

## **Sección VI**

**Orientación/directrices por categorías de fuentes:  
Categorías de fuentes de la Parte III del Anexo C**

**Categoría de fuentes (j) de la Parte III:  
Teñido (con cloranil) y terminado (con extracción  
alcalina) de textiles y cueros**

# Índice

Lista de tablas	i
VI.J Teñido (con cloranil) y terminado (con extracción alcalina) de textiles y cueros	1
1. Industria textil	1
1.1 Introducción	1
1.2 Descripción del proceso	1
1.3 Fuentes de sustancias que figuran en el Anexo C del Convenio de Estocolmo	2
2. Acabado de cueros	4
2.1 Introducción	4
2.2 Descripción del proceso	4
2.3 Fuentes de sustancias químicas que figuran en el Anexo C del Convenio de Estocolmo	4
3. Concentraciones de PCDD/PCDF en productos químicos empleados en las cadenas de producción de textiles y cueros	4
4. Mejores técnicas disponibles y mejores prácticas ambientales	5
5. Alternativas	5
6. Monitoreo	6
Referencias	7

## Lista de tablas

Tabla 1. Concentraciones de PCDD/PCDF en biocidas y pigmentos o tintes para teñido .....	4
--	---



## VI.J Teñido (con cloranil) y terminado (con extracción alcalina) de textiles y cueros

### Resumen

Se ha encontrado contaminación con PCDD y PCDF tanto en productos textiles como en cueros. La presencia de PCDD/PCDF en las industrias textiles y del cuero se debe al uso de sustancias químicas cloradas, concretamente pentaclorofenol y cloronitrofen, para proteger las materias primas (algodón, lana y otras fibras, cuero), y al uso de tintes contaminados con dioxinas (dioxinas o ftalocianinas). Se pueden formar cantidades más pequeñas de PCDD/PCDF en el acabado y durante la incineración de lodos generados durante el proceso.

Existen alternativas a los pigmentos de tinte mencionados, por lo que no deberían aplicarse.

Algunas alternativas posibles al pentaclorofenol y cloronitrofen: 2-(tiocianometiltio) benzotiazole (TCMTB); *o*-fenilfenol (oPP); 4-cloro-3-metilfenol (CMK); y 2-*n*-octil-4-isotiazolin-3-ona (OIT).

En lo referente a mejores técnicas disponibles, la medida primordial más eficiente para evitar la contaminación de productos textiles y cueros con PCDD/PCDF sería no emplear biocidas y tintes contaminados con dioxinas en las cadenas de producción. Asimismo, si se emplean estas sustancias, debe darse preferencia a los lotes que tengan concentraciones bajas (sustancias destiladas o purificadas de alguna otra forma). En lo posible, debería evitarse la quema de materiales textiles, de tapicería, cueros y alfombras para impedir la formación de PCDD/PCDF.

A fin de evitar o reducir la formación y emisión de PCDD/PCDF en la incineración de lodos del tratamiento de aguas residuales y producto de la flotación, deberían aplicarse las mejores técnicas disponibles que se describen en la sección VI.D de esta guía (calderas industriales). No obstante, deberían asimismo considerarse otras técnicas respetuosas del medio ambiente.

## 1. Industria textil

### 1.1 Introducción

La industria textil presenta una de las cadenas de manufactura más complejas. Se trata de un sector fragmentado y heterogéneo, en el que predominan las empresas pequeñas y medianas; por ejemplo, en la Unión Europea, en el año 2000, 114,000 empresas daban empleo a unos 2.2 millones de personas (European Commission 2003b). La demanda viene impulsada sobre todo por tres usos finales, a saber, vestido, textiles para el hogar y textiles para la industria.

La cadena del textil y el vestido está compuesta por muchos subsectores que abarcan todo el ciclo de producción, desde la producción de las materias primas (fibras artificiales), pasando por los productos semiprocesados (hilos, tejidos planos y de punto, con sus respectivos procesos de acabado), hasta los productos finales o de consumo directo (alfombras, textiles para el hogar, vestido y textiles para uso industrial).

### 1.2 Descripción del proceso

Para que los tejidos planos y de punto se conviertan en productos terminados, las telas deben pasar por varias etapas de procesamiento en húmedo a base de mucha agua (conocido como acabado), como son la preparación de las telas, teñido, estampado y acabado propiamente dicho. Las fibras naturales necesitan más pasos de procesamiento que las fibras artificiales. Se generan volúmenes de aguas residuales relativamente importantes, que contienen muy diversos contaminantes que deben ser tratados antes de ser desechados. Se utilizan cantidades significativas de energía para calentar y enfriar los baños químicos, y para el secado de telas e hilos.

La preparación de las telas requiere desengomado, desengrasado y blanqueado, así como gaseado y mercerizado. Las operaciones de teñido se efectúan en distintas etapas de la producción para agregar color y complejidad a las telas e incrementar el valor del producto. Los tintes empleados por la industria textil son sobre todo sintéticos. El acabado abarca los tratamientos químicos o mecánicos (EPA 1997).

Las principales preocupaciones ambientales en la industria textil son las cantidades de agua descargadas y su correspondiente contenido de sustancias químicas. Otros problemas importantes son el consumo de energía, las emisiones al aire, residuos sólidos y olores.

Si bien son muchos los pasos en la cadena de producción, y existen preocupaciones ambientales, no se ha podido asociar la generación de dibenzoparadióxinas policloradas (PCDD) y dibenzofuranos policlorados (PCDF) con uno u otro paso de la producción.

En cambio, hay que prestar más atención al hecho de que los PCDD/PCDF entran en el proceso de producción textil por medio de la aplicación de plaguicidas y tintes contaminados con PCDD/PCDF, y que esta contaminación con PCDD/PCDF se propaga a lo largo de las distintas etapas de la cadena de producción. Según sean las etapas, los solventes aplicados y el entorno físico, los PCDD/PCDF permanecen en el producto final o se descargan en los desechos.

### **1.3 Fuentes de sustancias que figuran en el Anexo C del Convenio de Estocolmo**

En la cadena de producción textil, los procesos de acabado no son propiamente fuentes de formación de PCDD/PCDF (Horstmann *et al.* 1993). Es más bien el uso de tintes y pigmentos con PCDD/PCDF, y el uso, en algunos países, de fungicidas contaminados con PCDD/PCDF para el tratamiento de materias primas no acabadas, como el algodón, lo que parecen constituir las fuentes de los PCDD/PCDF detectados.

Puede haber nueva formación de PCDD/PCDF en la producción textil cuando se tratan los efluentes y se retiran e incineran los lodos. Estas plantas se consideran propiamente modernas.

Así, pues, las medidas consideradas como mejores técnicas disponibles y mejores prácticas ambientales tendrán como finalidad:

- La contaminación con PCDD/PCDF por la introducción de sustancias contaminadas con dioxinas en la cadena de producción textil.
- La nueva formación de PCDD/PCDF en las operaciones de eliminación térmica de desechos propios de la producción.

#### **1.3.1 Contaminación con PCDD/PCDF por medio de materiales contaminados con dioxinas**

Las sustancias cuya contaminación con PCDD/PCDF es conocida se emplean en las siguientes aplicaciones y su contenido es el siguiente: (European Commission 2003b):

- Defoliantes o fungicidas: Pentaclorofenol y 2,4,6-triclorofenil-4'-nitrofenil éter<sup>1</sup> (cloronitrofen)
- Tintes: de dioxazina a base de cloranil y de ftalocianina

Los resultados del análisis de textiles de diversos orígenes y fibras proporcionan firmes indicios de que se ha usado y quizás se siga usando el pentaclorofenol como biocida en materias primas, sobre todo en el algodón. El patrón de PCDD/PCDF revela claramente que el pentaclorofenol es la fuente principal de PCDD/PCDF en los textiles.

---

<sup>1</sup> No en European Commission 2003b.

Si bien no se ha encontrado información publicada que lo confirme, no puede descartarse el uso de cloronitrofen en la industria textil, ya que ha reemplazado al pentaclorofenol en muchas aplicaciones (Masunaga, Takasuga and Nakanishi 2001; UNEP 2003).

### 1.3.2 Formación de PCDD/PCDF en operaciones de eliminación térmica

Hay varios pasos en la cadena de producción de textiles en los que las aguas residuales o efluentes generan lodos que son incinerados: por ejemplo, los efluentes evaporados en el proceso de gaseado de la lana, o las aguas residuales que contienen cola de estampado o látex de la base para alfombras. Al igual que en cualquier proceso de incineración, se puede formar PCDD/PCDF ya que estos lodos llevan contenidos relativamente grandes de cloro, así como de cloro orgánicamente ligado proveniente de los ectoparasiticidas como el  $\gamma$ -hexaclorociclohexano ( $\gamma$ -HCH, lindano), dieldrina o DDT que se han aplicado a las materias primas (lana, sobre todo) (European Commission 2003b; UNEP 2003).

En cuanto a la probabilidad del uso de lindano, dieldrina y DDT, todos los principales países ovinos han prohibido el uso de plaguicidas organoclorados para el tratamiento de ovejas, pero hay evidencias de que la lana de algunos países de la ex-Unión Soviética y Sudamérica contiene lindano en concentraciones detectables (European Commission 2003b).

Finalmente, los retardantes de llama polibromados, como los difenil éteres polibromados y parafinas cloradas (C<sub>10-13</sub> cloroparafinas) se emplean también en la industria textil. Todos los retardantes de llama halogenados intervienen en la formación de PCDD/PCDF cuando se incineran (European Commission 2003b).

Si el circuito de eliminación de polvo y recuperación de grasas se combina con evaporación de efluentes e incineración del lodo, con reciclaje completo del agua y la energía, se logran otras ventajas ambientales, tanto en término de ahorro de agua como de reducción del volumen de sólidos que habrá que eliminar. La temperatura del incinerador sería de aproximadamente 1200 °C para poder destruir PCDD/PCDF. Las cenizas volantes se eliminarían en un filtro de manga. En las emisiones gaseosas de esta planta de circuito integrado de eliminación de polvo y recuperación de grasas se detectaron 0.02 ng EQT-I/Nm<sup>3</sup> (European Commission 2003b, p. 278).<sup>2</sup> Sin embargo, esta tecnología es compleja, y, como se ha observado, implica costos de capital muy elevados, y también un alto costo de operación.

Es posible encontrar también un incinerador cuando se desaguan lodos de flotación para regenerarlos térmicamente en un horno giratorio. El gas de combustión se quema en una cámara de postcombustión (sobre 850 °C) y se libera al aire ambiente a una temperatura de 120 °C. En los gases residuales de la planta de coque de lignito en la planta de lodos se encontró una concentración de PCDD/PCDF de 0.004 ng EQT-I/Nm<sup>3</sup> (a 11% O<sub>2</sub>) (European Commission 2003b, p. 415–417).

He aquí experiencias de algunos países en materia de lodos del tratamiento de aguas residuales de efluentes de gaseado de lanas:

- Uso de los lodos en la fabricación de ladrillos (mezclados con arcilla) u otras formas de reciclaje apropiadas
- Incineración de los lodos con recuperación de calor, siempre que se puedan tomar medidas para controlar o evitar las emisiones de PCDD/PCDF que provienen del cloro orgánicamente ligado de los plaguicidas que puede haber en los lodos.

Para más información, consúltese la orientación relativa a mejores técnicas disponibles y mejores prácticas ambientales para calderas de recuperación de instalaciones industriales (sección VI.D de las presentes directrices).

<sup>2</sup> 1 ng (nanogramo) =  $1 \times 10^{-12}$  kilogramo ( $1 \times 10^{-9}$  gramo); Nm<sup>3</sup> = metro cúbico normal, volumen de gas seco medido a 0 °C y 101.3 kPa. Para información sobre mediciones de toxicidad, véase la sección I.C, subsección 3, de estas directrices.

## 2. Acabado de cueros

### 2.1 Introducción

La industria de la curtiembre, y en particular la refinación de cueros, consiste en la obtención de cueros procesados a partir de pellejos o pieles en bruto, que pueden emplearse en la fabricación de una amplia gama de productos. Todo el proceso implica una serie de reacciones químicas y procesos mecánicos complejos. De ellos, el curtido es la etapa fundamental que da al cuero su estabilidad y carácter esencial. Las curtidorías suelen ser pequeñas empresas (European Commission 2003a), e incluso actividades artesanales en los países en desarrollo.

### 2.2 Descripción del proceso

La industria del cuero tiene un gran potencial contaminante, con importantes descargas de agua y uso de ciertos productos químicos como biocidas, surfactantes y solventes orgánicos.

En el proceso de producción del cuero se pueden distinguir cuatro etapas:

- Almacenamiento de pieles y cueros, y operaciones de sección de ribera
- Operaciones de curtido
- Operaciones de postcurtido
- Operaciones de acabado

### 2.3 Fuentes de sustancias químicas que figuran en el Anexo C del Convenio de Estocolmo

Hasta ahora no se ha registrado contaminación de PCDD/PCDF en las curtiembres o en sus inmediaciones. Sin embargo, se ha observado contaminación de productos comerciales de cuero y, basándose en el patrón de los PCDD/PCDF, cabe suponer que sobre todo los procesos identificados en la industria textil son también responsables de la presencia de PCDD/PCDF en los productos de cuero y en emisiones (UNEP 2003).

La principal fuente de contaminación parece ser el pentaclorofenol. Este supuesto se basa en el hecho de que desde su prohibición en Alemania en 1989<sup>3</sup> las concentraciones de PCDD/PCDF en los productos de cuero han descendido (European Commission 1996).

## 3. Concentraciones de PCDD/PCDF en productos químicos empleados en las cadenas de producción de textiles y cueros

En la tabla 1 se resumen las escalas de concentraciones de PCDD/PCDF registradas en la literatura científica referente a biocidas y productos químicos empleados en la producción de teñidos. Debe señalarse que algunos datos son de hace años y puede que sean obsoletos. Sin embargo, para realizar una evaluación histórica, y en vista de que es posible que se usen algunos lotes producidos tiempo atrás, o que aún se encuentren en algunas lugares productos de consumo que hayan sido tratados con estas sustancias químicas, esta información puede ser de utilidad.

**Tabla 1. Concentraciones de PCDD/PCDF en biocidas y pigmentos o tintes para teñido**

Sust. Química	País o uso	Concentración (ng EQT-I/kg)	Observaciones
<i>Biocidas</i>			
PCP	China, Europa, EUA	800,000–4,445,000	Distintos procesos de producción

<sup>3</sup> Que establece una concentración máxima de 5 mg de pentaclorofenol por kg en el producto final.

Sust. Química	País o uso	Concentración (ng EQT-I/kg)	Observaciones
Pentaclorofenol			
PCP-Na Sal de sodio de Pentaclorofenol	China, Europa, EUA	500–3,374,000	Distintos procesos de producción
CNP Chloronitrofen	Japón	400/300,000	Tecnología antigua/nueva
<i>Pigmentos para teñido/ materias primas/ tintes</i>			
Cloranil	Materia prima para la producción de tintes de dioxazina	100–3,065,000	Distintos procesos de producción
Violeta Carbazole	Pigmento para teñido	211,000	
Azul 106	Tinte de dioxazina	19,502–56,428	

#### 4. Mejores técnicas disponibles y mejores prácticas ambientales

Las buenas prácticas generales de gestión son: instrucción y capacitación del personal, mantenimiento del equipo (y su documentación), almacenamiento, manipulación, dosificación y administración de productos químicos, conocimiento a fondo de insumos y resultados de los procesos.

Los conocimientos sobre las materias primas textiles son esenciales para poder gestionar las transferencias de contaminación. Las fibras de lana en crudo pueden estar contaminadas con plaguicidas, a veces organoclorados, como el pentaclorofenol y el cloronitrofen. Con un buen lavado y gaseado de la lana, por ejemplo con percloroetileno, se eliminará toda la grasa y los plaguicidas que se suelen encontrar en la fase solvente.

Para las actividades artesanales, las autoridades responsables deberían abogar por la mejora de las condiciones de aseo y de seguridad ocupacional. Deberían emprenderse programas de información y sensibilización.

Las fuentes principales de contaminación con PCDD/PCDF en productos textiles y de cuero son los productos químicos aplicados en las respectivas cadenas de producción o acabado, como fungicidas y tintes que se sabe están contaminados con PCDD/PCDF.

La mejor medida para evitar la contaminación de productos textiles y de cuero con PCDD/PCDF sería prescindir de estas sustancias en las cadenas de producción. Si se emplean uno u otro, debería darse preferencia a lotes con bajas concentraciones (sustancias destiladas o purificadas de alguna otra forma).

A fin de evitar o reducir la formación y liberación de PCDD/PCDF al incinerar los lodos del tratamiento y flotación de aguas residuales deberían aplicarse las mejores técnicas disponibles. Sin embargo, conviene explorar otras técnicas respetuosas del medio ambiente.

#### 5. Alternativas

Dado que la presencia de PCDD/PCDF en la industria textil y del cuero está vinculada sobre todo al uso de sustancias contaminadas con dioxinas, como el pentaclorofenol y ciertos pigmentos para tintes, la alternativa sería sustituirlos por sustancias sin dioxinas. Por ejemplo, en Alemania, después de la eliminación del pentaclorofenol como conservante, se han empleado las siguientes sustancias:

- 2-(tiocinometilto) benzotiazole (TCMTB; N° de registro CAS 21564-17-0)
- *o*-fenilfenol (*o*PP; N° de registro CAS 90-43-7)
- 4-cloro-3-metilfenol (CMK; N° de registro CAS 59-50-7)

- 2-*n*-octil-4-isotiazolin-3-ona (OIT; N° de registro CAS 26530-26-1)

Estas sustancias han sido evaluadas como menos peligrosas para el medio ambiente que el pentaclorofenol pero no son en absoluto inocuas en sí. Deberían buscarse otras alternativas, de menos riesgo. En lo posible, es imperativo evitar la quema de productos textiles, de tapicería, cueros y alfombras para evitar la formación de PCDD/PCDF.

## **6. Monitoreo**

No existe un indicador sencillo para identificar las fibras, lanas o textiles contaminados con dioxinas. Varios análisis han confirmado que no existe correlación entre el pentaclorofenol y las concentraciones de PCDD/PCDF en los textiles, aunque los patrones de dioxinas proporcionan indicios claros de que el pentaclorofenol sería la fuente. Estas conclusiones parecen lógicas ya que el pentaclorofenol es soluble en agua y se eliminará en el proceso de acabado y en las últimas lavadas, mientras que los PCDD/PCDF se adsorben en la fibra y permanecen en los textiles. Para los productos de cuero, en la mayoría de los casos hay una correlación cualitativa entre el pentaclorofenol y PCDD/PCDF.

Debería crearse y reforzarse la capacidad nacional para la vigilancia continua de fuentes posibles de PCDD/PCDF de la industria textil y del cuero, incluidos los productos importados. Se requiere más instrucciones sobre la vigilancia del pentaclorofenol en aguas residuales.

## Referencias

- EPA (United States Environmental Protection Agency). 1997. *Textile Industry*. Sector Notebook Project EPN3 10-R-97-009. EPA, Office of Compliance Sector Notebook Project, Washington, D.C.
- European Commission. 1996. "Commission Decision of 26 February 1996 Concerning the Prohibition of Pentachlorophenol (PCP)." *Official Journal* No. L 068, 19/03/1996 P. 0032-0040. 96/211/EC: Notified by Denmark.
- European Commission. 2003a. *Reference Document on Best Available Techniques for the Tanning of Hides and Skins*. BAT Reference Document (BREF). European IPPC Bureau, Seville, Spain. [eippcb.jrc.es](http://eippcb.jrc.es).
- European Commission. 2003b. *Reference Document on Best Available Techniques for the Textiles Industry*. BAT Reference Document (BREF). European IPPC Bureau, Seville, Spain. [eippcb.jrc.es](http://eippcb.jrc.es).
- Horstmann M., McLachlan M.S., Reissinger M. and Morgenroth M. 1993. "An Investigation of PCDD/F Formation during Textile Production and Finishing." *Organohalogen Compd.* 11:417–420.
- Masunaga S., Takasuga T. and Nakanishi J. 2001. "Dioxin and Dioxin-Like PCB Impurities in Some Japanese Agrochemical Formulations." *Chemosphere* 44:873–885.
- UNEP (United Nations Environment Programme). 2005. *Standardized Toolkit for Identification and Quantification of Dioxin and Furan Releases*. UNEP, Geneva. [www.pops.int/documents/guidance/Toolkit\\_2005.pdf](http://www.pops.int/documents/guidance/Toolkit_2005.pdf).