótica y abiótica de los precursores. Los compuestos conexos del PFOA, según se definen en el párrafo 21, se liberan al aire, el agua, el suelo y los desechos sólidos y, en mayor o menor medida, se degradarán a PFOA en el medio ambiente y en los organismos. Las liberaciones de PFOA producto de la degradación representan una parte importante de las liberaciones de esa sustancia al medio ambiente en algunos lugares, por ejemplo, en parajes apartados tierra adentro (para más detalles, véase UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2).

5. Las actividades a nivel mundial que lleva a cabo el Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos a Nivel Internacional (SAICM) se centran en la recopilación y el intercambio de información sobre los productos químicos perfluorados y en el apoyo a la transición hacia alternativas más seguras. Se han puesto en marcha actividades de carácter voluntario para eliminar el PFOA y las sustancias conexas, como el PFOA Stewardship Program (Programa de Gestión Administrativa del PFOA) de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) y la labor realizada por la industria. En 2006, los ocho principales fabricantes de fluoropolímeros y fluorotelómeros de los Estados Unidos, Europa y el Japón estuvieron de acuerdo en eliminar la producción y el uso del PFOA y las sustancias conexas de cadena larga para finales de 2015. En el Canadá, los fabricantes pusieron en marcha un programa análogo. Todos los participantes en el Programa de Gestión Administrativa lograron prácticamente eliminar esos productos químicos de las emisiones de las instalaciones y del contenido de los productos. En la eliminación voluntaria no participaron los fabricantes que utilizaban PFOA de países que no fueron parte de esos esfuerzos voluntarios, a saber, por ejemplo, los que

---

<sup>1</sup> La definición de compuestos conexos del PFOA difiere según el ámbito de aplicación del producto químico de los diferentes enfoques. En el presente documento, la expresión “compuestos conexos del PFOA” se utiliza conforme a la definición que figura en la sección 1.1. En las citas tomadas de otras fuentes de información, se mantiene la redacción original de términos análogos, como “sustancias conexas del PFOA” (por ejemplo, la utilizada en ECHA (2015a)).

cuentan con grandes fabricantes o usuarios de PFOA, como China, la India y Rusia (para más detalles, véase UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2)

6. Se aplican -o están a punto de aplicarse- procedimientos que regulan la gestión de los riesgos en diversas medidas nacionales de control legislativo, a saber, en Noruega, la UE (restricción vigente) y el Canadá. En virtud de esas medidas queda prohibido fabricar, hacer accesible en el mercado y usar el PFOA, sus sales y compuestos conexos del PFOA con exenciones (temporales o no). Sobre la base de evaluaciones técnicas y socioeconómicas, se considera que estos enfoques de la gestión de los riesgos son técnica y económicamente viables. En 2016, el Canadá publicó una legislación por la que se prohíben el PFOA, sus sales y precursores, así como los productos que los contengan, a menos que estén presentes en productos manufacturados y con un número limitado de exenciones. Noruega prohíbe el uso del PFOA en productos de consumo y textiles desde 2014 con determinadas exenciones. La UE restringe la fabricación, la comercialización y el uso (incluida la importación) del PFOA, sus sales y los compuestos conexos del PFOA, así como los artículos que contengan estas sustancias. En el enfoque de la gestión de los riesgos que aplica la UE se consideran exenciones para determinados usos; sin embargo, no se contempla la degradación a PFOA de perfluoroalquilos y polifluoroalquilos (PFAS) de cadena larga. En los Estados Unidos, en virtud de una regulación propuesta en 2015, los fabricantes de PFOA y sus productos químicos conexos están obligados desde 2015 a notificar a la Agencia de Protección Ambiental los nuevos usos de estos productos químicos para que se pueda proceder a la evaluación de esos nuevos usos y, de ser necesario, se adopten medidas para prohibir o limitar la actividad.

7. Durante la elaboración de los mecanismos reglamentarios de gestión de los riesgos del PFOA, sus sales y compuestos conexos en el Canadá, la Unión Europea y Noruega, se incluyó información técnica y socioeconómica en el proceso de adopción de decisiones con miras a la inclusión de determinadas exenciones. En general, se considera que estos mecanismos de gestión de los riesgos son técnica y económicamente viables. La información recibida de los interesados de la industria durante estos procesos de reglamentación apunta a la necesidad de establecer exenciones por tiempo limitado o ilimitado para determinados usos, en los casos en que los interesados afirmaron que no existían alternativas económica o técnicamente viables, y los comités científicos llegaron a esa misma conclusión. En el Convenio de Estocolmo se considera asimismo que la prohibición del PFOA, sus sales y compuestos conexos con posibles exenciones específicas para determinados usos es también técnica y económicamente viable.

8. La información sobre la disponibilidad de alternativas que tomen en consideración la eficacia y la eficiencia indica que tal vez en estos momentos no se dispone de alternativas apropiadas para distintos usos, a saber: 1) equipos utilizados para la fabricación de semiconductores y las infraestructuras conexas; 2) tintas de impresión con látex; 3) textiles para la protección de los trabajadores contra los riesgos para su salud y su seguridad; 4) membranas destinadas a usarse en los materiales textiles para uso médico, la filtración en el tratamiento de aguas, los procesos de producción y el tratamiento de efluentes; 5) nanorrecubrimientos con plasma; 6) dispositivos médicos; 7) producción de dispositivos médicos implantables; 8) recubrimientos fotográficos aplicados a películas, papeles o planchas tipográficas; 9) procesos fotolitográficos para semiconductores o en los procesos de grabado para semiconductores compuestos; 10) determinados productos farmacéuticos; y 11) uso de sulfuramida. Sin embargo, ya se están creando alternativas para la mayoría de estos usos. Al restringir o prohibir el PFOA, sus sales y compuestos conexos en el marco del Convenio de Estocolmo, esta circunstancia se podría tomar en consideración con exenciones específicas y plazos definidos o para fines aceptables y sin límite de tiempo.

9. Del mismo modo, como se espera de los enfoques aplicados por el Canadá, Noruega y la Unión Europea, la restricción o prohibición del PFOA, sus sales y compuestos conexos a nivel mundial surtirá efectos positivos en la salud humana, el medio ambiente, en particular la biota, y la agricultura al disminuir las emisiones y, en consecuencia, la exposición. No se pueden cuantificar la magnitud ni la envergadura total de los riesgos del PFOA, sus sales y compuestos conexos. La gestión de los riesgos de esas sustancias se apoya en datos científicos y en medidas de precaución para evitar los efectos perjudiciales potencialmente graves e irreversibles que se producirían de no restringirse las emisiones. Se espera que las alternativas disponibles planteen menos riesgos para la salud que el uso irrestricto del PFOA, sus sales y los compuestos conexos del PFOA.

10. Se considera que los mecanismos de gestión de los riesgos que aplican la Unión Europea, Noruega y el Canadá tienen un costo moderado porque el mercado ya está sustituyendo el PFOA, sus sales y los compuestos conexos del PFOA y porque en esos mecanismos se prevén exenciones para determinados usos con o sin límite de tiempo. Lo mismo cabe esperar de los mecanismos reglamentarios de carácter voluntario combinados que se han adoptado en los Estados Unidos y Australia. Ya se están usando en muchos países alternativas al PFOA, sus sales y compuestos conexos

del PFOA que no muestran características de contaminantes orgánicos persistentes (COP) y tienen un costo competitivo. Esto indica que las alternativas son parcialmente técnica y económicamente viables. La sustitución de estos compuestos con alternativas apropiadas redundaría en economías en los costos de la salud y el medio ambiente como resultado de una menor exposición. Además, una restricción o prohibición impediría que se siguieran contaminando las aguas superficiales, las aguas subterráneas y el suelo, lo que a su vez reduciría los costos de detección y recuperación de los lugares contaminados.

11. El PFOA se forma de manera no intencional como resultado de la combustión incompleta de los fluoropolímeros.

12. El Comité, de conformidad con el párrafo 9 del artículo 8 del Convenio, recomienda que la Conferencia de las Partes en el Convenio de Estocolmo examine la posibilidad de incluir el PFOA, sus sales y compuestos conexos y de especificar las medidas de control correspondientes.

13. Sobre la base de la evaluación de los usos y la eficiencia y eficacia de las posibles medidas de control, el Comité recomienda a la Conferencia de las Partes que examine la posibilidad de incluir el ácido pentadecafluorooctanoico (núm. de CAS: 335-67-1, PFOA, ácido perfluorooctanoico), sus sales y compuestos conexos del PFOA en el anexo A o B del Convenio con exenciones específicas para los siguientes usos:

- a) Durante cinco años a partir de la fecha de entrada en vigor de la enmienda conforme al artículo 4:
  - i) Fabricación de semiconductores o dispositivos electrónicos conexos:
    - a. Equipo o infraestructura relacionada con plantas de fabricación que contengan fluoropolímeros o fluoroelastómeros con residuos de PFOA;
    - b. Equipos o infraestructura relacionada con plantas de fabricación obsoleta: mantenimiento;
    - c. Fotolitografía o procesos de grabado;
  - ii) Recubrimientos fotográficos aplicados a películas;
  - iii) Textiles oleófugos e hidrófugos para la protección de líquidos peligrosos con vistas a la protección de los trabajadores contra los riesgos para su salud y seguridad;
- b) Durante 10 años a partir del momento de la entrada en vigor de la enmienda para la fabricación de semiconductores o dispositivos electrónicos conexos: piezas de reemplazo que contengan fluoropolímeros o fluoroelastómeros con residuos de PFOA respecto de equipos obsoletos o piezas de reemplazo obsoletas;
- c) Para el uso del yoduro de perfluorooctano, la producción de bromuro de perfluorooctano con el fin de elaborar productos farmacéuticos revisando de manera sistemática la necesidad de exenciones. En cualquier caso, las exenciones específicas deberán expirar a más tardar en 2036.

14. El Comité invita a las Partes y los observadores, entre ellos a las industrias pertinentes, a que faciliten información que permita al Comité definir las exenciones específicas respecto de la producción y el uso del PFOA, sus sales y los compuestos conexos del PFOA, en particular en las aplicaciones siguientes:

- a) Membranas destinadas a usarse en los productos textiles de uso médico, la filtración en el tratamiento de aguas, los procesos de producción y el tratamiento de efluentes: información sobre el ámbito de las aplicaciones, las cantidades utilizadas, la disponibilidad de alternativas y aspectos socioeconómicos;
- b) Transporte de sustancias intermedias aisladas con el fin de facilitar el reprocesamiento en otra instalación distinta de la instalación de producción: información sobre las cantidades utilizadas, la duración del transporte y los riesgos, y sobre los usos;
- c) Dispositivos médicos: información sobre aplicaciones y usos específicos, y sobre las fechas en que se prevén aplicar las posibles exenciones afines;
- d) Dispositivos médicos implantables: información sobre las cantidades utilizadas, la duración del transporte y los riesgos, y sobre los usos;

- e) Sector de imágenes fotográficas: información relativa al papel y la impresión, e información pertinente para los países en desarrollo;
- f) Industria automotriz: información sobre piezas de repuesto;
- g) Espumas contra incendios: información sobre la composición química de las mezclas y los volúmenes de las cantidades cargadas con anterioridad de mezclas de espumas contra incendios.

15. Respecto de las aplicaciones antes mencionadas, se acogerá con agrado toda información sobre los aspectos socioeconómicos y cualquier otra información pertinente que se considere necesaria.

16. Además, el Comité reunirá y evaluará en el período entre reuniones información adicional que le presenten las Partes y los observadores con vistas a la posible inclusión del PFOA en el anexo C, que facilite la evaluación del PFOA, sus sales y los compuestos conexos del PFOA en relación con su formación y liberación no intencionales, en particular derivadas de la producción primaria de aluminio y de la combustión incompleta. En ese sentido, se invita especialmente a los expertos pertinentes que colaboran en los distintos procesos técnicos y científicos en el marco del Convenio de Estocolmo y el Convenio de Basilea, conforme a lo estipulado en la decisión SC-8/21, a que realicen aportaciones.

## 1. Introducción

17. En junio de 2015, la Unión Europea (UE) y sus Estados miembros presentaron una propuesta de inclusión del ácido pentadecafluorooctanoico (núm. de CAS: 335-67-1, PFOA, ácido perfluorooctanoico), sus sales y compuestos conexos del PFOA en los anexos A, B o C del Convenio de Estocolmo (UNEP/POPS/POPRC.11/5). Esa propuesta fue examinada por el Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes en su 11ª reunión, celebrada en octubre de 2015, en la que el Comité llegó a la conclusión de que el PFOA cumplía los criterios de selección establecidos en el anexo D y que las cuestiones relacionadas con la inclusión de los compuestos conexos del PFOA que podían degradar a PFOA y la inclusión de las sales de PFOA deberían abordarse en el proyecto de perfil de riesgos (véase la decisión POPRC-11/4).

18. El perfil de riesgo abarca al PFOA e incluye sus isómeros, sus sales y los compuestos conexos del PFOA. En su 12ª reunión, celebrada en septiembre de 2016, el Comité, en su decisión POPRC-12/2, aprobó el perfil de riesgo (UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2) y decidió establecer un grupo de trabajo entre reuniones encargado de preparar una evaluación de la gestión de los riesgos que incluyera un análisis de las posibles medidas de control aplicables al PFOA, sus sales y los compuestos conexos del PFOA de conformidad con el anexo F del Convenio. Además, el Comité invitó a las Partes y a los observadores a que presentaran a la Secretaría la información especificada en el anexo F antes del 8 de diciembre de 2016.

19. En consonancia con el perfil de riesgo, la evaluación de la gestión de los riesgos se centra en el PFOA, incluidos los isómeros, sus sales y los compuestos conexos del PFOA. Junto con la presente evaluación de la gestión de los riesgos figura un documento de antecedentes (UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6) y para ayudar en la identificación de los compuestos conexos del PFOA se incluye también una lista no exhaustiva de sustancias comprendidas o no en la evaluación de la gestión de los riesgos (UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6/Add.1).

### 1.1 Identidad química del PFOA, sus sales y los compuestos conexos del PFOA.

20. El PFOA, sus sales y los compuestos conexos del PFOA pertenecen a una familia de perfluoroalquilos y polifluoroalquilos (PFAS). Los ácidos perfluorados, como el PFOA, no se degradan en el medio ambiente ni en la biota (que incluye a los seres humanos). En determinadas condiciones ambientales, algunas sustancias polifluoradas pueden degradarse a sustancias perfluoradas persistentes, como el PFOA y, por consiguiente, son precursoras. A los PFAS que pueden degradarse a PFOA en el medio ambiente y en la biota se les denomina compuestos conexos del PFOA.

21. La evaluación de la gestión de los riesgos contempla:

- a) El PFOA (ácido pentadecafluorooctanoico (núm. de CAS: 335-67-1, EC No: 206-397-9), incluidos sus isómeros ramificados;
- b) sus sales; y
- c) los compuestos conexos del PFOA que, a los efectos de la presente evaluación de la gestión de los riesgos, sean cualquier otra sustancia que se convierta en PFOA al degradarse, incluida toda sustancia (sales y polímeros incluidos) con un grupo perfluoroheptilo lineal o ramificado en el que el grupo funcional (C<sub>7</sub>F<sub>15</sub>) C sea uno de los elementos estructurales, por ejemplo:

- i) polímeros de perfluoroalquilo con cadenas laterales de base  $\geq C_8^2$ ;
- ii) compuestos fluoroteloméricos 8:2;
- iii) compuestos fluoroteloméricos 10:2.

Los compuestos que se indican a continuación no degradan a PFOA y, por lo tanto, no se incluyen como compuestos conexos del PFOA:

- i)  $C_8F_{17}-X$ , donde  $X=F, Cl, Br$ ;
- ii) Fluoropolímeros<sup>3</sup> recubiertos de  $CF_3[CF_2]_n-R'$ , donde  $R'$ =cualquier grupo,  $n>16^4$ ;
- iii) Ácidos carboxílico y fosfónico perfluoroalquilo (incluidos sus sales y ésteres, haluros y anhídridos) con carbonos perfluorados  $\geq 8$ ;
- iv) Ácidos sulfónicos perfluoroalcanos (incluidos sus sales y ésteres, haluros y anhídridos) con carbonos perfluorados  $\geq 9$ ;
- v) Ácido sulfónico perfluorooctano (PFOS), sus sales y fluoruro de perfluorooctano sulfonilo (PFOSF), incluidos en el anexo B del Convenio de Estocolmo.

22. En los cuadros 1 y 2 figura un resumen de los datos sobre el PFOA<sup>5</sup>. En un documento de antecedentes del perfil de riesgo (véase la sección 1.1 del documento UNEP/POPS/POPRC.12/INF/5) figuran los cuadros con datos relativos a las sales de PFOA y los compuestos conexos del PFOA.

**Cuadro 1: Información relativa a la identidad química del PFOA**

Número de CAS:	335-67-1
Nombre CAS:	Ácido pentadecafluorooctanoico 2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8
Nombre en la UIQPA:	Ácido pentadecafluorooctanoico
Número EC:	206-397-9
Nombre EC:	Ácido pentadecafluorooctanoico
Fórmula molecular	$C_8HF_{15}O_2$
Peso molecular	414,07 g/mol
Sinónimos:	Ácido perfluorooctanoico; PFOA ácido pentadecafluoro-1-octanoico ácido perfluorocaprílico ácido perfluoro-n-octanoico; ácido pentadecafluoro-n-octanoico; ácido pentadecafluorooctanoico; ácido n-perfluorooctanoico; ácido pentadecafluoro-1-octanoico 2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8

**Cuadro 2: Sinopsis de las propiedades fisicoquímicas importantes del PFOA**

Propiedad	Valor	Referencia/Observaciones
Estado físico a 20°C y 101,3 kPa	Sólido	(Kirk (1995))
Punto de fusión/congelación	54,3°C 44°C a 56,5°C	(Lide, 2003) (Beilstein, 2005) citado en ECHA, 2013a)
Punto de ebullición	188°C (1013,25 hPa) 189°C (981 hPa)	(Lide, 2003) (Kauck y Diesslin, 1951)
Presión de vapor	4,2 Pa (25°C) para el PFO; extrapolados de datos medidos 2,3 Pa (20°C) para el PFO; extrapolados de datos medidos 128 Pa (59,3°C) para el PFO; medido	(Kaiser y otros, 2005); (Washburn y otros, 2005) (Washburn y otros, 2005) (Washburn y otros, 2005)

<sup>2</sup> DuPont, 1998. *Technical information: Zonyl fluorochemical intermediates.*

<sup>3</sup> Los fluoropolímeros tienen una cadena principal solo de átomos de carbono a los que el flúor se acopla directamente.

<sup>4</sup> Como PTFE (politetrafluoroetileno), FEP (polímero de fluoroetileno-propileno) y PFA (polímero de perfluoroalkoxi).

<sup>5</sup> UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6/Add.1.



Propiedad	Valor	Referencia/Observaciones
Solubilidad en el agua	9,5 g/l (25°C) 4,14 g/l (22°C)	(Kauck y Diesslin (1951) (Prokop y otros (1989)
Constante de disociación	alrededor de 0,5 <1,6; por ejemplo 0,5 1,5 a 2,8	(Johansson y otros, 2017) (Vierke y otros, 2013) (Kissa, 2001)
Valor del pH	2,6 (1 g/l a 20°C)	(ECHA 2015a) (no puede atribuirse fiabilidad)

23. Las principales rutas de síntesis de sustancias basadas en fluorotelómeros, que incluyen los polímeros fluorados de cadena lateral, así como una sinopsis de las rutas de síntesis de los principales fluoropolímeros se ilustran en dos cifras de la información complementaria proporcionada por la Oficina Federal Suiza para el Medio Ambiente (véase la sección I de FOEN, 2017). Además, en ese documento se resume información específica relativa a la transformación/degradación de fluorotelómeros a PFOA (véase la sección II de la FOEN, 2017).

24. Son dos los procesos de fabricación para producir el PFOA, sus sales y los compuestos conexos del PFOA: fluoración electroquímica (FEQ) y telomerización. Desde 1947 hasta 2002, el proceso de fluoración electroquímica se utilizó principalmente para la fabricación de perfluorooctanoato de amonio (APFO; sal de amonio del PFOA) en todo el mundo (80% a 90% en 2000) que da por resultado una mezcla de isómeros ramificados y lineales (78% de isómeros lineales y 22% de isómeros ramificados). En el proceso de FEQ, el fluoruro octanoilo se suele utilizar para producir fluoruro perfluorooctanoilo que se hace reaccionar después para producir el PFOA y sus sales (Buck y otros, 2011). Además, algunos fabricantes utilizan el proceso de telomerización para producir PFOA lineal y los compuestos conexos. En el proceso de telomerización, el yoduro perfluoroalquilo inicial (telógeno) reacciona con el tetrafluoroetileno (taxógeno) para producir una mezcla de yoduros perfluoroalquilos con diferentes longitudes de cadena del perfluoroalquilo (telómero A). El telómero A se hace reaccionar posteriormente para insertar etileno y crear yoduros fluoroteloméricos (telómero B), que se utilizan entonces para fabricar muy diversos productos a base de fluorotelómeros. En otro estudio se da a entender que algunos fabricantes de China todavía utilizan la fluoración electroquímica (Jiang y otros, 2015). Todavía se sigue produciendo PFOA mediante FEQ en todo el mundo, mientras que la mayoría de los fabricantes que utilizan la telomerización han dejado de producir PFOA y compuestos conexos (Wang y otros, 2014a).

25. La norma ISO 25101:2009 especifica un método para la determinación de los isómeros lineales de PFOA en muestras no filtradas de agua potable, aguas subterráneas y aguas superficiales (agua dulce y agua de mar), que utiliza la espectrometría de masas en tándem con la cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC MS/MS) El método es aplicable a un rango de concentración de 10 ng/l a 10.000 ng/l para el PFOA. Según la matriz, el método también puede ser aplicable a concentraciones más altas, que fluctúan entre 100 ng/l y 200.000 ng/l después de la dilución adecuada de la muestra o la reducción del tamaño de la muestra (ISO 2009). Según un resumen de métodos para el PFOA (ECHA, 2015a), los límites de cuantificación varían de 1 ppb a 2000 ppb, en función del método (para más detalles, véase ECHA, 2015a, b, c). Las singulares propiedades químicas y físicas del PFOA impiden que sea medido usando el análisis convencional. Las técnicas analíticas más complejas que utilizan la cromatografía líquida y la espectrometría de masa en tándem (LC/MS-MS) han demostrado ser las más fiables para analizar el PFOA en muestras biológicas y ambientales y, por consiguiente, son los métodos analíticos preferentes (Xu y otros, 2013); EFSA, 2008); Loos y otros, 2007). Este tipo de análisis ha permitido la determinación sensible de muchos de los PFAS, entre ellos el PFOA, en el aire, el agua y el suelo (ATSDR, 2015).

## 1.2 Conclusiones del Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes en relación con la información solicitada en el anexo E

26. En su 11ª reunión (decisión POPRC -11/4), el Comité llegó a la conclusión de que la propuesta de la UE de incluir el ácido pentadecafluorooctanoico (núm. de CAS: 335-67-1, PFOA, ácido perfluorooctanoico), sus sales y los compuestos conexos del PFOA cumplía los criterios establecidos en el anexo D del Convenio (UNEP/POPS/POPRC.12/11).

27. Sobre la base del proyecto de perfil de riesgo del ácido pentadecafluorooctanoico (núm. de CAS: 335-67-1, PFOA, ácido perfluorooctanoico), sus sales y compuestos conexos del PFOA de conformidad con el párrafo 6 del artículo 8 del Convenio (UNEP/POPS/POPRC.12/11), el Comité aprobó el perfil de riesgo del ácido pentadecafluorooctanoico (núm. de CAS: 335-67-1, PFOA, ácido

perfluorooctanoico), sus sales y los compuestos conexos del PFOA (UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2.) y:

a) Decidió, de conformidad con el párrafo 7 a) del artículo 8 del Convenio, que era probable que el ácido pentadecafluorooctanoico (núm. de CAS: 335-67-1, PFOA, ácido perfluorooctanoico), sus sales y compuestos conexos del PFOA, como resultado de su transporte a larga distancia en el medio ambiente, tuvieran efectos adversos importantes sobre la salud humana y el medio ambiente que justificaran la adopción de medidas a nivel mundial;

b) Decidió también, de conformidad con el párrafo 7 a) del artículo 8 del Convenio y el párrafo 29 del anexo de la decisión SC-1/7 de la Conferencia de las Partes, establecer un grupo de trabajo entre reuniones encargado de preparar una evaluación de la gestión de los riesgos, que incluyera un análisis de las posibles medidas de control aplicables al ácido pentadecafluorooctanoico (núm. de CAS: 335-67-1, PFOA, ácido perfluorooctanoico), sus sales y compuestos conexos del PFOA, de conformidad con el anexo F del Convenio;

c) Invitó a las Partes y a los observadores, de conformidad con el párrafo 7 a) del artículo 8 del Convenio, a que antes del 9 de diciembre de 2016 presentaran a la Secretaría la información especificada en el anexo F.

### 1.3 Fuentes de datos

#### 1.3.1 Sinopsis de los datos presentados por las Partes y los observadores

28. Esta evaluación de la gestión de los riesgos se basa primordialmente en la información que ha sido proporcionada por las Partes en el Convenio y por observadores. La información especificada en los formularios del anexo F fue presentada por las Partes que se mencionan a continuación:

a) Partes: Australia, Austria, Azerbaiyán, el Canadá, China, Colombia, Dinamarca, la India, el Japón, Mauricio, Mónaco, Noruega, Serbia;

b) Observadores: Asociación de Textiles y Prendas de Vestir de Baviera (VTB) en colaboración con la Asociación Sudoccidental de Textiles (SWT), Confederación Europea de Prendas de Vestir y Textiles (Euratex), Global Industry Council for Fluoro Technology (FluoroCouncil), Confederación de la Industria Textil y de la Moda de Alemania, Asociación de Creación de Imágenes e Impresión (I&P Europe), Red Internacional de Eliminación de COP, Asociación de la Industria de Semiconductores (SIA).

#### 1.3.2 Otras fuentes de datos fundamentales

29. Además de las referencias mencionadas y las observaciones recibidas de las Partes y los observadores<sup>6</sup>, se ha utilizado información de fuentes de información públicas, así como publicaciones científicas (véase la lista de referencias). Se utilizaron las siguientes referencias fundamentales como base para elaborar el presente documento:

a) El perfil de riesgo sobre el PFOA, sus sales y los compuestos relacionados con el PFOA (UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2);

b) La declaración sobre los análisis del impacto regulatorio relacionada con el enfoque canadiense de la gestión de los riesgos (Canadá, 2016c);

c) El informe sobre la propuesta de la UE relativa a una restricción del PFOA, sus sales y las sustancias relacionadas con el PFOA (ECHA, 2014a) y las opiniones de los comités científicos de la Unión Europea (ECHA, 2015b, 2015c), la versión enmendada del informe (ECHA, 2015a) y la restricción vigente en la Unión Europea (Comisión Europea, 2017).

### 1.4 Situación del producto químico en convenios y marcos internacionales

30. En el marco de la Comisión Oslo/París para la Protección del Medio Marino del Atlántico Nordeste (OSPAR) se realizó un examen del PFOS y el PFOA a fin de determinar sus posibles efectos sobre el medio ambiente. El resultado fue la inclusión del PFOS en la lista de productos químicos que requerían medidas prioritarias en 2003, aunque en ese momento no se incluyó el PFOA en la lista (OSPAR, 2006).

<sup>6</sup><http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx>.

31. Los productos químicos perfluorados y la transición hacia alternativas más seguras son una de las cuestiones de interés reconocidas en el Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos a Nivel Internacional. Las actividades del Enfoque Estratégico se centran en reunir e intercambiar información sobre los productos químicos perfluorados y en apoyar la transición hacia alternativas más seguras. Esta labor ha sido coordinada por el Grupo Mundial sobre Productos Químicos Perfluorados, que cuenta con el apoyo de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) y el PNUMA.

## 1.5 Medidas de control adoptadas a nivel nacional o regional

32. La OCDE presentó una sinopsis de los criterios sobre reducción de los riesgos en el caso de los PFAS (OCDE, 2015). El documento incluye información sobre los criterios existentes relativos a la reducción de los riesgos en los países, en particular las medidas de carácter voluntario para la reducción de los riesgos adoptadas por las grandes empresas (véanse las páginas 61 a 64 en OCDE, 2015). Con arreglo a las comunicaciones sobre perfiles de riesgos (UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2) y el anexo F, los reglamentos nacionales o regionales relacionados con el PFOA son los siguientes:

a) En 2013, la UE clasificó tanto el PFOA como su sal amoniacal (APFO) como sustancias que suscitan gran preocupación debido a sus propiedades de persistencia, bioacumulación y toxicidad, y los incluyó en la lista REACH de productos propuestos (ECHA, 2013a, 2013b). La industria está en la obligación de informar, previa solicitud, a los consumidores sobre la presencia en los artículos de consumo de las sustancias incluidas en la lista, si en esos artículos está presente alguna SSGP en una concentración de más de 0,1% (peso húmedo). En el caso de suministro a los consumidores, quedan restringidos el PFOA y su sal amoniacal como sustancia o en una mezcla conforme al reglamento (UE) 317/2014;

b) En 2014, Alemania y Noruega presentaron una propuesta conjunta de restricción relativa a la inclusión del PFOA en el anexo XVII (restricciones) del reglamento REACH en la Unión Europea (ECHA, 2014a). El objetivo de la propuesta era la prohibición total de la fabricación, la comercialización y el uso (incluida la importación) del PFOA y sus sales, incluidas las sustancias que pueden degradar a PFOA (compuestos conexos del PFOA). La restricción abarca también los artículos que contengan esas sustancias. La restricción de la UE entró en vigor el 4 de julio de 2017. La restricción se aplica desde el 4 de julio de 2020 (Comisión Europea, 2017);

c) El PFOA fue incluido en el anexo VI del Reglamento sobre clasificación y etiquetado (Reglamento (CE) núm. 1272/2008) en virtud del Reglamento de la Comisión (UE) núm. 944/2013, de 2 de octubre de 2013 (número de índice: 607-704-00-2). El PFOA ha sido clasificado como Carc. 2 H351, Repr. 1B H360D, Lact. H362, STOT repe. 1 (hígado) H372, toxicidad aguda 4 H332, toxicidad aguda 4 H302 y daño ocular 1 H318;

d) El Organismo Noruego para el Medio Ambiente publicó en 2014 una enmienda al reglamento de los productos de consumo, por la que se prohibió el uso del PFOA en productos de consumo y textiles. Se ha incluido un período de transición, en el que se permite la importación y venta de productos fabricados antes de la eliminación. Desde el 1 de junio de 2014, quedó prohibida la fabricación, importación, exportación y comercialización de textiles, alfombras, otros productos de consumo recubiertos y productos de consumo que contengan PFOA y sales y ésteres de PFOA específicos, con determinadas exenciones (Noruega, 2016); para más detalles, véase la sección 2,2);

e) En junio de 2006, el Gobierno del Canadá publicó un Aviso de Plan de Acción para la evaluación y la gestión de ácidos perfluorocarboxílicos y sus precursores. En el Plan de Acción se incluyeron medidas concebidas para prevenir la introducción de nuevas sustancias en el Canadá que contribuyeran a aumentar el nivel de ácidos perfluorocarboxílicos en el medio ambiente y para tratar de que la industria pusiera límites a las fuentes de PFCA ya existentes en el comercio canadiense. Con ese fin, el 30 de marzo de 2010 se firmó un Acuerdo sobre el Desempeño Ambiental de carácter voluntario. Los signatarios de ese Acuerdo convinieron en reducir en 95% la cantidad de PFOA y de ácidos perfluorocarboxílicos de cadena larga en los productos químicos fluorados en la red comercial canadiense antes del 31 de diciembre de 2010 y prácticamente eliminarlos antes del 31 de diciembre de 2015. Las empresas participantes cumplieron los objetivos del Acuerdo y el informe final se publicó el 1 de junio de 2017<sup>7</sup>. En el Canadá, después de la evaluación exploratoria realizada en 2012, se consideró que el PFOA, sus sales y precursores cumplían el criterio establecido en el artículo 64 a) de la Ley de Protección Ambiental de 1999 (CEPA) del país y se añadieron a la Lista de Sustancias Tóxicas del Anexo 1 de la Ley. Además, en octubre de 2016, se publicó en el Canadá el Reglamento

<sup>7</sup> <http://www.ec.gc.ca/epe-epa/default.asp?lang=En&n=AE06B51E-1>.

por el que se enmienda el Reglamento relativo a la prohibición de determinadas sustancias tóxicas de 2012. A partir del 23 de diciembre de 2016 quedaron prohibidos en virtud de esas enmiendas el PFOA, sus sales y precursores y los productos que los contengan, a menos que estén presentes en artículos manufacturados<sup>8</sup>. Por otra parte, en las enmiendas se prevén exenciones temporales y usos habituales permitidos en el caso de determinadas aplicaciones para las cuales se están creando alternativas o para las que en estos momentos no existen alternativas conocidas (Canadá, 2016c); para más detalles, véase la sección 2.2);

f) En los Estados Unidos, la Agencia de Protección Ambiental estableció en 2006 el Programa de Gestión Administrativa del PFOA. Este programa incluye a los ocho principales fabricantes de PFOA, sus sales y compuestos conexos del PFOA en la OCDE (Arkema, Asahi, BASF, Clariant, Daikin, 3M/Dyneon, DuPont y Solvay Solexis). El programa fue una iniciativa de carácter voluntario para la eliminación sustancial de la fabricación y el uso de PFOA, sus precursores y sustancias homólogas conexas con más carbonos (USEPA, 2015). El programa concluyó con todo éxito a finales de 2015. El 21 de enero de 2015, la Agencia propuso una norma sobre nuevos usos importantes en el marco de la Ley sobre el Control de Sustancias Tóxicas a fin de exigir a los fabricantes de PFOA y productos químicos conexos del PFOA, incluso como parte de artículos, y a los procesadores de estos productos químicos que notifiquen a la Agencia de Protección Ambiental como mínimo 90 días antes de comenzar o reanudar nuevos usos de esos productos químicos en cualquier producto. Esta notificación daría a la Agencia de Protección Ambiental la oportunidad de evaluar el nuevo uso y, de ser necesario, adoptar medidas para prohibir o limitar la actividad<sup>9</sup>. Pese a que, en general, los polímeros que cumplan los requisitos están exentos de todo el proceso de notificación previa y examen del nuevo producto químico antes de la fabricación, con efecto a partir del 26 de enero de 2010, la USEPA anuló la exención para los polímeros que contuvieran como parte integrante de su composición, a menos que fueran impurezas, determinados perfluoroalquilos combinados con una longitud de cadena de al menos CF<sub>3</sub>-. Esta exclusión abarca a los polímeros que contienen uno o más de los productos químicos siguientes: sulfonatos perfluoroalquilos (PFAS), carboxilatos perfluoroalquilos (PFAC), fluorotelómeros o grupos funcionales de perfluoroalquilos que están unidos mediante un enlace covalente con un átomo de carbono o de azufre, donde el carbono o el azufre son parte integrante de la molécula del polímero (FR 2010 01 a 27);

g) En China se adoptaron diversas medidas nacionales en 2011 para restringir la instalación de nuevas plantas de producción de PFOA a fin de eliminar las pinturas que los contienen y los fluoropolímeros que usan PFOA en la polimerización, así como de alentar la creación de alternativas al PFOA. En 2013, los recubrimientos a base de fluoropolímeros para sartenes, utensilios de cocina y procesadores de alimentos antiadherentes que usan PFOA en la polimerización se clasificaron como productos muy contaminantes y con alto riesgo de contaminación en el Catálogo Completo para la Protección Ambiental. En enero de 2017 entraron en vigor los nuevos requisitos técnicos para los productos textiles, en particular mediante el establecimiento de límites a los niveles de PFOA en 0,05 mg/kg en los productos textiles recubiertos que usan los bebés y a 0,1 mg/kg en todos los demás productos textiles recubiertos, respectivamente (véase la sección VI de FOEN, 2017).

## 2 Información resumida relativa a la evaluación de la gestión de los riesgos

33. El PFOA y sus sales son, o han sido, los más utilizados como agentes de procesos en la producción de fluoroelastómeros y fluoropolímeros, siendo el politetrafluoroetileno (PTFE) uno de los fluoropolímeros importantes. Los compuestos conexos del PFOA, entre ellos los polímeros fluorados de cadena lateral, se usan como surfactantes y como agentes para el tratamiento de superficies (por ejemplo, en productos textiles, papel y pinturas, espumas ignífugas). El PFOA, sus sales y los compuestos conexos del PFOA se usan en muy diversas aplicaciones y productos de consumo en muchos sectores (UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2).

<sup>8</sup> A los efectos del Reglamento sobre la Prohibición de Determinadas Sustancias Tóxicas, se entiende por “artículo manufacturado” un producto “que, durante su fabricación, adquiere una forma física específica o un diseño específico y que, para su uso final, tiene una función o funciones que dependen en su totalidad o en parte de su forma o diseño”. Ejemplos de artículos manufacturados son los semiconductores y las sartenes, aunque se excluirían productos como las espumas ignífugas, las tintas, las pinturas o los recubrimientos (Observaciones del Canadá sobre el primer proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos).

<sup>9</sup> <https://www.epa.gov/assessing-and-managing-chemicals-under-tsca/and-polyfluoroalkyl-substances-pfass-under-tsca>.

34. Las liberaciones emanan de la producción, el uso y la eliminación presentes y pretéritas. Las liberaciones directas de PFOA y de sus compuestos conexos al medio ambiente son generadas por la producción de sustancias crudas (en este caso, el PFOA como impureza en la fabricación de compuestos conexos del PFOA y de algunas alternativas), durante el procesamiento, el uso y la eliminación del producto químico a partir de artículos tratados y de productos contaminados con PFOA. Los principales vectores de las emisiones de PFOA y sus sales son las aguas residuales y las partículas de polvo. Se dispone de datos sobre las liberaciones históricas al medio ambiente de la fabricación de PFOA de una planta de los Estados Unidos al aire y al agua entre 1951 y 2003. Se han hecho algunas estimaciones de liberaciones durante la eliminación de productos químicos, en particular de plantas de tratamiento de aguas negras, plantas de tratamiento de aguas residuales y vertederos. Se producen liberaciones indirectas a partir de la degradación o transformación de los precursores. Los compuestos conexos del PFOA son liberados al aire, al agua, el suelo y los desechos sólidos y se degradarán a PFOA en el medio ambiente y los organismos. En una evaluación de las fuentes de PFOA en el Mar Báltico se calculó que el 30% de las liberaciones obedecía a la transformación de fluorotelómeros. De ahí que las liberaciones de PFOA a causa de la degradación de compuestos conexos del PFOA aporten una contribución sustancial a las liberaciones de PFOA al medio ambiente (UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2). En la sección II de FOEN, (2017) se resume la información adicional sobre la transformación/degradación de fluorotelómeros a PFOA. En la sección 3.1 figura un resumen de la información adicional sobre el perfil de riesgo. Según un estudio realizado en 2008, se ha generalizado el uso de perfluorocarbonos (PFC) en la producción de aluminio y se registran emisiones de PFC (que posiblemente incluyan PFOA; no especificado en el estudio) durante procesos de electrólisis específicos en la fabricación de aluminio (véase EP, 2008).

35. Suiza proporcionó información sobre la formación no intencional de PFOA a partir de la incineración indebida de los fluoropolímeros, por ejemplo, durante la incineración de desechos sólidos municipales en instalaciones de incineración inapropiadas o a cielo abierto y temperaturas moderadas. En algunos estudios recientes se ha demostrado cualitativamente que se pueden generar cantidades pequeñas, pero medibles, de PFOA y una amplia diversidad de otros homólogos de PFCA durante la termólisis de PTFE no funcionalizado (Ellis y otros, 2001, 2003); Schlummer, 2015) y PTFE funcionalizado (Feng y otros, 2015) a temperaturas entre 250°C y 600°C. Esto puede ser especialmente decisivo en el caso de los países en desarrollo y los países con economías en transición, donde los desechos no se suelen incinerar a temperaturas suficientemente altas ni los gases de escape reciben el tratamiento apropiado debido a la falta de instalaciones adecuadas (véase FOEN, 2017).

36. Las medidas de control a nivel nacional y regional difieren en cuanto a su alcance químico y a las exenciones (véase el cuadro 3). El alcance químico de las posibles medidas examinadas en la presente evaluación de la gestión de los riesgos es diferente del de otros mecanismos reglamentarios de gestión de los riesgos y se basa en los principios y las obligaciones del Convenio de Estocolmo. Vale la pena señalar que los compuestos conexos del PFOA, a los efectos de la presente evaluación de la gestión de los riesgos, abarcan la degradación a PFOA de los PFAS de cadena larga con más de ocho átomos de carbono perfluorado, con excepción de los que están explícitamente excluidos de la definición de compuestos conexos del PFOA debido a que no degradan a PFOA en condiciones naturales (véase el párrafo 17). Esto va más allá del procedimiento de evaluación de los riesgos de la UE, que no contempla la degradación a PFOA de los PFAS de cadena larga. La degradación de los PFAS de cadena larga tampoco se considera en el procedimiento de gestión de los riesgos de Noruega. El procedimiento de gestión de los riesgos del Canadá también se aplica a los PFCA de cadena larga, sus sales y precursores. Ahora bien, Noruega ha incluido los PFAS de cadena larga en una lista prioritaria de sustancias cuya liberación al medio ambiente debería eliminarse a más tardar en 2020, y también se incluyen en el US Stewardship Program (Observaciones de la Red de Eliminación de COP sobre el segundo proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos). La OCDE ha establecido una definición general de los "PFCA de cadena larga" ( $C_nF_{2n+1}COOH$ ,  $n \geq 7$ ) (OCDE, 2017). Como resultado de los procesos de producción existentes, las sustancias fluoroteloméricas se han fabricado en general como mezclas de sustancias homólogas con diversas longitudes de cadena de perfluoroalquilos (por ejemplo, véase DuPont, 1998, en particular las que tienen más de ocho átomos de carbono perfluorados<sup>10</sup>). Por esa razón, la información proporcionada en la presente evaluación de los riesgos abarca hasta cierto punto también a las sustancias a base de fluorotelómeros con PFAS de cadenas más largas (de más de 8:2).

<sup>10</sup> Es posible que existan productos comerciales que contengan primordialmente >99% de un solo homólogo; esto requiere procesos de purificación adicionales.

37. En el cuadro 3 se ofrece una sinopsis de los métodos reglamentarios de gestión de los riesgos y las exenciones en el Canadá, la Unión Europea y Noruega. En la sección 3 del documento de antecedentes (UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6) figuran más detalles sobre los enfoques legislativos de esos países.

**Cuadro 3: Sinopsis de los mecanismos reglamentarios de gestión de los riesgos, los productos químicos a los que se aplican y las exenciones de uso relacionados con el PFOA, sus sales y los compuestos conexos del PFOA en el Canadá, la Unión Europea y Noruega (para más detalles véase Canadá, 2016c), Comisión Europea, 2017) y Noruega, 2016)**

	Canadá	UE	Noruega
	Prohibir la fabricación, el uso, la venta, la oferta de venta o la importación de sustancias y productos que contengan esas sustancias	Prohibir la fabricación, el uso o la comercialización 1) como sustancias, como constituyentes de otras sustancias y 2) artículos o partes de ellos que contengan una de las sustancias	Prohibir la fabricación, importación, exportación y comercialización de 1) productos textiles, alfombras y otros productos de consumo con revestimientos que contengan esas sustancias y 2) los productos de consumo que contengan esas sustancias
Descripción del producto químico	<p>PFOA y sus sales;</p> <p>Compuestos que consisten en un grupo perfluoroalquilo que tiene la fórmula molecular <math>C_nF_{2n+1}</math>, en la que <math>n=7</math> u <math>8</math> y está unida directamente a un grupo funcional químico que no sea un átomo de flúor, cloro o bromo;</p> <p>Ácidos perfluorocarboxílicos que tengan la fórmula molecular <math>C_nF_{2n+1}CO_2H</math>, en la que <math>8 \leq n \leq 20</math>, y sus sales;</p> <p>Compuestos que consisten en un grupo perfluoroalquilo que tiene la fórmula molecular <math>C_nF_{2n+1}</math>, en la que <math>8 \leq N \leq 20</math> y está directamente asociada a cualquier segmento químico que no sea un átomo de flúor, cloro o bromo.</p> <p>(véase Canadá, 2016c)</p>	<p>PFOA y sus sales</p> <p>Cualquier sustancia conexa (incluidos sus sales y polímeros) que tenga un grupo perfluoroheptilo lineal o ramificado con la fórmula <math>C_7F_{15}</math> directamente asociada con otro átomo de carbono entre sus elementos estructurales.</p> <p>Cualquier sustancia conexa (incluidos sus sales y polímeros) que tenga un grupo perfluorooctilo lineal o ramificado con la fórmula <math>C_8F_{17}</math> entre sus elementos estructurales.</p> <p>Exclusiones:</p> <p><math>C_8F_{17}-X</math>, donde <math>X=F, Cl, Br</math>;</p> <p><math>C_8F_{17}-C(=O)OH</math>, <math>C_8F_{17}-C(=O)O-X'</math> o <math>C_8F_{17}-CF_2-X'</math> (donde <math>X'</math>=cualquier grupo, incluidas las sales).</p> <p>No se aplica al PFOS y sus derivados, que se incluyen en la parte A del anexo I del Reglamento de la Comisión (CE) núm. 850/2004 (véase Comisión Europea, 2017)</p> <p>PFOA&lt;25 ppb, compuestos conexos &lt;1.000 ppb</p>	<p>PFOA y determinadas sales y ésteres del PFOA (núm. de CAS. 335-67-1, 3825-26-1, 335-95-5, 2395-00-8, 335-93-3, 335-66-0, 376-27-2, 3108-24-5)</p> <p>(Véase Noruega, 2016)</p>
Exenciones para imágenes fotográficas.	<p>Recubrimientos para materiales fotográficos hasta el 31 de diciembre de 2016</p> <p>Desde entonces quedaron parcialmente incluidos en las exenciones aplicables a artículos manufacturados</p>	<p>Recubrimientos fotográficos aplicados a películas, papeles o planchas tipográficas</p>	<p>Recubrimientos fotográficos de películas, papel o planchas tipográficas hasta 2016</p>
Exenciones para la industria de	Parcialmente incluidos en las exenciones aplicables a	- Equipo utilizado en la fabricación de	Adhesivos, papel de aluminio o cinta adhesiva

	Canadá	UE	Noruega
semiconductores	artículos manufacturados	semiconductores (hasta el 4 de julio de 2022); - Procesos de fotolitografía para semiconductores o en procesos de grabado para semiconductores compuestos; - semiconductores o semiconductores compuestos.	en semiconductores hasta 2016
Exenciones en la extinción de incendios	Espumas acuosas formadoras de películas utilizadas en aplicaciones de extinción de incendios	- Mezclas de espumas ignífugas concentradas que hayan sido comercializadas antes del 4 de julio de 2020 y se vayan a utilizar, o se utilicen, en la producción de otras mezclas espumosas ignífugas; - Mezclas de espumas ignífugas que hayan sido: a) comercializadas antes del 4 de julio de 2020; o b) producidas con arreglo a lo dispuesto en el párrafo 4 e), siempre y cuando, en el lugar donde se utilicen con fines de entrenamiento, se reduzcan al mínimo las emisiones y se eliminen los efluentes recogidos en condiciones seguras.	A las que no se aplica la restricción
Exenciones para usos médicos	Parcialmente incluidos en las exenciones aplicables a artículos manufacturados	- Dispositivos médicos (hasta el 4 de julio de 2032); - Producción de dispositivos médicos implantables dentro del ámbito de aplicación de la Directiva 93/42/EEC.	Los dispositivos médicos están exentos de las restricciones
Exenciones para productos textiles	Parcialmente incluidos en las exenciones aplicables a artículos manufacturados	- Productos textiles para la protección de los trabajadores contra los riesgos para su salud y su seguridad (hasta el 4 de julio de 2023); - Membranas destinadas a usarse en los textiles de uso médico, la filtración en el tratamiento de aguas, los procesos de producción y el tratamiento de efluentes (hasta el 4 de julio de 2023).	Se restringen los textiles para uso de los consumidores cuando la concentración de PFOA sea superior a 1 µg/m <sup>2</sup> en cualquier parte del producto.
Exenciones para tintas	Tintas a base de agua hasta el 31 de diciembre de 2016	Tintas de impresión con látex (hasta el 4 de julio de 2022)	
Exenciones para nanorrecubrimientos	Parcialmente incluidos en las exenciones aplicables a artículos manufacturados	Nanorrecubrimientos con plasma (hasta el 4 de julio de 2023)	
Exenciones para el envasado de alimentos	Parcialmente incluidos en las exenciones aplicables a artículos manufacturados		Se exime de esta norma a los envases de alimentos y los materiales que entran en contacto con alimentos

38. En las comunicaciones de las Partes y observadores en relación con el anexo F no se presentó a la Secretaría información específica sobre los PFAS de cadena larga. Es más, en las evaluaciones socioeconómicas de los enfoques reglamentarios de la gestión de los riesgos de la UE y Noruega no se consideran los PFAS de cadena larga. En consecuencia, la información que figura en la presente evaluación de la gestión de los riesgos no abarca explícitamente hasta el momento los PFAS de cadena larga. En la UE, Alemania y Suecia prepararon una propuesta de restricción respecto de los PFCA de cadena larga con una longitud de entre 9 y 14 átomos de carbono y las sustancias conexas<sup>11</sup>. La conclusión de la evaluación de los riesgos es que, a pesar de que hasta la fecha no se identificaron usos intencionales en la UE, se justifica una restricción a nivel de toda la Unión con vistas a reducir las liberaciones de esas sustancias al medio ambiente y prevenir su posible fabricación, comercialización y utilización en el futuro. La restricción a nivel de toda la Unión Europea podría ser un primer paso hacia una acción de alcance mundial.

## 2.1 Determinación de las medidas de control que pueden adoptarse

39. La medida de control se puede lograr de diferentes maneras en el marco del Convenio:

a) El PFOA, sus sales y los compuestos conexas del PFOA se podrán incluir en el anexo A, con exenciones específicas o sin ellas, acompañadas de una parte específica del Anexo A, en la que se detallen medidas específicas; o

b) El PFOA, sus sales y los compuestos conexas del PFOA se podrán incluir en el anexo B, con fines aceptables/exenciones específicas, acompañadas de una parte específica del anexo B, en la que se detallen medidas específicas; y

c) El PFOA se podrá incluir en el anexo C como contaminante orgánico persistente de formación no intencional para captar la posible formación y la liberación no intencional a partir de fuentes antropógenas.

40. Las medidas de control podrían ser: 1) la prohibición o restricción de la producción, el uso, la importación y la exportación, 2) la restricción de la producción, el uso, la importación y la exportación, 3) el control de las descargas o emisiones, 4) la sustitución de los productos químicos por alternativas, 5) la limpieza de los lugares contaminados, 6) la gestión ambientalmente racional de las reservas obsoletas, 7) la prohibición de reutilizar y reciclar desechos y reservas, 8) el establecimiento de límites de exposición en el lugar de trabajo y 9) el establecimiento de umbrales o límites máximos de los residuos en el agua, el suelo, los sedimentos o los alimentos.

41. El PFOA se presenta como impureza no intencional en la fabricación de productos químicos fluorados. Sin embargo, se puede hallar solución a la generación no intencional durante la fabricación estableciendo niveles de concentración apropiados en la recomendación que se haga en el anexo A o B en relación con el PFOA, sus sales y los compuestos conexas del PFOA en la fabricación de alternativas.

## 2.2 Eficacia y eficiencia de las medidas de control que pueden adoptarse para lograr la reducción de los riesgos

42. Con arreglo a la información presentada por la Red de Eliminación de COP, la medida de control más factible y eficaz en función de los costos en el caso del PFOA y los compuestos conexas del PFOA es la prohibición de toda producción, uso, importación y exportación, lo cual tiene especial importancia en los países en desarrollo y los países con economías en transición que carecen de la infraestructura reglamentaria y coercitiva adecuada. Según la información presentada por la Red de Eliminación de COP, la mejor manera de lograr esto es la inclusión del PFOA, sus sales y los compuestos conexas del PFOA en el anexo A del Convenio de Estocolmo sin exenciones. Las medidas previstas en el artículo 6 abordarían la limpieza de los lugares contaminados, como son las plantas de fabricación y sus cercanías, los aeropuertos, las bases militares y otras fuentes, así como la gestión ambientalmente racional de las reservas y los desechos (Observaciones de la Red de Eliminación de COP sobre el primer proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos).

43. La información recibida de los interesados en el procedimiento reglamentario de la UE indica que es imprescindible establecer exenciones para el uso cuando las alternativas no sean económica ni técnicamente viables (ECHA, 2014a), 2015a).

44. El Comité de Evaluación de los Riesgos y el Comité de Análisis Socioeconómico de la ECHA consideraron que la restricción del PFOA, sus sales y las sustancias conexas del PFOA es la medida

<sup>11</sup> <https://echa.europa.eu/registry-of-current-restriction-proposal-intentions/-/substance-rev/16121/term>.



más apropiada en toda la Unión Europea para hacer frente a los riesgos señalados. La restricción de la UE se ajustó a la ocurrencia en concentraciones iguales o mayores de 25 ppb de PFOA, incluidas sus sales, o 1000 ppb de una de las sustancias conexas del PFOA o de una combinación de ellas. Estos valores límite reflejan la posible presencia de impurezas inevitables y contaminantes no intencionales y tienen en cuenta las capacidades de los métodos analíticos (véase Comisión Europea, 2017). Los pormenores de las modificaciones propuestas por los comités científicos de la UE aparecen documentadas en ECHA, 2015c.

45. En el proceso de elaboración de los mecanismos reglamentarios de gestión de los riesgos en el Canadá, Noruega y la Unión Europea en relación con el PFOA, sus sales y los compuestos conexas del PFOA, se ha tomado en consideración la información técnica y socioeconómica como fundamento de una decisión que prevea exenciones de carácter general o específico. En consecuencia, las exenciones previstas en los mecanismos reglamentarios de gestión de los riesgos existentes son indicios de la determinación de los usos para los cuales tal vez no existan alternativas químicas o no químicas disponibles, basándose en consideraciones técnicas y socioeconómicas.

46. En la actualidad, en los países en desarrollo se suele practicar la incineración controlada a altas temperaturas de 850°C o más en incineradores de desechos. La incineración a altas temperaturas (por ejemplo, a 1000°C) es eficaz para destruir el PFOA y prevenir la formación de PFOA a partir de la termólisis de polímeros altamente fluorados (véanse Taylor, 2009, Taylor y otros, 2014 y Yamada y otros, 2005). En estos momentos no está claro hasta qué punto se puede formar PFOA en los incineradores de desechos municipales donde 1) los gases de escape pueden alcanzar temperaturas de 850°C o más, que pueden dar por resultado diferentes productos de la degradación (García y otros, 2007); 2) coexisten otras sustancias que pueden interferir con la termólisis de los fluoropolímeros (por ejemplo, en una atmósfera de hidrógeno o de cloro se inhibe la termólisis del PTFE lo que no ocurre con el vapor, el oxígeno o el dióxido de azufre, que aceleran la descomposición (Simon y Kaminsky, 1998; y 3) se pueden instalar tecnologías como la inyección de carbón activado (ICA) combinada con la filtración de bolsas (FB) para eliminar la dioxina o el mercurio, que también puede atrapar los PFCA (Comisión de la UE, 2006). En un reciente estudio se encontró PFOA en los gases de escape del incinerador de Harlingen (Países Bajos). Sin embargo, Taylor y otros, 2014, llegaron a la conclusión de que la incineración de desechos de polímeros a base de fluorotelómeros no llevaba a la formación de niveles detectables de PFOA en condiciones representativas de instalaciones municipales de incineración de desechos en los Estados Unidos.

47. El PFOA o sus sales se pueden extraer de los efluentes gaseosos depurándolos con soluciones acuosas de NaOH (Sulzbach y otros, 1999) y K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (Sulzbach y otros, 2001) y otros métodos de tratamiento.

48. Pese a que la incineración controlada y la depuración de efluentes gaseosos se puede utilizar en los países en desarrollo, posiblemente no sea la opción más eficaz en función de los costos ni más accesible en todos los países.

49. En el caso del PFOA formado como subproducto en los procesos de incineración, existe una relación con las liberaciones no intencionales de dibenzo-*p*-dioxinas policloradas y dibenzofuranos policlorados (PCDD/PCDF) y otros contaminantes orgánicos persistentes (COP), formados por la combustión. Las mejores técnicas disponibles y las mejores prácticas ambientales aplicables a los COP de producción no intencional por diversos tipos de incineradores y otras fuentes térmicas se describen en las Directrices del Convenio de Estocolmo sobre las mejores técnicas disponibles y las mejores prácticas ambientales, elaboradas de conformidad con el artículo 5 y las secciones V.A, VI.A y VI.C del anexo C, que incluyen la creación de condiciones apropiadas para la incineración, la reducción de la quema al aire libre y el tratamiento de los gases de escape. En el caso de otras sustancias de producción no intencional, como el hexaclorobenceno (HCB), el pentaclorobenceno (PeCB), los bifenilos policlorados (PCB) y los PCDD/PCDF, se están aplicando las mejores técnicas disponibles y las mejores prácticas ambientales descritas en esos documentos pertinentes, que se aplicarán también, en cierta medida al PFOA. Dicho de otro modo: ya son necesarias, hasta cierto punto, medidas técnicas para reducir al mínimo las liberaciones de PFOA de producción no intencional resultantes de la incineración, conforme a las mejores técnicas disponibles y las mejores prácticas ambientales aplicables a los procesos de incineración. Por consiguiente, se consideran bajos los costos adicionales que entraña la aplicación de medidas para la reducción de las liberaciones de PFOA y las actividades de cumplimiento y supervisión, en vista de que ya se están aplicando las medidas de control aprobadas para otros COP de producción no intencional.

50. La monitorización del PFOA, específicamente a los efectos del análisis químico, traerá consigo costos adicionales, aunque ya se hayan establecido programas de monitorización de otros contaminantes orgánicos persistentes (por ejemplo, PCDD/PCDF, HCB y PCB). Los países en desarrollo y los países con economías en transición necesitan contar con capacidad de monitorización del PFOA.

#### *Otras medidas de control*

51. La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos usa una combinación de procedimientos reglamentarios y voluntarios, entre ellos la aplicación voluntaria de la Norma sobre nuevos usos importantes y del Programa de Gestión Administrativa en relación con el PFOA (OCDE, 2015). La Agencia ha establecido en 70 ppt los niveles aconsejables de PFOA y PFOS para la salud en el agua potable (FR 2016 05-25). En el Estado de Vermont (EE.UU.), el nivel aconsejable de PFOA para la salud en el agua potable es de 20 ppt<sup>12</sup>. En el Estado de Nueva Jersey, ese nivel es de 40 ppt<sup>13</sup>. En China se adoptaron diversas medidas para restringir la producción de PFOA o productos que lo contengan y alentar la creación de alternativas al PFOA (véase párr. 37 g)).

52. El mecanismo establecido por Australia para reducir el riesgo es una combinación de medidas reglamentarias y medidas de carácter voluntario. El mecanismo reglamentario aplicado en relación con la Ley de Productos Químicos Industriales (Notificación y Evaluación) de 1989 obliga a la industria a proporcionar datos sobre toxicidad en relación con las nuevas sustancias, en particular, los PFAS o los productos que contengan nuevos PFAS, que se introduzcan en Australia. Además, Australia ha estado monitorizando la fabricación, la importación y el uso de los PFAS (en particular las sustancias conexas del PFOA) sobre la base de la información solicitada a la industria y sensibilizando a la industria y al público en general acerca del producto químico mediante la publicación de alertas sobre los PFAS de cadena larga desde 2002. Por otra parte, hace falta establecer requisitos sobre presentación de datos adicionales para los nuevos productos químicos perfluorados y polifluorados con miras a evaluarlos antes de su introducción en Australia. Se han formulado recomendaciones sobre la evaluación para los nuevos PFAS y se han reevaluado los PFAS existentes. Se está gestionando la importación de nuevos productos químicos perfluorados con perfiles de riesgo mejorados, pero que no dejan de ser persistentes (Australia, 2016)). Australia también ha establecido 18 lugares de alta prioridad que requieren protección, donde las aguas subterráneas se han contaminado con PFAS, en particular PFOA (Observaciones de la Red de Eliminación de COP sobre el primer borrador de la evaluación de la gestión de los riesgos). En el caso del PFOS, el PFOA y el PFHxS, Australia ha aplicado valores de orientación cautelares basados en la salud, expresados como ingesta diaria tolerable (IDT), para que se usen cuando se investiguen sitios contaminados y se lleven a cabo determinaciones del riesgo para la salud humana (Gobierno de Australia, 2017). En Australia, la IDT del PFOA es de 0,16µg/kg de peso corporal. El valor de calidad del agua potable es de 0,56µg/l para el PFOA (Departamento de Salud de Australia, 2017). En un informe reciente se describen las opciones de descontaminación en el caso del PFOA y el PFOS (CRCCARE, 2017).

53. La Comisión alemana para la monitorización biológica humana ha obtenido nuevos valores de HBM-I<sup>14</sup> para el PFOS y el PFOA. Basándose en una evaluación de publicaciones sobre estudios epidemiológicos de animales y seres humanos, que se examinó durante su última reunión celebrada en mayo de 2016, y luego de dejar en claro abiertamente algunos detalles, la Comisión sobre el HBM decidió establecer valores HBM I para el PFOA y el PFOS en el plasma sanguíneo de 2 ng de PFOA/ml y 5 ng de PFOS/ml (UBA, 2016).

54. En 2006, el Canadá emprendió el “Plan de acción para la evaluación y la gestión de los ácidos perfluorocarboxílicos y sus precursores”. Como resultado, el Canadá aplicó una combinación de medidas reglamentarias y de carácter voluntario para reducir el riesgo que plantea el PFOA y determinados PFAS de cadena larga. La primera medida aplicada en materia de gestión de los riesgos previa a la evaluación final de los riesgos fue un acuerdo de carácter voluntario con fabricantes de PFOA y LC-PFCA en relación con el desempeño ambiental. Los signatarios del Acuerdo convinieron en reducir en un 95% la cantidad de PFOA y de PFCA (C<sub>9</sub> a C<sub>20</sub>) de cadena larga presentes en los productos químicos perfluorados en el sector comercial antes del 31 de diciembre de 2010, y eliminarlos a más tardar el 31 de diciembre de 2015. El objetivo de reducción de 2010 fue cumplido por todos los signatarios y en el informe final quedó consignado que el objetivo fijado para 2015 se

<sup>12</sup> Véase <http://www.healthvermont.gov/response/environmental/pfoa-drinking-water-2016>.

<sup>13</sup> Véase [http://www.nj.gov/dep/watersupply/dwc\\_quality\\_pfoa.html](http://www.nj.gov/dep/watersupply/dwc_quality_pfoa.html).

<sup>14</sup> El valor de HBM I representa la concentración de una sustancia en una matriz corporal por debajo del cual, según la determinación actual de la Comisión, no cabe esperar efectos adversos para la salud y, por tanto, no hace falta adoptar medidas de reducción de la exposición.

había cumplido. En 2016, se prohibió el PFOA con arreglo al Reglamento de Prohibición de Ciertas Sustancias Tóxicas, con un número limitado de exenciones (Canadá, 2016c).

55. En 2014, el Organismo Danés de Protección Ambiental publicó un estudio sobre la contaminación de las aguas subterráneas causada por fuentes puntuales de sustancias perfluoroalquílicas, entre ellas el PFOA y los compuestos conexos del PFOA. A raíz del descubrimiento de la contaminación de las aguas subterráneas, se encargó la realización de un estudio para evaluar y proponer criterios de calidad basados en la salud. Este estudio propició el establecimiento de un valor límite en el agua potable para 12 PFAS basado en una suma de criterios. El valor límite es de 0,1 µg/l de agua potable y es una suma de criterios relativos a la presencia del total de 12 PFAS. El mismo valor límite basado en la suma de criterios es válido para las aguas subterráneas, además se ha establecido un valor límite basado en la suma de criterios para los mismos PFAS presentes en el suelo de 0,4 µg/l (suelo seco) (Dinamarca, 2016). El Gobierno de Dinamarca ha publicado también un límite aconsejable para los PFC en materiales para envasar alimentos de 0,35 microgramos/cm<sup>2</sup> de material de embalaje que, en la práctica, ha resultado ser una prohibición<sup>15</sup>.

56. Desde 2014, el Organismo Nacional Sueco para la Alimentación ha establecido valores de orientación basados en la salud para todos los PFAS de uso común (incluido el PFOA) presentes en el agua potable (NFA, 2017). Desde 2016 se han incluido en total 11 PFAS en el valor de orientación. Si la suma de PFAS excede de 90 ng/l, se recomiendan medidas para reducir en todo lo posible los niveles por debajo de este valor. Si la suma de PFAS supera los 900 ng/l, no se recomienda usar el agua para el consumo ni para cocinar. El Departamento de Salud de Australia determinó los valores de calidad del consumo respecto del PFOA y el PFOS/PFHxS basados en los valores de orientación definitivos respecto de la salud. Esos valores se utilizarán al realizar evaluaciones de los riesgos para la salud humana en todo el país (véase Departamento de Salud de Australia, 2017). La Agencia de Protección Ambiental estableció niveles de PFOA y PFOS en el agua potable aconsejables para la salud (véase USEPA, 2016). La Dirección Europea de Seguridad Alimentaria está actualizando los valores de orientación sanitaria en relación con el PFOA (EFSA, 2017).

57. Noruega está realizando labores de descontaminación de los suelos contaminados con PFAS como consecuencia del uso de espumas acuosas formadoras de películas (EAFP) en los aeropuertos y las zonas de entrenamiento en lucha contra incendios (Noruega, 2016).

58. El Organismo Sueco de Productos Químicos publicó una estrategia para reducir el uso de los PFAS (Organismo Sueco de Productos Químicos, 2016b). Se deberían reducir al mínimo y, a la larga, eliminar las aplicaciones de PFAS que pudieran contaminar el medio ambiente. Para lograr ese objetivo se podría priorizar la aplicación de medidas relacionadas con los usos que puedan dar lugar a liberaciones directas significativas al medio ambiente, así como las actividades a escala mundial, incluso en el marco del Convenio de Estocolmo. Se ha propuesto la recogida y destrucción, una vez utilizadas, de las espumas ignífugas a base de PFAS (con algunas exenciones) (Observaciones de Suecia sobre el tercer proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos).

59. El uso de las EAFP puede dar lugar a filtraciones en la tierra y a la contaminación del suelo y las aguas subterráneas. En vista de ello, el Organismo Sueco de Productos Químicos, el Organismo Sueco de Contingencias Civiles y el Organismo Sueco de Protección Ambiental han publicado un folleto para los Servicios de Salvamento de Suecia con recomendaciones para reducir el uso de espumas acuosas formadoras de películas (Organismo Sueco de Productos Químicos, 2017). El Organismo Sueco de Productos Químicos también ha invertido, junto con el Organismo Sueco de Contingencias Civiles, en el entrenamiento y la divulgación de información a los servicios de salvamento. Se han celebrado seminarios destinados a ofrecer a los servicios de salvamento los instrumentos para la extinción de incendios de manera que se reduzca al mínimo cualquier efecto en el medio ambiente (Observaciones de Suecia sobre el tercer proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos). Los aeropuertos comerciales de Suecia han sustituido el PFAS con alternativas no fluoradas que han degradado a dióxido de carbono y agua al ser usadas (Observaciones de la Red de Eliminación de COP sobre el segundo proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos). La Coalición sobre Espumas Ignífugas publicó “Best Practice Guidance for Use of Class B Firefighting Foams” (Orientaciones sobre las mejores prácticas para el uso de espumas ignífugas de clase B), que incluye una orientación sobre la selección de las espumas adecuadas, la restricción y eliminación de la descarga de espumas y la eliminación de espumas y de las aguas usadas para combatir incendios (FFFC)<sup>16</sup>. Recomienda, entre otras cosas, que en las actividades de capacitación o entrenamiento se utilicen espumas que no contengan fluorosurfactantes.

<sup>15</sup> <https://www.foedevarestyrelsen.dk/Leksikon/Sider/Papir-og-pap.aspx>.

<sup>16</sup> [https://docs.wixstatic.com/ugd/331cad\\_188bf72c523c46adac082278ac019a7b.pdf](https://docs.wixstatic.com/ugd/331cad_188bf72c523c46adac082278ac019a7b.pdf).

60. La campaña de desintoxicación y el Programa de Descarga Cero de Productos Químicos Peligrosos de Greenpeace se centran en reducir las emisiones en las aguas residuales. Ya se han recomendado límites voluntarios máximos a los residuos, los cuales están siendo aplicados por muchas empresas (por ejemplo, H&M, Adidas, Esprit, etc.) (TM, 2016).
61. El Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes elaboró un conjunto de recomendaciones sobre la manera de hacer frente a las corrientes de desechos de PFOS que se pueden aplicar, en gran medida, al PFOA, sus sales y compuestos conexos que se utilicen con fines similares. (para más información, véanse POPRC-6/2 y PNUMA, 2017).
62. En 2015, el Organismo Sueco de Protección Ambiental realizó un estudio inicial de los PFAS (en particular el PFOA) en unas 500 muestras de agua, en particular las aguas subterráneas, las aguas superficiales, el material lixiviado de los vertederos y los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales (Organismo Sueco de Protección Ambiental, 2016). Las fuentes puntuales más importantes detectadas fueron las zonas donde se habían usado espumas ignífugas (aeropuertos y lugares de entrenamiento en lucha contra incendios), así como plantas de tratamiento de desechos y aguas residuales. Las medidas de reducción del riesgo recomendadas son: restricción de la liberación de PFAS de las fuentes puntuales, limitación del uso de espumas ignífugas que contengan PFAS, gestiones a nivel internacional para limitar el uso y las emisiones de PFAS en locales industriales y elaboración de técnicas de descontaminación para los PFAS. En Suecia, se estableció en 2014 una red de todas las autoridades pertinentes encargada de prestar apoyo y suministrar información a las demás autoridades, a los condados, gobiernos municipales, productores de agua y otros interesados sobre cuestiones relacionadas con los PFAS (en particular, el PFOA), como la evaluación y gestión de los riesgos (Observaciones de Suecia sobre el segundo proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos).
63. Cabe suponer que la degradación de productos poliméricos a base de fluorotelómeros representa una posible fuente indirecta de PFCA de la degradación durante el uso (por ejemplo, los lodos de las plantas de tratamiento de aguas residuales resultantes del lavado de materiales textiles) o la eliminación (por ejemplo, vertederos o incineración) (véanse Prevedouros y otros, 2006, Wang y otros, 2014a), Wang y otros, 2014b).
64. Algunos productores de fluoropolímeros y fluoroelastómeros de muchas partes del mundo han creado y aplicado tecnologías diversas para recuperar y reciclar el PFOA y otros emulsificadores fluorados en sus procesos de producción, incluido el tratamiento de los efluentes gaseosos, las corrientes de aguas residuales y las dispersiones de fluoropolímeros, a fin de reducir las emisiones y la exposición a ellas. Estas tecnologías (mejores técnicas ambientales/mejores prácticas ambientales) se resumen en la sección IV de FOEN, (2017). Algunas de estas tecnologías se pueden usar también para tratar corrientes de desechos y productos de otras industrias pertinentes para reducir las emisiones de PFOA y compuestos conexos y la exposición a estos (FOEN, 2017).
65. En 2014, FluoroCouncil publicó la orientación “Guidance for Best Environmental Practices (BEP) for the Global Apparel Industry – including focus on fluorinated repellent products” (FluoroCouncil, 2014). En la orientación se recomienda un conjunto de medidas básicas en las siguientes esferas esquemáticas para las mejores prácticas ambientales de los productos hidrófugos fluorados duraderos: 1) sensibilizar a todos los empleados acerca de los riesgos ambientales; 2) seguir los consejos de la Ficha descriptiva sobre seguridad y la Ficha descriptiva técnica del producto; 3) usar el producto solo en caso necesario para obtener los efectos deseados; 4) usar solo la cantidad necesaria: consultar con el proveedor del producto químico para determinar la cantidad; 5) mezclar solo lo que se va a usar en el turno programado; 6) programar los turnos para evitar cambios de baño y desperdicio de licores; 7) reutilizar/reciclar los licores residuales/licores sobrantes, de poder hacerlo, sin poner en peligro la calidad; 8) mantener todo el equipo en excelente condición y realizar auditorías periódicas de las operaciones; 9) optimizar las condiciones de secado y curación en el bastidor; 10) eliminar los productos químicos de manera apropiada; 11) considerar la posibilidad de crear oportunidades adicionales para reducir al mínimo los desechos y las emisiones (véase FluoroCouncil, 2014).
66. Los interesados de la industria han señalado que la mayoría de los productos de foto-imagen no contienen compuestos conexos del PFOA. Los materiales de desecho, que guardan relación con la fabricación de un pequeño número de películas que contienen compuestos conexos del PFOA, por regla general se eliminan mediante incineración a altas temperaturas y las formulaciones con recubrimientos en exceso se pueden remitir para recuperar la plata. De esta manera, los residuos se incineran a altas temperaturas (I&P Europe, 2016a). Esta es una representación de la situación en Europa (Observaciones de la Red de Eliminación de COP sobre el primer proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos).

67. Tras la inclusión del PFOA; sus sales y los compuestos conexos del PFOA en el Convenio de Estocolmo se establecería un nivel de concentración para un bajo contenido de COP en cooperación con el Convenio de Basilea, que, a su vez, también según costumbre, se encargaría de determinar los métodos que constituyen una eliminación ambientalmente racional. Con la introducción de medidas de gestión de los desechos, en particular en relación con los productos y artículos cuando se convierten en desechos, de conformidad con el artículo 6 del Convenio, se lograría la eliminación eficaz y eficiente de desechos que contengan PFOA, sus sales y compuestos conexos del PFOA en concentraciones superiores a un bajo contenido de COP, de manera que ese contenido de COP sea destruido o, en todo caso, eliminado de manera ambientalmente racional. En esas medidas se determinaría también la manera adecuada de manipular, recoger, transportar y almacenar los desechos y se garantizaría que las emisiones y las consiguientes exposiciones al PFO, sus sales y compuestos conexos del PFOA se redujeran al mínimo. El establecimiento de un bajo valor de COP y las directrices elaboradas con cooperación con el Convenio de Basilea ayudarían a las Partes a eliminar los desechos que contengan PFOA, sus sales y compuestos conexos del PFOA de manera ambientalmente racional (véase Canadá, 2016a).

### **2.2.1 Determinación de los usos y la producción de alternativas fluoradas de cadena corta**

68. La evaluación tiene por objeto determinar los usos que son necesarios para la sociedad y para los cuales posiblemente no se disponga de alternativas químicas o no químicas. Las exenciones establecidas en los mecanismos reglamentarios de gestión de los riesgos (véase el cuadro 3) son un indicio para determinar esos usos sobre la base de consideraciones técnicas y socioeconómicas.

#### **A. Industria de semiconductores**

69. Los industriales interesados han señalado que el uso en la industria de semiconductores posiblemente sea crítico. La Asociación de la Industria de Semiconductores (SIA) realizó un estudio entre las empresas que son miembros y llegó a la conclusión de que varias empresas seguían usando PFOA y sustancias químicas conexas en el proceso fotolitográfico, etapa fundamental en el proceso de fabricación para producir semiconductores avanzados (Observaciones de la SIA sobre el primer proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos). Este sector es responsable de un porcentaje muy bajo del total de emisiones de PFOA y compuestos conexos del PFOA. El volumen utilizado en este sector es una parte muy pequeña del volumen total usado en la UE y, según informes, las sustancias se utilizan en condiciones de control riguroso. Las medidas de control típicas se describen en documentos como el número 9 del *Emissions Scenario Document*, de la OCDE, sobre usos de la fotorresistencia en la fabricación de semiconductores (OCDE, 2010); SIA, 2016).

70. La información presentada por el sector tiende a demostrar que la sustitución es imposible en estos momentos y que son largos los plazos para la sustitución (10 años).

71. Las consultas públicas en la UE confirmaron que se incurriría en costos elevados si no se derogaba este uso. Debido a las pocas cantidades usadas y a que cabe esperar que las emisiones sean bajas, en la restricción de la UE se establece una derogación temporal (hasta el 4 de julio de 2022) para el equipo usado en la fabricación de semiconductores.

72. Además, se ha establecido una derogación sin límite de tiempo para los procesos fotolitográficos en el caso de semiconductores o los procesos de grabado de semiconductores compuestos, así como para los semiconductores o semiconductores compuestos en la restricción de la UE (véanse ECHA, 2015c) y Comisión Europea, 2017).

73. En el Canadá, están exentos los semiconductores incorporados en artículos manufacturados, mientras que en Noruega la exención para adhesivos, papel aluminio o cinta en los semiconductores caducó en 2016.

74. La SEMI (una asociación mundial de la industria que presta servicios a la cadena de suministros a los fabricantes para las industrias micro- y nanoelectrónicas) apoya la exención para los procesos fotolitográficos para la fabricación de semiconductores y subraya que la exención debe adoptar la forma de “finalidad aceptable” (Observaciones de la SEMI sobre el segundo proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos).

75. Además, la SEMI plantea algunas otras propuestas de exenciones y fines aceptables. Además del equipo de fabricación, se propone una exención sin límite de tiempo para sustituir el equipo y sus piezas de repuesto. Además, la SEMI propone una exención por cinco años para los sistemas de control y distribución de productos químicos, gas y aire en las instalaciones para las plantas de fabricación de semiconductores, así como una exención por cinco años para los sistemas de contenedores de productos químicos destinados al almacenamiento, el traslado y el transporte de

sustancias o mezclas (Observaciones de la SEMI sobre el segundo proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos). Por otra parte, la SIA solicita que se apruebe para los proveedores una exención para fines aceptables con arreglo al anexo B para que usen PFOA y compuestos conexos en la fabricación de “herramientas” y piezas auxiliares. Hace falta incorporar pequeñas cantidades de PFOA y compuestos conexos en los fluoropolímeros usados en las herramientas y las piezas auxiliares, entre ellas obturadores, recubrimientos, válvulas, juntas y contenedores, que son partes en esos equipos, así como en las piezas de repuesto, para lograr requisitos funcionales y de desempeño cruciales. Estas complejas piezas de los equipos se usan en las plantas de fabricación con posibilidades mínimas de exposición. En conclusión, la SIA pide una exención a tenor del anexo B del Convenio para los usos industriales del PFOA y los compuestos conexos en sus procesos de fabricación y el uso de estos productos químicos en los equipos de fabricación avanzados (Observaciones de la SIA sobre el primer proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos).

#### **B. Productos textiles de uso técnico<sup>17</sup>**

76. Para los productos textiles de uso no técnico en aplicaciones a la intemperie (por ejemplo, toldos y muebles para exteriores, equipo para acampar), se dispone de alternativas y el establecimiento de una exención en la UE no está justificado.

77. En el caso de los materiales para filtrar aceites y combustibles, algunas empresas afirman que no se dispone de alternativas. Sin embargo, otras empresas informan de la disponibilidad de alternativas (productos químicos fluorados de cadena corta) en esferas de alto rendimiento (ECHA, 2014a), 2015a). En general, no se puede determinar del todo si se justifica establecer una exención en el sector profesional debido a la falta de datos fundamentalmente sobre volúmenes, usos y sustancias específicos. Se podría convenir en establecer un período de transición para los usos restantes en el sector profesional, ya que el equipo de protección personal tiene que cumplir requisitos específicos, que se establecen en las respectivas normas (por ejemplo, la norma EN 13034 para la indumentaria de protección).

78. Para los productos textiles destinados a la protección de trabajadores contra los riesgos para su salud y su seguridad, se ha establecido en la UE una derogación a plazo fijo (hasta el 4 de julio de 2023). El Comité de Análisis Socioeconómico de la ECHA propone una exención análoga para las membranas destinadas a ser usadas en los productos textiles de uso médico, la filtración en el tratamiento de aguas, los procesos de producción y el tratamiento de efluentes (Comisión Europea, 2017).

79. En Noruega, solo están restringidos los textiles para uso de los consumidores, no así los textiles para uso profesional. El método canadiense no se aplica a los artículos manufacturados; es decir, Canadá no impone restricción alguna a la importación, el uso, la venta y la oferta de venta de textiles que contengan PFOA, sus sales y sus precursores.

80. Según la información presentada por la Asociación de Productos Textiles y Prendas de Vestir de Baviera y la Asociación Textil Sudoccidental (VTB SWT), el PFOA puede estar presente como impureza de la producción de polímeros fluorados de cadena lateral, que se usan como formulaciones o mezclas para el acabado repelente del agua, el aceite y los productos químicos en materiales textiles. La técnica de aplicación se pone en práctica con el estándar más alto y, en todo caso, solo trazas de PFOA se transfieren mediante impregnación. Por ser una industria que atañe a todas las demás, el sector de textiles de uso profesional, técnico y de protección de la industria textil tiene que cumplir muchas normas de rendimiento diferente, en particular la protección médica, química y ambiental, así como las normas de seguridad relativas a la repelencia a los combustibles para las industrias automotriz y aeronáutica. Casi todos estos textiles tienen que ser certificados en procedimientos prolongados, que podrían demorar años; además, los distintos productos textiles están regulados por distintas leyes nacionales y otros reglamentos de la UE, que se complementan con normas y reglamentos de las distintas empresas, que en Alemania llaman “TL” lo que podría traducirse como, por ejemplo, perfil de rendimiento técnico. El personal de la industria textil alemana ha recibido la capacitación adecuada y las normas de salud e higiene del trabajo se cumplen y monitorizan con rigor (VTB SWT, 2016). Se podrían elaborar normas técnicas como las que se aplican en Alemania como ejemplos de buenas prácticas (Observaciones de los Países Bajos sobre el segundo proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos). Sin embargo, se desconocen tanto las cantidades de PFOA como el proceso y las condiciones de fabricación en otros países y regiones, que podrían ser

<sup>17</sup> Los productos textiles de uso técnico con requisitos de alto rendimiento son textiles como los destinados a la protección de los trabajadores contra los riesgos para su salud y seguridad o las membranas textiles destinadas a ser usadas en productos textiles de uso médico, la filtración en el tratamiento de aguas o los procesos de producción y el tratamiento de efluentes.

importantes y dar lugar a la exposición humana y a liberaciones al medio ambiente (Observaciones de la Red de Eliminación de COP sobre el primer proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos).

81. Los polímeros fluorados de cadena lateral que están basados en sustancias conexas del PFOA (por ejemplo, el 8:2 fluorotelómero de acrilato) utilizados para el tratamiento de textiles contienen 2% de residuos sueltos de sustancias conexas del PFOA (Russel y otros, 2008). Esos residuos sueltos pueden liberarse al medio ambiente a través del aire y el agua durante las fases de utilización y de desecho del textil tratado. Las sustancias conexas del PFOA pueden ser utilizadas además en agentes de impregnación. La Confederación Europea de Prendas de Vestir y Textiles (EURATEX) considera crucial la inclusión de una exención para la seguridad del trabajo relativa a la repelencia al agua, el aceite y los productos químicos. El período de transición de 6 años permitiría a los proyectos nuevos y en marcha lograr resultados para mejorar el rendimiento y las alternativas a base de polímeros fluorados y no fluorados inocuas para el medio ambiente en el marco del proceso REACH europeo (Euratex, 2016).

82. Según la asociación Textile+Mode, mucho se puede hacer para lograr los objetivos de reducción del riesgo. Una práctica común es la tecnología de contención, que permite el reciclado de PFOA y la reutilización durante la polimerización y la retención del aire contaminado y las aguas residuales de los procesos. En el proceso de refinamiento textil, la minimización de las emisiones es una práctica común. El uso de las mejores prácticas ambientales en la producción es un elemento fundamental para evitar las emisiones y reducirlas a un nivel muy bajo. En la UE, los textiles de uso técnico se producen respetando las mejores prácticas ambientales. El tratamiento con productos fluorados tiene el objetivo de minimizar la influencia del medio ambiente mediante la repelencia al aceite y al agua. Se han creado propiedades que se han optimizado en los últimos decenios para alcanzar y mantener este alto nivel de protección. Por eso, se considera indispensable una exención para los textiles de uso profesional, técnico y de protección, que deben cumplir normas de repelencia perdurables (TM, 2016).

#### C. *Algunas tintas de impresión*

83. Observaciones de la industria formuladas durante la consulta pública celebrada en la UE indican que el PFOA y los compuestos conexas están presentes en las tintas de látex usadas en las impresoras profesionales. Estas tintas solo se utilizan en impresoras que ya han dejado de fabricarse usando y por ese motivo ya están en vías de eliminación. Todo parece indicar que hay una clara tendencia a que disminuyan tanto las cantidades usadas como las emisiones conexas. La empresa que fabrica ese tipo de impresoras y las tintas que se utilizan afirma que, habida cuenta de que no se ha establecido un período de transición de cinco años, habría que proceder a la sustitución prematura de las impresoras que están en uso y los costos serían elevados porque se perdería en calidad de la imagen. El comité científico de la UE llegó a la conclusión de que se justificaba aceptar un período de transición de cinco años para la impresión con látex (ECHA, 2015c), a fin de que en la UE se establezca una derogación temporal (hasta el 4 de julio de 2022) (Comisión Europea, 2017). En el Canadá se estableció una exención temporal para las tintas a base de agua (hasta el 31 de diciembre de 2016) (Observaciones del Canadá sobre el primer proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos). Sin embargo, el método de gestión de los riesgos de Noruega solo se aplica a productos de consumo y no restringe el uso del PFOA en las tintas de uso profesional o en impresoras.

#### D. *Producción de alternativas fluoradas de cadena corta*

84. Según FluoroCouncil, la industria puede encargarse del reprocesamiento de una fracción inevitable de PFOA y de sustancias conexas del PFOA como sustancias intermedias aisladas para producir alternativas al fluorotelómero C<sub>6</sub> en otro lugar distinto del sitio de producción y, por ello, es necesaria una exención para los productos intermedios aislados transportados (Observaciones de FluoroCouncil sobre el segundo proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos). Según su párrafo 4 c), en la restricción de la UE se prevé una exención para los productos intermedios aislados transportados sin límite de tiempo, siempre y cuando se cumplan las condiciones establecidas en los incisos a) a f) del párrafo 4) del artículo 18 del Reglamento de la UE (EC) núm. 1907/2006 (Comisión Europea, 2017)). Se debería considerar también, en el marco del Convenio de Estocolmo, una exención para los productos intermedios aislados transportados de manera que se puedan reprocesar en un lugar distinto del de producción. Las condiciones podrían ser análogas a las que se establecen en el procedimiento de gestión de los riesgos de la UE, vale decir, que la síntesis de otra(s) sustancia(s) a partir de un producto intermedio tenga lugar en otra parte en las condiciones estrictamente controladas que se indican a continuación: 1) la sustancia está rigurosamente contenida por medios técnicos durante todo su ciclo de vida, que incluye fabricación, purificación, limpieza y mantenimiento del equipo, muestreo, análisis, carga y descarga del equipo o los contenedores, eliminación o purificación de los desechos y almacenamiento; 2) se usarán tecnologías de procedimiento y control que reduzcan

al mínimo las emisiones y cualquier exposición resultante; 3) solo personal debidamente adiestrado y certificado manipulará la sustancia; 4) en el caso de tareas de limpieza y mantenimiento, se aplicarán procedimientos especiales como purga y lavado antes de abrir e ingresar en el sistema; 5) en caso de accidentes y cuando se generen desechos, se usarán tecnologías de procedimiento o control, o ambas, para minimizar las emisiones y la exposición resultante durante la purificación o limpieza y procedimientos de mantenimiento; 6) los procedimientos de manipulación de la sustancia estarán bien documentados y el operador de la planta se ocupará de supervisarlos estrictamente.

#### **E. Creación de imágenes ópticas**

85. Según la Asociación de Creación de Imágenes e Impresión Europa (I&P Europe), la medida de control primordial adoptada con carácter voluntario ha sido tratar de crear alternativas. Desde 2000, la industria ha reformulado un gran número de productos o ha cesado en su producción, con el resultado de una reducción a nivel mundial del uso de compuestos conexos del PFOA en más del 95%. Pese a que en estos momentos no existen todavía sustitutos para las pocas aplicaciones restantes, se prevé que continúe reduciéndose el uso de esas sustancias mientras continúa la transición hacia la creación de imágenes digitales. I&P Europe considera que no es necesario adoptar nuevas medidas de control para los usos actuales (I&P Europe, 2016a).

86. Según I&P Europe, la no disponibilidad de compuestos conexos del PFOA para la fabricación de los productos pertinentes que aún quedan para la creación de imágenes afectará en sentido negativo también a grupos de usuarios interesados, como el sector de atención de la salud y los militares. A juicio del sector de atención de la salud, por ejemplo, para los hospitales y las consultas médicas que se ven restringidos por presupuestos limitados, invertir forzosamente en nuevas tecnologías porque ya no se fabrican los actuales productos fotográficos convencionales podría ser un escollo financiero. Cabe esperar que esos efectos sean más notables en los países en desarrollo y en determinados países de la UE en el sector médico, como Italia, España, Portugal, Grecia y algunos países de Europa oriental (I&P Europe, 2016a).

87. En el marco del procedimiento de gestión de los riesgos de la Unión Europea, se ha establecido una exención para los recubrimientos fotográficos aplicados a películas, papeles o planchas tipográficas (Comisión Europea, 2017). En Noruega y el Canadá, las exenciones específicas para este uso expiraron en 2016. Sin embargo, el procedimiento de gestión de los riesgos en Noruega solo se aplica a los productos de consumo y el del Canadá no se aplica a los artículos manufacturados. De ahí que la importación, el uso, la venta y la oferta de venta de recubrimientos con medios fotográficos aplicados a películas, papeles o planchas tipográficas no están restringidos en el Canadá.

#### **F. Nanorrecubrimiento**

88. Durante la consulta pública celebrada en la UE sobre el expediente de restricción, solo una empresa que aplica recubrimiento para los fabricantes de teléfonos inteligentes pidió que se suspendiera por tres años el nanorrecubrimiento con plasma pulsado para poder empezar a usar un producto químico alternativo de C6. (ECHA, 2014a). En la Unión Europea se ha establecido por un tiempo limitado una exención para el nanorrecubrimiento con plasma (hasta el 4 de julio de 2023) (Comisión Europea, 2017). El procedimiento canadiense no se aplica a los artículos manufacturados. Por eso, la importación, el uso, la venta y la oferta de venta de revestimientos aplicados a los teléfonos inteligentes (u otros equipos electrónicos) no están restringidos en el Canadá.

#### **G. Piezas de repuesto**

89. Los interesados del sector industrial de la Unión Europea solicitaron una exención para piezas de repuesto de varios tipos (industrias aeronáutica, de telecomunicaciones, de semiconductores, tecnología de la información y las comunicaciones). La preocupación gira en torno a la posibilidad de comercializar y usar en la UE las piezas de repuesto ya fabricadas en la fecha de entrada en vigor de la restricción. Según sus observaciones, en ausencia de una derogación, habría que destruir esas piezas de repuesto, lo que representaría una pérdida económica para los fabricantes de la UE. El Comité de Evaluación de los Riesgos y el Comité de Análisis Socioeconómico de la ECHA llegaron a la conclusión de que la derogación aplicable a las existencias de piezas de repuesto antes de la entrada en vigor de la restricción se justificaba para todas las aplicaciones, incluso en los casos mencionados anteriormente, así como en otros casos, habida cuenta de sus costos de eliminación y de las bajas emisiones durante su larga vida (ECHA, 2015c). En la restricción de la UE no se establecen exenciones para las piezas de repuesto (Comisión Europea, 2017).

90. Por otra parte, la Vehicle Manufacturers' Association (Asociación de Fabricantes de Vehículos) (CVMA) del Canadá solicita exenciones específicas para los servicios y las piezas de repuesto de automóviles. Según la CVMA, la industria lleva algún tiempo impulsando activamente la eliminación del uso del PFOA. Sin embargo, es posible que en las piezas de mantenimiento y repuesto



siga presente el PFOA. Estas piezas representan un pequeño porcentaje del uso de PFOA, que disminuirá con el tiempo, como es natural, a medida que se renueve el parque de vehículos. Los fabricantes de automóviles tienen que garantizar la disponibilidad de equipo y piezas de repuesto originales a fin de atender la demanda de los consumidores (CVMA, 2017). Según la información presentada por la Red de Eliminación de COP, una exención daría lugar también a liberaciones constantes de PFOA, que afectarían a los seres humanos y al medio ambiente debido a la producción y al uso.

91. Según la SEMI, habría que establecer también un período de transición en la fabricación de equipo y la infraestructura conexas de la industria de semiconductores para el mantenimiento, las piezas de repuesto, reemplazo o piezas nuevas de equipo obsoleto o infraestructuras de plantas de fabricación obsoletas (Observaciones de la SEMI sobre el primer proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos, 2017).

## **H. Espumas ignífugas**

92. Espumas acuosas formadoras de películas (EAFP) es una expresión genérica para productos ignífugos o supresores de vapor que se usan en todo el mundo en la extinción de incendios. La finalidad de las EAFP era ser especialmente eficaces en la extinción de incendios clase B (líquidos inflamables). Las EAFP pueden contener PFOA o sustancias conexas del PFOA. No en todas las situaciones será necesario usar espumas ignífugas obligadamente. Solo con un examen cuidadoso de la situación específica de que se trate (situación de emergencia o diseño de un sistema de protección contra incendios o de la propiedad) y un examen de los códigos de construcción locales y otros reglamentos se puede determinar la selección del producto apropiado. Durante el último decenio, los fabricantes de EAFP han estado sustituyendo los productos que contiene PFOS con fluorosurfactantes a base de fluorotelómeros. Hoy día, la mayoría de las espumas ignífugas se fabrican con fluorotelómeros a partir de una cadena de perfluorohexanos (C6) (para más detalles, véase UNEP/POPS/POPRC.12/INF/15/Rev.1), pero hay espumas sin flúor u otros métodos alternativos de extinción disponibles que cumplen los requisitos de eficacia de muchas esferas de uso en los incendios clase B (Organismo Sueco de Productos Químicos, 2016a). En el caso de espumas ignífugas que contienen sustancias conexas del PFOA existen algunas alternativas (véanse los párrafos 155 a 162).

93. Para ser coherentes con la exención que ya se está usando para las espumas y evitar tener que sustituir antes de tiempo las espumas exentas, el SEAC propuso que se anularan estas mezclas de la restricción de la UE durante 20 años. Este es el tiempo que normalmente duran las espumas ignífugas, y es el período que respaldan las observaciones formuladas en las consultas públicas (ECHA, 2015c). En el proceso europeo, a pesar de las inquietudes planteadas por algunos bomberos y fabricantes de espumas en cuanto a que, en plantas químicas de alto riesgo y grandes extensiones de almacenamiento, sería necesario almacenar espumas que contienen flúor con un contenido de PFOA y sustancias conexas de hasta 1.000 ppb durante otros diez años, la Comisión Europea recibió información exhaustiva de dos fuentes diferentes, que demostraba la disponibilidad y eficacia de espumas sin ningún contenido de flúor. Además, ya se cuenta con espumas basadas en flúor de cadena corta. En este caso, son las impurezas de PFOA y sustancias conexas del PFOA las que, al parecer plantean un problema para el rendimiento técnico, y no la presencia de esas sustancias. La Comisión consideró que la moratoria general de tres años debería representar un período razonable para que la industria de fabricación de espumas ignífugas adecue sus formulaciones a la restricción.

94. Según la información presentada por la Red de Eliminación de COP, el ciclo de vida normal de las espumas ignífugas varía considerablemente con la temperatura y las condiciones de almacenamiento. Un plazo de 20 años no es apropiado para que continúe el uso dispersivo de contaminantes orgánicos persistentes, que ya ha causado la contaminación masiva de las aguas subterráneas en muchos países. Alemania, con el apoyo de Austria, propone un período de transición corto en relación con el uso de espumas que ya están en el mercado, debido a que las espumas ignífugas son muy estables y se pueden almacenar durante un período muy prolongado hasta que se usen en caso de incendio. Para evitar las emisiones continuas de estas fuentes al medio ambiente, se deberían sustituir las espumas que se utilizan actualmente por alternativas sostenibles y adecuadas (Observaciones de Alemania sobre el primer proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos); (Observaciones de Austria sobre el segundo proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos).

95. Respecto de la introducción en el mercado de nuevas espumas acuosas formadoras de películas para uso profesional, el SEAC señala que, durante las consultas públicas en la UE, algunos interesados (servicios de extinción de incendios, fabricantes de espumas) habían solicitado límites de concentración más altos para el PFOA y las sustancias conexas del PFOA o la exención total de las espumas ignífugas. En general, habida cuenta de la información presentada, el SEAC propuso que se aprobara un valor límite más alto de 1 000 ppb por sustancia tanto para el PFOA como para cada una

de las sustancias conexas del PFOA, cuando se utilicen en concentrados de espumas ignífugas, y volver a examinar este límite de concentración con el objetivo de reducirlo durante el examen propuesto de la restricción al cabo de cinco años de haber entrado en vigor (ECHA, 2015c).

96. En el contexto de la restricción de la UE con arreglo a su párrafo 4 e), se establece una exención para las mezclas concentradas de espumas ignífuga que se hayan comercializado antes del 4 de julio de 2020 y se vayan a usar o se estén usando en la producción de otras mezclas de espumas ignífugas. Además, se establece una exención para las mezclas de espumas ignífugas 1) introducidas en el mercado antes del 4 de julio de 2020 o 2) producidas de conformidad con el párrafo 4 e), siempre y cuando, cuando se usen para fines de entrenamiento, se reduzcan al mínimo las emisiones al medio ambiente y se recojan y eliminen los efluentes en condiciones seguras (Comisión Europea, 2017). En el Canadá, se ha establecido una exención para las espumas acuosas formadoras de películas usadas en aplicaciones de la lucha contra incendios (Canadá, 2016c). No existen exenciones para las espumas ignífugas en Noruega; sin embargo, no se aplica el procedimiento de gestión de los riesgos porque atañe a los productos de consumo y las espumas acuosas formadoras de películas son de uso exclusivamente profesional. La Asociación Canadiense de Combustibles (CFA) apoya la exención de las espumas acuosas formadoras de películas como se propone en la evaluación de la gestión de los riesgos (Observaciones de la CFA sobre el segundo proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos).

#### **I. Dispositivos médicos**

97. En la consulta pública celebrada en la Unión Europea, los interesados señalaron que está en marcha la sustitución, pero que se trata de un proceso lento, dada la complejidad de las cadenas de suministro y los procesos de certificación. Se solicitó un período de transición en general de cinco años como mínimo, pero en el caso de algunos dispositivos, este período de transición podría ser demasiado corto. En el caso específico de los dispositivos médicos implantables, un fabricante solicitó un período de transición de 15 años (ECHA, 2015c).

98. En el marco de la restricción de la Unión Europea, para los dispositivos médicos que no sean implantables, según lo dispuesto en la Directiva 93/42/EEC, se establece una exención por tiempo limitado (hasta el 4 de julio de 2032). Además, se ha establecido una exención sin límite de tiempo para la producción de determinados dispositivos implantables (Comisión Europea, 2017). Noruega aplica una exención para los dispositivos médicos (sin límite de tiempo).

#### **J. Uso de sustancias intermedias transportadas en la elaboración de productos farmacéuticos**

99. Según la industria química, no se han creado alternativas para todos los productos farmacéuticos y algunos otros productos químicos muy especializados y medios de procesamiento que usan compuestos conexas del PFOA como materia prima y que tienen un beneficio socioeconómico en determinadas normas de rendimiento (FluoroCouncil, 2016a). No hay información en la que se especifiquen esos “otros productos químicos muy especializados”. En el contexto del Enfoque Estratégico, los contaminantes farmacéuticos persistentes en el medio ambiente figuran entre las nuevas cuestiones normativas a nivel mundial, al tiempo que se reconoce que los productos farmacéuticos aportan grandes beneficios a la salud de los seres humanos y al bienestar de los animales. El bromuro de perfluorooctilo (PFOB) se produce a partir del yoduro de perfluorooctilo (PFOI). El PFOI se produce en un solo lugar del Japón durante la producción de sustancias a base de fluorotelómeros 6:2 (telomerización, separación y destilación en sistema cerrado), y es transportado entonces como producto intermedio aislado a otra planta del Japón para producir PFOB. Todos los desechos generados de la producción de PFOI se recolectan en un sistema cerrado y se incineran. Cabe esperar la emisión de una pequeña cantidad al aire, que se estima sea inferior a 1 kg por año. Posteriormente, el PFOB se transporta a dos lugares en los Estados Unidos y Suecia para elaborar los productos farmacéuticos correspondientes (Observaciones de Daikin sobre el segundo proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos e información de la IFPMA en la 13ª Reunión del Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes).

100. El PFOB se utiliza como agente para facilitar el proceso de fabricación de partículas “microporosas” para aplicaciones farmacéuticas. El PFOB no es un compuesto conexo del PFOA. Sin embargo, el PFOB sí contiene niveles de traza no intencionales de PFOI, un compuesto conexo del PFOA. El PFOB residual en los productos farmacéuticos “microporosos” terminados es por lo general del 0,1%, lo cual se traduce en un PFOI residual a niveles de 0,1 ppm. El nivel de detección del PFOB en las partículas porosas es de 0,1%. El PFOI residual en todos los productos farmacéuticos elaborados actualmente suma menos de 2 g por año. La emisión de PFOI al medio ambiente proveniente de la fabricación de productos farmacéuticos es actualmente inferior a los 30 g por año. El PFOB en los desechos de procesos es capturado en lechos de carbón activo en serie, que es la mejor tecnología disponible, que controla las emisiones a menos del 1% y, por lo general a menos de un 0,1%

(Información del IFPMA en la 13ª reunión del Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes).

101. Las partículas “microporosas” permiten la combinación de más de dos ingredientes farmacéuticos activos en un producto farmacéutico con proporciones deseables para maximizar el efecto. La tecnología de partículas microporosas permite también lograr la eficiencia en la administración y la administración selectiva en los pulmones. Los productos farmacéuticos fabricados con esta técnica que se comercializan en la actualidad están destinados al tratamiento de pacientes que padecen enfermedades pulmonares crónicas y fibrosis cística. Las investigaciones en curso respecto de otras aplicaciones farmacéuticas se encuentran en fases iniciales y avanzadas de desarrollo (Información del IFPMA en la 13ª reunión del Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes).

102. Se han desplegado ingentes esfuerzos por identificar agentes alternativos, y se han analizado al menos 15 agentes, pero se determinó que el PFOB era la única sustancia apropiada para la fabricación de productos farmacéuticos “microporosos” y cuyo perfil toxicológico era seguro para su administración en humanos (NDA 020-091 FDA approval of Imagent®). Habida cuenta de esos esfuerzos, es improbable que se pueda identificar un agente alternativo sin comprometer las propiedades de las partículas “microporosas”. Aun cuando se encontrase un agente alternativo, todavía sería preciso repetir los ensayos clínicos y reinscribir los productos, lo cual podría demorar al menos diez años. En el caso de este tipo de productos farmacéuticos existe la necesidad de garantizar su administración constante a los pacientes, de ahí que sea preciso examinar exhaustivamente las vías más adecuadas para abordar esta aplicación (Información del IFPMA en la 13ª reunión del Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes).

#### **K. Uso de la sulfluramida**

103. El Nsulfonamidoetanol perfluorooctano etílico (conocido como sulfluramida; EtFOSA; núm. de CAS: 4151-50-2) ha sido utilizado como ingrediente activo en cebos para hormigas cortadoras de hojas de *Atta spp* y *Acromyrmex spp*. En muchos países de América del Sur, así como para el control de las hormigas rojas de fuego importadas, y las termitas (UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.3/Rev.1). También pueden utilizarse fluorosurfactantes como surfactantes “inertes” (potenciadores utilizados en formulaciones plaguicidas, pero que no constituyen ingredientes activos) en productos plaguicidas (UNEP/POPS/POPRC.12/INF/15/Rev.1).

104. La sulfluramida se utiliza en cebos para el control de las hormigas cortadoras de hojas, según la delegación del Brasil el uso de sulfluramida en el Brasil evita daños que acarrearían pérdidas de hasta el 14,5% de árboles por hectárea. Otros productos agrícolas que podrían sufrir pérdidas costosas son la soja y el maíz. También, es probable que la capacidad por hectárea para el sustento del ganado disminuya si las hormigas reducen el forraje para el ganado (UNEP/POPS/POPRC.12/INF/15/Rev.1)<sup>18</sup>.

105. Los cebos para insectos utilizados para el control de las hormigas cortadoras de hojas de *Atta spp.* y *Acromyrmex spp.*, clasifican como fines aceptables para la producción y el uso del PFOS, sus sales y el PFOSF en el anexo B (UNEP/POPS/POPRC.12/INF/15/Rev.1).

#### **2.2.2 Costos y beneficios de la aplicación de medidas de control**

106. En un informe de HELCOM, se han evaluado opciones de gestión eficaces en función de los costos para reducir las descargas, emisiones y pérdidas de sustancias peligrosas, entre ellas el PFOA. Además de aplicarse este extremo en las fuentes industriales, adoptar medidas en las fuentes urbanas puede reducir también las emisiones de PFOS o PFOA, por ejemplo, mediante el tratamiento avanzado de las aguas residuales municipales con carbón activado (para más detalles también sobre otras opciones, véase HELCOM, 2013).

107. El PFOA se ha eliminado ya en muchos usos y en muchos lugares, lo que indica que los costos de las alternativas no han sido obstáculo para sustituir el PFOA. A continuación, se detallan algunos aspectos importantes a considerar a la hora de evaluar los costos de las alternativas para cualquier producto. Las alternativas con un costo de adquisición inicial más alto pueden resultar en realidad más baratas en relación con todo el ciclo de vida del producto cuando se tienen en cuenta su durabilidad y otros factores. La producción en masa de alternativas puede reducir sus costos considerablemente. Con frecuencia los costos de las iniciativas para proteger la salud y el medio ambiente se sobreestiman de antemano, para después disminuir rápidamente tan pronto se aplican los reglamentos. Por último, los

<sup>18</sup> Oficio DFIA/SDA/MAPA n° 123/2008 from Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply, Animal and Plant Protection Secretariat Agriculture Inputs Inspection Department.

costos de la eliminación ambientalmente racional de los productos al final de su vida útil son también un factor importante a tener en cuenta (Ackermann y Massey, 2006).

108. En lo que atañe a la restricción de la UE, según la propuesta de la UE, los costos de sustitución para una restricción se han calculado en relación con: 1) la importación de fluoropolímero y el uso de mezclas de PTFE; 2) el uso de textiles en la UE; 3) la importación de textiles en artículos; 4) las espumas ignífugas; 5) el papel y 6) las pinturas y las tintas. La industria hizo estas estimaciones en relación con los usos actuales (en el peor de los casos) y para el período después de que entre en vigor la restricción (caso más realista). Debido a la falta de datos, no se hicieron estimaciones en relación con la importación de PFOA en artículos, aplicaciones fotográficas y semiconductores. Los costos estimados de sustitución para la UE fluctuaron entre 1,39 y 158,44 millones de euros, con una estimación media 34,7 millones de euros para el caso más realista (véase ECHA, 2015a, cuadro F.2-6).

109. La consulta pública de la UE con la industria dejó en claro que los principales fabricantes de fluoropolímeros han creado ya varias alternativas para sustituir al PFOA. Cada compañía suele ser el fabricante y usuario exclusivo de esas alternativas. Como consecuencia de ello, por regla general, no se dispone (aún) de precios de mercado. Sin embargo, existen algunos indicios del aumento de los costos de explotación, que se pueden usar para determinar los costos de la restricción propuesta a los fabricantes de fluoropolímeros. En consecuencia, cabe suponer que el uso de alternativas induzca un incremento entre bajo y moderado de los costos de producción (0 a 20%). Este incremento se debe al aumento de los costos o a la mayor cantidad de alternativas que se usarán, o a ambas cosas. La industria ha planteado que la calidad del PTFE fabricado con las alternativas no ha sufrido cambios (ECHA, 2015a).

110. En lo que respecta a los costos de inversión, fundamentalmente los (antiguos) fabricantes de la industria del PFOA y sustancias conexas del PFOA plantearon durante la preparación de la restricción de la UE que la industria ya había invertido considerables recursos para crear PFAS de cadena corta en su labor de investigación y desarrollo y capital (se informó de más de 500 millones de euros, algo que también se confirmó en la consulta pública de la UE). Para los usuarios de productos, cabe esperar que costos sustanciales pasen a las alternativas de cadena corta debido a la reformulación de productos, la adaptación de los procesos de producción y la realización de ensayos. En este sentido, se ha informado de hasta un millón de euros por empresa, según las condiciones específicas del caso de que se trate (ECHA, 2015a).

111. Según I&P Europe, el obstáculo primordial para la total eliminación del uso de compuestos conexas del PFOA en estos momentos sigue siendo de carácter técnico. Sin embargo, los costos de investigación y desarrollo también son un factor importante a considerar, debido a que esa inversión puede representar una importante carga financiera durante el tiempo que la industria de creación de imágenes dedique su atención a la creación de tecnologías innovadoras de creación de imágenes digitales. Los costos económicos relacionados con la sustitución de los compuestos conexas del PFOA en los pocos usos fotográficos pertinentes que perduran se han vuelto prohibitivos en la mayoría de los casos. Esos usos atañen a productos de consumo limitado en mercados que, según proyecciones de los miembros de IP Europe, irán cada vez a menos (I&P Europe, 2016b).

112. Para la UE ha quedado demostrado que la sociedad tiene que incurrir en gastos considerable en relación con la hipercolesterolemia, la toxicidad en el desarrollo y el cáncer. Estos costos se manifestarán en los gastos directos del tratamiento médico y en gastos indirectos como la pérdida de la calidad de vida de las personas afectadas. No se ha podido calcular qué porcentaje cabe atribuir al PFOA y a las sustancias conexas del PFOA en la carga general de morbilidad. Sin embargo, los coeficientes de caracterización de grandes riesgos implican que la restricción del PFOA y de “las sustancias conexas del PFOA” traerá consigo importantes beneficios para la salud humana (ECHA, 2015a). Según la información recibida de Noruega, en la evaluación socioeconómica de la UE se hace hincapié fundamentalmente en las propiedades persistentes, bioacumulativas y tóxicas del PFOA a los efectos de reducir las emisiones. Estudios más recientes han demostrado también la correlación entre la exposición al PFOA y la disminución de los efectos de las vacunas, por lo que cabe suponer que el PFOA representa un peligro para el sistema inmunológico de los seres humanos (véase, por ejemplo, UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2 o NTP, 2016).

113. No cabe esperar grandes efectos económicos de la restricción de la UE en Europa debido a que el mercado ya ha ido avanzando en la sustitución del PFOA y las sustancias conexas del PFOA. Reflejo de ello son los moderados costos de cumplimiento estimados. Además, no cabe esperar que la restricción surta efectos en la competitividad de la UE ni en la industria mundial, porque ambas tendrán que sustituir el PFOA y “las sustancias conexas del PFOA” para cumplir esta restricción. No se prevé que la restricción surta efectos importantes en el empleo en la Unión Europea (ECHA, 2015a).

114. Por lo general, se calcula que el costo de la eliminación y destrucción del PFOS presente en productos existentes, tales como sistemas contra incendios, está por debajo de los 1.000 euros por kilogramo, aunque puede ser mucho más alto en algunos casos. Un ejemplo es el túnel del ferrocarril de Barendrecht en los Países Bajos, donde se emplearon como mínimo 3.500 euros por kilogramo en la eliminación de PFOS del sistema contra incendios. En esa operación no se logró retirar todo el material, con lo cual se precisaría una segunda ronda de enjuague o sustitución de la tubería principal, lo que costaría al menos otros 400.000 euros por kilogramo del PFOS remanente. El operador del ferrocarril no estaba obligado a realizar este procedimiento, lo cual podría interpretarse como una indicación de los desproporcionado del costo, aunque no se indicó explícitamente el motivo (Oosterhuis y otros, 2017).

115. Como parte del Plan de gestión de los productos químicos del Canadá se emprendió una iniciativa reglamentaria con el objetivo de proteger el medio ambiente contra los riesgos que entrañan la fabricación, el uso, la venta, la oferta de venta o la importación de (entre otras sustancias) PFOA y PFCA de cadena larga. En el procedimiento de gestión de los riesgos del Canadá, las pruebas científicas han demostrado que el PFOA y los PFCA de cadena larga son persistentes, se acumulan y biomagnifican en los animales terrestres y marinos y son tóxicos para el medio ambiente tal como se estipula en la Ley de Protección Ambiental del Canadá de 1999. Pese a que no se ha realizado ningún análisis cuantitativo de los beneficios de esta iniciativa, los controles reglamentarios del PFOA y los PFCA de cadena larga en el Canadá protegerán el medio ambiente. Cabe esperar una mejora en la calidad del medio ambiente gracias al control de estas sustancias.

116. Noruega plantea que las medidas de control surtirán efectos positivos en la salud humana, dado que todavía estamos expuestos al PFAS en nuestro entorno todos los días (Noruega, 2016). El número de productos de consumo que contienen PFOA ha disminuido, y los niveles en la ropa para todo tipo de clima han disminuido después de la introducción de una norma nacional sobre el PFOA en los productos de consumo en 2013 (Observaciones de Noruega sobre el segundo proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos).

117. En Australia, los efectos del PFOA en la sociedad saltaron a la palestra hace poco cuando se detectó la existencia de algunos lugares contaminados por el uso histórico de espumas acuosas formadoras de películas en los aeropuertos y campos de entrenamiento sobre extinción de incendios para combatir incendios de combustible líquido. Se han eliminado las espumas ignífugas que contienen PFOA, PFOS y PFHxS en diversos usos. Cabe señalar que el uso habitual de EAFP ha contaminado algunos aeropuertos civiles e instalaciones de defensa y esa contaminación ha migrado en algunos casos hacia las aguas superficiales y subterráneas. La migración de PFOA desde el lugar donde se ha usado ha causado la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales en las zonas aledañas que, en algunos casos, se han usado para consumo humano y para fines agrícolas. En lugares donde se ha contaminado el agua potable, se ha proporcionado una fuente alternativa. Algunas actividades agrícolas se han visto afectadas, por ejemplo, los huertos y la producción de aves y huevos en pequeña escala, donde el PFOA ha contaminado el agua que antes se usaba para esos fines. El estigma de ser un entorno contaminado ha hecho que el valor de los bienes raíces y las empresas disminuya y que algunos propietarios de tierras y negocios hayan perdido ingresos. Ello a su vez ha ocasionado niveles de estrés y ansiedad en las comunidades afectadas, que se ven agravados por la incertidumbre en relación con las consecuencias para los residentes en materia de salud. Si bien los efectos en Australia obedecen, en gran medida, al uso histórico de ESFP que contienen PFOA, la aplicación de medidas de control dará más seguridades a las comunidades australianas de que irán reduciéndose al mínimo las posibilidades de contaminación actuales y futuras (Australia, 2016). En abril de 2017, en el aeropuerto de Brisbane se produjeron dos grandes derrames de PFOA (22.000 y 5.000 litros) que contenían EAFP, que obligaron al gobierno a emitir alertas para evitar el consumo de pescado de los cursos de agua de la zona (Observaciones de la Red de Eliminación de COP sobre el segundo proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos). El Gobierno federal de Australia está elaborando una respuesta a nivel de todo el Gobierno y también está trabajando en colaboración con los estados y territorios australianos con miras a la gestión y atención inmediata de la contaminación con PFAS (Observaciones de Australia sobre el segundo proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos).

118. De continuar usándose el PFOA en espumas ignífugas se seguirían contaminando las aguas subterráneas y el suelo en los alrededores de los campamentos militares y los aeropuertos de todo el mundo, lo que acarrearía costos de descontaminación, indemnización y legales, además de daños a la salud humana y al medio ambiente (Wang y otros, 2017; LaSalle, 2016; The Senate Foreign Affairs, Defence and Trade, 2016; Air Services Australia, 2016; Filipovic y otros, 2015; Houtz y otros, 2016). Cálculos recientes de los costos totales de limpieza de las aguas subterráneas contaminadas con PFAS alrededor de lugares donde se han extinguido incendios en Noruega demuestran que hacen falta de 3,5

a 5,5 millones de euros por cada lugar de entrenamiento. Estas cifras incluyen las inversiones en los sistemas de limpieza de las aguas subterráneas necesarios en algunos aeropuertos noruegos contaminados con los PFAS procedentes de las espumas ignífugas y el funcionamiento de esos sistemas. Los análisis químicos demuestran que el PFOA migra hacia las aguas subterráneas en cantidades mayores que el PFOS (Observaciones de Noruega sobre el tercer proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos).

119. En 2005 se habían usado PFAS que contenían espumas ignífugas en el aeropuerto alemán de Düsseldorf a raíz de un accidente aéreo y durante los entrenamientos sobre extinción de incendios. Los PFAS (también el PFOA), contaminaron el suelo y se lixiviaron en las aguas subterráneas. Las aguas subterráneas contaminadas con PFAS contaminaron a su vez dos lagos cercanos, que están ahora cerrados al público; se prohibió también el consumo de pescado. En 2007, la autoridad local para el medio ambiente de Düsseldorf encontró altos niveles de PFAS en el norte de Düsseldorf. En los años siguientes, se determinó que el aeropuerto de Düsseldorf era la principal fuente de PFAS. La descontaminación de las aguas subterráneas demorará años o incluso decenios. Además, se excavaron y eliminaron unas 3.000 toneladas de suelo contaminado con PFAS<sup>19</sup>. Otros aeropuertos de Alemania tienen zonas parecidas contaminadas con PFC debido al uso de EAFP con fines de entrenamiento en el pasado (por ejemplo, el aeropuerto de Nürenberg). Los costos de esas medidas de descontaminación se analizan en ECHA, 2015a) (Observaciones de Alemania sobre el tercer proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos).

120. En Alemania se dio un famoso caso que mostró las consecuencias de la eliminación (ilícita) de desechos/fangos en las tierras agrícolas. Como consecuencia de la eliminación de fangos industriales, el PFOA se lixivió en las aguas superficiales de los alrededores y un depósito de agua potable, el Lago Möhne, quedó contaminado (véanse Skutlarek y otros, 2006; Wilhelm y otros, 2009; Wilhelm y otros, 2010; Hölzer y otros, 2008; y Hölzer y otros, 2009). Por esa razón, el agua potable contenía elevados niveles de PFOA. De ahí que los estudios de biomonitorización humana arrojaran niveles de PFOA más altos en la sangre de las personas que vivían en Arnsberg que en la de los habitantes de una zona cercana, que recibían agua potable de una fuente diferente. Según la información dada a conocer en los medios de comunicación, desde 2006 se ha incurrido en costos de purificación de las aguas subterráneas que rondan los 2,5 millones de euros. La planta de purificación entrará en funciones en los próximos años y su costo de explotación será de unos 100.000 euros anuales (Observaciones de Alemania sobre el tercer proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos)<sup>20</sup>.

121. Desde 2011, se han detectado altos niveles de PFAS en el agua potable, del orden de µg/l, en algunos municipios de Suecia. Se indican los costos que se derivan de las actividades dirigidas a resolver la contaminación del agua potable con PFAS en algunas municipalidades, por ejemplo, el uso de carbón para la filtración del agua en Uppsala (a un costo anual de un millón de euros) y un nuevo sistema de suministro de agua en Ronne (tres millones de euros) (Organismo Sueco de Protección Ambiental, 2016). Se ha demostrado que los lugares de entrenamiento sobre extinción de incendios son las principales fuentes de esta contaminación que, en algunos casos, ha obligado a cerrar las fuentes de abastecimiento de agua. Los gobiernos municipales han publicado información alertando de que no se consuman con frecuencia los peces capturados en los lagos a donde fluyen las aguas de la zona contaminada (Organismo Sueco de Productos Químicos, 2013). Para el agua contaminada con PFAS que fluye de una cueva cercana al antiguo aeródromo, se ha instalado un sistema de filtros de carbono que limpia entre 150 y 200 m<sup>3</sup> del agua de la cueva antes de que se vierta en los cursos de agua receptores (Defoort y otros, 2012). El PFAS también ha contaminado el agua potable que consumen 15 millones de habitantes y varios lugares de los EE.UU. Aun así, es posible que los sistemas a base de filtros de carbono no funcionen para todos los PFAS (Wang y otros, 2017).

122. Respecto de los productos textiles de uso profesional, técnico y de protección, las ventas de los fabricantes alemanes en 2013 ascendieron a 6.000 millones de euros. (véase VTB SWT, 2016 y TM, 2016).

123. Dada la accesibilidad o los costos de las tecnologías alternativas, es probable que pasen algunos años antes de que los países en desarrollo cuenten con algunas tecnologías alternativas respecto del PFOA.

---

<sup>19</sup> Véase <https://www.dus.com/de-de/konzern/unternehmen/verantwortung/umweltschutz/gewässerschutz/grundwassersanierung>.

<sup>20</sup> Según los resultados de un proceso judicial, la comunidad debe sufragar los costos (<https://www.wp.de/staedte/altkreis-brilon/ruhrverband-klagt-im-pft-umweltskandal-auf-schadenersatz-id9731569.html>).

## 2.3 Información sobre productos y procesos alternativos

### 2.3.1 Resumen de las alternativas

124. Debido a que los efectos de los ácidos perfluoroalquilos (PFAA) de cadena larga en los seres humanos y el medio ambiente son motivo de preocupación, estos PFAA y sus precursores están siendo sustituidos en muchas aplicaciones por otras sustancias, entre ellas, alternativas fluoradas que son estructuralmente parecidas a las sustancias que sustituyen. Estas alternativas fluoradas son en su mayoría PFAA de cadena corta y perfluoropoliéteres funcionalizados (PFPE), en particular ácidos carboxílicos perfluoropoliéteres y polifluoroéteres (PFECA) y ácidos sulfónicos perfluoropoliéteres y polifluoroéteres (PFESA) que tienen un grupo funcional ácido unido a una cadena de per o polifluoroéteres en lugar de a una cadena de perfluoroalquilos (Wang y otros, 2015). En los documentos de referencia (ECHA, 2015a, cuadro C.1-1; véanse UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6, sección 3, y PNUMA, 2017) se ofrece una sinopsis de algunas alternativas fluoradas y no fluoradas para diferentes ramas de la industria.

### 2.3.2 Aspectos sectoriales específicos

125. En los párrafos que siguen se analizan aspectos sectoriales específicos relacionados con las alternativas. Sin embargo, diversos aspectos relacionados, en particular, con los riesgos de las alternativas (por ejemplo, las sustancias fluoradas de cadena corta) no se pueden asignar a un único sector, sino que se aplican a todos los sectores para los que las respectivas alternativas son importantes.

#### A. Elaboración de fluoropolímeros

##### *Perfluoropoliéteres funcionalizados (PFPE)*

126. Según FluoroCouncil, existen diversas alternativas que ayudan al proceso de polimerización y que se usan para sustituir al PFOA en la fabricación de fluoropolímeros (FluoroCouncil, 2016a).

127. Los productores de fluoropolímeros usaron perfluorooctanoato de amonio o de sodio (APFO y NaPFO) como agentes de proceso en la polimerización (emulsión) de politetrafluoroetileno, copolímero de eliteno-propileno perfluorado, el polímero de perfluoroalcoxi y determinados fluoroelastómeros. Además, se aplicó perfluorononanoato de amonio (APFN) en la polimerización en emulsión de fluoruro de polivinilideno (Prevedouros y otros, 2006). La mayoría de los productores han creado sus propias alternativas. Las alternativas fluoradas comercializadas son PFPE funcionalizados, entre otros, ADONA de 3M/Dyneon ( $\text{CF}_3\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{OCH}_2\text{CF}_2\text{COO-NH}_4^+$ ; núm. CAS 958445-44-8; Gordon, 2011), GenX de DuPont o sal Dimer  $\text{C}_3^{21}$  ( $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}_2\text{OCF}(\text{CF}_3)\text{COO-NH}_4^+$ ; núm. CAS 62037-80-3; Du Pont, 2010), PFPE cíclicos o poliméricos funcionalizados de Solvay (Marchionni y otros, 2010; Pieri y otros, 2011; Spada y Kent, 2011), así como EEA-NH<sub>4</sub> de Asahi ( $\text{C}_2\text{F}_5\text{OC}_2\text{F}_4\text{OCF}_2\text{COO-NH}_4^+$ ; CAS No. 908020-52-0; EFSA, 2011a). En la sección V de FOEN, 2017 se ha recopilado información adicional sobre alternativas al PFOA en la producción de fluoropolímeros, y se hace hincapié en la fabricación de fluoropolímeros en China y en los procesos de polimerización en emulsión acuosa sin emulsionante fluorado.

128. En el proceso de elaboración de la restricción de la UE se evaluaron tres alternativas al PFOA con grupos funcionales a base de éter (GenX, ADONA y EEA-NH<sub>4</sub>) que, por regla general, son más cortas y menos fluoradas (ECHA, 2015a, sección C3). sal  $\text{C}_3$  Dimer, ADONA y EEA-NH<sub>4</sub> se aplican como alternativas al uso del PFOA como agente de procesos en la polimerización, donde se aplica como emulsionante que permite a los reactantes de la fase acuosa y a los reactantes de la fase hidrófoba entrar en contacto en una emulsión y reaccionar entre sí (ECHA, 2015a)). Según ECHA, muchos de los interesados plantearon que no existen diferencias técnicas entre los fluoropolímeros producidos con las alternativas y los producidos con PFOA (o no saben si existe alguna diferencia) (ECHA, 2015a). Los fabricantes de fluoropolímeros plantearon durante la consulta pública de la UE, que el aumento de los costos de producción variaba de cero a 20% cuando se aplicaban las alternativas (ECHA, 2015a). Ese aumento es el resultado del costo más elevado de las alternativas, así como del aumento de las cantidades de alternativas necesarias para fabricar una unidad de fluoropolímero. Algunos usuarios intermedios señalaron que, como resultado de la sustitución del PFOA por alternativas, no se habían producido efectos en los costos.

<sup>21</sup> Nomenclatura de la UIQPA: 2,3,3,3-tetrafluoro-2-(heptafluoropropoxi)-propionato de amonio; núm. de CAS 62037-80-3.

129. Los datos toxicocinéticos de la sal Dimer C<sub>3</sub> indican poco metabolismo o ninguno, pero sí una rápida excreción. Presumiblemente se elimina y no se metaboliza en un plazo de entre 2 y 7 días (ratón), 10 y 11 horas (mono) y 4 y 48 horas (rata). La sal Dimer C<sub>3</sub> se clasifica como irritante de la piel y dañina para los ojos. Además, la administración reiterada provocó hepatomegalia e hipertrofia hepatocelular, así como necrosis de las células hepáticas con 0,5 mg/kg/día en ratones machos. En cuanto a su carcinogenicidad, en un estudio con ratas, que duró dos años, aparecieron tumores con altas dosis ( $\geq 50$  mg/kg/día). En lo que respecta a los riesgos para el medio ambiente (se extrajeron datos del expediente de inscripción) relacionados con la sal Dimer C<sub>3</sub>, se determinó que la sustancia probablemente no sea sumamente tóxica (LC/EC<sub>50</sub> >100 mg/l) ni crónicamente tóxica (NOEC >1 mg/l) para los organismos acuáticos. Tomando en consideración toda la información disponible, es imposible hacer una evaluación completa de la persistencia, bioacumulación y toxicidad que incluya la determinación de esos criterios conforme a la legislación sobre productos químicos de la Unión Europea (para orientación, véase ECHA, 2017a). Ahora bien, el solicitante de inscripción reconoce en el informe sobre seguridad del producto químico, que la sal Dimer C<sub>3</sub> cumple los requisitos de persistencia y toxicidad basándose en la toxicidad específica de determinados órganos tras la exposición reiterada (STOT RE 2). La sal Dimer C<sub>3</sub> probablemente cumpla los criterios de persistencia, bioacumulación y toxicidad de la legislación europea sobre productos químicos; véase el anexo XIII de REACH (ECHA, 2015a).

130. En cuanto a ADONA, se determinó que la sustancia era persistente. No se dispuso de datos sobre su carcinogenicidad. Respecto de los riesgos para el medio ambiente (se extrajeron datos del expediente de inscripción en el reglamento REACH) relacionados con ADONA, se llegó a la conclusión de que la sustancia probablemente no sea muy tóxica (LC/EC<sub>50</sub> >100 mg/l) ni crónicamente tóxica (NOEC >1 mg/l) para los organismos acuáticos. Tomando en consideración toda la información disponible, es imposible hacer una evaluación completa de las características de persistencia, bioacumulación y toxicidad. Es muy probable que la sustancia cumpla el requisito de persistencia del anexo III de REACH. A juzgar por los datos sobre toxicidad ambiental, la sustancia no cumple el requisito de toxicidad. En el expediente de inscripción no figura información toxicológica en relación con los seres humanos, de manera que los datos no son suficientes para sacar conclusiones sobre las propiedades PBT de la sustancia ni para refutarlas (ECHA, 2015a). Según un documento de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria de 2011, 3M informó de un período medio de eliminación de ADONA del organismo de tres trabajadores, que fluctuaba entre 12 y 34 días, mientras que eliminar la mitad del PFOA demoraba unos cuatro años en los seres humanos (véanse The Intercept, 2016 y EFSA, 2011b).

131. En otro estudio (Gordon, 2011) se evaluó la toxicidad de ADONA en estudios con dosis agudas y reiteradas en períodos de hasta 90 días, y en estudios de irritación de los ojos y la piel, sensibilización dérmica, genotoxicidad y toxicidad en el desarrollo. Se determinó que la sustancia era agonista del receptor alfa activado por proliferador de peroxisomas (PPAR $\alpha$ ) en ratas, moderadamente tóxico por vía oral y prácticamente sin toxicidad para la piel en estudios de toxicidad aguda en ratas. En los conejos, ADONA resultó ser un irritante leve de la piel y un irritante para los ojos de moderado a grave, así como un débil sensibilizador dérmico en ensayos locales de los ganglios linfáticos en ratones. ADONA no se consideró genotóxico. No se observó toxicidad en el desarrollo salvo en dosis tóxicas maternas. Respecto de ADONA como agonista del PPAR $\alpha$ , el hígado fue el órgano primordial elegido como objetivo en las ratas machos y el riñón, en las ratas hembras. El autor llegó a la conclusión de que el perfil de toxicidad de ADONA era aceptable para el uso al que estaba destinado como PPA y era superior al del APFO.

132. El EEA-NH<sub>4</sub> se considera persistente. Los datos proporcionados no son suficientes para determinar que no es bioacumulativo (B). En cuanto a los riesgos para el medio ambiente (los datos se extrajeron del expediente de inscripción) relacionados con el EEA-NH<sub>4</sub> no se determinó toxicidad aguda (LC/EC<sub>50</sub> >100 mg/l) para los organismos acuáticos. Sobre la base de toda la información disponible, no se puede llevar a cabo una evaluación completa de su persistencia, bioacumulación y toxicidad que tome en consideración la evaluación de esas características del PFOA. Es muy probable que la sustancia cumpla el requisito de persistencia del anexo III de REACH. A juzgar por los datos sobre toxicidad ambiental, la sustancia no cumple el requisito de toxicidad. Los datos sobre toxicidad para la salud humana se extrajeron del registro. El solicitante de inscripción señala que la sustancia está clasificada como tóxica para la reproducción en la categoría 2. Por esa razón, la sustancia cumple el requisito de toxicidad del anexo III y se sigue sospechando que es persistente, bioacumulativa y tóxica (ECHA, 2015a).

133. Se informó sobre las semividas de eliminación del suero de los dos PFECA, GenX (en ratas y ratones) y ADONA (en ratas y seres humanos) (ECHA, 2014b; EFSA, 2011b). Las semividas de eliminación del suero fueron más breves que la del PFOA, pero se consideró imposible llegar a una



conclusión sobre el potencial de bioacumulación de los PFECA y los PFESA debido a que en el reglamento no se había definido el umbral cuantitativo de las semividas de eliminación del suero como requisito de la bioacumulación, no se había elucidado la variación entre especies y, en muchos casos, en los estudios se utilizaron diferentes métodos de dosificación (por ejemplo, oral y no intravenosa, dosis única y no reiterada). De resultas de ello, fue imposible hacer una comparación directa de las semividas de eliminación de suero notificadas entre las sustancias (Wang y otros, 2015).

## **B. Sector de textiles y alfombras**

134. Recientemente se examinaron las propiedades, los resultados y los riesgos que entraña la química basada en la fluoración y la no fluoración para el acabado de los textiles en cuanto a su repelencia duradera al agua (Holmquist y otros, 2016); en las subsecciones que siguen se presenta una sinopsis de cada una de esas químicas.

### **Alternativas fluoradas de cadena corta**

135. Las sustancias basadas en fluorotelómeros de cadena corta que sustituyen a sus equivalentes de cadena larga se han clasificado como alternativas para muy diversos usos, entre ellos, en textiles y alfombras (USEPA, 2012).

136. Los polímeros fluorados de cadena lateral, que abarcan a las estructuras de carbono sin flúor y las cadenas laterales, que contienen una mezcla de grupos funcionales de fluorotelómeros 6:2 a 14:2 o grupos funcionales derivados del PFOSF, fueron usados en productos para el tratamiento de superficies de manera que los productos textiles, el cuero y las alfombras fuesen resistentes al agua y al aceite (Buck y otros, 2011). Se observa una tendencia a usar en las cadenas laterales homólogos de cadenas más cortas en sustitución de los derivados basados en fluorotelómeros o PFOSF de cadena larga (Ritter, 2010). Se han comercializado diversos productos para el tratamiento de superficies que contienen polímeros fluorados C<sub>4</sub> de cadena lateral derivados del fluoruro de perfluorobutano sulfonilo (PBSF) (Renner, 2006). Además, algunos fabricantes de fluorotelómeros (Ritter, 2010) han creado productos basados principalmente en materias primas a base de fluorotelómetros sumamente purificadas (en su mayoría 6:2), en particular copolímeros derivados de fluorotelómeros 6:2 y organosiloxano (Dow Corning, 2007). Se han comercializado alcoholes polifluoroalquilo de cadena corta, como los alcoholes fluoroteloméricos 3:1 y 5:1 (FTOH), que pueden usarse como pilares para los polímeros fluorados de cadena lateral (Wang y otros, 2013).

137. Se dispone de alternativas químicas a los compuestos conexos del PFOA usados para repeler manchas y agua, que incluyen aplicaciones para el tratamiento de superficies de textiles y alfombras a base de polímeros de acrilato, metacrilato, adipato y uretano. En lo que respecta a los PFAS de cadena corta, se han aplicado sustancias basadas en PBSF y fluorotelómeros 6:2, incluso polímeros. Según diversos estudios científicos y la Declaración de Madrid (Declaración de Madrid, 2015), una declaración internacional de consenso científico, estos compuestos han sido motivo de preocupación en cuanto a su persistencia y bioacumulación y no deben considerarse alternativas aceptables con arreglo a los criterios establecidos en el documento de Orientación sobre alternativas del Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes (véase UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6, sección 3).

138. Los compuestos basados en la química de los fluorotelómeros de base  $\leq C_6$  se usan para fabricar productos fluoroteloméricos, lo cual es un indicio de la viabilidad técnica de esta alternativa. Se deben aplicar volúmenes más altos para lograr el mismo resultado técnico, ya que los costos de los productos a base de fluorotelómeros  $\leq C_6$  son más altos (ECHA, 2015a).

139. En cuanto a los productos fluoroteloméricos basados en alcohol fluorotelomérico 8:2 (FTOH 8:2), el FTOH 6:2 de cadena corta se usa como alternativa. Esta sustancia no degradará a PFOA, sino más bien a otros ácidos, como el ácido perfluorobutanoico (PFBA), el ácido perfluoropentanoico (PFPeA), el ácido perfluorohexanoico (PFHxA), y el ácido 2H,2H,3H,3H-undecafluoro octanoico (ácido fluorotelomérico 5:3) (ECHA, 2015a). Según otro estudio (Ellis y otros, 2004), el ácido perfluoroheptanoico (PFHpA) también se forma por la degradación atmosférica del FTOH 6:2, y se afirma que el PFHpA y el PFHxA son los PFCA que con más abundancia se forman por oxidación atmosférica del FTOH 6:2. En los residuos que van a parar a los suelos, posiblemente no haya ácido 5:3 para la ulterior biodegradación (Liu y otros, 2010a; Liu y otros, 2010b). En fangos activados, el FTOH 6:2 también experimenta una rápida biotransformación primaria, y más del 97% del FTOH 6:2 se puede convertir en por lo menos nueve productos de transformación al cabo de tres días. Los principales productos de la biotransformación son los ácidos 5:3 PFHxA y PFPeA (Zhao y otros, 2013b). En un estudio, en el que se usó un sistema de sedimentos fluviales aeróbicos (Zhao y otros, 2013a) se encontraron también productos de

biotransformación análogos. En la sección II de FOEN, 2017), se puede consultar información adicional sobre la transformación/degradación de los fluorotelómeros 6:2.

140. Según un estudio patrocinado por FluoroCouncil, en el que se examinan datos de estudios científicos publicados e inéditos, las alternativas químicas fluoradas al PFOA (FTOH 6:2, PFHxA/PFHx, metacrilato 6:2 y acrilato 6:2) no cumplen los criterios generales establecidos en el Convenio de Estocolmo para los COP. En el estudio se llega a la conclusión de que el FTOH 6:2 cumple los criterios del Convenio de Estocolmo para los COP (cumple los criterios de transporte en la atmósfera, pero hace falta información adicional para determinar si las concentraciones en lugares apartados son motivo de posible preocupación, según el anexo D, párrafo 1 d) i) persistencia, bioacumulación, ecotoxicidad y toxicidad para los seres humanos, no cumplidos). El PFHxA y su anión PFHx cumplen los criterios de persistencia, porque probablemente sean persistentes en el medio ambiente, aunque no se disponga de datos sobre el período medio de degradación del PFHxA en el suelo, los sedimentos y el agua. Los criterios de bioacumulación, transporte a larga distancia en el medio ambiente, ecotoxicidad y toxicidad para los seres humanos no se han cumplido (FluoroCouncil, 2014a). En un informe más reciente basado en la evaluación previa se examinaron estudios recién publicados y se respaldó la conclusión inicial de que ninguno de los PFAS de cadena corta analizados (FTOH 6:2, PFHxA/PFHx, metacrilato 6:2 y acrilato 6:2) cumplía los criterios establecidos en el Convenio de Estocolmo para los COP (FluoroCouncil, 2016b). Con todo, es posible que las alternativas y las mezclas alternativas muestren características peligrosas que deberían evaluarse antes de considerar la posibilidad de que esas sustancias sean alternativas idóneas.

141. Los riesgos relacionados con la química de cadena corta se explican en detalle en las secciones C.2.2 (riesgos para la salud humana) y C.2.3 (riesgos ambientales) de ECHA, 2015a). Las principales conclusiones en relación con el FTOH 6:2 basadas en varios estudios (Lindeman y otros, 2012; Maras y otros, 2006; Martin y otros, 2009; Mukerji y otros, 2015; Oda y otros, 2007; Ishibashi y otros, 2007; Vanparys y otros, 2006; todos citados en ECHA, 2015a) se describen en el documento de antecedentes de esta evaluación de la gestión de los riesgos (UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6, sección 4). FluoroCouncil ha hecho una recopilación de otros estudios disponibles sobre los PFAS de cadena corta<sup>22</sup>.

142. El FTOH 6:2 experimentará una biotransformación que producirá PFCA con un contenido de tres a cinco átomos de carbono fluorado. Estos PFCA son estructuralmente parecidos al PFOA, y solo difieren en el número de átomos de fluorocarbonos. Estos PFCA de cadena corta son igualmente persistentes en el medio ambiente y no pueden degradar más en condiciones bióticas o anabióticas (ECHA, 2015a). No obstante, se espera que el potencial de bioacumulación de los PFCA con <7 fluorocarbonos sea menor que el del PFOA (Conder y otros, 2008).

143. Cabe esperar que los metabolitos de FTOH 6:2 sean persistentes, tengan un potencial más bajo de bioacumulación en la biota y los seres humanos y menos toxicidad para los organismos acuáticos que el PFOA (ECHA, 2015a). Ahora bien, los PFCA de cadena corta son más móviles que el PFOA en un medio acuoso, y posiblemente sean capaces de contaminar el agua potable (Eschauzier y otros, 2013; Gellrich y otros, 2012). Asimismo, posiblemente se acumulen más en las verduras, que pueden ser otra vía de exposición diferente (Krippner y otros, 2015; Blaine y otros, 2014). Los resultados de otro estudio indican que los ácidos carboxílicos fluoroteloméricos son mucho más tóxicos para los invertebrados acuáticos y las especies vegetales que sus PFCA correspondientes (Mitchell y otros, 2011). No obstante, se debe tomar en consideración el hecho de que las concentraciones en el medio ambiente pueden cambiar con el tiempo, sobre todo si se usan cantidades mayores como resultado de la eliminación del PFOA, sus sales y las sustancias conexas del PFOA.

144. Las características como contaminantes orgánicos persistentes plantean preocupaciones en cuanto a la idoneidad de algunas alternativas fluoradas al PFOA, entre ellas PFHxS, PFHpA, PFHxA, PFBS, PFBA, FTOH 4:2, FTOH 6:2, ácido fluorotelomérico 6:2 (FTA 6:2) y sulfonato fluorotelomérico 6:2 (FTS 6:2). Debido a sus propiedades muy persistentes y muy bioacumulativas, el PFHxS fue añadido por unanimidad por los Estados miembros de la UE en la lista REACH de sustancias que suscitan una gran preocupación (ECHA, 2017b). Además, Noruega propuso recientemente la inclusión del PFHxS en el Convenio de Estocolmo. Estas características son motivo de preocupación en lo que respecta al cumplimiento de los párrafos 3 y 4 del artículo 3 Se dispone de información específica y de referencias relacionadas con los efectos perjudiciales de estas alternativas (UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6, sección 5).

---

<sup>22</sup> Véase <https://fluorocouncil.com/Resources/Research>.

*Alternativas que no contienen flúor*

145. Según representantes de la industria textil (VTB SWT (2016), existen alternativas que no contienen flúor, entre ellas las parafinas, los siloxanos modificados alfaolefinos, las resinas de melamina modificada por ácidos grasos y los poliuretanos modificados con ácidos grasos, que se usan en prendas de vestir ordinarias y para uso al aire libre, que tienen un bajo nivel de repelencia (VTB SWT, 2016). En algunos casos, cuando se aplican alternativas sin flúor, no se pueden cumplir los requisitos de calidad aplicables a los productos textiles de uso profesional, técnico y de protección debido, por ejemplo, a que carecen de propiedades de repelencia a los productos químicos, las grasas y el polvo o a todos ellos, no resisten suficientemente la abrasión o el lavado, sobre todo en aplicaciones de limpieza industrial y química, repelen mal el polvo seco, carecen de resistencia tanto a los cambios de temperatura como de estabilidad a los rayos UV, ya que bloquean las membranas respirables (por ejemplo, en indumentaria de protección tras algunos ciclos de lavado) o presentan opciones limitadas en relación con otros procedimientos (VTB SWT, 2016).

146. Entre la gama de agentes hidrófugos y sin fluorocarbonos para el acabado de productos textiles figuran productos comerciales como BIONIC-FINISH®ECO y RUCO-DRY® ECO, comercializados por Rudolf Chemie Ltd., Geretsried/Alemania; Purtex® WR, Purtex® WA, Purtex® AP, comercializados por el Grupo Freudenberg de Weinheim (Alemania); y ecorepel®, comercializado por Schoeller Technologies AG, de Sevelen (Suiza) (Convenio de Estocolmo, 2014).

147. Respecto de las propiedades hidrófugas, son varias las sustancias que se pueden aplicar en lugar de las sustancias muy fluoradas, aunque son raras las alternativas para los agentes que repelen la grasa y el polvo. Las alternativas hidrófugas más notables son los agentes basados en siliconas, como los polidimetilsiloxanos (PDMS) de alto peso molecular, las mezclas de siliconas y cloruro estearamidometilpirriden (a veces en combinación con carbamida (urea) y resinas de melamina), ceras y parafinas (que, por regla general, consisten en resinas modificadas a base de melamina) y dendrímeros, que se están creando para que imiten la capacidad de la flor de loto de repeler el agua (Organismo Sueco de Productos Químicos, 2015).

148. Según los productores, los repelentes de parafinas son emulsiones líquidas que no se deben clasificar como peligrosas para la salud. Sin embargo, algunos de los ingredientes señalados parecen ser peligrosos. El principal ingrediente en la mayoría de los productos es el aceite o la cera de parafina (mezclas de alcanos de cadena larga), que se consideran inocuos en forma pura. Algunos productos contienen también isocianatos, dipropilenglicoles, sales metálicas u otras sustancias desconocidas que pueden ser peligrosas. La mayoría de los componentes son fácilmente biodegradables y no se bioconcentran ni acumulan en los organismos ni en las cadenas alimentarias, mientras que la toxicidad para los organismos acuáticos y terrestres es insignificante, aun cuando se trate de concentraciones que excedan la solubilidad en el agua (Organismo Danés de Protección Ambiental, 2015b).

149. La mayoría de las siliconas aplicadas en los agentes de impregnación de textiles se basan en PDMS. Son inertes y, en general, no surten efectos adversos. Varios siloxanos, sobre todo los siloxanos cíclicos conocidos como D4, D5 y D6 y algunos siloxanos lineales específicos, son productos intermedios para la síntesis de polímeros de silicona usados en la impregnación de textiles. Los siloxanos son persistentes y están dispersos en todo el medio ambiente. En la mayoría de los casos, se detectan en las zonas urbanas y en el medio acuático. Se han encontrado niveles elevados en el hígado de peces que han sido capturados cerca de los desagües de las plantas de tratamiento de aguas residuales. Por regla general, los siloxanos se extraen de la fase acuosa mediante sedimentación, y exhiben una larga vida media en los sedimentos. En el suelo, los siloxanos se transforman, según las condiciones, en hidroxilos, que incluso pueden ser persistentes (Organismo Danés de Protección Ambiental, 2015b); para más información, véanse también P05, 2012 y Davies, 2014). En el Canadá se ha llegado a la conclusión de que el D4 está siendo liberado al medio ambiente en cantidades o concentraciones, o en condiciones, que tienen –o podrían tener– efectos perjudiciales a plazos medio o largo en el medio ambiente o su diversidad biológica.

150. Por lo que respecta a los repelentes a base de dendrímeros, no hay datos sobre las propiedades de las sustancias activas y otros componentes que afecten a la salud, pero los fabricantes de productos comerciales han proporcionado datos relacionados con la salud en las fichas de datos sobre seguridad de los materiales y han formulado algunas propuestas para la clasificación del producto. Según la información recibida de los productores, estos productos no deberían clasificarse entre los peligrosos para el medio ambiente, aunque la información disponible no permite sopesar esa afirmación (Organismo Danés de Protección Ambiental, 2015b). No se especificó suficientemente la composición de esos productos para poder hacer una evaluación, pero algunos de ellos contienen siloxanos desconocidos, polímeros catiónicos, isocianatos o ácidos orgánicos irritantes. Para resumir, la información sobre este grupo de productos químicos es insuficiente para hacer una evaluación sobre

los posibles efectos en la salud de los agentes de impregnación (para más información, véanse también P05, 2012 y Davies, 2014).

151. En un estudio reciente se señaló que las alternativas químicas no fluoradas posiblemente cumplieran los requisitos de repelencia al agua de las prendas de vestir para exteriores. Los autores plantean que es un uso excesivo de tecnología recurrir a la química a base de PFAS en las prendas de vestir para exteriores y que se podrían lograr importantes beneficios ambientales y toxicológicos aplicando la química no fluorada en esos artículos (Observaciones de la Red de Eliminación de COP sobre el segundo proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos en referencia a Hill y otros, 2017).

#### *Alternativas no químicas*

152. En lo que respecta a los productos textiles, una de las tecnologías alternativas que no utilizan productos químicos son las telas con tejido muy tupido. Otra tecnología es la denominada membrana de ósmosis inversa que comprende láminas sumamente delgadas hechas con materiales a base de polímeros y construidas de manera que sea altamente impermeable al agua en forma líquida, pero permeable al vapor de agua, lo que hace que la tela sea respirable. Una alternativa al politetrafluoroetileno es un compuesto de poliéster hidrófobo y un polímero hidrófilo que forman una microestructura capaz de permitir a la tela respirar (Organismo Sueco de Productos Químicos, 2015).

153. El Organismo Sueco de Productos Químicos presenta un ejemplo de iniciativa internacional para hallar alternativas sin flúor (Organismo Sueco de Productos Químicos, 2015. Huntsman Textile Effects, que es un proveedor mundial de tintes y otros productos químicos para la industria textil, empezó a colaborar con DuPont con el objeto de crear un nuevo producto con propiedades repelentes al agua. A juzgar por la información proporcionada por las empresas, se trata del primer agente de tratamiento repelente al agua del sector, que consta totalmente de material renovable, 63% del cual se obtiene de materias primas vegetales (Ecotextile News, 2015; citado por el Organismo Sueco de Productos Químicos, 2015). Según el fabricante, el acabado es hasta tres veces más duradero que los repelentes actuales que no contienen flúor, mantiene la respirabilidad de la tela para la máxima comodidad, es compatible con productos auxiliares de acabado ordinarios (en particular resinas y agentes de reticulación) y no se fabrica con organismos genéticamente modificados (Chemours, 2017).

154. La empresa Pyua ha creado una tecnología (CLIMALOOPTM), que no utiliza fluorocarbonos y promete altos rendimientos en cuanto a la impermeabilidad, la respirabilidad y la impenetrabilidad del viento. La tecnología se basa en material reciclado y se ha creado para usarse en aplicaciones duraderas al aire libre. Además, cada producto de Pyua es totalmente reciclable y se produce de manera ecológica y socialmente sostenible (Pyua, 2017).

### **C. Espumas ignífugas**

#### *Alternativas fluoradas de cadena corta*

155. En los últimos años, los fabricantes de EAFP a base de fluorotelómeros han estado sustituyendo los surfactantes fluorados de cadena larga con surfactantes fluorados de cadena corta (PNUMA, 2017). Se crearon EAFP basadas en fluorotelómeros 6:2 puros para sustituir los productos anteriores basados en una mezcla de fluorotelómeros 6:2 y 8:2 fundamentalmente (Klein, 2012; Kleiner y Jho, 2009). DuPont, por ejemplo, comercializó dos EAFP basadas en fluorotelómero de sulfonamida alquilbetaína 6:2 (FTAB 6:2) o fluorotelómero de aminóxido de sulfonamida 6:2 (Wang y otros, 2013). Los proveedores que ofrecen un conjunto de surfactantes basados en fluorotelómeros de cadena corta son Chemguard, Chemours y Dynax (PNUMA, 2017).

156. Las alternativas químicas son los fluorotelómeros de base C<sub>6</sub>, como el fluorotelómero 6:2 de sulfonilbetaína, que a veces se combina con hidrocarburos, y el producto de 3M dodecafluoro-2-metilpentan-3-uno. Se desaconseja el uso de las alternativas fluoradas debido a la liberación directa de sustancias al medio ambiente y a que se han detectado compuestos de base C<sub>6</sub> en el medio ambiente, incluso en el Ártico, los seres humanos y la flora y fauna silvestres (véase UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6) (Red de Eliminación de COP, 2016).

#### *Alternativas sin flúor*

157. El mercado sueco ofrece diversas espumas clase B sin flúor, lo que indica la viabilidad técnica de esta alternativa. La espuma ignífuga Moussoll-FF 3/6 fue introducida en un aeropuerto sueco y se degrada a dióxido de carbono y agua en el medio ambiente. Se considera eficaz en la lucha contra incendios en los aeropuertos, donde hay que cumplir rigurosas normas de seguridad. Swedavia, que es la propietaria de diez aeropuertos suecos, entre ellos los de Arlanda y Landvetter, había estado usando antes espumas ignífugas a base de flúor, pero en junio de 2011 cambió a la alternativa sin flúor. En 2011 las Fuerzas Armadas de Suecia comenzaron a eliminar el uso de sustancias perfluoradas en

las espumas ignífugas usadas en el país. En estos momentos, las Fuerzas Armadas de Suecia utilizan una espuma ignífuga a base de fluorotelómero, es decir que la sustancia se descompone en sustancias perfluoradas (para más detalles, véase Organismo Sueco de Productos Químicos, 2015). Los aeropuertos, las instalaciones militares y diversas empresas que realizan operaciones frente a las costas de Noruega también han introducido espumas sin flúor (Observaciones de Noruega sobre el tercer proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos).

158. En lo que respecta a las espumas ignífugas, en un estudio (RPA, 2004) se estimó que el costo de las alternativas sin flúor era aproximadamente entre un 5% y un 10% mayor que el de las espumas fluorosurfactantes. La información proporcionada por un fabricante de alternativas sin flúor indica que el costo disminuiría, si la demanda aumentara (Poulsen y otros, 2005). En este estudio no se consideraron los costos asumidos por la empresa de seguir dependiendo de las espumas fluorosurfactantes, entre ellos los costos de la descontaminación de las aguas subterráneas, la contaminación de los medios acuáticos, la subsistencia y los pescadores comerciales y los costos de salud ambiental y pública (Observaciones de la Red de Eliminación de COP sobre el segundo proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos). Los costos de por vida de usar EAFP, fluoroproteína (FP) o fluoroproteínas formadoras de películas (FPFP) sobrepasan con creces los de las espumas sin flúor simplemente debido a las obligaciones legales y financieras que entraña el uso de una espuma basada en productos químicos fluorados (véase Gobierno de Queensland, 2016a y 2016b), como ya se señaló, lo que incluye la infracción de las condiciones establecidas en las licencias de explotación y daños a la reputación y a la imagen de la marca (véase Klein, 2013). El cúmulo de pruebas existentes indica que la contaminación de las aguas subterráneas con productos químicos fluorados es un problema actual grave que afecta a la agricultura, la pesca, los precios de los bienes raíces y tiene considerables repercusiones en la política y el interés de la opinión pública y trae consigo consecuencias legales sumamente costosas y perjudiciales. Los costos de descontaminación no dejan de ser elevados, sobre todo fuera del lugar, lo que se complica debido al alto costo de los análisis y de los servicios consultoría en el caso de la contaminación ambiental con productos fluorados de la descomposición de EAFP, FP o FPFP (véase, por ejemplo, Klein, 2013).

159. Las orientaciones para las mejores técnicas disponibles y mejores prácticas ambientales para el uso del PFOS y sustancias químicas afines incluidas en la lista del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (PNUMA, 2017) confirman la existencia de espumas fluoradas que ya se están usando. Según un examen realizado por el Gobierno de Queensland (Australia), se reconoce que muchas espumas sin flúor “cumplen las normas más estrictas de extinción de incendios y superan los resultados obtenidos con espumas fluoradas formadoras de películas en diversas circunstancias” y que las espumas sin flúor son utilizadas ampliamente en los aeropuertos y otras instalaciones, entre otras, las plataformas de extracción de petróleo y gas (véase Gobierno de Queensland, 2016b). Según las Fuerzas Armadas de Suecia, es difícil encontrar alternativas sin flúor que cumplan requisitos de seguridad específicos (véase Organismo Sueco de Productos Químicos, 2016).

160. Los fabricantes y algunos usuarios señalan que las espumas ignífugas sin flúor no surten efectos ignífugos comparables a los de las espumas con fluorosurfactantes. A diferencia de lo que ocurre con las espumas ignífugas a base de flúor, hace falta aproximadamente el doble de agua y de concentrado espumoso para extinguir incendios líquidos. Según algunos fabricantes de espumas con fluorosurfactantes, algunos análisis confirman que las espumas ignífugas sin flúor posiblemente brinden menos protección contra la reignición, lo que imposibilita aplicar esta alternativa en determinadas operaciones (Organismo Sueco de Productos Químicos, 2015). Según la Coalición sobre Espumas Ignífugas (FFFC, por sus siglas en inglés), las espumas acuosas formadoras de películas que contienen fluorosurfactantes a base de fluorotelómeros son las más eficaces que existen actualmente para extinguir incendios causados por líquidos inflamables en aplicaciones militares, industriales, municipales y en la aviación. Los datos obtenidos en ensayos proporcionados por los Laboratorios de Investigaciones Navales de los Estados Unidos (NRL) (NRL, 2016) demostraron que, en ensayos combinados de extinción de incendios, una EAFP logró la extinción total con la espuma sin flúor en 18 segundos y no en 40 segundos. En ensayos de degradación de las espumas, la espuma sin flúor degradó al cabo de 1 a 2 minutos, mientras que la EAFP demoró 35 minutos en degradarse. La FFFC no comparte la opinión de que ya no son necesarias las EAFP y recomienda su uso solo en circunstancias específicas, en que se corra un riesgo de envergadura debido a un líquido inflamable y que, al usar las EAFP, se apliquen todas las medidas disponibles para minimizar las emisiones al más bajo nivel posible (FFFC, 2017). No obstante, los factores de bloqueo (por ejemplo, la supresión del vapor) fueron indistinguibles entre la espuma sin flúor y las dos EAFP que se usaron en el ensayo (Williams y otros, 2011). Los aeropuertos y las empresas que operan frente a la costa en todo el mundo han introducido las espumas sin flúor y están satisfechas con los resultados.

161. Un fabricante de espumas español presentó los resultados de una serie de nuevos ensayos en incendios (Wilson, 2016) realizados con cinco agentes (C<sub>6</sub>) EAFP de cadena corta y cinco espumas sin flúor, disponibles todos ellos en el mercado (los ensayos se realizaron con cuatro combustibles diferentes: gasolina, heptano, combustible de turbina de aviación (jet A1) y diésel). Quedó demostrado que las EAFP de cadena corta lograban resultados considerablemente mejores que las espumas sin flúor con todos los combustibles, menos el diésel. Ninguna de las espumas sin flúor logró extinguir el incendio con jet A1 (el combustible usado en las pruebas contra incendios de la Organización de Aeronáutica Civil Internacional (OACI), que determina la admisibilidad de espumas para su uso en los aeropuertos en muchos países) (FFFC, 2017). Sin embargo, en el mercado se pueden adquirir espumas sin flúor certificadas para diferentes grados por la OACI (cuyo uso se exige en los aeropuertos civiles) (véase FFFP, 2017) y ya se han introducido en la práctica en los aeropuertos (véase el párrafo precedente).

162. El Instituto de Control de Incendios y Desastres de Heyrothsberge (Alemania) realizó pruebas con seis espumas ignífugas sin flúor resistentes al alcohol y una espuma que contenía PFAS para determinar su capacidad de extinción de incendios causados por cinco líquidos polares diferentes. Los autores llegaron a la conclusión de que se dispone de espumas sin flúor que logran resultados parecidos a los de las espumas que contienen PFAS (véase Keutel y Koch, 2016).

#### **D. Papel y envasado de alimentos**

##### ***Alternativas fluoradas de cadena corta***

163. Los fabricantes de fluorotelómeros han creado productos a base de fluorotelómeros 6:2 con el objeto de sustituir productos anteriores, como los polímeros fluorados de cadena lateral y los diésteres de fosfato que eran la base de derivados de fluorotelómeros de cadena más larga (Loi y otros, 2013). Por ejemplo, en el Inventory of Effective Food Contact Substance (FCS) Notifications of the United States Food and Drug Administration (Inventario de Notificaciones de Sustancias de contacto efectivo con alimentos de la Administración de los Estados Unidos de Alimentos y Medicamentos), se han registrado varios polímeros fluorados de cadena lateral a base de fluorotelómero 6:2, entre ellos, por ejemplo, productos de Asahi o Daikin (Wang y otros, 2013). Sin embargo, según informes presentados por la Red de Eliminación de COP, la opinión pública carece de información acerca de su toxicidad y sus propiedades como contaminantes orgánicos persistentes.

164. Un fabricante mundial de productos químicos especiales recibió en 2015 la aprobación de contactos con alimentos de la Administración Federal de los Estados Unidos para la Alimentación y los Medicamentos para un aditivo que no contiene PFOA y aporta al papel y al cartón una gran impermeabilidad al aceite, la grasa y el agua. El aditivo también cumple las recomendaciones de uso como agente de refinado y recubrimiento de superficies en el papel y el cartón que han de usarse para aplicaciones de contacto con alimentos. El aditivo se basa en un polímero fluorado de cadena lateral basado en un fluorotelómero 6:2 de intercambio catiónico y constituye una poderosa y perdurable barrera tanto para la grasa como para el agua. Según los fabricantes, debido a sus propiedades de rendimiento y a su perfil ambiental, se considera que el aditivo es especialmente idóneo para ser usado tanto en aplicaciones de prensado o en húmedo para producir cajas y envolturas de comida rápida, envases para sopas, papel de envolver mantequilla y etiquetas para botellas de aceite. También se puede usar perfectamente en la producción de platos y tazas de pulpa moldeados y para envasar alimentos para mascotas (AMR, 2015).

165. La FDA no autoriza actualmente el uso de sustancias fluoradas de cadena larga en aplicaciones de envasado de alimentos. La FDA eliminó las últimas sustancias obsoletas de cadena larga afines al PFOA del 21 CFR 176.170 en 2016 (véase 81 Fed. Reg. 5–8). Cualesquiera otras aprobaciones de la FDA en 2015 en relación con un revestimiento resistentes aplicados al papel o cartón serían alternativas de cadena corta y habrían pasado el proceso de notificación de contacto con alimentos.

##### ***Alternativas que no contienen flúor***

166. Al menos un fabricante de Noruega ha creado una alternativa sin flúor para producir papel de alta densidad capaz de impedir el paso de la grasa (Organismo Sueco de Productos Químicos, 2015). El productor noruego de papel, Nordic Paper, está usando procesos mecánicos para producir papel extra denso que inhibe la fuga de grasa a través del papel, sin usar ningún producto químico persistente<sup>23</sup>.

<sup>23</sup> Información recibida de la Dirección General Noruega para el Control de la Contaminación (antes Statens Forurensningstilsyn), 2009.

167. En los documentos Norden 2013, SFT 2007 y Nordic Ecolabelling 2014 se ofrece más información. Nordic Ecolabelling 2014 indica que, en el caso de la impregnación y revestimiento, se puede tratar la superficie del papel con almidones, alginatos, CMC (carboximetilcelulosa), compuestos de cromo, productos químicos fluorados o siliconas. Se pueden utilizar compuestos organoestánicos como catalizadores en el revestimiento con silicona de papel resistente a la grasa y pueden pasar a los alimentos que entren en contacto con el papel. Se menciona específicamente al buliastaño como catalizador en el papel. Ecolabel establece requisitos para prevenir la presencia de cromo, compuestos fluorados, en los casos que no se puedan emplear agentes de pintura/revestimiento basados en solventes, D4 y D5 y catalizadores organoestánicos en el tratamiento con siliconas. Estas sustancias pueden emplearse en otros casos y por ello se importan a Europa.

168. El BfR (Bundesinstitut für Risikobewertung) de Alemania mantiene una base de datos sobre recomendaciones relativas a materiales que podrían entrar en contacto con los alimentos, incluidas sustancias fluoradas y no fluoradas<sup>24</sup>.

### 2.3.3 Usos respecto de los cuales aún no se han determinado alternativas

#### A. Productos textiles técnicos con requisitos de alto rendimiento

169. Las asociaciones industriales señalaron que, sobre todo la esfera de los textiles de uso profesional, técnico y de protección y otros textiles avanzados (por ejemplo, para los separadores de celdas de combustible en el caso de innovaciones de movilidad electrónica), en estos momentos no se dispone de alternativas que estén a la altura de la demanda de los requisitos legales y los usuarios. Sin embargo, se admite que los productos textiles que solo deben cumplir los requisitos de bajo rendimiento (por ejemplo, ropa estándar, textiles estándar de uso en exteriores), que antes se trataban con compuestos conexos del PFOA, pueden tratarse con productos C<sub>6</sub> o incluso con alternativas sin flúor (VTB SWT, 2016; Euratex, 2016).

170. Los interesados plantean que los textiles de protección con acabado a base de química de C<sub>6</sub> necesitan gran cantidad de productos a base de C<sub>6</sub> para el acabado inicial y reiteradas impregnaciones profesionales con más productos a base de C<sub>6</sub> después de cada lavado para cumplir las rigurosas normas de seguridad; esto daría por resultado nuevas emisiones de PFAS debido a que se usaría una mayor cantidad de productos químicos que con la química a base de C<sub>8</sub> (VTB SWT, 2016). En este contexto, se mencionó que, durante todo el ciclo de vida, en el caso de los productos textiles de uso técnico tratados con acabado a base de fluorotelómeros 6:2 se suelen registrar emisiones totales de PFAS 4 a 8 veces más frecuentes que las emisiones observadas cuando se aplica la química a base de C<sub>8</sub> (Euratex, 2016).

171. La industria textil informó de que la química a base de C<sub>8</sub> puede cumplir los elevados requisitos relacionados con la repelencia de líquidos y polvos peligrosos y al mismo tiempo surtir un efecto perjudicial de menor importancia como pirorretardante. Esta combinación preferible de los dos efectos no se puede obtener con productos a base de C<sub>6</sub>. Es más, se planteó que los textiles de uso técnico y de protección evitan que los trabajadores sean contaminados por líquidos o sustancias peligrosas (por ejemplo, líquidos infecciosos). Por eso, es posible que ocurran graves problemas para la salud si se descuida la reimpregnación, que es obligatoria debido a que, con el tiempo, se van perdiendo las características protectoras (VTB SWT, 2016, (TM, 2016).

#### B. Industria de creación de imágenes e impresión

172. Según I&P Europe, los compuestos conexos del PFOA fueron sustituidos con éxito con productos químicos no perfluorados, productos químicos con cadenas perfluoradas cortas (C<sub>3</sub> y C<sub>4</sub>), telómeros y reformulaciones. Sin embargo, aún queda un pequeño número de usos importantes. Los compuestos conexos del PFOA se consideran necesarios para la aplicación de capas de recubrimiento durante la fabricación de algunos productos fotográficos convencionales aún en uso (por ejemplo, productos en los que la formación de la imagen se basa en la tecnología del haluro de plata). Además de servir como surfactantes, agentes de control estático (importantes para prevenir lesiones a los trabajadores, daños al equipo de producción y a los productos y el peligro de incendio y explosión (I&P Europe, 2016b), repelentes del polvo durante las operaciones de recubrimiento y agentes de control de la fricción, proporcionan adhesión controlada a las capas recubiertas y se consideran excepcionales, ya que combinan todas estas propiedades en una sola molécula sin mostrar efectos adversos en los resultados fotográficos (I&P Europe, 2016a).

<sup>24</sup> [https://bfr.ble.de/kse/faces/DBEmpfehlung\\_en.jsp](https://bfr.ble.de/kse/faces/DBEmpfehlung_en.jsp).

173. Es imposible hacer una estimación de los costos de sustituir los usos pertinentes que aún quedan de las sustancias conexas del PFOA en la industria fotográfica y tipográfica. Las fórmulas que se utilizan en el recubrimiento de imágenes están patentadas y son diferentes en cada empresa y para cada producto. Por eso, cada empresa establece costos diferentes al cambiar la composición de las formulaciones, por lo que puede demorar varios años la labor de investigación y desarrollo (al crear alternativas, no solo se evalúa el comportamiento de las sustancias, sino también cuestiones relacionadas con el medio ambiente, la salud y la seguridad). La industria considera prohibitivos los costos económicos relacionados con la sustitución de las sustancias conexas del PFOA para los pocos usos críticos que aún quedan en el sector fotográfico y tipográfico. Esos usos críticos se refieren a productos de consumo limitado en mercados que, según proyecciones de los miembros de IP Europe, irán progresivamente a menos (I&P Europe, 2016a).

**C. Industria de semiconductores**

174. Todo parece indicar que en la industria de semiconductores se dispone de alternativas que no usan PFOA para algunas aplicaciones, por ejemplo, su uso como surfactantes. Sin embargo, se mantienen algunos usos relacionados con sustancias conexas del PFOA como componente en el proceso y en formulaciones químicas para etapas de aplicaciones muy especializadas (por ejemplo, para aplicaciones fotolitográficas). En un estudio realizado en 2010, se llegó a la conclusión de que en el caso de empresas que usan PFOA en sus aplicaciones fotolitográficas, habrá que dictar derogaciones para poder continuar la producción (van der Putte y otros, 2010). Según representantes de la industria de semiconductores, tal vez no existan alternativas para algunas aplicaciones, y la industria necesita contar con una gran cantidad de tiempo para seleccionar, ensayar y cualificar los productos sustitutos antes de introducirlos en la producción comercial. No se ha determinado el tiempo que hará falta para la transición (véase SIA, 2017). En una exención temporal se podría establecer el plazo necesario para propiciar que continúe la transición hacia alternativas apropiadas en los procesos de fabricación de semiconductores. La SEMI señala, además, que esta exención debería adoptar la forma de un fin aceptable (véase SEMI, 2017).

**D. Uso de la sulfluramida**

175. Actualmente, los ingredientes activos registrados en el Brasil para producir cebos para el control de las hormigas cortadoras de hojas son la sulfluramida, el fipronil y el clorpirifos. El clorpirifos ya no se utiliza como cebo para insectos en el Brasil para el control de las hormigas cortadoras de hojas (UNEP/POPS/POPRC.12/INF/15/Rev.1). Se ha cuestionado la eficacia de estas sustancias, es por ello que el Brasil está estudiando nuevas alternativas. Según la información contenida en el anexo F de la presentación realizada por el Brasil, aún no es posible sustituir con eficacia la sulfluramida en el Brasil con otros productos registrados comercializados para el mismo fin (UNEP/POPS/POPRC.12/INF/15/Rev.1, UNEP/POPS/COP.7/INF/21).

176. Según el Brasil, el fenoxicarb, el piriproxifeno, el diflubenzurón, el teflubenzurón, la silaneafona, el tidiazurón, el teflurón, la prodrona, el abamectín, el metopreno, el hidrametilnón, el ácido bórico, algunos insecticidas del grupo de los neonicotinoides, piretoides, espinosinos, etc., han sido ensayados en hormigas cortadoras de hojas, pero no resultaron efectivos (UNEP/POPS/POPRC.12/INF/15/Rev.1).

177. De conformidad con la decisión SC-6/7, el Brasil debía realizar un estudio para obtener información de homólogos sobre la viabilidad de utilizar alternativas al PFOS, sus sales, el PFOSF y sus productos químicos conexas como parte de un enfoque integrado de gestión de plagas y presentarlos a la Secretaría. En el estudio se llegó a la conclusión de que, tomando como base la viabilidad técnica, los efectos sobre los humanos y el medio ambiente, el costo y la eficacia y la disponibilidad y viabilidad, cabía decir que no existen alternativas para sustituir el uso de la sulfluramida para el control de las hormigas cortadoras de hojas (Información del Brasil, 2016)<sup>25</sup>.

178. En el documento UNEP/POPS/POPRC.12/INF/15/Rev.1 figura información sobre los volúmenes. Se destacó que existen algunos informes que indican que la sulfluramida puede degradar en PFOA y que está incluida en la lista de precursores del PFOA (UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6/Add.1).

<sup>25</sup> <http://chm.pops.int/tabid/4814/Default.aspx>.



### 2.3.4 Resumen de alternativas

179. En los párrafos que siguen figura un resumen de la información sobre las alternativas descritas en las secciones 2.3.1 a 2.3.3.

#### *Resumen de los riesgos relacionados con las alternativas fluoradas de cadena corta*

180. Las autoridades europeas se interesan cada vez más por los riesgos que entrañan para la salud y el medio ambiente los PFAS de cadena corta. Ello obedece a la persistencia, la gran movilidad en el agua y el suelo y las posibles propiedades tóxicas de estas sustancias. Pese a que algunos PFAS de cadena corta tal vez no cumplan los criterios actuales de persistencia, bioacumulación y toxicidad, establecidos en la legislación REACH de Europa, son sumamente persistentes, muy móviles en los sistemas acuáticos y el suelo, y el aumento constante de su uso puede dar lugar a una exposición constante que podría hacer abrigar temores parecidos en cuanto a su bioacumulación (Observaciones de Noruega sobre el segundo proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos). Ya en estos momentos los PFAS de cadena corta muestran una presencia ubicua en el medio ambiente, incluso en zonas apartadas (véase, por ejemplo, Zhao y otros, 2012).

181. Su solubilidad en el agua, mayor que la de los PFAS de cadena larga con cadenas de alquilo más hidrófobas, contribuye también al hecho de que algunos PFAS de cadena corta, en particular los PFCA y los PFSA de cadena corta, penetran los embalses de agua potable con más rapidez y algunos tienden a acumularse en los tejidos de plantas comestibles que son ricos en agua, como las hojas y los frutos. Su presencia en las aguas subterráneas y el agua potable podría dar lugar a una exposición constante de los organismos a determinados PFAS de cadena corta, que en estos momentos todavía se encuentran en un nivel relativamente bajo, pero dada la gran persistencia y el uso creciente de estas sustancias, cabe esperar un aumento temporal de las concentraciones en el medio ambiente. Esto cobra más validez en vista de que no hay manera eficaz de lograr eliminar del agua los PFAS de cadena corta, ni siquiera con las costosas tecnologías modernas (por ejemplo, usando carbón granular activado o nanofiltración), debido a su bajo potencial de adsorción (véase Agencia Alemana para el Medio Ambiente, 2016b).

182. Cabe señalar que Alemania está proponiendo que se clasifiquen las sustancias que tengan propiedades relacionadas con la movilidad y la persistencia como sustancias que suscitan gran preocupación, de conformidad con REACH, de la misma manera que las sustancias que son sumamente persistentes y sumamente bioacumulativas (véase Agencia Alemana para el Medio Ambiente, 2017). Como se explica en el epígrafe 2.3.2, estas sustancias se consideran alternativas al PFOA en el caso de varias aplicaciones (por ejemplo, el sector textil, las espumas ignífugas, el papel y los envases de alimentos). A menudo, estas alternativas de cadena corta son menos eficaces y hay que usar cantidades mayores. Estos datos sugieren que se puede considerar una sustitución lamentable, la sustitución del PFOA, sus sales y compuestos conexos de sustancias fluoradas de cadena corta.

183. En este contexto, cabe señalar que la contaminación con PFAS de cadena corta es una carga onerosa para la comunidad/sociedad. En Alemania más de 450 hectáreas de tierras agrícolas quedaron contaminadas con PFAS muy probablemente debido a la mezcla de detritus de papel con compost. Se ha encontrado PFAS en elevadas concentraciones en el suelo y las aguas subterráneas. Los PFAS de cadena corta son los principales contaminantes de esa zona. Como consecuencia, hubo que cerrar dos pozos de agua potable. Debido a que las partes comestibles de las plantas pueden absorber PFAS de cadena corta y a que se han detectado niveles elevados de PFAS de cadena corta en los cultivos, antes de la cosecha hay que analizar los niveles de PFAS en esta zona. Solo pueden cultivarse productos que no enriquezcan el PFAS y los cultivos que muestren niveles elevados de PFAS de cadena corta no podrán ser consumidos por los seres humanos ni usados como pienso. Todavía no se ha hallado una solución para purificar el suelo o evitar que el PFAS de cadena corta contamine las aguas subterráneas. Debido a que la superficie contaminada es muy extensa, no parece apropiado excavar. Las consecuencias generales para los habitantes, el público en general y los campesinos son inmensas. Los costos de la descontaminación y purificación del agua y del abastecimiento de agua potable libre de impurezas son elevados<sup>26</sup>. La empresa local de abastecimiento de agua ha invertido tres millones de euros durante los dos últimos años con miras al abastecimiento de agua potable libre de impurezas en la región. Esta inversión va a aumentar a los ocho millones de euros hasta 2018 debido a que se está construyendo una nueva planta depuradora a base de carbono activado y a que aumentará el costo de explotación. Debido a las propiedades del PFAS de cadena corta, el carbón activado tiene que ser cambiado con frecuencia, para evitar la penetración del producto químico. Como consecuencia, el

<sup>26</sup> Hasta la fecha no hay documento científico alguno; sin embargo, las autoridades locales han proporcionado alguna información (en alemán, véase <http://www.landkreis-rastatt.de/Lde/PFC.html> y <http://www.baden-baden.de/stadtportrait/aktuelles/themen/pfc-problematik/>).

precio del agua potable ha aumentado en un 13,4% en esa zona en 2017. Posiblemente los costos seguirán aumentando (Observaciones de Alemania sobre el tercer proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos)<sup>27</sup>.

#### **Resumen de la disponibilidad de alternativas apropiadas para sectores y usos específicos**

184. Sobre la base del análisis de las alternativas, en el cuadro que figura a continuación se resumen los sectores y los usos específicos, para los cuales se dispone o no de alternativas al uso del PFOA, sus sales y los compuestos conexos del PFOA.

**Cuadro 4: Disponibilidad de alternativas al uso del PFOA, sus sales y los compuestos conexos del PFOA para sectores y usos específicos**

Sector	Uso	Alternativa apropiada disponible	Tipo de alternativa
Sector textil	Requisitos de rendimiento estándar (por ejemplo, ropa estándar)	Sí	Productos que no contienen flúor (por ejemplo, parafinas); alternativas no químicas Productos fluorados de cadena corta (por ejemplo, a base de C <sub>6</sub> )
	Requisitos de alto rendimiento (por ejemplo, textiles de protección para uso profesional)	No	
Fabricación de polímeros	Auxiliar de procesamiento en la polimerización	Sí	Sustancias con enlaces de éter entre los grupos funcionales perfluoroalquilos (por ejemplo, ADONA)
Espumas ignífugas	Lucha contra incendios de combustibles líquidos	Sí	Espumas ignífugas a base de proteínas o detergentes Productos fluorados de cadena corta (por ejemplo, a base de C <sub>6</sub> )
Papel y envases de alimentos	Envasado de alimentos	Sí	Productos que no contengan flúor (por ejemplo, papel de alta densidad) Productos fluorados de cadena corta (por ejemplo, a base de C <sub>6</sub> )
Industria de creación de imágenes y tipográfica	Fabricación de un pequeño número de productos fotográficos convencionales restantes	No	
Industria de semiconductores	Material constitutivo en formulaciones químicas de proceso para etapas de aplicación muy especializadas (por ejemplo, para aplicaciones fotolitográficas)	No	

## **2.4 Resumen de la información sobre los efectos en la sociedad de la aplicación de las medidas de control que se puede aplicar**

### **2.4.1 Salud, incluidas la salud pública, ambiental y laboral**

185. La presencia del PFOA y de determinados compuestos conexos del PFOA se ha generalizado en algunos compartimentos ambientales y en la biota y los seres humanos. Es probable que el PFOA, sus sales y los compuestos conexos que degradan a PFOA, como resultado de su transporte a larga distancia en el medio ambiente, surtan importantes efectos adversos en la salud humana o ambiental que justifiquen la adopción de medidas a nivel mundial (UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2). Por consiguiente, la prohibición o restricción del PFOA, sus sales y los compuestos conexos redundaría de manera positiva en la salud humana y el medio ambiente al disminuir las emisiones y posteriormente

<sup>27</sup> <http://www.star-energiewerke.de/de/Kopfnavigation/News/Pressearchiv-2017/PFC-Folge-In-Rastatt-steigt-der-Preis-fuer-Trinkwasser.html>.

la exposición del medio ambiente y los seres humanos (véanse, por ejemplo, Noruega, 2016; ECHA, 2015a, 2015c).

186. Al evaluar los efectos para la salud humana y el medio ambiente de la restricción del PFOA y las sustancias conexas del PFOA, es fundamental tener en cuenta las preocupaciones específicas que suscitan sustancias como las que son persistentes, bioacumulativas y tóxicas. Estas preocupaciones guardan relación en particular con el potencial del PFOA de persistir en el medio ambiente, lo que significa que no se elimina (o solo en pequeña medida) del medio ambiente. Aún en el caso de que cesaran las emisiones de PFOA y sustancias conexas del PFOA, el resultado no sería una reducción inmediata de las concentraciones en el medio ambiente. Además de su persistencia, el PFOA es móvil en el medio ambiente y tiene la posibilidad de distribuirse a gran distancia, por ejemplo, mediante el transporte a larga distancia en la atmósfera. De resultas de ello, el PFOA está presente en el medio ambiente a escala mundial, así como en zonas apartadas, donde las emisiones de PFOA son insignificantes. El uso constante y las emisiones pueden dar lugar a un aumento de las concentraciones en el medio ambiente y a la exposición a gran escala del medio ambiente y los seres humanos al PFOA por largo tiempo. En combinación con el potencial del PFOA de acumularse en los organismos vivos, así como sus propiedades toxicológicas, su uso constante y las emisiones de PFOA y sustancias conexas del PFOA pueden surtir efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente derivados de la exposición durante largo tiempo. Será muy difícil revertir estos efectos, una vez que se produzcan. Se mantiene la incertidumbre acerca de la magnitud y el alcance de los riesgos del PFOA y las sustancias conexas del PFOA como contaminantes orgánicos persistentes. Por consiguiente, la gestión de los riesgos de esas sustancias se apoya en datos científicos y en medidas de precaución para evitar que se sigan produciendo efectos irreversibles y potencialmente graves resultantes de la continuación de las emisiones. Esto es evidente pese a que no se pueden cuantificar todos los efectos físicos en la salud humana y el medio ambiente de la reducción de las emisiones de PFOA y de sustancias conexas del PFOA (ECHA, 2015a).

187. La restricción del PFOA y las sustancias conexas del PFOA en la UE obligará a la industria a ir reduciendo gradualmente los compuestos respectivos en prácticamente todas las aplicaciones y todos los sectores, lo que eliminará todas las fuentes importantes de emisiones (además de las liberaciones que emanan de las actuales reservas y de los usos exentos del PFOA y las sustancias conexas del PFOA) (ECHA, 2015a). En el documento de antecedentes de la propuesta de restricción de la Unión Europea, se plantea que se dispone de mucho menos datos sobre las propiedades toxicológicas de las alternativas más idóneas que sobre el PFOA. Sin embargo, sobre la base del análisis de las alternativas, cabe esperar que entrañen menos riesgos para la salud que el PFOA y las sustancias conexas del PFOA. Por esa razón, cabe prever que la restricción traiga consigo un beneficio neto para la sociedad en lo referente a sus efectos en la salud humana (ECHA, 2015a).

188. El Canadá prohíbe el PFOA y los PFCA de cadena larga con determinadas exenciones que permiten usos actuales y por tiempo limitado de esas sustancias, cuando no existen alternativas técnica o económicamente viables o para dar tiempo suficiente a que tenga lugar la transición hacia esas alternativas (véase Canadá, 2016c). Si bien no se ha llevado a cabo un análisis cuantitativo de los beneficios, las enmiendas protegerán al medio ambiente ya que prohíben la fabricación, el uso, la venta, la oferta de venta o la importación del PFOA y los PFCA de cadena larga. Cabe esperar que el control de esas sustancias mejore la calidad del medio ambiente (Canadá, 2016c).

189. Australia espera efectos positivos de las medidas de control relacionadas con la prevención de la contaminación de las aguas superficiales, las aguas subterráneas y el agua potable y, por ende, una reducción de la posible exposición de los seres humanos (Australia, 2016).

190. En lo que respecta a los textiles de uso profesional, técnico y de protección que deben cumplir normas de repelencia duradera, los representantes de la industria textil plantean que, en vista de los grandes adelantos que ya se han logrado en la prevención de emisiones, seguir imponiendo restricciones pondría en grave peligro la salud pública, ambiental y ocupacional si se prohíben los textiles de uso profesional, técnico y de protección (véanse VTB SWT, 2016 y TM, 2016).

191. Según representantes de la industria fotográfica europea, las medidas de control que aplica la industria fotográfica y de creación de imágenes, entre otras, la reformulación y la discontinuación del producto, han logrado que disminuya el uso de los compuestos conexas del PFOA en todo el mundo en más del 95%. Algunas autoridades competentes de la UE, en particular la ECHA, han evaluado las emisiones del pequeño número de usos actuales en la industria fotográfica y de creación de imágenes y determinado que no plantean un riesgo de consideración para el medio ambiente o la salud humana (I&P Europe, 2016a). Todo parece indicar que las emisiones de PFOA de las aplicaciones fotográficas y de la industria de semiconductores representan menos de 100 kg/año para toda la Unión Europea (y, por tanto, menos riesgos en términos relativos) (ECHA, 2015c).

192. Según la SIA, la cantidad total de PFOA y sus sustancias conexas en formulaciones fotolitográficas semiconductoras a la venta en América del Norte en 2015 ascendió a 720 kg. Conforme información suministrada por la SEMI, los fluoropolímeros incorporados en todos los equipos de fabricación de semiconductores producidos durante los últimos cinco años (datos de 2011 a 2015) a nivel mundial siguen siendo una fuente marginal de PFOA, estimada en no más de 120 kg/año. Asimismo, los materiales fluoropoliméricos incorporados en los sistemas de distribución y control de los productos químicos, el gas y el aire en las plantas donde se fabrican semiconductores (infraestructura correspondiente) son una fuente marginal de PFOA que, según estimaciones, no supera los 25 kg/año (Observaciones de la SEMI sobre el primer proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos).

#### 2.4.2 *Agricultura, acuicultura y silvicultura*

193. El PFOA está presente en los fangos cloacales con que se abonan las tierras agrícolas en algunos países, según la legislación nacional. Varios cultivos agrícolas evidenciaron efectos perjudiciales en el caso de determinadas especies (por ejemplo, abultamientos y necrosis de las raíces) en los que intervino el PFOA (véase UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2 con referencia a Li, 2009 y Stahl y otros, 2009). Los cultivos que crecen en suelos sólidos modificados por plantas de tratamiento de aguas residuales asimilan alternativas al PFOA como el PFBA y el PFPeA (Blaine y otros, 2013). En las plantas se produce la translocación del PFBA, el PFHxA, el PFHpA, el PFOA y el ácido perfluoronanoico (PFNA) (Bizkarguenaga y otros, 2016; Krippner y otros, 2014). El PFOA y el PFBA también se encuentran en las agujas de pino caídas a lo largo de las pistas de esquiar (Chropenova y otros, 2016). En Australia, el uso histórico de EAFP que contienen PFOA ha afectado algunas actividades agrícolas (véase la sección 2.2.3). El uso de los fangos procedentes de una planta de tratamiento de aguas residuales contamina los terrenos agrícolas con los PFAS, entre ellos el PFOA y las sustancias conexas (Observaciones de Alemania sobre el primer proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos, 2017). En Alemania, la eliminación (ilícita) de desechos/fangos en terrenos agrícolas ha causado la contaminación del suelo, las aguas subterráneas y superficiales, los cultivos agrícolas y la exposición de los seres humanos con graves consecuencias, entre otras la pérdida de ingresos para los agricultores (véase la sección 2.2.2) Por tal motivo, la restricción del uso del PFOA, sus sales y los compuestos conexos del PFOA redundaría en beneficios para la agricultura.

#### 2.4.3 *Biota (diversidad biológica)*

194. Se ha generalizado la presencia del PFOA y de algunos compuestos conexos de este en compartimentos ambientales, así como en la biota y los seres humanos. De ahí que sea probable que el PFOA, sus sales y compuestos conexos degraden a PFOA, como resultado de su transporte a larga distancia en el medio ambiente, lo que surtiría efectos perjudiciales de importancia en la salud humana, el medio ambiente o ambos. La restricción del PFOA, sus sales y los compuestos conexos del PFOA tendría repercusiones positivas en la biota al disminuir las emisiones y, posteriormente, la exposición de la biota. Esto redundaría en beneficio para las comunidades indígenas cuya dieta depende muchísimo de especies autóctonas (Observaciones de la Red de Eliminación de COP sobre el segundo proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos).

#### 2.4.4 *Aspectos económicos*

195. En muchos países se están aplicando ya alternativas al PFOA a precios competitivos que no muestran características de COP, como las alternativas sin flúor que se utilizan en las espumas ignífugas o el papel y el envasado de alimentos. Este es un indicio de la viabilidad económica de varias alternativas. Entre los aspectos económicos de sustituir el PFOA con alternativas figuran las economías logradas en los costos para la salud y el medio ambiente derivados de la exposición al PFOA (Red de Eliminación de COP, 2016).

196. En la Unión Europea, el uso del PFOA y de sustancias conexas del PFOA ha contribuido a la contaminación del agua (potable) y del suelo con los correspondientes costos elevados de descontaminación. La mayor parte de la contaminación ha sido causada por el uso de los PFAS (entre ellos, el PFOA y las sustancias conexas del PFOA) en las espumas ignífugas durante incendios y prácticas de entrenamiento. Los costos de descontaminación se derivan fundamentalmente del tratamiento del agua potable y las aguas subterráneas y la excavación y eliminación de suelos contaminados. La gravedad y magnitud de los daños causados y los costos correspondientes mostraron diferencias entre los casos comunicados. En algunos casos, todavía se desconoce el costo total de la descontaminación o no se ha notificado. En los casos en que se han notificado, los costos son muy específicos del caso y en ocasiones abarcan a otros PFAS también, lo que dificulta en gran medida

obtener una estimación general concreta del costo de descontaminación por kg de PFOA y sustancias conexas del PFOA. No obstante, los datos de que se dispone indican que los costos relacionados con la descontaminación de los PFAS, en particular el PFOA y las sustancias conexas del PFOA son considerables (ECHA, 2015a; para las cifras de costos específicos, véase el cuadro A.F.1-1 en ECHA, 2015a).

197. La contaminación ambiental con el PFOA y compuestos conexas del PFOA también guarda relación con las actividades industriales, según ejemplos como los aportados por los Estados Unidos y los Países Bajos (Observaciones de Noruega sobre el primer proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos). Noruega se refiere a la rehabilitación que se está llevando a cabo de suelos contaminados con PFAS debido al uso de espumas acuosas formadoras de películas en aeropuertos y lugares de entrenamiento en lucha contra incendios (Noruega, 2016). En Australia, el estigma de tener un medio ambiente contaminado debido al uso histórico de EAFP que contienen PFOA ha contribuido a la devaluación de los bienes raíces y las empresas y a la pérdida de ingresos para los propietarios de tierras y de negocios (véase la sección 2.2.2). Se ha observado la presencia de compuestos de PFAS en las aguas subterráneas de distintos lugares de Dinamarca. Los PFAS están presentes en los alrededores de las industrias o en lugares donde se realizan actividades específicas, fundamentalmente lugares de entrenamiento en lucha contra incendios. En algunos de estos lugares, la concentración de PFOA ha superado el valor límite de PFOA para el agua potable establecido por Alemania en aproximadamente un factor de 10, por lo que se inició la labor encaminada a establecer el valor límite en el agua potable basado en el conjunto de requisitos de Dinamarca para 12 sustancias perfluoradas. Cabe señalar asimismo que en esos lugares se detectaron también otros compuestos de PFAS (Organismo Danés de Protección Ambiental, 2014). Se han determinado altos niveles de PFAS (incluidos el PFOA y el PFOA) en las aguas subterráneas de Suecia, sobre todo en relación con los lugares de entrenamiento en lucha contra incendios y en zonas donde se han extinguido incendios. En algunos casos, las concentraciones de PFAS han rebasado el nivel permitido por el Organismo Nacional Sueco para la Alimentación. En consecuencia, los manantiales y los servicios de abastecimiento de agua han tenido que introducir nuevas medidas de tratamiento o cambiar a fuentes no contaminadas de agua (Organismo Sueco de Productos Químicos, 2016a). La detección y la gestión de los lugares contaminados y las aguas subterráneas puede conllevar costos considerables, que se reducirán en el futuro si se aplican restricciones al PFOA y a los compuestos conexas del PFOA. Por último, cabe señalar también que estos ejemplos son todos de países desarrollados con gran capacidad de prevención y descontaminación. En los países en desarrollo o en países con economías en transición, esas medidas requerirían de financiación externa o simplemente no se llevarían a cabo, lo que terminaría por causar daños inadmisibles en la salud y el medio ambiente (Observaciones de la Red de Eliminación de COP sobre el segundo proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos).

198. En un estudio comparado, en el que se usó un análisis de la eficacia en función de los costos para determinar la proporcionalidad de las medidas de control del PFOA (y otras sustancias), se examinaron las estimaciones de la eficacia en función de los costos de las medidas reglamentarias que se han aplicado o considerado aplicar al PFOA. Pese a que las búsquedas y la evaluación presentadas en el estudio tienen un alcance mundial explícito y a que se incluyeron todos los estudios, informes y publicaciones disponibles que pudieron encontrarse en línea, es posible que se observe una ligera “parcialidad” a mostrar muchos más ejemplos de Europa debido al domicilio de los autores y a los idiomas utilizados. Las pruebas de que se dispone dan a entender que las medidas que cuestan menos de 1.000 €/kg de uso de la sustancia o reducción de las emisiones, por regla general, no serán rechazadas por desproporcionadas, mientras que las medidas cuyos costos superan los 50.000 €/kg de sustancia con toda probabilidad serán rechazadas. El costo medio estimado por unidad de las medidas de sustitución, control de las emisiones y descontaminación es de 1.580 €/kg (en un rango de entre 28 y 3.281) (véase Oosterhuis y otros, 2017).

199. No cabe esperar que los mecanismos reglamentarios de gestión de los riesgos del PFOA en el Canadá, la Unión Europea y Noruega surtan efectos económicos más amplios, porque el mercado ya está sustituyendo el PFOA y las sustancias conexas del PFOA, lo que se refleja en el moderado costo estimado del cumplimiento (ECHA, 2015a; Canadá, 2016c).

200. No se ha llevado a cabo aún una evaluación técnica y económica para establecer, si países como los de América Latina y el Caribe o de África tienen la capacidad para cumplir las obligaciones dimanantes de la inclusión del PFOA, sus sales y los compuestos conexas del PFOA en cualquiera de los anexos del Convenio, así como los recursos financieros para establecer inventarios, encargarse de la monitorización y eliminar las sustancias o los desechos que las contengan.

201. El PFOA, sus sales y los compuestos conexas del PFOA se usan en algunos procesos de producción de semiconductores. Aunque se sigue sustituyendo el producto químico con alternativas, las funciones de las alternativas siguen siendo insuficientes y hay incertidumbre acerca de que la

sustitución concluya en 2019. De fracasar la sustitución, el suministro de semiconductores disminuiría y se produciría un importante efecto negativo en el desarrollo de la tecnología de la información en el mundo (Japón, 2016). A juicio de los representantes de la industria de semiconductores, sin exención alguna, la eficacia en función de los costos de la restricción sería desproporcionada para la industria de equipos de fabricación de semiconductores (Observaciones de la SEMI sobre el primer proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos).

202. Noruega plantea que el uso constante del PFOA y los compuestos conexos del PFOA en textiles hace incurrir en grandes costos socioeconómicos debido a las propiedades de persistencia, bioacumulación y toxicidad de las sustancias. La experiencia de Noruega es que hay menos productos textiles que contengan PFOA para los consumidores y que, en los demás productos textiles, la concentración de PFOA ha disminuido (Observaciones de Noruega sobre el primer proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos).

203. La industria de creación de imágenes ha logrado crear alternativas para la mayoría de los usos de los compuestos conexos del PFOA y eliminar más del 95% del uso a nivel mundial desde 2000. No obstante, la industria afirma que las propiedades surfactantes y de control estático de los compuestos conexos del PFOA son importantes para la aplicación de capas de recubrimiento durante la fabricación de algunos productos filmicos tradicionales aún en uso (por ejemplo, productos en los que la formación de imágenes se basa en la tecnología del haluro de plata). La industria no puede hacer una estimación del costo de sustituir este uso de los compuestos conexos del PFOA, aunque señala que se trata de productos de consumo limitado cuya presencia en el mercado irá disminuyendo (I&P Europe, 2016a). Es evidente que la creación de imágenes digitales reemplazará la necesidad de este uso del PFOA, ya que la transición está avanzando rápidamente.

204. Las empresas que son miembros de FluoroCouncil han invertido enormes recursos en la creación de agentes alternativos mediante polimerización y productos de cadena corta, así como tecnologías de control de las emisiones. Otro de los costos que hay que reconocer es el costo económico y para la salud humana del cese de la producción de determinados productos químicos relacionados con el PFOA, que se usan en los productos farmacéuticos y en aplicaciones altamente especializadas. Cabe señalar que las liberaciones al medio ambiente de esas aplicaciones se pueden controlar perfectamente (FluoroCouncil, 2016a).

#### **2.4.5 Avances hacia el desarrollo sostenible**

205. La eliminación del PFOA está en consonancia con los planes de desarrollo sostenible que procuran la reducción de las emisiones de productos químicos tóxicos y el logro de algunos de los objetivos de desarrollo sostenible aprobados a nivel mundial en 2015. El Enfoque Estratégico constituye el vínculo esencial entre la seguridad química y el desarrollo sostenible. El objetivo de la Estrategia de política global del Enfoque Estratégico es lograr que, para 2020, cesen la producción o aplicación de los productos químicos y los usos de productos químicos que planteen un riesgo inadmisibles y, por demás, incontrolable para la salud humana y el medio ambiente, sobre la base de una evaluación de los riesgos sustentada por conocimientos científicos y que tenga en cuenta los costos y beneficios, así como los sustitutos más seguros disponibles y su eficacia<sup>28</sup>. El Plan de Acción Mundial del Enfoque Estratégico imparte orientación sobre las medidas para apoyar la reducción del riesgo que incluyen la priorización de alternativas seguras y eficaces para las sustancias persistentes, bioacumulativas y tóxicas. A fin de colaborar a nivel mundial en la recopilación y el intercambio de información sobre los productos químicos perfluorados y apoyar la transición hacia alternativas más seguras, se ha creado en el Enfoque Estratégico un grupo mundial sobre productos químicos perfluorados y un portal en la web<sup>29</sup>.

206. Los representantes de la industria del sector de textiles de uso profesional, técnico y de protección invitan a las demás Partes a sumarse a los proyectos de investigación y desarrollo sobre alternativas apropiadas en el sector de textiles de uso técnico (véanse VTB SWT, 2016 y TM, 2016).

#### **2.4.6 Costos sociales**

207. La Red de Eliminación de COP considera que los beneficios para la salud y el medio ambiente superan con creces los costos sociales relacionados con la eliminación del PFOA (Red de Eliminación de COP, 2016).

<sup>28</sup> <http://www.saicm.org/Home/tabid/5410/language/en-US/Default.aspx>.

<sup>29</sup> <http://www.oecd.org/ehs/pfc/>.

208. Previsiblemente, la restricción de la UE no surtirá efectos importantes en el empleo debido a que, para la inmensa mayoría de los usos, se dispone de alternativas que son aplicables a un costo razonable. Además, dado que la restricción abarcará también a los artículos y mezclas importados, es improbable que la reubicación de las plantas de producción fuera de la Unión Europea sea la respuesta de la industria de que se trata. Por ende, no se prevén pérdidas (ni ganancias) significativas en el empleo en la UE debido al cierre y a la reubicación de las actividades empresariales (ECHA, 2015a).

209. Respecto del sector de textiles de uso profesional, técnico y de protección, la industria considera que la prohibición total de la producción mediante la inclusión de la sustancia en el anexo A surtiría efectos negativos en el empleo en la industria de textiles de uso profesional, técnico y de protección de Europa (véanse VTB SWT, 2016 y EURATEX, 2016).

## 2.5 Otras consideraciones

### 2.5.1 Acceso a la información y educación del público

210. Varias Partes y observadores han presentado información sobre el acceso a la información y educación del público:

- a) Red de monitorización de contaminantes orgánicos persistentes y otros contaminantes en la región alpina: <http://www.monarpop.at/>;
- b) Agencia Austriaca para el Medio Ambiente: <http://www.umweltbundesamt.at/ummuki-symposium/>;
- c) Información relativa a las iniciativas en el marco de la Ley de protección ambiental del Canadá de 1999: <http://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/default.asp?lang=En&n=1FE509F3-1>;
- d) Información sobre la evaluación y la gestión de las sustancias en el Canadá: <http://www.ec.gc.ca/toxiques-toxics/default.asp?lang=En&n=97324D33-1>;
- e) Se puede consultar información adicional sobre el PFOA, sus sales y sus precursores en el sitio web del Canadá sobre medio ambiente y cambio climático: <http://www.ec.gc.ca/toxiques-toxics/Default.asp?lang=en&n=F68CBFF1-1> y en relación con los controles reglamentarios en <http://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/default.asp?lang=En&n=3E603995-1>;
- f) Organismo Noruego para el Medio Ambiente: <http://www.environment.no/>;
- g) Acceso a los datos generados por los miembros del FluoroCouncil: <https://fluorocouncil.com/Resources/Research>;
- h) Agencia Alemana para el Medio Ambiente: <https://www.umweltbundesamt.de/>. La Agencia Alemana para el Medio Ambiente publicó un folleto sobre el uso ambientalmente responsable de espumas fluoradas en la lucha contra incendios (Agencia Alemana para el Medio Ambiente, 2013);
- i) Instituto Federal de Seguridad e Higiene del Trabajo: <http://www.baua.de/de/Startseite.html>;
- j) Organismo Sueco de Productos Químicos: [www.kemi.se](http://www.kemi.se). Dado que la contaminación con PFAS es causa de preocupación para muchos interesados diferentes en la sociedad y muchas autoridades intervienen en la adopción y la elaboración de diversas medidas, se ha elaborado una guía que se puede consultar en la web (en sueco).

### 2.5.2 Estado de la capacidad de control y monitorización

211. Se ha medido el PFOA en diversos medios, por ejemplo, la sangre humana y la leche materna, y en el agua, el suelo, los sedimentos y la biota, en particular los peces. Se proporcionaron datos de monitorización de la base de datos de la Agencia Austriaca para el Medio Ambiente (EAA) (para más detalles, véase Austria, 2016a).

212. En el Canadá, se utiliza la monitorización en entornos ambientales y en la biota para evaluar la eficacia de los controles de la gestión de los riesgos y medir los progresos alcanzados en la eliminación del PFOA en el medio ambiente de ese país. Además, la monitorización del PFOA se lleva a cabo como parte del Northern Contaminants Program (Programa de Contaminantes del Norte), que se estableció en 1991 atendiendo al interés suscitado por la exposición de los seres humanos a niveles elevados de contaminantes en especies silvestres que son importantes para la dieta tradicional

de los pueblos aborígenes del norte (NCP, 2013)<sup>30</sup>. Durante el período comprendido entre 2007 y 2015, las concentraciones medias de PFAS (peso húmedo) en el hígado estaban integradas invariablemente por PFOS y ΣPFCA (bajos niveles de PFOA, pero en su mayoría PFCA de C<sub>9</sub>, C<sub>10</sub> y C<sub>11</sub>). En todo momento la cantidad de PFOS fue superior a la de ΣPFCA, y se registró invariablemente a niveles de ppm, aunque más elevados entre los osos del sur de la Bahía de Hudson que entre los osos del oeste de la Bahía de Hudson. En ambos casos no se observaron tendencias evidentes a un aumento o disminución de los ΣPFCA y del PFOS<sup>31</sup>.

213. Los PFAS, entre ellos el PFOA, son parte de la monitorización del medio acuático en Dinamarca. En el período comprendido entre 2008 y 2013, se incluyeron los PFAS en la monitorización de fuentes puntuales, así como de cursos de agua, lagos y zonas marinas. El PFOS y el PFOA son los PFAS que con más frecuencia se detectan en los cursos de agua y uno de los compuestos que con más frecuencia se detectan en los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales. Las concentraciones más altas se detectan tanto en los cursos de agua como en los efluentes (Dinamarca, 2016).

214. Los PFAS, entre ellos el PFOA, se han incluido en el Programa de Vigilancia del Medio Ambiente de Suecia<sup>32</sup> y en el programa de monitorización conexas de la salud de Suecia<sup>33</sup> (Observaciones de Suecia sobre el segundo proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos). El PFOA y otros compuestos perfluorados son también objeto de monitorización en humanos en el Canadá, por ejemplo, en el marco del programa Northern Contaminants Program, Canadian Health Measures Survey and Canadian Maternal-Infant Research on Environmental Chemicals.

215. Se monitorizan los PFAS, en particular el PFOA, en muestras de sangre humana y en la orina de niños y adultos jóvenes. En el Estudio Ambiental de Alemania (GerES V) se generan datos para el período 2014-2017, los PFAS son solo una parte del estudio. En el estudio también se examinan las fuentes de contaminantes como el aire en interiores y el agua potable<sup>34</sup>.

216. Muchos países carecen de capacidad para determinar los productos y desechos que contienen PFOA, sus sales y compuestos conexos del PFOA, así como para detectar su presencia en diferentes matrices ambientales. Esta circunstancia debe tomarse en consideración al examinar el cumplimiento de las obligaciones establecidas en el Convenio porque esa falta de capacidad impide establecer inventarios, detectar los desechos pertinentes y encargarse de la monitorización correspondiente. Por este motivo, se recomienda llevar a cabo proyectos experimentales que permitan demostrar cuáles son las medidas que se deben adoptar para lograr el cumplimiento efectivo (Observaciones de Colombia en relación con el segundo proyecto de evaluación de la gestión de los riesgos).

217. Según la comunicación de la Red de Eliminación de COP sobre el anexo F, muchos países carecen de la infraestructura necesaria para la debida monitorización de la producción y el uso del PFOA (Red de Eliminación de COP, 2016).

### 3 Síntesis de la información

#### 3.1 Resumen de la información sobre el perfil de riesgo

218. El PFOA es persistente, bioacumulativo y tóxico para los animales, incluidos los seres humanos. Existe una amplia presencia del PFOA y los compuestos conexos de este en compartimentos ambientales, así como en la biota y los seres humanos. Por ende, se ha llegado a la conclusión de que probablemente el PFOA, sus sales y compuestos conexos que degradan a PFOA, como resultado de su transporte a larga distancia en el medio ambiente, surten importantes efectos tan perjudiciales en la salud humana, el medio ambiente o ambos, que justifican la adopción de medidas a nivel mundial (UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2),

219. Es difícil hacer un pronóstico acertado de cuáles son los usos específicos y las consiguientes liberaciones que más contribuyen al riesgo, sobre todo debido a la amplia diversidad de posibles fuentes y a que se carece de información detallada sobre la mayoría de ellas. Se considera que las

<sup>30</sup> Se publican anualmente informes resumidos; el más reciente se puede consultar en <http://pubs.aina.ucalgary.ca/ncp/Synopsis20152016.pdf>.

<sup>31</sup> Se puede consultar información adicional sobre el programa en <http://www.science.gc.ca/ncp>.

<sup>32</sup> <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Miljoovervakning/Miljoovervakning/Miljogiftsamordning/>.

<sup>33</sup> <http://ki.se/en/imm/health-related-environmental-monitoring-hami>.

<sup>34</sup> <https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/health/assessing-environmentally-related-health-risks/german-environmental-surveys/german-environmental-survey-2014-2017-geres-v#textpart-1>.



posibles fuentes de PFOA son el uso de polímeros fluorados de cadena lateral en general, y específicamente su utilización en el sector textil y en la fabricación de fluoropolímeros. Otras fuentes importantes parecen ser los recubrimientos y las espumas ignífugas. La información de que se dispone no permite determinar de manera definitiva los usos específicos de sustancias conexas del PFOA que no contribuirán a las emisiones de PFOA.

220. Las comunicaciones presentadas en relación con el anexo E se han recopilado en un documento de antecedentes para la evaluación de la gestión de los riesgos (véase UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6). En el perfil de riesgo se aportan otros datos disponibles sobre la producción, los usos y las liberaciones (UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2).

### 3.2 Resumen de la información sobre la evaluación de la gestión de los riesgos

221. La restricción o prohibición del PFOA, sus sales y los compuestos conexas del PFOA surtiría efectos positivos en la salud humana y el medio ambiente al disminuir las emisiones y, posteriormente, la exposición de los seres humanos y el medio ambiente.

#### *Resumen de la eficacia, la eficiencia y la disponibilidad de alternativas adecuadas*

222. En el mecanismo de gestión de los riesgos de la Unión Europea se prevén distintas exenciones. El Canadá y Noruega también incluyen diversas exenciones en sus mecanismos de gestión de los riesgos, algunas de las cuales expiraron a finales de 2016 (véase el cuadro 3).

223. Según la información disponible en relación con el análisis de alternativas, en estos momentos no existen alternativas técnicas ni económicamente viables para algunos usos específicos en la industria de semiconductores, pero la industria hace notar que en los próximos años se podrá disponer de alternativas. Debido a las pequeñas cantidades usadas y al hecho de que previsiblemente las emisiones serán bajas, en la Unión Europea se estableció una exención temporal (hasta el 4 de julio de 2022) para el equipo usado en la fabricación de semiconductores. Además, en la Unión Europea se ha establecido una exención sin límite de tiempo para los procesos fotolitográficos en el caso de semiconductores o en procesos de grabado en el caso de los semiconductores compuestos. En el Canadá, los semiconductores de artículos manufacturados están exentos. En Noruega caducó en 2016 la exención para adhesivos, papel aluminio o cintas adhesivas en los semiconductores. Sobre la base de la información proporcionada por la industria (véase SEMI, 2017), se debería considerar la posibilidad de establecer una exención temporal o sin límite de tiempo para: 1) equipo que contiene residuos de PFOA en fluoropolímeros y fluoroelastómeros utilizados en la fabricación de semiconductores, su sustitución y piezas de repuesto y la infraestructura conexas (por ejemplo, sistemas de distribución y control de productos químicos, gas y aire en las instalaciones y sistemas de contenedores de productos químicos para el almacenamiento, la transmisión y el transporte de sustancias o mezclas), así como para 2) los procesos fotolitográficos en el caso de semiconductores o procesos de grabado en el caso de semiconductores compuestos.

224. Con arreglo a la información disponible en relación con el análisis de alternativas para los productos textiles usados, por ejemplo, en el sector de actividades al aire libre, se dispone de algunas alternativas, pero no existen alternativas técnicas ni económicamente viables en el caso de los textiles de uso técnico con requisitos de alto rendimiento. Esto tiene que ver con el uso de productos textiles para la protección de los trabajadores contra los riesgos para su salud y seguridad, para los cuales se ha establecido en la Unión Europea una exención (hasta el 4 de julio de 2023). Este es el caso también de las membranas destinadas a usarse en los productos textiles de uso médico, la filtración en el tratamiento de aguas, los procesos de producción y el tratamiento de efluentes. En Noruega la restricción solo atañe a los productos textiles que usan los consumidores, pero no hay restricción en el caso de los productos textiles de uso profesional. El procedimiento canadiense no se aplica a los artículos manufacturados. De ahí que en el Canadá no se haya restringido la importación, el uso, la venta y la oferta de venta de textiles que contengan PFOA, sus sales o compuestos conexas del PFOA. Se deberá considerar la posibilidad de establecer exenciones por tiempo limitado en el marco del Convenio de Estocolmo para los textiles de uso técnico con requisitos de alto rendimiento en particular para: 1) textiles oleófugos e hidrófugos o en aplicaciones de protección contra líquidos peligrosos destinadas a la protección de los trabajadores contra los riesgos para su salud y seguridad y para 2) las membranas destinadas a usarse en productos textiles de uso médico, la filtración en el tratamiento de aguas, los procesos de producción y el tratamiento de efluentes. Con respecto a estas últimas, antes de autorizar una exención, se precisa información adicional que permita esclarecer el alcance de las aplicaciones, las cantidades empleadas, la existencia de alternativas y los aspectos socioeconómicos.

225. La industria de tintas de imprimir anunció la necesidad de usar las sustancias hasta 2020 debido a que estas tintas están especialmente diseñadas para determinadas impresoras profesionales. Este uso solo se mantiene en impresoras que ya no se fabrican y, por consiguiente, la eliminación ya

está en marcha. En el caso de las tintas de impresión con látex, en la UE se ha establecido una exención temporal (hasta el 4 de julio de 2022). El Canadá estableció una exención para las tintas acuosas hasta 2016. El procedimiento de gestión de los riesgos en Noruega se aplica solamente a los productos de consumo y no establece restricciones al uso del PFOA en las tintas para impresoras profesionales. Según el momento en que posiblemente entren en vigor las obligaciones contraídas en virtud del Convenio de Estocolmo en relación con el PFOA, sus sales y compuestos conexos, tal vez no sea necesario establecer una exención para las tintas de imprimir con látex.

226. La producción de alternativas fluoradas de cadena corta incluye la producción de una fracción inevitable de PFOA y de sustancias conexas del PFOA, que se puede controlar estableciendo los límites de concentración apropiados en la fabricación. El conjunto de valores límite de la restricción de la Unión Europea se basa en la información recibida de la industria y tiene en cuenta la fracción inevitable en estos momentos de PFOA y sustancias conexas del PFOA durante la producción de alternativas del fluorotelómero C<sub>6</sub>. Una opción es que estas sustancias sean procesadas nuevamente en la producción de sustancias fluoradas de cadena corta como productos intermedios aislados en sistema cerrado. En el Convenio de Estocolmo se estipula que “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 producto intermedio 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 producto intermedio en un sistema cerrado y limitado a un emplazamiento, que se transforme químicamente durante la fabricación de otros productos químicos y que, teniendo en cuenta los criterios estipulados en el párrafo 1 del anexo D, no presentase características de contaminantes orgánicos persistentes”<sup>35</sup>. Ni Noruega ni el Canadá ni la Unión Europea cuentan con exenciones específicas para la producción de alternativas fluoradas de cadena corta. Por consiguiente, no es necesario establecer una exención para los productos intermedios en un sistema cerrado y limitado a un emplazamiento en el caso de sustancias incluidas en los anexos A o B del Convenio de Estocolmo para permitir que se vuelvan a procesar. En el caso de los productos intermedios aislados transportados, se prevé establecer en la Unión Europea una exención sin límite de tiempo, de conformidad con el párrafo 4 c), siempre y cuando se cumplan condiciones específicas (Comisión Europea, 2017). Se podría considerar asimismo una exención en el contexto del Convenio de Estocolmo para los productos intermedios aislados transportados a fin de facilitar el reprocesamiento en un lugar distinto del lugar de producción. Las condiciones podrían ser las mismas que las establecidas en la restricción de la Unión Europea (véase el párrafo 84). Para autorizar una exención se precisa información adicional que permita aclarar las cantidades, la duración del transporte y sus riesgos, así como los usos de las sustancias.

227. No se han identificado alternativas al uso del PFOB como ayuda en los procesos de fabricación de productos farmacéuticos. El PFOB se obtiene del PFOI que resulta de la producción de sustancias basadas en fluorotelómeros 6:2. La producción de PFOI tiene lugar en un solo lugar del Japón para luego transportar la sustancia hacia otra instalación en el Japón para su uso como sustancia intermedia en la producción de PFOB. Posteriormente, se transporta el PFOB a dos lugares en los Estados Unidos y Suecia para la elaboración de los productos farmacéuticos correspondientes. Hasta la fecha no se han propuesto exenciones conexas en la Unión Europea, ni en Noruega o el Canadá. En el contexto del Enfoque Estratégico, los contaminantes farmacéuticos que persisten en el medio ambiente se consideran una nueva cuestión normativa, aunque se reconoce que los productos farmacéuticos aportan grandes beneficios a la salud humana y al bienestar de los animales<sup>36</sup>. A juzgar por la información proporcionada, el actual proceso de producción a partir de PFOI se considera la única manera razonable de producir PFOB. Además, si se encontrase una alternativa al PFOB, el proceso de desarrollo para incorporarla en los productos farmacéuticos podría demorar diez años para completar las tres fases de ensayo en humanos y el proceso de examen regulatorio.

228. La creación de imágenes digitales reemplazará la necesidad de usar PFOA en la creación de imágenes ópticas y esa transición ya está teniendo lugar con suma rapidez. El uso del PFOA en la creación de imágenes ópticas ha disminuido en más del 95% en todo el mundo desde 2000 (I&P Europe). A medida que avance la transición hacia la creación de imágenes digitales, se prevé que siga disminuyendo el uso de estas sustancias. Según un análisis de las alternativas, queda aún un pequeño número de usos importantes en el sector de la creación de imágenes ópticas. Con arreglo a la restricción de la Unión Europea, se ha establecido una exención para los recubrimientos fotográficos que se aplican a películas, papeles o planchas tipográficas sin límite de tiempo. Las exenciones específicas para este uso en Noruega y el Canadá caducaron en 2016; no obstante, el procedimiento de

<sup>35</sup> Nota iii) de la parte I de los anexos A y B del Convenio de Estocolmo.

<sup>36</sup> [http://old.saicm.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=566&Itemid=775](http://old.saicm.org/index.php?option=com_content&view=article&id=566&Itemid=775).

gestión del riesgo solo se aplica en Noruega a los productos de consumo, mientras que en el Canadá no están restringidos ni la importación ni el uso, la venta o la oferta de venta de recubrimientos de medios fotográficos aplicados a películas, papeles o planchas tipográficas que contengan PFOA, sus sales o compuestos conexos del PFOA. Se debería considerar la posibilidad de establecer una exención de plazo limitado en el marco del Convenio de Estocolmo para los recubrimientos fotográficos aplicados a películas. En la 13ª reunión del Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes, se presentó información que demostraba que ya no se requería una exención de plazo limitado en las industrias del papel y la impresión. Se indicó también que en el caso de los países en desarrollo no se contaba con esa información.

229. Una empresa que aplica recubrimientos para fabricantes de teléfonos inteligentes solicitó, durante la consulta pública de la Unión Europea, una exención de tres años para el nanorrecubrimiento con plasma pulsado durante la transición hacia una alternativa química a base de C<sub>6</sub>. En el caso del nanorrecubrimiento con plasma, en la Unión Europea se ha establecido una exención por tiempo limitado (hasta el 4 de julio de 2023). Noruega y el Canadá no cuentan con exenciones específicas para el nanorrecubrimiento en este caso. En el Canadá, la importación, el uso, la venta y la oferta de venta de recubrimientos aplicados a los teléfonos inteligentes (o a equipos electrónicos) que contengan PFOA, sus sales o compuestos conexos del PFOA no son objeto de restricciones. Solo una empresa ha pedido una exención por un corto período de tiempo.

230. El uso del PFOA en las espumas ignífugas es motivo de preocupación porque se trata de una liberación directa y dispersiva al medio ambiente. Existen alternativas para todos los usos del PFOA en las espumas ignífugas e incluyen soluciones sin flúor, así como fluorosurfactantes con fluorotelómeros C<sub>6</sub>. Con arreglo a la restricción de la UE, se ha establecido una exención limitada a fin de prever una exención para las espumas que ya se están comercializando. Además, el Canadá prevé exenciones para el PFOA que contenga espumas acuosas formadoras de películas usadas en aplicaciones de extinción de incendios. El procedimiento de gestión de los riesgos en Noruega no se aplica, porque atañe a los productos de consumo y las espumas acuosas formadoras de películas son solo para uso profesional. En la nota ii) se aborda una exención por tiempo limitado para espumas ya instaladas o comercializadas (que se aplica al PFOS en virtud del Reglamento de los COP de la Unión Europea), la cual se puede seguir utilizando de conformidad con esa disposición. Se debería evitar el uso de las espumas existentes, las cuales deberían ser reemplazadas en corto tiempo por alternativas que eviten un mayor nivel de contaminación. No se deben utilizar espumas que contengan PFAS, ni sus alternativas fluoradas, con fines de capacitación. Existen alternativas adecuadas que pueden ser utilizadas con esos fines.

231. Noruega aplica una exención para los dispositivos médicos (sin límite de tiempo). Con arreglo a la restricción de la UE, se ha establecido una exención temporal (hasta el 7 de julio de 2032) para los dispositivos médicos que no son determinados dispositivos implantables dentro del ámbito de aplicación de la Directiva 93/42/EEC. Para la producción de dispositivos médicos implantables, se ha establecido una exención sin límite de tiempo. La importación, el uso, la venta y la oferta de venta de dispositivos médicos que contengan PFOA, sus sales o compuestos conexos del PFOA no son objeto de restricción en el Canadá. Según la información presentada por la Red de Eliminación de COP, cabría analizar la posibilidad de establecer exenciones para estos usos, pero se deberían celebrar consultas con los profesionales de la salud que utilizan esos equipos. Por esa razón, se debería considerar la posibilidad de una exención (con límite de tiempo o sin él) para: 1) el uso en dispositivos médicos y 2) para la producción de dispositivos médicos implantables con arreglo al Convenio de Estocolmo.

232. En la información sobre alternativas para el tratamiento del papel y el cartón usados para envasar alimentos se da a entender que se dispone de alternativas apropiadas. En el procedimiento de evaluación de los riesgos de Noruega, los materiales que entran en contacto con los alimentos y los utilizados en el envasado de alimentos están exentos. La importación, el uso, la venta y la oferta de venta de envases de alimentos que contengan PFOA, sus sales o compuestos conexos del PFOA no son objeto de restricción en el Canadá. En la restricción de la UE no se contemplan exenciones para los materiales que se utilizan en el envasado de alimentos. Dado que se dispone de alternativas apropiadas, no se considera necesario establecer una exención a tenor del Convenio de Estocolmo.

233. Según la información de la industria automotriz del Canadá, las piezas de repuesto de automóviles en los talleres de servicio podrían contener PFOA. Estas piezas son necesarias para garantizar la disponibilidad de equipo y piezas de repuesto originales a fin de atender la demanda de los consumidores. Por consiguiente, la industria propone exenciones específicas para las piezas de repuesto y la prestación de servicios automotrices. Estas piezas representan un pequeño porcentaje de uso del PFOA que disminuirá con el tiempo de forma natural a medida que se produzca la rotación del parque de vehículos. En el Canadá, las medidas de gestión de los riesgos del PFOA no influyen en el

uso de los servicios automotrices ni las piezas de repuesto, ya que en estos momentos todos los artículos manufacturados que contengan PFOA se están analizando para este sector (véase CVMA, 2017). En la UE no se han establecido exenciones al respecto. En Noruega, no se aplicarán las prohibiciones a las piezas de repuesto de los productos de consumo que se hayan puesto a la venta antes del 1 de junio de 2014. Se podría analizar la posibilidad de establecer una exención para las piezas de repuesto y los servicios automotrices en el marco del Convenio de Estocolmo; sin embargo, habría que especificar los servicios automotrices y las piezas de repuesto de automóviles, así como justificar inequívocamente las razones para establecer una exención, pese a que en los procedimientos vigentes de evaluación del riesgo no se consideró necesario.

234. Debido a que aumenta constantemente la preocupación que suscitan las alternativas fluoradas de cadena corta (véanse párrafos 179 a 181), no está claro aún si la sustitución del PFOA, sus sales y compuestos conexos con sustancias fluoradas de cadena corta pueda surtir efectos adversos comparables con los de las sustancias sustituidas. De ahí que siga pendiente de aclaración si la sustitución del PFOA, sus sales y compuestos conexos por sustancias fluoradas de cadena corta no se considerará una sustitución de la que habrá que arrepentirse. Los científicos han advertido que no se deben sustituir con otras alternativas fluoradas a fin de evitar perjuicios perdurables para la salud humana y el medio ambiente (Orientación sobre alternativas del Comité de Examen de los COP, Blum y otros, 2015).

#### ***Resumen de la información sobre los efectos en la sociedad***

235. La restricción o prohibición del PFOA, sus sales y los compuestos conexos surtirían un efecto positivo en la salud humana y el medio ambiente, en particular la biota, al disminuir las emisiones y, posteriormente, la reducción de la exposición de los seres humanos y el medio ambiente. Además, la restricción o prohibición del PFOA traería consigo beneficios para la agricultura al disminuir las emisiones y, posteriormente, los efectos perjudiciales en los cultivos agrícolas.

236. Al evaluar los efectos de la restricción del PFOA y los compuestos conexos del PFOA en la salud humana y el medio ambiente, es fundamental tener en cuenta la preocupación específica que suscita el PFOA como sustancia COP. Es imposible cuantificar la magnitud y el alcance de los riesgos del PFOA y los compuestos conexos del PFOA, pero se justifica la adopción de medidas a nivel mundial. Por eso, la gestión de los riesgos de esas sustancias se apoya en datos científicos y en medidas de precaución para evitar que se sigan produciendo efectos irreversibles y potencialmente graves resultantes de la continuación de las emisiones.

237. Sobre la base del análisis de sus características, se espera que algunas de las alternativas disponibles planteen menos riesgos para la salud que el PFOA y los compuestos conexos del PFOA. Cabe esperar que la restricción de la UE redunde en un beneficio neto para la sociedad en lo relativo a los efectos en la salud humana. Si bien no se ha llevado a cabo ningún análisis cuantitativo de los beneficios en el proceso reglamentario de la evaluación de los riesgos del Canadá, cabe esperar que mejore la calidad del medio ambiente gracias al control de esas sustancias. Se considera que los procedimientos de evaluación de los riesgos de la Unión Europea y el Canadá surtirán efectos moderados en los costos porque el mercado ya está sustituyendo al PFOA y las sustancias conexas del PFOA y porque los procedimientos de evaluación de los riesgos prevén exenciones temporales y usos permitidos actuales para determinadas aplicaciones para las que se están creando alternativas o para las que no se conocen alternativas en estos momentos. Lo mismo cabe esperar del procedimiento de evaluación de los riesgos en Noruega. Por esa razón, cabe esperar que una restricción o prohibición a nivel mundial en el marco del Convenio de Estocolmo redunde en un beneficio neto para la sociedad en lo referente a los efectos en la salud humana.

238. Ya se han aplicado en muchos países alternativas al PFOA competitivas en cuanto a los costos, que no muestran características de contaminantes orgánicos persistentes. Esto es un indicio de la viabilidad económica y técnica de las alternativas. Entre los aspectos económicos de sustituir las alternativas al PFOA figuran las economías (no cuantificables) logradas en los costos de la salud y el medio ambiente gracias a la disminución de la exposición.

239. La restricción o prohibición del PFOA, sus sales y compuestos conexos del PFOA reduciría los costos al disminuir la contaminación de las aguas superficiales, las aguas subterráneas y el suelo y, por ende, reduciría los costos de detección y rehabilitación de los sitios contaminados. Los costos de rehabilitación guardan relación fundamentalmente con el tratamiento del agua potable y las aguas subterráneas y con la excavación y eliminación de los suelos contaminados. Los datos disponibles indican que los costos relacionados con la descontaminación de PFAS, en particular el PFOA y los compuestos conexos del PFOA son considerables.

240. En la decisión POPRC-6/2 sobre el PFOS se esbozan algunas de las medidas de reducción del riesgo a corto, largo y mediano plazo. El Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes reafirma la necesidad expresada en el Convenio de Estocolmo de valerse de las mejores técnicas disponibles y las mejores prácticas ambientales al emplear las tecnologías de destrucción de los desechos. En los casos en que no se disponga de tecnologías de destrucción, hay que garantizar el almacenamiento en condiciones seguras.

### 3.3 Medidas de gestión de los riesgos recomendadas

241. El Comité recomienda que se apliquen exenciones específicas de plazo limitado para los usos del PFOA, sus sales y compuestos conexos del PFOA en los casos en que se aportó información suficiente como se indica en la declaración final.

## 4 Declaración final

242. El Comité decide, de conformidad con el párrafo 9 del artículo 8 del Convenio, recomendar a la Conferencia de las Partes que examine la posibilidad de incluir el ácido pentadecafluorooctanoico:(núm. de CAS 335-67-1, PFOA, ácido perfluorooctanoico), sus sales y compuestos conexos del PFOA en el anexo A o B del Convenio con exenciones específicas respecto de lo siguiente:

- a) Durante cinco años a partir de la fecha de entrada en vigor de la enmienda conforme al artículo 4:
  - i) Fabricación de semiconductores o dispositivos electrónicos conexos:
    - a. Equipo o infraestructura relacionada con plantas de fabricación que contengan fluoropolímeros o fluoroelastómeros con residuos de PFOA;
    - b. Equipos o infraestructura relacionada con plantas de fabricación obsoleta: mantenimiento;
    - c. Fotolitografía o procesos de grabado;
  - ii) Recubrimientos fotográficos aplicados a películas;
  - iii) Textiles oleófilos e hidrófilos para la protección de líquidos peligrosos con vistas a la protección de los trabajadores contra los riesgos para su salud y seguridad;
- b) Durante 10 años a partir del momento de la entrada en vigor de la enmienda para la fabricación de semiconductores o dispositivos electrónicos conexos: piezas de reemplazo que contengan fluoropolímeros o fluoroelastómeros con residuos de PFOA respecto de equipos obsoletos o piezas de reemplazo obsoletas;
- c) Para el uso del yoduro de perfluorooctano, la producción de bromuro de perfluorooctano con el fin de elaborar productos farmacéuticos revisando de manera sistemática la necesidad de exenciones. En cualquier caso, las exenciones específicas deberán expirar a más tardar en 2036.

243. El Comité invita a las Partes y los observadores, entre ellos a las industrias pertinentes, a que faciliten información que facilite al Comité la tarea de definir las exenciones específicas respecto de la producción y el uso del PFOA, sus sales y los compuestos conexos del PFOA, en particular en las aplicaciones siguientes:

- a) Membranas destinadas a usarse en los productos textiles de uso médico, la filtración en el tratamiento de aguas, los procesos de producción y el tratamiento de efluentes: información sobre el ámbito de las aplicaciones, las cantidades utilizadas, la disponibilidad de alternativas y aspectos socioeconómicos;
- b) Transporte de sustancias intermedias aisladas con el fin de facilitar el reprocesamiento en otra instalación distinta de la instalación de producción: información sobre las cantidades utilizadas, la duración del transporte y los riesgos, y sobre los usos;
- c) Dispositivos médicos: información sobre aplicaciones y usos específicos, y sobre las fechas en que se prevén aplicar las posibles exenciones afines;
- d) Dispositivos médicos implantables: información sobre las cantidades utilizadas, la duración del transporte y los riesgos, y sobre los usos;

- e) Sector de imágenes fotográficas: información relativa al papel y la impresión, e información pertinente para los países en desarrollo;
- f) Industria automotriz: información sobre piezas de repuesto;
- g) Espumas contra incendios: información sobre la composición química de las mezclas y los volúmenes de las cantidades cargadas con anterioridad de mezclas de espumas contra incendios.

Respecto de las aplicaciones antes mencionadas, se acogerá con agrado toda información sobre los aspectos socioeconómicos y cualquier otra información pertinente que se considere necesaria.

244. Además, se invita a las Partes y los observadores a que proporcionen información que facilite la evaluación por el Comité del ácido pentadecafluorooctanoico (núm. de CAS: 335-67-1, PFOA, ácido perfluorooctanoico), sus sales y compuestos conexos del PFOA en relación con su formación y liberación no intencionales, en particular derivadas de la producción primaria de aluminio y de la combustión incompleta.

## Referencias

Please note: Information request submission and comments related to the risk management evaluation are available at the Stockholm Convention website at <http://chm.pops.int/tabid/5339/Default.aspx>.

[Ackermann and Massey, 2006] The Economics of Phasing Out PVC. Global Development and Environment Institute (GDAE) Tufts University. Available from: [http://www.ase.tufts.edu/gdae/Pubs/rp/Economics\\_of\\_PVC\\_revised.pdf](http://www.ase.tufts.edu/gdae/Pubs/rp/Economics_of_PVC_revised.pdf)

[Air Services Australia, 2016] Gold Coast Airport Preliminary Site Investigation. GHD. Available at: [http://www.airservicesaustralia.com/wp-content/uploads/251713\\_Final\\_PSI-Report.pdf](http://www.airservicesaustralia.com/wp-content/uploads/251713_Final_PSI-Report.pdf)

[AMR, 2015] Archroma Media Release. 25 February 2015. Available from: <http://www.archroma.com/wp-content/uploads/2015/02/ARCHPR034EN0215-Cartaguard-KST.pdf>.

[ATSDR, 2015] Draft toxicological profile for perfluoroalkyls. August 2015. Available from: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp200.pdf>.

[AU Health Dep, 2017] Australian Government, Department of Health. Fact sheet: Health Based Guidance Values for PFAS for use in site investigations in Australia. 2017. Available from: [http://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/2200FE086D480353CA2580C900817CDC/\\$File/fs-Health-Based-Guidance-Values.pdf](http://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/2200FE086D480353CA2580C900817CDC/$File/fs-Health-Based-Guidance-Values.pdf)

[Australia, 2016] Annex F form. Submitted 9 December 2016. Available from: <http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx>.

[Austria, 2016a] Annex F form. Submitted 9 December 2016. Available from: <http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx>.

[Australia Gov. 2017] Australian Government, Department of Health. 2017. Health Based Guidance Values for PFAS; For use in site investigations in Australia. Available from: [http://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/2200FE086D480353CA2580C900817CDC/\\$File/fs-Health-Based-Guidance-Values.pdf](http://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/2200FE086D480353CA2580C900817CDC/$File/fs-Health-Based-Guidance-Values.pdf)

[Beilstein, 2005] Handbook of Organic Chemistry (online). Request January 12.

[Bizkarguenaga *et al.* 2016] Bizkarguenaga E, Zabaleta I, Prieto A, Fernandez LA, Zuloaga O (2016) Uptake of 8:2 perfluoroalkyl phosphate diester and its degradation products by carrot and lettuce from compost-amended soil, *Chemosphere* 152:309-317

[Blaine *et al.*, 2013] Blaine AC, Rich CD, Hundal LS, Lau C, Mills MA, Harris KM, Higgins CP (2013) Uptake of perfluoroalkyl acids into edible crops via land applied biosolids: field and greenhouse studies, *Environ Sci Technol* 47:14062-14069

[Blaine *et al.*, 2014] Perfluoroalkyl Acid Uptake in Lettuce (*Lactuca sativa*) and Strawberry (*Fragaria ananassa*) Irrigated with Reclaimed Water. *Environ Sci Technol* 48: 14361–14368

[Blum *et al.*, 2015] The Madrid Statement on Poly- and Perfluoroalkyl Substances (PFASs). *Environ Health Perspect* 123(5): 107-11.

[Bohlin-Nizzetto *et al.*, 2015] PFASs in house dust. NILU. Available from: <http://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M430/M430.pdf>.

[Buck *et al.*, 2011] Buck RC, Franklin J, Berger U, Conder JM, Cousins IT, de Voogt P, Jensen AA, Kannan K, Mabury SA, van Leeuwen SPJ (2011) Perfluoroalkyl and Polyfluoroalkyl Substances in the Environment: Terminology, Classification, and Origins, *Integr Environ Assess Manag* 7:513-514

[Britto *et al.*, 2016]. Use of alternatives to PFOS, its salts and PFOSF for the control of leaf-cutting ants *Atta* and *Acromyrmex*. *International Journal of Research in Environmental Studies* (2016).3(2).

[Canada, 2012a] Government of Canada. Proposed risk management approach for Perfluorooctanoic Acid (PFOA), its Salts, and its Precursors and Long-Chain (C<sub>9</sub>-C<sub>20</sub>) Perfluorocarboxylic Acids (PFCAs), their Salts, and their Precursors. Available from: [http://www.ec.gc.ca/ese-ees/451C95ED-6236-430C-BE5A-22F91B36773F/PFOA%20%26%20PFCAs\\_RMA\\_EN.pdf](http://www.ec.gc.ca/ese-ees/451C95ED-6236-430C-BE5A-22F91B36773F/PFOA%20%26%20PFCAs_RMA_EN.pdf).

- [Canada 2015] Government of Canada. Long-Chain (C<sub>9</sub>-C<sub>20</sub>) Perfluorocarboxylic Acids (LC-PFCAs), their Salts, and their Precursors and Perfluorooctanoic Acid (PFOA) Its Salts, and Its Precursors - Response to Comments on Consultation Document. Available from: <http://www.ec.gc.ca/toxiques-toxics/default.asp?lang=En&n=E68CF568-1>
- [Canada 2016a] Annex F form. Submitted 9 December 2016. Available from: <http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx>.
- [Canada 2016c] Government of Canada. Canada Gazette, Part II. Vol. 150, No. 20. Regulations Amending the Prohibition of Certain Toxic Substances Regulations, 2012 More recent versions available from: <http://www.gazette.gc.ca/rp-pr/p2/2016/2016-10-05/html/sor-dors252-eng.php>.
- [Chemical Watch, 2017] Norway proposes adding second PFC to UN POPs Convention. Available at: <https://chemicalwatch.com/56634/norway-proposes-adding-second-pfc-to-un-pops-convention>
- [Chropenova *et al.*, 2016] Chropenova M, Karaskova P, Kallenborn R, Greguskova EK, Cupr P (2016) Pine Needles for the Screening of Perfluorinated Alkylated Substances (PFASs) along Ski Tracks, *Environ Sci Technol* 50:9487-9496
- [Chemours, 2017] [https://www.chemours.com/Teflon\\_Fabric\\_Protector/en\\_US/products/teflon\\_ecoelite.html](https://www.chemours.com/Teflon_Fabric_Protector/en_US/products/teflon_ecoelite.html) (Online access: 2 March 2017).
- [Conder *et al.*, 2008] Are PFCAs bioaccumulative? A critical review and comparison with regulatory criteria and persistent lipophilic compounds. *Environ Sci Technol* 42: 995-1003.
- [CRCCARE 2017] CRC for Contamination Assessment and Remediation of the Environment. Technical Report no. 38e. Assessment, management and remediation guidance for perfluorooctanesulfonate (PFOS) and perfluorooctanoic acid (PFOA), Part 5 – management and remediation of PFOS and PFOA. March 2017. Available at [http://www.crccare.com/files/dmfile/CRCCARETechReport38Part5\\_AssessmentmanagementandremediationforPFOSandPFOA\\_ManagementandAssessment2.pdf](http://www.crccare.com/files/dmfile/CRCCARETechReport38Part5_AssessmentmanagementandremediationforPFOSandPFOA_ManagementandAssessment2.pdf)
- [D'eon *et al.*, 2006] D'eon JC, Hurley MD, Wallington TJ, Mabury SA. 2006. Atmospheric chemistry of N-methyl perfluorobutanesulfonamidoethanol, C<sub>4</sub>F<sub>9</sub>SO<sub>2</sub>N(CH<sub>3</sub>)CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH: kinetics and mechanism of reaction with OH. *Environ Sci Technol*. 40, 1862-1868.
- [Danish EPA, 2014] Danish Environmental Protection Agency. Screeningsundersøgelse af udvalgte PFAS-forbindelser som jord- og grundvandsforurening iforbindelse med punktkilder. Available from: <http://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2014/10/978-87-93178-96-0.pdf>.
- [Danish EPA, 2015b] Danish Environmental Protection Agency. Alternatives to perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in textiles. Available from: <http://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2015/05/978-87-93352-16-2.pdf>.
- [Davies, 2014] Davies, Alice. DURABLE WATER REPELLENCY - STUDY PHASE I. De Montfort University, Leicester, November 2014. Available at [http://www.europeanoutdoorgroup.com/files/DWR-Study\\_Alice\\_Davies\\_\\_digital\\_.pdf](http://www.europeanoutdoorgroup.com/files/DWR-Study_Alice_Davies__digital_.pdf)
- [Decision POPRC-11/4] The Persistent Organic Pollutants Review Committee. Pentadecafluorooctanoic acid (CAS No: 335-67-1, PFOA, perfluorooctanoic acid), its salts and PFOA-related compounds. Available from: <http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/ReportsandDecisions/tabid/3309/Default.aspx>.
- [Decision POPRC-12/3] The Persistent Organic Pollutants Review Committee (2016) Short-chain chlorinated paraffins. Available from: <http://chm.pops.int/Default.aspx?tabid=5171>
- [Defoort *et al.*, 2012] RAPPORT: PFOS Tullinge grundvattentäkt- Nulägesanalys Slutrapport. Uppdragsnr: 10158302.
- [Denmark, 2016] Danish EPA. Annex F form. Submitted 9 December 2016. Available from: <http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx>.
- [Dow Corning, 2007] DAIKIN and Dow Corning introduce Unidyne TG-5521 for fabric repellency and softness. Available from: [http://www.dowcorning.com/content/news/dowcorning\\_daikin.asp](http://www.dowcorning.com/content/news/dowcorning_daikin.asp).



[Drivon *et al.*, 1996] Synthesis of n-perfluorooctyl bromide. United States Patent 5,545,776. Available at: <http://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect1=PTO2&Sect2=HITOFF&p=1&u=%2Fnetacgi%2FPTO%2Fsearch-bool.html&r=1&f=G&l=50&co1=AND&d=PTXT&s1=5545776&OS=5545776&RS=5545776JP3387099B2 or EP0673906>

[DuPont, 2010] DuPontTMGenX processing aid for making fluoropolymer resin. Available from: [https://www.chemours.com/Industrial\\_Bakery\\_Solutions/en\\_GB/assets/downloads/Chemours\\_GenX\\_Brochure\\_Final\\_07July2010.pdf](https://www.chemours.com/Industrial_Bakery_Solutions/en_GB/assets/downloads/Chemours_GenX_Brochure_Final_07July2010.pdf)

[ECHA, 2013a] Support Document for the identification of pentadecafluorooctanoic acid (PFOA) as a substance of very high concern because of its CMR and PBT properties. Adopted on 14 June 2013. Available from: <https://echa.europa.eu/documents/10162/8059e342-1092-410f-bd85-80118a5526f5>.

[ECHA, 2013b] Support Document for identification of Ammonium pentadecafluorooctanoate (APFO) as a substance of very high concern because of its CMR and PBT properties. Adopted 14 June 2013. Available from: <https://echa.europa.eu/documents/10162/5e2c1e53-be98-4104-8b96-9cd88655a92a>

[ECHA, 2014a] Annex XV Restriction Report. Proposal for a Restriction. Perfluorooctanoic acid (PFOA), PFOA salts and PFOA-related substances. 17 October 2014. Available from: <https://echa.europa.eu/documents/10162/e9cddee6-3164-473d-b590-8fcf9caa50e7>.

[ECHA, 2014b] Registered substances. Available from: <https://echa.europa.eu/de/information-on-chemicals/registered-substances>. Cited by Wang *et al.*, 2015.

[ECHA, 2015a] Background document to the Opinion on the Annex XV dossier proposing restrictions on Perfluorooctanoic acid (PFOA), PFOA salts and PFOA-related substances. 4 December 2015. Available from: <https://echa.europa.eu/documents/10162/61e81035-e0c5-44f5-94c5-2f53554255a8>.

[ECHA, 2015b] Committee for Risk Assessment (RAC) – Opinion on an Annex XV dossier proposing restrictions on Perfluorooctanoic acid (PFOA), PFOA salts and PFOA-related substances. 8 September 2015. Available from: <https://echa.europa.eu/documents/10162/3d13de3a-de0d-49ae-bfbd-749aea884966>.

[ECHA, 2015c] Committee for Risk Assessment (RAC) Committee for Socio-economic Analysis (SEAC) – Opinion on an Annex XV dossier proposing restrictions on Perfluorooctanoic acid (PFOA), PFOA salts and PFOA-related substances. Compiled version prepared by the ECHA Secretariat of RAC's opinion (adopted 8 September 2015) and SEAC's opinion (adopted 4 December 2015). Available from: <https://echa.europa.eu/documents/10162/2f0dfce0-3dcf-4398-8d6b-2e59c86446be>.

[ECHA, 2015d] Decision on Substance Evaluation pursuant to Article 46(1) of Regulation (EC) No 1907/2006 for reaction mass of mixed (3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-tridecafluorooctyl)phosphates, ammonium salt, CAS No not available (EC No 700-161-3).

[ECHA, 2017a] Guidance on Information Requirements and Chemical Safety Assessment. Chapter R.11: PBT/vPvB assessment. Version 3.0. Available at: [https://echa.europa.eu/documents/10162/13632/information\\_requirements\\_r11\\_en.pdf](https://echa.europa.eu/documents/10162/13632/information_requirements_r11_en.pdf)

[ECHA, 2017b] MSC unanimously agrees that Bisphenol A is an endocrine disruptor. Available at: <https://echa.europa.eu/sv/-/msc-unanimously-agrees-that-bisphenol-a-is-an-endocrine-disruptor>

[Ellis *et al.*, 2004] Degradation of fluorotelomer alcohols: a likely atmospheric source of perfluorinated carboxylic acids. *Environ Sci Technol* 38: 3316-21.

[European Commission, 2017] COMMISSION REGULATION (EU) 2017/1000 of 13 June 2017 amending Annex XVII to Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH) as regards perfluorooctanoic acid (PFOA), its salts and PFOA-related substances, OJ L 150/14, 14.6.2017. Available at: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R1000&from=EN>

[EFSA, 2008] European Food Safety Authority. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain on Perfluorooctane sulfonate (PFOS), perfluorooctanoic acid (PFOA) and their salts. *The EFSA Journal*. 653: 1-131.

- [EFSA, 2011a] European Food Safety Authority. EFSA Panel on food contact materials. Scientific opinion on the safety evaluation of the substance, perfluoro[(2-ethoxy-ethoxy)acetic acid], ammonium salt, CAS No: 908020-52-0, for use in food contact materials. EFSA J 9(6):2183. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2011.2183/abstract>.
- [EFSA, 2011b] European Food Safety Authority. EFSA panel on food contact materials. Scientific opinion on the safety evaluation of the substance, 3H-perfluoro-3-[(3-methoxy-propoxy)propanoic acid] ammonium salt, CAS No: 958445-44-8, for use in food contact materials. EFSA J. 9 (6), 1–11.
- [EFSA, 2017] European Food Safety Authority. Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain. Minutes of meeting 10b of the Working Group on perfluoroalkylated substances in food. Available from: <https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/contamwgpfasfood.pdf>
- [Eggen *et al.*, 2010] Municipal landfill leachates: A significant source for new and emerging pollutants. *Sci Total Environ* 408: 5147–57.
- [Ellis *et al.*, 2001] Thermolysis of fluoropolymers as a potential source of halogenated organic acids in the environment. *Nature* 412, 321–4.
- [Ellis *et al.*, 2003] The use of <sup>19</sup>F NMR and mass spectrometry for the elucidation of novel fluorinated acids and atmospheric fluoroacid precursors evolved in the thermolysis of fluoropolymers. *Analyst* 128, 756–764. Doi: 10.1039/b212658c.
- [Environment Canada Health Canada, 2008] Screening Assessment for the Challenge Octamethylcyclotetrasiloxane (D4) Chemical Abstracts Service Registry Number 556-67-2 Environment Canada Health Canada, November 2008, available at <http://www.ec.gc.ca/ese-ees/default.asp?lang=En&n=2481B508-1>
- [EP 2008] European Parliament, Policy Department Economic and Scientific Policy (2008). Impact assessment on priority substances in water.
- [Eschauzier *et al.*, 2013] Perfluorinated alkylated acids in groundwater and drinking water: identification, origin and mobility. *Sci Total Environ* 458-460: 477-485.
- [Euratex, 2016] European Apparel and Textile Confederation. Annex F form. Submitted 9 December 2016. Available from: <http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx>.
- [European Commission, 2006] European Commission. 2006. Reference document on the best available techniques for waste incineration. Brussels. <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>
- [EWG 2017] Mapping a Contamination Crisis - PFCs Pollute Tap Water for 15 Million People, Dozens of Industrial Sites. Bill Walker and Soren Rundquist; Environmental Working Group. Available at [http://www.ewg.org/research/mapping-contamination-crisis#\\*](http://www.ewg.org/research/mapping-contamination-crisis#*) (accessed on 29.6.2017)
- [Exotextile News, 2015] DWR textile finish is renewably sourced. Available from: <https://www.ecotextile.com/2015042921444/dyes-chemicals-news/dwr-textile-finish-is-renewably-sourced.html>. (Online access: 07 March 2017)
- [Feng *et al.* 2015] Characterization of the thermolysis products of Nafion membrane: a potential source of perfluorinated compounds in the environment. *Sci Rep.* 5, 9859. doi: 10.1038/srep09859
- [FFFC, 2017] Fire Fighting Foam Coalition. Re: Additional information on firefighting foams in response to questions raised at the June 14 meeting on the PFHxA RMOA consultation. February 9, 2017.
- [FFFC.Unknown] Best Practice Guidance for Use of Class B Firefighting Foams. Available from: <http://www.ffc.org/images/bestpracticeguidance2.pdf>
- [FFFP, 2017] Technical information from the websites of several firefighting foam marketers, accessed on 16.5.2017:  
<http://www.solbergfoam.com/Technical-Documentation/Foam-Concentrate-Data-Sheets/ReHealing-Foam/ICAO-Concentrates/RE-HEALING-RF6-F-2011007-3.aspx>  
<http://www.zerofiresystems.nl/en/products-and-services/repression/ecopol-100-fluorine-free-foam.html>  
<http://www.bio-ex.com/products/product/biofilm-fluorosynthetic-aff-foam-concentrate-effective-on-hydrocarbon-fires-9>
- [Filipovic *et al.*, 2015] Historical usage of aqueous film forming foam: A case study of the widespread distribution of perfluoroalkyl acids from a military airport to groundwater, lakes, soils and fish. *Chemosphere* 129:39-45

[FluoroCouncil, 2014a] Assessment of POP Criteria for Specific Short-Chain Perfluorinated Alkyl Substances. January.

[FluoroCouncil, 2014b] Guidance for Best Environmental Practices (BEP) for the Global Apparel Industry – including focus on fluorinated repellent products. Available from: <https://fluorocouncil.com/PDFs/Guidance-for-Best-Environmental-Practices-BEP-for-the-Global-Apparel-Industry.pdf>

[FluoroCouncil, 2016a] FluoroCouncil. Annex F form. Submitted 8 December 2016. Available from: <http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx>.

[FluoroCouncil, 2016b] Assessment of POP Criteria for Specific Short-Chain Perfluorinated Alkyl Substances. Companion Report to FluoroCouncil's January 2014.

[FOEN, 2017] Additional Information in Relation to the Risk Management Evaluation of PFOA, its Salts, and Related Compounds. Prepared by ETH Zurich on behalf of the Swiss Federal Office for the Environment (FOEN).

Available at

<http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAComments/tabid/5950/Default.aspx>

[FR 2010 01-27] Federal Register / Vol. 75, No. 17 / Wednesday, January 27, 2010 / Rules and Regulations. Environmental Protection Agency, 40 CFR Part 723, Premanufacture Notification Exemption for Polymers; Amendment of Polymer Exemption Rule to Exclude Certain Perfluorinated Polymers. Available at <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2010-01-27/pdf/2010-1477.pdf>

[FR 2016 05-25] Federal Register / Vol. 81, No. 101 / Wednesday, May 25, 2016 / Notices. Environmental Protection Agency, Lifetime Health Advisories and Health Effects Support Documents for Perfluorooctanoic Acid and Perfluorooctane Sulfonate. Available at <https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-05/documents/2016-12361.pdf>

[Furutaka *et al.*, 1997] Process for preparing perfluoroalkyl bromides. United States Patent 5,688,379. Available at:

[https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/originalDocument?FT=D&date=19971118&DB=EPODOC&locale=en\\_EP&CC=US&NR=5688379A&KC=A&ND=5#](https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/originalDocument?FT=D&date=19971118&DB=EPODOC&locale=en_EP&CC=US&NR=5688379A&KC=A&ND=5#)

[Garcia *et al.* 2007] García A. N, Viciano N, Font R. 2007. Products obtained in the fuel-rich combustion of PTFE at high temperature. *J Anal Appl Pyrolysis* 80, 85–91.

[German Environment Agency, 2017] „Mobile“ Chemikalien - wenn Filter nichts mehr nützen. Pressemitteilung Nr. 18 vom 4. Mai 2017. Available at

[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2743/dokumente/2017\\_05\\_04\\_mobile\\_chemikalien\\_-\\_wenn\\_filter\\_nichts\\_mehr\\_nuetzen\\_fuer\\_versand.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2743/dokumente/2017_05_04_mobile_chemikalien_-_wenn_filter_nichts_mehr_nuetzen_fuer_versand.pdf)

[German Environment Agency, 2016] HBM I values for Perfluorooctanoic acid (PFOA) and Perfluorooctanesulfonic acid (PFOS) in blood plasma. Statement of the German Human Biomonitoring Commission (HBM Commission). Announcement of the German Environment Agency (UBA). Available from:

[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/355/dokumente/hbm\\_i\\_values\\_for\\_pfoa\\_and\\_pfos.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/355/dokumente/hbm_i_values_for_pfoa_and_pfos.pdf)

[German Environment Agency, 2016b] International workshop for authorities on the assessment of risks of short-chain per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs), Workshop Proceedings. December 2016

[German Environment Agency, 2013] Environmentally responsible use of fluorinated firefighting foams. May 2013. Available from

[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/fluorinated\\_firefighting\\_foams\\_schaumloeschmittel\\_engl.\\_version\\_25.6.2013.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/fluorinated_firefighting_foams_schaumloeschmittel_engl._version_25.6.2013.pdf)

[Gellrich *et al.*, 2012] Behavior of perfluorinated compounds in soils during leaching experiments. *Chemosphere* 87: 1052-56.

[Gordon, 2011] Toxicological evaluation of ammonium 4,8-dioxa-3H-perfluorononanoate, a new emulsifier to replace ammonium perfluorooctanoate in fluoropolymer manufacturing. *Regul Toxicol Pharmacol* 59(1): 64-80.

- [HELCOM 2013] Palette of measures on cost-effective management options to reduce discharges, emissions, and losses of hazardous substances. Part of the 2013 HELCOM Ministerial Declaration endorsed by the 2013 HELCOM Ministerial Meeting in October 2013. Available at [http://helcom.fi/Documents/Ministerial2013/Ministerial%20declaration/Adopted\\_endorsed%20documents/Palette%20of%20cost-effective%20management%20options%20to%20reduce%20pollution%20by%20hazardous%20substances.pdf](http://helcom.fi/Documents/Ministerial2013/Ministerial%20declaration/Adopted_endorsed%20documents/Palette%20of%20cost-effective%20management%20options%20to%20reduce%20pollution%20by%20hazardous%20substances.pdf)
- [Hill *et al.*, 2017] Substitution of PFAS chemistry in outdoor apparel and the impact on repellency performance. *Chemosphere* 181: 500-07.
- [Hölzer J. *et al.*, 2008] Biomonitoring of Perfluorinated Compounds in Children and Adults Exposed to Perfluorooctanoate-Contaminated Drinking Water. *Environ Health Perspect* 116(5):651-7. doi: 10.1289/ehp.11064.
- [Hölzer J. *et al.*, 2009] One-year follow-up of perfluorinated compounds in plasma of German residents from Arnsberg formerly exposed to PFOA-contaminated drinking water. *Int J Hyg Environ Health*. 212(5):499-504. doi: 10.1016/j.ijheh.2009.04.003.
- [Holmquist *et al.*, 2016] Properties, performance and associated hazards of state-of-the-art durable water repellent (DWR) chemistry for textile finishing, *Environment International*, Volume 91, 2016, Pages 251-264, ISSN 0160-4120. doi: 10.1016/j.envint.2016.02.035
- [Houtz *et al.*, 2016] Poly- and perfluoroalkyl substances in wastewater: Significance of unknown precursors, manufacturing shifts, and likely AFFF impacts, *Water Res* 95:142-149
- [IPEN, 2016] International POPs Elimination Network. Annex F information. Submitted 9 December 2016. Available from: <http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx>.
- [I&P Europe, 2016a] Imaging & Printing Association Europe. Annex F form. Submitted 24 November 2016. Available from: <http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx>.
- [I&P Europe 2016b] Imaging & Printing Association Europe. Cover letter. Submitted 24 November 2016. Available from: <http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx>.
- [Ishibashi *et al.*, 2007] Estrogenic effects of fluorotelomer alcohols for human estrogen receptor isoforms alpha and beta in vitro. *Biol Pharm Bull* 30: 1358-59.
- [ISO 2009] International Organization for Standardization. ISO 25101:2009 Water quality -- Determination of perfluorooctanesulfonate (PFOS) and perfluorooctanoate (PFOA) -- Method for unfiltered samples using solid phase extraction and liquid chromatography/mass spectrometry. See: <https://www.iso.org/standard/42742.html>
- [Iwai, 2011] Toxicokinetics of ammonium perfluorohexanoate. *Drug Chem Toxicol* 34(4): 341-6.
- [Japan, 2016] Global Environment Division, Ministry of Foreign Affairs. Annex F form. Submitted 9 December 2016. Available from: <http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx>.
- [Jiang *et al.*, 2015] Perfluoroalkyl acids (PFAAs) with isomer analysis in the commercial PFOS and PFOA products in China. *Chemosphere* 127: 180-7.
- [Johansson *et al.* 2017] Water-to-air transfer of branched and linear PFOA: Influence of pH, concentration and water type. Jana H. Johansson, Hong Yan, Urs Berger, Ian T. Cousins. Article in press. *Emerging Contaminants xxx* (2017) 1-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.emcon.2017.03.001>
- [Kaiser *et al.*, 2005] Vapor pressures of perfluorooctanoic, -nonanoic, -decanoic, -undecanoic, and -dodecanoic acids. *J Chem Eng Data* 50: 1841-3.
- [Kauck and Diesslin, 1951] Some properties of perfluorocarboxylic acids. *IndEnfChem* 43, 2332-4.
- [KEMI, 2017] PFAS-nätverk. 2017. Available from <http://www.kemi.se/om-kemikalieinspektionen/verksamhet/handlingsplan-for-en-giftfri-vardag/hogfluorerade-amnen-pfas/pfas-natverk> (in Swedish)

- [Keutel and Koch, 2016] Untersuchung fluortensidfreier Löschmittel und geeigneter Lösungsverfahren zur Bekämpfung von Bränden häufig verwendeter polarer (d. h. schaumzerstörender) Flüssigkeiten. Brandschutzforschung der Bundesländer. Forschungsbericht 187 von Karola Keutel und Mario Koch. Available at [https://idf.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik\\_und\\_Verwaltung/MI/IDF/IBK/Dokumente/Forschung/Fo\\_Publikationen/imk\\_ber/bericht\\_187.pdf](https://idf.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MI/IDF/IBK/Dokumente/Forschung/Fo_Publikationen/imk_ber/bericht_187.pdf)
- [Kirk, 1995] Encyclopedia of Chemical Technology. 14 th ed. Volume 1: New York, NY. John Wiley and Sons.1991-Present., p. V11 551.
- [Kissa, 2001] Fluorinated Surfactants and Repellents. Marcel Dekker. New York.
- [Klein, 2012] Comments on the draft technical paper on the identification and assessment on alternatives to the use of perfluorooctane sulfonic (PFOS) acid in open applications.POPRC7 Follow-up.Published by the Stockholm Convention Secretariat.
- [Klein 2013] Fire Fighting Foam – Disposal, Remediation and Lifetime Costs.By Roger A. Klein. Industrial Fire Journal, Winter 2013. Available at [http://www.hemmingfire.com/news/fullstory.php/aid/1961/Foam:\\_the\\_cost\\_\\_96\\_and\\_still\\_counting!.html](http://www.hemmingfire.com/news/fullstory.php/aid/1961/Foam:_the_cost__96_and_still_counting!.html)
- [Kleiner and Jho, 2009] Recent developments in 6:2 fluorotelomer surfactants and foam stabilizers.4th Reebok Foam Seminar. 6-7 July 2009. Bolton, UK..[Krippner *et al.*, 2014] Krippner J, Brunn H, Falk S, Georgii S, Schubert S, Stahl T (2014) Effects of chain length and pH on the uptake and distribution of perfluoroalkyl substances in maize (*Zea mays*), Chemosphere 94:85-90
- [Krippner *et al.*, 2015] Accumulation Potentials of Perfluoroalkyl Carboxylic Acids (PFCAs) and Perfluoroalkyl Sulfonic Acids (PFSAs) in Maize (*Zea mays*). J Agric Food Chem 63: 3646–3653
- [LaSalle, 2016] Defence per- and poly-fluoroalkyl Substances (PFAS) environmental Management Preliminary Sampling Program. Final Report September 2016. GHD, Available at [http://www.defence.gov.au/ID/PFOSPFOA/\\_master/docs/PSPReports/PreliminarySamplingProgramReportMainReportLessAppendices.pdf](http://www.defence.gov.au/ID/PFOSPFOA/_master/docs/PSPReports/PreliminarySamplingProgramReportMainReportLessAppendices.pdf)
- [Li, 2009] Toxicity of perfluorooctane sulfonate and perfluorooctanoic acid to plants and aquatic invertebrates. Environ Toxicol 24:95–101.
- [Lide, 2003] CRC Handbook of Chemistry and Physics.CRC Press.
- [Liu *et al.*, 2010a] Aerobic biodegradation of [<sup>14</sup>C] 6:2 fluorotelomer alcohol in a flow-through soil incubation system. Chemosphere 80: 716-23.
- [Liu *et al.*, 2010b] 6-2 Fluorotelomer alcohol aerobic biodegradation in soil and mixed bacterial culture. Chemosphere 78: 437-44.
- [Lindemann *et al.*, 2012] Effects of per- and polyfluorinated compounds on adult rat testicular cells following in vitro exposure.ReprodToxicol 33: 531-7.
- [Liu *et al.* 2017] Liu Z, Lu Y, Wang P, Wang T, Liu S, Johnson AC, Sweetman AJ, Baninla Y (2017) Pollution pathways and release estimation of perfluorooctane sulfonate (PFOS) and perfluorooctanoic acid (PFOA) in central and eastern China Sci Total Environ. 2017 Feb 15;580:1247-1256. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.12.085.
- [Loi *et al.*, 2013] Detection of commercial fluorosurfactants in Hong Kong marine environment and human blood: a pilot study. Environ Sci Tech 47(9): 4677-85.
- [Loos *et al.*, 2007] Polar herbicides, pharmaceutical products, perfluorooctanesulfonate (PFOS), perfluorooctanoate (PFOA), and nonylphenol and its carboxylates and ethoxylates in surface and tap waters around Lake Maggiore in Northern Italy. Anal BioanalChem 387: 1469-78.
- [Madrid Statement, 2015] The Madrid Statement on Poly- and Perfluoroalkyl Substances (PFASs). Environmental Health Perspectives, Volume 123, Number 5, May 2015. Available at <https://ehp.niehs.nih.gov/wp-content/uploads/123/5/ehp.1509934.alt.pdf>
- [Maras *et al.*, 2006] Estrogen-like properties of fluorotelomer alcohols as revealed by mcf-7 breast cancer cell proliferation. Environ Health Perspect 114:100-105.
- [Marchionni *et al.*, 2010] Patent: method for manufacturing fluoropolymers in the presence of cyclic fluorosurfactants with low bioaccumulation/biopersistence. WO 2010003929.
- [Martin *et al.*, 2009] Bioactivation of fluorotelomer alcohols in isolated rat hepatocytes.Chem-Biol Interact 177: 196-203.

- [Martin *et al.*, 2006] Martin, J.W., Ellis, D.A., Mabury, S.A., Hurley, M., Wallington, T., 2006. Atmospheric chemistry of perfluoroalkanesulfonamides: kinetic and product studies of the OH radical and Cl atom initiated oxidation of N-ethyl perfluorobutanesulfonamide. *Environ.Sci. Technol.* 40 (3), 864–872.
- [Mitchell *et al.*, 2011] Toxicity of fluorotelomer carboxylic acids to the algae *Pseudokirchneriellasubcapitata* and *Chlorella vulgaris*, and the amphipod *Hyalellaazteca*. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 74: 2260-2267. [Naturvårderverket, 2016] Höglfluoreradeämnen (PFAS) ochbekämpningsmedel.Rapport 6709. ISBN 978-91-620-6709-0.
- [NFA, 2017] National Food Agency, 2017, Riskhantering - PFAS i dricksvatten och fisk. Available from: <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/miljogifter/PFAS-poly-och-perfluorerade-alkylsubstanser/riskhantering-pfaa-i-dricksvatten/> (in Swedish)
- [NICNAS 2017] Environment Tier II Assessment for Perfluorooctanoic Acid (PFOA) and its Direct Precursors. Last update 14 February 2017. Available from [https://www.nicnas.gov.au/chemical-information/imap-assessments/imap-assessments/tier-ii-environment-assessments/perfluorooctanoic-acid-and-its-direct-precursors#\\_ENREF\\_2](https://www.nicnas.gov.au/chemical-information/imap-assessments/imap-assessments/tier-ii-environment-assessments/perfluorooctanoic-acid-and-its-direct-precursors#_ENREF_2) (accessed on 2.3.2017)
- [Norway, 2016] Norwegian Environment Agency. Annex F form. Submitted 9 December 2016. Available from: <http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx>.
- [NTP, 2016] NTP Monograph on immunotoxicity associated with exposure to perfluorooctanoic acid (PFOA) or perfluorooctane sulfonate (PFOS). National Toxicology Program.U.S. Department of Health and Human Services.[https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/ohat/pfoa\\_pfos/pfoa\\_pfosmonograph\\_508.pdf](https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/ohat/pfoa_pfos/pfoa_pfosmonograph_508.pdf)
- [NRL, 2016] Evaluating the Difference in Foam Degradation between Fluorinated and Fluorine-free Foams for Improved Pool Fire Suppression. Katherine Hinnant, RamagopalAnanth, Michael Conroy, Bradley Williams. Naval Research Laboratory. Presented at the 2016 ACS Symposium.[Oda *et al.*, 2007] Negative results of umu genotoxicity test of fluorotelomer alcohols and perfluorinated alkyl acids. *Environ Health Perspect* 12:217-9.
- [Obermeier and Stefaniak, 1997] Patent: Process for the recuperation of fluorinated carboxylic acids. Patent No. EP 0632009 B1.
- [OECD 2010] OECD Environment, Health and Safety Publications Series on Emission Scenario Documents No. 9,EMISSION SCENARIO DOCUMENT ON PHOTORESIST USE IN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING(as revised in 2010). Available from [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono\(2004\)14/rev1&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono(2004)14/rev1&doclanguage=en)
- [OECD, 2013] OECD/UNEP Global PFC Group.Synthesis paper on per- and polyfluorinated chemicals (PFCs).Environmental, Health and Safety, Environmental Directorate.OECD.
- [OECD, 2015] Risk Reduction Approaches for PFASs – A Cross-Country Analysis. OECD Environment, Health and Safety Publications Series on Risk Management.No. 29. Available from: [http://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/Risk\\_Reduction\\_Approaches%20for%20PFASS.pdf](http://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/Risk_Reduction_Approaches%20for%20PFASS.pdf).
- [OECD, 2017] Organisation for Economic Co-operation and Development.OECD portal on perfluorinated chemicals. Available from: <https://www.oecd.org/ehs/pfc/#Definitions>
- [Oosterhuis *et al.*, 2017] Frans Oosterhuis, Roy Brouwer, Martien Janssen, Julia Verhoeven, Cees Luttkhuizen. Towards a Proportionality Assessment of Risk Reduction Measures Aimed at Restricting the Use of Persistent and Bioaccumulative Substances. *Integr Environ Assess Manag* 2017:1–13, DOI: 10.1002/ieam.1949. Available at <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ieam.1949/epdf>
- [OSPAR, 2006] Perfluorooctane Sulphonate PFOS. OSPAR Commission 2005 (2006 update).OSPAR Background Document on Perfluorooctane Sulphonate.Hazard substance series, 269/2006.
- [P05, 2012] Durable Water and Soil repellent chemistry in the textile industry – a research report.P05 Water Repellency Project.Version 1.0. November 2012. Available at [https://outdoorindustry.org/pdf/FINAL\\_ZDHC\\_P05\\_DWR%20Research\\_Nov2012.pdf](https://outdoorindustry.org/pdf/FINAL_ZDHC_P05_DWR%20Research_Nov2012.pdf)

- [Pieri *et al.*, 2011] Patent: Method for manufacturing fluoropolymers by polymerization using fluorinated surfactants. WO 2011073337.
- [Plumlee *et al.* 2009] Plumlee, M.H., McNeill, K., Reinhard, M., 2009. Indirect photolysis of perfluorochemicals: hydroxyl radical-initiated oxidation of N-ethyl perfluorooctane sulfonamido acetate (N-EtFOSAA) and other perfluoroalkanesulfonamides. *Environ. Sci. Technol.* 43 (10), 3662–3668. [Poulsen *et al.*, 2005] Danish Ministry of Environment. More environmentally friendly alternatives to PFOS-compounds and PFOA. Available from: [http://www2.mst.dk/common/Udgivramme/Frame.asp?http://www2.mst.dk/udgiv/Publications/2005/87-7614-668-5/html/default\\_eng.htm](http://www2.mst.dk/common/Udgivramme/Frame.asp?http://www2.mst.dk/udgiv/Publications/2005/87-7614-668-5/html/default_eng.htm).
- [Prevedouros *et al.*, 2006] Sources, Fate and Transport of Perfluorocarboxylates. *Environ Sci Technol.* 40(1) 32-44.
- [Prokop *et al.*, 1989] Analysis of the products from the electrochemical fluorination of octanoyl chloride. *Journal of Fluorine Chemistry* 43: 277-90.
- [Pyua, 2017] <http://www.pyua.de/index.php/news/climaloop>. (Online access: 26 January 2017).
- [Queensland Gov., 2016a] Environmental Management of Firefighting Foam Policy. 7 July 2016
- [Queensland Gov., 2016b] Environmental Management of Firefighting Foam Policy. Explanatory Notes, Revision 2. State of Queensland. Revision 2.2 – July 2016. Available at <http://www.ehp.qld.gov.au/assets/documents/regulation/firefighting-foam-policy-notes.pdf>
- [Renner, 2006] The long and the short of perfluorinated replacements. *Environ Sci Technol* 40(1): 12-3.
- [Ritter, 2010] Fluorochemicals go short. *ChemEng News* 88(5): 12-7.
- [RPA, 2004] Perfluorooctane Sulphonate - Risk reduction strategy and analysis of advantages and drawbacks. Risk & Policy Analysts Limited (RPA) in association with BRE Environment. Final Report prepared for Department for Environment, Food and Rural Affairs and the Environment Agency for England and Wales.
- Russell, M.H., Berti, W.R., Szostek, B., Buck, R.C., 2008. Investigation of the biodegradation potential of a fluoroacrylate polymer product in aerobic soils. *Environ Sci Technol* 42, 800-807.
- [Schlummer *et al.*, 2015] Emission of perfluoroalkyl carboxylic acids (PFCA) from heated surfaces made of polytetrafluoroethylene (PTFE) applied in food contact materials and consumer products. *Chemosphere* 129, 46-53.
- [Serbia, 2016] Republic of Serbia. Annex F form. Submitted 9 December 2016. Available from: <http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx>.
- [SIA, 2016] Semiconductor Industry Association. Annex F form. Submitted 9 December 2016. Available from: <http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx>.
- [Simon and Kaminsky, 1998] Simon CM, Kaminsky W. 1998. Chemical recycling of polytetrafluoroethylene by pyrolysis. *Poly Degrad Stabil* 62, 1–7.
- [Skutlarek D. *et al.*, 2006] Perfluorinated surfactants in surface and drinking waters. *Environ Sci Pollut Res Int.* 13(5):299-307.
- [Spada and Kent, 2011] Patent: Process for manufacturing a dispersion of a vinylidene fluoride polymer. WO 2011073254.
- [Stahl *et al.*, 2009] Carryover of perfluorooctanoic acid (PFOA) and perfluorooctane sulfonate (PFOS) from soil to plants. *Arch Environ Contam Toxicol* 57:289-98.
- [State of New Jersey, 2017] Perfluorooctanoic Acid (PFOA) in Drinking Water. Division of Water Supply and Geoscience. [http://www.nj.gov/dep/watersupply/dwc\\_quality\\_pfoa.html](http://www.nj.gov/dep/watersupply/dwc_quality_pfoa.html)
- [Statens Forureningstilsyn, 2004] Norwegian Pollution Control Authority. Bruken af PerFluorAlkylStoffer (PFAS) i produkter i Norge – Materialstromsanalyse. English title: Use of perfluoroalkyl substances (PFAS) in products in Norway – Mass Flow analysis.
- [Stockholm Convention, 2014] Publication. POPs in Articles and Phasing-Out Opportunities. Available from: <http://poppub.bcrc.cn/col/1408693347502/index.html>. (Online access: 07 March 2017).

- [Sulzbach *et al.*, 1999] Sulzbach RA, Kowatsch W, Steidl D. 1999. Patent: Recovery of highly fluorinated carboxylic acids from the gas phase. Patent No. US 5990330 A
- [Sulzbach *et al.*, 2001] Sulzbach RA, Grasberger R, Brandenburg RA. 2001. Patent: Recovery of highly fluorinated carboxylic acids from the gaseous phase. Patent No. US 6245923 B1
- [Swedish Chemicals Agency, 2013] Brandskumsomöjligförorenareavdricksvattentäcker. PM 5/2013. Available from: <https://www.kemi.se/global/pm/2013/pm-5-13.pdf>.
- [Swedish Chemicals Agency, 2015] Occurrence and use of highly fluorinated substances and alternatives. 2015.
- [Swedish Chemicals Agency] PFAS-nätverk. Available from: <http://www.kemi.se/om-kemikalieinspektionen/verksamhet/handlingsplan-for-en-giftfri-vardag/hogfluorerade-amnen-pfas/pfas-natverk>.
- [Swedish Chemicals Agency, 2016a] Förslag till nationella regler för högfluorerade ämnen i brandsläckningsskum. KemI Rapport 1/16. ISSN 0284-1185.
- [Swedish Chemicals Agency, 2016b] Strategy for reducing the use of highly fluorinated substances, PFASs. Report 11/16. ISSN 0284-1185.
- [Swedish Chemicals Agency, 2016c] Rekommendationer för minskad användning av brandsläckningsskum. Available from: <http://www.kemi.se/global/broschyrer/rekommendationer-for-brandskum.pdf>
- [Taylor 2009] Taylor PH. 2009. ECA incineration testing program: laboratory-scale incineration testing of fluoropolymers; University of Dayton Research Institute. Pp. 1–84.
- [Taylor 2014] Investigation of waste incineration of fluorotelomer-based polymers as a potential source of PFOA in the environment. *Chemosphere*. 2014 Sep;110:17-22. doi: 10.1016/j.chemosphere.2014.02.037. Epub 2014 Apr 5.
- [The Intercept, 2016] Available from: <https://theintercept.com/2016/03/03/how-dupont-concealed-the-dangers-of-the-new-teflon-toxin/>. (Online access: 2 March 2017).
- [The Senate Foreign Affairs, Defence and Trade, 2016] Firefighting foam contamination Part B – Army Aviation Centre Oakey and other Commonwealth, state and territory sites. Available at: [http://www.aph.gov.au/Parliamentary\\_Business/Committees/Senate/Foreign\\_Affairs\\_Defence\\_and\\_Trade/ADF\\_facilities/Report\\_part\\_B](http://www.aph.gov.au/Parliamentary_Business/Committees/Senate/Foreign_Affairs_Defence_and_Trade/ADF_facilities/Report_part_B).
- [TM, 2016] Confederation of the German Textile and Fashion Industry. Annex F form. Submitted 9 December 2016. Available from: <http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx>.
- [UBA, 2016] HBM I values for Perfluorooctanoic acid (PFOA) and Perfluorooctanesulfonic acid (PFOS) in blood plasma. Statement of the German Human Biomonitoring Commission (HBM Commission). Announcement of the German Environment Agency (UBA). Available at: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/355/dokumente/hbm\\_i\\_values\\_for\\_pfoa\\_and\\_pfos.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/355/dokumente/hbm_i_values_for_pfoa_and_pfos.pdf)
- [UNEP, 2017] Guidance on best available techniques and best environmental practices for the use of perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) and related chemicals listed under the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Available from: <http://chm.pops.int/Implementation/NIPs/Guidance/GuidanceonBATBEPfortheuseofPFOS/tabid/3170/Default.aspx>.
- [UNEP/POPS/POPRC.5/10/Add.1] Persistent Organic Pollutants Review Committee (2009). Addendum- General guidance on considerations related to alternatives and substitutes for listed persistent organic pollutants and candidate chemicals. Available from: <http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC5/POPRC5ReportandDecisions/tabid/719/Default.aspx>.
- [UNEP/POPS/POPRC.11/5] Persistent Organic Pollutants Review Committee (2015). Proposal to list pentadecafluorooctanoic acid (CAS No: 335-67-1, PFOA, perfluorooctanoic acid), its salts and PFOA-related compounds in Annexes A, B and/or C to the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Available from: <http://chm.pops.int/poprc11>.



- [UNEP/POPS/POPRC.12/11] Persistent Organic Pollutants Review Committee (2016). Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its twelfth meeting. Available from: <http://chm.pops.int/poprc12>.
- [UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2] Persistent Organic Pollutants Review Committee (2016). Addendum- Risk profile on pentadecafluorooctanoic acid (CAS No: 335-67-1, PFOA, perfluorooctanoic acid), its salts and PFOA-related compounds. Available from: <http://chm.pops.int/poprc12>.
- [UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.3] Persistent Organic Pollutants Review Committee (2016) Addendum- Risk management evaluation on short-chain chlorinated paraffins. Available from: <http://chm.pops.int/poprc12>.
- [UNEP/POPS/POPRC.12/INF/15/Rev.1] Persistent Organic Pollutants Review Committee (2016). Consolidated guidance on alternatives to perfluorooctane sulfonic acid and its related chemicals. Available from: <http://chm.pops.int/poprc12>.
- [UNEP/POPS/POPRC.12/INF/5] Persistent Organic Pollutants Review Committee (2016). Additional information related to the draft risk profile on pentadecafluorooctanoic acid (CAS No: 335-67-1, PFOA, perfluorooctanoic acid), its salts and PFOA-related compounds. Available from: <http://chm.pops.int/poprc12>.
- [UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6] PFOA, its salts and PFOA-related compounds, Background document to the risk management evaluation, 2017. Available from: <http://chm.pops.int/poprc13>.
- [UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6/Add.1] PFOA, its salts and PFOA-related compounds, Background document to the risk management evaluation, Non-exhaustive list of substances covered or not covered by the risk management evaluation, 2017. Available from: <http://chm.pops.int/poprc13>.
- [USEPA, 2012] US Environmental Protection Agency. New Chemical Review of Alternatives for PFOA and Related Chemicals. 2012. Available from: <http://www.epa.gov/oppt/pfoa/pubs/altnewchems.html>.
- [USEPA, 2015] United States Environmental Protection Agency, PFOA Stewardship Program. Available from: <http://www.epa.gov/assessing-and-managing-chemicals-under-tsca/20102015-pfoa-stewardship-program>.
- [USEPA 2016] United States Environmental Protection Agency. Fact Sheet PFOA & PFOS Drinking Water Health Advisories. 2016. Available from: [https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-06/documents/drinkingwaterhealthadvisories\\_pfoa\\_pfos\\_updated\\_5.31.16.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-06/documents/drinkingwaterhealthadvisories_pfoa_pfos_updated_5.31.16.pdf)
- [van der Putte *et al.*, 2010] Analysis of the risk arising from the industrial use of Perfluorooctanoic Acid (PFOA) and Ammonium Perfluorooctanoate (APFO) and from their use in consumer articles. Evaluation of the risk reduction measures for potential restrictions on the manufacture, placing on the market and use of PFOA and APFO. European Commission. DG Enterprise and Industry. Report TOX08.7049.FR03.
- [Vanparys *et al.*, 2006] Flow cytometric cell cycle analysis allows for rapid screening of estrogenicity in MCF-7 breast cancer cells. *Toxicol. in vitro* 20: 1238-48.
- [Vermont Department of Health, 2017] PFOA in Drinking Water 2016. In: Public Health Response; Environmental Contaminations. <http://www.healthvermont.gov/response/environmental/pfoa-drinking-water-2016>
- [Vierke *et al.*, 2013] Estimation of the acid dissociation constant of perfluoroalkyl carboxylic acids through an experimental investigation of their water-to-air transport. *Environ Sci Technol* 47: 11032-9.
- [VTB SWT, 2016] VTB- Bavarian Textile and apparel association in cooperation with SWT- South-western textile association. Annex F form. Submitted 9 December 2016. Available from: <http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx>.
- [Wang *et al.*, 2013] Fluorinated alternatives to long-chain perfluoroalkyl carboxylic acids (PFCAs), perfluoroalkane sulfonic acids (PFSAs) and their potential precursors. *Environ Int* 60: 242-8.
- [Wang *et al.*, 2014a] Global Emission Inventories for C4-C14 Perfluoroalkyl Carboxylic Acid (PFCA) Homologues from 1951 to 2030, Part I: Production and Emission from Quantifiable Sources. *Environ Int* 70: 62-75.
- [Wang *et al.*, 2014b] Global emission inventories for C4-C14 Perfluoroalkyl Carboxylic Acid (PFCA) Homologues from 1951 to 2013, Part II: The remaining pieces of the puzzle. *Environ Int* 69: 166-76.

- [Wang *et al.*, 2015] Hazard assessment of fluorinated alternatives to long-chain perfluoroalkyl acids (PFAAs) and their precursors: Status quo, ongoing challenges and possible solutions. *Environ Int* 75: 172-79.
- [Wang *et al.*, 2017] A Never-Ending Story of Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFASs)? *Environ. Sci. Technol.* 2017, 51, 2508–2518
- [Washburn *et al.*, 2005] Exposure assessment and risk characterization for perfluorooctanoate in selected consumer articles. *Environ Sci Technol* 39: 3904-10.
- [Wilhelm M. *et al.*, 2009] Preliminary observations on perfluorinated compounds in plasma samples (1977–2004) of young German adults from an area with perfluorooctanoate-contaminated drinking water. *Int J Hyg Environ Health.* 212(2):142-5. doi: 10.1016/j.ijheh.2008.04.008
- [Wilhelm M. *et al.*, 2010] Occurrence of perfluorinated compounds (PFCs) in drinking water of North Rhine-Westphalia, Germany and new approach to assess drinking water contamination by shorter-chained C<sub>4</sub>–C<sub>7</sub> PFCs. *Int J Hyg Environ Health.* 213(3):224-32.
- [Williams *et al.*, 2011] Extinguishment and Burnback Tests of Fluorinated and Fluorine-free Firefighting Foams with and without Film Formation. In *Suppression, Detection and Signalling Research and Applications- A Technical Working Conference, Orlando, Florida USA, 2011*, pp. 1-15 available at <http://www.nfpa.org/news-and-research/fire-statistics-and-reports/research-reports/proceedings/2011-proceedings/supdet-2011>.
- [Wilson, 2016] Can F3 agents take the fire security heat?. Mike Wilson. *International Airport Review* 20(6).
- [WSP, 2014] WSP Canada Inc. Effectiveness of Conventional and Advanced In Situ Leachate Treatment. Report prepared for Environment Canada (Call for Tender K2AA0-13-9013).
- [Xu *et al.*, 2011] A novel fluorocarbon surfactant: synthesis and application in emulsion polymerization of perfluoroalkyl methacrylates. *Paint Coat Ind* 41: 17-21.
- [Xu *et al.*, 2013] Determination of PFOS and PFOA in food matrix of animal origin using UHPLC hyphenated triple quadrupole tandem mass spectrometry. *Application Note.* Agilent Technologies. Available from: <https://www.agilent.com/cs/library/applications/5991-1948EN.pdf>.
- [Yamada *et al.*, 2005] Yamada T, Taylor PH, Buck RC, Kaiser MA, Giraud RJ. 2005. Thermal degradation of fluorotelomer treated articles and related materials. *Chemosphere* 61, 974–84.
- [Yu *et al.*, 2008] Yu K, Song X, Cui L, Han S. 2008. Patent: 分散法聚四氟乙烯树脂生产中全氟辛酸铵的回收处理方法。 [Method for recovering and treating perfluoro ammonium caprylate for PTFE resin production by dispersion method.] Patent No. CN 100376537 C. [in Chinese]
- [Zhao *et al.*, 2012] Distribution and long-range transport of polyfluoroalkyl substances in the Arctic, Atlantic Ocean and Antarctic coast. *Environmental Pollution* 170 (2012) 71-77.
- [Zhao *et al.*, 2013a] 6:2 fluorotelomer alcohol biotransformation in an aerobic river sediment system. *Chemosphere* 90: 203-9.
- [Zhao *et al.*, 2013b] 6:2 Fluorotelomer alcohol aerobic biotransformation in activated sludge from two domestic wastewater treatment plants. *Chemosphere* 92: 646-70.
-