

# MEDITERRANEO

Oportunidades de prevención  
de la contaminación en el  
**Sector del curtido**  
en la región mediterránea

producción  
LIMPIA

Centro de Actividades Regionales para la Producción Limpia (CAR/PL)  
Plan de Acción para el Mediterráneo



Ministerio de Medio Ambiente  
España



Generalitat de Catalunya  
Departamento de Medio Ambiente  
Centro de Iniciativas para la Producción Limpia

**Nota:** Esta publicación puede ser reproducida total o parcialmente, con fines educativos y no lucrativos sin permiso específico del Centro de Actividades Regionales para la Producción Limpia (CAR/PL), siempre y cuando se mencione el origen de la información. El CAR/PL agradecería recibir una copia de cualquier publicación donde este material sea usado como fuente.

No está permitido en uso de esta información con fines comerciales o de venta sin permiso escrito del CAR/PL.

Si considera que algún punto del estudio puede mejorarse o existe alguna imprecisión, le agradeceríamos nos lo comunicase.

Estudio terminado en Enero 2000  
Estudio publicado en Octubre 2000

Si desea solicitar copias adicionales o para cualquier información adicional, póngase en contacto con:

***Centro de Actividades Regionales para la Producción Limpia (CAR/PL)***

C/ París, 184 – 3ª planta

08036 Barcelona (España)

Tf. +34 93 415 11 12 - Fax. +34 93 237 02 86

e-mail: [cleanpro@cema-sa.org](mailto:cleanpro@cema-sa.org)

Web page: <http://www.cema-sa.org>

## INDICE

<b>CONTEXTO DEL PROYECTO .....</b>	<b>5</b>
INTRODUCCIÓN.....	5
OBJETIVO.....	5
METODOLOGÍA .....	6
LISTA DE ACRÓNIMOS.....	8
<b>CAPÍTULO I: VISIÓN DE CONJUNTO SOBRE EL SECTOR DEL CURTIDO EN LOS PAÍSES DEL PLAN DE ACCIÓN DEL MEDITERRÁNEO .....</b>	<b>9</b>
1.1 Albania.....	9
1.2 Argelia.....	10
1.3 Bosnia-Herzegovina .....	11
1.4 Croacia.....	12
1.5 Chipre.....	14
1.6 Egipto.....	15
1.7 Francia.....	17
1.8 Grecia.....	19
1.9 Israel.....	20
1.10 Italia .....	22
1.11 Líbano .....	23
1.12 Libia .....	25
1.13 Malta .....	26
1.14 Mónaco.....	27
1.15 Marruecos.....	28
1.16 Eslovenia.....	29
1.17 España.....	31
1.18 Siria.....	32
1.19 Túnez .....	34
1.20 Turquía.....	36
CUESTIONES LEGALES Y POSIBLES BARRERAS ARANCELARIAS RELACIONADAS CON EL MERCADO DEL CURTIDO.....	37
<b>CAPÍTULO II: EL PROCESO DE LA CURTICIÓN.....</b>	<b>40</b>
<i>Conservación .....</i>	<i>43</i>
<i>Recortado preliminar.....</i>	<i>45</i>
<i>Lavado.....</i>	<i>46</i>
<i>Remojo .....</i>	<i>48</i>
<i>Pelambre - Calero.....</i>	<i>50</i>
<i>Lavado después del pelambre - calero.....</i>	<i>52</i>
<i>Descarnado y recortado .....</i>	<i>53</i>
<i>Desencalado y rendido.....</i>	<i>55</i>
<i>Lavado después del desencalado.....</i>	<i>57</i>
<i>Desengrase.....</i>	<i>58</i>
<i>Piquelado.....</i>	<i>60</i>
<i>Curtido.....</i>	<i>62</i>
<i>Escurrido.....</i>	<i>65</i>
<i>Dividido y recortado.....</i>	<i>66</i>
<i>Rebajado.....</i>	<i>67</i>
<i>Recurtido.....</i>	<i>68</i>
<i>Acabado.....</i>	<i>70</i>
<b>CAPÍTULO III: LAS TENERÍAS Y EL MEDIO AMBIENTE.....</b>	<b>71</b>
IMPACTOS POTENCIALES DE LAS TENERÍAS SI NO SE APLICAN MEDIDAS DE PL .....	71
3.1 Impacto en las aguas superficiales .....	71
3.2 Impacto en el suelo .....	72
3.3 Impacto en las aguas subterráneas .....	73

3.4 Impacto en el aire.....	73
3.5 Impacto en los sistemas de gestión de residuos.....	74
3.6 Efectos en la salud humana.....	75
3.7 Efectos de los contaminantes más importantes empleados en el curtido.....	75
<b>CAPÍTULO IV: OPCIONES PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN.....</b>	<b>78</b>
4.1 INTRODUCCIÓN.....	78
4.2 CONTROLES EN LAS PLANTAS Y CAMBIOS DE PROCEDIMIENTO.....	81
<i>Uso de cueros o pieles recién arrancados</i> .....	81
<i>Métodos de conservación libres de productos químicos y de sales</i> .....	82
<i>Batanado de pieles o cueros salados antes del remojo</i> .....	83
<i>Descarnado en verde</i> .....	84
<i>Pelambre con recuperación de pelo</i> .....	85
<i>Reciclaje de las aguas residuales del pelambre</i> .....	87
<i>Separación de los baños residuales después del pelambre y del curtido al cromo</i> .....	88
<i>Reciclaje de alta tecnología del sulfuro</i> .....	89
<i>Segregación de los sulfuros de los efluentes</i> .....	90
<i>Serrajes vacunos en tripa</i> .....	91
<i>Reducción del uso de amonio en el desencalado</i> .....	93
<i>Recuperación o sustitución de los disolventes del desengrase</i> .....	94
<i>Reducción del consumo de sal en el piquelado</i> .....	95
<i>Reciclaje de los licores de piquelado</i> .....	96
<i>Uso del cromo trivalente</i> .....	98
<i>Técnicas de alto agotamiento de cromo</i> .....	98
<i>Sustitución del cromo</i> .....	99
<i>Precipitación y recuperación del cromo</i> .....	101
<i>Reutilización del baño de cromo</i> .....	102
<i>Curtido wet-white (métodos de curtido sin cromo)</i> .....	103
<i>Reciclaje de licores del curtido vegetal</i> .....	104
<i>Reciclaje de los licores del escurrido</i> .....	105
<i>Minimización del impacto de los efluentes del recurtido</i> .....	107
<i>Uso de células fotoeléctricas para pintura con pistola o con pulverizador</i> .....	107
<i>Disminución del COV utilizando un nuevo material en el acabado</i> .....	109
<i>Determinación correcta del peso en todo el proceso</i> .....	110
<i>Uso de sistemas de baños cortos</i> .....	111
<i>Uso de bombos en lugar de tinas</i> .....	112
4.3 MÉTODOS DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS.....	113
<i>La gestión just-in-time</i> .....	113
<i>Limpieza periódica para controlar problemas de olores</i> .....	114
<i>Observar y controlar los usos del agua</i> .....	115
4.4 MEJORA DE LOS RESULTADOS DE LAS INSTALACIONES EXTERNAS COMPLEMENTARIAS.....	116
<i>Reutilización de subproductos del descarnado en verde</i> .....	116
<i>Reciclaje de residuos para producción de fertilizantes</i> .....	117
<i>Recuperación de carnazas y recortes encalados</i> .....	118
<i>Recuperación de las rebajaduras y recortes con cromo</i> .....	119
4.5 TABLA RESUMEN.....	121
4.6 PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN-ESTUDIOS DE CASOS ECONÓMICOS.....	122
<i>Líbano Batanado de cueros salados</i> .....	123
<i>Líbano Descarnado en verde</i> .....	125
<i>Líbano Determinación correcta de los pesos</i> .....	127
<i>Túnez Reutilización del cromo en la curtición del cuero</i> .....	129
<i>Grecia Recuperación del cromo y reciclaje en la industria del cuero</i> .....	131
<i>Francia Desencalado con CO<sub>2</sub></i> .....	134
<i>Italia Segregación de residuos para la producción de fertilizantes</i> .....	135
<i>Siria Pelambre de cueros en bombos</i> .....	139
<i>Países en vías de desarrollo Auditoría en una tenería de pieles de ovino</i> .....	140
<i>España Recuperación del pelo del pelambre</i> .....	142
<i>España Recuperación y reciclaje de los licores usados para el piquelado</i> .....	144
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>147</b>

5.1 ACTIVIDADES DE AUMENTO NECESARIAS PARA PASAR DEL NIVEL C AL B.....	149
<i>Realización de una serie de campañas de concienciación.....</i>	149
<i>Realización de auditorías e implantación de alternativas de prevención.....</i>	149
<i>Creación de una colaboración entre las instituciones de I+D y los curtidores .....</i>	150
<i>Tareas conjuntas para la categoría C con países de categorías superiores .....</i>	150
<i>Desarrollo de una normativa medioambiental sólida.....</i>	150
<i>Promoción de la adopción de opciones de prevención de la contaminación con incentivos económicos .....</i>	151
5.2 ACTIVIDADES DE AUMENTO NECESARIAS PARA PASAR DEL NIVEL B AL A.....	151
<i>Realización de estudios de viabilidad económica para las opciones existentes sugeridas .....</i>	151
<i>Realización de una serie de proyectos de demostración.....</i>	152
<i>Fomento de la adopción de opciones de prevención de la contaminación a través de incentivos económicos .....</i>	152
<i>Provisión de las necesidades de I+D para la industria .....</i>	152
<i>Mejora de los lazos con las organizaciones internacionales .....</i>	152
<i>Tareas conjuntas para divulgar la información relevante.....</i>	153
<i>Tareas conjuntas para la categoría B con países de la categoría A.....</i>	153
5.3 MANTENIMIENTO DEL NIVEL A .....	153
<i>Respaldo continuo de I+D.....</i>	154
<i>Promoción del etiquetaje ecológico.....</i>	154
<i>Mejora de los vínculos entre las diferentes organizaciones de curtido o instituciones implicadas de los países del PAM.....</i>	154
<i>Aplicación de una nueva normativa medioambiental relacionada con la prevención de la contaminación .....</i>	155
5.4 CONCLUSIÓN.....	155
<b>ANEXOS Y GLOSARIOS.....</b>	<b>157</b>
ANEXO R1: LÍMITES AL VERTIDO DE EFLUENTES DE TENERÍA .....	157
ANEXO R2: PRODUCTOS ACABADOS DE RECURTICIÓN: .....	160
ANEXO R3: PROPIEDADES FÍSICAS- COMPARACIÓN ENTRE CURTICIÓN .....	163
ANEXO R4: VARIACIÓN EN EL CONSUMO DE AGUA .....	164
ANEXO R5: RELACIÓN DE LAS PRINCIPALES PERSONAS ENTREVISTADAS O CONTACTADAS.....	165
ANEXO R6: GLOSARIO DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS QUÍMICOS UTILIZADOS EN EL PROCESO DE CURTICIÓN.....	166
<i>Productos químicos de uso general.....</i>	166
<i>Productos básicos de curtición .....</i>	166
<i>Productos químicos auxiliares .....</i>	166
ANEXO R7: GLOSARIO DE LOS PRINCIPALES TÉRMINOS RELACIONADOS CON LA PIEL:.....	167
<i>Material .....</i>	167
<i>Definiciones.....</i>	167
<i>Partes de Pieles y Cueros .....</i>	167
<i>Superficie.....</i>	167
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>168</b>
PRINCIPALES FUENTES DE BIBLIOGRÁFICAS.....	168
PRINCIPALES FUENTES DE INTERNET .....	169

## **CONTEXTO DEL PROYECTO**

### **Introducción**

El Centro de Actividades Regionales para la Producción Limpia (CAR/PL) del Plan de Acción para el Mediterráneo (PAM) ha llevado a cabo este *Estudio sobre las oportunidades de prevención de la contaminación en el sector del curtido dentro de la región mediterránea* centrándose en los siguientes países del PAM: Albania, Argelia, Bosnia y Herzegovina, Chipre, Croacia, Egipto, Eslovenia, España, Francia, Grecia, Israel, Italia, Líbano, Libia, Malta, Marruecos, Mónaco, Siria, Túnez y Turquía. En los Puntos Focales Nacionales del CAR/PL, los distintos países han colaborado en la realización del estudio facilitando toda la información necesaria sobre el sector del curtido de cada país.

El sector del curtido, que desempeña un papel muy importante en la economía de varios países mediterráneos, abastece de la materia prima necesaria a todas las industrias relacionadas con el cuero (fabricación de bolsos, calzado, cinturones, etc.), y, además, aprovecha los productos sobrantes de la industria de la carne.

En el momento actual, este sector clave tiene un nuevo reto que afrontar: minimizar el impacto medioambiental mediante la evaluación del proceso de producción desde un nuevo punto de vista, es decir, detectar las causas de la ineficacia y asumir que se pueden obtener beneficios económicos añadidos reduciendo la contaminación generada. Los tratamientos caros de final de línea y las limpiezas *a posteriori* deberían substituirse o, por lo menos, complementarse con medidas de carácter preventivo, a fin de reducir costos y riesgos, y ganar en competitividad.

### **Objetivo**

Con el fin de ayudar a las empresas a afrontar este reto, el principal objetivo de este estudio consiste en fomentar y facilitar la adopción de criterios medioambientales orientados a la prevención de la contaminación y a la ecoeficacia entre los expertos, industriales y operarios que manejan la maquinaria de curtido en la región mediterránea.

Por lo tanto, este estudio se centra principalmente en las oportunidades de prevención de la contaminación que se pueden aplicar al sector del curtido. Estas oportunidades de prevención de la contaminación tienen como prioridades la reducción de la contaminación en origen y el reciclaje interno, lo que conlleva la modificación del producto y del proceso y, consecuentemente, cambios en las materias primas, nuevas tecnologías y una buena gestión. Además, el presente estudio sugiere una serie de recomendaciones para ayudar a los países implicados a desarrollar iniciativas que favorezcan la adopción de medidas respetuosas con el medio ambiente dentro del sector del curtido

### **Metodología**

El estudio se divide en cinco capítulos, que tratan sobre las siguientes cuestiones:

- La información obtenida a través de un cuestionario general sobre el sector del curtido que se envió a los Puntos Focales Nacionales de los países implicados y la investigación bibliográfica realizada de forma paralela permitió elaborar el primer capítulo del estudio. Este capítulo es una breve introducción sobre la situación económica y los problemas medioambientales de los países del PAM y muestra asimismo, la importancia del sector del curtido y las iniciativas medioambientales relacionados con las actividades de este sector.
- A partir de las visitas realizadas a curtidurías, de una amplia revisión bibliográfica y de los de estudios realizados en el ámbito regional o internacional, el Capítulo II presenta una descripción del proceso de producción del curtido. La descripción de este proceso se centra fundamentalmente en las tareas de conservación, las operaciones de ribera y el curtido.
- A partir de la investigación y la revisión de diversas fuentes bibliográficas, el Capítulo III proporciona una visión de conjunto sobre el impacto medioambiental de las actividades relacionadas con el curtido de pieles.
- Las reuniones celebradas con expertos especializados y con auditores medioambientales y la revisión bibliográfica ayudaron a desarrollar las principales opciones para prevenir la contaminación expuestas en el Capítulo IV, así como los aspectos financieros relacionados con la implantación de estas alternativas.
- Por último, y a partir de todos los hallazgos e investigaciones comentados en los capítulos anteriores, en el Capítulo V se sugiere la adopción de un conjunto de medidas y recomendaciones para desarrollar estrategias que fomenten y refuercen la aplicación de opciones para prevenir la contaminación.

Junto con este informe, se ha editado una guía dirigida a las empresas de curtidos, con el propósito de que se convierta en una guía fácil de usar que ayude a las personas que trabajan en estas empresas a entender y a adoptar cualquiera de las medidas preventivas propuestas.

**Lista de Acrónimos**

<b>Acrónimo</b>	<b>Definición</b>
DBO	Demanda Biológica de Oxígeno
DQO	Demanda Química de Oxígeno
PIB	Producto Interior Bruto
I + D	Investigación y Desarrollo
TSD	Total de Sólidos Disueltos
TSS	Total de Sólidos en Suspensión
COV	Compuestos Orgánicos Volátiles

## **CAPÍTULO I: VISIÓN DE CONJUNTO SOBRE EL SECTOR DEL CURTIDO EN LOS PAÍSES DEL PLAN DE ACCIÓN DEL MEDITERRÁNEO**

En este capítulo se proporcionará una visión de conjunto sobre la situación económica y las características medioambientales de los países del PAM objeto de estudio. Se hará especial hincapié en las actividades del sector del curtido en los distintos países mediterráneos.

La información detallada sobre cada país se dividirá en cuatro apartados principales: datos generales sobre el país<sup>1</sup>, principales problemas medioambientales; antecedentes económicos generales relacionados con el sector del curtido; e iniciativas medioambientales generales relacionadas con las actividades del curtido.

Esta visión de conjunto sobre el sector del curtido en los países del PAM ayudará al lector a entender mejor la organización y la situación actual de la industria del curtido, sobre todo en lo que respecta a las tecnologías más limpias y respetuosas con el medio ambiente que se estén aplicando o vayan a aplicarse.

### **1.1 Albania**

#### Datos generales sobre el país

Albania es un país del este de Europa ubicado en la región mediterránea. Tiene una superficie total de 28.750 km<sup>2</sup>, con una población aproximada de 3.500.000 de habitantes y un PIB anual de casi 4.410 E millones.

#### Problemas medioambientales generales

En lo que respecta a las cuestiones medioambientales, actualmente Albania se enfrenta a los siguientes problemas:

---

<sup>1</sup> En este capítulo, la mayor parte de las referencias sobre la información general, tanto económica como medioambiental, de cada país se encontraron en: CIA, *The World Factbook* 1999, <http://www.odci.gov/cia/publications/factbook/country.html>

- Deforestación;
- Erosión del suelo;
- Contaminación del agua por efluentes industriales y domésticos.

Información económica general relacionada con el sector del curtido

No disponible.

Iniciativas medioambientales generales relacionadas con las actividades del curtido

No disponible.

## **1.2. Argelia**

Datos generales sobre el país

Argelia es un país árabe ubicado en el norte de África, a orillas del Mediterráneo. Tiene una superficie total de 2.381.740 km<sup>2</sup>, con una población aproximada de 31.000.000 de habitantes y un PIB anual de casi 123.656,4 E millones.

Problemas medioambientales generales

En lo que respecta a las cuestiones medioambientales, actualmente Argelia se enfrenta a los siguientes problemas:

- Desertización;
- Erosión del suelo debido a la explotación excesiva de los pastos y otras prácticas ganaderas inadecuadas;
- Contaminación del agua debido a vertidos de aguas residuales sin tratar, residuos de las refinerías de petróleo, y otros efluentes industriales en ríos y aguas costeras.
- Contaminación del mar Mediterráneo, en particular, por efecto de los residuos petrolíferos, la erosión del suelo y el arrastre de abonos.
- Suministro inadecuado de agua potable.
- 
-

### Información económica general relacionada con el sector del curtido

La industria del curtido argelina se limita a 9 tenerías, de las que sólo tres pertenecen al sector privado. Cada tenería tiene entre 40 y 200 empleados, exceptuando la que se encuentra en la ciudad de Jijel, en la que trabajan aproximadamente 500 empleados. De todos modos, el sector del curtido todavía se enfrenta una serie de dificultades motivadas por una infraestructura inadecuada y una tasa reproductora del ganado demasiado baja.

### Iniciativas medioambientales generales relacionadas con las actividades del curtido

Argelia tiene vigentes una serie de normas de protección medioambiental que regulan los niveles de contaminación permitidos. Aunque estas normas no están específicamente dirigidas al sector del curtido, repercuten sobre sus actividades, ya que este sector se considera una industria contaminante.

Por lo tanto, las tenerías de Jijel y Rouiba han instalado recientemente depuradoras nuevas para tratar aguas residuales que generan niveles de contaminación aceptables. Además, las tenerías de reciente creación reutilizan y reciclan los baños de cromo y cal.

De todos modos, la eficacia de las iniciativas arriba mencionadas en el sector del curtido es muy limitada, debido a las dificultades (de tipo financiero, logístico, etc.) que está atravesando actualmente esta industria.

Además, hacen falta mayores inversiones y más investigación para tratar eficazmente los residuos sólidos generados.

## **1.3. Bosnia-Herzegovina**

### Datos generales sobre el país

Bosnia-Herzegovina es un país del este de Europa que linda con el mar Adriático. Tiene una superficie total de 51.233 km<sup>2</sup>, con una población aproximada de 3.500.000 de habitantes y un PIB anual de casi 5.115,6 E millones.

### Problemas medioambientales generales

En lo que respecta a las cuestiones medioambientales, actualmente Bosnia-Herzegovina se enfrenta a los siguientes problemas:

- Contaminación del aire generada por la industria metalúrgica;
- Escasez de vertederos para depositar los residuos urbanos;
- Escasez de agua y destrucción de la infraestructura, a consecuencia de la guerra civil de 1992-1995.

### Información económica general relacionada con el sector del curtido

En este país el sector del curtido está muy poco representado y, además, parece haber sufrido considerablemente a causa de la reciente guerra civil. Aunque el país dispone de 5 tenerías, ubicadas en Bugojno, Visoko, Banja, Kotor Varos y Prnjavor, sólo una de ellas sigue funcionando y lo hace a un nivel de rendimiento muy bajo.

### Iniciativas medioambientales generales relacionadas con las actividades del curtido

Puesto que el país todavía se está recuperando de un largo período de guerra que perjudicó a gran parte de la industria, las cuestiones relacionadas con la contaminación medioambiental no se consideran prioritarias, sobre todo porque la actividad industrial sigue siendo muy escasa. De todos modos, la adopción de nuevos criterios y normativas de protección medioambiental es un proceso que está en marcha, puesto que el marco legal actual del país debería mejorarse. En este sentido, actualmente el objetivo final consiste en elaborar nuevas normativas medioambientales dentro del marco del Programa Medioambiental de la UE para Bosnia y Herzegovina.

## **1.4. Croacia**

### Datos generales sobre el país

Croacia es un país del este de Europa que linda con el mar Adriático. Tiene una superficie total de 56.538 km<sup>2</sup>, con una población aproximada de 4.500.000 de habitantes y un PIB anual de casi 20.815,2 E millones.

### Problemas medioambientales generales

En lo que respecta a las cuestiones medioambientales, actualmente Croacia se enfrenta a los siguientes problemas:

- Contaminación del aire (generada por la industria metalúrgica) que provoca lluvia ácida nociva para los bosques;
- Contaminación costera provocada por los residuos industriales y domésticos;
- Destrucción de infraestructuras en las zonas fronterizas a causa de la guerra civil.

### Información económica general relacionada con el sector del curtido

En Croacia, el sector del curtido consta de 6 grandes tenerías, que procesan 30 toneladas de cuero salado mediante salmuera al día. Además, cerca del río Danubio, hay una serie de tenerías de tamaño pequeño o medio que siguen en funcionamiento, como las de Osijek, Zagreb Varadzin, Poznanovec, Vinkovci y Karlovac.

### Iniciativas medioambientales generales relacionadas con las actividades del curtido

El gobierno croata y otras instituciones interesadas, incluyendo a los propios curtidores, están muy concienciados sobre el impacto ecológico de las actividades relacionadas con el curtido de pieles. Por lo tanto, sus esfuerzos se orientan a encontrar un conjunto de soluciones ecológicas y procesos respetuosos con el medio ambiente aplicables a la industria del curtido.

Esta conciencia ecológica también se pone de manifiesto en los procedimientos utilizados en algunas tenerías, que están produciendo cuero *wet white*, en vez del cuero habitual curtido al cromo (*wet blue*).

El hecho de que Croacia tenga planeado entrar pronto en la UE permitirá que este país se beneficie de las experiencias europeas previas tanto en el ámbito medioambiental como en el sector del curtido. Además, esto conllevará la aplicación de criterios muy exigentes sobre la contaminación medioambiental.

## **1.5 Chipre**

### Datos generales sobre el país

Chipre es una isla europea ubicada al nordeste de la cuenca mediterránea. Tiene una superficie total de 9.250 km<sup>2</sup>, con una población aproximada de 800.000 habitantes y un PIB anual de casi 8.820 E millones.

### Problemas medioambientales generales

En lo que respecta a las cuestiones medioambientales, actualmente Chipre se enfrenta a los siguientes problemas:

- Problemas de suministro de agua (ausencia de reservas naturales, variación estacional del régimen de lluvias);
- Entrada de agua de mar en el mayor acuífero de la isla;
- Creciente salinidad en el norte;
- Contaminación del agua provocada por el vertido de aguas residuales, domésticas e industriales;
- Degradación de la costa;
- Reducción de los hábitats naturales a causa de la urbanización.

### Información económica general relacionada con el sector del curtido

El sector del curtido en Chipre se limita a 6 tenerías, de las que 4 se encuentran en Nicosia, una en Larnaca y la otra en Limassol.

### Iniciativas medioambientales generales relacionadas con las actividades del curtido

Se ha realizado por lo menos un estudio sobre las medidas de gestión medioambiental adoptadas en una tenería ubicada en Limassol. Al parecer, había cierta conciencia ecológica, ya que se emprendieron algunas iniciativas para tratar las aguas residuales generadas por las actividades relacionadas con el curtido. De todos modos, puesto que la depuradora que había en la tenería estaba estropeada, las aguas residuales generadas se transportaban y se vertían a lagunas de la zona. El tratamiento se basaba en la evaporación del agua contaminada depositada en las lagunas. Puesto que estas últimas no se sellaban correctamente para evitar

escapes, la tenería en que se realizó la auditoría ha sido autorizada recientemente para transportar las aguas residuales vertidas a las lagunas a una nueva depuradora ubicada en Vathia Gonia. Se trata de una Depuradora Central que fue construida por orden del gobierno y que trata las aguas residuales de unas 70 industrias diferentes de la región.

Las conclusiones de este estudio llevaron a proponer las siguientes recomendaciones para limitar el nivel de contaminación generado por las actividades relacionadas con el curtido:

1. Instalar una planta de recuperación de cromo;
2. Aplicar un tratamiento fisicoquímico, donde se dosifica el alumbre, seguido de clarificación.

El lodo aeróbico o la construcción de una planta de tratamiento de aireación prolongada también debería considerarse en etapas posteriores.

## **1.6 Egipto**

### Datos generales sobre el país

Egipto es un país árabe ubicado en el norte de África, a orillas del Mediterráneo. Tiene una superficie total de 1.001.450 km<sup>2</sup>, con una población aproximada de 67.000.000 de habitantes y un PIB anual de casi 165.816 E millones.

### Problemas medioambientales generales

En lo que respecta a las cuestiones medioambientales, actualmente Egipto se enfrenta a los siguientes problemas:

- Pérdida de tierras de cultivo a causa de la urbanización y del movimiento de dunas a causa del viento.
- Creciente salinidad del suelo por debajo de la gran presa de Aswan;
- Desertización;

- Contaminación petrolífera, que amenaza a los arrecifes coralinos, las playas y los hábitats marinos;
- Contaminación del agua provocada por los pesticidas utilizados en la agricultura, las aguas residuales no tratadas y los efluentes industriales;
- Escasez de reservas de agua dulce aparte del Nilo, que es la única reserva de agua de carácter permanente;
- Crecimiento excesivo de la población en comparación con los recursos naturales disponibles.

#### Información económica general relacionada con el sector del curtido

Según los estudios realizados recientemente por el gobierno egipcio, el sector del curtido podría desempeñar un papel importante en la economía del país. Este potencial se resume en la siguiente tabla:

Artículo	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<b>Calzado/Curtido</b>	22,05	30,87	39,69	52,92	70,56	88.2	105,84

Tabla: Potencial de exportación de calzado y cuero de Egipto (millones E)<sup>2</sup>

De todos modos, la industria del curtido ha atravesado recientemente algunas dificultades financieras. Este sector, que en gran parte está en manos privadas, tiene unos 8000 empleados repartidos entre cerca de 320 empresas. Éstas están ubicadas en dos ciudades principales, unas 300 en el Cairo y el resto en Alejandría.

La mayoría de tenerías (por lo menos 200) son pequeñas empresas.

Producción de curtido en Egipto						
Año	Empleados	Empresas	Facturación	Exportación (MEuros)	Producción Cuero (1.000 m <sup>2</sup> )	Producción Piel (1.000 m <sup>2</sup> )
1998	8.000	322	No disponible	6 a 7,5	12.000	No disponible

<sup>2</sup> Ministerio de Economía y Asuntos Exteriores, Stanford Research Institute, *Achieving Egyptian Export Growth*, 1995

### Iniciativas medioambientales generales relacionadas con las actividades del curtido

Debido al impacto medioambiental de las actividades relacionadas con el curtido de pieles, el gobierno egipcio ha decidido reubicar todo este sector industrial en un área donde podrá controlar dicho impacto e introducir fácilmente nuevas tecnologías. Un proyecto de 264,6 E millones se encargará de reubicar todas las tenerías en la región de El-Robakey, donde se van a destinar cerca de 2.200.000 m<sup>2</sup> específicamente a tal efecto. El proyecto también tiene en cuenta las consideraciones medioambientales relacionadas con tres aspectos principales:

- La recuperación y reutilización del cromo residual.
- La evaporación de efluentes con alta concentración de sales, ya que la dispersión y la irrigación son las dos únicas formas posibles de eliminación de residuos, según la normativa local vigente.
- El tratamiento fisicoquímico de otros residuos en una cuenca de recogida del lodo, con la posibilidad de utilizar el lodo como abono después de tratarlo de forma adecuada, y la construcción de vertederos adecuados e higiénicos para depositar la basura y los residuos industriales no peligrosos.

## **1.7 Francia**

### Datos generales sobre el país

Francia es un país europeo industrializado cuya parte meridional linda con el mar Mediterráneo. Tiene una superficie total de 547.030 km<sup>2</sup>, con una población aproximada de 59.000.000 de habitantes y un PIB anual de casi 1.164 E millones.

### Problemas medioambientales generales

En lo que respecta a las cuestiones medioambientales, actualmente Francia se enfrenta a los siguientes problemas:

- Algunos bosques han sufrido los efectos nocivos de la lluvia ácida;
- Contaminación del aire debido a las emanaciones de gases de industrias y vehículos;
- Contaminación del agua a causa de los residuos urbanos.
- Aguas de escorrentía.

### Información económica general relacionada con el sector del curtido

Debido a una serie de normativas medioambientales estrictas y a la competencia extranjera (sobre todo de otros países en desarrollo), la industria del curtido francesa ha atravesado una serie de dificultades financieras durante la pasada década. Estas dificultades llevaron a muchas tenerías a interrumpir la producción o a efectuar recortes presupuestarios. La siguiente tabla comparativa<sup>3</sup>, con cifras referidas a los años 1990 y 1998, ilustra este hecho. Asimismo, la tabla proporciona información general sobre el nivel de producción de este sector. De todos modos, la industria del curtido sigue desempeñando un papel importante en la economía francesa, ya que abastece de materia prima a la industria estatal del curtido, considerada una de las más importantes de Europa.

Producción de curtidos en Francia						
Año	Empleados	Empresas	Facturación (1.000 Euros)	Exportación (1.000 Euros)	Producción Cuero (1.000 m <sup>2</sup> )	Producción Otras pieles (1.000 m <sup>2</sup> )
1990	5.247	181	575.849	32,28	8.321	14.403
1998	2.547	96	495.000	37	16.000	500

### Iniciativas medioambientales generales relacionadas con las actividades del curtido

Francia, como cualquier otro país de la UE, tiene que cumplir una estricta normativa medioambiental. Esto determina que la industria del curtido francesa sea una de las más adelantadas y respetuosas con el medio ambiente de Europa.

Aunque la industria del curtido francesa todavía tiene algunos problemas que resolver, los retos que debe afrontar actualmente no suponen ningún obstáculo para sus esfuerzos por descubrir nuevas y mejores tecnologías que permitan limitar el impacto medioambiental y mejoren la calidad del producto. Las asociaciones de curtidores siguen invirtiendo en este campo para reducir el impacto global del sector, así como las multas por la contaminación generada por las actividades relacionadas con el curtido.

<sup>3</sup> COTANCE, Sector de Datos, <http://www.euroleather.com/cotance/sector.htm>.

## **1.8. Grecia**

### Datos generales sobre el país

Grecia es un país europeo industrializado ubicado al sur de Europa y que linda con el mar Mediterráneo. Tiene una superficie total de 131.940 km<sup>2</sup>, con una población de 10.70.135 de habitantes y un PIB anual de casi 126.126 E millones.

### Problemas medioambientales generales

En lo que respecta a las cuestiones medioambientales, actualmente Grecia se enfrenta a los siguientes problemas:

- Contaminación del aire y del agua.

### Información económica general relacionada con el sector del curtido

La industria del curtido griega, igual que en la mayoría de los demás países europeos, ha ido perdiendo terreno debido a la gran competencia procedente de otros países y algunas veces, debido también a estrictas normativas medioambientales.

### Iniciativas medioambientales generales relacionadas con las actividades del curtido

Al pertenecer a la UE, Grecia tiene que cumplir las normas medioambientales de la UE, así como otras normas de ámbito nacional.

La importancia de las dificultades económicas a las que debe enfrentarse la industria del curtido griega se resume en la siguiente tabla comparativa<sup>4</sup>, con cifras referidas a los años 1990 y 1997. Los curtidores griegos siguen orientando sus esfuerzos hacia el desarrollo de nuevas y mejores tecnologías, que permitan limitar el impacto medioambiental y mejorar la calidad del producto.

---

<sup>4</sup> *Ibid.*

Producción de curtido en Grecia						
Año	Empleados	Empresas	Facturación (1.000 Euros)	Exportación (1.000 Euros)	Producción Cuero (1.000 m <sup>2</sup> )	Producción Piel (1.000 m <sup>2</sup> )
1990	1.450	158	110.000	18,22	2.300	1.900
1997	1.000	120	85.000	20	1.300	2.500

## 1.9. Israel

### Datos generales sobre el país

Israel es un país con un PIB anual de casi 17.640 E millones.

### Problemas medioambientales generales

No disponible.

### Información económica general relacionada con el sector del curtido

En Israel, el sector industrial del curtido es uno de los más antiguos del país, con más de 75 años de antigüedad. Hasta bien entrados los años 70, el sector del curtido contaba con miles de empleados y en su momento de máximo esplendor disponía de 75 fábricas. Pero, desde entonces, este sector ha ido en franco retroceso y hoy en día sólo dispone de 8 tenerías. Éstas están ubicadas principalmente en el centro de Israel, en la ciudad de Petah-Tiqwa (área de Tel-Aviv) y tienen una superficie media de 1.000-5.000 m<sup>2</sup>. La siguiente tabla resume otros datos económicos y medioambientales de interés relativos a la industria del curtido israelí.

Producción de cuero en Israel					
Empleados	Empresas	Producción anual (de 5 empresas)	% exportación sobre total exportaciones	Consumo total sales de cromo	Consumo total agua
300	8	8.820.000 E	0.00028%	100 toneladas	100.000 m <sup>3</sup>

### Iniciativas medioambientales generales relacionadas con las actividades del curtido

Algunas de las iniciativas para prevenir la contaminación que se han emprendido en Israel están relacionadas con las siguientes cuestiones:

- El nuevo reglamento sobre aguas, del año 1998, prohíbe verter las aguas con sales a las alcantarillas y los ríos. Estas aguas deben tratarse y transportarse al mar o a otro lugar con garantías de seguridad y sin provocar efectos negativos en el medio ambiente, según lo estipulado en la Convención de Barcelona.
- 
- Las leyes municipales complementarias determinan que el contenido en cloruros de las aguas residuales no puede sobrepasar en más de 200 mg/l el nivel de cloruro detectado en el agua corriente. Otro requisito, que debe estar acreditado mediante los permisos pertinentes, determina que el contenido en sodio de las aguas residuales no puede sobrepasar en más de 200 mg/l el nivel de sodio detectado en el agua corriente.
- 
- Puesto que el sodio es mucho más destructivo que el potasio, sobre todo en lo que respecta a la fertilidad del suelo, se está promocionando la sustitución del sodio por el potasio.
- 
- Puesto que las aguas residuales generadas por la industria del curtido se están tratando de forma insuficiente, se insta a los empresarios a separarlas en tres partes:
  - 
  - - El agua contaminada con sales se recoge en un contenedor aparte y, después, el contratista la traspasa a un depósito especial para aguas residuales. Se supone que esta agua será tratada más adelante, desecada y eliminada (no en el sistema de aguas residuales principal).
  - 
  - - El agua contaminada con cromo se neutraliza con cal en otro depósito. Al cabo de varios días, el lodo se bombea hacia el exterior y se deposita en la zona de residuos tóxicos.
  - 
  - - El agua residual general (producida en las demás etapas del proceso) se envía a uno de los tres tanques de precipitación por tandas, con un control automático

del pH (añadiendo NaOH o HCl). Desde allí, las aguas residuales se pueden verter al sistema municipal de aguas residuales.

- Los procesos de curtición modernos son prácticamente inodoros, en comparación con los antiguos, y, puesto que la mayor parte de la contaminación del aire provocada por las actividades de la curtición ocurre durante el secado y el pintado del cuero mediante aerosoles en la etapa final del proceso, hay una tenería que dispone de un purificador de gas. Éste aspira aire contaminado y lo pasa a través de un cuerpo acuoso que recoge los aerosoles nocivos y los vierte en las aguas residuales.

### **1.10. Italia**

#### Datos generales sobre el país

Italia es un país europeo industrializado ubicado en la región mediterránea y que está rodeado por el mar Mediterráneo. Tiene una superficie total de 301.230 km<sup>2</sup>, con una población aproximada de 56.500.000 de habitantes y un PIB anual de casi 1041,642 E millones.

#### Problemas medioambientales generales

En lo que respecta a las cuestiones medioambientales, actualmente Italia se enfrenta a los siguientes problemas:

- Contaminación del aire debido a las emisiones industriales, como el dióxido de azufre;
- Contaminación de costas y ríos debido a los efluentes industriales y agrícolas;
- Lagos dañados por la lluvia ácida;
- Procedimientos inadecuados para tratar y deshacerse de los residuos industriales.

#### Información económica general relacionada con el sector del curtido

Uno de los pocos países europeos en los que el sector del curtido apenas sufrió las consecuencias de la competencia de otros países es Italia. Los curtidores italianos representan aproximadamente el 60% de la producción de curtidos de toda Europa y

cerca del 15% de la producción mundial de curtidos. Esto obedece a que la piel italiana sigue siendo de muy buena calidad, y a la capacidad de los italianos para interpretar las tendencias de la moda y las innovaciones tecnológicas. La siguiente tabla<sup>5</sup> refleja la importancia que tiene la industria del curtido en Italia.

Producción de curtido en Italia						
Año	Empleados	Empresas	Facturación (1.000 Euros)	Exportación (1.000 Euros)	Producción Cuero (1.000 m <sup>2</sup> )	Producción Piel (1.000 m <sup>2</sup> )
1990	29.000	2.700	4.651.919	36,71	106.340	43.695
1997	25.000	2.400	5.507.692	50	147.500	40.200

#### Iniciativas medioambientales generales relacionadas con las actividades del curtido

Como cualquier otro país de la UE, y debido a una estricta normativa medioambiental, la industria del curtido italiana apuesta continuamente por nuevos desarrollos y participa en proyectos I + D, a fin de limitar la contaminación generada y mejorar la calidad del producto. La estricta normativa sobre cuestiones medioambientales vigente en este país convierte al sector del curtido italiano en un sector industrial con una gran conciencia ecológica. Para reducir el impacto medioambiental de las tenerías italianas, éstas han sido reagrupadas en áreas específicas en las que se ofrecen todos los servicios necesarios, así como medidas de tratamiento de residuos, a fin de facilitar la producción de curtido y limitar los niveles de contaminación.

### **1.11. Líbano**

#### Datos generales sobre el país

El Líbano es un país árabe ubicado en la región del Oriente Medio y que linda con el mar Mediterráneo. Tiene una superficie total de 10.400 km<sup>2</sup>, con una población aproximada de 3.500.000 de habitantes y un PIB anual de casi 13.935,6 E millones.

---

<sup>5</sup> *Ibid.*

### Problemas medioambientales generales

En lo que respecta a las cuestiones medioambientales, actualmente el Líbano se enfrenta a los siguientes problemas:

- Deforestación;
- Erosión del suelo;
- Desertización;
- Contaminación del aire en Beirut provocada por el tráfico urbano y la quema de residuos industriales;
- Contaminación de las aguas costeras provocada por los efluentes industriales y las aguas residuales no tratadas.

### Información económica general relacionada con el sector del curtido

El sector del curtido libanés ha atravesado durante los últimos años una serie de dificultades financieras, que han obligado a muchas tenerías a interrumpir la producción o a funcionar a niveles de rendimiento mínimos.

En el Líbano hay unas 25 tenerías privadas (pequeñas y medianas). La mayoría de los curtidores libaneses poseen un considerable dominio de la profesión, encargándose del proceso de producción de curtido de principio a fin (es decir, desde el remojo hasta el remate final, pasando por el recurtido). Las tenerías libanesas están concentradas en 5 áreas diferentes y todas ellas, exceptuando una, que realiza curtidos vegetales, trabajan con cromo.

El sector del curtido desempeña un papel importante en la economía del país, ya que abastece de materia prima a la industria del curtido nacional, aparte de exportar cierta cantidad de su propia producción.

La siguiente tabla resume brevemente la situación actual del sector del curtido libanés, y proporciona información sobre su capacidad de producción.

Producción de curtido en el Líbano						
Año	Empleados	Empresas	Facturación (1.000 Euros)	Exportación (1.000 Euros)	Producción Cuero (1.000 m <sup>2</sup> )	Producción Piel (1.000 m <sup>2</sup> )
1998	500	25	30.000	4.000	1.111	1.111

#### Iniciativas medioambientales generales relacionadas con las actividades del curtido

De todos modos, las actividades de este sector han ocasionado algunos problemas, como las quejas de los vecinos y la contaminación. Los problemas medioambientales se deben principalmente a la ausencia de una normativa estricta sobre este tipo de cuestiones, así como a la falta de medios económicos e incentivos para promover la aplicación de iniciativas de producción más limpia. El Ministerio Libanés de Medio Ambiente, consciente de los problemas relacionados con el sector del curtido, realizó un estudio preliminar para identificar y abordar los principales aspectos de esta problemática y para fomentar el desarrollo de tecnologías más limpias. Aparte del estudio, se llevó a cabo una sesión formativa en el Ministerio para aumentar la escasa conciencia ecológica de los curtidores en lo referente al impacto medioambiental de sus actividades y para favorecer la adopción de procedimientos respetuosos con el medio ambiente. De todos modos, el estudio también sugiere que una de las principales soluciones a este problema consiste en reubicar todo el sector. Esta última alternativa se está considerando actualmente, y se está tramitando un estudio sobre la viabilidad económica del proyecto.

Mientras tanto, los curtidores libaneses difícilmente pueden asumir proyectos a gran escala a título individual, puesto que siguen teniendo dificultades financieras. Además, todavía están a la espera de una normativa medioambiental precisa para poder construir las instalaciones de tratamiento de residuos requeridas.

#### 1.12. Libia

### Datos generales sobre el país

Libia es un país árabe ubicado en el norte de África a orillas del Mediterráneo. Tiene una superficie total de 1.795.540 km<sup>2</sup>, con una población aproximada de 5.000.000 de habitantes y un PIB anual de casi 33.516 E millones.

### Problemas medioambientales generales

En lo que respecta a las cuestiones medioambientales, actualmente Libia se enfrenta a los siguientes problemas:

- Desertización;
- Reservas naturales de agua dulce muy limitadas.

### Información económica general relacionada con el sector del curtido

No disponible.

### Iniciativas medioambientales generales relacionadas con las actividades del curtido

En Libia hay siete tenerías repartidas por todo el país. Sólo cuatro de ellas se encuentran en zonas costeras. Todas estas tenerías disponen de depuradoras. De todos modos, las auditorías medioambientales y los controles realizados revelan que es necesario hacer revisiones de mantenimiento de vez en cuando. Aunque existe una normativa al respecto, no siempre se aplica eficazmente.

## **1.13. Malta**

### Datos generales sobre el país

Malta es una isla europea ubicada en el centro del mar Mediterráneo. Tiene una superficie total de 320 km<sup>2</sup>, con una población de 381.603 habitantes y un PIB anual de casi 4.410 E millones.

### Problemas medioambientales generales

En lo que respecta a las cuestiones medioambientales, actualmente Malta se enfrenta a los siguientes problemas:

- Reservas naturales de agua dulce muy limitadas;
- Dependencia creciente de la desalinización.

#### Información económica general relacionada con el sector del curtido

La importancia de la industria del curtido en Malta es secundaria, pues este país dispone de una tenería que sólo realiza parte del proceso de curtido, ya que importa y procesa sobre todo pieles de cabra curtidas al cromo.

#### Iniciativas medioambientales generales relacionadas con las actividades del curtido

En lo que se refiere a las cuestiones medioambientales, los residuos sólidos que genera la tenería se depositan en vertederos. De todos modos, no hay ningún control sobre la composición de las aguas residuales generadas, ya que el agua utilizada en el proceso de recurtido procede principalmente de una depuradora.

### **1.14. Mónaco**

#### Datos generales sobre el país

Mónaco es un país europeo situado a orillas del mar Mediterráneo. Tiene una superficie total de 1,95 km<sup>2</sup>, con una población de 32.149 habitantes y un PIB anual de casi 705,6 E millones.

#### Problemas medioambientales generales

Aunque es activo en lo que a cuestiones medioambientales se refiere, este país es demasiado pequeño para tener problemas medioambientales importantes.

#### Información económica general relacionada con el sector del curtido

En Mónaco no hay industria del curtido.

#### Iniciativas medioambientales generales relacionadas con las actividades del curtido

En lo que a cuestiones medioambientales se refiere, Mónaco puede considerarse un país muy activo, puesto que forma parte de la UE y tiene que cumplir una normativa medioambiental estricta. De todos modos, el lector debe tener en cuenta que la

actividad industrial es muy escasa en un país que orienta los esfuerzos medioambientales hacia cuestiones relacionadas con otros sectores.

### **1.15. Marruecos**

#### Datos generales sobre el país

Marruecos es un país árabe ubicado en el norte de África, a orillas del Mediterráneo. Tiene una superficie total de 446.550 km<sup>2</sup>, con una población aproximada de 29.500.000 de habitantes y un PIB anual de casi 94.374 E millones.

#### Problemas medioambientales generales

En lo que respecta a las cuestiones medioambientales, actualmente Marruecos se enfrenta a los siguientes problemas:

- Degradación del suelo/desertización (erosión del suelo debido a las actividades ganaderas en tierras marginales, la explotación excesiva de los pastos y la destrucción de la vegetación);
- Reservas de agua contaminadas por aguas residuales sin tratar;
- Pantanos obstruidos con sedimentos;
- Contaminación petrolífera de las aguas costeras.

#### Información económica general relacionada con el sector del curtido

El sector del curtido marroquí es uno de los más activos del país y desempeña un papel nada despreciable en la economía global de este país.

El sector del curtido ha experimentado algunos cambios importantes en lo que se refiere a la transformación de los productos y al total de exportaciones, y el principio de la década de los 90 ha sido testigo de la diversificación de la producción y la mejora substancial de la calidad del producto.

Las tenerías marroquíes se encuentran principalmente en las siguientes ciudades: Casablanca, Mohammedia, Essaouira, Meknes, Fez y Marrakech.

La siguiente tabla proporciona una idea general del nivel de producción, así como de la importancia de este sector.

Producción de curtido en Marruecos						
Año	Empleados	Empresas	Facturación (1.000 Euros)	Exportación (1.000 Euros)	Producción Cuero (1.000 m <sup>2</sup> )	Producción Piel (1.000 m <sup>2</sup> )
1997	2.900	55	81.000	46.200	No disponible	No disponible

#### Iniciativas medioambientales generales relacionadas con las actividades del curtido

En lo que se refiere a las cuestiones medioambientales, las tenerías marroquíes realizan tanto curtidos vegetales como curtidos al cromo. El gobierno es consciente del grave impacto ecológico del curtido al cromo y, con el apoyo de USAID, ha puesto en marcha un proyecto de reciclaje de cromo. De este modo, en Fez, el gobierno ha instalado un sistema que permite a los curtidores de la ciudad y de las inmediaciones ahorrarse dinero y evitar la contaminación, ayudándoles a extraer y a reutilizar el cromo de las aguas residuales. Gracias a la aplicación de este proyecto, el nivel de cromo en las aguas residuales se ha reducido al 1%. El lodo resultante del proceso se vuelve a vender a los curtidores a un precio que se limita a cubrir los gastos de mantenimiento de la instalación, lo que, a la larga, resulta mucho más barato que comprar cromo nuevo<sup>6</sup>.

El gobierno marroquí pretende utilizar esta experiencia piloto para fomentar iniciativas similares que, a largo plazo, limitarían el nivel de degradación medioambiental provocado por las actividades relacionadas con el curtido.

### **1.16. Eslovenia**

#### Datos generales sobre el país

---

<sup>6</sup> Chemonics International Inc., *Water Management in Morocco*, <http://www.chemonics.com/watmana.htm>

Eslovenia es un país del este de Europa, a orillas del mar Adriático. Tiene una superficie total de 20.256 km<sup>2</sup>, con una población aproximada de 2.000.000 de habitantes y un PIB anual de casi 17.992,8 E millones.

#### Problemas medioambientales generales

En lo que respecta a las cuestiones medioambientales, actualmente Eslovenia se enfrenta a los siguientes problemas:

- Contaminación del río Sava por residuos industriales y domésticos;
- Contaminación de las aguas costeras con metales pesados y productos químicos tóxicos.
- El bosque que hay cerca de Koper sufre los efectos nocivos de la contaminación del aire (provocada por las industrias química y metalúrgica) y de la lluvia ácida resultante.

#### Información económica general relacionada con el sector del curtido

En Eslovenia hay siete tenerías, de las que dos cubren aproximadamente el 85% de la producción de curtido de todo el país. La industria del curtido representa aproximadamente el 1% del total de exportaciones de este país.

Las principales tenerías se encuentran en las siguientes zonas: Vrhnika, Smartno pri Litiji y Ljutomer.

El grueso de la producción se basa en los curtidos de piel de cerdo, procesándose diariamente cerca de 30.000 pieles porcinas. De todos modos, también se curten pieles de oveja y cueros, aunque el volumen de esta producción es despreciable. La siguiente tabla<sup>7</sup> informa sobre la producción nacional de cuero en Eslovenia.

---

<sup>7</sup> Dr. Anton Gantar, consultor medioambiental del Ministerio del Medio Ambiente de Eslovenia.

Producción de curtido en Eslovenia						
Año	Empleados	Empresas	Facturación (1.000 Euros)	Exportación (1.000 Euros)	Producción Cuero (1.000 m <sup>2</sup> )	Producción Pieles cerdo (1.000 m <sup>2</sup> )
1998	1.200	7	80.000	No disponible	Despreciable	8.000

#### Iniciativas medioambientales generales relacionadas con las actividades del curtido

Eslovenia, que se está planteando entrar en la UE, en el futuro tendrá que ajustarse a la normativa medioambiental europea. Las tenerías eslovenas no están agrupadas en áreas industriales específicamente diseñadas a tal efecto. De todos modos, los curtidores parecen estar interesados en colaborar en iniciativas relacionadas con las cuestiones económicas y medioambientales que afectan a su sector a través de la participación en COTANCE (véase el Anexo R6).

### 1.17. España

#### Datos generales sobre el país

España es un país europeo industrializado ubicado en la parte occidental de la cuenca mediterránea. Tiene una superficie total de 504.750 km<sup>2</sup>, con una población de 39.167.744 de habitantes y un PIB anual de casi 577.357,2 millones.

#### Problemas medioambientales generales

En lo que respecta a las cuestiones medioambientales, actualmente España se enfrenta a los siguientes problemas:

- Contaminación del mar Mediterráneo provocada por los vertidos de aguas residuales sin tratar y los efluentes de la producción de petróleo y gas a escasa distancia de la costa;
- Problemas de suministro de agua (en cantidad y calidad) a escala nacional;
- Contaminación del aire;
- Deforestación;
- Desertización.

### Información económica general relacionada con el sector del curtido

El sector del curtido español se considera el segundo en importancia dentro del ámbito europeo, después de la industria del curtido italiana. Este sector, que ha tenido algunas dificultades, sigue desempeñando un papel importante en relación con la economía global del país y con el sector industrial del curtido. La siguiente tabla<sup>8</sup> proporciona una idea general de la situación actual de la industria del curtido en España.

<b>Producción de curtido en España</b>						
<b>Año</b>	<b>Empleados</b>	<b>Empresas</b>	<b>Facturación (1.000 Euros)</b>	<b>Exportación (1.000 Euros)</b>	<b>Producción Cuero (1.000 m<sup>2</sup>)</b>	<b>Producción Piel (1.000 m<sup>2</sup>)</b>
1990	10.800	296	1.265.678	23,24	25.908	26.662
1997	8.000	255	1.250.000	39	27.720	20.930

### Iniciativas medioambientales generales relacionadas con las actividades del curtido

España, como cualquier otro país de la UE, tiene que cumplir una normativa medioambiental estricta. Esto ha determinado que las actividades del sector del curtido español se encuentren entre las más avanzadas y respetuosas con el medio ambiente de Europa. De todos modos, uno de los principales problemas que tiene que afrontar esta industria se deriva del método de conservación de piel y cuero, basado en la utilización de sales. Esto determina que las aguas residuales generadas por las tenerías contengan niveles muy altos de salinidad, lo que tiene efectos negativos sobre el medio ambiente, especialmente en las regiones secas.

## **1.18. Siria**

### Datos generales sobre el país

Siria es un país árabe ubicado en el Oriente Medio y que linda con el mar Mediterráneo. Tiene una superficie total de 185.180 km<sup>2</sup>, con una población aproximada de 17.000.000 de habitantes y un PIB anual de casi 36779,4 E millones.

<sup>8</sup> COTANCE, Sector de Datos, <http://www.euroleather.com/cotance/sector.htm>.

### Problemas medioambientales generales

En lo que respecta a las cuestiones medioambientales, actualmente Siria se enfrenta a los siguientes problemas:

- Explotación excesiva de los pastos;
- Erosión del suelo;
- Desertización;
- Contaminación del agua debido al vertido de aguas residuales sin tratar y de los residuos procedentes de las refinerías de petróleo; suministro inadecuado de agua potable.

### Información económica general relacionada con el sector del curtido

En Siria, el sector del curtido desempeña un importante papel económico, ya que abastece a la industria estatal del curtido de la materia prima que necesita. En este país hay aproximadamente 280 tenerías, distribuidas entre las siguientes regiones: Zablattini, Aleppo, Ramoussa y Chaykh Said.

La mayoría de las tenerías sirias pertenecen al sector privado; de todos modos, unas pocas tenerías de grandes dimensiones son públicas. Las características principales de la industria del curtido siria pueden resumirse en los siguientes puntos<sup>9</sup>:

1. La producción del sector público no está organizada;
2. Más del 80% de la producción procede del sector privado;
3. La producción de curtido cubre las necesidades locales;
4. Se importan productos químicos y algunos tipos de curtidos;
5. Cuando hay un exceso de producción, se suele exportar al mercado europeo.

Producción de curtido en Siria						
Año	Empleados	Empresas	Facturación (1.000 Euros)	Exportación (1.000 Euros)	Producción Cuero	Producción Piel
1997	No disponible	280	No disponible	No disponible	78 ton./día	63 ton./día

<sup>9</sup> Soha Nassar, *Reduction of the Environmental Impact of the Tanning Sector*, Universidad de Damasco, Siria, 1999, p 20

### Iniciativas medioambientales generales relacionadas con las actividades del curtido

Consciente del impacto medioambiental que puede tener la industria del curtido, sobre todo si se ubica en áreas de alta densidad, el gobierno sirio llevó a cabo varios estudios en los años 1988 y 1989 para analizar la posibilidad de reubicar el sector del curtido pero, al final, la reubicación no llegó a realizarse. De todos modos, a fin de limitar el impacto medioambiental y hasta que se pueda plasmar el proyecto de reubicación, el gobierno sirio ha impuesto las siguientes obligaciones a las tenerías localizadas en la región de Damasco<sup>10</sup>:

1. Instalar contadores para medir el consumo de agua de cada tenería;
2. Construir canalizaciones y cuencas de recogida de agua en todas las tenerías;
3. Instalar filtros metálicos para limitar la cantidad de residuos sólidos generados;
4. Construir diques para aislar las tenerías que estén cerca de un río;
5. Recoger los residuos sólidos y empaquetarlos en bolsas especiales, en lugar de verterlos directamente al medio ambiente.

Las cuestiones medioambientales relacionadas con el sector del curtido siguen preocupando al gobierno sirio, que, aparte de las iniciativas arriba comentadas, está llevando a cabo estudios adicionales para construir una instalación relacionada con el sector del cuero. En esta última se tratarían algunos de los residuos sólidos generados por las tenerías que trabajan con cromo.

## **1.19. Túnez**

### Datos generales sobre el país

Túnez es un país árabe ubicado en el norte de África, a orillas del mar Mediterráneo. Tiene una superficie total de 163.610 km<sup>2</sup>, con una población de 9.513.603 de habitantes y un PIB anual de casi 43.218 millones.

---

<sup>10</sup> *Ibid*, p 28

### Problemas medioambientales generales

En lo que respecta a las cuestiones medioambientales, actualmente Túnez se enfrenta a los siguientes problemas:

- Eliminación inadecuada de residuos tóxicos y peligrosos, que amenazan a la salud humana;
- Contaminación del agua por aguas residuales no tratadas;
- Reservas naturales de agua dulce limitadas;
- Deforestación;
- Explotación excesiva de los pastos;
- Erosión del suelo;
- Desertización.

### Información económica general relacionada con el sector del curtido

La industria tunecina del curtido ha experimentado recientemente un rápido crecimiento y la mayoría de las tenerías han atravesado un periodo de bonanza económica. Aparte de abastecer de materia prima a las industrias locales pertenecientes al sector del cuero, algunas tenerías exportan sus productos al extranjero. La siguiente tabla proporciona una idea general de la producción total y la cantidad de empresas pertenecientes al sector del curtido. La mayoría de las tenerías son empresas medianas, y algunas de ellas son bastante modernas.

<b>Producción de curtido en Túnez</b>					
<b>Año</b>	<b>Empleados</b>	<b>Empresas</b>	<b>Facturación</b>	<b>Exportación</b>	<b>Producción de piel / cuero</b>
			<b>(1.000 Euros)</b>	<b>(1.000 Euros)</b>	<b>(1.000 m<sup>2</sup>)</b>
1995	1.450	25	No disponible	No disponible	3.890

### Iniciativas medioambientales generales relacionadas con las actividades del curtido

Túnez se ha tomado muy en serio el impacto global de la industria del curtido sobre el medio ambiente y ha realizado una serie de estudios y auditorías para proponer nuevas opciones que garanticen una producción más limpia dentro del sector del curtido.

Una gran cantidad de tenerías disponen de su propia instalación para tratar las aguas residuales generadas y la mayoría de ellas están situadas en zonas industriales dotadas de depuradoras.

El gobierno tunecino está intentando fomentar la introducción de opciones de prevención de la contaminación, que se centran básicamente en los siguientes aspectos:

- Recogida del cromo;
- Recogida del pelo;
- Mejora de los procesos técnicos y operacionales para obtener productos de mayor calidad.
- Limitar el curtido al cromo a un número reducido de tenerías, para poder controlar mejor las aguas residuales contaminadas con cromo y los residuos sólidos generados. Esta solución permitiría al gobierno construir las instalaciones de tratamiento de residuos requeridas en un área específica (es decir, cerca de las tenerías que curtan al plomo). Por otra parte, las demás tenerías se podrían especializar más, pudiendo ofrecer productos mejor acabados.

Túnez ha sido muy activo en lo que respecta a las distintas cuestiones medioambientales, y es uno de los países árabes que está aplicando medidas modernas para limitar la contaminación global provocada por las actividades relacionadas con el curtido.

## **1.20. Turquía**

### Datos generales sobre el país

Turquía es un país ubicado entre los continentes europeo y asiático, a orillas del mar Mediterráneo. Tiene una superficie total de 780.580 km<sup>2</sup>, con una población aproximada de 65.500.000 de habitantes y un PIB anual de casi 375.202,8 millones.

### Problemas medioambientales generales

En lo que respecta a las cuestiones medioambientales, actualmente Turquía se enfrenta a los siguientes problemas:

- Contaminación del agua provocada por los vertidos de productos químicos y detergentes;
- Contaminación del aire, sobre todo en las áreas urbanas;
- Deforestación;
- Vertidos de combustibles debido al aumento del tráfico marino en el estrecho de Bósforo.

#### Información económica general relacionada con el sector del curtido

La industria turca del curtido puede considerarse como uno de los sectores más importantes del país y representa cerca del 14% de la producción mundial de curtido. Esta industria ocupa un lugar prominente en la producción europea de piel.

#### Iniciativas medioambientales generales relacionadas con las actividades del curtido

El gobierno turco, consciente de la contaminación generada por las actividades relacionadas con el curtido, realizó una serie de estudios que conllevaron la reubicación de parte del sector del curtido.

Al éxito de la primera experiencia, que consistió en trasladar la zona industrial de Kazlicesme a Tuzla (cerca de Estambul), le siguieron una serie de reubicaciones del sector en otras regiones. La experiencia positiva de Turquía ha demostrado que el establecimiento de "Zonas Organizadas Especializadas en Curtidos" es una estrategia razonable, que contribuirá a la prevención global de la contaminación medioambiental resultante de las actividades relacionadas con el curtido.

#### **Cuestiones legales y posibles barreras arancelarias relacionadas con el mercado del curtido**

Aunque en este capítulo sólo hemos podido repasar brevemente las cuestiones económicas y medioambientales relacionadas con el sector del curtido en los países del PAM, se constata claramente que algunos estados mediterráneos se enfrentan a una serie de obstáculos relacionados con la plena aplicación de medidas medioambientales adecuadas en lo que respecta a las actividades relacionadas con el curtido. De todos modos, han ido surgiendo diversas iniciativas, tanto públicas como privadas, para mejorar esta situación.

Los países de la UE (España, Francia, Grecia, Italia) han tenido que adoptar un marco legal más estricto y, por lo tanto, son activos en el ámbito medioambiental. Asimismo, otros países europeos que han planeado entrar en la UE en el futuro (Croacia, Eslovenia, Turquía) están influidos por este hecho y, por lo tanto, también se están planteando la necesidad de introducir mejoras para limitar el impacto medioambiental de las actividades relacionadas con el curtido.

La investigación y las entrevistas realizadas para elaborar este estudio pusieron de manifiesto la casi total ausencia de normativas medioambientales dirigidas específicamente al sector del curtido. De todos modos, los curtidores tienen que cumplir una serie de criterios generales relacionados con la contaminación que van dirigidos al sector industrial en general.

De este modo, incluso en los países con un marco legal más estricto, las normas siguen siendo básicamente de carácter general, referidas a los niveles de contaminación que debe respetar cualquier industria contaminante. La Directiva relativa a la Prevención y Control Integrados de la Contaminación (IPPC), que fomenta la adopción de las mejores técnicas disponibles en las industrias europeas, así como de otras iniciativas respetuosas con el medio ambiente, es un ejemplo en este sentido. Estas normativas de carácter general, que fijan los umbrales máximos de contaminación permitidos están pensadas para que se apliquen en todos los países miembros de la UE. De todos modos, la tabla que figura en el anexo R1 muestra claramente las diferencias existentes entre los criterios aplicados en los distintos países de la UE, ya que generalmente cada país establece sus propios criterios, específicamente adaptados a sus necesidades.

De todos modos, conviene señalar que la estricta normativa medioambiental que tienen que cumplir los curtidores de la UE y los niveles de calidad cada vez mayores que se exigen a sus productos implican la adopción de medidas de control y prevención de la contaminación. Por lo tanto, de forma paralela a los esfuerzos generales orientados a fomentar la conciencia medioambiental y a reducir la contaminación, los curtidores de la UE han creado una serie de programas y asociaciones para favorecer el desarrollo económico y también medioambiental de la industria del curtido.

Los demás países del PAM cada vez son más conscientes de estas iniciativas relacionadas con las cuestiones medioambientales que, a la larga, podrían convertirse en posibles barreras arancelarias o en amenazas a la exportación de curtido, lo que les obliga a considerar también las cuestiones medioambientales nacionales a dos niveles distintos:

- Limitar los niveles de contaminación resultantes de las actividades del sector nacional del curtido;
- Introducir técnicas avanzadas y respetuosas con el medio ambiente cuando sea económica y técnicamente viable, lo que mejoraría la calidad del curtido, permitiendo que la industria siga siendo atractiva para los mercados extranjeros.

## **CAPÍTULO II: EL PROCESO DE LA CURTICIÓN**

La curtición es un proceso mediante el cual la piel y el cuero fresco se transforman en curtido como producto final utilizable y comercializable. Este último se usa, después, como la materia prima básica para la producción de diversos artículos de consumo (por ej., zapatos, bolsos, etc.).

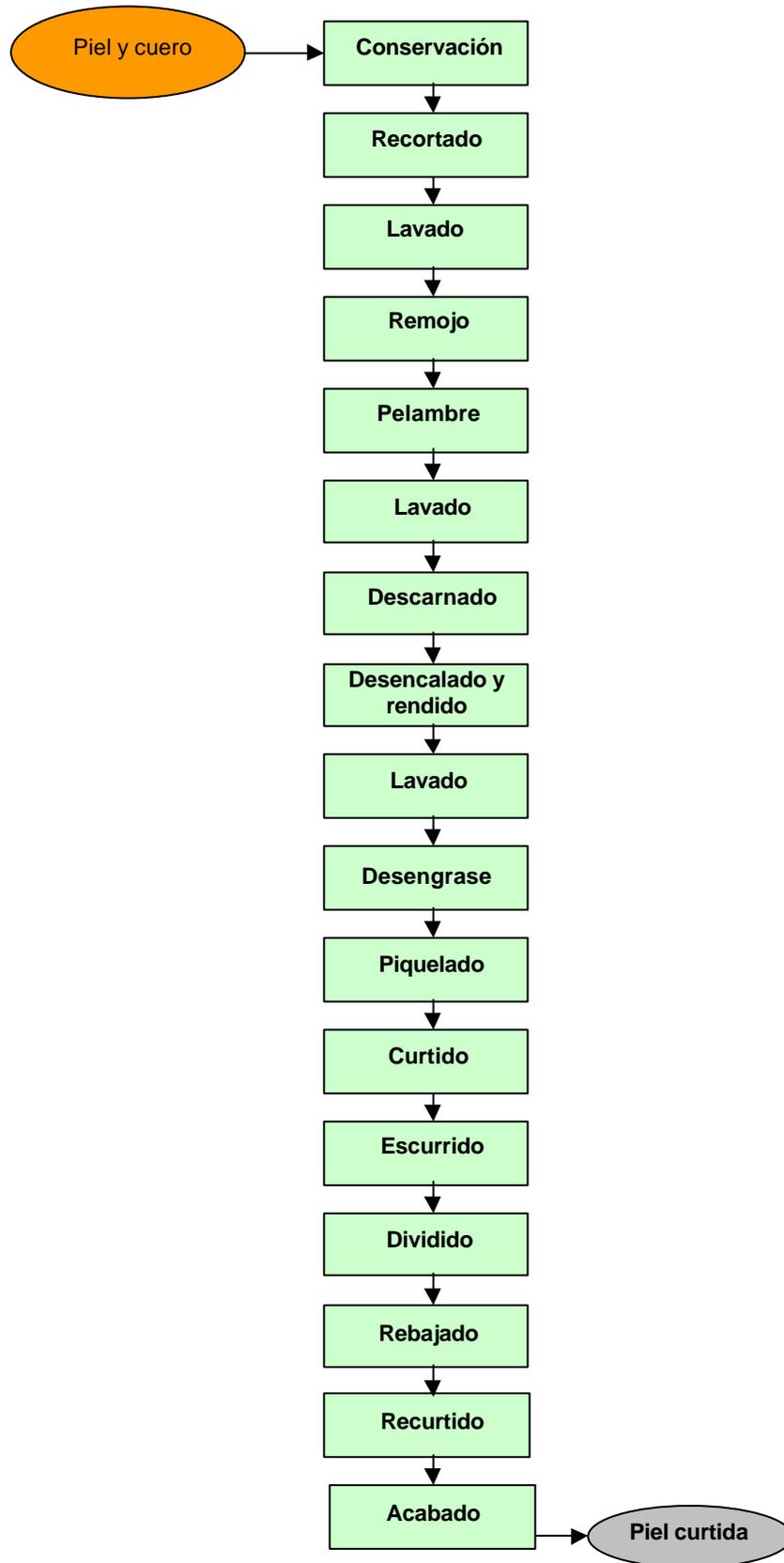
Dado que no hay un único procedimiento para producir curtido, las técnicas disponibles varían considerablemente en función de la materia prima original (cuero, piel...) y del producto final que se desee obtener. La curtición se efectúa normalmente en una serie de etapas con duraciones diversas que pueden oscilar entre minutos u horas y varios meses para algunas técnicas de curtición vegetal. El curtido de piel y cuero es un proceso que se divide en una serie de etapas en las cuales las pieles se tratan con diversos agentes químicos y no químicos y se someten a diversas operaciones mecánicas.

El proceso de curtición se divide normalmente en las siguientes fases:

- Operaciones de ribera (fase de preparación);
- Curtición (fase de curtición);
- Actividades de recurtido y de acabado.

Este capítulo aborda las principales partes de los procesos de curtición que se aplican en la mayoría de tenerías, centrándose principalmente en las operaciones de ribera y de curtido. No obstante, también proporciona una visión de conjunto de las operaciones de recurtido y acabado.

El proceso más aplicado en el tratamiento de piel o cuero en tripa puede resumirse en virtud de las siguientes fases necesarias para la producción de curtido.



Esquema del proceso de curtición

Las etapas que se especifican en la figura se explicarán exhaustivamente a lo largo de esta sección, donde cada proceso se describirá a partir de los siguientes criterios:

#### Definición del proceso

Se definirá cada etapa del proceso de curtición para proporcionar una mejor idea de cuál es su finalidad. Si hay más de un método para efectuar una etapa determinada, se describirán los principales procesos que se aplican (por ej., el curtido puede realizarse empleando curtientes minerales o vegetales).

#### Equipo básico utilizado

En cada etapa, se enumerará el equipo básico requerido. Fundamentalmente, el objetivo de esta parte es proporcionar al lector más información sobre lo que suele necesitarse para llevar a cabo un proceso determinado. El uso del equipo variará de una tenería a otra porque se aplica una amplia gama de técnicas tradicionales y otras más novedosas.

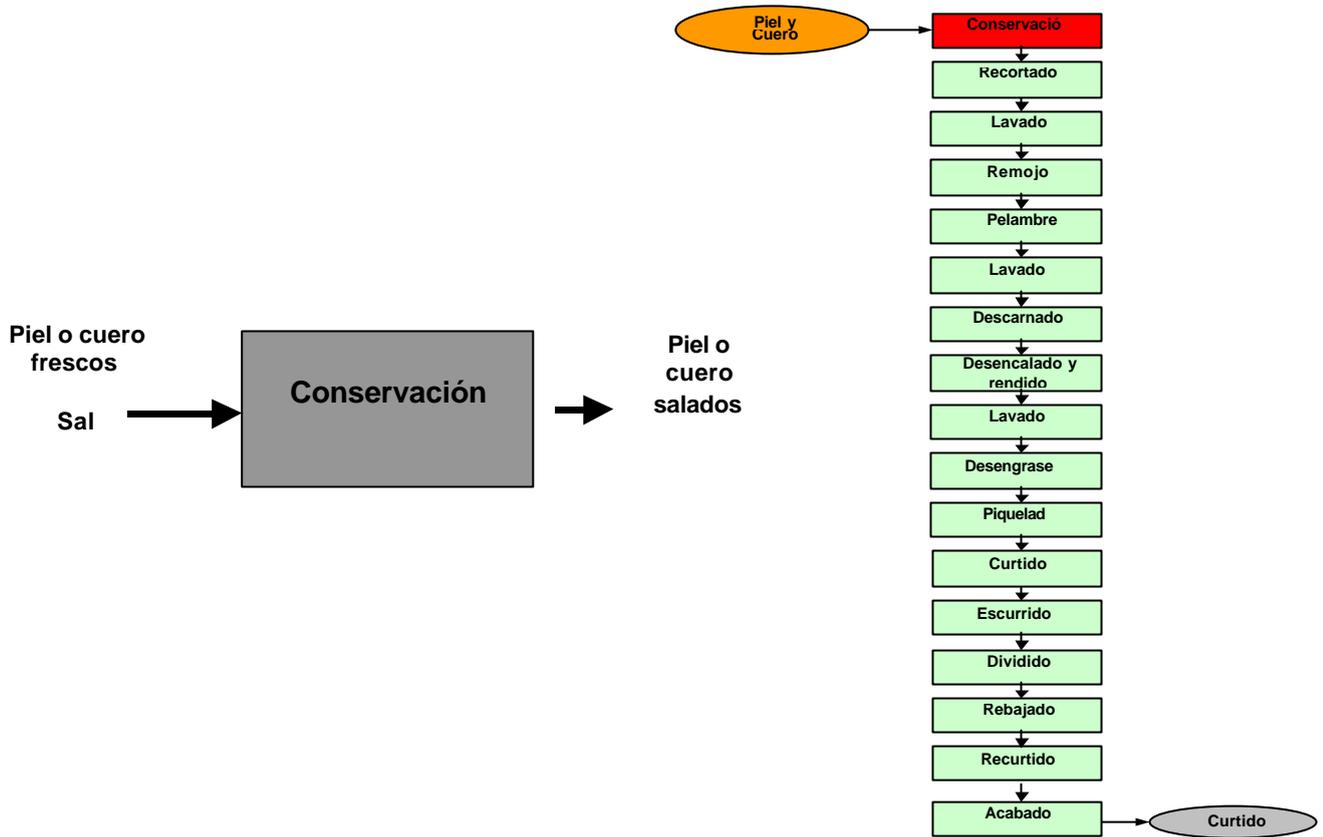
#### Materiales de entrada y de salida

Este apartado describirá los diversos agentes químicos, no químicos y otros aditivos que se añaden a la piel o cuero en tripa durante el proceso de curtición. Aparte de describir los materiales que se usan, también se enumerarán los materiales resultantes al final de cada proceso.

#### Consideraciones medioambientales

Se enumerarán las consideraciones medioambientales que origina cada etapa del proceso de curtición en virtud de las tres categorías siguientes:

- Contaminación del agua;
- Residuos sólidos;
- Contaminación del aire.



### Conservación

Es una etapa necesaria para evitar el deterioro de piel o cuero hasta que el curtidor las procese y transforme en curtido como producto final. Habitualmente, las técnicas de conservación para conservar las pieles e impedir la proliferación de bacterias se basan en una o más combinaciones de los siguientes métodos<sup>11</sup>:

- 1-Refrigeración 2-Secado 3-Salado 4-Salado húmedo 5-Salado seco 6-Piquelado 7-Productos químicos

### **Equipo básico utilizado**

Guantes protectores (para el salado) / Equipo de refrigeración (para la conservación) / Tinas grandes (para el salado mediante salmuera)

### **Materiales de entrada**

Piel o cuero recién arrancados

### **Materiales de salida**

Piel o cuero curados

Aguas residuales (con altos niveles de salinidad, sangre, polvo, pelo)

<sup>11</sup> Lanning David, SD1-Leather Manufacture, <http://www.hewit.com/sd1-leat.htm>

### Consideraciones medioambientales

*Contaminación del agua:* DBO, DQO

*Residuos sólidos:* ----

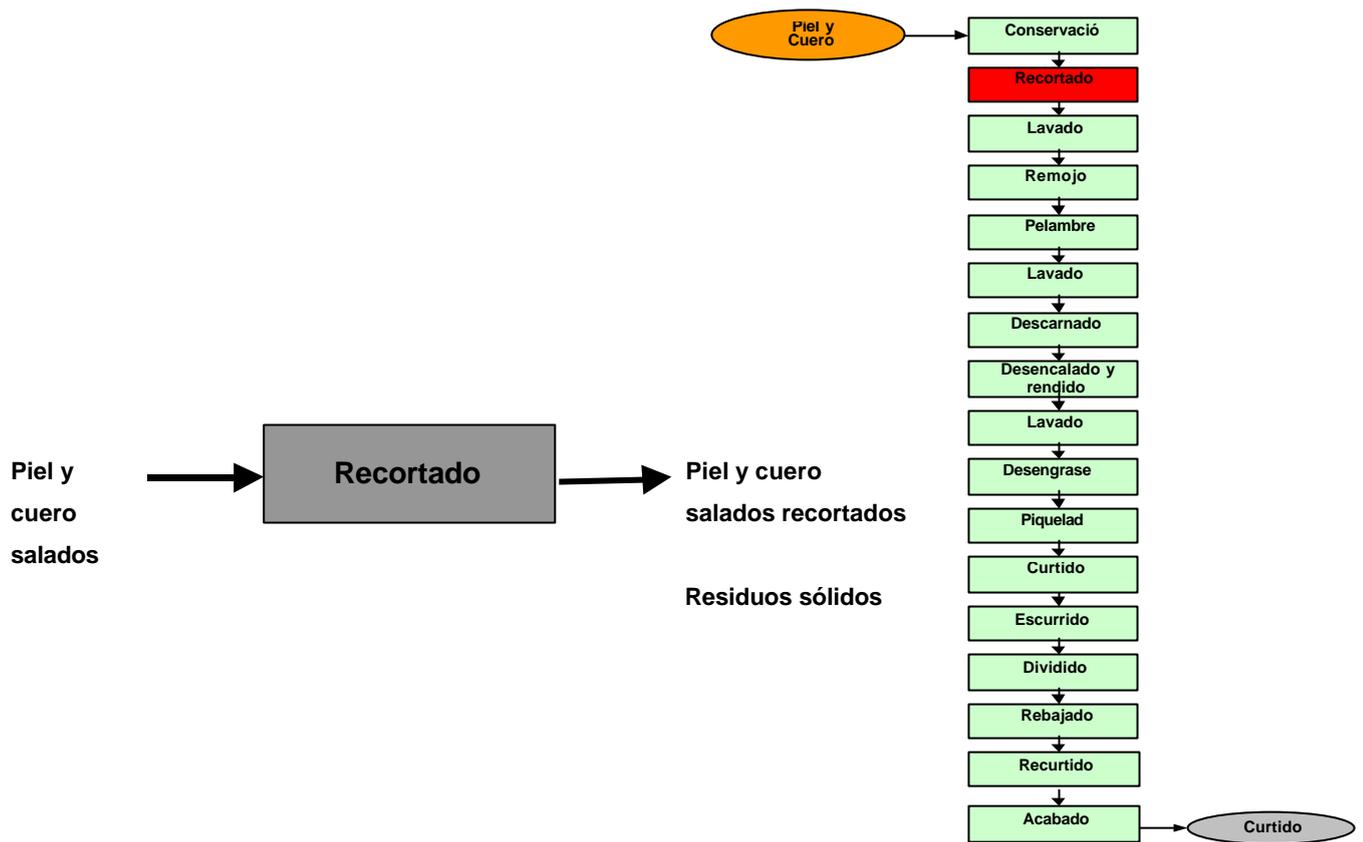
*Contaminación del aire:* olores desagradables

**Nota:** en función del método de curado que se aplique, el uso de sales puede causar altos niveles de salinidad en las aguas residuales. Asimismo, el método de curado empleado determina en gran medida el nivel de humedad de la piel o cuero que va a procesarse, lo cual influye en la cantidad de agua que se necesitará para rehidratarlo. Si la piel o cuero que va a procesarse tiene un bajo nivel de humedad, será necesaria una mayor rehidratación (es decir, mayor consumo de agua). No obstante, el porcentaje de agua utilizado variará considerablemente en función del método de curado y del tiempo que lleva almacenado la piel o el cuero. La siguiente tabla representa la composición de un cuero recién arrancado con su nivel porcentual de agua, proteínas, grasas, minerales, etc.

Antes de la curtición, la composición aproximada de una piel/cuero recién arrancado es la siguiente:

Composición	Composición cuero <sup>12</sup>	Composición piel de cabra	Composición piel de oveja
Agua	64%	64%	64%
Proteínas	33%	33%	33%
Grasas	2% a 6%	2% a 10%	5% a 30%
Sales minerales	0,5%	0,5%	0,5%
Otras sustancias (pigmentos, etc.)	0,5%	0,5%	0,5%

<sup>12</sup> Etherington & Roberts Dictionary, Leather, <http://palimpsest.stanford.edu/don/dt/dt2021.html>



### Recortado preliminar

Una etapa previa al remojo es el recortado preliminar para eliminar los restos de colas y patas que quedan en la piel o cuero que va a procesarse. A menudo, éstos se reciben ya curados, pero no siempre han sido debidamente recortados.

### Equipo básico utilizado

Utensilios manuales, principalmente cuchillos

#### Materiales de entrada

Piel y cuero conservados sin recortar

#### Materiales de salida

Piel o cuero recortados

Residuos sólidos orgánicos

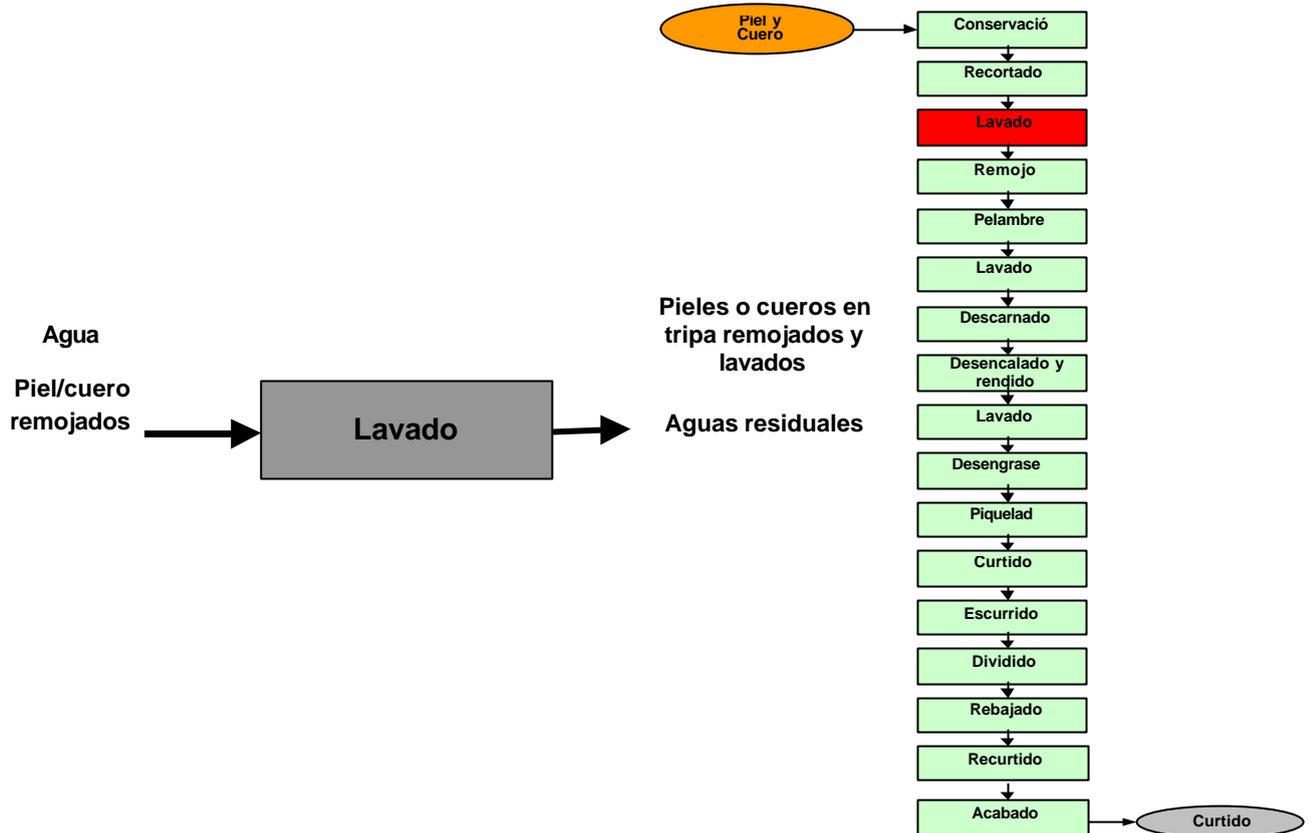
Cloruro sódico (si el cuero se saló previamente para ser curado)

### Consideraciones medioambientales

*Contaminación del agua:* ----

*Residuos sólidos:* residuos sólidos orgánicos

*Contaminación del aire:* ----



### Lavado

Previo a la etapa de remojo, el propósito del lavado es asegurar la completa eliminación de polvo, sangre, excrementos, etc. y empezar a diluir la sal de conservación.

El lavado se efectúa en un recipiente lleno de agua, necesaria para la operación de limpieza. En función del equipo utilizado (bombo, tina o molineta) y del estado de las pieles o cueros en pelo, habrá que cambiar el agua y realizar varios lavados.

Antes de iniciar el proceso, deben contarse y pesarse los cueros. Este peso se denomina peso salado y será la base de cálculo para las operaciones siguientes.

### **Equipo básico utilizado**

Bombo, tina o molineta

#### **Materiales de entrada**

Agua

Piel o cuero curado o recién arrancado

#### **Materiales de salida**

Pieles o cueros

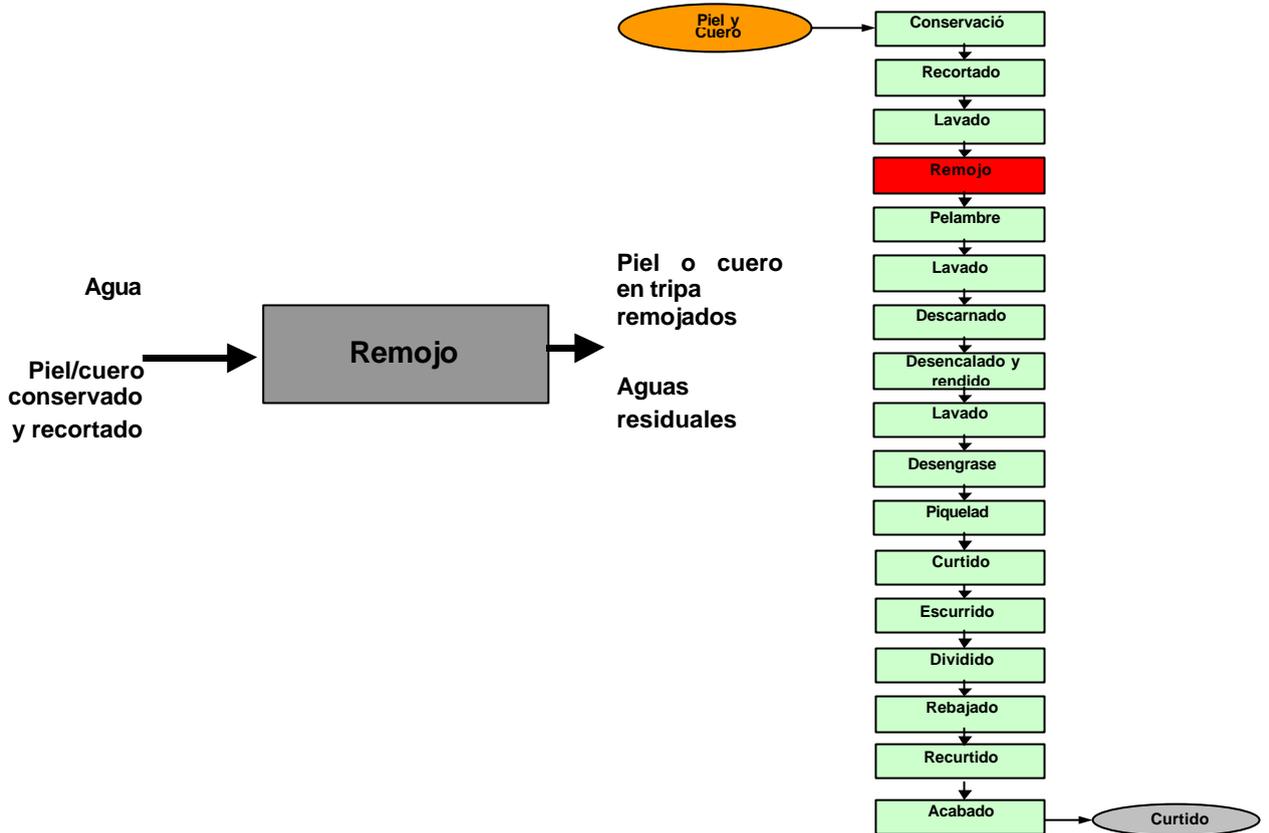
Aguas residuales

### **Consideraciones medioambientales**

*Contaminación del agua:* DBO, DQO, sólidos en suspensión, sólidos disueltos, sólidos totales, sales, nitrógeno orgánico

*Residuos sólidos:* ----

*Contaminación del aire:* ----



### Remojo

El principal objetivo de la etapa de remojo es invertir el proceso de curado rehidratando, limpiando y preparando las pieles o cueros en tripa para que acepten los diversos agentes químicos y no químicos que se añadirán en las etapas siguientes.

La operación se realiza normalmente en un bombo o tina lleno de agua. Debido a muchos factores distintos, el tiempo y la temperatura necesarios para este proceso variarán sobre todo en función del método con que se han curado las pieles (es decir, más tiempo para piel curada seca -aproximadamente 72 horas- y menos para cuero salado húmedo, si se usan bombos, 24 horas).

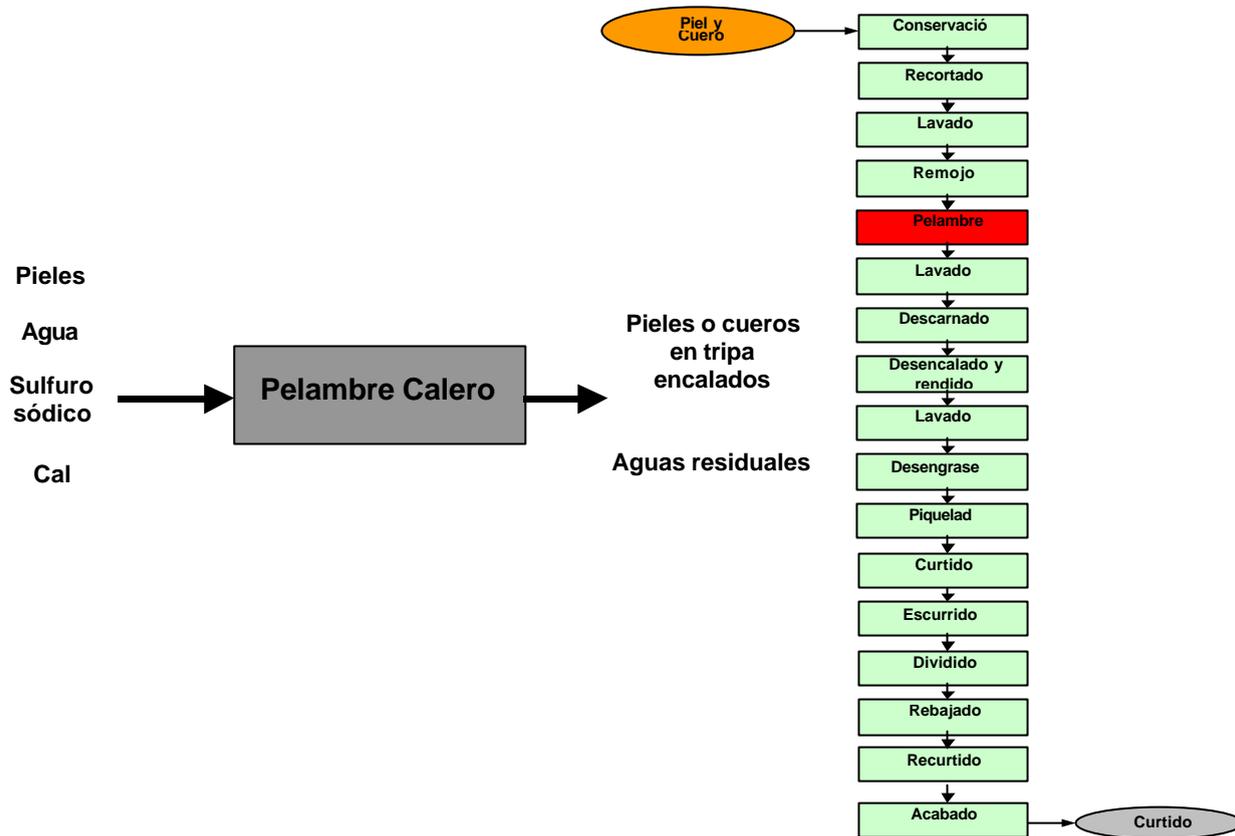
Hay que rehidratar bien las pieles y eliminar todo el polvo, sangre y proteínas no estructurales. El remojo debe efectuarse correctamente para que las pieles o cueros se reblandezcan bien. Si el remojo es incorrecto, la penetración de los agentes químicos en todas las etapas siguientes puede no ser homogénea y afectará a la calidad final del curtido<sup>13</sup>.

El proceso puede acelerarse añadiendo productos como enzimas, álcalis, ácidos débiles, etc., o agua ligeramente calentada si es necesario a 20 – 25°.

<sup>13</sup> Lanning David, SD2-Leather Manufacture, <http://www.hewit.com/sd2-leat.htm>

<b>Equipo básico utilizado</b>	
Bombo, tina o molineta	
<b>Materiales de entrada</b>	<b>Materiales de salida</b>
Agua	Pieles o cueros en tripa remojados
Piel o cuero conservados	Aguas residuales con impurezas, polvo
<b>Consideraciones medioambientales</b>	
<i>Contaminación del agua:</i> DBO, DQO, sólidos en suspensión, sólidos disueltos, sólidos totales, sales, nitrógeno orgánico	
<i>Residuos sólidos:</i> residuos orgánicos e inorgánicos procedentes de las impurezas de la piel y el cuero y de las operaciones mecánicas del proceso.	
<i>Contaminación del aire:</i> olores nocivos, amoniaco, H <sub>2</sub> S (en función de los agentes usados)	

**Nota:** la piel y el cuero recién arrancados o congelados que se envían directamente a las curtidurías no necesitan rehidratación. Por lo tanto, las etapas de remojo y lavado pueden combinarse y ejecutarse en una sola etapa.



### Pelambre - Calero

Otra etapa de las operaciones de ribera que se llevan a cabo en la curtición del cuero es el pelambre. En esta fase, las pieles o cueros en pelo deben estar completamente limpios. No obstante, aún habrá que eliminar por completo los restos de pelo (o lana, en función del animal) antes de pasar a las operaciones de curtido. Así pues, el proceso de pelambre es necesario para eliminar las raíces capilares, la epidermis y el pelo, y dejar limpio el lado flor para las siguientes etapas.

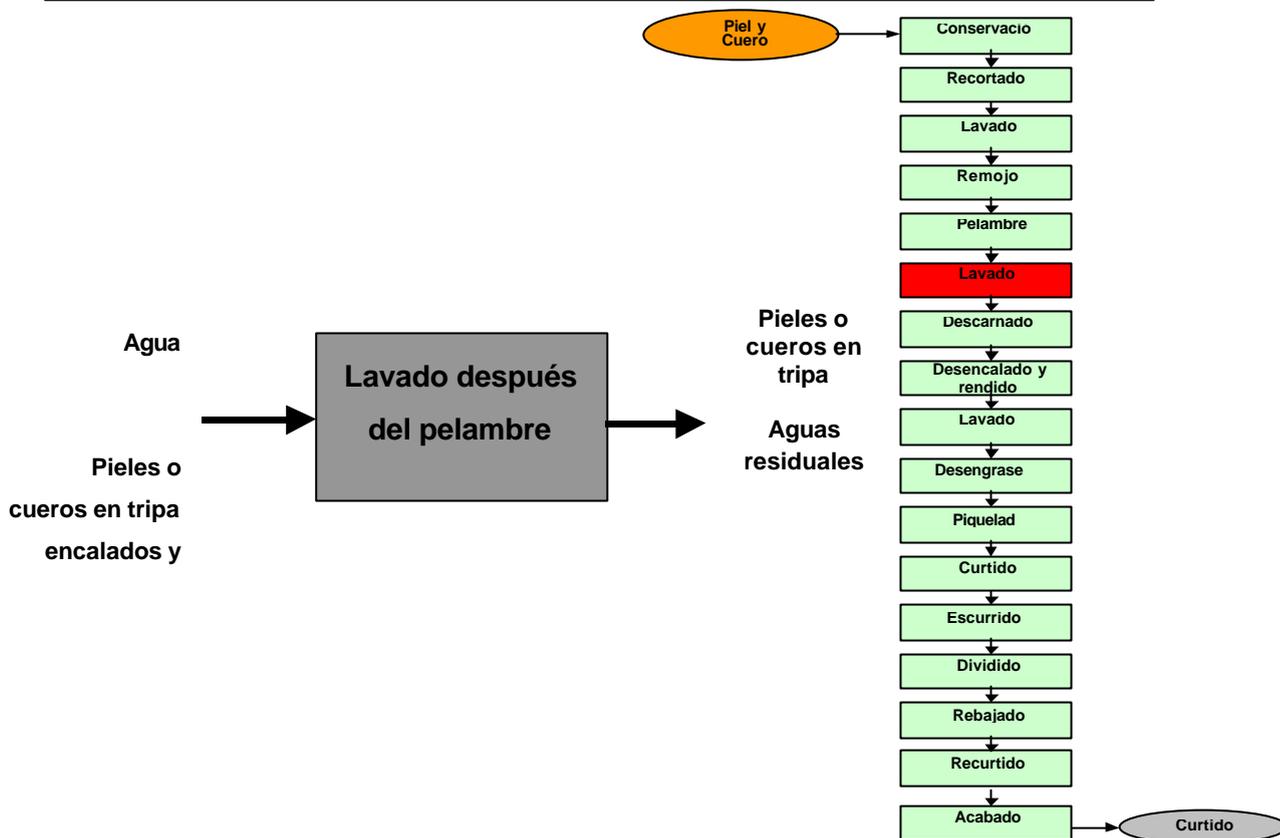
El pelambre requiere mezclar las pieles o cueros con varios productos químicos alcalinos para que ataquen las queratinas, las disuelvan, y produzcan un ligero hinchamiento.

Principalmente, la cal tiene dos importantes efectos físicos: hinchamiento osmótico e hinchamiento liotrópico. El resultado de esta operación es que la piel se hincha y se empapa de agua, lo que abre la fibra y permite la completa penetración de los curtientes<sup>14</sup>.

<sup>14</sup> *Ibid*

<b>Equipo básico utilizado</b>	
Bombo, tina o molineta	
<b>Materiales de entrada</b>	<b>Materiales de salida</b>
Cuero remojado y recortado	Pieles o cueros (cueros encalados)
Agua	Aguas residuales
Sulfuro sódico	
Sulfhidrato sódico	
Cal	
<b>Consideraciones medioambientales</b>	
<i>Contaminación del agua:</i> DBO, DQO, sólidos en suspensión, sólidos disueltos, sólidos totales, sulfuros, alcalinidad, nitrógeno total	
<i>Residuos sólidos:</i> fibras	
<i>Contaminación del aire:</i> emisiones accidentales de H <sub>2</sub> S, olores desagradables	

**Nota:** a veces, el pelo se elimina parcialmente mediante una operación mecánica a mitad de la operación de pelambre - encalado.



**Lavado después del pelambre - calero**

Después del pelambre, la cal sobrante y otros materiales desprendidos durante el proceso de depilado se eliminan mediante una o varias etapas de lavado.

**Equipo básico utilizado**

Bombos o molinetas

**Materiales de entrada**

Pieles o cueros en tripa encalados

Agua

**Materiales de salida**

Pieles o cueros en tripa lavados

Aguas residuales

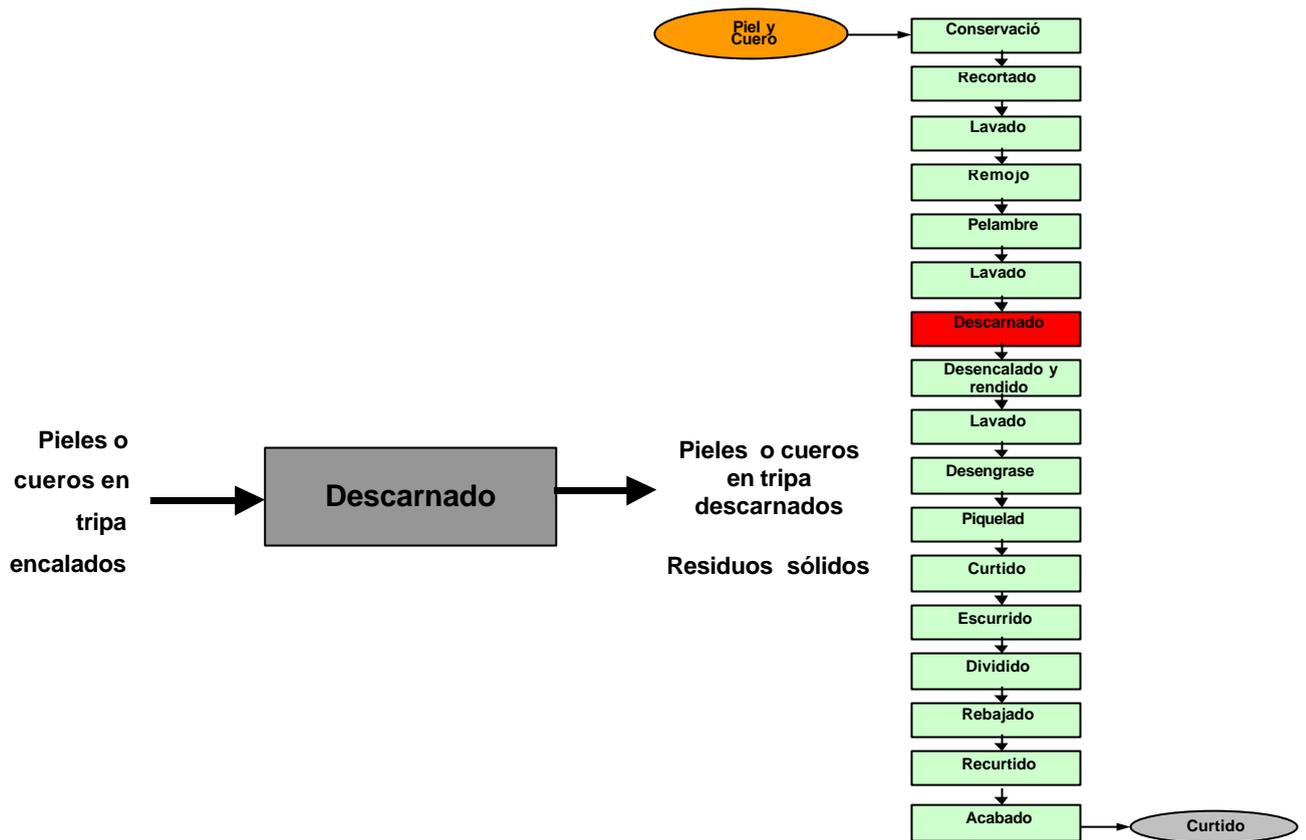
**Consideraciones medioambientales**

*Contaminación del agua:* DBO, DQO, total de sólidos en suspensión, sulfuros, alcalinidad

*Residuos sólidos:* ----

*Contaminación del aire:* ----

**Nota:** en función del estado de las pieles o cueros en tripa y de las técnicas empleadas por los curtidores, pueden realizarse lavados adicionales.



### **Descarnado y recortado**

La grasa y los tejidos que están aún adheridos a la parte interna de la piel deben eliminarse para que los agentes químicos penetren mejor en las siguientes etapas. Esta operación favorece la penetración de agua, especialmente por la carne, porque ésta tiene mayor capacidad de absorción que la parte epidérmica o flor. Asimismo, la presión del descarnado ayuda a eliminar las raíces capilares que no se han desprendido durante el encalado.

Este proceso puede realizarse con una máquina de descarnar.

Después de esta etapa, hay que realizar otro recortado para eliminar los bordes desiguales y las secciones de piel no deseadas que aún queden adheridas.

Una vez recortado, el cuero se pesa. Este peso es el que se llama peso tripa, y es el peso base para las operaciones siguientes.

### **Equipo básico utilizado**

Descarnado manual o mecánico/recortado manual

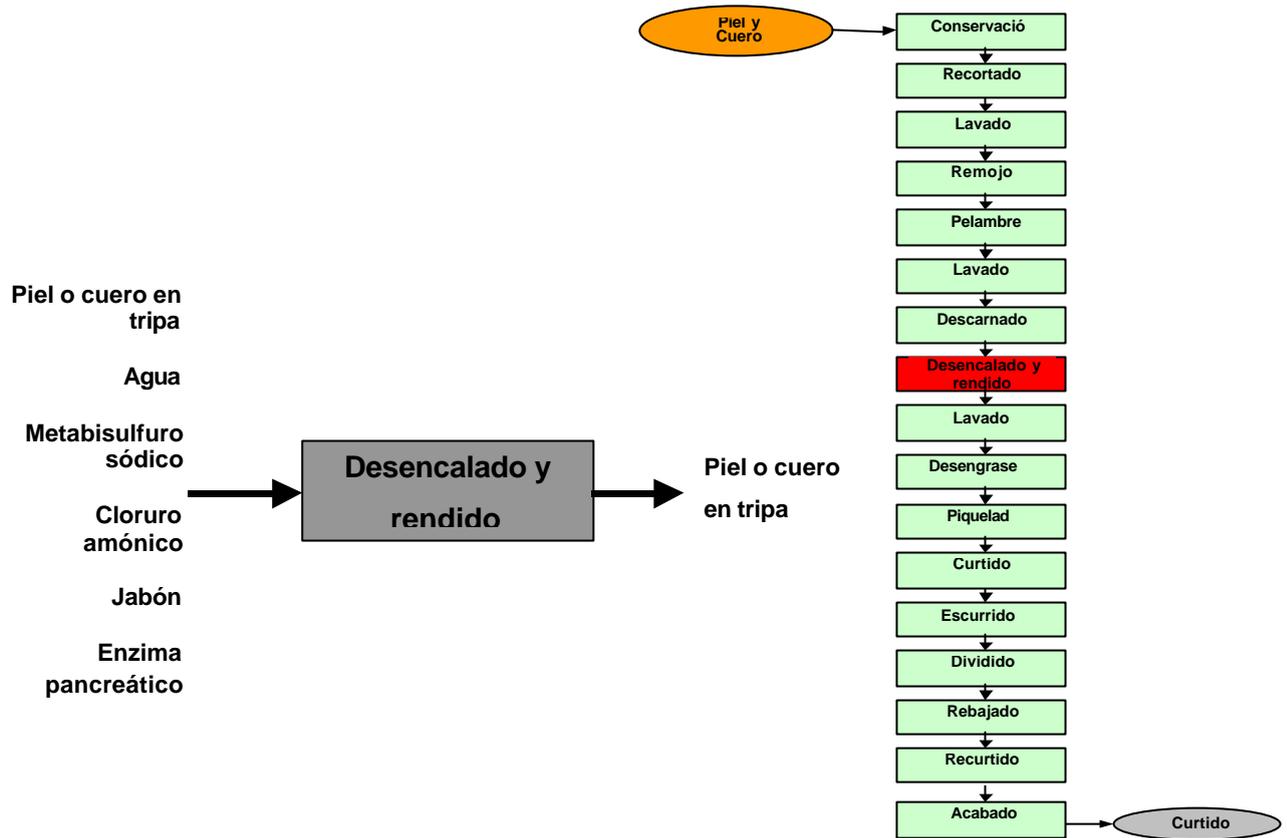
Materiales de entrada	Materiales de salida
Pieles o cueros en tripa	Pieles o cueros en tripa descarnados
	Residuos sólidos
Consideraciones medioambientales	
<i>Contaminación del agua:</i> debido al agua que utiliza la máquina de descarnar, pueden generarse aguas residuales con un contenido en productos químicos algo inferior, similares a los generados en las aguas residuales de la etapa de pelambre.	
<i>Residuos sólidos:</i> materia orgánica con altos niveles de cal	
<i>Contaminación del aire:</i> olores desagradables	

**Nota:** el descarnado también puede efectuarse directamente después de la etapa de piquelado o de las fases de remojo y lavado. El proceso denominado “descarnado verde” se efectúa antes del pelambre y puede aportar una serie de ventajas <sup>15</sup>:

- Proporciona una flor más uniforme y facilita la penetración de los productos de pelambre.
- Evita que se reduzca el efecto del encalado cuando la piel que se procesa tiene mucha carne adherida y una cantidad de grasa importante.
- Reduce al mínimo la formación de jabones de calcio durante el encalado y de materia oleaginosa durante el curtido, debido a la eliminación de la grasa.
- 

No obstante, hay que tener en cuenta que el “descarnado verde” conlleva también algunos inconvenientes porque, en algunos casos, las pieles no están suficientemente reblandecidas y pueden resultar dañadas por las operaciones mecánicas, (roturas y desgarros, por ejemplo).

<sup>15</sup> Etherington & Roberts Dictionary, Green Fleshing, <http://palimpsest.stanford.edu/don/dt/dt1638.html>



### Desencalado y rendido

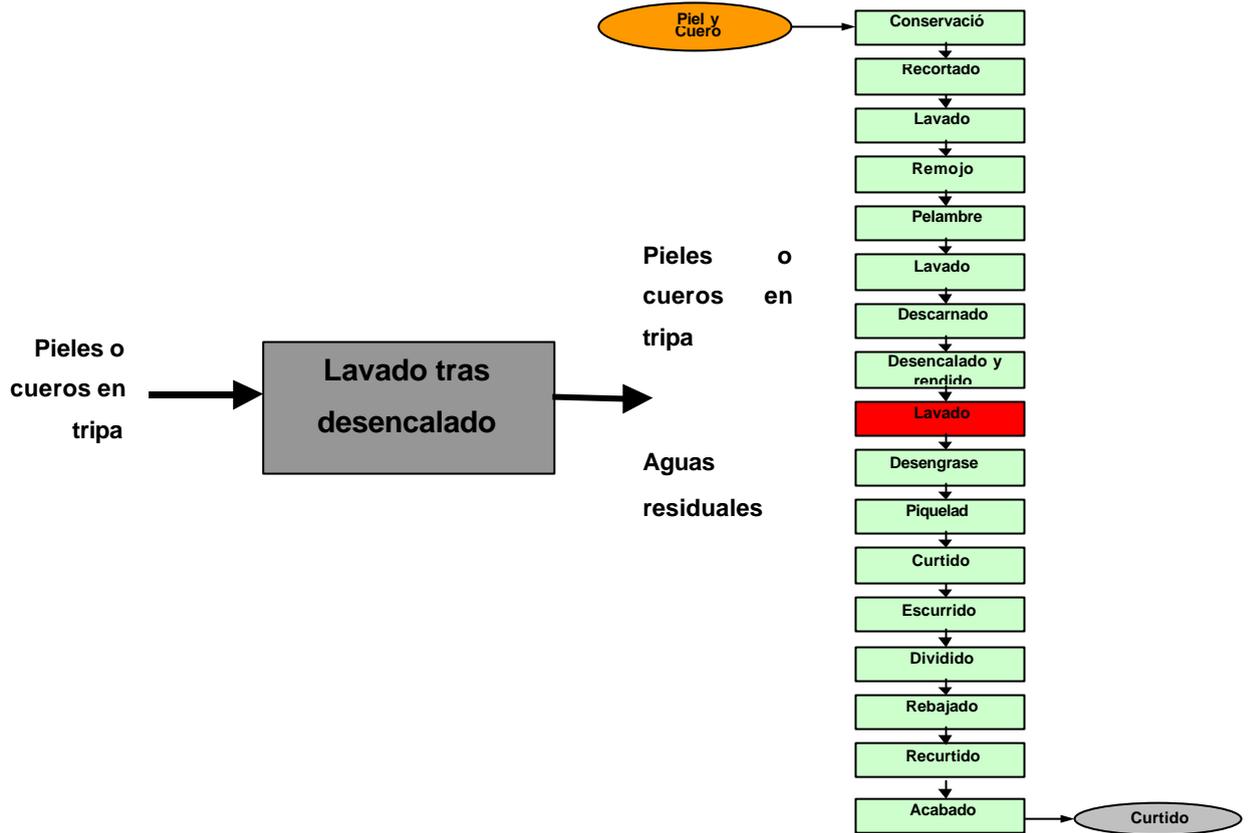
Desencalado: para reducir la elevada alcalinidad de las pieles o cueros en tripa después de la etapa de encalado, hay que proceder a desencalarlos. Con este fin, se usan sales de amonio (cloruros y sulfatos) para neutralizar el contenido de cal, lo cual produce el deshinchamiento de las pieles o cueros en tripa. Esta reducción del nivel de pH devolverá a las pieles o cueros su grosor original. Conjuntamente con el desencalado, se efectúa en el bombo o molineta utilizados otro proceso denominado rendido.

Rendido: se añaden enzimas para digerir y disolver todas las proteínas no estructurales que aún quedan. Este proceso limpia los espacios interfibrilares de las pieles para que puedan absorber el relleno y los curtientes, y para mejorar, en último término, las características del acabado del producto final proporcionándole una textura más suave y flexible.

### Equipo básico utilizado

Bombos o molinetas

<b>Materiales de entrada</b>	<b>Materiales de salida</b>
Pieles o cueros en tripa	Pieles o cueros deshinchados
Agua	Aguas residuales
Metabisulfito sódico	
Sales de amonio	
Tensoactivo	
Enzima pancreático	
<b>Consideraciones medioambientales</b>	
<i>Contaminación del agua:</i> DBO, DQO, amoniaco-nitrógeno, sulfuro	
<i>Residuos sólidos:</i> fibras	
<i>Contaminación del aire:</i> NH <sub>3</sub> , posible formación de H <sub>2</sub> S (si el proceso no está debidamente controlado)	



### Lavado después del desencalado

Después de la etapa de desencalado y rendido se efectúa otro lavado para eliminar de la piel los productos químicos sobrantes.

### Equipo básico utilizado

Bombo o tinas o molinetas

#### Materiales de entrada

Pieles o cueros en tripa deshinchados

Agua

#### Materiales de salida

Pieles o cueros en tripa

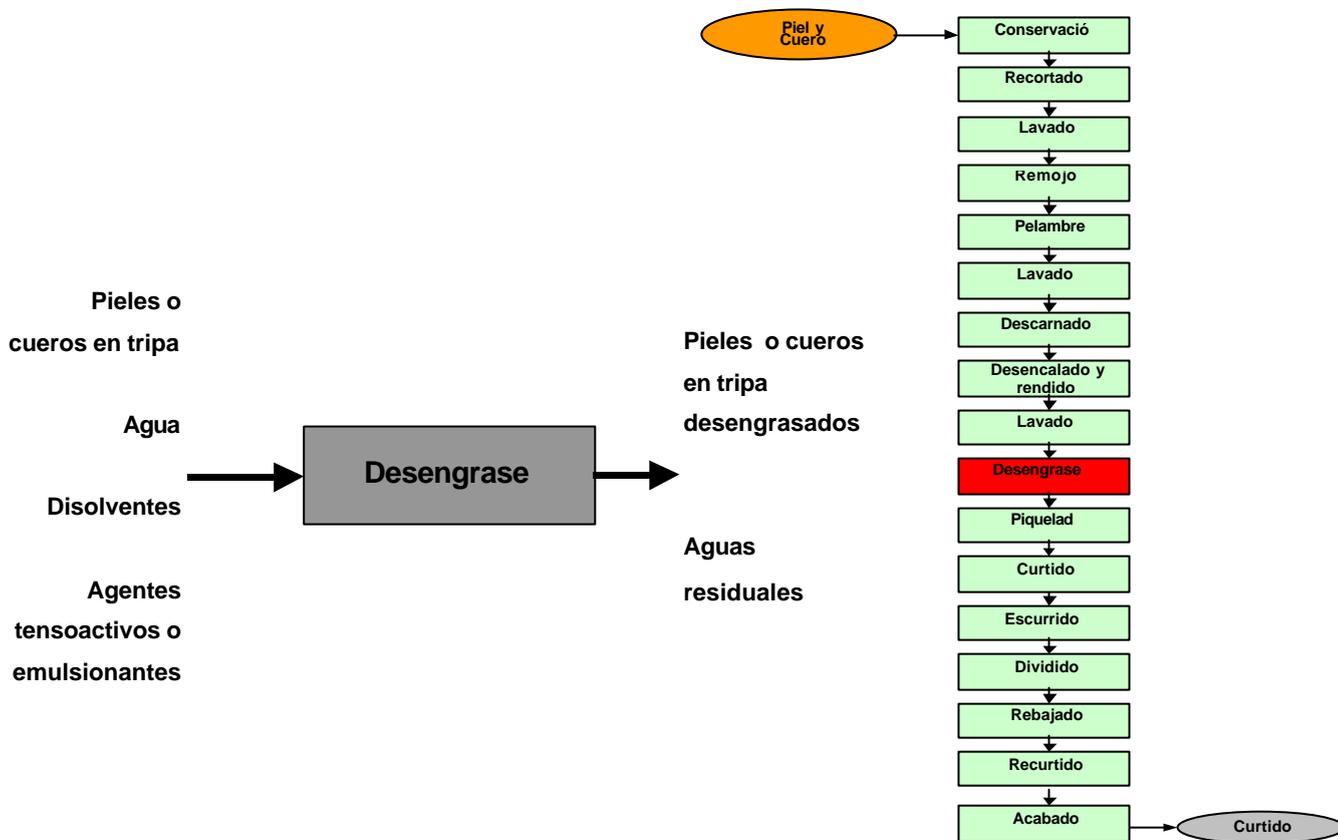
Aguas residuales

### Consideraciones medioambientales

*Contaminación del agua:* DBO, DQO, amoníaco-nitrógeno

*Residuos sólidos:* ----

*Contaminación del aire:* ----



**Desengrase**

La etapa de desencalado y rendido puede ir seguida de un desengrase. Esta operación se efectúa principalmente en las pieles de oveja y de cerdo (muy grasas) para eliminar la grasa e impedir que se formen jabones de cromo y depósitos grasos en ulteriores procesos. En ocasiones, el desengrase se efectúa en el cuero de bovino para facilitar la uniformidad de las tinturas.

**Equipo básico utilizado**

Bombo o tina o molineta

**Materiales de entrada**

Piel o cueros en tripa

**Materiales de salida**

Piel o cueros en tripa desengrasados

Agua

Aguas residuales

Disolventes (raramente)

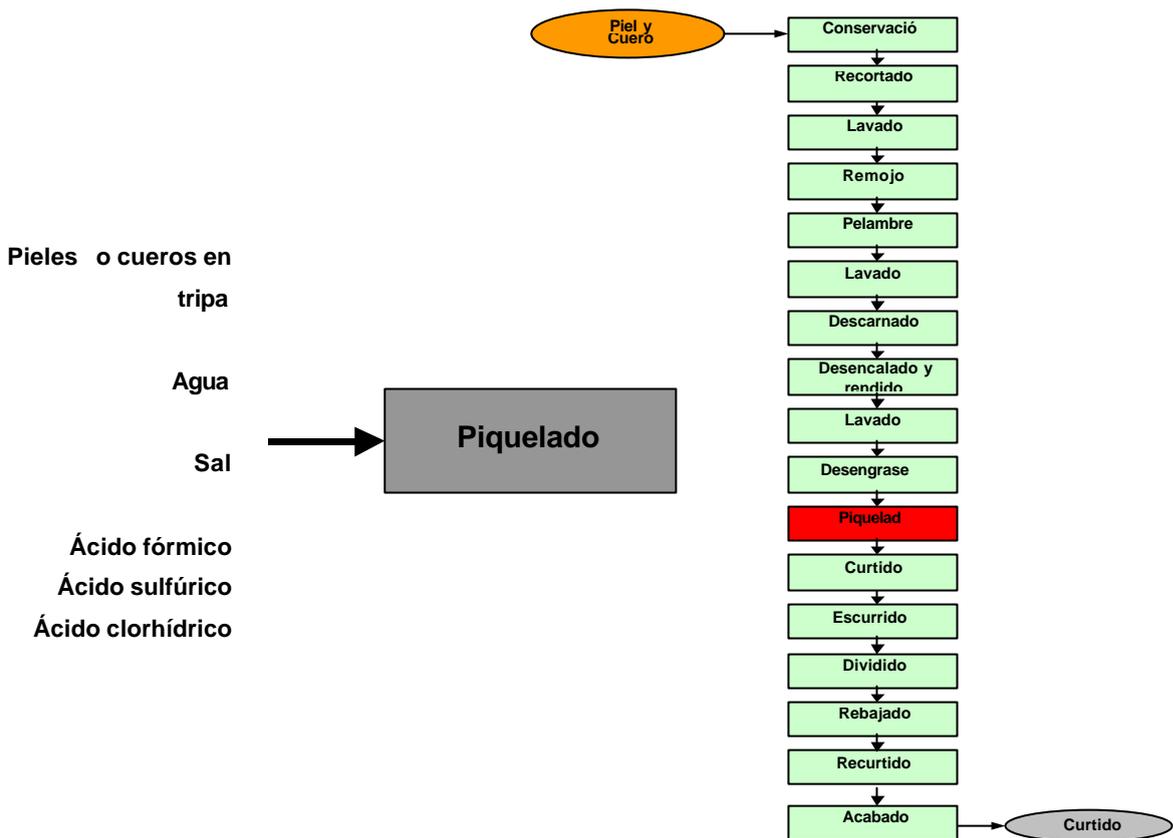
Agentes tensoactivos o emulsionantes

**Consideraciones medioambientales**

*Contaminación del agua:* DBO, DQO, sólidos disueltos, grasa

*Residuos sólidos:* ----

*Contaminación del aire:* olores



### Piquelado

El piquelado es la última operación de ribera que se realiza antes de proceder a la curtición al cromo. Es necesaria para los siguientes propósitos:

- Se efectúa como una etapa previa al curtido necesaria para corregir el nivel de pH de la piel o cuero, hasta bajarlo en la banda ácida de 2,5 – 4, según fabricación, esterilizándolos después del rendido. Asimismo, el piquelado permite una mejor absorción de los curtientes que se añadirán en las etapas sucesivas.
- También es una forma de conservar el cuero.

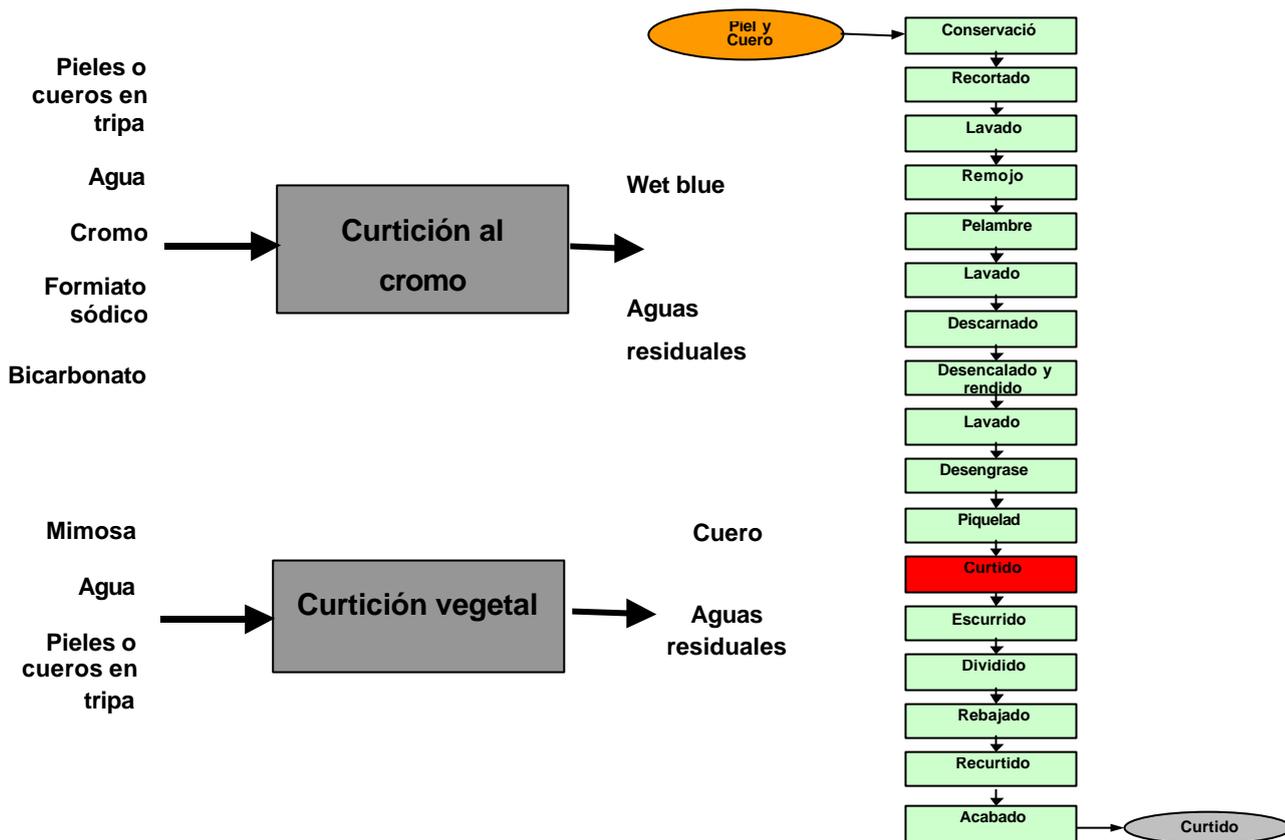
El piquelado es una etapa que se aplica, sobre todo, a la curtición al cromo moderno y se efectúa en bombos o molinetas con una mezcla de agua, sales y ácido (sulfúrico, clorhídrico, acético o fórmico, o una mezcla de éstos).

### **Equipo básico utilizado**

Bombo, tina o molineta

Materiales de entrada	Materiales de salida
Pielés o cueros en tripa	Aguas residuales
Agua	Pielés o cueros en tripa piquelados
Sal	
Ácido fórmico	
Ácido sulfúrico	
Ácido clorhídrico	
Consideraciones medioambientales	
Sólo se generan aguas residuales si las pieles o cueros piquelados se descargan en este estado y no se recircula el baño.	
<i>Contaminación del agua:</i> sólidos en suspensión, sólidos disueltos, total de sólidos en suspensión, pH bajo, sales, DQO.	
<i>Residuos sólidos:</i> fibras	
<i>Contaminación del aire:</i> para evitar las emisiones de H <sub>2</sub> S, pueden añadirse pequeñas cantidades de bisulfito sódico o peróxido de hidrógeno.	

**Nota:** el piquelado descrito precede únicamente a la etapa de la curtición al cromo. En la curtición vegetal puede hacerse o no un piquelado.



**Nota:** el curtido puede efectuarse de múltiples formas con diversos productos químicos. No obstante, las más corrientes son los métodos que se muestran en el esquema. También pueden emplearse otras técnicas de curtición menos frecuentes, algunas de ellas con un impacto ambiental distinto que en la curtición al cromo. Dichas técnicas se basan en el uso de productos químicos como titanio, circonio o sales, o emplean una combinación de productos químicos (por ej., aluminio-cromo, aluminio y curtición vegetal con un recurtiendo de cromo...).

### Curtido

En esta etapa, la piel o el cuero se trata con agentes minerales o vegetales que se combinan con el colágeno transformándolo en curtido. En función del producto final deseado, las técnicas de uso más corriente para la transformación de piel o cuero en tripa en curtido son la curtición al cromo y la curtición vegetal.

### **Curtición al cromo:**

La curtición al cromo se consigue usando sales de cromo solubles, primordialmente sulfato de cromo. El curtido al cromo representa hoy una de las técnicas más empleadas para curtir el cuero, debido a su calidad y a la poca duración del proceso en comparación con la curtición vegetal, y a su coste razonable.

La curtición al cromo estabiliza la estructura del colágeno de las pieles y les proporciona sus propiedades básicas. Para ello, se emplean sales de cromo trivalente que producen un cuero verde/azul claro resistente al calor. El producto final, denominado "wet blue", se usa principalmente como materia prima para la fabricación de artículos destinados a marroquinería, para la confección, calzado (empeine) y curtidos industriales.

### **Curtición vegetal:**

El curtido con curtientes vegetales se obtiene usando materiales vegetales derivados de la corteza o madera de los árboles y otras plantas diversas. Este último tipo de curtición produce un curtido de color avellana claro, usado principalmente para suelas de zapato y marroquinería.

La curtición vegetal única, realizada en los siglos pasados, ha sido completamente sustituida por la curtición al cromo como principal proceso de curtición. No obstante, aún se usa para suelas de zapato y sillas de montar, y para algunos curtidos técnicos. La curtición vegetal es un proceso muy largo que puede durar desde un día (en bombos) hasta varias semanas (en tinas)<sup>16</sup>.

Actualmente, al considerarse un curtido más ecológico, se utiliza también la curtición vegetal para la fabricación de tapicería de coches.

### **Equipo básico utilizado**

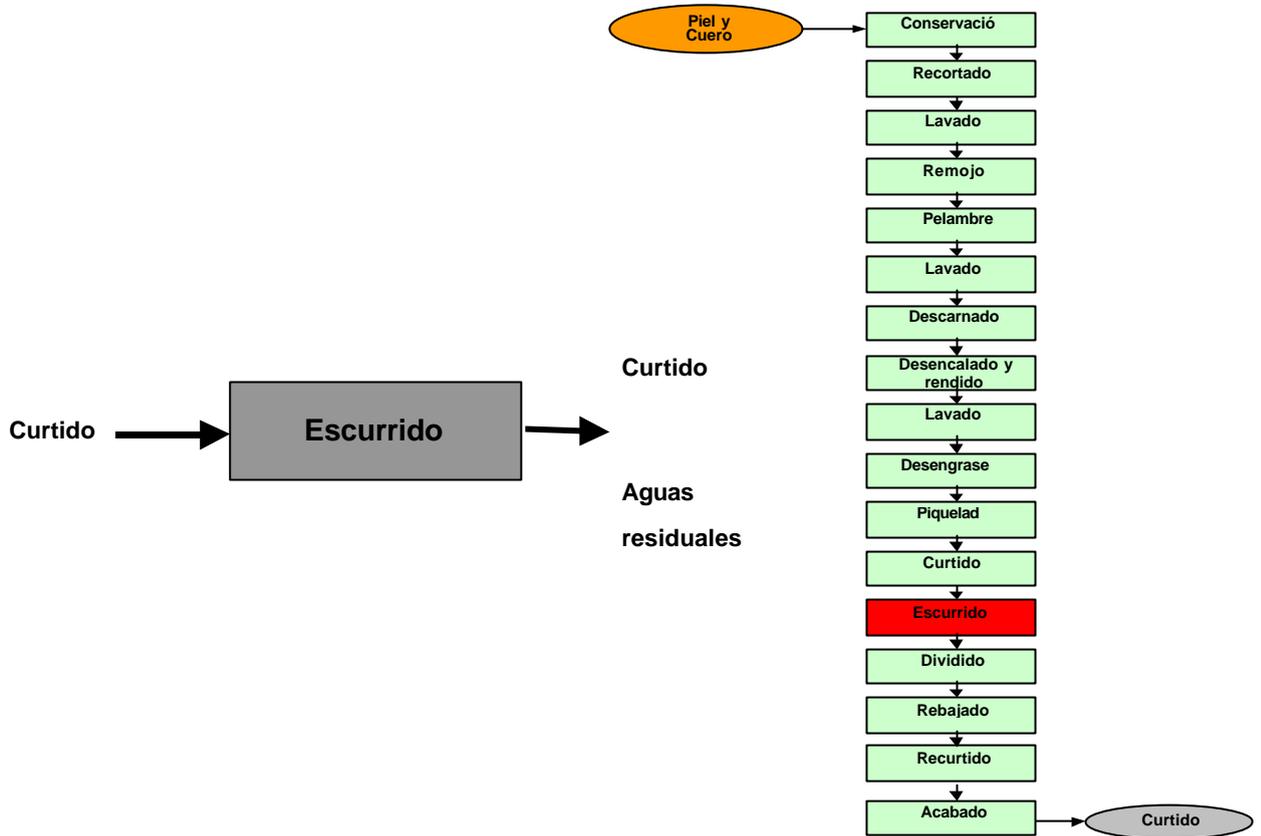
Bombos, tinas o molinetas

---

<sup>16</sup> UNEP, *Tanneries and the Environment: A technical Guide*, UNEP publication, Second Edition 1994, Paris, France, p 18

Materiales de entrada	Materiales de salida
<b>Curtición al cromo</b>	
Piel o cuero en tripa	Curtición al cromo (wet blue)
Agua	Aguas residuales
Sales de cromo	
Formiato y bicarbonato sódico	
<b>Curtición vegetal</b>	
Agua	Curtido con curtientes vegetales
Mimosa <sup>17</sup> u otros taninos	Aguas residuales
Quebracho	
Castaño	
<b>Consideraciones medioambientales</b>	
<b>Curtición al cromo</b>	
<i>Contaminación del agua:</i> DBO, DQO, TSS, cromo, sales, acidez	
<i>Residuos sólidos:</i> ----	
<i>Contaminación del aire:</i> ----	
<b>Curtición vegetal</b>	
<i>Contaminación del agua:</i> DBO, DQO, se generarán derivados fenólicos procedentes de los taninos o sintéticos auxiliares, acidez	
<i>Residuos sólidos:</i> fibras	
<i>Contaminación de aire:</i> ----	

<sup>17</sup> Taninos de base vegetal



### Ecurrido

Después del curtido, el cuero se introduce en una máquina de escurrir (rodillos de fieltro a presión) para eliminar cualquier exceso de humedad. Esta etapa elimina el agua del cuero pero lo deja suficientemente húmedo para los posteriores procesos.

No obstante, en las siguientes etapas se procederá a un secado completo del curtido mediante máquinas al vacío o colgándolo en un recinto seco durante unos días (en el caso del cuero curtido con curtientes vegetales, la temperatura no puede ser muy alta).

### Equipo básico utilizado

Máquina de escurrir

#### Materiales de entrada

Curtido

#### Materiales de salida

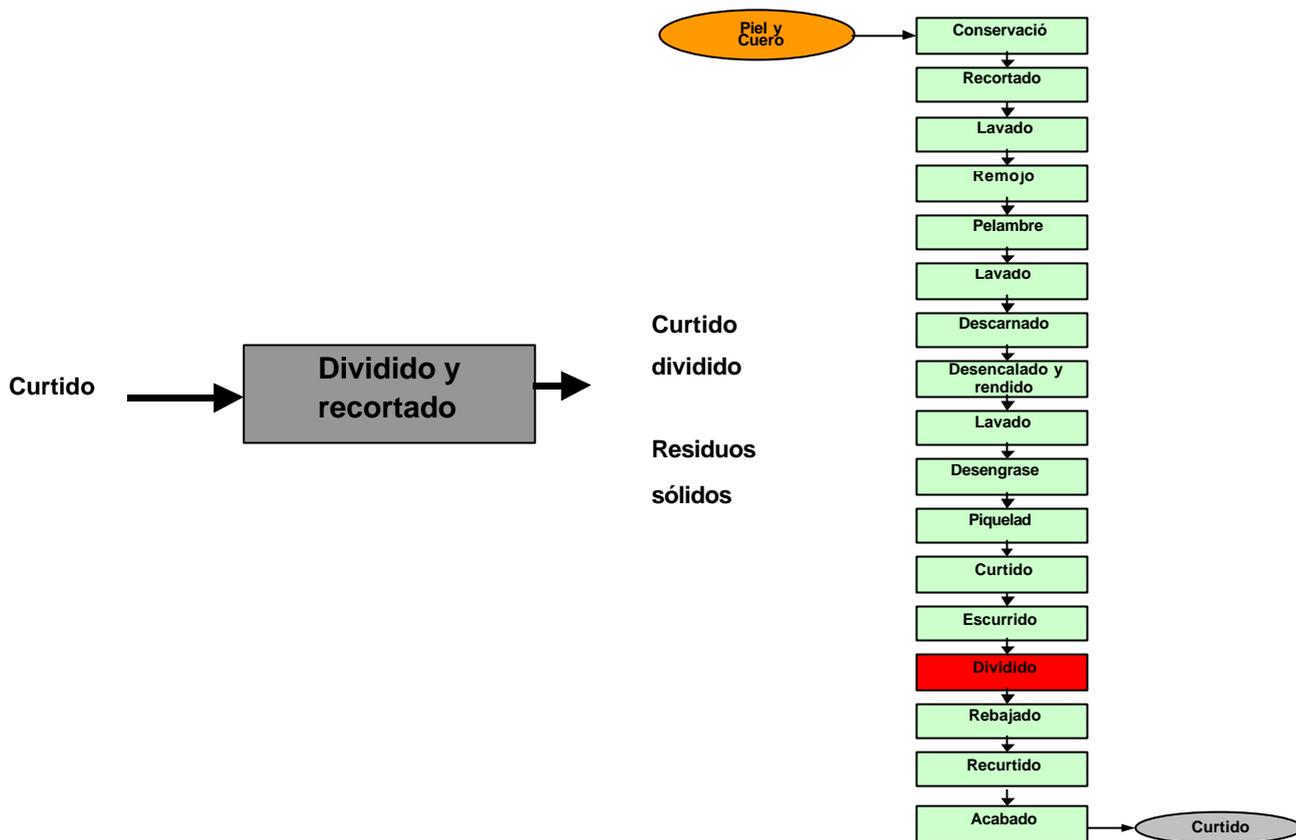
Curtido (con un bajo nivel de humedad)  
Aguas residuales

### Principales consideraciones medioambientales

*Contaminación del agua:* esta operación genera aguas residuales que contienen cromo o taninos según provenga de curtición al cromo o vegetal.

*Residuos sólidos:* fibras

*Contaminación del aire:* ----



**Dividido y recortado**

En esta etapa, la piel o cuero se separa horizontalmente en dos capas. Cada parte se usa para distintos productos finales.

**Equipo básico utilizado**

Máquina de dividir la piel

**Materiales de entrada**

Curtido

**Materiales de salida**

Curtido dividido  
Residuos sólidos

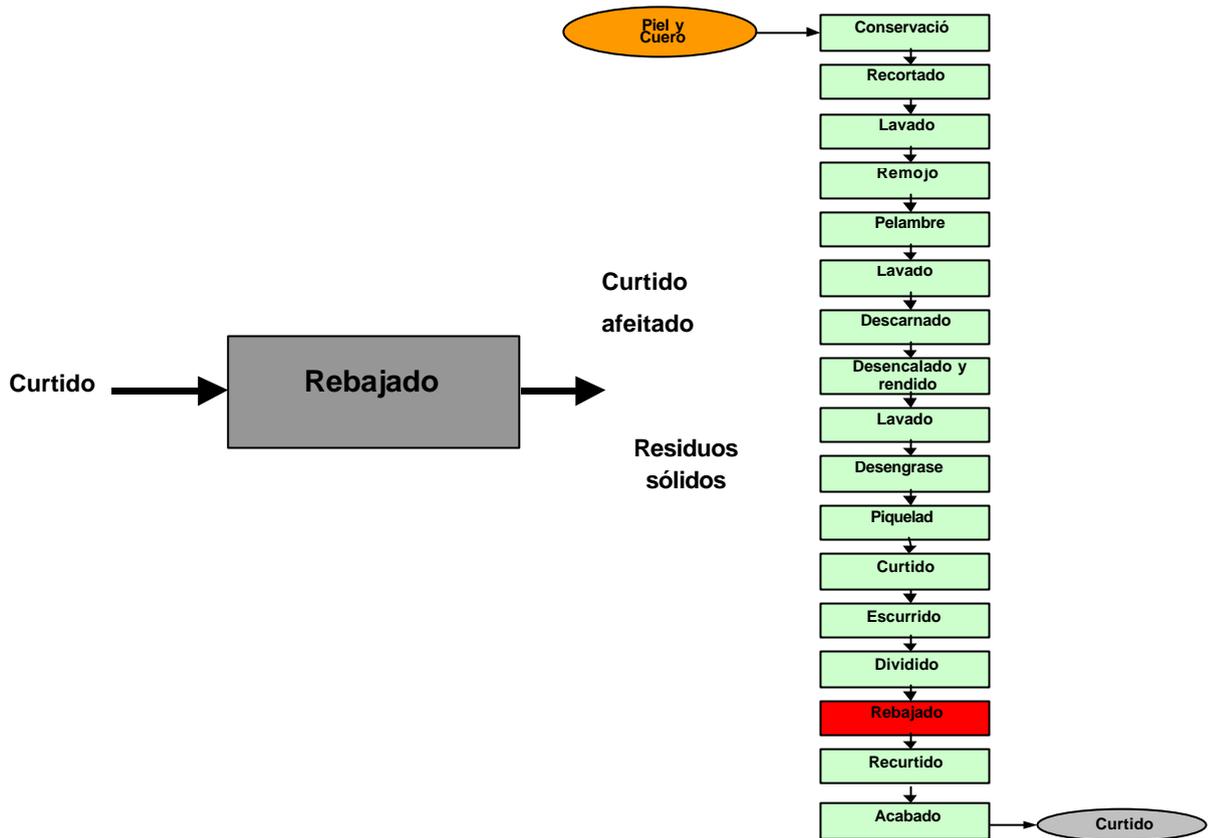
**Consideraciones medioambientales**

*Contaminación del agua: ----*

*Residuos sólidos: materia orgánica con contenido en cromo*

*Contaminación del aire: ----*

**Nota:** algunas tenerías realizan esta separación en una etapa previa al curtido, justo después del encalado. Adelantar dicha separación tiene normalmente el propósito de obtener un curtido de una calidad específica, con una flor y grosor determinados para curtirlo por separado. La separación previa tiene también ventajas ambientales (véase opciones para evitar la contaminación, Capítulo 4).



### Rebajado

El rebajado es necesario por dos razones:

- Dado que la superficie del curtido tiene un grosor distinto en función de a qué parte del animal pertenece, el rebajado es necesario para proporcionarle un grosor uniforme.
- Las pequeñas diferencias de grosor que proporciona el dividido, se corrigen con el rebajado.

Según el producto final que se desee fabricar, el grosor del rebajado puede modificarse en función de las necesidades del cliente.

### **Equipo básico utilizado**

Máquina de rebajar

#### **Materiales de entrada**

Curtido

#### **Materiales de salida**

Curtido rebajado

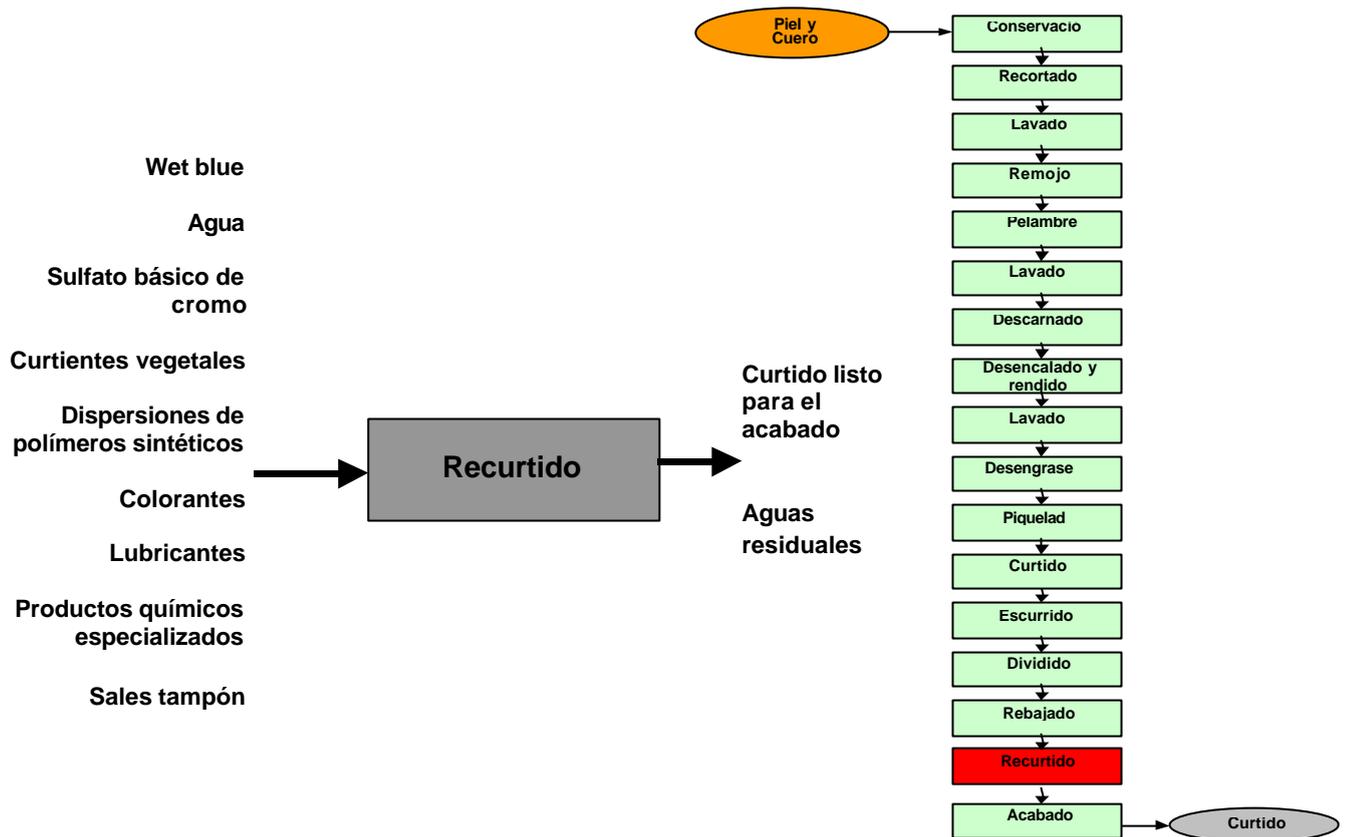
Residuos sólidos (rebajaduras)

### **Consideraciones medioambientales**

*Contaminación del agua:* ----

*Residuos sólidos:* materia orgánica con contenido en cromo o vegetal

*Contaminación del aire:* ----



### Recurtido

Esta etapa conlleva varias operaciones que proporcionarán al cuero sus propiedades físicas finales (a saber, textura, resistencia...). Las principales fases del recurtido son:

**Neutralización:** en el caso del curtido mineral, puede efectuarse una etapa adicional de neutralización para eliminar los ácidos libres que quedan en el curtido. No obstante, esta etapa no es obligatoria y se efectúa en función de la calidad que exija el producto final.

**Blanqueo:** el blanqueo se realiza con curtidos con curtientes vegetales para eliminar las manchas y evitar la oxidación de los taninos superficiales

**Recurtido:** esta etapa se efectúa para producir un tipo de curtido específico con las propiedades que, en general, se exigen al curtido semiacabado. Así pues, el recurtido se realiza para mejorar la textura, plenitud, y la flexibilidad del cuero, para mejorar su resistencia a los álcalis y a la transpiración, en la producción de curtidos de flor...

**Tintura:** en esta etapa, se añaden al cuero los colorantes deseados (por ej., tinturas ácidas, aniónicas, catiónicas, reactivas, de azufre, etc.) para darle el matiz deseado.

Engrase: en esta fase se procede a lubricar el cuero para dotarlo de la suavidad deseada. Asimismo, el engrase influirá en algunas propiedades físicas como la extensibilidad, resistencia a la tensión, propiedades tensoactivas, impermeabilidad, etc.

Secado: varias técnicas pueden aplicarse separadamente o de forma combinada para secar el curtido (por ej., secado al aire con/sin energía, secado con agua caliente, secado con infrarrojos, secado al vacío, secado de alta frecuencia, etc.). No obstante, hay que tener en cuenta que las distintas técnicas pueden influir en las características definitivas del curtido.

#### Equipo básico utilizado

Bombos / secadoras

#### Materiales de entrada

#### Materiales de salida

Varían en función del producto final deseado

Varían en función del producto final deseado

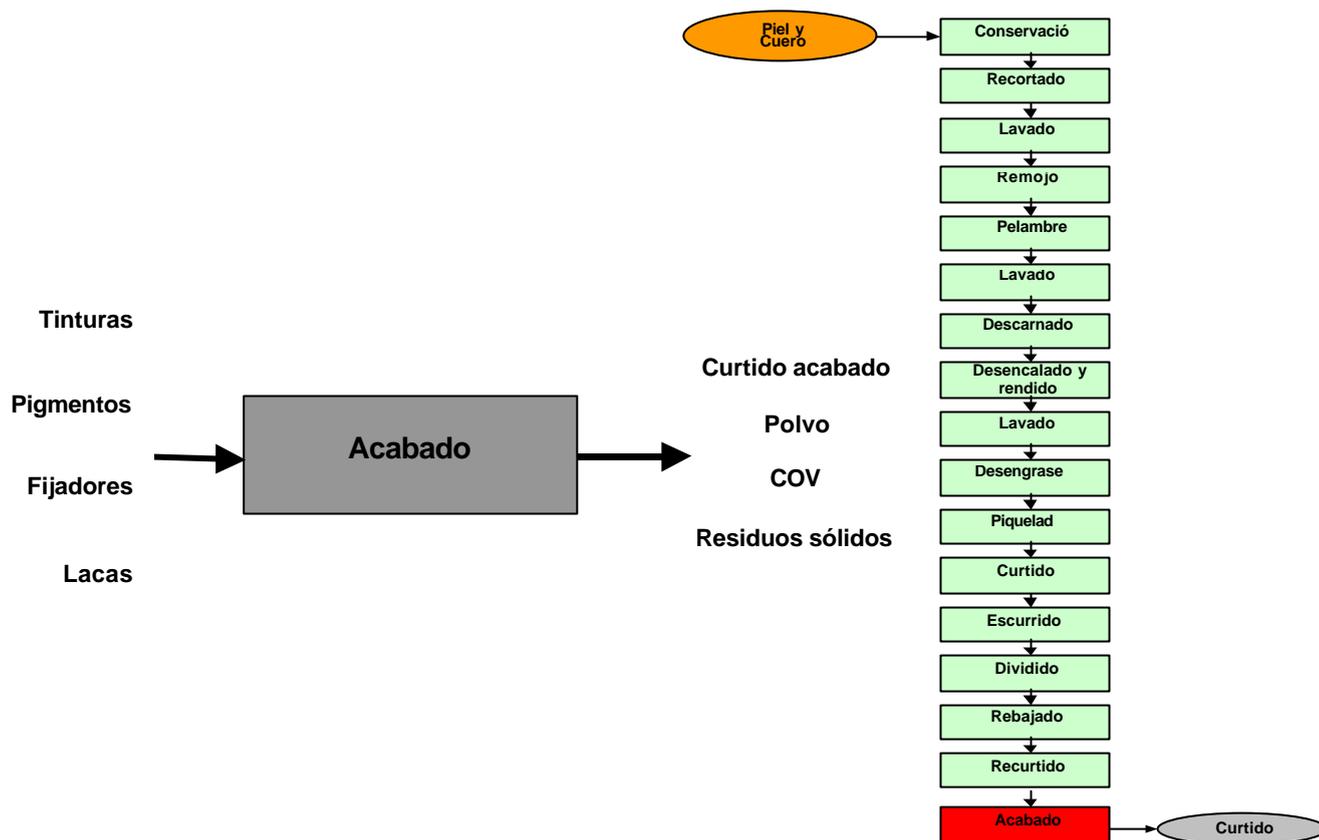
#### Principales consideraciones medioambientales

*Contaminación del agua:* DBO, DQO, TSS, cromo, curtientes vegetales, colorantes, materia orgánica con contenido en cromo, grasas no fijadas

*Residuos sólidos:* fibras

*Contaminación del aire:* ----

**Nota:** por razones prácticas y debido al ámbito limitado del estudio que nos ocupa, esta etapa (el recurtido) sólo se ha cubierto de forma general, en comparación con las otras etapas previas al acabado (operaciones de ribera y curtiduría). Ello se debe, principalmente, al hecho de que el proceso de recurtido varía considerablemente en función del producto final que se desee obtener y las diferentes técnicas que se apliquen (véase anexo R2).



### Acabado

En esta etapa se aplica un tratamiento final a la superficie del curtido para mejorar sus propiedades de uso generales y protegerlo si se moja o ensucia. Asimismo, proporciona al curtido un aspecto homogéneo, reduce las fallas de la flor, y modifica las propiedades de la superficie (por ej., matiz, lustro, flexibilidad, etc.). Por lo tanto, en la etapa de acabado, se somete el curtido a diversas operaciones mecánicas y no mecánicas que le proporcionan su forma, textura y propiedades definitivas. Algunas de las etapas del acabado son: acondicionamiento, lustrado, lijado, pulido, metalizado ...

#### **Equipo básico utilizado**

Máquina de esmerilar, pistola atomizadora, Roll Coater, etc.

#### **Materiales de entrada**

#### **Materiales de salida**

Varían en función del producto final deseado

#### **Consideraciones medioambientales**

*Contaminación del agua:* restos de los agentes de acabado

*Residuos sólidos:* diversas clases de residuos procedentes del acabado del curtido como recortes...

*Contaminación del aire:* disolventes, polvo del esmerilado...

### **CAPÍTULO III: LAS TENERÍAS Y EL MEDIO AMBIENTE**

En décadas pasadas, y aún hoy en países donde el proceso no está debidamente gestionado ni controlado, la contaminación ambiental causada por las tenerías ha sido y es importante. La población se queja sobre todo de los olores y la contaminación del agua debida a los efluentes sin tratar producidos por las tenerías. Además de la rápida degradación ambiental, sobre todo del suelo y del agua, los problemas están principalmente relacionados con el creciente empleo de productos químicos sintéticos tóxicos persistentes como los pesticidas, disolventes, tintes y agentes para el acabado de los productos.

Cuando no hay control ni conciencia por parte de los curtidores, los diversos impactos ambientales de las tenerías afectan a muchos parámetros ambientales que incluyen las aguas superficiales, el suelo, las aguas subterráneas, el aire y los sistemas de tratamiento de los residuos. Es importante señalar que la magnitud de los diversos impactos en el medio depende de la intensidad real y del tipo de prácticas de control y gestión que se apliquen en este sector.

#### **Impactos potenciales de las tenerías si no se aplican medidas de PL**

##### **3.1 Impacto en las aguas superficiales**

Si las aguas residuales se vierten en la red hidrográfica de la zona, es decir, en los ríos o en canales de menor caudal, y acaban llegando al mar, los efluentes pueden deteriorar rápidamente las propiedades físicas, químicas y biológicas de la masa de agua receptora. Grandes cantidades de materia orgánica se descomponen en el agua a un ritmo muy rápido, causando olores nocivos y reduciendo el volumen de oxígeno disuelto en el agua, necesario para su descomposición. Dado que el oxígeno es vital para la vida acuática, su reducción afectaría enormemente la biodiversidad acuática y alteraría su existencia. Asimismo, los sólidos en suspensión (a saber, cal o sales insolubles derivadas del calcio) enturbian el agua y, al depositarse en el fondo, destruyen los hábitats, microorganismos y otras formas de vida del agua. Además, los productos químicos y los residuos tóxicos (a saber, cromo, sulfuros, amoníaco, etc.) usados en la curtición impiden que el agua sea segura para el uso doméstico y las actividades recreativas.

El consumo de agua es un tema crítico en el análisis medioambiental de una industria y, especialmente, de una tenería. El agua es un parámetro ambiental sensible en cuanto a calidad y cantidad. El aumento de los niveles de contaminación ambiental deteriora la calidad del agua y disminuye la cantidad apta para el consumo. Asimismo, con el aumento del consumo de agua para fines domésticos, agrícolas e industriales, y con una gestión inapropiada de las reservas de agua, en algunos lugares, el abastecimiento de agua está empezando a ser insuficiente. Además del aumento en la demanda de agua, el aumento del agua utilizada en el proceso de curtición incrementaría el uso de productos químicos y el volumen de aguas residuales. En consecuencia, cuanto mayor sea la carga contaminante, mayor tendrá que ser la capacidad de la depuradora y más aumentarán los costes de tratamiento adicionales.

### **3.2 Impacto en el suelo**

La ubicación y distribución de la tenería, en concreto las tinajas, las lagunas, las zonas de almacenaje y los vertederos, pueden dañar gravemente el suelo que tienen debajo. Estos daños alterarían el subsiguiente uso del suelo para la agricultura, actividades recreativas e incluso para la construcción. También aceleran la erosión. El suelo se deteriora cuando la carga contaminante es superior a su capacidad neutralizante. Si la estructura del suelo resulta dañada, la capacidad de producción agrícola disminuirá y el período de recuperación será más largo. Así pues, debería llevarse un control continuo de los niveles de contaminantes, sobre todo si se prevé dispersar en el suelo el efluente tratado o usarlo para regar los cultivos. Verter los residuos del curtido a los sistemas de agua que se emplean para el riego puede afectar al nivel de fertilidad del suelo a causa de la importante acumulación de sal que se produce<sup>18</sup>.

Los residuos vertidos en el suelo se estancarán y producirán olores nocivos. Todos los contaminantes de la curtición tienen un impacto sobre el suelo, pero los más importantes son el cromo, que puede alterar en algunos casos el crecimiento y desarrollo de los cultivos, y el sodio, que altera el índice de absorción de sodio

---

<sup>18</sup> ESCWA, *Environmentally Sound Technologies in the Tanning Industry*, United Nations, New York, pg. 21

(SAR). Los sustitutos del cromo, a saber, el circonio, el titanio y el aluminio son también perjudiciales para el crecimiento vegetal. La contaminación del suelo producirá la subsiguiente contaminación de las aguas subterráneas a causa del elevado contenido en sal y componentes tóxicos. Por otra parte, los residuos orgánicos restantes podrían producir cierta contaminación microbiológica.

### **3.3. Impacto en las aguas subterráneas**

En muchas comunidades, las corrientes subterráneas son una parte importante del abastecimiento de agua de una población. Su capacidad de autopurificarse es menor que la de las aguas superficiales porque fluyen con más lentitud y no están en contacto con el aire. Las aguas subterráneas se contaminan cuando las aguas residuales y los productos químicos se filtran al suelo desde balsas, tinajas, conductos y desagües sin revestir o desde vertederos, o cuando los efluentes vierten directamente al suelo. Importantes contaminantes que pueden generarse durante el proceso de curtición son los cloruros, taninos, sulfatos, sulfuros y todas las trazas de productos químicos y disolventes. Asimismo, en grandes cantidades, el nitrógeno en el agua puede ser una grave amenaza para la salud, sobre todo para los bebés.

### **3.4 Impacto en el aire**

La contaminación del aire que generan las operaciones de curtición tiene tres causas principales. Se enumeran a continuación, junto con los diversos impactos ambientales que producen.

- El material biológico en descomposición generado por las aguas residuales de las tenerías puede causar emisiones gaseosas;  
La industria del curtido trata generalmente un volumen importante de cuero salado y sin salar y piel, y genera grandes cantidades de residuos sólidos. A menudo, los trozos de material orgánico sobrantes o no deseados se dejan en un estado de avanzada descomposición y esto produce olores nocivos y desagradables. Una gestión insuficiente de los residuos sólidos también podría producir malos olores adicionales.

- En diversas operaciones de curtición se generan gases;  
En el proceso de curtición, producen olores: las emisiones de sulfuros accidentales en el depilado y el tratamiento de los residuos; las emisiones de amoníaco producidas por los licores usados para el pelambre y el desencalado, por la descomposición de las proteínas. En las operaciones de acabado, las emisiones de disolventes plantean un problema de salud en el lugar de trabajo. Con una tecnología eficaz y un control de las operaciones, estas emisiones se evitarán. Asimismo, determinado polvo que produce la piel al esmerilar se considera cancerígeno potencial para los trabajadores expuestos.
- Los gases que emanan de las calderas y la actividad de los generadores;
- Las tenerías también emiten contaminantes del aire típicos como CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, y SO<sub>x</sub> mediante el uso de calderas y generadores.

### **3.5 Impacto en los sistemas de gestión de residuos**

Si los residuos sólidos de las tenerías que se arrojan a los vertederos de basuras pueden causar olores muy desagradables. En los vertederos que reciben residuos sólidos de las tenerías deberían instalarse revestimientos especiales y sistemas de tratamiento de los lixiviados para controlar la filtración de productos químicos en las aguas subterráneas. El vertido de lodos en vertederos de residuos industriales mal gestionados ha contaminado gravemente las aguas subterráneas. Asimismo, en los vertederos abiertos puede haber recipientes de productos químicos usados en curtición que a veces la gente reutiliza, lo cual podría tener efectos tóxicos y adversos para la salud.

Las aguas residuales de las tenerías producen incrustaciones de carbonato cálcico en los colectores y depósitos sólidos. Unas concentraciones elevadas de sulfatos aumentarían la susceptibilidad a la corrosión y al deterioro del hormigón o cemento.

Asimismo, algunos tóxicos podrían interferir en los procesos biológicos de las depuradoras.

### **3.6 Efectos en la salud humana**

El proceso de curtición conlleva el uso de productos químicos que pueden ser peligrosos para la salud humana. Estos riesgos no son sólo profesionales, sino que también pueden afectar al medio e, indirectamente, al conjunto de la población.

Las repercusiones en el medio abarcan desde las meras molestias, como la generación de malos olores, hasta problemas más graves, como la emisión tóxica de H<sub>2</sub>S, o la generación de pequeñas partículas que pueden afectar a la salud humana.

De igual forma, las aguas residuales, que a menudo llevan productos químicos y metales pesados, pueden contaminar el suelo y las reservas de agua, causando graves daños a la flora y a la fauna si no se gestionan debidamente. A continuación, los contaminantes se bioconcentrarán en la cadena trófica y llegarán como tales a los seres humanos. Los consiguientes efectos sobre la salud incluyen desde síntomas crónicos, como fatiga, incapacidad y enfermedades, hasta otros efectos más graves.

En un intento de reducir los posibles riesgos para la salud, algunos gobiernos han formulado una estricta normativa que fomenta o exige la adopción de procesos de producción más limpios y de opciones para prevenir la contaminación.

### **3.7 Efectos de los contaminantes más importantes empleados en el curtido**

#### **Cromo**

El uso de cromo en la industria del curtido sigue siendo un tema controvertido a causa de la persistencia y posible toxicidad que presentan sus diversas formas químicas. La forma de uso más frecuente en la industria del curtido es el cromo trivalente, con una toxicidad mucho menor que el cromo hexavalente. El cromo trivalente se encuentra habitualmente precipitado directamente en la disolución y su potencial para convertirse en formas más tóxicas es relativamente bajo. Los efectos adversos del cromo dependen de su estado químico. Se han observado diversos efectos en los seres humanos, la vida acuática y las plantas terrestres. Esto se debe a su capacidad para pasar de un medio a otro. La reutilización para el riego de lodos que contienen cromo no es recomendable.

### **Sustitutos del cromo**

Los sustitutos del cromo, a saber, aluminio, circonio y titanio, son menos tóxicos que el cromo hexavalente. No obstante, sus efectos a largo plazo sobre la salud y el medio no están suficientemente investigados. Por consiguiente, habría que reducir al máximo su concentración en los efluentes.

### **Sulfuro de hidrógeno**

El uso de sulfuro de sodio, sulfhidrato sódico y sulfuros orgánicos libres para las operaciones de depilado puede producir sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ) en un medio ácido ( $pH < 7,5$ ). El  $H_2S$  es un gas venenoso que tiene un efecto irritante en las mucosas y puede paralizar la respiración celular y, en último término, deteriorar los centros nerviosos. Los signos y síntomas de una intoxicación por  $H_2S$  son inflamación ocular, bronquial y pulmonar. En altas concentraciones, causa calambres, inconsciencia y, en último término, la muerte debida a una parálisis respiratoria. Además, el  $H_2S$  forma mezclas explosivas con el aire, motivo por el cual hay que evitar las fuentes de ignición<sup>19</sup>.

En las operaciones de pelambre – calero el pH de los baños se encuentra habitualmente por encima de 8,5 por lo que la aparición de  $H_2S$  es meramente accidental.

### **Demanda biológica de oxígeno (DBO)**

La DBO es un método para calcular la capacidad de un efluente para reducir el contenido en oxígeno del agua. La aplicación excesiva en el suelo de efluentes con una elevada DBO puede crear unas condiciones anaeróbicas en el suelo. La destrucción prolongada de oxígeno disminuye la capacidad de los microorganismos del suelo para descomponer la materia orgánica del efluente, lo cual puede generar olores nocivos y contaminar las aguas superficiales o subterráneas.

### **Demanda química de oxígeno (DQO)**

La DQO es un método para calcular el poder reductor químico del efluente y, por lo tanto, su capacidad para destruir el oxígeno que puede contener el agua. Una DQO

---

<sup>19</sup> BASF, *Pocket Book for the Leather Technologist*, BASF, Germany, p 312

elevada altera la calidad del agua haciéndola comparable al agua séptica, lo cual plantea un problema de salubridad.

### **Total de sólidos disueltos (TSD)**

El total de sólidos disueltos, o concentración de la salinidad, es un importante parámetro de la calidad del agua. Un aumento de la salinidad produce un incremento en la presión osmótica de la disolución del suelo, lo cual reduce la disponibilidad de agua para el consumo de las plantas y puede retrasar su crecimiento. Parámetros de importancia para el agua de riego son el TSD, el SAR. Un exceso de sodio en el agua de riego con respecto al calcio y al magnesio puede tener efectos adversos en la estructura del suelo y reducir la velocidad a la que el agua se filtra y circula por él.

### **Nivel de pH**

Las aguas residuales sin tratar generadas por las tenerías podrían tener variados índices de pH indicadores de una elevada acidez o alcalinidad elevadas, según el proceso. Deshacerse de estas aguas residuales sin ningún tratamiento previo podría causar graves daños ambientales en la masa de agua receptora o en las formas de vida que contiene.

## **CAPÍTULO IV: OPCIONES PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN**

### **4.1 Introducción**

Con el fin de mejorar el comportamiento medioambiental de las tenerías, este capítulo presenta algunos recursos que se pueden aplicar para prevenir la contaminación y que ayudan a reducir las cargas contaminantes generadas durante las actividades de curtición. Sin embargo, se tendría que tener en cuenta que la aplicación de la mayoría de estas medidas se ve influida por diferentes factores, que son los siguientes:

- Los reglamentos gubernamentales específicos;
- La tecnología disponible;
- La situación económica.

Por consiguiente, la ejecución de cualquier cambio necesitará, a veces, un estudio piloto detallado para investigar la viabilidad de su realización, antes de llevar a cabo una aplicación a gran escala. Estas mejoras tienen unos objetivos determinados, que son:

- Reducir el consumo de agua;
- Reducir la salinidad de las aguas residuales;
- Reducir la generación de aguas residuales;
- Recuperar y/o reciclar los materiales desechados;
- Incrementar la eficiencia del uso de productos químicos;
- Sustituir las materias primas tóxicas;
- Reducir las emisiones tóxicas a la atmósfera;
- Valorizar el subproducto.

Los objetivos mencionados anteriormente se relacionan a menudo entre sí y llevar a cabo uno de ellos puede suponer automáticamente la realización del resto. Las medidas y procedimientos necesarios para la realización de estos objetivos en dos categorías pueden dividirse de la siguiente forma:

1. Controles dentro de las plantas y cambios de procedimiento,

Se llevan a cabo, sobre todo, para disminuir las descargas contaminantes en el medio ambiente y se obtienen así beneficios económicos mediante el ahorro de materias primas ... Este control se puede conseguir aplicando una de las alternativas indicadas a continuación:

a) Cambios de procedimiento

Los cambios de procedimiento son las modificaciones aplicadas a las operaciones básicas de producción de una tenería. Los principales objetivos, aparte de estos cambios, se realizan para minimizar el impacto medioambiental, reduciendo las materias primas o el consumo de agua mediante la aplicación de nuevos procedimientos (por ej. el descarnado verde, la dividido en tripa...)

b) Recuperación de material

Se aplican las medidas de recuperación de materiales para reducir los costes de producción y los niveles de contaminación. Esto puede representar a la larga un éxito ya que se minimizan los gastos y el impacto medioambiental.

De esta manera, en función del procedimiento, se usarán algunos productos químicos para diferentes métodos (por ej. reciclaje del cromo o de licores de piquelado...)

c) Sustitución de productos químicos

El objetivo de la sustitución química es reemplazar el procedimiento que use unos productos químicos que tienen un potencial contaminante elevado o unas características tóxicas por otros que causen un menor impacto medioambiental (desencalado con CO<sub>2</sub> en lugar del sulfato amónico...) o que faciliten el tratamiento de aguas residuales. Normalmente, el coste de sustitución de los productos químicos es menor que el coste de desechar los tóxicos contaminantes desde unas instalaciones de descarga a través del tratamiento a final de línea. De todas maneras, se tienen que evaluar los productos químicos para cerciorarse de que no se sustituya un problema de contaminación por otro. Además, los curtidores deben tener en cuenta que cualquier sustitución química puede influir en la calidad final del producto.

2. Recursos aplicables para la prevención de la contaminación mediante unas buenas prácticas.

Aparte de las aplicaciones indicadas anteriormente, se puede llevar a cabo, fácilmente, la prevención de la contaminación siguiendo unas buenas prácticas en cualquier instalación industrial. Se comentará este aspecto en el presente capítulo. Estas prácticas tienen la ventaja de afectar a diferentes categorías de prevención de la contaminación (por ej. reducción de la generación de aguas residuales, reducción del consumo de agua, reducción de la generación de residuos sólidos y de la contaminación atmosférica...) y de conseguir un ahorro. Las buenas medidas ambientales se basan en prácticas generales de gestión y en decisiones de sentido común que pueden aplicarse fácilmente en una instalación.

3. Aumento de los resultados de las instalaciones externas complementarias

Teniendo en cuenta que solamente entre el 20 y el 25% del peso inicial de las pieles o cueros en pelo ha sido transformado en el producto curtido final, el 75 - 80% restante corresponde a agua o residuos sólidos generados durante los procedimientos de curtición. El vertido de dichas cantidades de residuos puede considerarse como un impacto adicional en el medio ambiente, sobre todo en el caso de algunos residuos como los recortes o las rebajaduras con cromo.

Otra posibilidad para minimizar la contaminación se basa en probar y reutilizar los subproductos de curtido con otros fines en industrias complementarias. Esta última opción consistiría en volver a recoger los residuos sólidos y usarlos como materia prima para la fabricación de nuevos productos (por ej. industrias relacionadas con el cuero ...). Este capítulo tratará, pues, algunas soluciones que se puedan llevar a cabo para recuperar y volver a usar una cantidad determinada de residuos sólidos generados en los procesos de curtición.

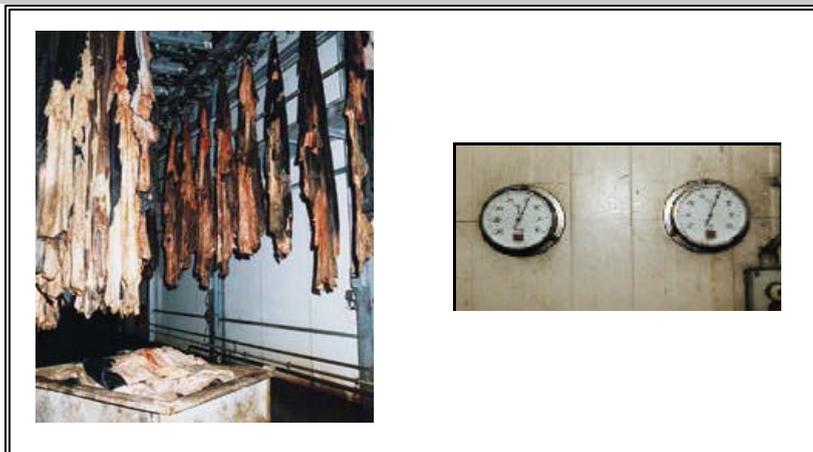
**4.2 Controles en las plantas y cambios de procedimiento**

<b>Método</b>	<b><u>Uso de cueros o pieles recién arrancados</u></b>
<b>Fase</b>	Es una manera de omitir la etapa de conservación.
<b>Descripción</b>	Las pieles frescas, en el caso de disponer de ellas, pueden tratarse sin una conservación en sal y se conseguirá un importante ahorro de agua en el momento en que se evite el remojo. Además del ahorro de agua, las aguas residuales resultantes del procedimiento no tendrán ningún producto químico.
<b>Procedimiento</b>	La ubicación de los mataderos próximos a la industria del curtido permitirá a los curtidores recibir directamente las pieles en bruto que, más tarde, serán tratadas.
<b>Categoría</b>	Cambio de procedimiento
<b>Puntos a tener en cuenta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los mataderos deben estar cerca de la industria del curtido para evitar transportes largos y costosos;</li> <li>• Los cueros deben tratarse en el momento ya que no pueden almacenarse. Se debe tener un sistema eficiente de recogida o conservación en frigorífico durante 72 horas como máximo.</li> </ul>



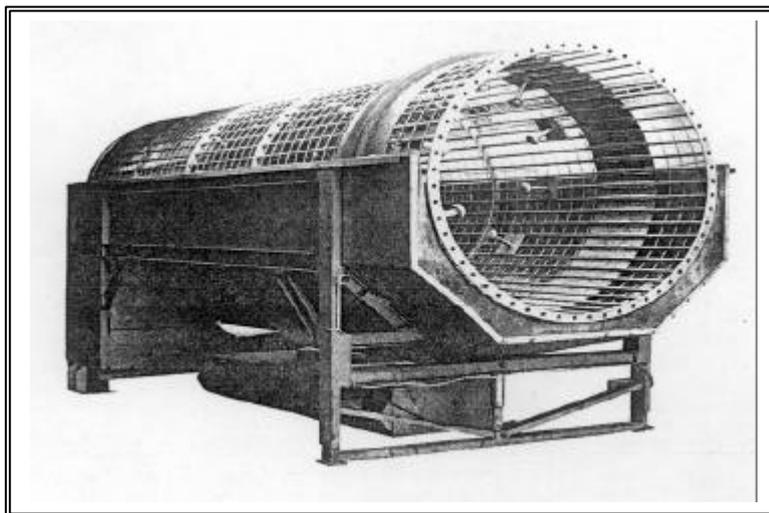
<b>Uso de pieles recién arrancadas</b>	
<i>Beneficios medioambientales</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción del consumo de agua;</li> <li>• Reducción de la generación de aguas residuales;</li> <li>• Reducción de productos químicos en los efluentes.</li> </ul>

<b>Método</b>	<b><u>Métodos de conservación libres de productos químicos y de sales</u></b>
<b>Fase</b>	Conservación
<b>Descripción</b>	Los mataderos o recolectores de cueros suelen usar grandes cantidades de sales y, a veces, de productos químicos para preservar las pieles o cueros de posibles proliferaciones de bacterias. Pero estos productos químicos y la sal necesarios para la conservación provocan en el medio ambiente unos vertidos adicionales encontrados en las descargas de aguas residuales en la fase del remojo.
<b>Procedimiento</b>	Las tenerías deberían tener acceso a instalaciones de almacenamiento en frío dentro de recintos propios o compartidos por varias instalaciones de curtidos. Estos almacenes permiten una mejor y más larga conservación de los cueros. Las pieles o cueros conservados de este modo mantienen sus niveles iniciales de humedad y, así, se necesitará menos agua de lo normal en la fase de remojo y lavado.  Otro método de conservación se realiza por secado.
<b>Categoría</b>	Cambio de procedimiento
<b>Puntos a tener en cuenta</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Los periodos largos de refrigeración pueden ser muy caros;</li><li>• Puede necesitarse más espacio para un almacén adecuado con su maquinaria (por ej. compresores...);</li><li>• Los cueros secados para conservación pueden perder calidad por ataque bacteriano.</li></ul>



<b>Métodos de conservación libres de productos químicos y de sales</b>	
<i>Beneficios medioambientales</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción del consumo de agua;</li> <li>• Reducción de la generación de aguas residuales;</li> <li>• Reducción de los productos químicos utilizados.</li> </ul>

<b>Método</b>	<b><u>Batanado de pieles o cueros salados antes del remojo</u></b>
<b>Fase</b>	Previo al remojo.
<b>Descripción</b>	Será necesario reducir la presencia de sales libres en exceso en pieles saladas para limitar la salinidad de las aguas residuales generadas durante el remojo al principio del procedimiento de curtido.
<b>Procedimiento</b>	Para disminuir la salinidad de las aguas residuales generadas durante el remojo, se agitarán los cueros correctamente a mano antes del remojo. Esta sencilla operación disminuirá hasta un 30% el contenido de sal en las pieles o cueros. En lugar de realizar esta operación manualmente, existen métodos avanzados basados en el uso de un “bombo perforado” (ver imagen inferior) que agita los cueros.
<b>Categoría</b>	Cambio de procedimiento/Recuperación de material
<b>Puntos a tener en cuenta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se puede dejar de lado para un uso posterior el exceso de sal (aunque el tratamiento sea muy caro) o puede añadirse a los residuos sólidos acumulados para un vertido más eficiente;</li> <li>• Considérese la posibilidad de reutilizar las sales;</li> <li>• Se debe agitar los cueros con cuidado para evitar posibles daños en la materia prima (por ej. el despedazado de pieles o cueros en pelo)</li> </ul>

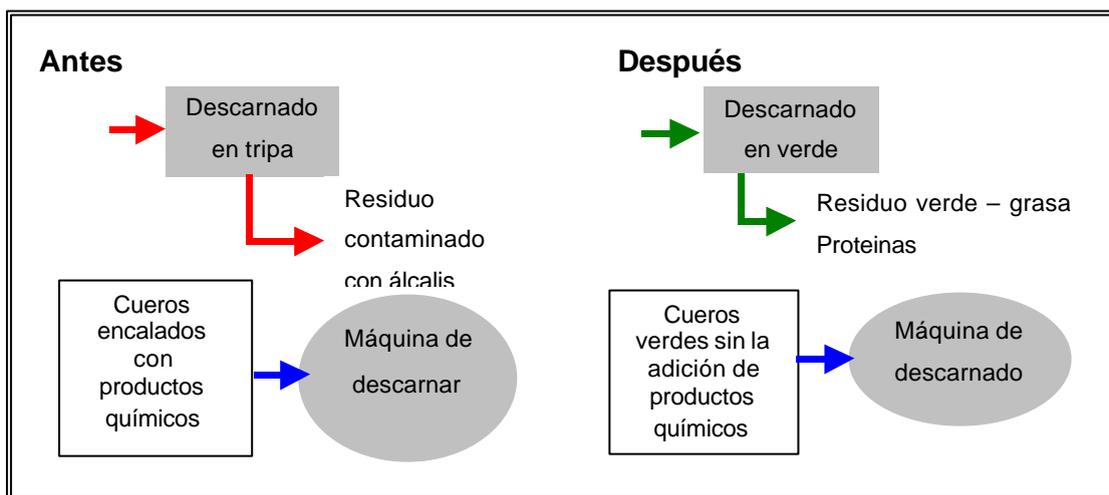


### Batanado de pieles o cueros salados antes del remojo

<i>Beneficios medioambientales</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción del consumo de agua;</li> <li>• Reducción del nivel de productos químicos en los efluentes.</li> </ul>
------------------------------------	---

<b>Método</b>	<b><u>Descarnado en verde</u></b>
<b>Fase</b>	Previo al pelambre.
<b>Descripción</b>	El descarnado de pieles o cueros en pelo en las primeras etapas del proceso de curtición reduce el peso total de estas pieles o cueros y, así, reduce también la cantidad de productos químicos necesarios y de agua requeridos en las etapas posteriores. Se elimina entre un 14 – 18 % del peso de la piel.
<b>Procedimiento</b>	El descarnado verde consiste en realizar el descarnado justo después del remojo. Este método tiene varias ventajas: el subproducto obtenido, al no tener productos químicos, es útil para la producción de grasas (triglicéridos), de proteínas, para abonos o harina de carne. Mejora también el nivel de penetración de los productos químicos en la piel, lo que influye positivamente en la carga contaminante (reduce los productos químicos usados) y en la calidad del cuero acabado, (mayor finura de flor y aumento de superficie.

<b>Categoría</b>	Cambio de procedimiento
<b>Puntos a tener en cuenta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Este método debe aplicarse con cuidado ya que puede provocar posibles daños mecánicos en la piel de animales pequeños, si no se regula previamente lo suficiente la presión de la máquina, o si se descarnan pieles mal lavadas y con estiercol pegado.</li> </ul>



<b>Presentación del descarnado verde</b>	
<i>Beneficios medioambientales</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción del consumo de agua;</li> <li>Reducción de la generación de aguas residuales;</li> <li>Reducción del nivel de productos químicos dentro de los efluentes;</li> <li>Reducción de residuos sólidos peligrosos.</li> </ul>

<b>Método</b>	<b><u>Pelambre con recuperación de pelo</u></b>
<b>Fase</b>	Pelambre
<b>Descripción</b>	<p>La eliminación del pelo en forma sólida reduce sustancialmente el nivel de contaminación causado por el pelo (por ej. Sólidos en suspensión, DBO...) en las aguas residuales y permite también un reciclaje más fácil.</p> <p>Con esta práctica pueden obtenerse disminuciones de la DQO del orden del 40 %, y del MES del orden del 50 %, en los baños de ribera, con respecto al método convencional.</p>

**Procedimiento**

La operación se desarrolla en las siguientes fases:

1. **Inmunización.** Tratamiento de las pieles remojadas en una solución alcalina de cal y NaOH durante 45 – 50 minutos.
2. **Afeitado químico.** Se añade sulfhidrato sódico que ataca la raíz durante 20 m., y suelta el pelo entero inmunizado.
3. **Recirculación del baño.** Pasando por un filtro de 1 mm. se elimina pelo húmedo en forma sólida con un 75 % de humedad. El pelo puede representar un 17 - 20 % del peso de la piel.
4. **Ataque de la epidermis.** Se añade sulfuro sódico para atacar la queratina de la epidermis y disolverla.
5. **Calero.** Se adiciona cal para producir un hinchamiento alcalino controlado.

Otros procedimientos:

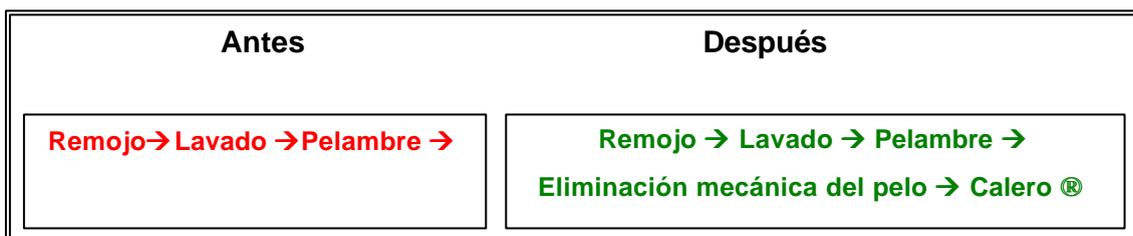
- Quitar mecánicamente el pelo de las pieles o cueros en tripa mediante métodos avanzados (por ej. The Eastern Regional Research Center (ERRC) process) y se contribuye a reducir la cantidad total de aguas residuales generadas en el pelambre;
- Pueden aplicarse también procedimientos sin sulfuro (por ej. Depilado con glicolatos, usando aminos como agentes del depilado o como enzimáticos en el depilado)

**Categoría**

Cambio de procedimiento

**Puntos a tener en cuenta**

- Estos métodos necesitan un mayor control y una vigilancia adicional;
- Evitar disolver el pelo en productos químicos, realizar una buena selección de productos químicos y usar filtros mecánicos para sacar el pelo de las aguas residuales.



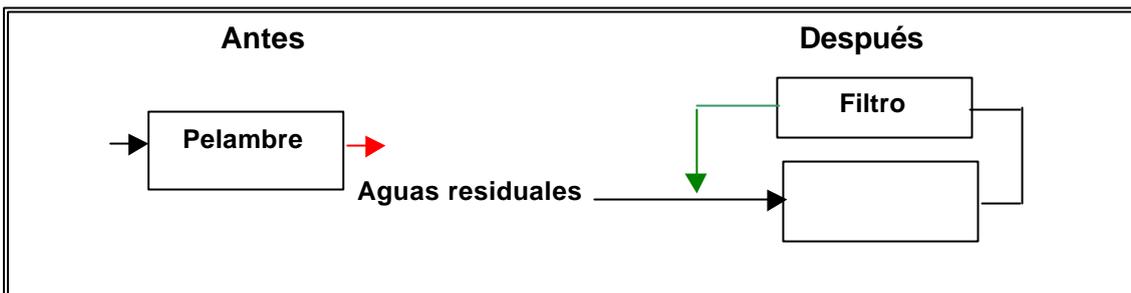
### Pelambre con recuperación de pelo

<i>Beneficios medioambientales</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción del consumo de agua;</li> <li>• Reducción de la generación de aguas residuales;</li> <li>• Reducción del nivel de productos químicos en los efluentes;</li> <li>• Reducción de los residuos sólidos peligrosos.</li> </ul>
------------------------------------	---

Método	<u>Reciclaje de las aguas residuales del pelambre</u>
Fase	Pelambre – calero
Descripción	Se puede reciclar bastante agua de aclarados y de lavados en otros procesos donde la concentración baja en productos químicos residuales puede afectar mínimamente o nada al procedimiento en curso.
Procedimiento	<p>El lavado del calero puede reciclarse para empezar con un nuevo licor de cal. Esta operación puede reducir considerablemente el consumo de agua.</p> <p>Otra idea es realizar un reciclado directo de la cal / licores de sulfuro con licores perdidos después de cada ciclo. Este sistema puede aplicarse, principalmente, si se efectúa una decantación (y se usa un filtro cepillado de 1mm) para sacar los desechos sólidos y de pelo. Se puede llegar hasta un 40% de ahorro de sulfuro y un 50% de ahorro de cal.</p>
Categoría	Cambio de procedimiento/recuperación de material
Puntos a tener en cuenta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los requerimientos de ingeniería, aunque no sean muy sofisticados, pueden encontrar dificultades en su aplicación en el caso de algunas tenerías antiguas o pequeñas. A pesar de ello, pueden incorporarse</li> </ul>

fácilmente en nuevas instalaciones, que se edifiquen.

- Es importante tener en cuenta que con una criba eficaz, la concentración proteínica en el reciclaje de licor no supone un gran problema. Es aconsejable vigilar atentamente el procedimiento. El uso de este reciclado no necesita un tratamiento posterior. De vez en cuando, seguirá siendo necesario descargar licores.



#### Reciclaje de las aguas residuales del pelambre

*Beneficios*

*medioambientales*

- Reducción del consumo de agua;
- Reducción de la generación de aguas residuales;
- Reducción de los productos químicos usados.

**Método**

**Separación de los baños residuales después del pelambre y del curtido al cromo**

**Fase**

Pelambre y curtido al cromo.

**Descripción**

La separación de los baños residuales del pelambre y del cromo puede evitar la generación accidental de H<sub>2</sub>S, considerado un gas sumamente letal que puede causar daños graves en la salud de los seres humanos.

**Procedimiento**

Se recomienda encarecidamente separar los baños residuales después del pelambre y los baños residuales después del curtido al cromo. Cualquier mezcla accidental de estos dos baños generaría un gas muy tóxico: sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S), siempre que el pH descienda de 7,5.

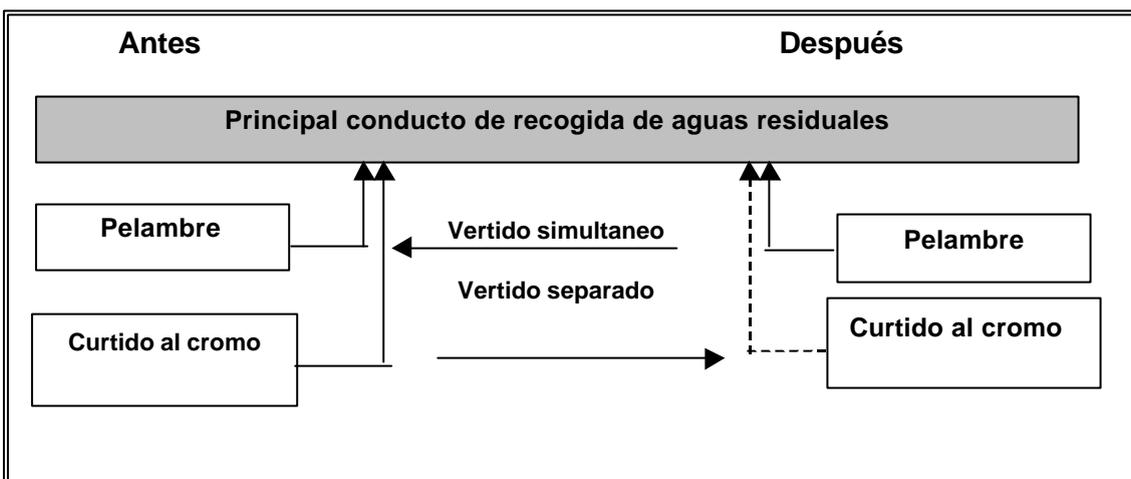


Se debería diseñar un conducto de aguas residuales de tal

manera que asegure la separación de tres corrientes: las corrientes de cal, de cromo y las de las otras aguas residuales generadas en el proceso de curtición.

**Categoría** Cambio de procedimiento

- Puntos a tener en cuenta**
- Se necesita espacio para colocar estas instalaciones;
  - Se deberían verter los dos baños en lugares diferentes para evitar cualquier mezcla accidental.



**Separación de los baños residuales después del pelambre y del curtido al cromo**

- Beneficios medioambientales*
- Reducción de gases peligrosos.

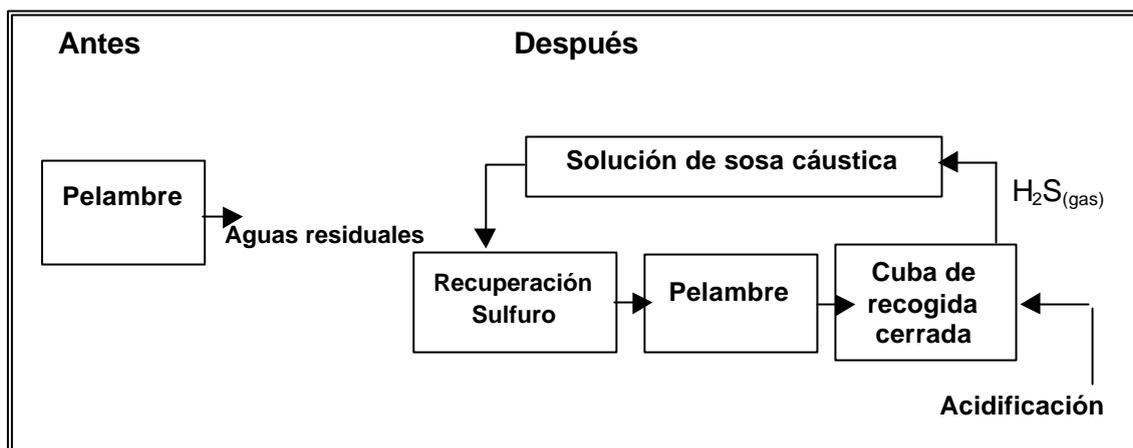
**Método** Reciclaje de alta tecnología del sulfuro

**Fase** Pelambre – Calero

**Descripción** El reciclaje del sulfuro usado encontrado en las aguas residuales puede limitar el impacto medioambiental del efluente que lleva grandes cantidades de sulfuro.

**Procedimiento** La eliminación de sulfuro puede realizarse en las tenerías. Se puede resumir este procedimiento de eliminación de la siguiente manera: los licores se acidifican y el gas  $H_2S$  se libera y se recoge en una solución de sosa cáustica antes de su siguiente utilización.

<b>Categoría</b>	Recuperación de material
<b>Puntos a tener en cuenta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Este sistema requiere instalaciones inoxidables para evitar cualquier fuga de gas letal, y un gran control;</li> <li>• Se puede aplicar más fácilmente este sistema en instalaciones nuevas que tengan un espacio adecuado.</li> </ul>



<b>Reciclaje de alta tecnología de sulfuro</b>	
<i>Beneficios medioambientales</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción del consumo de agua;</li> <li>• Reducción de la generación de aguas residuales;</li> <li>• Reducción del nivel de los productos químicos en de los efluentes;</li> <li>• Reducción de olores nocivos.</li> </ul>

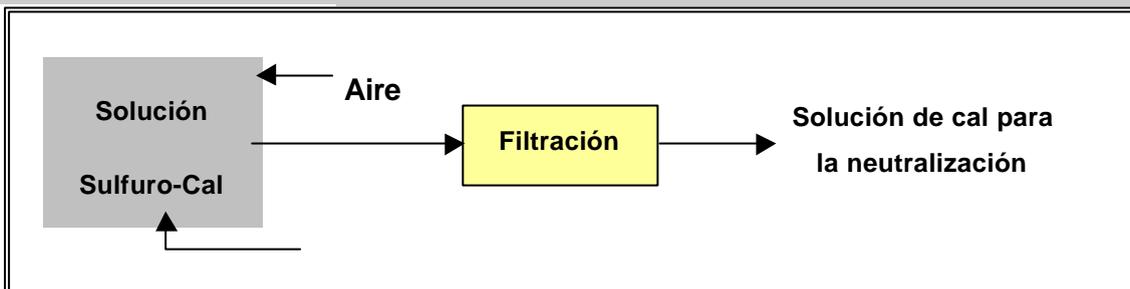
<b>Método</b>	<b><u>Segregación de los sulfuros de los efluentes</u></b>
<b>Fase</b>	Pelambre
<b>Descripción</b>	La disminución de las concentraciones de sulfuros de los efluentes permite limitar la corrosión de las tuberías, reduce los olores y previene accidentes provocados por la mezcla de licores de otros efluentes.
<b>Procedimiento</b>	La solución de sulfuro-cal y los lavados del pelambre pueden recolectarse sin la contaminación de otras soluciones. Estos residuos recolectados pueden almacenarse en cubas y los sulfuros pueden oxidarse por aire con un catalizador de sulfato de manganeso.

Es un método eficaz, ya que puede destruir el contenido de sulfuro entre 4 y 8 horas<sup>20</sup>. La solución de cal, sin sulfuros, puede usarse para neutralizar los residuos de ácido ajustando el pH a un nivel aceptable<sup>21</sup>.

**Categoría** Cambio de procedimiento

**Puntos a tener en cuenta**

- La vigilancia del transporte de los licores del pelambre debe ser muy estricta para evitar que se mezclen con los licores de cromo y para evitar la generación de vapores H<sub>2</sub>S.



#### Segregación de los sulfuros de los efluentes

**Beneficios medioambientales**

- Reducción del nivel de los productos químicos encontrados en los efluentes;
- Reducción de los olores nocivos.

<b>Método</b>	<b><u>Serrajes vacunos en tripa</u></b>
<b>Fase</b>	Calero
<b>Descripción</b>	<p>El dividido de las pieles o cueros en tripa justo después del pelambre mejora la capacidad de absorción química de las pieles o cueros en tripa, lo que conlleva un ahorro en las cantidades necesarias de productos químicos en las etapas posteriores.</p> <p>Además de la reducción del consumo de productos químicos, hay una disminución de las necesidades de agua, del nivel de aguas residuales y de los residuos sólidos con cromo.</p>

<sup>20</sup> EP3, case#5, [http://www.emcentre.com/unepweb/tec\\_case/leather\\_19/](http://www.emcentre.com/unepweb/tec_case/leather_19/)

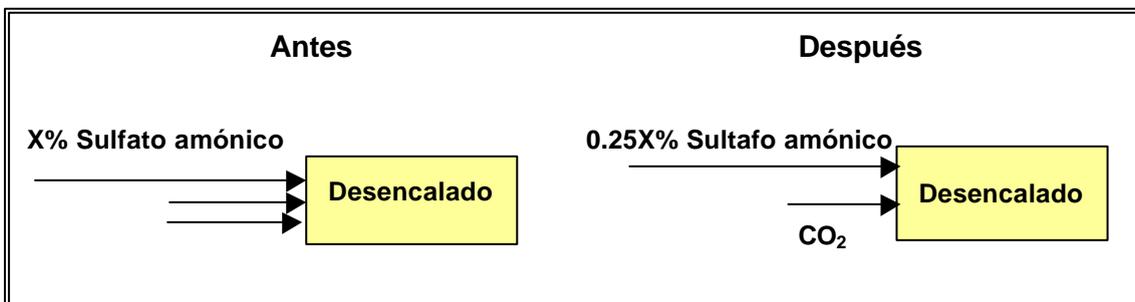
<sup>21</sup> EP3, case#6, [http://www.emcentre.com/unepweb/tec\\_case/leather\\_19/](http://www.emcentre.com/unepweb/tec_case/leather_19/)

<b>Procedimiento</b>	<p>Tanto la etapa de dividido como la de recortado adicional se realizan justo después del calero. Esta técnica proporciona una disminución del peso de las pieles o cueros en tripa a tratar. Esta técnica representa varias ventajas, que son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Una reducción de la cantidad de residuos sólidos generados con cromo;</li> <li>• El hecho de que las pieles o cueros en tripa sean más ligeros da lugar a una reducción de las necesidades de agua, de las necesidades de productos químicos y de la generación de aguas residuales;</li> <li>• El dividido de los cueros incrementa su nivel de absorción del producto químico y provoca una disminución en las necesidades de productos químicos requeridos en las etapas posteriores (por ej. el desencalado, el rendido, el piquelado y el curtido al cromo).</li> </ul>
<b>Categoría</b>	Cambio de procedimiento
<b>Puntos a tener en cuenta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asegúrese de que la calidad del curtido corresponde a las necesidades de los clientes ya que el dividido realizado en las etapas iniciales podría afectar a la textura final del producto y su resistencia.</li> </ul>



<b>Serrajes vacunos en tripa</b>	
<i>Beneficios medioambientales</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción del consumo de agua;</li> <li>• Reducción de la generación de aguas residuales;</li> <li>• Reducciones de los niveles de productos químicos encontrados en los efluentes;</li> <li>• Reducción de los residuos sólidos.</li> </ul>

<b>Método</b>	<b><u>Reducción del uso de amonio en el desencalado</u></b>
<b>Fase</b>	Desencalado
<b>Descripción</b>	Mediante la sustitución de sales de amonio, se reduce el nivel de amoniaco en las aguas residuales.
<b>Procedimiento</b>	<p>Se puede llevar a cabo una serie de alternativas para limitar el uso de sales de amonio. Con ello mejorará la calidad final y reducirá el nivel de nitrógeno en los efluentes.</p> <p>Se pueden usar ácido bórico, lactato de magnesio, ácidos orgánicos, como el ácido láctico, el ácido fórmico, etc. para sustituir al amonio usado. Otra técnica consistiría en tener en cuenta la utilización de dióxido de carbón en el desencalado para limitar el uso de las sales de amonio.</p> <p>Esta operación permitiría disminuir en un 75% el nitrógeno amoniacal<sup>22</sup>. Además de las disminuciones de nitrógeno, los agentes del curtido al cromo funcionan mejor con pieles desencaladas con gas carbónico que con las sales, ya que reducen la cantidad de los residuos de cromo en los efluentes del curtido<sup>23</sup>. El CO<sub>2</sub> forma ácidos carbónicos que disuelven la cal residual.</p>
<b>Categoría</b>	Sustitución química
<b>Puntos a tener en cuenta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar las entradas intermitentes de gas que forman carbonato;</li> <li>• Añadir bisulfito para evitar la formación de H<sub>2</sub>S.</li> </ul>



<sup>22</sup> EP3, case #14, [http://www.emcentre.com/unepweb/tec\\_case/leather\\_19/](http://www.emcentre.com/unepweb/tec_case/leather_19/)

<sup>23</sup> International Cleaner Production Information Clearinghouse, *Leather Industry - A French Tannery Has Set Up a Deliming Process for Hides Without Ammonia Sulfate*, <http://www.unepie.org/icpic/catsu/catsu268.html>

### Reducción del uso de amonio en el desengalado

<b>Beneficios medioambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Reducción del nivel de los productos químicos en los efluentes;</li><li>• Reducción de los residuos sólidos peligrosos;</li><li>• Reducción de olores nocivos.</li></ul>
------------------------------------	--

<b>Método</b>	<b><u>Recuperación o sustitución de los disolventes del desengrase</u></b>
<b>Fase</b>	Desengrase.
<b>Descripción</b>	La experiencia muestra que una cantidad importante (en algunos casos el 95%) de los disolventes usados para el desengrase puede recuperarse y usarse de nuevo.
<b>Procedimiento</b>	<p>Se puede llevar a cabo la instalación de una depuradora externa para filtrar y tratar las aguas residuales generadas en el desengrase. La planta capaz de recuperar los disolventes usados (normalmente el percloroetileno) puede necesitar una inversión de cerca de 39.690 para recuperar 50 litros de percloroetileno por hora<sup>24</sup>.</p> <p>Para evitar la formación de residuos grasos, los disolventes de desengrase deberían reemplazarse por agentes tensoactivos ecológicos y biodegradables especialmente si no se realiza la recuperación. En este caso, se debe tener en cuenta el tratamiento de las aguas residuales<sup>25</sup>.</p>
<b>Categoría</b>	Recuperación de material
<b>Puntos a tener en cuenta</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Los disolventes reciclados no pueden usarse indefinidamente. Los curtidores deben cerciorarse de que se añadan cantidades suficientes de disolventes no usados para las concentraciones de reciclado. Así, la calidad final del cuero no variará;</li></ul>

<sup>24</sup> ESCWA, *Environmentally Sound Technologies in the Tanning Industry*, United Nations, New York , 1997, pg. 50

<sup>25</sup> UNEP, *Tanneries and the Environment- A Technical Guide*, pg.17

- La instalación de un sistema para la recuperación de disolventes usados puede ser cara, así que se aconseja instalar un sistema centralizado de recuperación para que puedan usarlo varias tenerías.



### Recuperación o sustitución de los disolventes del desengrase

#### *Beneficios*

#### *medioambientales*

- Reducción de la generación de aguas residuales;
- Reducción de los productos químicos usados;
- Reducción del nivel de los productos químicos en los efluentes.

#### **Método**

#### **Reducción del consumo de sal en el piquelado**

#### **Fase**

Piquelado

#### **Descripción**

Se pueden reducir los niveles de uso de sales en la etapa de piquelado hasta un 80% mediante la aplicación de nuevos procedimientos o mediante su sustitución por nuevos productos químicos.

#### **Procedimiento**

Se puede aplicar uno de estos tres métodos indicados a continuación para reducir el consumo de sal durante el piquelado:

- Se puede reducir la cantidad de sales usadas en el piquelado mediante una disminución del volumen de baños que puede llegar al 50 o al 60% del peso de las pieles o cueros en tripa.
- Otra manera de reducir el consumo de sal consiste en optimizar la mezcla del licor de piquelado o en reciclarlo

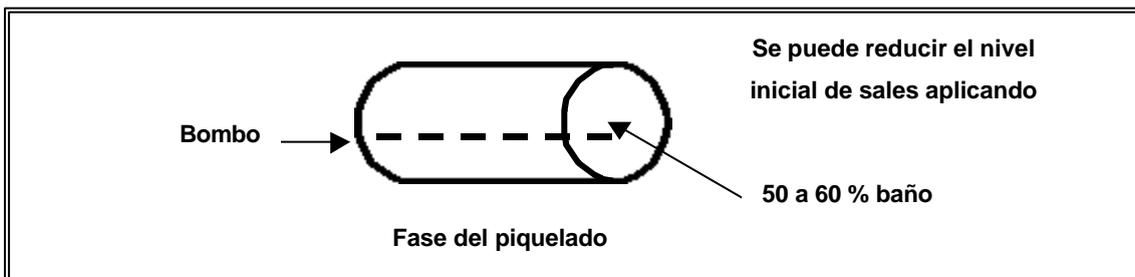
después de una filtración realizada anteriormente. Luego se ajusta su pH añadiendo ácidos fuertes o débiles. Esta técnica permitirá, además, reducir las cantidades de ácidos usados.

- La sustitución de sales por productos químicos desarrollados recientemente (por ej. polímeros de ácido sulfónico)

**Categoría** Cambio de procedimiento

**Puntos a tener en cuenta**

- Se tendrán que sustituir los licores reciclados del piquelado por otro nuevo después de un número determinado de usos para evitar que afecten a la calidad final del curtido.



### Reducción del consumo de sal en el piquelado

- Beneficios medioambientales*
- Reducción del consumo de agua;
  - Reducción de la generación de efluentes;
  - Reducción del nivel de los productos químicos en los efluentes.
  - Reducción del consumo de productos químicos

**Método** Reciclaje de los licores de piquelado

**Fase** Piquelado.

**Descripción** Recogida de los licores de piquelado al final de la etapa para volver a usarlos en las etapas posteriores de piquelado.

**Procedimiento** Esta técnica consiste en recuperar el licor de piquelado y volverlo a introducir en el proceso, después de que se haya

filtrado y de que se haya reajustado su pH. Se instala un filtro en el fondo del molineta (o del bombo...) para eliminar las impurezas como los residuos de pieles o cueros en tripa, suciedad, etc. Una vez filtrado, el licor se almacena en una cuba. Después de haber eliminado las impurezas que quedaban (por ej. aceites y grasas) se reajusta el licor de piquelado para su reutilización. De este licor recuperado, se puede volver a usar el 50% (a veces más) en las etapas posteriores.

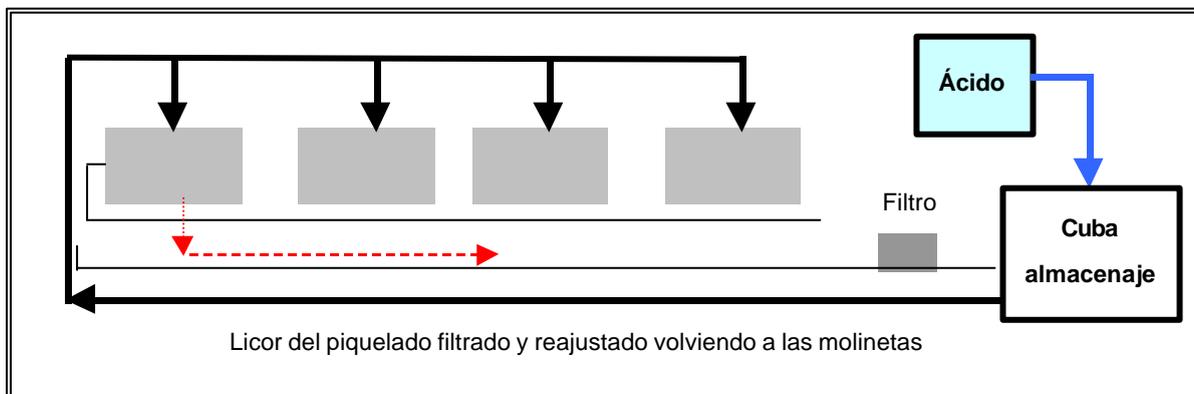
Para poder facilitar el reajuste de los baños de piquelado, se deben unificar los tipos de ácidos usados. Así, los ácidos sulfúricos se sustituirán totalmente por los ácidos fórmicos.

**Categoría**

Cambio de procedimiento/Recuperación de material

**Puntos a tener en cuenta**

- Se sustituirán los licores reciclados de piquelado por unos nuevos después de un número determinado de usos para evitar una disminución de la calidad final del curtido.



**Reciclaje de los licores de piquelado**

*Beneficios*

*medioambientales*

- Reducción del consumo de agua;
- Reducción de la generación de aguas residuales;
- Reducción del nivel de productos químicos en los efluentes;
- Reducción de los productos químicos usados.

<b>Método</b>	<b><u>Uso del cromo trivalente</u></b>
<b>Fase</b>	Curtición al cromo.
<b>Descripción</b>	Se limita el impacto de los efluentes con cromo usando, siempre que sea posible, productos químicos con cromo trivalente en lugar de otros tipos de cromo.
<b>Procedimiento</b>	El cromo trivalente tiene mucho menos impacto medioambiental que el cromo hexavalente.
<b>Categoría</b>	Sustitución química
<b>Puntos a tener en cuenta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El uso del cromo trivalente no es más que una forma de limitar el impacto medioambiental relacionado con los agentes del curtido al cromo. De todas maneras, los curtidores tendrían que tener presente que el uso de los agentes minerales de curtido, como por ejemplo el cromo, siguen teniendo cierto impacto para el medio ambiente.</li> </ul>

## Uso del Cr <sup>+3</sup> en lugar del Cr <sup>+6</sup>

### Uso del cromo trivalente para la curtición

<i>Beneficios medioambientales</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción del nivel de los productos químicos en los efluentes;</li> <li>• Reducción de los residuos sólidos peligrosos.</li> </ul>
------------------------------------	--

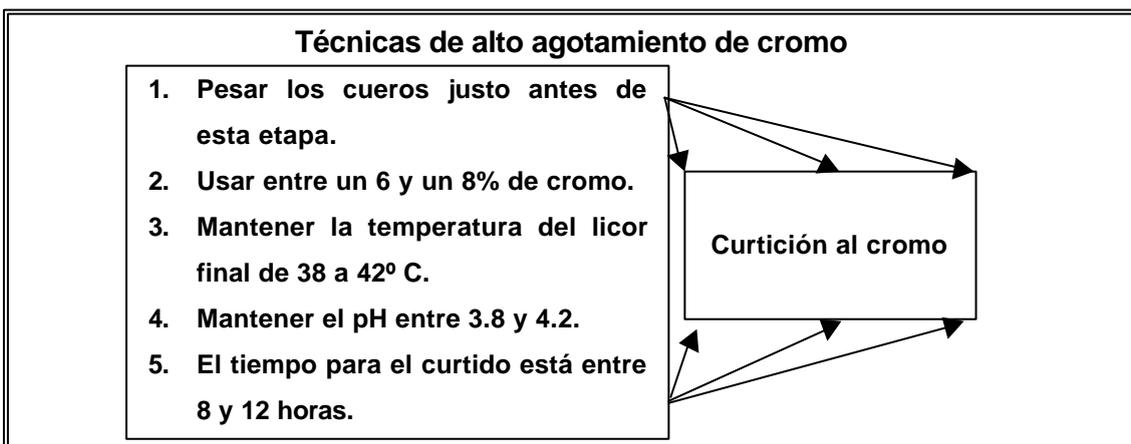
<b>Método</b>	<b><u>Técnicas de alto agotamiento de cromo</u></b>
<b>Fase</b>	Curtición al cromo.
<b>Descripción</b>	Se puede aumentar la fijación del cromo mediante una combinación de prácticas que conduzcan a la disminución de los residuos con cromo en las aguas residuales a niveles mínimos.
<b>Procedimiento</b>	Usando baños más cortos, manteniendo las temperaturas iniciales óptimas del baño, incrementando el tiempo de

curtido y optimizando el pH, y elevando la temperatura al final de la curtición, se favorecerá siempre una fijación elevada del cromo. Aparte de lo indicado anteriormente, se asegurarán unos niveles máximos de agotamiento si se realiza un control continuo del nivel de pH y, de esta manera, se limitarán los residuos finales con cromo en los efluentes.

**Categoría** Cambios de procedimiento

**Puntos a tener en cuenta**

- El uso de un medidor de pH portátil así como el de un termómetro ayudarán a controlar el curtido al cromo. Sin embargo, los curtidores tendrían que cerciorarse de que su equipo funciona correctamente y de que todas las lecturas son correctas. Esto puede realizarse estableciendo unos mantenimientos y unas revisiones del equipo de medición periódicos.



**Técnicas de alto agotamiento del cromo**

*Beneficios medioambientales*

- Reducción del consumo de agua;
- Reducción de la generación de aguas residuales;
- Reducción del nivel de productos químicos en los efluentes;
- Reducción de residuos sólidos peligrosos.

**Método** **Sustitución del cromo**

**Fase** Curtición al cromo

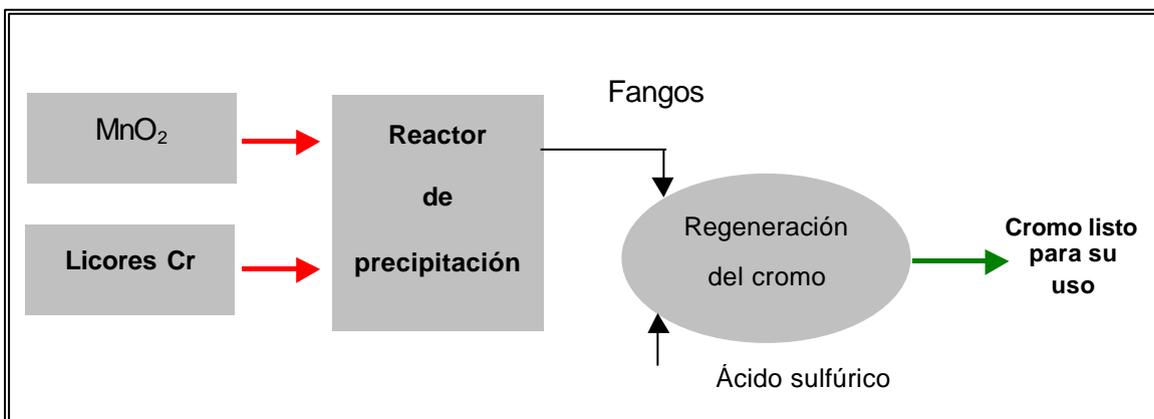
<b>Descripción</b>	Sustitución del cromo por otros productos químicos como puede ser el titanio o, a veces, el circonio.
<b>Procedimiento</b>	Respecto al medio ambiente, el titanio es, normalmente, menos tóxico que el cromo y se puede usar como un agente de curtido alternativo a las sales de cromo. De ahí que se desarrollara en Europa un agente de curtido basado en el sulfato de titanio. Éste puede usarse en un equipo de curtido convencional. Como la fijación del titanio es muy elevada, la cantidad de titanio diluida en los efluentes es mínima y el único tratamiento que se necesita es una simple neutralización. Puede que aparezcan algunos residuos sólidos con titanio procedentes de las rebajaduras y del recorte. Sin embargo, la inactividad de los residuos sólidos que poseen titanio representa un problema menor tanto en su vertido como en el uso que se vuelve a hacer en la agricultura.
<b>Categoría</b>	Sustitución química
<b>Puntos a tener en cuenta</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Normalmente, el cuero curtido con titanio es más duro que las pieles o cueros en tripa curtidos con cromo. El titanio u otros productos químicos suelen afectar a la calidad final del producto acabado modificando su textura. Por lo tanto, puede que los curtidores encuentren más dificultades en vender sus productos debido a los intereses limitados del mercado en cuanto a la calidad del cuero.</li></ul>

## Uso de Titanio o Circonio en lugar de Cromo

### Sustitución del cromo

<i>Beneficios medioambientales</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Reducción del nivel de los productos químicos en los efluentes;</li><li>• Reducción de los residuos sólidos peligrosos.</li></ul>
------------------------------------	---

<b>Método</b>	<b><u>Precipitación y recuperación del cromo</u></b>
<b>Fase</b>	Curtido al cromo.
<b>Descripción</b>	La finalidad de esta opción es la de decantar el cromo en los licores por un tratamiento con álcali, precipitando el cromo como hidróxido y posterior disolución con ácido.
<b>Procedimiento</b>	<p>Las dos posibles maneras para recuperar el cromo son<sup>26</sup>:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Al licor de cromo se le añade álcali, NaOH o MgO, hasta pH 8,5 – 9. Una vez que se haya decantado, se pasará el lodo de hidróxido por un filtro banda. Y el pastel resultante se volverá a disolver en ácido sulfúrico y se volverá a usar.</li> <li>2. El licor se dejará reposar una noche. El sobrenadante prácticamente “sin cromo” ya puede vaciarse y descargarse en el conducto de los efluentes. El lodo de hidróxido asentado que queda se vuelve a disolver <i>in situ</i> con ácido y se reutiliza.</li> </ol> <p>El álcali utilizado para la precipitación depende del sistema de reciclaje posterior.</p>
<b>Categoría</b>	Recuperación de material
<b>Puntos a tener en cuenta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El primer método es muy caro y requiere mucho espacio;</li> <li>• Aunque sea más barato, el segundo método exige un control estricto ya que el mínimo fallo puede estropear la calidad de producto final.</li> </ul>

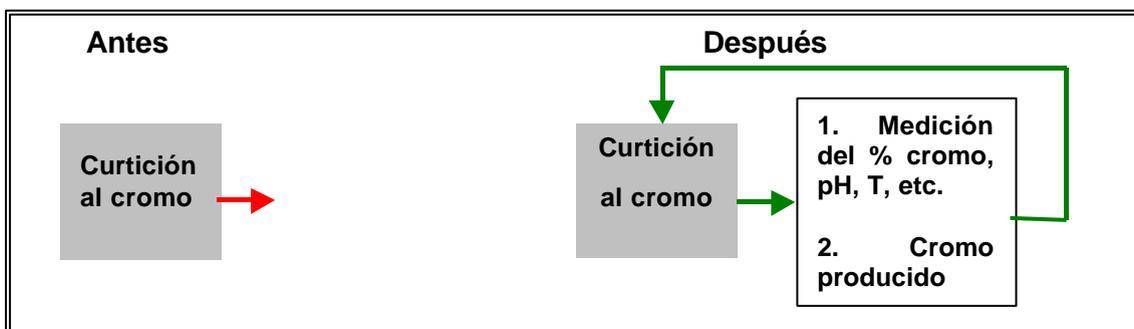


<sup>26</sup> UNEP, *Tanneries and the Environment- A Technical Guide*, pg.40

### Precipitación y recuperación del cromo

<b>Beneficios medioambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción del nivel de productos químicos en los efluentes;</li> <li>• Reducción de los productos químicos utilizados;</li> <li>• Reducción de los residuos sólidos peligrosos.</li> </ul>
------------------------------------	---

<b>Método</b>	<b><u>Reutilización del baño de cromo</u></b>
<b>Fase</b>	Curtido al cromo.
<b>Descripción</b>	Para limitar la cantidad de cromo en los efluentes del curtido, se puede volver a utilizar el licor con cromo para el piquelado o el curtido. Esta operación permite reducir el contenido en cromo de los efluentes hasta en un 90% en algunos casos <sup>27</sup> .
<b>Procedimiento</b>	Los curtidores realizarán pruebas de manera que se determine exactamente el nivel de cromo que queda en las aguas residuales que se han generado. Dichas pruebas permitirán que los licores de cromo vertidos vuelvan a utilizarse después de su filtrado y de su almacenamiento en una cuba y determinarán el aporte de las cantidades de cromo a añadir en las aguas residuales debido a las cantidades de cromo perdidas.
<b>Categoría</b>	Recuperación química
<b>Puntos a tener en cuenta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los licores reciclados no pueden usarse indefinidas veces, por lo que deben cambiarse cada cierto tiempo.</li> </ul>



<sup>27</sup> EP3, case #5, [http://www.emcentre.com/unepweb/tec\\_case/leather\\_19/](http://www.emcentre.com/unepweb/tec_case/leather_19/)

<b>Reutilización del baño de cromo</b>	
<i>Beneficios medioambientales</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Reducción del consumo de agua;</li><li>• Reducción de la generación de aguas residuales;</li><li>• Reducción del nivel de productos químicos en los efluentes;</li><li>• Reducción de los productos químicos utilizados.</li></ul>

<b>Método</b>	<b><u>Curtido wet-white (métodos de curtido sin cromo)</u></b>
<b>Fase</b>	Curtido
<b>Descripción</b>	<p>Este sistema de curtir los cueros se basa en los métodos sin cromo. Los cueros curtidos con estos métodos suelen tener un color blanquecino y presentan toda una serie de ventajas ecológicas:</p> <p>Las ventajas ecológicas del wet-white:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• No hay restricciones en el vertido o en una eventual incineración de residuos sólidos (rebajaduras y recortes);</li><li>• Los residuos sólidos pueden convertirse en compost</li><li>• No se necesita reciclar el cromo;</li><li>• No es necesario tratar previamente las aguas residuales para precipitar el cromo.</li></ul>
<b>Procedimiento</b>	<p>Hay tres técnicas principales sin-cromo<sup>28</sup> que conducen a la producción de cuero wet-white:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Curtido vegetal/sintético/polímero.</li><li>• Curtido sintético/polímero.</li><li>• Curtido con polímero.</li></ul> <p>Además de las ventajas de la eliminación del cromo necesario para la curtición tradicional, la técnica con polímero tiene los siguientes puntos positivos:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1- Excelente fijación y agotamiento.</li><li>2- Se puede teñir el cuero en tonalidades brillantes y</li></ol>

<sup>28</sup> BASF, *Leather Topics-6/96*, BASF, Germany

	<p>de alta calidad.</p> <p>3- Excelente solidez a la luz.</p> <p>4- Se obtienen mejores resultados en la resistencia a la transpiración y en la resistencia al agua si se comparan con los de otros sistemas sin-cromo.</p> <p>Para una comparación entre los métodos con y sin cromo (ver Anexo R3).</p>
<b>Categoría</b>	Sustitución química
<b>Puntos a tener en cuenta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hay que tener en cuenta la calidad final del cuero ya que el wet-white permite obtener una textura diferente que puede adaptarse para la producción de tipos específicos de curtido;</li> <li>• Debido a la reducida resistencia al calor, el cuero curtido sin cromo debe realizarse con sumo cuidado, y el producto final no es apto para la fabricación de calzado vulcanizado, por ejemplo.</li> </ul>

<b>Curtido wet-white</b>	
<i>Beneficios medioambientales</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción del nivel de productos químicos en los efluentes;</li> <li>• Reducción de los residuos sólidos peligrosos.</li> </ul>

<b>Método</b>	<b><u>Reciclaje de licores del curtido vegetal</u></b>
<b>Fase</b>	Curtición.
<b>Descripción</b>	Se puede llevar a cabo un proceso que, aplicado al curtido vegetal, limitará la cantidad de aguas residuales generadas en sistemas de contracorriente de las tinajas.
<b>Procedimiento</b>	Se introducen las pieles o cueros precurtidos primero en una tina con baños de curtido ya usados que contienen una baja concentración de licor de curtido. Luego las pieles o cueros en tripa pasan por varias tinajas con una concentración de curtido cada vez mayor y con agua más limpia. En la última etapa se alcanza la mayor

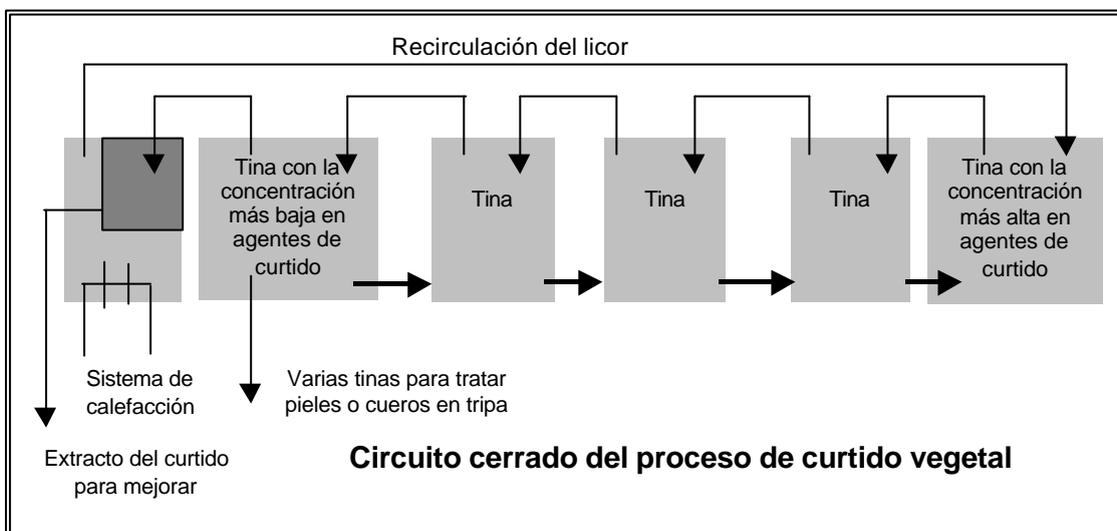
concentración en agentes de curtido y en agua limpia.

Para mejorar la fijación final y los resultados de la penetración, se debe llevar a cabo previamente el siguiente paso: siguiendo la etapa del desencalado, se aplica durante un día un baño con un 5% de naftalensulfónico y un 1% de ácido sulfúrico o fórmico.

**Categoría** Cambio de procedimiento/Recuperación de material

**Puntos a tener en cuenta**

- La aplicación de este método necesita más espacio ya que se utilizan varias tinas.



### Reciclaje de licores del curtido vegetal

*Beneficios*

*medioambientales*

- Reducción del consumo de agua;
- Reducción de la generación de aguas residuales;
- Reducción del nivel de productos químicos en los efluentes;
- Reducción de los productos químicos utilizados.

**Método** Reciclaje de los licores del escurrido

**Fase** Escurrido.

**Descripción** Se obtiene ahorros en los productos químicos y en el consumo de agua tratando y reutilizando las aguas residuales generadas en el escurrido para tratarlas junto

con los baños de curtición.

**Procedimiento**

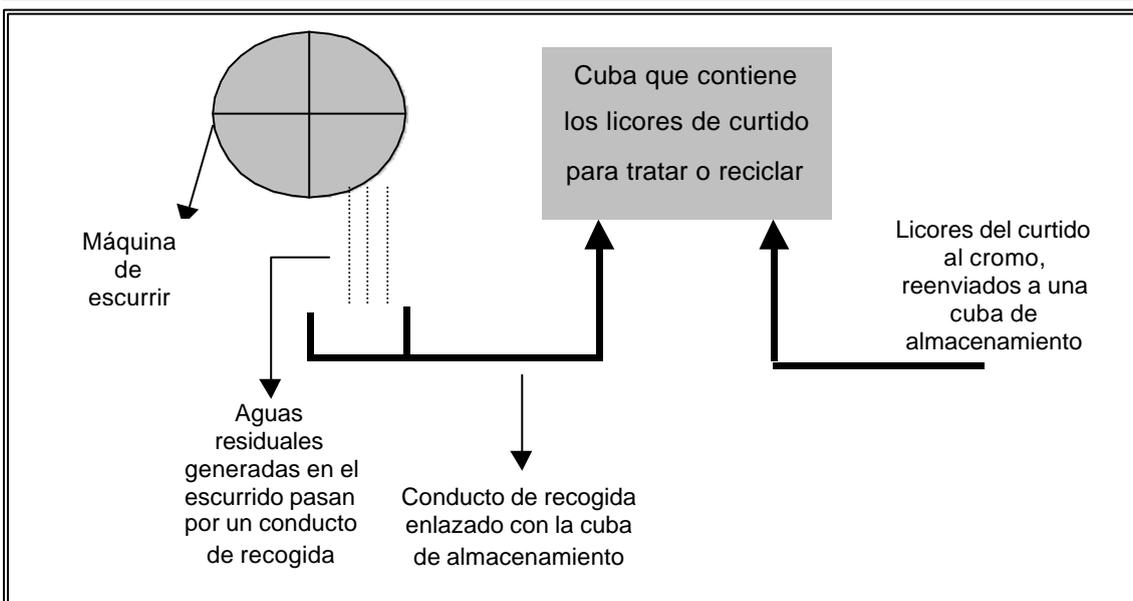
Debajo de la máquina de escurrir se instala un sistema de recogida que reciba las aguas residuales del escurrido. De esta manera, el agua recogida puede enviarse para un tratamiento posterior junto con el resto de licores del curtido al cromo. Se puede realizar fácilmente porque las características de las aguas residuales de los dos métodos son idénticas. Las aguas de escurrido del curtido vegetal se mezclan con los baños de curtición.

**Categoría**

Recuperación de material

**Puntos a tener en cuenta**

- Se debe realizar con cuidado la recogida de aguas residuales del escurrido para evitar cualquier tipo de mezcla de los licores con las aguas residuales del pelambre, ya que si no podría provocar la generación de gases H<sub>2</sub>S.



**Reciclaje de los licores del escurrido**

*Beneficios medioambientales*

- Reducción del consumo de agua;
- Reducción de la generación de aguas residuales;
- Reducción del nivel de productos químicos en los efluentes;
- Reducción de productos químicos utilizados.

<b>Método</b>	<b><u>Minimización del impacto de los efluentes del recurtido</u></b>
<b>Fase</b>	Recurtido.
<b>Descripción</b>	La combinación de un control periódico y la sustitución de algunos productos químicos limita la contaminación de las aguas residuales del recurtido.
<b>Procedimiento</b>	Se efectúa el recurtido seleccionando los agentes de productos químicos con un contenido bajo en monómeros (por ej. fenol, formaldehído) y en sales inorgánicas. Asimismo, con un pH adecuado y un control de la temperatura, se optimiza el agotamiento y, así, se limita la cantidad final de los residuos de productos químicos en las descargas de las aguas residuales.
<b>Categoría</b>	Sustitución química
<b>Puntos a tener en cuenta</b>	_____

- Mejora el grado de agotamiento con controles periódicos del pH y de la temperatura;
- Utilización de productos con contenido bajo de sales inorgánicas,
- Utilización de productos con un número bajo de monómeros (fenol, formaldehído...).

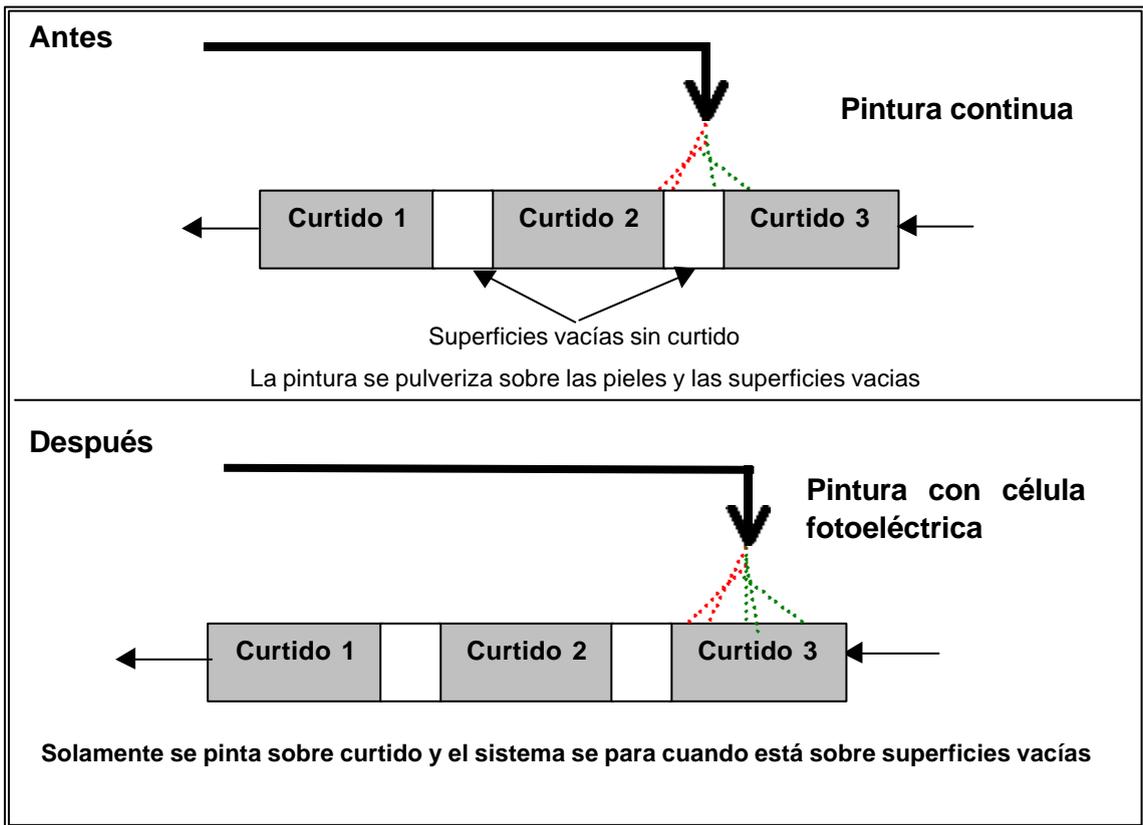
↓

**Reducción de los vertidos de aguas residuales**

<b>Minimizar el impacto de los efluentes del recurtido</b>	
<i>Beneficios medioambientales</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de la generación de aguas residuales;</li> <li>• Reducción del nivel de productos químicos en los efluentes.</li> </ul>

<b>Método</b>	<b><u>Uso de células fotoeléctricas para pintura con pistola o con pulverizador</u></b>
<b>Fase</b>	Acabado.

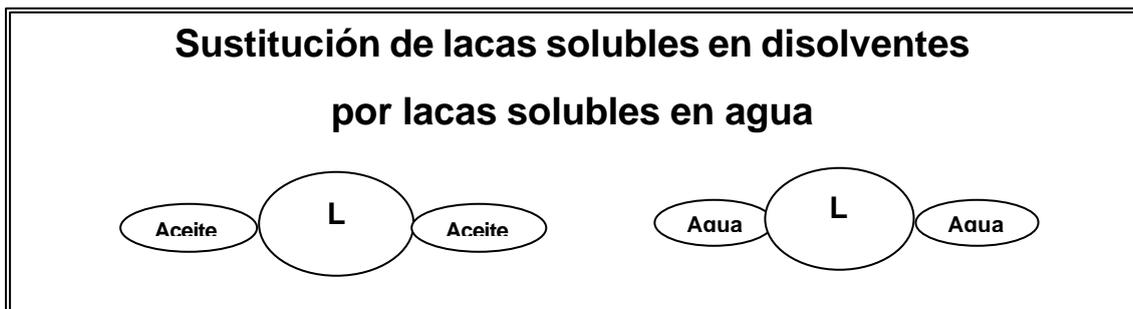
<b>Descripción</b>	La tecnología que utiliza células fotoeléctricas en la cabina de pintado con pulverizador ahorra cantidades importantes de pintura ya que se pulveriza encima del cuero en el momento preciso. O sea, se consigue un ahorro de los productos químicos y también se reduce la contaminación atmosférica provocada por el exceso de pulverización.
<b>Procedimiento</b>	Un lector de células fotoeléctricas detecta la presencia de cuero, dando orden de pulverizar solo cuando debajo de las boquillas hay cuero. Esta técnica ahorrará grandes cantidades de productos químicos y limitará la contaminación atmosférica.
<b>Categoría</b>	Cambio de procedimiento
<b>Puntos a tener en cuenta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los curtidores deberían estudiar las necesidades de superficie para instalar este equipo.</li> </ul>



**Técnicas que utilizan la asistencia de células fotoeléctrica para la pintura con pistola o con pulverizador a fin de evitar el exceso de pulverización.**

- Beneficios medioambientales**
- Reducción de la contaminación atmosférica;
  - Reducción de los olores nocivos.

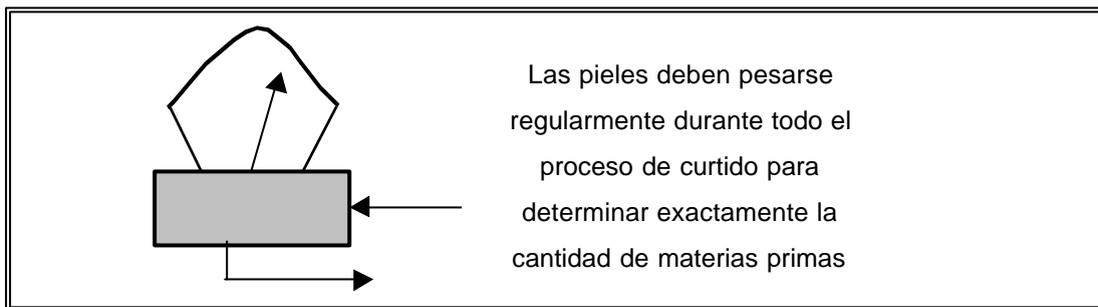
<b>Método</b>	<b><u>Disminución del COV utilizando un nuevo material en el acabado</u></b>
<b>Fase</b>	Acabado.
<b>Descripción</b>	Se reduce considerablemente el nivel elevado de COV cambiando el tipo de productos químicos necesarios en la etapa de acabado.
<b>Procedimiento</b>	Las lacas solubles en agua se han fabricado para sustituir las solubles en disolventes. Los nuevos productos poseen una cantidad significativamente inferior de disolvente volátil y están ampliamente aceptados como productos de calidad. Además, se aconseja encarecidamente su utilización para obtener mejores resultados en el medio ambiente. El procedimiento consistente en aplicar lacas solubles en agua, ello disminuirá, en último término, las emisiones de COV provocadas por disolventes volátiles en un 60% y hasta en un 90% <sup>29</sup> .
<b>Categoría</b>	Sustitución química
<b>Puntos a tener en cuenta</b>	----



<b>Disminución del COV utilizando un nuevo material en el acabado</b>	
<i>Beneficios medioambientales</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de la contaminación atmosférica;</li> <li>• Reducción de los olores nocivos.</li> </ul>

<sup>29</sup> EP3, case#6, [http://www.emcentre.com/unepweb/tec\\_case/leather\\_19/](http://www.emcentre.com/unepweb/tec_case/leather_19/)

<b>Método</b>	<b><u>Determinación correcta del peso en todo el proceso</u></b>
<b>Fase</b>	Aplicado en más de una etapa.
<b>Descripción</b>	Una manera de limitar el consumo de materia prima se basa en determinar los pesos correctos y respectivos de las pieles o cueros antes de cada proceso y se trata de calcular el peso exacto de los productos químicos utilizados en cada etapa. Si se carece de los datos sobre el peso exacto de las pieles o cueros podrá aplicarse un excedente de productos químicos. Además, pesar correctamente el material ayudará a reducir los impactos negativos sobre el medio ambiente. O sea, la determinación correcta del peso ahorrará productos químicos y reducirá el consumo de agua.
<b>Procedimiento</b>	Se puede obtener una buena báscula para pesar las pieles o cueros antes de cada fase. La determinación exacta del peso de las pieles o cueros dará lugar a un mejor control de la cantidad a añadir de agua y de productos químicos. Por otro lado, esta báscula conseguirá un peso más preciso de los productos químicos que se tendrán que añadir en el procedimiento del curtido.
<b>Categoría</b>	Cambio de procedimiento
<b>Puntos a tener en cuenta</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• La báscula debe estar siempre limpia para evitar reacciones debidas a los diferentes productos químicos utilizados, ya que se pesan las pieles o cueros en diferentes etapas.</li><li>• Es conveniente disponer de 2 básculas, 1 para cueros, de 1.000 – 3.000 kgs. de capacidad, y 1 báscula electrónica de 100 kgs, con una sensibilidad de 100 grs.</li></ul>



### Determinación correcta del peso en todo el proceso

*Beneficios*

*medioambientales*

- Reducción del consumo de agua;
- Reducción de la generación de aguas residuales;
- Reducción del nivel de productos químicos en los efluentes;
- Reducción de los productos químicos utilizados.

**Método**

**Uso de sistemas de baños cortos**

**Fase**

Aplicado en más de una etapa.

**Descripción**

Los bombos tipo hormigonera pueden utilizarse en ciertas operaciones en la curtición de cueros y pieles. Esta técnica necesita cantidades más pequeñas de agua para obtener los mismos resultados. Los beneficios finales, si se comparan con los de métodos similares, permiten ahorrar mayores cantidades de agua respecto a los habituales procedimientos, y permiten reducir la generación de aguas residuales y los productos químicos necesarios.

**Procedimiento**

Se puede modificar el equipo para utilizar baños cortos, por ejemplo del 40-80% en lugar de los tradicionales que corresponden al 100-250%. Además de obtener un ahorro en el consumo de agua y de tiempo, se puede llegar también a ahorrar en productos químicos usados como salidas debido a una concentración más eficaz y a un incremento en la acción mecánica.

Además, si se combinan la técnica de lavado discontinuo con la de baños cortos, se puede ahorrar hasta un 70% del consumo de agua<sup>30</sup>.

<sup>30</sup> UNEP, *Tanneries and the Environment- A Technical Guide*, pg.37<sup>30</sup>

<b>Categoría</b>	Cambio de procedimiento
<b>Puntos a tener en cuenta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La temperatura superior de los productos en los bombos, debida a una mayor fricción y a un menor efecto refrigerante, no es siempre aceptable, desde el punto de vista técnico y quizá habrá que realizar ajustes adicionales.</li> </ul>

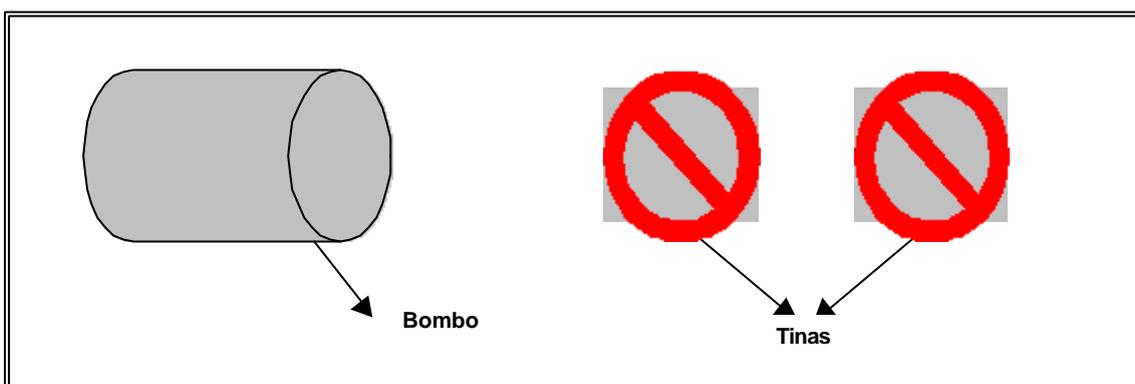


<b>Uso de sistemas de baños cortos</b>	
<i>Beneficios medioambientales</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción del consumo de agua;</li> <li>Reducción de la generación de aguas residuales;</li> <li>Reducción de productos químicos utilizados.</li> </ul>

<b>Método</b>	<b><u>Uso de bombos en lugar de tinas</u></b>
<b>Fase</b>	Se aplica en más de una etapa.
<b>Descripción</b>	<p>Los bombos rotatorios, al contrario que las tinas estáticas, necesitan una cantidad menor de agua para realizar el mismo procedimiento.</p> <p>Como los bombos giran mecánicamente, se necesita menos agua para conseguir los mismos resultados, obtenidos normalmente en periodos de tiempo superiores en molinetas o en tinas que suelen utilizar un 300-1000% de agua<sup>31</sup>.</p>
<b>Procedimiento</b>	Sustituir tinas por bombos en caso de que sea necesario.

<sup>31</sup> UNEP, *Tanneries and the Environment- A Technical Guide*, p37

<b>Categoría</b>	Cambio de procedimiento
<b>Puntos a tener en cuenta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se tiene que tener en cuenta que las molinetas y las tinajas son esenciales, a veces, en algunas etapas como pueden ser las del primer remojo de las pieles secas y en la curtición de las pieles de pelo largo o lana<sup>32</sup>.</li> </ul>



<b>Uso de bombos en lugar de tinajas</b>	
<i>Beneficios medioambientales</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción del consumo de agua;</li> <li>Reducción de la generación de aguas residuales;</li> <li>Reducción de productos químicos utilizados.</li> </ul>

#### **4.3 Métodos de prevención de la contaminación de buenas prácticas**

<b>Método</b>	<b><u>La gestión just-in-time</u></b>
<b>Fase</b>	General.
<b>Descripción</b>	La aplicación de esta estrategia permite disminuir las cantidades de productos químicos y de pieles y cueros almacenados. Se consigue, de esta manera, la reducción de olores y de accidentes debidos al excesivo almacenamiento de productos químicos y de pieles o cueros. No solamente se obtienen ventajas para el medio ambiente, sino que también se consigue un ahorro adicional limitando el almacenamiento disponible hasta llegar al que se necesita realmente.

<sup>32</sup> EP3, case #9, [http://www.emcentre.com/unepweb/tec\\_case/leather\\_19/](http://www.emcentre.com/unepweb/tec_case/leather_19/)

<b>Procedimiento</b>	Esta técnica se efectúa asegurándose de que los productos necesarios para la producción de curtido se reciben justo a tiempo y no se almacenan durante largos periodos de tiempo.
<b>Categoría</b>	Buenas prácticas.
<b>Puntos a tener en cuenta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asegúrese de que los proveedores realizan un seguimiento estricto de las necesidades de los clientes y de las materias primas disponibles. Esta estrategia optimizará y acortará el tiempo necesario para la producción del curtido y asegurará que las materias primas estén siempre disponibles cuando se necesiten.</li> </ul>

### **Gestión *just in time***

<i>Beneficios medioambientales</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de los olores nocivos.</li> </ul>
------------------------------------	--

<b>Método</b>	<b><u>Limpieza periódica para controlar problemas de olores</u></b>
<b>Fase</b>	General
<b>Descripción</b>	Si se aplican unas buenas prácticas en la limpieza periódica del equipo, se limitará el nivel de olores generados por la acumulación de residuos o por los vertidos de las aguas residuales...
<b>Procedimiento</b>	<p>Un ejemplo para aplicar este método consiste en adquirir un recolector del descarnado, bueno y eficaz, situado al lado de la máquina de descarnar. Este sistema dará lugar a una mejor recogida del descarnado gracias a la disminución del lavado innecesario y de la generación de olores.</p> <p>Asimismo, un lavado periódico del equipo reducirá los olores provocados por la acumulación de residuos o por los vertidos de aguas residuales...</p>
<b>Categoría</b>	Buenas prácticas

**Puntos a tener en cuenta**

- Hay que limpiar el equipo regularmente. Aunque la limpieza se deba realizar en determinados momentos, no debe, por ello, estorbar el trabajo de los empleados (por ej. la limpieza de la máquina de descarnado, cuando hay otros empleados trabajando al lado, puede provocar accidentes...)

### Limpeza periódica para controlar problemas de olores

*Beneficios medioambientales*

- Reducción de los olores nocivos.

<b>Método</b>	<b><u>Observar y controlar los usos del agua</u></b>
<b>Fase</b>	General.
<b>Descripción</b>	Se puede reducir hasta un 50% el consumo de agua y la generación de aguas residuales si se efectúa un buen mantenimiento y un control de los usos del agua.
<b>Procedimiento</b>	<p>Las medidas para el ahorro del agua incluyen una serie de etapas que se deben tener en cuenta para reducir las descargas contaminantes en las instalaciones de curtidos.</p> <p>Consiste, sobre todo, en mantener un control estricto de las operaciones de la instalación para evitar pérdidas accidentales en el procesamiento de los lotes de productos químicos y se deberá supervisar la red de escapes, asegurar las reparaciones que deban realizarse y el mantenimiento adecuado. También favorece el ahorro el efectuar un control para asegurar la reducción de la suciedad en las áreas de producción.</p> <p>De esta manera, se evitarán lavados innecesarios.</p> <p>Conviene lavar a puerta cerrada y en discontinuo.</p> <p>También se supervisar la suciedad del material en el proceso. Se pueden tener en cuenta otras medidas para reducir el uso del agua, como la utilización de nuevas</p>

	tecnologías de control, diseñadas para reducir el consumo del agua con controladores de los niveles de líquido, indicadores de corrientes, el control de la dureza del agua y válvulas automáticas para cortar el paso del agua.
<b>Categoría</b>	Buenas prácticas
<b>Puntos a tener en cuenta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El control adicional de los procesos debería limitarse a las verificaciones necesarias.</li> </ul>

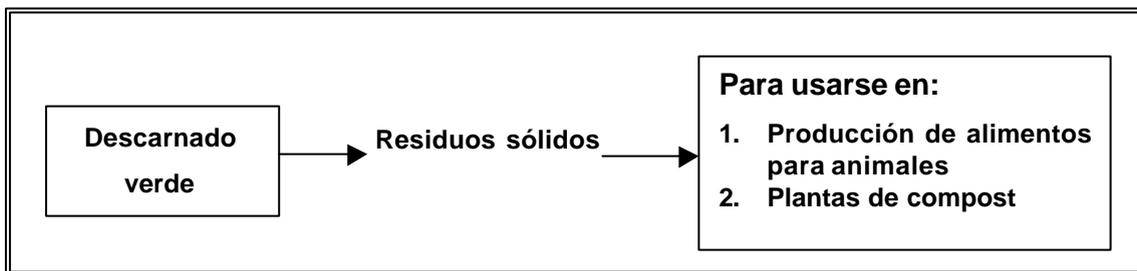


<b>Observar y controlar el procesamiento de las aguas</b>	
<i>Beneficios medioambientales</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción del consumo de agua;</li> <li>• Reducción de la generación de aguas residuales.</li> </ul>

**4.4 Mejora de los resultados de las instalaciones externas complementarias**

<b>Método</b>	<b><u>Reutilización de subproductos del descarnado en verde</u></b>
<b>Fase</b>	Descarnado verde.
<b>Descripción</b>	Se pueden volver a utilizar los subproductos del descarnado verde como materias primas en otras industrias. Por ejemplo, en el sector de los piensos para animales, y para la obtención de grasas. Esta alternativa reducirá la cantidad total de residuos sólidos generados en las tenerías.
<b>Procedimiento</b>	Los residuos sólidos generados en el descarnado verde no contienen, normalmente, ningún producto químico y pueden utilizarse como materia prima en la industria de la alimentación para animales, y para la obtención de grasas industriales.

<b>Categoría</b>	Recuperación de material
<b>Puntos a tener en cuenta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para maximizar la calidad de la materia prima, se deben separar los residuos sólidos necesarios para la industria de la alimentación de los animales de los residuos generados en otras etapas (por ej. recortes con cromo, arena, otros desperdicios...);</li> <li>• Se puede conseguir un método de bajo coste para la recogida de todo el descarnado verde que minimice los gastos de transporte. Otra alternativa es ubicar la instalación para los piensos para los animales lo más cerca posible de las industrias de curtidos.</li> </ul>



<b>Reutilización de subproductos del descarnado en verde</b>	
<i>Beneficios medioambientales</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de los residuos sólidos;</li> <li>• Reducción de los residuos sólidos peligrosos.</li> </ul>

<b>Método</b>	<b><u>Reciclaje de residuos para producción de fertilizantes</u></b>
<b>Fase</b>	Aplicada en más de una etapa.
<b>Descripción</b>	Los subproductos generados en el descarnado pueden reutilizarse para otros fines. Esta medida limitaría la cantidad total de residuos sólidos.
<b>Procedimiento</b>	<p>Algunos residuos sólidos del curtido pueden tener propiedades útiles que podrían mejorar la calidad del suelo.</p> <p>Por lo tanto, ciertos residuos sólidos pueden usarse como fertilizantes en el sector agrícola.</p>
<b>Categoría</b>	Recuperación de material

- Puntos a tener en cuenta**
- Para maximizar la calidad de la materia prima, se separan los residuos sólidos requeridos por la industria de los fertilizantes de los otros tipos de residuos generados en otras etapas y que no se necesitan (por ej. rebajaduras con cromo, recortados con cromo...);
  - Se puede disponer de un sistema de bajo coste para la recogida de los residuos sólidos a fin de minimizar los costes de transporte. Otra alternativa consistiría en ubicar la instalación de los fertilizantes lo más cerca posible de las industrias del curtido;
  - Debido a la posible descomposición de los subproductos del descarnado, la conservación de estos residuos sólidos podría causar algunos problemas si no se utilizan rápidamente.

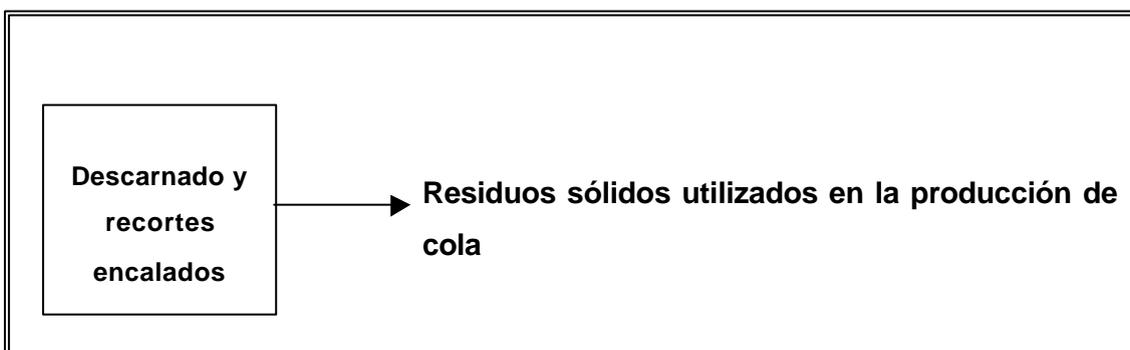


**Reciclaje de residuos para producción de fertilizantes**

- Beneficios medioambientales*
- Reducción de los residuos sólidos.

<b>Método</b>	<b><u>Recuperación de carnazas y recortes encalados</u></b>
<b>Fase</b>	Descarnado.
<b>Descripción</b>	Otra opción para limitar el nivel de residuos sólidos generados en el curtido consistiría en recuperar las carnazas y los recortes encalados para la producción de cola y grasa.
<b>Procedimiento</b>	Los productores de cola pueden utilizar el descarnado y los recortes generados después del pelambre como materia prima para la producción de cola y grasa.

<b>Categoría</b>	Recuperación de material
<b>Puntos a tener en cuenta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para maximizar la calidad de la materia prima, se tiene que separar los residuos sólidos para la industria de la cola de los otros residuos generados en las otras etapas (por ej. recortes con cromo, y otros desperdicios como las rebajaduras...);</li> <li>• Se puede disponer de un sistema barato para la recogida de todo el descarnado y los recortes encalados para minimizar los costes de transporte. Hay otra alternativa que se basa en ubicar la instalación de producción de cola lo más cerca posible de las industrias del curtido.</li> </ul>



#### Recuperación de carnazas y recortes encalados

<i>Beneficios medioambientales</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de los residuos sólidos;</li> <li>• Reducción de los residuos sólidos peligrosos.</li> </ul>
------------------------------------	---

<b>Método</b>	<b><u>Recuperación de las rebajaduras y recortes con cromo</u></b>
<b>Fase</b>	Curtición.
<b>Descripción</b>	Los residuos sólidos generados en el rebajado y en el recorte del cromo pueden guardarse y luego utilizarse como materia prima para la industria del cuero regenerado.
<b>Procedimiento</b>	Los fabricantes de la industria de cuero regenerado pueden reciclar las rebajaduras y los recortes originados en la producción de curtido de las pieles. Los subproductos son

las materias primas para la fabricación de regenerados de cuero que podrán utilizarse a su vez en la producción de tacones de zapatos, de plantillas de zapatos, de cinturones, y para la encuadernación de libros...

**Categoría** Recuperación de material

- Puntos a tener en cuenta**
- Para maximizar la calidad de la materia prima, se debe separar los residuos sólidos necesarios para la industria relacionada con el cuero de los otros tipos de residuos generados en las demás etapas (por ej. descarnado, recortado después del descarnado, arena, otros desperdicios...)
  - Deberá haber un sistema de bajo coste para la recogida de todos los residuos sólidos con cromo para minimizar los gastos de transporte. Existe otra alternativa consistente en ubicar la instalación de la industria relacionada con el cuero lo más cerca posible de las industrias del curtido.



**Recuperación de las rebajaduras y recortes con cromo**

- Beneficios medioambientales*
- Reducción de los residuos sólidos;
  - Reducción de los residuos sólidos y peligrosos.

#### 4.5 Tabla Resumen

Según el procedimiento seleccionado, esta tabla muestra las principales reducciones de:										
Proceso	Consumo agua	Generación aguas residuales	Olores nocivos	Contaminación atmosférica	Gases peligrosos	Residuos sólidos	Residuos sólidos peligrosos	Prod.Químicos utilizados	Prod.químicos en efluentes	Ahorro
Controles dentro de la planta y cambios de proceso										
Uso de pieles y cueros recién arrancados	✓	✓							✓	✓
Conservación sin sal y sin prod. químicos	✓	✓						✓		
Sacudido de pieles saladas	✓								✓	
Introducción del descarnado verde	✓	✓					✓		✓	✓
Pelambre con recuperación de pelo	✓	✓					✓		✓	
Reutilización de aguas residuales del pelambre	✓	✓						✓		
Separación de los baños residuales del calero					✓					
Reciclaje de alta tecnología de sulfuro	✓	✓	✓						✓	✓
Segregación de los sulfuros de los efluentes			✓						✓	✓
Serrajes vacunos encalados	✓	✓					✓		✓	✓
Reducción del amonio en el desencalado			✓				✓		✓	
Recuperación/sustitución en el desengrase		✓						✓	✓	✓
Reducción de las sales en el piquelado	✓	✓						✓	✓	✓
Reciclaje de los licores en el pickel	✓	✓						✓	✓	✓
Uso del cromo trivalente							✓		✓	
Técnica puntera en el agotamiento del cromo	✓	✓					✓		✓	✓
Sustitución del cromo							✓		✓	
Precipitación y recuperación del cromo							✓	✓	✓	✓
Reutilización del cromo	✓	✓						✓	✓	✓
Wet-white							✓		✓	
Reciclaje de licores del curtido vegetal	✓	✓						✓	✓	✓
Reciclaje de los licores del escurrido	✓	✓						✓	✓	✓
Minimizar los efluentes recurtidos		✓							✓	
Uso de la célula fotoelectrica en pulverizadores			✓	✓						✓
Reducción del COV usando lacas acuosas			✓	✓						
Determinación del peso correcto	✓	✓						✓	✓	✓
Agitados de pieles saladas	✓								✓	
Utilización del método de baños cortos	✓	✓						✓		✓
Utilizar bombos en lugar de tinas	✓	✓						✓		✓
Control de la humedad	✓	✓					✓		✓	✓
Buenas prácticas										
La gestión <i>just in time</i>			✓							✓
Buenas prácticas para la reducción de olores			✓							✓
Control del procesamiento del agua	✓	✓								✓
Instalaciones externas										
Reutilización de carnazas en verde						✓	✓			✓
Recuperación de los residuos sólidos encalados						✓	✓			✓
Reciclaje de los residuos en fertilizantes						✓				✓
Recuperación de residuos sólidos con cromo						✓	✓			✓

Es importante considerar que algunas alternativas para la prevención de la contaminación, indicadas anteriormente, pueden suponer un ahorro que dependerá del reglamento sobre el medio ambiente del país.

La lista de las diferentes soluciones para la prevención de la contaminación no es exhaustiva. Las investigaciones están orientadas a mejorar los resultados del equipo disponible o a convertir la producción de curtidos en una industria ecológica.

Este estudio ha tenido en cuenta algunas de las principales soluciones para prevenir la contaminación pero, si se desea obtener más información, existe otra documentación (por ej. BLC Journal, Journal of the American Leather Chemical Association,...) que abarca los últimos descubrimientos y otros desarrollos en la industria del curtido.

A continuación, se indican otros ejemplos sobre las opciones para prevenir la contaminación que no han sido nombrados anteriormente:

- Conservación a corto plazo. Se utiliza CO<sub>2</sub> nieve fundida-hielo para reducir el uso de sal o de productos químicos en la etapa del curado.
- Uso de pistolas sin aire tipo airless para reducir COV.
- Aplicación de pistolas atomizadoras con un volumen alto y presión baja (HVLP) para reducir COV.

#### **4.6 Prevención de la contaminación-Estudios de casos económicos**

Los siguientes estudios de casos muestran algunos ejemplos de tenerías de algunos países del Mediterráneo que han aplicado algunas de las medidas mencionadas anteriormente para prevenir la contaminación. Estos casos prácticos ofrecen también algunos datos económicos que corresponden a los beneficios obtenidos con la aplicación de las opciones para la prevención de la contaminación.

Sin embargo, es necesario analizar con sumo cuidado los siguientes casos debido a que los beneficios económicos varían considerablemente de un país a otro a causa de los diferentes costes de las materias primas, de la energía utilizada, de la mano de obra... Además de las variaciones en los costes, algunos PAM (Plan de Acción para el Mediterráneo) de estos países (por ej. España, Francia, Italia...) aplican normas estrictas sobre el medio ambiente: obligan al propietario de la tenería a pagar una multa en caso de no cumplir las leyes sobre el medio ambiente. Si se tiene en cuenta la presencia de estas multas medioambientales, algunas medidas para prevenir la contaminación serán más rentables en algunos países que en otros.

De todas maneras, se considera que la puesta en práctica de estas medidas representa, en la mayoría de los casos, un éxito tanto a nivel de la contaminación, como por la mejora de la calidad y regularidad del producto, y desde el punto de vista económico.

Además, la correcta aplicación de estas medidas puede dar lugar a un recorte sustancial en los gastos correspondientes a la instalación obligatoria de plantas de tratamiento a final de línea.

### **Líbano Batanado de cueros salados**

#### **Antecedentes**

A fin de valorar el impacto medioambiental de la actividad de la curtición en el Líbano, se realizó una auditoría en una instalación libanesa, mediana y típica. La instalación auditada, que trataba alrededor de 250 toneladas de pieles al año (el 80% corresponde a cueros y el 20% restante a pieles de animales pequeños) utilizaba el proceso de curtición con cromo para la producción del cuero. Esta tenería realizaba todo el proceso, desde la etapa del remojo hasta el recurtido y las etapas del acabado. Sin embargo, las operaciones del curtido se llevaban a cabo, en gran medida, sin tener en cuenta el medio ambiente. Esta situación dio lugar a toda una serie de protestas por parte de los vecinos y a la consiguiente preocupación por parte del Ministerio del Medio Ambiente Libanés sobre la contaminación y los olores que se generaban. Finalmente, tomando como base el estudio de la auditoría de la tenería, se extrajeron unos datos para la totalidad del sector del curtido libanés (que trata diariamente alrededor de 1.000 cueros).

### **Principios para la producción más limpia**

- Sacudido de cueros salados;
- Reciclaje de las aguas residuales.

### **Aplicación de la producción más limpia**

Consiste en sacudir los cueros para reducir la cantidad de sal adherida en las pieles durante el curado. En función de lo experimentado, con estas medidas para prevenir la contaminación se pueden reducir hasta un 40% los residuos de cloruros en el lavado. De este modo, los efluentes con estas características, previo control bacteriológico y de concentración salina, puedan volverse a utilizar fácilmente después de una sencilla criba como es el caso del agua de alimentación para el remojo y el lavado de nuevas series. La aplicación de esta medida no presupone la compra de un equipo caro, ni una instalación complicada. Esta medida para la prevención de la contaminación puede aplicarse directamente en cualquier instalación de curtidos.

### **Beneficios medioambientales y económicos**

- Reducción del consumo de agua;
- Reducción de la generación de aguas residuales;
- Reducción de la salinidad de los efluentes del remojo y del lavado.

A continuación, aparecen los datos económicos correspondientes a las posibles inversiones y el ahorro que se puede obtener al aplicar este método:

- Aproximadamente un 500% en el ahorro de agua (por ej. se puede ahorrar 5 litros por cada kg. de cuero salado si el agua del lavado se recicla y se vuelve a utilizar).
- Producción 1.000 cueros / día (en promedio 35 kg/cuero), el precio de 1 m<sup>3</sup> /día de agua representa 141,12 E/año.

## Costes

Equipo	Precio
Filtros para la criba	705,6 E
Depósito	3.087 E
Bomba de centrifugado	441 E
Instalación de cañerías	0 E
Total (nuevo)	4.233,6 E

## Ahorro

$(35\text{kg} \times 1.000 \text{ cueros} \times 5 \text{ litros} \times 141,12) / 1.000 = 24.696 \text{ E/año}$

Periodo de retorno de la inversión:  $12 \text{ meses} / (24.696 / 4.800) = 2 \text{ meses}$

## Restricciones

No se indican restricciones importantes.

## Líbano Descarnado en verde

### Antecedentes

Ver caso anterior.

### Principio de producción más limpia

- Cambio de proceso.

### Aplicación de la producción más limpia

La aplicación del “descarnado verde” antes del pelambre reducirá cerca de un 18% el peso de los cueros. Se puede utilizar la carnaza resultante para fines agrícolas (por ej. alimento para animales, acondicionador del suelo...) y se podrá ahorrar al mismo tiempo en productos químicos y en agua. La aplicación de esta medida de prevención de la contaminación supondrá la compra de una máquina de descarnado

verde para llevar a cabo el descarnado antes del pelambre. El tratamiento de la carnaza debe separar la grasa de la proteína.

### **Beneficios medioambientales y económicos**

Un ahorro de agua y de productos químicos del 18 % gracias a la reducción del peso.

### **Costes**

Pueden haber grandes diferencias en los costes, en el caso de que se adquiriera una máquina de descarnado verde nueva o en el caso en que se compre una usada. Sin embargo, la adquisición de una máquina de segunda mano ronda los 66.150 E.

### **Ahorro**

Cantidad de materia prima utilizada:

2,3 % sulfuro sódico utilizado (precio 352,8 E /tonelada); 3,6 % cal utilizada (precio 105,84 E /tonelada)

El precio de 1m<sup>3</sup>/día de agua es de 141,12 E /año

La producción es de 1.000 cueros/día (con un promedio de 35 kg/cuero)

500 % agua necesaria para el pelambre

Sulfuro sódico: (2,3% cantidad utilizada de sulfuro sódico x 352,8 E x 35 toneladas x 250 días) x 18% (reducción total del peso) = 12.789 E/año

Cal: (3,6% cantidad utilizada de cal x 105,84 E x 35 toneladas x 250 días) x 18% (reducción total del peso) = 5.997,6 E/año

Agua: (35 toneladas x 5 x 141,12 E) x 18% = 4.445,28 E/año

La recuperación aproximada del valor de la antigua máquina de descarnar: 4.410 E

Precio en caso de venta de la carnaza verde (1.575 toneladas/año): no disponible

Periodo aproximado de retorno de la inversión (Precio - Valor de recuperación)/(ahorro anual) = (66.150 - 4.410) / (12.789+ 5.997,6 + 4.44,28) = 2.6 años

## **Restricciones**

No se ha indicado ninguna.

## **Líbano Determinación correcta de los pesos**

### **Antecedentes**

Según una auditoría realizada en una tenería libanesa, se demostró que los productos químicos y el agua se utilizaban en exceso, en el proceso de curtición, debido a un peso incorrecto. La instalación auditada trató cerca de 350 toneladas de cuero salado en un año.

### **Principio de producción más limpia**

- Cambio de proceso.

### **Aplicación de la producción más limpia**

Para poder aplicar estrictamente las necesidades correctas de productos químicos en la producción del cuero, los curtidores deberían utilizar lo más a menudo posible una báscula durante el proceso de curtición. Si se pesan adecuadamente los cueros y los productos químicos, los curtidores podrían evitar el exceso de consumo de materias auxiliares (por ej. de productos químicos o de agua).

### **Beneficios medioambientales y económicos**

- Al limitar el uso de productos químicos y de agua a los valores teóricos requeridos, los curtidores podrán conseguir un ahorro significativo y llegarán a reducir el nivel de contaminación de sus actividades de curtición.
- Reducción del consumo de agua
- Reducción de la generación de aguas residuales
- Reducción del uso de materias primas
- Reducción de las cargas contaminantes
- Mejor calidad del producto

## Costes

Báscula apropiada 1764 E

## Ahorro

La auditoría mostró que existían algunas diferencias entre los datos teóricos dados al principio por el curtidor y los datos reales correspondientes a la cantidad total de productos químicos utilizados. El ahorro total por producto químico utilizado se muestra en la tabla inferior teniendo en cuenta que la tenería trató 350 toneladas de cueros en un año. El ahorro en agua no se ha incluido debido a que la tenería tenía acceso gratuito a la fuente del agua. La última columna representa la diferencia en porcentajes.

Producto	Práctico%	Teórico%	Ahorro
Cal	3,6	3	222,26 E
Cloruro amónico	2,4	2	648,27 E
Metabisulfito sódico	0,79	0,3	831,72 E
Ácido fórmico	0,82	0,7	277,83 E
Ácido sulfúrico	1,05	0,8	192,27 E
Formiato sódico	1,6	1,2	648,27 E
Ahorro total anual			2.820,62 E

Si el precio de 1 tonelada de cal es 105,84 E, el ahorro para 350 toneladas será de:  
 $(6\% - 3\%) \times 350 \text{ toneladas} \times 105,84 \text{ E} = 222,264 \text{ E}$

Precio de 1 tonelada de cloruro amónico 463,05 E

Precio de 1 tonelada de metabisulfito sódico 485,1 E

Precio de 1 tonelada de ácido fórmico 661,5 E

Precio de 1 tonelada de ácido sulfúrico 220,5 E

Precio de 1 tonelada de formiato sódico 463,05 E

Inversión inicial = 1764 E y el ahorro anual = 2.822,4 E, entonces el periodo de retorno de la inversión = 7,5 meses.

## **Restricciones**

Los precios indicados arriba de los productos químicos pueden ser distintos de un país a otro, de modo que la cantidad total de ahorro que se pueda conseguir puede variar.

## **Túnez Reutilización del cromo en la curtición del cuero**

### **Antecedentes**

El caso siguiente se basa en el proyecto EP3<sup>33</sup>.

La instalación auditada es una tenería de Túnez que produce cuero a partir de las pieles de ovino y de caprino.

La instalación curte, aproximadamente, 600.000 pieles de ovejas al año y curte, periódicamente, pieles de cabras.

En el momento de la valoración de la producción más limpia (P+L), ya existían algunos problemas de contaminación como la generación de sulfuros, los vertidos de cromo desmesurados, el excesivo volumen de efluentes, la ineficaz fijación del cromo y el mal uso de productos colorantes. Además, el tratamiento previo de las aguas residuales de la empresa no funcionaba adecuadamente y se originaban vertidos de aguas residuales que sobrepasaban lo indicado por la ley.

### **Principio de producción más limpia**

- Recuperación, reutilización y reciclaje.
- Modificación del proceso.
- Buenas prácticas.

### **Aplicación de la producción más limpia**

---

<sup>33</sup> *Reciclaje y recuperación del cromo en la industria del cuero*, [http://www.emcentre.com/unepweb/tec\\_case/leather\\_19/recovery/r1.htm](http://www.emcentre.com/unepweb/tec_case/leather_19/recovery/r1.htm), EP3

La valoración de la P+L aportó cuatro soluciones que podían suponer beneficios significativos para el medio ambiente y la economía. Las soluciones, que se siguen actualmente, son las siguientes:

- Reciclar el efluente con cromo con la adición de un tercio de los requisitos iniciales para reducir el vertido de cromo en las aguas residuales. Para conseguirlo se debe construir una tina en la que se bombeará el baño del curtido después de la criba. Se puede utilizar esta solución cinco veces antes de verterla;
- Reciclar la solución negra de tinte usada, con la adición de la mitad de lo requerido inicialmente para reducir el vertido de tinte en las aguas residuales. Se conseguirá mediante la instalación de depósitos, de cañerías y de los filtros necesarios para el reciclaje;
- Aumentar la temperatura y el control del pH de los baños de curtido para incrementar la fijación de cromo en los cueros. Se consigue arreglando el calentador para calentar el baño del curtido y estableciendo, para cada baño, una temperatura digital y constante y un control del pH final de la operación;
- Separar las aguas residuales del pelambre y del lavado del resto de aguas residuales **ácidas** para eliminar la generación de sulfuros mediante la construcción de un colector que conduzca las aguas residuales del pelambre y del lavado. Se oxidan los sulfuros.

### **Beneficios medioambientales y económicos**

Las soluciones de P+L reducen la cantidad de emisiones tóxicas de productos químicos. La cantidad de aguas residuales tratada disminuye un 8,5% (2.000 m<sup>3</sup> por año); las descargas de sales tóxicas de cromo, en un 55% y las de los baños de tinte en un 25%. El aislamiento de los conductos de vertidos incompatibles para ser tratados separadamente permite a la depuración previa operar de una manera más eficaz y evita la generación de olores desagradables y de sulfuro de hidrógeno gaseoso tóxico.

### **Costes y ahorro**

En su conjunto, la aplicación del proyecto de P+L supondrá un ahorro anual de 86.436 E respecto a una inversión total del orden de 22.050 E. Más concretamente, se espera que el reciclaje de efluentes usados con cromo dé lugar a un beneficio

económico en el primer año de 37.044 E, mientras que la inversión necesaria habrá sido de sólo 4.410 E. La aplicación de las soluciones también provocará una mejora en la productividad y un aumento en la calidad de los productos.

### **Restricciones**

Ninguna.

## **Grecia Recuperación del cromo y reciclaje en la industria del cuero**

### **Antecedentes**

El caso explicado a continuación se basa en un proyecto EP3<sup>34</sup>.

Este proyecto se llevó a cabo para que una instalación de curtidos ubicada cerca de Atenas (Grecia) pudiera cumplir con los límites en los vertidos estándar de cromo trivalente ( $\text{Cr}^{3+}$ ) ya que los nuevos límites de vertidos en el medio ambiente fijaron el vertido de  $\text{Cr}^{3+}$  a un nivel bajo: 2mg/litro en aguas residuales.

La instalación auditada produce un curtido para empeine de buena calidad de las pieles de vacuno y trata 2.200 toneladas por año.

### **Principio de producción más limpia**

- Recuperación, reutilización y reciclaje del  $\text{Cr}^{3+}$

### **Aplicación de la producción más limpia**

La tecnología desarrollada incluye la recuperación del  $\text{Cr}^{3+}$  de los licores utilizados en la tenería y su reutilización.

La curtición de cueros se lleva a cabo con sulfato básico de cromo,  $\text{Cr}(\text{OH})\text{SO}_4$ , con pH 3,5 - 4,0. Después de la curtición, se vierte la solución por gravedad en una tina de recolección. Se criba el licor durante su traslado para sacar las partículas y las

---

<sup>34</sup> Desencalado con  $\text{CO}_2$ , [http://www.emcentre.com/unepweb/tec\\_case/leather\\_19/material/m2.htm](http://www.emcentre.com/unepweb/tec_case/leather_19/material/m2.htm), EP3

fibras que provienen de los cueros. Luego se bombea el licor en una cuba de tratamiento y se añade una cantidad calculada de óxido de magnesio con un agitador hasta obtener un pH 8, como mínimo. Se para el agitador y el cromo se precipita en un fango compacto de  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ . Después de decantar, el líquido limpio se vierte. El fango que queda se disuelve añadiendo una cantidad determinada de ácido sulfúrico concentrado ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) hasta alcanzar un pH 2,5. Ahora el líquido contiene  $\text{Cr}(\text{OH})\text{SO}_4$  y se bombea de nuevo en una cuba de almacenamiento para su reutilización.

En los procesos tradicionales de curtición al cromo, el 20 - 40% del cromo usado se vierte a las aguas residuales. Con el nuevo procedimiento, el 95 - 98% del vertido de  $\text{Cr}^{3+}$  puede ser reciclado.

### **Beneficios medioambientales y económicos**

Los beneficios del proyecto incluyen:

- Una mayor calidad del producto;
- Un contenido de cromo más reducido en los residuos de los efluentes.

### **Costes**

Para la tenería auditada, que posee una capacidad de reciclaje del cromo de  $12\text{m}^3/\text{día}$ , los costes aproximados fueron los siguientes:

Inversión de capital	35.280 E
Coste de operación	26.636,4 E/año
Total	61.916,4 E/año

### **Ahorro**

Ahorro 65.047,5 E/año

El periodo de retorno de la inversión fue:  $12 / (65.047,5 / 61.916,4) = 11$  meses.

### **Restricciones**

En principio, esta tecnología resulta económica únicamente para plantas de recuperación de cromo que traten más de 1,7 m<sup>3</sup>/día.

## **Francia Desencalado con CO<sub>2</sub>**

### **Antecedentes**

El caso explicado a continuación se basa en un proyecto EP3<sup>35</sup>. Este caso muestra la disminución del amoniaco residual usado en una tenería en Francia. La tenería produce 80 toneladas al mes y utiliza 1,5 toneladas de sulfato amónico mensuales en forma de sal de desencalado.

### **Principio de producción más limpia**

- Sustitución de material;
- Modificación del proceso y del producto.

### **Aplicación de la producción más limpia**

De este estudio práctico se desprende que utilizando un desencalado que use anhídrido carbónico se reduce el cromo residual en el proceso de curtición. El equipo definitivo se estableció teniendo en cuenta las pruebas satisfactorias realizadas en 1.990, mediante una operación semi-industrial de varios meses. Las pruebas que se llevaron a cabo, fueron las siguientes:

1. Desencalado en la fabricación de guantes con solución amoniacal
2. Desencalado en la fabricación de guantes con gas carbónico; (ambos seguidos de un piquelado idéntico en dos batanes diferentes)
3. Desencalado de piel de empeine para calzado con solución amoniacal
4. Desencalado de piel de empeine para calzado con gas carbónico después de un desencalado previo de 20 minutos con sales (continuación en el piquelado dentro del mismo batán)

Los resultados obtenidos muestran lo siguiente:

---

<sup>35</sup> Segregación de residuos para la producción de fertilizantes, [http://www.emcentre.com/unepweb/tec\\_case/leather\\_19/process/p3.htm](http://www.emcentre.com/unepweb/tec_case/leather_19/process/p3.htm), EP3

El procedimiento 2. mejora la superficie del producto final, y facilita el esmerilado y el pulido de los cueros debido a la acción de las burbujas de gas.

El procedimiento 4. mejora la flexibilidad del cuero pero requiere un cuidadoso secado, con pasting o al vacío, para conseguir una superficie uniforme.

El cromo trabaja mejor con el gas carbónico que con las sales.

### **Beneficios medioambientales y económicos**

El proyecto supuso los siguientes beneficios:

- Una mejora en la fiabilidad del procedimiento, (por ejemplo, se comprobó que el exceso de CO<sub>2</sub> se toleraba bien en la operación del sistema);
- La posibilidad de la automatizar el suministro de gas;
- Una mejora en la calidad del cuero;
- Una mejora de la imagen de la empresa;
- La supresión de residuos de nitrógeno, como anticipo a futuras directrices;
- La eliminación de los productos de desencalado (ácido cítrico y éster)
- Una reducción de los niveles de contaminación.

### **Costes y ahorro**

El coste de la inversión directa para la alimentación de CO<sub>2</sub> rondaba los 17.640 E en 1.993. A pesar de esta inversión, se consiguió un ahorro en los costes gracias a la eliminación de 1,5 toneladas/mes de sales de amonio.

### **Restricciones**

La entrada discontinua de gas puede dar lugar a la formación de carbonato. Se debería añadir bisulfito para evitar la formación de H<sub>2</sub>S.

## **Italia Segregación de residuos para la producción de fertilizantes**

### **Antecedentes**

El caso explicado a continuación se basa en un proyecto EP3<sup>36</sup>. Este caso práctico muestra un cambio de diseño en un componente del proceso, que dio lugar a una notable modernización del conjunto del proceso de fabricación. Se ha convertido un procedimiento intrínsecamente contaminante en un proceso limpio. Este procedimiento se aplicó a un grupo de empresas italianas dedicadas a la curtición del cuero.

### **Principio de producción más limpia**

- Modificación del proceso;
- Recuperación de los subproductos.

### **Aplicación de la producción más limpia**

Este proceso necesitaba el diseño de un nuevo bombo giratorio que tuviera una circulación continua y externa de productos químicos. De este modo, se necesitaría una cantidad menor de productos químicos como salida. Finalmente, se obtuvo la producción más limpia a través de los siguientes procedimientos de depilado:

1. Pretratamiento de los cueros con sulfhidrato sódico en el remojo.
2. Tratamiento con hipoclorito cálcico para el pelambre con sulfhidrato sódico.
3. Incorporación de hidróxido sódico para aumentar el pH.

Este procedimiento del depilado permite que se separe el pelo sin disolver. Luego se recupera por medio de una filtración que dará lugar a una reducción del fango y facilitará la una utilización más extensa del pelo para la producción de fertilizantes orgánicos.

La investigación en curso busca las posibles sustituciones de productos químicos por enzimas dentro del proceso y establece los deshidratadores especiales para mejorar la calidad de los fertilizantes orgánicos.

---

<sup>36</sup> THE PROJEKT HIDRO, *Preparatory Assistance in the Treatment of Tannery Waste in Zablatani-*

## **Beneficios medioambientales y económicos**

Los principales beneficios de la producción más limpia son los siguientes:

- La reducción de los productos químicos necesarios en el proceso da lugar a la conservación de material y a la minimización del residuo tratado. En la primera etapa del proceso de curtición del cuero (depilado y lavado), la utilización de un bombo giratorio diseñado recientemente que requiere un mantenimiento menor, reduce la cantidad de productos químicos necesarios. De ahí que reduzca los costes totales de las operaciones:
- El ahorro de costes debido a la disminución de productos químicos;
- El reciclaje de pelo para su posterior aplicación en la agricultura como fertilizantes orgánicos reduce el fango que debe ser tratado y vertido. Se pretende conseguir una reducción del fango de hasta un 45%. Se estima que la producción italiana de fango es de 1300-1500 toneladas al día. La aplicación de esta tecnología podría reducir el fango a un nivel aproximado de 600-700 toneladas/día. A pesar de la falta de claridad del documento de origen, se da por sentado que el proceso permite la conversión de un material residual desechable (fango de pelo) en un producto (fertilizante) que puede usarse con éxito en la agricultura;
- El incremento de la esperanza de vida de las instalaciones de vertidos;
- La mejora del ciclo del nitrógeno da lugar a lavados más reducidos.

## **Costes y ahorro**

Los costes totales de explotación y de mantenimiento pueden desglosarse de la siguiente manera:

- El coste total aproximado del proceso de curtición del cuero es de 0,3528 E/kg
- El coste aproximado del tratamiento de residuos (con la tecnología tradicional) es de 0,11466 E/kg
- El coste aproximado del tratamiento de residuos (nueva tecnología) es de 0,0882 E/kg

- La reducción total de los costes fue de un 8% mientras que la reducción del coste del tratamiento de residuos disminuyó en un 25%.

## Restricciones

Ninguna.

## **Siria Pelambre de cueros en bombos**

### Antecedentes

Un estudio de investigación realizado en Siria mostró que la mayoría de las tenerías sirias seguían utilizando molinetas y tinas para su proceso de curtición<sup>37</sup>.

### Principio de producción más limpia

- Cambio de proceso.

### Aplicación de la producción más limpia

Aunque el espacio disponible de las instalaciones de curtido sea muy limitado, se debería alentar a los curtidores a cambiar el sistema antiguo y tradicional del pelambre (con la utilización de tinas y de molinetas) por técnicas más modernas basadas en la utilización del bombo.

### Beneficios medioambientales y económicos

- Reducción de las aguas residuales
- Reducción de los productos químicos utilizados (una disminución de hasta un 50% en la cantidad de sulfuro sódico encontrado en los efluentes).

### Costes

Gastos correspondientes a la compra y a la instalación de un nuevo bombo.

### Ahorro

El estudio demuestra que si se realiza el pelambre en el bombo en lugar de hacerlo en tinas o en molinetas, la cantidad de sulfuro sódico en los efluentes disminuirá

---

<sup>37</sup> Auditoría de prevención de la contaminación en una tenería de piel de ovino, [http://www.emcentre.com/unepweb/tec\\_case/leather\\_19/material/m5.htm](http://www.emcentre.com/unepweb/tec_case/leather_19/material/m5.htm), EP3

alrededor de un 50%. Esta disminución supone también una reducción del 50% en la utilización de productos químicos por parte de los curtidores y esto afectará directamente al ahorro.

La cantidad ahorrada dependerá, en gran medida, del precio de los bombos y de los productos químicos que se necesiten en el proceso. De todas maneras, el periodo de recuperación de la inversión no tendría que ser muy largo en el caso de que los bombos se fabriquen en el mismo lugar.

### **Restricciones**

Las siguientes restricciones aparecen justo en la zona en la que se llevó a cabo la investigación:

- Falta de disponibilidad de energía eléctrica en la zona de estudio;
- Falta de recursos financieros suficientes en la zona del estudio;
- Falta de disponibilidad de espacio en la zona del estudio;

Las restricciones anteriores se dan únicamente en Siria. En otros países donde hay una mayor disponibilidad de espacio o donde se plantea la reubicación de la industria del curtido, se debería fomentar en gran medida el uso de los bombos, aunque esta medida suponga iniciar una inversión adicional. Esta medida podría resultar muy económica y ecológica a largo e, incluso, a medio plazo.

## **Países en vías de desarrollo Auditoría en una tenería de pieles de ovino**

### **Antecedentes**

El caso explicado a continuación se basa en un proyecto EP3<sup>38</sup>. Se ha realizado una evaluación medioambiental en una tenería de pieles de ovino. La finalidad de este estudio es el poder identificar acciones que puedan:

- Reducir el volumen de tóxicos, de materias primas y de energía utilizados en el proceso de fabricación;

---

<sup>38</sup> Auditoría de prevención de la contaminación en una tenería de piel de ovino, [http://www.emcentre.com/unepweb/tec\\_case/leather\\_19/material/m5.htm](http://www.emcentre.com/unepweb/tec_case/leather_19/material/m5.htm), EP3.

- Demostrar el valor medioambiental y económico de los métodos para la prevención de la contaminación en las industrias del curtido,
- Mejorar el rendimiento de las operaciones y aumentar la calidad del producto.

La instalación es una tenería que produce cuero a partir de pieles de ovino y de caprino. La instalación curte aproximadamente 2.000 pieles de ovino al día, que supone un total de 600.000 pieles en un año. Entre el 90% y el 95% de la producción anual de pieles corresponde a pieles de ovino para la confección y el resto corresponde a pieles de caprino para calzados. Los residuos generados por la tenería provienen de las pieles y de los productos químicos utilizados en la producción. La instalación suministra *in situ* un tratamiento previo de los efluentes antes de verter las aguas residuales al sistema de saneamiento municipal.

En el momento de la evaluación, existía una serie de problemas de contaminación en esta instalación: vertido excesivo de cromo, volumen excesivo de efluentes, fijación ineficaz del cromo, generación de sulfhídrico y utilización ineficaz de los productos químicos de tinte.

### **Principio de producción más limpia**

- Modificación del proceso;
- Buenas prácticas;
- Recuperación, reutilización y reciclaje;
- Sustitución de material.

### **Aplicación de la producción más limpia**

A continuación se listan las recomendaciones para la instalación y se presenta los beneficios medioambientales y los costes de realización:

Previo al curtido:

1. Efluentes mejorados mediante un tratamiento secundario de reciclaje.
2. Pelambre – Segregación de las otras corrientes de residuos y oxidación por separado

3. El agua para el lavado en el calero reutiliza el efluente del lavado en el pelambre

Curtido:

1. Fijación del cromo – Incremento de la temperatura y control del PH.
2. Reciclaje del efluente de cromo – El reciclaje del efluente con cromo usado, con la incorporación de 1/3 respecto de los requerimientos iniciales, reduce la cantidad de cromo en el agua.
3. Recuperación del cromo – precipitación de los residuos con cromo con hidróxido. Una vez asentado, se vuelve a disolver con ácido y se reutiliza en lotes posteriores.

Con la reutilización y la recuperación del cromo, el reciclaje de los tintes negros y el reciclaje del agua se obtendrá la misma calidad en las pieles curtidas y, al mismo tiempo, se reducirá el volumen de productos químicos tóxicos vertidos al medio ambiente. Se puede volver a utilizar el efluente de cada baño virgen del curtido hasta un máximo de 5 veces añadiendo un tercio de la cantidad normal de sulfato de cromo antes de cada baño de curtido. Asimismo, la recuperación del cromo reducirá las emisiones y los costes de producción.

La aplicación de estas recomendaciones sirve para reducir la cantidad de aguas residuales tratadas a 2.000 m<sup>3</sup> por año, disminuir también los vertidos de sales de cromo tóxicas y de los baños de tintes y aislar las corrientes de residuos incompatibles para tratarlas por separado. Como no resulta práctico para la tenería eliminar la necesidad de una instalación para un tratamiento previo de sus aguas residuales, estos consejos harán que el sistema de tratamiento funcione de una manera más rentable. Además, la separación de las aguas residuales evitará la generación de olores desagradables y de sulfuro de hidrógeno gaseoso tóxico.

### **Beneficios medioambientales y económicos**

- Reducción del consumo de agua;
- Reducción de la generación de aguas residuales;
- Reducción de los olores;
- Ahorro en el consumo de productos químicos;

## Costes y ahorro

Previo al curtido:

1. La mejora de los efluentes mediante un tratamiento secundario de reciclaje conlleva una reducción del 30% del consumo de agua.

Los costes de realización son de 14.994 E

2. Pelambre – la separación de las otras corrientes de residuos y la oxidación por separado – elimina la generación de H<sub>2</sub>S. No hay costes de realización y el periodo de retorno de la inversión es inmediato.
3. El agua para el lavado en el calero se vuelve a utilizar para el lavado del pelambre, de este modo se reducen las aguas residuales. El coste de esta operación es de 882 E, con un beneficio de 882 E y con un periodo de retorno de la inversión de 1 año.

Curtido:

1. Fijación del cromo –el incremento de la temperatura y el control del PH reducen la cantidad de cromo en las aguas residuales. Los costes para su realización representan 1.764 E.
2. Reciclaje del efluente con cromo – el reciclaje del efluente con cromo usado, con incorporación de 1/3 respecto a lo requerido inicialmente, reduce la cantidad de cromo en el agua. Los costes para su realización son de 1.764 E, los beneficios representan 4.410 E al año y el periodo de retorno de la inversión es de 5 meses.
3. Recuperación del cromo – precipitación de los residuos con cromo con hidróxido. Una vez asentado, se vuelve a disolver con ácido y se reutiliza el cromo de las aguas residuales. Los costes de realización son de 1.764E, el beneficio supone 882 al año y el periodo de retorno de la inversión es de 2 años.

Los costes totales de estas medidas corresponden a 21.168 E con unos beneficios de 6.174 E al año.

Los dos puntos más importantes de esta tenería en relación con el medio ambiente son el uso frecuente del cromo en el tinte negro y en las sales del curtido y el contacto directo de los trabajadores con estos materiales tóxicos. Si se aplican con éxito estos consejos, se observará un recorte del 55% o de 25 toneladas métricas al año en la compra de sulfato de cromo y una disminución del 25% o de 6 toneladas métricas al año en la compra de tinte negro.

Esta evaluación contemplaba, en su totalidad, cinco oportunidades para la prevención de la contaminación en esta instalación. Su aplicación supondría un ahorro de 83.790 en el primer año después con una inversión total máxima de 19.404 E. Una vez aplicados, se reducirá el volumen de sulfato de cromo usado en el curtido en 25 toneladas métricas al año, se eliminará la generación de H<sub>2</sub>S, disminuirá la cantidad de aguas residuales generadas en 2.000 metros cúbicos al año y reducirá los productos químicos necesarios para tratar las aguas residuales. Estas cinco opciones pueden ser aplicadas fácil y rápidamente por parte de la plantilla de la empresa. Ninguna requiere el uso de una tecnología cara, complicada o nueva.

### **Restricciones**

No se ha señalado ninguna.

## **España Recuperación del pelo del pelambre**

### **Antecedentes**

La siguiente opción para prevenir la contaminación, consistente en cambiar el sistema tradicional de llevar a cabo el pelambre, se realizó con éxito en las 13 tenerías españolas que la aplicaron.

La eliminación del pelo del cuero se lleva a cabo, tradicionalmente, con el uso de productos químicos en los baños con un nivel elevado de alcalinidad. Se destruyen los enlaces de la queratina con la acción del sulfuro sódico y el pelo se elimina en forma de sólidos en suspensión o disueltos en las aguas residuales. Esta práctica tradicional produce unos baños residuales con un alto contenido en sólidos en

suspensión, un nivel elevado de DBO, altas concentraciones en sulfuros y un uso importante de agua de, aproximadamente, 18 - 22 litros por kg de cuero.

Los principales incentivos que llevaron a desarrollar este proyecto fueron los siguientes: la necesidad de respetar las normas existentes relacionadas con los vertidos de aguas residuales permitidos; la posibilidad de usar un elemento residual con un nivel alto de nitrógeno para la agricultura; la posibilidad de conseguir un ahorro elevado de agua eliminando el pelo en su forma sólida; y la posibilidad de reducir el consumo de sulfuro sódico.

### **Principio de producción más limpia**

- Cambio de procedimiento.

### **Aplicación de la producción más limpia**

La nueva tecnología se basa en la inmunización del pelo con un álcali como el hidróxido sódico o la cal con un PH 12,8 - 13 durante 45 - 60 minutos. Luego se añade el sulfuro sódico o el sulfhidrato sódico en unas cantidades del orden de 1 – 1,2% y al cabo de 30 minutos aparece un afeitado químico del pelo. En este momento se vacía el baño del bombo y pasa por un circuito cerrado y por un filtro que separa el pelo en forma sólida. En este mismo filtro se lava el pelo y disminuye su contenido de sales. Esto último facilita su uso para fines agrícolas debido a su alto contenido de nitrógeno. El baño vuelve a circular durante unos 90 minutos.

Después, se añade una pequeña cantidad de sulfuro sódico (0.5%), y de cal (0,5%) para destruir las raíces del pelo que quedan. En los lavados posteriores se necesitarán menores cantidades de agua; realizando las mismas operaciones de remojo y de pelambre con una cantidad de 15 - 16 litros/kg de cuero.

### **Beneficios medioambientales y económicos**

Se pueden conseguir las siguientes ventajas para el medio ambiente:

- Ahorro en productos químicos debido a la disminución del sulfuro sódico
- Ahorro en el uso del agua

- Reducción de la generación de aguas residuales
- Reutilización de residuos sólidos como fertilizantes en la agricultura.

### Costes y ahorro

		Proceso tradicional	Nuevo proceso	Ahorro
<i>Materias primas</i>	Cuero	2.000 Tn/ mes	2.000 Tn/mes	-
	Agua	42.000 m <sup>3</sup> /mes	30.000 m <sup>3</sup> /mes	12.000 m <sup>3</sup> /mes
	Prod. químicos	190 Tn/ mes	145 Tn/ mes	45 Tn/ mes
<i>Contaminación (en %)</i>	DBO	100	60	40
	Material en suspensión	100	40	60
<i>Residuos con un valor potencial de recuperación</i>	Pelo (25% materia seca)	-	400 Tn/ mes	-
<i>Consumo de agua y de prod. químicos</i>	Consumo anual	462.000 m <sup>3</sup> / año	330.000 m <sup>3</sup> / año	132.000 m <sup>3</sup> /año
	Gastos de consumo	47.124 E/año	33.660 E/año	13.464 E/año
	Gastos de los vertidos	1.302.000 E/año	750.000 E/año	552.000 E/año
	Sulfuro sódico	158.400 E/año	110.880 E/año	47.520 E/año
	Cal	52.800 E/año	40.920 E/año	11.880 E/año
	Otros	528.000 E/año	462.000 E/año	66.000 E/año
<i>Gastos de gestión</i>	Control y supervisión	-	132.000 E/año	-132.000 E/año
	Mantenimiento	-	108.000 E/año	-108.000 E/año
	Gestión de residuos	-	79.200 E/año	-79.200 E/año
<i>Ahorro anual</i>			371.664 E/año	
<i>Inversión</i>			600.000 E/año	
<i>Periodo de retorno de la inversión</i>			1,6 años	

### Restricciones

No se ha señalado ninguna.

## **España Recuperación y reciclaje de los licores usados para el piquelado**

### Antecedentes

Una tenería española decidió formar parte de un estudio piloto que promovía la adopción de tecnologías de producción más limpia en las industrias de curtición. Esta empresa decidió utilizar una nueva técnica para la recuperación y la reutilización de las aguas residuales del piquelado. El objetivo final era:

- Reducir el nivel de salinidad encontrado en los efluentes

- Reducir las materias primas, sobre todo los ácidos y la sal necesarios para el piquelado
- Reducir el consumo de agua
- Reducir los vertidos contaminados

Una de las etapas en el proceso de la ribera corresponde al del piquelado. El piquelado consiste en tratar las pieles con una mezcla de ácidos y de sales antes de seguir con la operación del curtido. Esta etapa del piquelado es necesaria, ya que posibilita una mayor penetración del cromo.

En este proceso, se generan efluentes, denominados licores del piquelado, que poseen ácidos y sales que, si no se recuperan, deberán tratarse antes de ser vertidos.

El sistema más utilizado en la instalación consistía en introducir las pieles o cueros en tripa en 4 tinajas donde se trataban con una mezcla de ácido fórmico, ácido sulfúrico y sales. Este conjunto se disolvía en 12m<sup>3</sup> de agua por tina. Luego se vaciaba el agua de cada tina a través de una apertura inferior. Las aguas residuales que se generaban tenían un acidez elevada, poseían partículas en suspensión y residuos de grasas y de aceites que debían ser tratados antes de ser vertidas.

### **Principio de producción más limpia**

- Recuperación, reutilización y reciclaje.

### **Aplicación de la producción más limpia**

El primer objetivo de esta técnica novedosa consistía en recuperar los licores del piquelado y reintroducirlos en el proceso, después de haberlos filtrado y después de haber reajustado su pH. Se instaló un filtro en el fondo de cada tina para eliminar las impurezas de gran tamaño como los restos de pieles o cueros en tripa, de suciedad... Una vez filtrado, este licor era enviado a una cuba de almacenamiento de una capacidad de 112m<sup>3</sup>. Luego, se volvía a ajustar este licor del piquelado para su reutilización después de haber eliminado las impurezas que quedaban. (por ej. grasas y aceites). El 50% de este licor recuperado podía volverse a utilizar en las siguientes etapas y el resto era simplemente reenviado para su depuración antes de verterlo.

Para poder facilitar el reajuste de los baños del piquelado, la empresa unificó los tipos de ácidos utilizados durante esta etapa, de manera que la utilización del ácido sulfúrico fue sustituida totalmente por la del ácido fórmico.

### Beneficios medioambientales y económicos

Esta iniciativa permitió a la empresa conseguir un importante ahorro tanto en materias primas como en el consumo de agua. Además, se eliminó completamente el uso de ácido sulfúrico.

Esta nueva técnica dio lugar a una reducción adicional de las descargas de cloruros, de conductividad y de sales solubles, normalmente presentes en las aguas residuales.

### Costes y ahorro

	Proceso tradicional	Nuevo proceso	Ahorro
<i>Distribución del material por tina</i>			
Pieles tratadas	1.333 unidades	1.333 unidades	-
Sal	1.000 kg	500 kg	50%
Ácido sulfúrico	12 l.	0 l.	100%
Ácido fórmico	70 kg	100 kg	-42%
Agua	12.000 l.	6.000 l	50%
Gastos en materias primas	59.754 E/año	56.262 E/año	6%
Gastos en tratamiento	7.944 E/año	3.972 E/año	50%
Gastos de gestión fango/suciedad	4.320 E/año	2.160 E/año	50%
<b>Gastos totales</b>	<b>72.018 E/año</b>	<b>62.394 E/año</b>	<b>13,3%</b>
Ahorro	9.624 E/año		
Inversión	20.942 E/año		
Periodo de retorno de la inversión	2,2 años		

### Restricciones

No se ha señalado ninguna.

## **CAPÍTULO V: CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES**

El conjunto de recomendaciones necesarias para facilitar la adopción de opciones de prevención de la contaminación por parte de la industria del curtido requerirá, previamente, una apropiada clasificación del país. Dicha división por países determinará una serie de categorías en las que los estados podrán clasificarse y que, en última instancia, supondrán avanzar una serie de iniciativas que se aplicarán adecuadamente.

De esta forma, en un esfuerzo por sugerir el conjunto adecuado de recomendaciones a fin de limitar los niveles medioambientales de degradación que se derivan de sus respectivas actividades de curtido, los países se distribuirán en una de las cuatro categorías siguientes, de acuerdo con las opciones de prevención de la contaminación reales practicadas o promovidas.

Por lo tanto, podría emplearse la siguiente clasificación como directriz general para la clasificación de los diferentes países del PAM. De acuerdo con lo antedicho, el presente capítulo recogerá algunas medidas útiles que serán implementadas finalmente.

- **Categoría A:** La primera categoría designaría a los países que han realizado estudios y han implementado totalmente las opciones de prevención de la contaminación necesarias a fin de limitar el nivel global de degradación medioambiental relacionada con las actividades de curtido.
- **Categoría B:** La segunda categoría hace referencia a los países que han realizado los estudios requeridos para evaluar el impacto contaminante de la industria del curtido y para sugerir las limitaciones necesarias de degradación medioambiental. No obstante, esta segunda categoría haría referencia a los países que han implementado únicamente de forma parcial las medidas de prevención de la contaminación requeridas.
- **Categoría C:** Esta categoría refleja el grupo de países que todavía se hallan en una fase muy elemental de los estudios disponibles o que todavía no han realizado ningún estudio relativo al sector del curtido. Asimismo, la Categoría C podría también referirse a los países con una normativa o regulaciones medioambientales relativamente débiles, un bajo nivel de aplicación legal o una

pobre infraestructura. Estos países pueden no haber considerado seriamente todavía las ventajas de la aplicación de iniciativas de prevención de la contaminación para limitar el nivel de contaminación global que se deriva de la actividad del sector del curtido.

- Categoría D: Esta última categoría no constituye una categoría en sí, pero tuvo que ser añadida ya que el estudio mostró que al menos un país no tenía ninguna instalación de curtido, y otro únicamente tenía una en la que se realiza el proceso de curtido parcialmente.

De acuerdo con la clasificación anterior, el propósito del presente capítulo será principalmente el de ayudar a los países del PAM correspondientes a implementar las opciones de prevención de la contaminación que mejoren el comportamiento medioambiental de la industria del curtido.

Así, se aconsejará a cualquier país que pudiera corresponderse con una categoría baja, que adopte ciertas iniciativas y directrices que, en última instancia, ayuden a sus instalaciones de curtido en la implementación de un conjunto de medidas de prevención de la contaminación. La puesta en marcha de dichas iniciativas permitirá a los países de niveles bajos alcanzar niveles más altos, hasta que se llegue a un punto en el que se adopte un conjunto de prácticas de prevención de la contaminación de aplicación global.

Tal como se demostró claramente en el capítulo anterior, los procesos y técnicas de producción respetuosos con el medio ambiente, darían como resultado final niveles más bajos de contaminación y, además, ayudarían a las instalaciones afectadas a conseguir un ahorro económico adicional.

Alcanzar una categoría superior no resulta un proceso obvio. Dicha decisión requeriría un conjunto de sólidos compromisos, una serie de habilidades de planificación detallada, pudiendo requerirse mucho tiempo. No obstante, los gobiernos y empresarios afectados del sector del curtido no deberían desanimarse. Deben tener siempre en mente que, a pesar de que constituya un desafío, dicha decisión no es un imposible, y que en algunos casos podría resultar vital no solamente para limitar sus niveles de contaminación, sino también para aumentar el nivel global de competitividad de su industria. Antes de enumerar las recomendaciones de prevención de la contaminación necesarias, será importante

advertir, llegados a este punto, que la adopción de medidas de prevención de la contaminación no requiere ninguna normativa medioambiental preestablecida. Los curtidores de países en los que no existan leyes ni normativas medioambientales pueden aplicar un conjunto de opciones de prevención de la contaminación independientemente de la disponibilidad de cualquier legislación. En último término, dichas medidas deben contemplarse o considerarse como una vía de producción medioambientalmente rentable que en última instancia dará como resultado ahorros económicos y mejoras de la calidad.

### **5.1 Actividades de aumento necesarias para pasar del nivel C al B**

Se trata de un conjunto de recomendaciones en forma de actividades que ayudarán a los países que pudieran corresponderse a la categoría C a alcanzar el nivel B, acercándose así a la posible aplicación de las medidas de prevención de la contaminación necesarias que deben implementarse en sus industrias del curtido. Las actividades mencionadas a continuación se presentan como directrices o acciones posibles fuertemente recomendadas que podrían adoptarse si un país desea ascender a un nivel superior.

#### **Realización de una serie de campañas de concienciación**

Las instituciones y organizaciones correspondientes deberían establecer una serie de campañas de concienciación que demuestren las ventajas reales de adoptar medidas de prevención de la contaminación en el sector del curtido. Dichas ventajas no harían referencia únicamente a las cuestiones medioambientales, sino que destacarían el hecho de que dichas medidas podrían también traducirse en prácticas de producción rentable. Ello animaría a los curtidores de los países del PAM correspondientes a avanzar en la realización de los estudios necesarios, evaluando no sólo las ventajas medioambientales sino también los posibles ahorros económicos conseguidos, así como la mejora de las calidades del producto que pudiera derivarse.

#### **Realización de auditorías e implantación de alternativas de prevención**

Los gobiernos e instituciones implicadas de los países de la categoría C deberían impulsar e implementar una serie de auditorías medioambientales en plantas de curtido seleccionadas. Los resultados de la auditoría ayudarán a identificar las prácticas vulnerables de las plantas de curtido auditadas. Este proceso permitirá a la asociación de curtidores y a otras instituciones implicadas adaptar las medidas de

prevención de la contaminación correspondientes que podrían aplicarse a sus respectivas instalaciones de curtido.

### **Creación de una colaboración entre las instituciones de I+D y los curtidores**

A fin de aprovechar las experiencias diarias de los curtidores y de poder responder con agilidad y precisión a sus necesidades, resulta imperativa una cooperación continua entre la agrupación de curtidores y el equipo de Investigación y Desarrollo (I+D). Sobre todo, a través de la promoción de un contacto estrecho entre ambas partes citadas, I+D podrá desarrollar nuevos y mejores procesos respetuosos con el medio ambiente.

### **Tareas conjuntas para la categoría C con países de categorías superiores**

La promoción de tareas conjuntas contribuirá a un mejor intercambio de experiencias entre todas las partes implicadas, como son la asociación de curtidores o las instituciones implicadas en las cuestiones medioambientales de los países C y otros incluidos en la categoría A o B. La experiencia de los países de categorías superiores en la introducción de opciones de prevención de la contaminación en la industria del curtido podría suponer una fuente de información inestimable para los países situados en niveles más bajos. La asociación de curtidores u otras instituciones implicadas deberían organizar, cuando fuera necesario, reuniones informativas y visitas prácticas a fin de posibilitar la aceleración del intercambio de experiencias.

### **Desarrollo de una normativa medioambiental sólida**

La normativa medioambiental de algunos países del PAM sigue siendo incompleta o en algunos casos prácticamente inexistente. Por lo tanto, las autoridades correspondientes deberían desarrollar un grupo de medidas medioambientales apropiadas que sugiriesen una serie de normas y umbrales a respetar por parte de las industrias más contaminantes. No obstante, los gobiernos deberían asegurarse de que se hace valer en su integridad la normativa medioambiental, garantizando así la aplicación de opciones de prevención de la contaminación y otras técnicas de producción más limpias cuando sea necesario.

### **Promoción de la adopción de opciones de prevención de la contaminación con incentivos económicos**

Debe promoverse al máximo la adopción de opciones de prevención de la contaminación a fin de que los curtidores puedan cumplir la normativa medioambiental nacional e internacional. Así, las autoridades correspondientes deberían proporcionar instrumentos económicos y financieros en un esfuerzo para estimular la adopción de medidas de prevención y para facilitar la aplicación de la legislación medioambiental. Los curtidores podrían beneficiarse de dichos incentivos para recuperar parcialmente las inversiones necesarias para implementar nuevos procesos, adquirir nuevos equipos, etc. Estos incentivos podrían materializarse, por ejemplo, en forma de préstamos a interés bajo o también en forma de exenciones fiscales.

### **5.2 Actividades de aumento necesarias para pasar del nivel B al A**

Se trata de un conjunto de recomendaciones en forma de actividades que ayudarán a los países que pudieran corresponderse a la categoría B a alcanzar el nivel A, acercándose así a la posible promoción y aplicación de las medidas de prevención de la contaminación necesarias en sus respectivas industrias del curtido. Las actividades mencionadas a continuación se presentan como directrices o acciones posibles encarecidamente recomendadas que deben adoptarse si un país desea ascender a la Categoría de más de alto nivel.

### **Realización de estudios de viabilidad económica para las opciones existentes sugeridas**

Debería llevarse a cabo una serie de estudios detallados de viabilidad económica en relación con la posible implementación de opciones de prevención de la contaminación y con la adopción de tecnologías más limpias en el sector del curtido. Con ello se demostrarán claramente las ventajas medioambientales y económicas obtenidas a través de la adopción de dichas medidas. Se animará a los propietarios de las plantas a que avancen en la implementación de diferentes opciones de prevención de la contaminación. Los resultados finales supondrán una situación de beneficio mutuo para ambas partes, tanto a nivel medioambiental, como para los propios curtidores, quienes conseguirán ahorros económicos y una mejora en la calidad de su producto.

### **Realización de una serie de proyectos de demostración**

La puesta en marcha de una serie de proyectos piloto será sin duda útil para animar a los industriales a aplicar iniciativas similares en sus tenerías. Se invitará a los curtidores a que asistan a diferentes actos de demostración, en los que se les presentarán nuevos equipos y procesos.

No obstante, las nuevas opciones de prevención de la contaminación deben presentarse cuidadosamente para asegurar que tienen en consideración las necesidades de los curtidores, y que éstos las entienden a la perfección.

### **Fomento de la adopción de opciones de prevención de la contaminación a través de incentivos económicos**

Debe fomentarse activamente la adopción de opciones de prevención de la contaminación a fin de que los curtidores puedan cumplir la normativa nacional e internacional. Así, las autoridades correspondientes deben crear instrumentos financieros y económicos en un intento de estimular la adopción de medidas de prevención y para facilitar la aplicación de cualquier legislación medioambiental. Los curtidores podrían beneficiarse de dichos incentivos para recuperar parcialmente las inversiones necesarias para implementar nuevos procesos, adquirir nuevos equipos etc. Dichos incentivos podrían adoptar, por ejemplo, la forma de préstamos a interés bajo o algún tipo de exención fiscal.

### **Provisión de las necesidades de I+D para la industria**

Deben garantizarse los fondos necesarios para establecer las actividades de I+D relacionadas con el sector del curtido. A través de la implementación de ciertos proyectos con éxito, debe animarse también a las empresas del curtido a procurarse, a largo plazo, su propia financiación para las actividades de I+D relacionadas con el curtido de pieles.

### **Mejora de los lazos con las organizaciones internacionales**

Existe una serie de organizaciones internacionales que, en ciertos casos, se hallan implicadas muy activamente en los problemas relacionados con los impactos medioambientales de las actividades de curtido. En un esfuerzo por promover opciones de prevención de la contaminación y tecnologías más limpias, dichas organizaciones han venido realizando multitud de estudios y proyectos de

demostración en una serie de plantas de curtido de todo el mundo. Deben establecerse contactos regulares con tales instituciones y reforzarse los vínculos entre las mismas y las autoridades correspondientes y los representantes de los curtidores. Dicha iniciativa facilitará la divulgación de información contribuyendo asimismo a un mayor intercambio de experiencias.

### **Tareas conjuntas para divulgar la información relevante**

El establecimiento de una entidad responsable de la divulgación de la información relacionada con las industrias del curtido debe ser considerado, por diversas razones, como un modo de:

1. Proporcionar acceso a todas las nuevas tecnologías respetuosas con el medio ambiente disponibles;
2. Proporcionar acceso a toda la información relativa a las instituciones y organizaciones disponibles etc. que trabajan en este campo;
3. Proporcionar un vínculo con los proveedores de equipos, expertos medioambientales etc.
4. Esta entidad debería constituir una vía para suministrar toda la información y contactos relevantes a fin de promover la aplicación de opciones de prevención de la contaminación y una producción más limpia en relación con la industria de curtido.

### **Tareas conjuntas para la categoría B con países de la categoría A**

La experiencia de los países de categorías superiores en la introducción de opciones de prevención de la contaminación en la industria del curtido podría suponer una fuente de información inestimable para los países situados en los niveles más bajos. La asociación de curtidores u otras instituciones implicadas deberían organizar, cuando fuera necesario, reuniones informativas y visitas prácticas para posibilitar la aceleración del intercambio de experiencias. Asimismo, dichas iniciativas facilitarían la distribución de información contribuyendo también al aumento del rendimiento y a la transferencia de conocimientos.

### **5.3 Mantenimiento del Nivel A**

Las instalaciones de curtido de los países que pudieran corresponderse con la categoría A son también responsables del medio ambiente, por lo que también

deberían considerar una serie de medidas a fin de delimitar los niveles de contaminación final generados a través de sus actividades.

### **Respaldo continuo de I+D**

Una asistencia de I+D continua es extremadamente crucial para que la industria del curtido desarrolle y mejore las técnicas respetuosas con el medio ambiente que ya existen. Este campo podría respaldarse mediante la participación y el intercambio de experiencias de las diversas asociaciones de curtidores e instituciones interesadas. De esta forma, la promoción de las opciones de prevención de la contaminación y los nuevos desarrollos podrían acelerarse por medio de esfuerzos conjuntos de todas las partes, limitando así los costes financieros globales incurridos.

### **Promoción del etiquetaje ecológico**

Si fuera posible, se promocionarán continuamente ideas como la del etiquetaje ecológico para aumentar el nivel de concienciación entre las diversas industrias del curtido y para mantener los niveles de calidad medioambiental lo más alto posible en todo momento. Dichas etiquetas deberían convertirse finalmente en una atractiva herramienta de marketing para los empresarios curtidores que sirva para promover sus propios productos local e internacionalmente.

### **Mejora de los vínculos entre las diferentes organizaciones de curtido o instituciones implicadas de los países del PAM**

Debería compartirse la información en todo momento, no únicamente con fines de investigación y desarrollo, sino también para poder asegurar un seguimiento continuo de todos los desarrollos estratégicos relacionados con la industria del curtido. Las experiencias tanto positivas como negativas constituirán una fuente inestimable de información de la que aprender. Los gobiernos del PAM, las instituciones, las asociaciones de curtidores y las partes implicadas deben mantener estrechos vínculos entre sí para asegurar una buena cooperación dirigida a la promoción de las opciones de prevención de la contaminación y a evitar solapes de proyectos innecesarios.

Dicha cooperación debería incluir también la participación de empresarios de la producción de curtidos relacionados (es decir, las industrias del calzado, bolsos, cinturones, las prendas de cuero, etc.) que dependen de las tenerías para el suministro de materias primas.

### **Aplicación de una nueva normativa medioambiental relacionada con la prevención de la contaminación**

Las nuevas normativas, como la Directiva relativa a la prevención y control integrados de la contaminación (IPPC) o la Directiva de compuestos orgánicos volátiles (COV) implican la adopción de tecnologías más limpias, mejores tecnologías disponibles (BATs) y mejores controles de procesos y deberían ser adoptadas por las nuevas industrias de curtido o implementarse en las instalaciones existentes en un futuro próximo. No obstante, el cumplimiento de dicha normativa no es tarea fácil y ciertamente requerirá el respaldo de instrumentos adicionales que facilitarán, a largo plazo, la adopción de estas nuevas directivas. Así, a medida que entren en vigor las nuevas normativas, los gobiernos e instituciones implicadas deberán adoptar un papel activo y constante para proporcionar un respaldo sólido a las industrias que deban implementarlas.

### **5.4 Conclusión**

El objetivo de este estudio es la presentación de la situación medioambiental en relación con el sector del curtido, en los diversos países del PAM, al tiempo que se sugieren algunas de las principales opciones de prevención de la contaminación que podrían ser aplicables a esta industria.

Los resultados conseguidos con la adopción de una o varias de las medidas mencionadas anteriormente permiten a las instalaciones implicadas mejorar su comportamiento medioambiental, obtener beneficios económicos y mejorar su imagen social. Además, podrían aplicarse diversas opciones de prevención de la contaminación con una inversión y un período de amortización reducidos, lo que en último término representa una situación de beneficio mutuo tanto en el ámbito económico como en el ámbito de la calidad final del producto. Los beneficios económicos proporcionarían a los curtidores una ventaja competitiva frente a su competencia, especialmente en un mercado en el que las cuestiones medioambientales están adquiriendo un protagonismo creciente, y en ciertos casos se emplean como herramientas de marketing.

Este estudio ha descrito algunas de las posibles opciones de prevención de la contaminación que pueden adoptarse en el sector del curtido, sin que fuera su objeto

recomendar dichas acciones como las mejores o las únicas e intentar su implementación concreta, ya que ello dependería en último término de las características y necesidades de cada planta. Además, sería aconsejable para el curtidor en cuestión considerar la viabilidad económica y técnica de cada opción antes de su adopción.

Finalmente, la experiencia ha demostrado que las asociaciones y las inversiones conjuntas entre las empresas pertenecientes al mismo sector con frecuencia han reducido la inversión económica global necesaria para conseguir los objetivos requeridos. Así, las medidas de planificación, como la reubicación de las tenerías y de las industrias relacionadas (es decir mataderos, industrias relacionadas con el cuero...) en una región, representarían una aceleración a largo plazo de las operaciones y reducirían los costes adicionales o cargas como por ejemplo los respaldos logísticos.

**ANEXOS Y GLOSARIOS****Anexo R1: Límites al vertido de efluentes de tenería**

Los valores que se indican a continuación ofrecen una idea general de las diferentes reglamentaciones sobre contaminación que afectan a las industrias del curtido en algunos de los países<sup>39</sup> del PAM estudiados.

<b>CROACIA</b>	<b>Superficie</b>	<b>Alcantarillado</b>
PH	*	6.0 - 9.0
Temperatura (°C)	*	40
Sólidos en suspensión (mg/l)	*	400
Materias sedimentables (mg/l)	*	15
DBO <sub>5</sub> (mg/l O <sub>2</sub> )	*	450
DQO (mg/l)	*	700
Sulfuros (mg/l S <sup>2-</sup> )	*	1
Cromo (III) (mg/l)	*	*
Cromo (VI) (mg/l)	*	*
Cromo total (mg/l)	*	*
Cloruros (mg/l Cl <sup>-</sup> )	*	*
Sulfatos (mg/l SO <sub>4</sub> )	*	300
Amoniaco (mg/l N)	*	15
Nitrógeno Total (mg/l N)	*	80
Aceites y grasas (mg/l)	*	100
Fenoles (mg/l)	*	1.5
Detergentes (mg/l)	*	Trazas
Hidrocarburos (mg/l)	*	*
Nitrógeno (mg/l)	*	*
Organoclorados (mg/l)	*	*

<b>EGIPTO</b>	<b>Superficie</b>	<b>Alcantarillado</b>
PH	6.5-8.5	6.5-9.0
Temperatura (°C)	30	35
Sólidos en suspensión (mg/l)	30	*
Materias sedimentables (mg/l)	*	*
DBO <sub>5</sub> (mg /l O <sub>2</sub> )	*	*
DQO (mg/l)	*	*
Sulfuros (mg /l S <sup>2-</sup> )	2	*
Cromo (III) (mg/l)	*	*

<sup>39</sup> J.Buljan, M. Bosnic, <http://www.cepis.org.pe/muwww/fulltext/repind60/pld/pld.html>, UNIDO

Cromo (VI) (mg/l)	*	*
Cromo total (mg/l)	0.2	2
Cloruros (mg/l)	*	*
Sulfatos (mg/l)	300	*
Amoniaco (mg/l N)	2.0	*
Nitrógeno Total (mg /l N)	5	*
Aceites y grasas (mh/l)	5	*
Fenoles (mg/l)	*	*
Detergentes (mg/l)	*	*
Hidrocarburos (mg/l)	*	*
Nitrógeno (mg/l)	*	*
Organoclorados (mg/l)	*	*

FRANCIA	Superficie	Alcantarillado
PH	5.5-8.5	6.5-8.5
Temperatura (°C)	30	30
Sólidos en suspensión (mg/l)	30-100	500
Materias sedimentables (mg/l)	*	*
DBO <sub>5</sub> (mg/l O <sub>2</sub> )	40-200	1000
DQO (mg/l)	*	1000
Sulfuros (mg/l S <sup>2-</sup> )	2	*
Cromo (III) (mg/l)	1	*
Cromo (VI) (mg/l)	0.1	*
Cromo total (mg/l)	1	*
Cloruros (mg/l)	30-100	500
Sulfatos (mg/l)	*	*
Amoniaco (mg /l N)	15-80	*
Nitrógeno total (mg/l N)	10-60	*
Aceites y grasas (mh/l)	*	*
Fenoles (mg/l)	*	*
Detergentes (mg/l)	*	*
Hidrocarburos (mg/l)	*	*
Nitrógeno (mg/l)	*	*
Organoclorados (mg/l)	*	*

ITALIA	Superficie	Alcantarillado
PH	5.9-9.5	5.5-9.5
Temperatura (°C)	30-35	30-35
Sólidos en suspensión (mg/l)	40-80	200
Materias sedimentables (mg/l)	*	*
DBO <sub>5</sub> (mg /l O <sub>2</sub> )	40	250
DQO (mg/l)	160	500

Sulfuros (mg /l S <sup>2-</sup> )	1	2
Cromo (III) (mg/l)	*	4
Cromo (VI) (mg/l)	0.2	0.2
Cromo total (mg/l)	2	4
Cloruros (mg/l)	1000	1200
Sulfatos (mg/l)	1000	1000
Amoniaco (mg/l N)	10-15	30
Nitrógeno total (mg/l N)	*	*
Aceites y grasas (mh/l)	20	40
Fenoles (mg/l)	0.5	1
Detergentes (mg/l)	*	*
Hidrocarburos (mg/l)	0.2	0.4
Nitrógeno (mg/l)	0.1	0.2
Organoclorados (mg/l)	1	2

<b>ESPAÑA</b>	<b>Superficie</b>	<b>Alcantarillado</b>
PH	5.5-9.5	5.5-9.5
Temperatura (°C)	30	30
Sólidos en suspensión (mg/l)	80	300
Materias sedimentables (mg/l)	*	*
DBO <sub>5</sub> (mg /l O <sub>2</sub> )	40	300
DQO (mg/l)	160	500
Sulfuros (mg /l S <sup>2-</sup> )	1	1
Cromo (III) (mg/l)	*	*
Cromo (VI) (mg/l)	0.2	0.5
Cromo total (mg/l)	2	4
Cloruros (mg/l)	2000	2000
Sulfatos (mg/l)	2000	2000
Amoniaco (mg/l N)	15	50
Nitrógeno total (mg/l N)	*	*
Aceites y grasas (mh/l)	20	40
Fenoles (mg/l)	0.5	1
Detergentes (mg/l)	2	6
Hidrocarburos (mg/l)	*	*
Nitrógeno (mg/l)	*	*
Organoclorados (mg/l)	*	*

**Anexo R2: Productos acabados de recurtición:**

Productos acabados de recurtición<sup>40</sup>:

<b>Productos acabados de recurtición</b>	
1. CURTIDO PARA EMPEINE	1.1 Ternero 1.2 Hojas 1.3 Vacuno vegetal 1.4 Afelpados (incluye serrajes y nobuck) 1.5 Kip y otros cueros 1.6 Serrajes grabados flor 1.7 Caprino y cabritos 1.8 Ovino y Cabreta 1.9 Porcino 1.10 Reptil, cocodrilo, avestruz 1.11 Reptil y otros grabados 1.12 Charol y wet look (aspecto húmedo) 1.13 Dorados y plateados 1.14 Otros
2. CURTIDO PARA FORRO	2.1 Kip, ternero y vacuno 2.2 Caprino y ovino 2.3 Plantillas 2.4 Serrajes 2.5 Otros
3. CURTIDO PARA SUELA Y PLANTA	3.1 Suela 3.2 Planta 3.3 Serrajes 3.4 Cortes de suela
4. CURTIDO PARA CONFECCIÓN (Excl. Ovino y cordero)	4.1 Ovino y cordero flor 4.2 Ovino y cordero ante 4.3 Cueros (excluyendo serrajes) 4.4 Serrajes bovinos 4.5 Ternero 4.6 Lavable

<sup>40</sup> Directory, <http://www.blcleathertech.com/directory.htm> , BLC

5. CURTIDO PARA GUANTERÍA	<p>5.1 Cabrito y Ovino</p> <p>5.2 Cueros</p> <p>5.3 Industrial</p> <p>5.4 Otros</p>
6. OVINO Y CORDERO	<p>6.1 Botas, Forros, Plantas</p> <p>6.2 Confección Ante con lana</p> <p>6.3 Corderos Confección</p> <p>6.4 Ovino flor</p> <p>6.5 Mouton doré, Cordero rizado y Similares</p> <p>6.6 Ovino con y sin lana para guantería</p> <p>6.7 Pieles para alfombras</p> <p>6.8 Abrillantado autos y otros usos industriales</p> <p>6.9 Tapicería asientos automóviles</p> <p>6.10 Otros</p>
7. CURTIDO PARA MARROQUINERÍA	<p>7.1 Ternero</p> <p>7.2 Vacuno y Kip</p> <p>7.3 Serrajes</p> <p>7.4 Marroquín y otros caprinos</p> <p>7.5 Ovino y Skivers</p> <p>7.6 Reptil, Cocodrilo, foca y avestruz</p> <p>7.7 Reptil grabado y otros flor</p> <p>7.8 Porcino</p> <p>7.9 Otros</p>
8. ENCUADERNACIÓN	
9. CURTIDO PARA FÚTBOL Y DEPORTES	
10. CURTIDO PARA TAPICERÍA	
11. GAMUZA	
12. CURTIDO PARA CORREAS	
13. CURTIDO PARA USOS MECÁNICOS, TEXTILES E HIDRÁULICOS	
14. CURTIDO PARA ARNESES, BRIDAS Y SILLERÍA	
15. CUERO EN PASTA Y CRUST	<p>15.1 Wet Blue</p> <p>15.2 Crust</p>

	15.3 Serrajes vacunos 15.4 Cueros silleros 15.5 Serrajes 15.6 Faldas y cuellos 15.7 Gamuza Crust 15.8 Badanas y Skivers en crust 15.9 Offboard Skiver (flor lanar repasada y escurrida) 15.10 Otros
16. PIQUELADO Y ENCALADO	16.1 Piel o cuero en tripa 16.2 Flor y carne 16.3 Serrajes 16.4 Faldas
17. CURTIDO USOS ORTOPÉDICOS	
18. CURTIDO PARA HERRAMIENTAS	
19. RECORTES	
20. TRABAJOS A TERCEROS	

**Anexo R3: Propiedades físicas- Comparación entre curtición**

La tabla siguiente muestra la diferencia entre las propiedades físicas del curtido al cromo y del curtido sin metales. Sin embargo, el lector debe tener presente que el curtido sin cromo resulta difícil de colocar en el mercado y que en algunos casos no consigue las propiedades físicas adecuadas necesarias para la fabricación de ciertos artículos en piel.

<b>Propiedades físicas- Comparación: Curtido al cromo, curtido libre de metales</b>				
	<b>Curtido al cromo</b>	<b>Veg./Sntet/Polímero</b>	<b>Sintet./Polímero</b>	<b>Polímero</b>
<b>Estabilidad Dimensional</b>	1	3	4	4
<b>Solidez a la migración</b>	4	4	4	4-5
<b>Resistencia al sudor</b>	3	3	3	3
<b>Resistencia al amarilleamiento</b>	3	1	3	4
<b>Resistencia al agua</b>	3-4	3-4	3-4	3-4
<b>Permeabilidad al vapor de agua</b>	3	2	2	3
<b>Resistencia al desgarro</b>	4	3-4	3-4	3-4
<b>Resistencia a la tracción</b>	4	3-4	3-4	3-4
<b>Solidez a la luz</b>	3	2	3-4	5

**Anexo R4: Variación en el consumo de agua**

La siguiente tabla ofrece una indicación de la diferencia en el consumo de agua en función de los distintos equipos utilizados durante el proceso de curtición.

<b>Consumo de agua en función de las distintas técnicas empleadas<sup>41</sup></b>	
<b>Técnica</b>	<b>Agua %</b>
<i>Baños cortos</i>	40-80%
<i>Bombos</i>	100-250%
<i>Molinetas</i>	300-1000%
<i>Tinas</i>	300-1000%

---

<sup>41</sup> UNEP, *Tanneries and the Environment- A Technical Guide*, UNEP, Paris, pg.37

**Anexo R5: Relación de las principales personas entrevistadas o contactadas**

Nombre	Organización
Dr. José María ADZET	GERIC y AIICA <b>Director de Investigación</b> España
Sra. Maite ARRILLAGA	COTANCE y ACEXPIEL <b>Asesor Económico</b> España
Sra. Soha NASSAR	<b>Especialista en curtidos</b> Siria
Sr. Yahia OUWAYDA	<b>Asesor Ministerial</b> Siria
Sr. Rafic DIAB	SET <b>Director General</b> Siria
Dr. Mohamad KAYYAL	SET Siria
Sr. Rami ABU SALMAN	UNDP, Capacity 21 Líbano
Sr. Hagop CHIRIKIAN	<b>Asociación de curtidores libaneses</b> Líbano
Sr. Giuseppe PAPULI	UNIDO <b>Representante Regional</b> Líbano
Sr. Tarek GENEINA	Medioambiente global <b>Asesor Técnico</b> Egipto
Sr. Miquel VILA	Miguel Vila Guitart, S.L. Gerente España

### **Anexo R6: Glosario de los Principales Productos Químicos utilizados en el Proceso de Curtición**

La siguiente relación presenta los principales productos químicos utilizados en el proceso de curtición. Esta relación no es en modo alguno exhaustiva, sino que tiene por objeto ofrecer al lector una idea general de los principales productos químicos necesarios en la elaboración del curtido<sup>42</sup>.

#### **Productos químicos de uso general**

Sulfuro Sódico	Cloruro sódico
Hidróxido cálcico	Formiato cálcico
Acido clorhídrico	Acido sulfúrico
Sulfato amónico	Carbonato sódico
Bisulfito sódico	Sulfhidrato sódico

#### **Productos básicos de curtición**

Sales de cromo  
Taninos vegetales

#### **Productos químicos auxiliares**

Rindentes  
Bactericidas  
Licores de engrase  
Auxiliares de tintura  
Colorantes  
Acabados

---

<sup>42</sup> Economic and Social Commission for Western Asia, Environmentally Sound Technology in the Tanning Industry, United Nations, New York, 1997, pg. 132

**Anexo R7: Glosario de los principales términos relacionados con la Piel<sup>43</sup>:**

**Material**

**Piel:** la piel de un animal pequeño tipo oveja, cabra, cerdo, etc

**Cuero:** la piel de un animal grande tipo vaca, búfalo, etc

**Definiciones**

**Afelpado:** obtenido a partir del lado carne de la piel o de una superficie interna producto de la división de un cuero bovino, o por abrasión de la superficie del lado flor.

**Nobuck:** Un fino afelpado producido por la abrasión de la superficie del lado flor.

**Piel o cuero laminado:** Presenta una lámina o película de materia sintética cuyo grosor es superior a la tercera parte del grosor total de la piel pero inferior a la mitad.

**Piel o cuero recubierto:** Presenta un acabado superior a 0,15 mm pero supone menos de la tercera parte del grosor total de la piel.

**Curtido, Piel, Cuero:** Presenta un acabado cuyo espesor es inferior a 0,15 mm.

**Partes de Pieles y Cueros**

**Culata:** La parte trasera del animal de la que se obtiene el mejor curtido (la parte trasera de un crupón)

**Falda, flanco:** La parte del cuero que recubre el vientre, más fina, suave y elástica.

**Cuello:** A menudo presenta arrugas.

**Ijada:** Area fina y elástica situada entre las patas- habitualmente presenta una estructura de flor más tosca..

**Superficie**

**Flor:** La parte externa de la piel o cuero

**Carne:** La superficie interna de la piel o cuero

---

<sup>43</sup> Glossary of Leather Terms, <http://www.blcleathertech.com/information/glossary.htm> , BLC

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **Principales fuentes de bibliográficas**

- Assomac Servizi, Badr City – Egypt, New Leather District, Master Plan & Conceptual Projections, Arab Republic of Egypt, Ministry of Industry and Mineral Wealth
- BASF, Leather Topics-6/96, BASF, Germany
- BASF, Pocket Book for the Leather Technologist, BASF, Germany
- Economic and Social Commission for Western Asia, Environmentally Sound Technologies in the Tanning Industry, United Nations, New York, 1997
- Ministry of Economy and Foreign Trade, Stanford Research Institute, Achieving Egyptian Export Growth, 1995
- THE PROJEKT HIDRO, Preparatory Assistance in the Treatment of Tannery Waste in Zablalani- Damascus Industrial Area- Syria, UNIDO, 1994
- UNEP, Cleaner Production in Leather Tanning , a Training Resource Package, Preliminary Edition, February 1995, Paris, France
- UNEP, RAC/CP, Country Statements on the Tanning Industry, UNEP- Ministry of the Environment Spain- Autonomous Government of Catalonia Center for Cleaner Production Initiatives, 1999
- UNEP, Tanneries and the Environment: A technical Guide, UNEP publication, Second Edition 1994, Paris, France
- UNIDO, Low Waste Technology Suitable for Tanneries in Developing Economies, Vienna, Austria
- UNIDO, Industrial Statistics Data Base, 4-Digit level, Vienna, Austria
- Walid Gamaledin, et al., Trade and Environment Theme Case Study: Egypt, The Case of the Egyptian Tanned Leather Industry, HIID, December 1998
- World Bank Group, Pollution Prevention and Abatement Handbook, July 98
- Envirotech, Introducing Cleaner Production Options to the Lebanese Tanning Sector, Lebanese Ministry of the Environment, Beirut, 1998
- INESCOP, FECUR, Promoción de la Cultura Medioambiental en el Sector del Curtido, INESCOP, FECUR
- AIIICA, Estabilización del Pelo Recuperado de las Pieles Vacunas y sus Aplicaciones, LIFE
- Consejo Español de la Piel, Anuario de la Piel 1999, CEP, Madrid, España

- Soha Nassar, Reduction of the Environmental Impact of the Tanning Sector, Damascus University, Syria, 1999

### **Principales fuentes de Internet**

- CIA, *The World Fact book 1999*,  
<http://www.odci.gov/cia/publications/factbook/country.html>
- Carlos Baragan, *Boosting Profits and Benefiting the Environment in Latin America- The Tannery Case*,  
<http://www.idrc.ca/lacro/docs/conferencias/textil02.html>
- COTANCE, Sector Data, <http://www.euroleather.com/cotance/sector.htm>
- Chemonics Int'l Inc., *Water Management in Morocco*,  
<http://www.chemonics.com/watmana.htm>
- Etherington & Roberts Dictionary, *Leather*,  
<http://palimpsest.stanford.edu/don/dt/dt2021.html>
- Lanning David, *SD2-Leather Manufacture*, <http://www.hewit.com/sd2-lead.htm>
- Etherington & Roberts Dictionary, *Green Fleshing*,  
<http://palimpsest.stanford.edu/don/dt/dt1638.html>
- Lanning David, *SD1-Leather Manufacture*, <http://hewit.com/sd1-lead.htm>
- *Empleo de productos químicos en la industria de la piel de cordero*,  
[http://www.emcentre.com/unepweb/tec\\_case/leather\\_19/newtech/n1.htm](http://www.emcentre.com/unepweb/tec_case/leather_19/newtech/n1.htm), EP3 case 1
- *Reciclaje completo del cromo en las empresas productoras de pieles y cueros*,  
[http://www.emcentre.com/unepweb/tec\\_case/leather\\_19/newtech/n2.htm](http://www.emcentre.com/unepweb/tec_case/leather_19/newtech/n2.htm), EP3 case 2
- *Reutilización de los residuos en la fabricación de correas de piel para relojes*,  
[http://www.emcentre.com/unepweb/tec\\_case/leather\\_19/recovery/r5.htm](http://www.emcentre.com/unepweb/tec_case/leather_19/recovery/r5.htm), EP3 case 3
- *Auditoría de prevención de la contaminación en una tenería de piel de ovino*,  
[http://www.emcentre.com/unepweb/tec\\_case/leather\\_19/material/m5.htm](http://www.emcentre.com/unepweb/tec_case/leather_19/material/m5.htm), EP3 case 4
- *Auditoría de prevención de la contaminación en una tenería de piel de bovino*,  
[http://www.emcentre.com/unepweb/tec\\_case/leather\\_19/material/m7.htm](http://www.emcentre.com/unepweb/tec_case/leather_19/material/m7.htm), EP3 case 5
- *Evaluación para evitar la contaminación en una tenería de cuero de bovino*,  
[http://www.emcentre.com/unepweb/tec\\_case/leather\\_19/material/m4.htm](http://www.emcentre.com/unepweb/tec_case/leather_19/material/m4.htm), EP3 case 6
- *Evaluación para evitar la contaminación en una tenería de piel de caprino*,  
[http://www.emcentre.com/unepweb/tec\\_case/leather\\_19/material/m6.htm](http://www.emcentre.com/unepweb/tec_case/leather_19/material/m6.htm), EP3 case 7
- *Evaluación para evitar la contaminación en una tenería de piel de ovino*,  
[http://www.emcentre.com/unepweb/tec\\_case/leather\\_19/material/m8.htm](http://www.emcentre.com/unepweb/tec_case/leather_19/material/m8.htm), EP3 case 8

- *Mejora del proceso de control en una tenería para ahorrar energía y reducir la cantidad de residuos generados,*  
[http://www.emcentre.com/unepweb/tec\\_case/leather\\_19/process/p1.htm](http://www.emcentre.com/unepweb/tec_case/leather_19/process/p1.htm), EP3 case 9
- *Desencalado de cueros sin utilizar sulfato amónico,*  
[http://www.emcentre.com/unepweb/tec\\_case/leather\\_19/material/m2.htm](http://www.emcentre.com/unepweb/tec_case/leather_19/material/m2.htm), EP3 case 10
- *Reciclaje y recuperación del cromo en la industria del cuero,*  
[http://www.emcentre.com/unepweb/tec\\_case/leather\\_19/recovery/r1.htm](http://www.emcentre.com/unepweb/tec_case/leather_19/recovery/r1.htm), EP3 case 11
- *Segregación de residuos para la producción de fertilizantes,*  
[http://www.emcentre.com/unepweb/tec\\_case/leather\\_19/process/p3.htm](http://www.emcentre.com/unepweb/tec_case/leather_19/process/p3.htm), EP 3 case 12
- *Medidas para una producción más limpia en una fábrica de piel artificial,*  
[http://www.emcentre.com/unepweb/tec\\_case/leather\\_19/recovery/r2.htm](http://www.emcentre.com/unepweb/tec_case/leather_19/recovery/r2.htm), EP 3 case 13
- *Reducción de residuos y mejora de la higiene en una fábrica de procesamiento de piel o cuero en tripa,*  
[http://www.emcentre.com/unepweb/tec\\_case/leather\\_19/material/m3.htm](http://www.emcentre.com/unepweb/tec_case/leather_19/material/m3.htm), EP3 case 14
- *Depilado enzimático de pieles y cueros,*  
[http://www.emcentre.com/unepweb/tec\\_case/leather\\_19/process/p2.htm](http://www.emcentre.com/unepweb/tec_case/leather_19/process/p2.htm), EP 3 case 15
- *Desengrasado enzimático de pieles y cueros,*  
[http://www.emcentre.com/unepweb/tec\\_case/leather\\_19/material/m1.htm](http://www.emcentre.com/unepweb/tec_case/leather_19/material/m1.htm), EP3 case 16
- *Reutilización del cromo en una tenería,*  
[http://www.emcentre.com/unepweb/tec\\_case/leather\\_19/recovery/r3.htm](http://www.emcentre.com/unepweb/tec_case/leather_19/recovery/r3.htm), EP 3 case 17
- *Reducción de los residuos tóxicos en una tenería,*  
[http://www.emcentre.com/unepweb/tec\\_case/leather\\_19/recovery/r4.htm](http://www.emcentre.com/unepweb/tec_case/leather_19/recovery/r4.htm), EP 3 case 18
- International Cleaner Production Information Clearinghouse, *Leather Industry- A french Tannery Has Set Up a Deliming Process for Hides Without Ammonia Sulphate,* <http://www.unepie.org/icpic/catsu/catsu268.html>
- Glosario terminológico de la industria del cuero,  
<http://www.blcleathertech.com/information/glossary.htm> , BLC
- Directorio, <http://www.blcleathertech.com/directory.htm>, BLC
- J.Buljan, M. Bosnic, <http://www.cepis.org.pe/muwww/fulltext/repind60/pld/pld.html>, UNIDO