

**Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**

**Fundada en 1968 Decreto Ley N° 17358**



**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA METALÚRGICA**

**FACULTA DE INGENIERIA QUIMICA y METALURGICA**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO**

**METALÚRGICO**

**TITULO:**

**"REDUCCION DE LA CONTAMINACION DE EFLUENTES EN LAS  
PLANTAS DE CURTIEMBRE"**

**AUTORES:**

López Pareja Jean Paul

**ASESOR:**

Mg. Long. Jaime Iman Mendoza

Cip. 108834

**HUACHO- PERU**

**2019**

Dedico el presente trabajo primeramente a Dios por darme la capacidad para llegar hasta este punto de mi vida. Asimismo, a mis padres a quienes amo con toda mi alma, a ellos por su amor, su comprensión y apoyo que han sido el pilar fundamental, para llegar a ser la persona que hoy soy.

A mis hermanos, por su amor y su ayuda incondicional en todas las situaciones.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer, además, en forma muy especial a la comisión de grados Académicos y Títulos Profesionales.

Al Ing. Guillermo Sánchez Lujan por su apoyo constante

Al Dr. José Antonio Legua Cárdenas, por su guía y apoyo en la realización de mi trabajo.

A los profesores del Curso de Actualización, Ing. Celso Quispe Ojeda, Dr. José Antonio Legua Cárdenas, Ing. Robert Williams Ocospoma Dueñas, Ing. Francisco Cárdenas Arbieto, quienes colaboraron al enriquecimiento.

Conceptual y me entregaron herramientas para el desarrollo de este trabajo.

Por último, a todas aquellas personas que de alguna u otra forma han influido, para dar este gran paso, "Muchas Gracias".

## Contenido

AGRADECIMIENTOS.....	3
RESUMEN.....	6
SUMMARY .....	7
INTRODUCCION.....	8
CAPÍTULO 1 .....	10
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO .....	10
1.1.1. Etapa de pre tratamiento y almacenamiento.....	10
1.1.2. Etapa de ribera .....	11
1.1.3. Etapa de curtido .....	15
1.1.4. Etapa de post curtido o terminado en húmedo .....	21
1.1.5. Etapa de acabado .....	27
CAPITULO II.....	33
2.1. MANEJO AMBIENTAL .....	33
2.2. MEDIDAS DE PREVENCION Y MITIGACION .....	34
2.3. RECUPERACIÓN DE CROMO .....	36
2.3.1. Precipitación del Cromo .....	36
2.3.2. Redisolución del Cromo .....	37
2.4. RECICLAJE DE BAÑOS RESIDUALES DE CURTIDO DE CROMO.....	38
2.5. OTRAS RECOMENDACIONES GENERALES .....	39
CAPÍTULO III .....	40

TRATAMIENTOS DE EFLUENTES .....	40
3.1. Control de la contaminación.....	40
3.1.1. Tratamiento de aguas residuales.....	41
3.1.2. Tratamiento de efluentes .....	44
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	51
CONCLUSIONES.....	51
RECOMENDACIONES .....	52
BIBLIOGRAFÍA .....	53
ANEXOS .....	55

## **RESUMEN**

Las curtiembres son industrias importantes en el marco de producción peruano, dado que las materias primas están altamente disponibles y los procesos han sido optimizados, a través de la práctica histórica del curtido de pieles a nivel nacional.

Se realiza la presente monografía para ayudar a las empresas del rubro de curtiembre para el tratamiento de sus efluentes y reducir la producción de residuos ya sean sólidos y/o líquidos, ya que estos son vertidos al medio ambiente con altos contenidos de sulfuros, cromo, ácidos, cal, y otros en concentraciones altas.

Se plantea una alternativa de tratamiento de efluentes; los métodos convencionales del tratamiento de los efluentes de curtiembres incluyen tratamientos de efluentes (separación de sólidos, filtración, oxidación, precipitación), tratamientos físicos químicos (homogenización, decantación, separación por flotación, coagulación y floculación, sedimentación, espesamiento de lodos) y biológicos (lodos activos, película biológica, lagunas biológicas). Evitando que no produzca ácido sulfúrico.

### **PALABRAS CLAVES**

Efluente, D805, Cromo, Sulfuro.

## **SUMMARY**

Tanneries are important industries in the Peruvian production framework, since raw materials are highly available and the processes have been optimized, through the historical practice of leather tanning nationwide.

This monograph is carried out to help companies in the tannery industry to treat their effluents and reduce the production of waste either solid and / or liquid, since these are discharged into the environment with high sulfur, chromium, acids, lime, and others in high concentrations.

An alternative effluent treatment is proposed; Conventional methods of treating tanneries effluents include effluent treatments (solids separation, filtration, oxidation, precipitation), chemical physical treatments (homogenization, decantation, flotation separation, coagulation and flocculation, sedimentation, sludge thickening) and biological (active sludge, biological film, biological lagoons). Preventing it from producing sulfuric acid.

### **KEYWORDS**

Effluent, BOD5, Chrome, Sulfide.

## INTRODUCCION

Debido al problema que existe al conocer que las industrias especializadas en el curtido de cuero desprenden sus efluentes con exageración, omitiendo lo máximo que se permite y, además sin haberlos sometido a un tratamiento previo que limite su contaminación, los cuales llegan hacia ríos proveedores de los pobladores que habitan a su alrededor, así como de animales y plantas.

Los procesos curtiembres que se llevan a cabo dentro de estas industrias generan líquidos caracterizados por presentar carga orgánica elevada además de sustancias químicas que aumentan las posibilidades de desencadenar consecuencias debido a la toxicidad que emiten, algunos de los cuales por efecto del sulfuro o del cromo. El nivel de contaminación es proporcional a la cantidad de materia que se somete a procesamiento y la tecnología que se usa para tal procesamiento.

El Cr (VI) se caracteriza por ser un poderoso oxidante de sustancias orgánicas por lo que se considera peligroso para los organismos y la salud humana. El ingerir sustancias como el ácido crómico o los cromatos podría producir en una persona intoxicación o serios problemas digestivos. Síntomas de este problema puede ser el vértigo, una sed intensa, dolor abdominal, vomito, oliguria o anuria. Además, la inhalación del vapor de cromo que se producen causa la ulceración y hemorragia del tabique así como la producción de secreción nasal. En algunos casos se puede llegar a presentar conjuntivitis, lagrimeo y hasta hepatitis aguda.

Por lo tanto, es necesario que la empresa responsable elabore un método que evite la contaminación que se emite tras la producción en curtiembres la cual compromete la parte ambiental.

Los residuos que se producen dentro de la industria son voluminosos y en la mayoría de los casos presentan componentes tóxicos así como biodegradables por lo que la elaboración de métodos o estrategias para realizar un plan que no comprometa el medio ambiente es esencial. Una estrategia vistosa propone el aprovechamiento de estos residuos sólidos de curtiembre para obtener un valor económico o crear una serie de subproductos.

# CAPÍTULO 1

## 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

La curtición se define como el proceso que se especializa en usar como materia prima la piel de animales y convertirlo en su producto final el cual es el cuero, la piel utilizada proviene en su mayoría de animales como porcinos, bovinos, ovinos, reptiles, entre otros. Según Rivera (2005), las etapas fundamentales dentro del proceso de curtición son pre-tratamiento y almacenamiento, ribera, curtido, procesos en húmedo y acabado; las mismas se describen a continuación.

### 1.1.1. Etapa de pre tratamiento y almacenamiento

- a) Pre descarte en los frigoríficos o centrales de sacrificio; Proceso que se caracteriza por especializarse en la separación de la carne en la piel para reducir el peso, además de adecuarlas para posteriormente ser sometidas a sustancias químicas. Esta actividad se realiza en algunos frigoríficos dependiendo de su movimiento comercial.
- b) Conservación de las pieles durante el almacenamiento; El cuero se somete a procesamiento después de sacrificar al animal. Sin embargo, existen ocasiones en que los mismos son almacenados durante un cierto tiempo y para ello necesitan recibir tratamientos que permitan su conservación caso contrario podría desarrollar microorganismos que efectúen putrefacción.

**PIELES SALADAS:** Se aplica para la conservación de la piel y consiste en aplicar un porcentaje de entre 25 y 30% de sal proporcional al peso del cuero en verde. Las pieles se organizan apilando una encima de otra intercalándose con sal, esto permite su almacenamiento para un buen tiempo (Ver Fig. 1).

Fig. 1. Salado de pieles



Fuente: Cueronet

**PIELES VERDES:** Son las pieles que aún no han recibido tratamiento para algún proceso de conservación.

### 1.1.2. Etapa de ribera

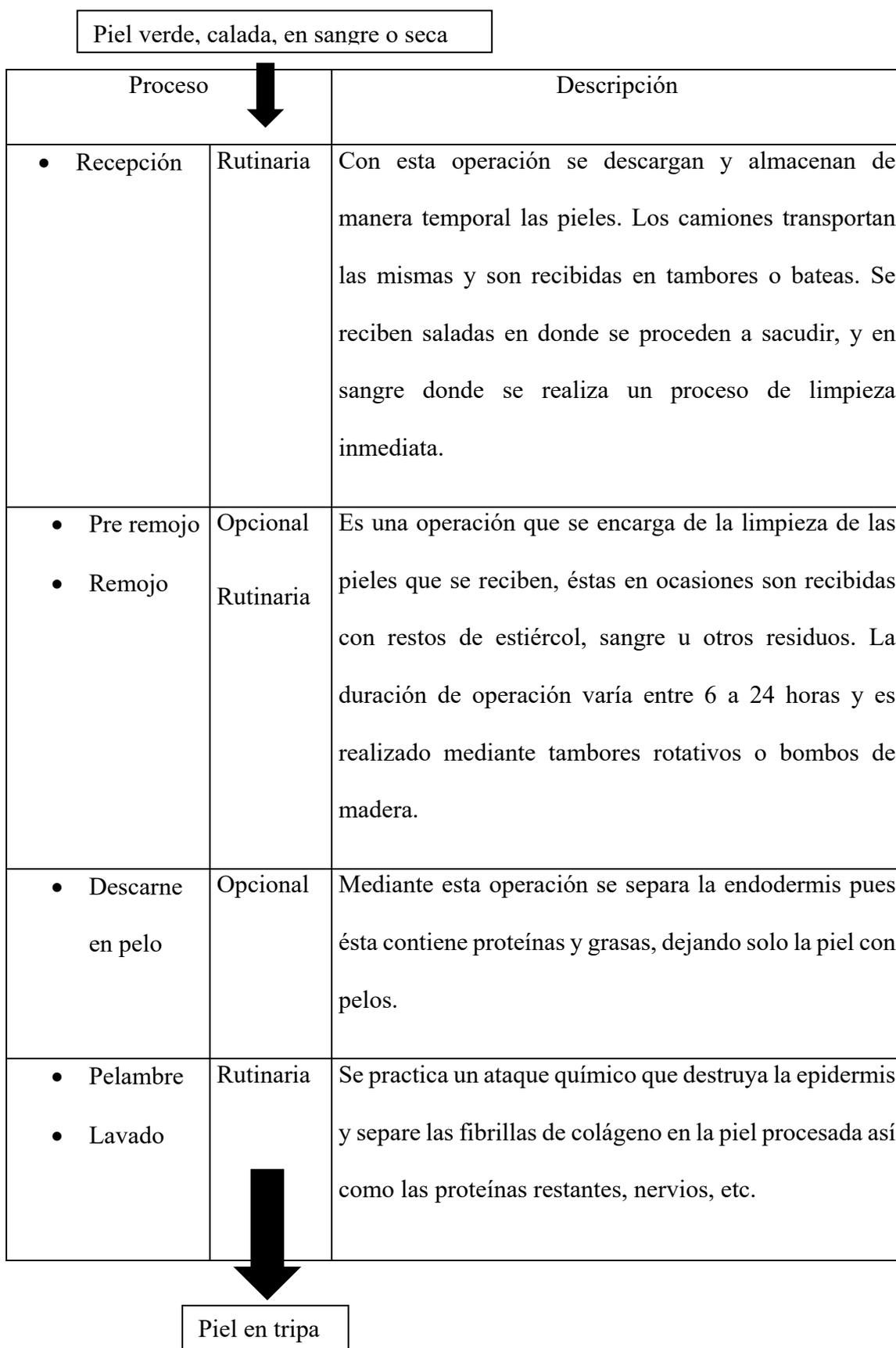
Esta etapa consiste en la limpieza y preparación de la piel para posteriormente ser procesada en la etapa de curtido. La etapa comprende la recepción de la piel la cual puede ser verde, salada, en sangre o seca para ser hidratada. Además, se le quita el pelo y la endodermis, se aumenta el espacio inter fibrilar y se descartan las impurezas que presente (Ver fig. 2). Los pasos se muestran a continuación en el cuadro 1 y 2.

Figura 2: Etapa de ribera



Fuente: Cueronet

Cuadro N° 1: Primera etapa "RIBERA" (hasta producción de piel en tripa)

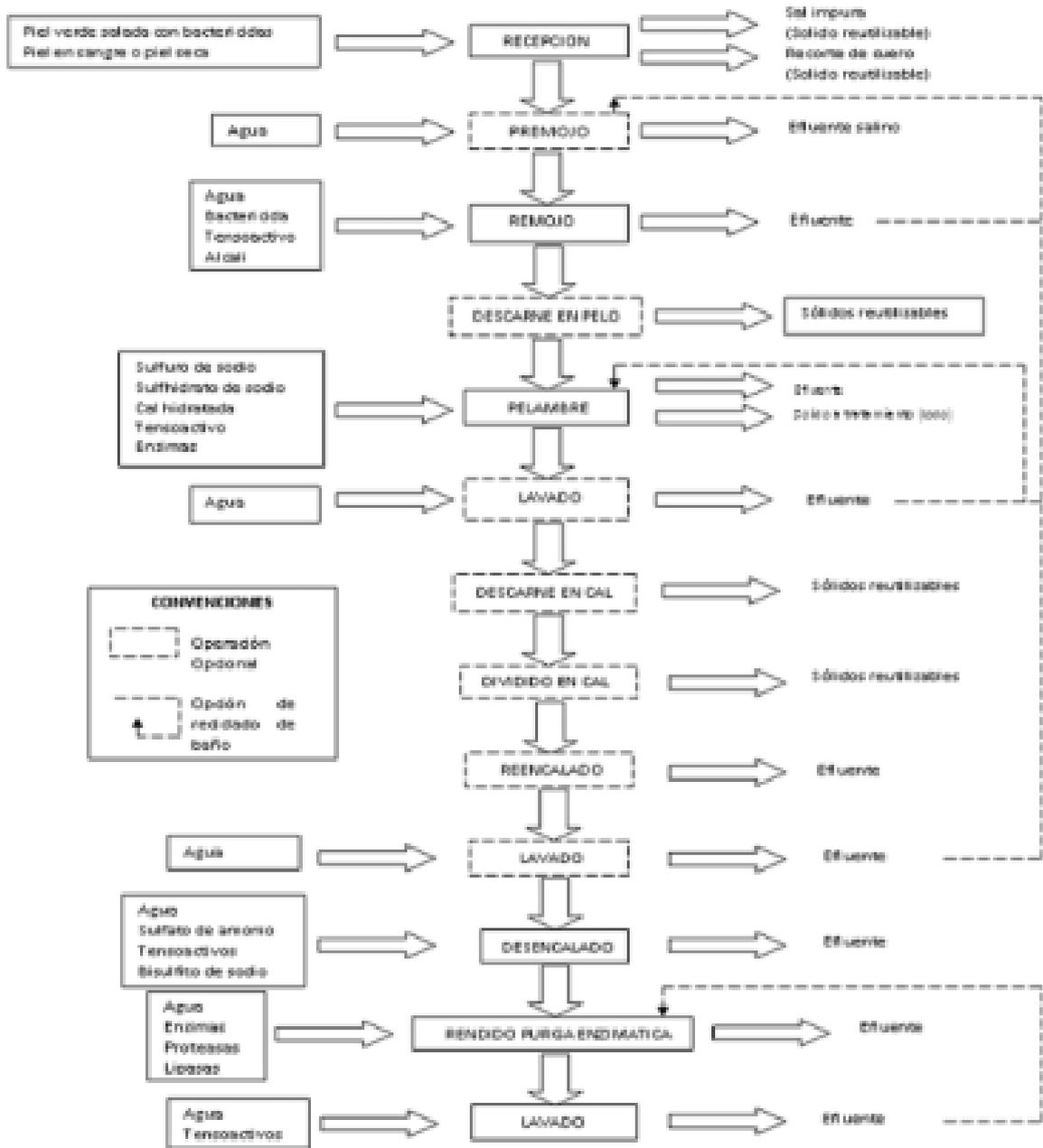


Cuadro N° 2: Primera etapa "RIBERA" (Limpieza de piel en tripa)

Continuación

Proceso		Descripción
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descarne en cal</li> </ul>	Rutinaria	Esta operación se puede realizar tanto mecánica como manualmente. El objetivo es separar la piel de la endodermis ya que esta posee grasas y proteínas.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dividido en cal</li> </ul>	Rutinaria	Utilizando una cuchilla se opera de manera mecánica para poder separar la flor y la carnaza.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Re encalado</li> </ul>	Opcional	Operación en la que se adiciona cal para lograr un mayor suavizado de la piel.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavado</li> </ul>	Opcional	Operación que se realiza para limpiar la piel de la cal que fue usada sobre ella.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desencalado</li> <li>• Rendido o purga enzimática</li> </ul>	Rutinaria Rutinaria	Utilizando ácidos tanto orgánicos como inorgánicos se busca eliminar los restos de cal que aún se conservan en las pieles posteriores al lavado que se practicó.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavado</li> </ul>	Rutinaria	Practicada para evitar que las enzimas actúen en las pieles, se separan impurezas.

Cuadro N° 3: Diagrama Primera etapa "RIBERA"



Fuente: Instituto nacional de ecología

### 1.1.3. Etapa de curtido

Esta etapa tiene por finalidad transformar la piel en material irreversible y que durará de manera permanente. Además, en esta etapa se establecen los pasos de descalcado, rendido, piquelado y curtido.

Primero, en las operaciones de descalcado y rendido se busca retirar la cal que la piel puede absorber. Como resultado se obtiene un pH de descalcado con un valor de 8.3 aproximadamente, lo cual indica que se ha descartado la cal que se encontraba entre los espacios interfibrilares pero no la que se encuentra combinada con colágeno. En el piquelado se somete la piel descalcada a productos ácidos que provocan reducir el pH hasta entre un 1.8 y 3.5, este valor va a depender del artículo que se desea producir (Ver Fig. 3). El curtido comprende tres procesos los cuales se muestran a continuación:

Fig. 3: Etapa de curtido



Fuente: Cueronet

- Curtido vegetal: Se hace uso de taninos vegetales.

Este tipo se utiliza especialmente para la producción de suelas de cuero, correas, monturas, usos en industrias y cuero para repujados.

Antiguamente, las pieles se curtían en pozas lo que hacía que tarde varias semanas en terminar dicho proceso, actualmente las pieles se curten en tambores rotativos que pueden tomar solo 12 horas trabajando con una solución al 12% de tanino.

- Curtido mineral: Hace uso de sales minerales

Este tipo de curtido se usa exclusivamente para producir cueros que sean destinados para emplearse como materia prima de la fabricación de calzados, bolsos y demás prendas. La particularidad de este curtido es que a diferencia de otros tipos, esta emplea menos de un día para curtir, asimismo su producto presenta mayor resistencia al calor y mayor durabilidad en el tiempo. En el curtido mineral se hace uso de la sal de cromo normalmente; hay casos especiales en que se requiere el uso de sales de magnesio y aluminio. El curtido se realiza en tambores y el producto realizado por sal de cromo presente en su apariencia un color azul verdoso por lo que se le denomina “wet blue”.

- Curtido sintético: Hace uso de curtientes sintéticos

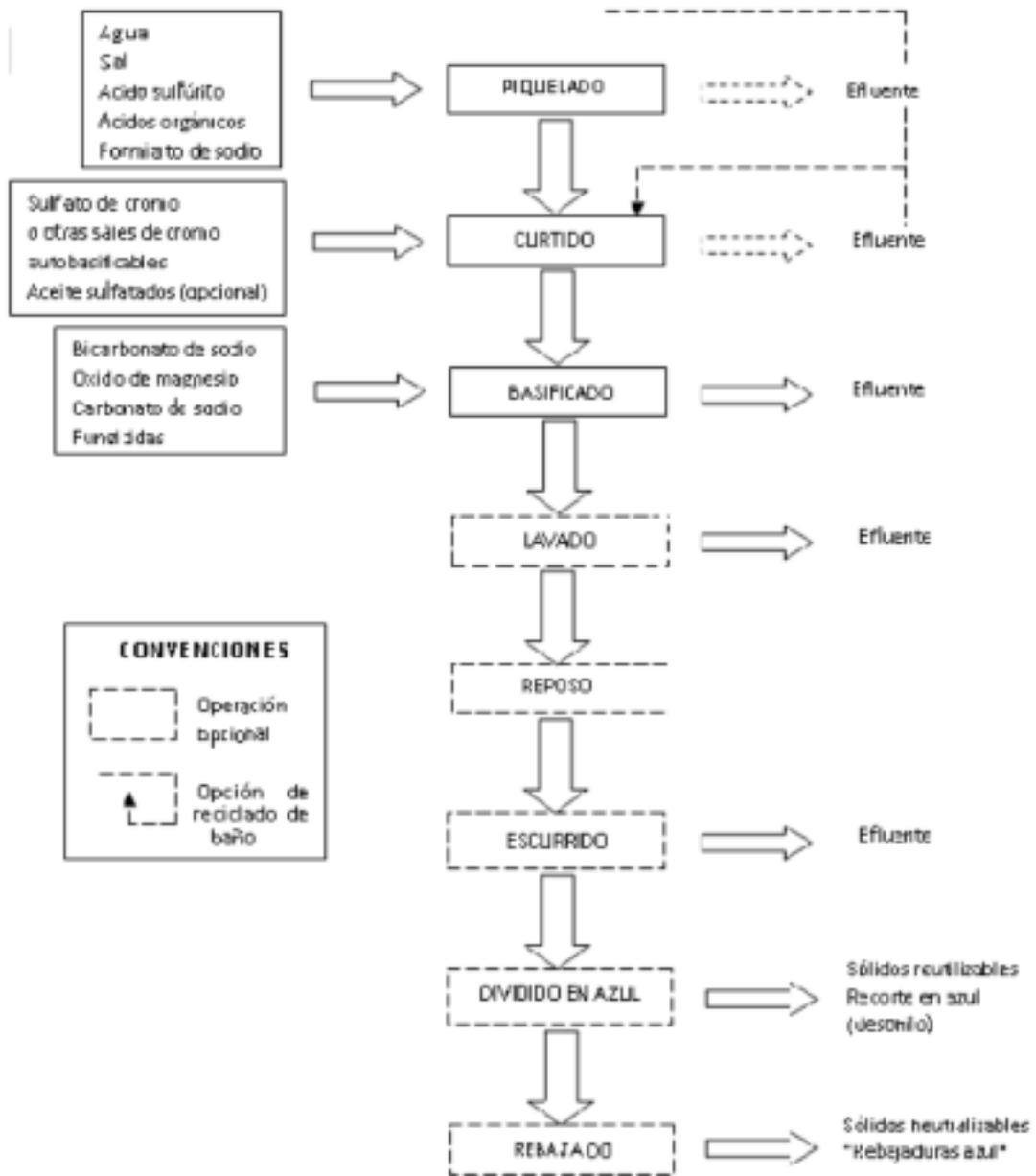
Este tipo se caracteriza por emplear curtientes orgánicos sobre la base de quinona o formol con el fin de establecer un curtido más uniforme y aumentar la penetración de los taninos. Realizar este proceso conlleva a una inversión grande por lo que no es muy comúnmente usado.

En el cuadro 4 que se presenta a continuación se procede a describir los pasos que se siguen para realizar el curtido con cromo, además en el cuadro 6 se muestra el curtido vegetal y su realización. Como complemento se muestran las figuras 5 y 7 que representan diagramas de curtido, cada uno con la materia que emplean así como los desechos que producen.

**Cuadro N° 4: Segunda etapa "CURTIDO AL CROMO"**

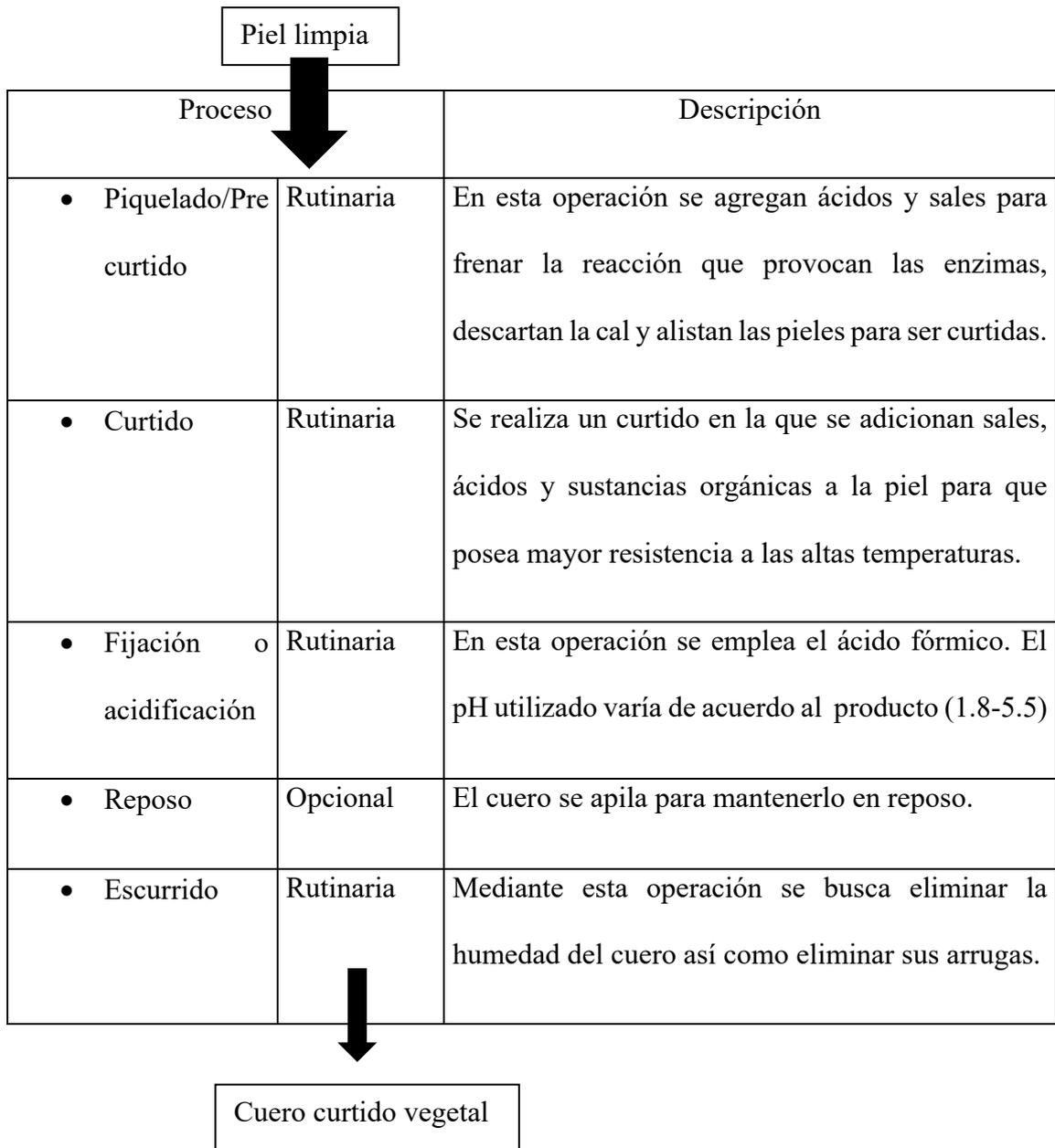
Proceso		Descripción
• Piquelado	Rutinaria	En esta operación se agregan ácidos y sales para frenar la reacción que provocan las enzimas, descartan la cal y alistan las pieles para ser curtidas.
• Curtido	Rutinaria	Se realiza un curtido al cromo en la que se adicionan sales de Cromo a la piel para que posea mayor resistencia a las altas temperaturas y los ataques de bacterias.
• Basificado	Rutinaria	Se agregan sales alcalinas para modificar el pH de la solución aumentándolo. Esta operación facilita a que el Cromo reaccione con los ligantes orgánicos.
• Lavado y reposo	Opcional	Tras un lavado, el cuero se apila para mantenerlo en reposo.
• Ecurrido	Rutinaria	Mediante esta operación se busca eliminar la humedad del cuero así como eliminar sus arrugas.
• Dividido	Opcional	Busca separar la flor de la carnaza.
• Rebajado	Rutinaria	El fin es hacer que el cuero posea un espesor uniforme mediante rebajes con máquinas de cuchillas.

Cuadro N° 5: Diagrama Segunda etapa "Curtido al Cromo"

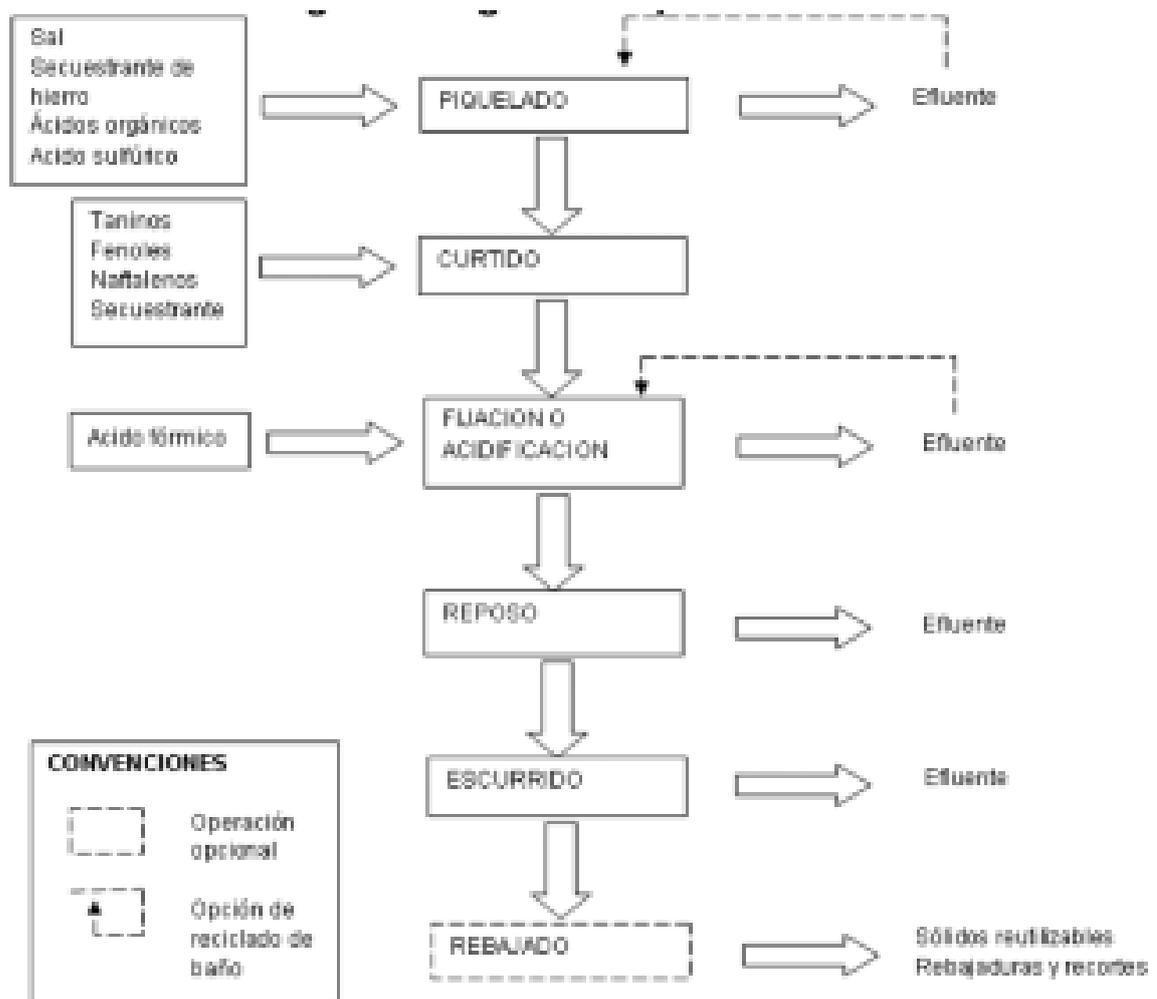


Fuente: Instituto nacional de ecología

Cuadro N° 6: Segunda etapa "CURTIDO VEGETAL"



Cuadro N° 7: Diagrama Segunda etapa "CURTIDO VEGETAL"



Fuente: Instituto nacional de ecología

#### **1.1.4. Etapa de post curtido o terminado en húmedo**

La diferencia que se marca entre esta etapa y sus antecesoras es el tipo de curtientes que se emplean, en esta etapa no es necesaria la neutralización si se refiere a cueros de curtido al vegetal.

La finalidad del post curtido de cuero al cromo es elevar el pH del cuero hasta un valor que lo defina como apto para las operaciones a las que se someterá posteriormente. Asimismo, el recurtido resalta en esta etapa y su finalidad es brindar mayor resistencia al cuero así como mayor cuerpo, además entre otras características que brinda están una mayor manejabilidad, suavidad y uniformidad en lo que a propiedades físicas del cuero se refiere.

Dentro de esta etapa también participa el teñido el cual se caracteriza por brindar la tonalidad y la uniformidad de color al conjunto de cueros, entre las características que brinda aparte de su apariencia está la mayor flexibilidad del producto.

Según Venegas (1998), las operaciones realizadas en la etapa de post curtido podrían realizarse por separado, sin embargo en la práctica estas se realizan en pareja o en conjunto. Ejemplo de lo mencionado se evidencia al realizarse el recurtido y neutralizado los cuales por lo general se realizan simultáneamente en un mismo baño; igualmente pasa con el teñido y engrasado y además es posible realizar estas cuatro de manera simultánea en un mismo baño lo cual tardaría en promedio entre 5 a 10 horas en procesar el cuero.

Dentro de la operación de post curtido es común que los reactivos empleados se agoten debido a tres factores los cuales son las altas temperaturas que por lo

general son de 60°C , la baja oferta de reactivos y la alta concentración de los ya mencionados.

Ademas, agregar polímeros anfóteros aumentan enormemente las posibilidades de agotamiento de reactivos químicos en el teñido y engrasado, lo que provoca una disminución del DQO. Asimismo estos polímeros cumplen la función de agentes de recurtido y engrasado.

Al terminar las operaciones de post curtido se debería haber conseguido un pH bajo el cual es importante adquirir por ser considerado un factor importante que otorga un alto grado de fijación de teñido y engrasado. Un pH ideal podría ser un 3,5 el cual es perfecto para teñido y engrasado haciendo uso de ácido fórmico.

Las figuras 8 y 9 presentadas a continuación demuestran los pasos a seguir para la etapa de terminado en húmedo para cueros al cromo o al vegetal.

Cuadro N° 8: Etapa de terminado en húmedo para cueros curtidos al cromo

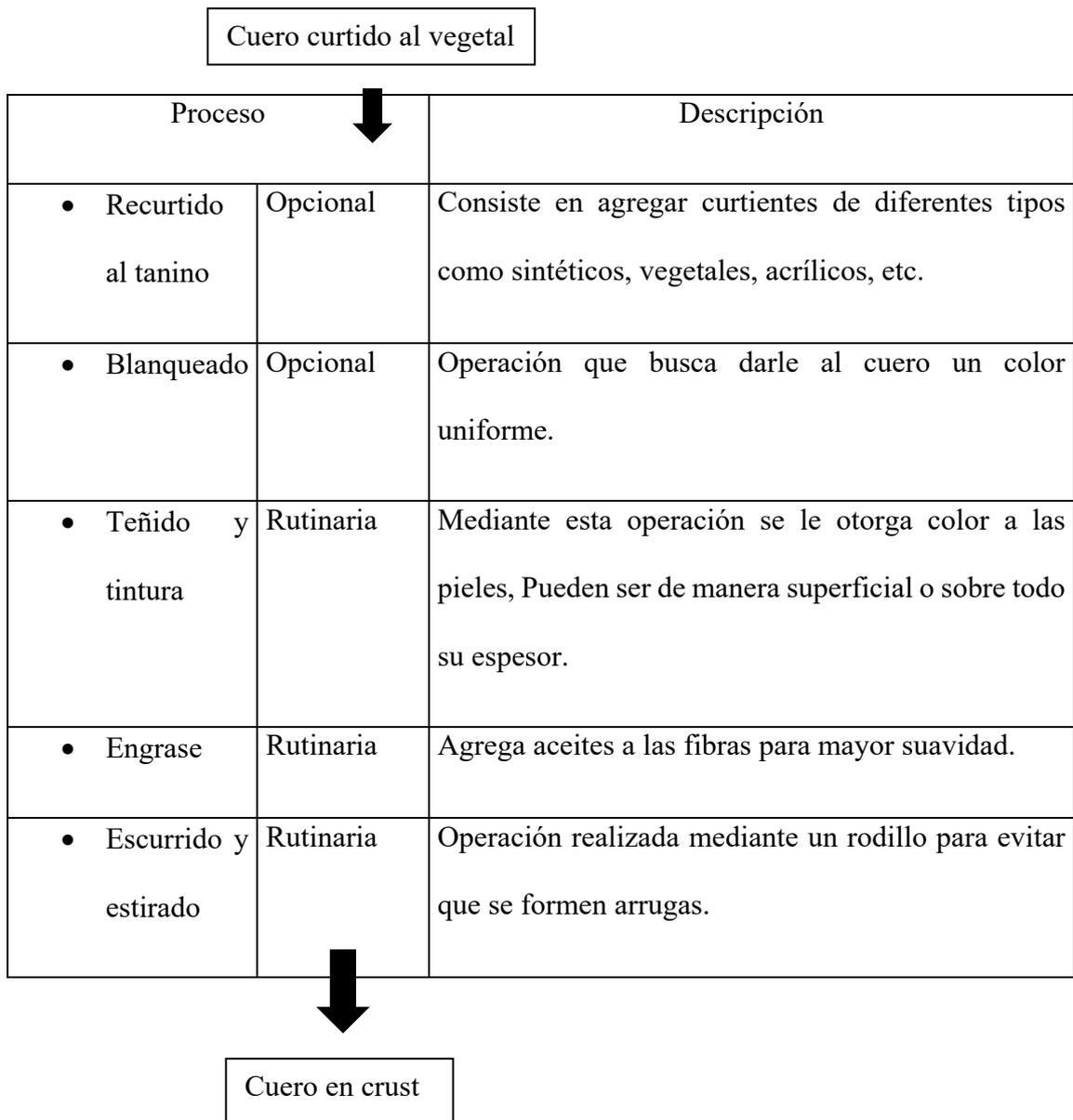
Cuero curtido al Cromo



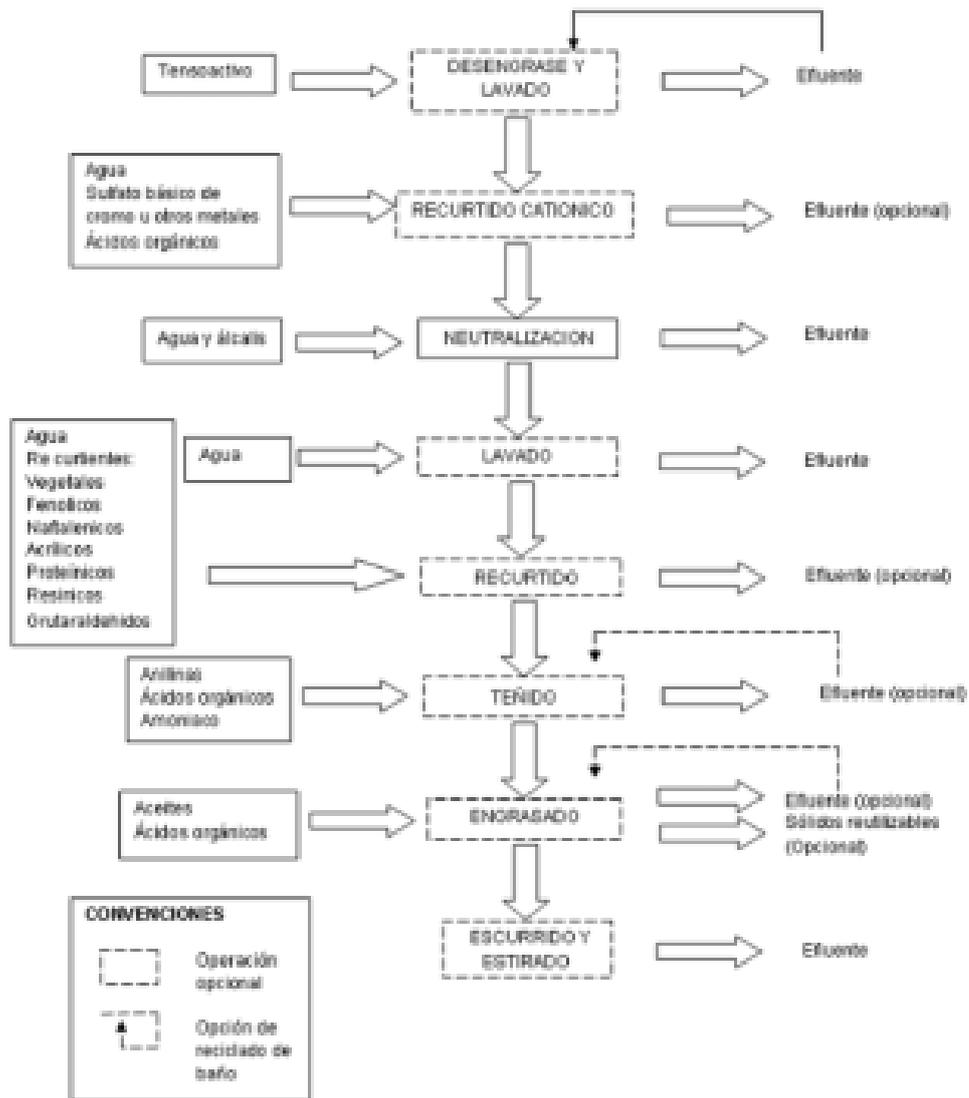
Proceso		Descripción
• Desengrase y lavado	Opcional	Se separan las impurezas presentes (sustancias hidrofóbicas o hidrofílicas).
• Recurtido catiónico	Rutinaria	Operación que emplea sales de Cromo sobre las pieles para brindarle suavizado y prepararlo para otra operación.
• Neutralización	Rutinaria	Se utilizan baños de neutralización de agua, carbonato o bicarbonato de Sodio. El objetivo es aumentar el pH para reducir su acidez.
• Lavado	Opcional	
• Recurtido vegetal	Opcional	Operación que reemplaza al recurtido catiónico, se basa en el empleo de curtientes de empleo.
• Blanqueado	Opcional	Esta operación se realiza solo si se cree conveniente hacerlo. Se emplean taninos sintéticos para blanquear.
• Teñido o tintura	Opcional	Mediante esta operación se le otorga color a las pieles, Pueden ser de manera superficial o sobre todo su espesor.  COLORANTES DIRECTOS: Emplea pigmentos azoicos que dan color a las fibras vegetales.

		<p>COLORANTES BÁSICOS: Con forma de sal o base colorante son del grupo de difenilmetano, trifenilmetano y acridina. Son poseedores de cationes activos.</p> <p>COLORANTES ÁCIDOS: Pertenecen a las sales acidas sulfónicas.</p> <p>Para proceder con el teñido se debe situar un baño contenedor de agua, colorantes elegidos de acuerdo al tipo de curtido y ácido fórmico.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Engrase</li> </ul>	Rutinaria	Operación importante para evitar que el cuero se rompa al ser doblado. Al ser engrasado se proporciona al cuero mayor suavidad, fuerza, flexibilidad y resistencia.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ecurrido y estirado</li> </ul>	Opcional	Operación realizada mediante un rodillo para evitar que se formen arrugas.

Cuadro N° 9: Etapa de terminado en húmedo para cueros curtidos al vegetal



Cuadro N° 10: Diagrama tercera etapa: CURTIDO AL CROMO



Fuente: Instituto nacional de ecología

### 1.1.5. Etapa de acabado

Estas operaciones son esencialmente de superficie pues se utilizan para realizar los acabados que tendrá el cuero, dándoles un aspecto final al producto. En algunos casos se encarga de mejorar la presentación y selección del producto final, en otros mejora su resistencia tras ser usado.

Ademas, en esta etapa se igualan las tinturas y es posible reconstruir artificialmente la superficie flor del cuero esmerilado (Ver fig. 4).

Fig. 4. Acabado (máquina pigmentadora)



En términos generales, el acabado consiste en adherir múltiples capas las cuales están compuestas de resinas y pigmentos, finalizando el proceso con la adición de una capa final que brinda mayor solidez y proporciona un brillo equilibrado. Existen ocasiones en que se retira parte de la flor natural del cuero con el fin de corregir imperfecciones. Este acabado final se denomina “flor corregida”. Durante el proceso de acabado se hace uso de una serie de prensados dependiendo del producto que se desee, finalmente se efectúa una clasificación, medición y empaque (Ver Fig. 5).

Fig. 05. Empaque



El Cuadro 11 presenta las operaciones de la etapa de acabado (ver diagrama en la Cuadro12.)

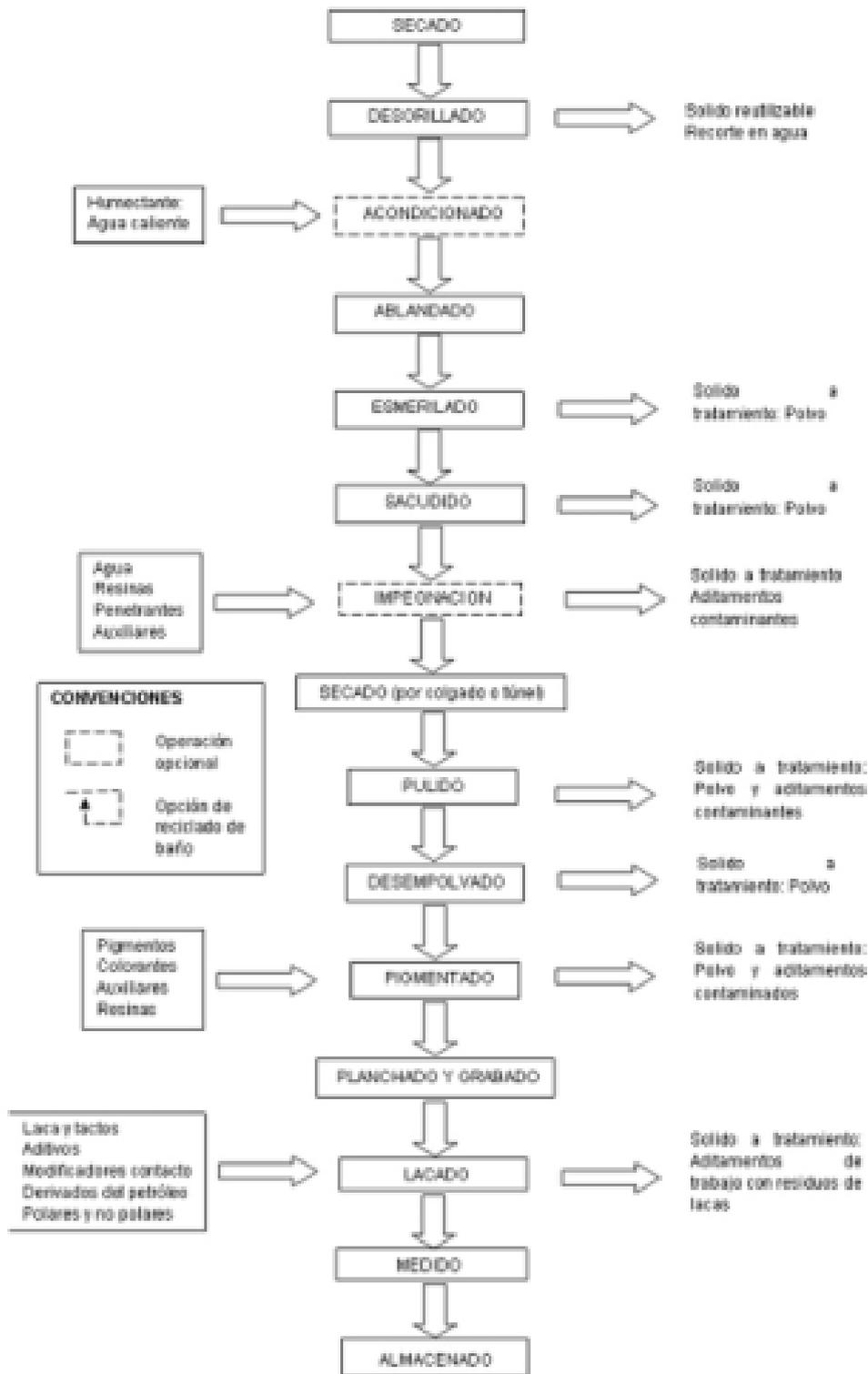
**Cuadro N° 11: Etapa de acabado**

Proceso	Descripción	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Secado</li></ul>	Rutinaria	Busca eliminar la humedad del cuero. La operación es realizada posteriormente a haberse realizado el teñido y se emplean diferentes formas para secar como el secado al vacío, en seco térmico o empastado.
<ul style="list-style-type: none"><li>• Acondicionado</li></ul>	Opcional	Si el cuero posee demasiada sequedad se le agrega agua atomizada para lograr el equilibrio de humedad requerida.
<ul style="list-style-type: none"><li>• Ablandado mecánico y bataneado</li></ul>	Opcional	Tras someterse a un secado el cuero pierde flexibilidad por lo que necesita de esta operación para cumplir con los requisitos del producto final.
<ul style="list-style-type: none"><li>• Esmerilado</li></ul>	Rutinaria	Emplea rodillos de lija y caucho y se realiza para corregir los defectos que pueda poseer la flor del cuero.
<ul style="list-style-type: none"><li>• Desempolvado</li></ul>	Rutinaria	Tras someter al cuero a un esmerilado se hace el desempolvado para descartar partículas de polvo que hayan quedado sobre el material.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Templado</li> </ul>	Opcional	Debido a la serie de procesos a la que se somete el cuero puede perder dimensión por lo que se realiza esta operación para ganar algo más de extensión.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redondeo en Crust</li> </ul>	Rutinaria	Descarte de partes del cuero que no sean del agrado para ser comercializados, en general son las esquinas.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impregnación</li> </ul>	Opcional	Para reconstruir la flor esmerilada se agregará resinas de variables durezas que dependerán de las características del producto final que se requiere.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Secado por colgado</li> </ul>	Rutinaria	Se cuelgan los cueros para que eliminen su humedad mediante evaporación.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esmerilado</li> </ul>	Opcional	Lijado de las piezas adaptándolo a las características que requiere el producto final.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desempolvado</li> </ul>	Opcional	Siempre se realiza posterior al esmerilado para descartar polvo residual en el cuero.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pigmentado</li> </ul>	Opcional	Se le adicionan pigmentos sobre la superficie del cuero
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planchado y grabado</li> </ul>	Rutinaria	El cuero es prensado gracias a una placa que le otorgará distintas figuras o formas.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lacado</li> </ul>	Rutinaria	Para proteger el acabado recibido, se aplica laca sobre el cuero.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medido</li> </ul>	Rutinaria	El cuero se corta de acuerdo a las dimensiones que se requieran al final.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacenado</li> </ul>	Rutinaria	Los cueros que ya han pasado por todas las operaciones que se requieren son depositados hasta su posterior comercio.

**Cuadro N° 12: Diagrama Cuarta etapa ACABADO**



Fuente: Instituto nacional de ecología

## **CAPITULO II**

### **2.1. MANEJO AMBIENTAL**

Según la Guía de técnica de producción más limpia para curtiembres, 2001.

Los objetivos planteados, los cuales son la prevención y mitigación de los impactos potenciales, el control de la contaminación a través de recomendaciones prácticas y viables, y el aumento de la responsabilidad social corporativa con operarios y comunidad; dichos objetivos se realizarán a través de las estrategias mencionadas a continuación:

- Restricciones en el consumo del agua.
- Reducción de la producción de aguas residuales.
- Reducción de la producción de residuos sólidos
- Reducción en la producción de residuos peligrosos
- Reutilización de los residuos sólidos y peligrosos generados
- Sustitución de materias primas tóxicas utilizadas
- Reducción de la emisión tóxica generada hacia la atmósfera
- Tratamiento de efluentes generados

## **2.2. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN**

Mediante el presente se obtienen una serie de descripciones y explicaciones técnicas para realizar buenas prácticas ambientales que se pueden emplear para la producción de cuero mediante el uso de pieles de ganado vacuno, y también la adaptación para el empleo en otros tipos de pieles.

La producción limpia no es determinada por la capacidad de producción de curtiembre de una industria ni las posibilidades económicas. Toda industria por más pequeña que sea y hasta microempresas tiene la posibilidad de introducir las prácticas de producción limpia en sus procesos, la misma no requiere una fuerte inversión y los beneficios económicos y ambientales son excelentes. Según el análisis económico de alternativas no contaminantes realizado en Chile, la aplicabilidad de producción más limpia se produce debido a que se desea la reducción de costos en la producción así como la mejora de calidad del cuero obtenido, mientras que paralelamente se añaden mejoras en el desempeño ambiental.

A continuación se muestran las descripciones de cada etapa que comprende el proceso de curtido así como su impacto y la prevención que se debe tomar.

## ETAPA: PRETRATAMIENTO Y ALMACENAMIENTO

IMPACTO	PREVENCIÓN
<p>Presencia de residuos sólidos provenientes del estiércol, la sangre y otras suciedades situadas en la piel del animal. Asimismo el estiércol presente en la piel podría generar bacterias que afecten la característica física de la flor</p>	<p>Se puede prevenir con el aseo que debe seguir cada trabajador dentro de la industria debido a que la sal provoca irritación si la piel se lleva a contacto con las mucosas.</p>
<p>La sal común genera consecuencias ambientales al agregarse en el agua o depositarse en el suelo ya que produce una salinización. La consecuencia se mide de acuerdo al destino final que tengan los líquidos contaminados.</p>	

## ETAPA: RIBERA

IMPACTO	PREVENCIÓN
<p>Se producen aguas contaminadas que contienen residuos como sangre, pelo, cebo y estiércol que significan consecuencias si son llevados a ríos ya que afectaría la vida acuática.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitar a distintos operadores con conocimiento en seguridad industrial.</li> <li>• Exigir el aseo personal a cada integrante del personal de la industria.</li> <li>• Poseer las características y hojas de seguridad de cada compuesto químico recibido en la industria.</li> <li>• Realizar revisiones del estado de las maquinarias para evitar posibles incidentes.</li> <li>• El personal debe portar protección respiratoria para evitar inhalar vapor de amoníaco.</li> </ul>
<p>Se generan aguas contaminadas provenientes del lavado de las maquinarias utilizadas en los procesos.</p>	
<p>Dentro de una curtiembre el proceso más contaminante es el pelambre. Se generan líquidos residuales que contienen distintos sólidos y también disueltos además de sulfuros, sulfatos y otros compuestos.</p>	
<p>Se afecta la composición de las aguas limpias si reciben aquellos líquidos residuales descartados en la industria y que contienen sales amoniacales, sulfuros y cloruro de amonio.</p>	

## ETAPA: PIQUELADO Y CURTIDO AL CROMO

IMPACTO	PREVENCIÓN
Contaminación del agua debido a afluentes de ácido minerales y sales. Además tras agregar sal se forman cloruros en el vertimiento.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cada jornada concluida deberá ser acompañada de un aseo personal para los trabajadores.</li><li>• Cada empleado debe portar EPP para garantizar seguridad durante su labor.</li><li>• Poseer las características y hojas de seguridad de cada compuesto químico recibido en la industria.</li></ul>
Contaminación de aguas por presencia de cloruros, sulfatos, Sodio y Calcio. Además poseerá un pH ácido.	
Se contamina las aguas debido a la presencia de Cromo en exceso. Este elemento al ser un metal pesado actuando dentro del agua genera un color verde oscuro.	

### 2.3. RECUPERACIÓN DE CROMO

Para proceder a la recuperación de Cromo se hace uso del método más empleado el cual consiste en precipitar el cromo de los baños residuales del curtido en un medio alcalino controlado. Al conseguir separar y lavar el precipitado es posible re disolverlo a través de ácido sulfúrico para volver a ser empleado en un nuevo proceso de curtido o abastecerlo de tratamientos que le permita ser empleado en otra actividad específica.

Para la recuperación del cromo se deben seguir ciertos pasos que garanticen una correcta obtención, de lo contrario afecta de manera negativa la calidad del cuero que se obtendrá. A continuación la descripción de su proceso.

#### 2.3.1. Precipitación del Cromo

Para precipitar el Cromo se realizan las siguientes acciones:

- a) Descartar las grasas sobrenadantes y filtrar el baño residual previo a su procesamiento.
- b) Escoger el agente precipitante del Cromo.
- c) Agregar de forma lenta el agente precipitante seleccionado para el Cromo agitándolo continuamente.

- d) Durante la precipitación se debe mantener el control del pH.
- e) Durante la precipitación se debe mantener el control de la temperatura. La temperatura adecuada oscila entre los 35 a 40°C.
- f) Controlar el tiempo que toma la precipitación. Pues esta acción requiere como máximo 3 horas.
- g) Descartar todo líquido sobrenadante, además filtrar el lodo sedimentado a través de un filtro prensa.

### **2.3.2. Redisolución del Cromo**

Tras la precipitación del Cromo se obtiene Hidróxido de Cromo el cual necesita ser re disuelto para ser empleado nuevamente en un proceso de curtido. Para realizar este objetivo es necesario realizar las siguientes acciones:

- a) Realizar la disolución del precipitado filtrado, en este caso el  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  con Ácido sulfúrico  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado.
- b) Al obtenerse una solución de Sulfato de Cromo, ésta puede ser empleada en el proceso de curtido como un reemplazo de hasta un 30% de las sales de Cromo frescas.

Recuperar el Cromo significa realizar un proceso simple que cualquier industria puede realizar, el proceso es muy conveniente tanto para La inversión baja como para el cuidado ambiental. Sin embargo, este proceso requiere de un cuidadoso control analítico y el uso de equipos adecuados, los cuales son:

- Tanque para la recolección de baños de Cromo residual.
- Material que permita el análisis del contenido del Cromo así como su acidez y alcalinidad.
- Un tanque que posea agitador y controlador del pH para la adición de cantidades precisas de base hacia la precipitación.
- Tanque de sedimentación para el Hidróxido de Cromo.
- Filtro prensa para la separación de lodo con Hidróxido de Cromo.

## 2.4. RECICLAJE DE BAÑOS RESIDUALES DE CURTIDO DE CROMO

A continuación las técnicas que permiten el reciclaje de solución de piquelado y curtido:

- a) Mediante la receta de Curtiembre se procede al primer baño de piquelado y curtido.
- b) Posteriormente se recupera el baño residual que requiere de un filtrado previo mediante un tamiz inclinado, acción que se realiza con el fin de separar los sólidos suspendidos.
- c) El baño residual filtrado se bombea hacia un tanque recolector donde se sedimentarán los sólidos reservados.
- d) La concentración del cromo residual se obtiene a partir de un análisis de una muestra del baño residual. Mediante a lo obtenido por este análisis se determinará la cantidad de Cromo que necesita ser adicionado para obtener las condiciones deseadas del curtido.
- e) Se debe de devolver las condiciones del baño de piquelado mediante el baño residual de Cromo recuperado. Además el pH y la temperatura debe ser ajustados.
- f) Con el paso de cada ciclo de rehúso del baño residual es necesario que el curtidor gradúe la cantidad de NaCl añadida en la reconstitución de solución de piquelado, La razón de este accionar se debe a que se acumula sal neutra en la solución reciclada.
- g) Se procede a medir el pH de la solución con el fin de evaluar si es la adecuada, con esto se controlan las cantidades de ácido adicionado así como su densidad.
- h) Una vez verificado, el baño reconstituido es bombeado por un tanque recolector para piquelar y curtir nuevamente otra piel.
- i) Para el curtido se adiciona la cantidad requerida de sal de Cromo.
- j) Una vez terminado el curtido es posible recuperar el baño residual para un nuevo ciclo.

Al proceder al reciclaje es probable que gradualmente se vea afectada la concentración de sales por lo que cada que se renueve el ciclo se notará un incremento en la concentración de Sulfato de Sodio. Por lo tanto, cada que se efectúe el proceso de reciclado se reducirá gradualmente la cantidad de NaCl.

Según J. Ludvik al haberse realizado 5 o más reciclajes es necesario un tratamiento que descarte las impurezas que afecten la calidad del producto, además ya no es necesario agregar NaCl. La razón de esta afirmación se debe a que se facilita el control de baños residuales reciclados si éste no contiene sales auto basificantes, es por esta razón que se recomienda realizar pruebas de reciclaje con baños preparados y unos productos comerciales de Cromo sin el auto basificante /39/, y posterior a esta prueba recién realizar el proceso con el producto comercial que si contiene el auto basificante señalado.

Con respecto a esta medida, es necesario tomarlas precauciones ante lo señalado a continuación:

- Separación de los sólidos presentes en los efluentes.
- Modificación de agentes dentro de la operación de curtido.
- Tomar en cuenta los diferentes colores que puede tomar el cuero.
- Aumento del nivel de control de operaciones.
- Incremento del nivel de sales como cloruros y sulfatos.

## **2.5. OTRAS RECOMENDACIONES GENERALES**

- Conseguir el peso de la piel y el cuero de manera exacta así como de los insumos que se emplearán es una acción esencial que permite generar ahorro del consumo de materia prima y agua, además esta recomendación tiene como fin el cuidado del medio ambiente a través de la reducción de impactos.
- Emplear bombos tipo hormigonero como sistema de baño corto, estos emplean cantidades mínimas de agua.
- Reemplazara las tinas por bombos rotatorios debido a que estos consumen menos agua al realizar los procesos.
- Emplear los insumos cuando son necesarios para evitar que sean almacenados durante largos periodos.
- Hacer limpieza continua para evitar la presencia de olores fétidos así como el arribo de animales como roedores o insectos.
- Realizar el control del consumo de agua.

## **CAPÍTULO III**

### **TRATAMIENTOS DE EFLUENTES**

#### **3.1. Control de la contaminación**

Según Thomas (2001) al realizar una curtiembre típica en la que se procesará 1000 kg de piel salada húmeda se necesitará aproximadamente 450 kg de una serie de reactivos químicos.

Terminado este proceso se obtiene por lo menos:

255 kg de cuero acabado

40 kg de solventes emitidos hacia la atmósfera

300 kg de residuos entre sólidos y líquidos conteniendo reactivos químicos

135 kg de agua descartada de la piel

Debido a esta serie de residuos que se generan se plantean estrategias que permitan realizar el tratamiento de los mismos y aumentar las posibilidades de realizar su reaprovechamiento. Un punto que necesita ser resaltado es que la facilidad que signifique el tratamiento de residuos dependerá de si estos no han sido combinados, caso contrario implica aun un proceso de separación haciéndolo más complejo.

Las medidas descritas sirven para disminuir la cantidad de contaminantes emitidos por la industria, por lo que si se necesita el empleo de una planta de tratamiento final, ésta será con una capacidad menor y por lo tanto, los costos a emplearse serán proporcionales.

### 3.1.1. Tratamiento de aguas residuales

A pesar de la existencia de una serie de sistemas que permiten el tratamiento de las aguas efluentes, el costo elevado hace que sea difícil de optarse. Ante ello, SEPIS (2003) indica que es posible la existencia de diversos métodos que también ayudan a realizar este objetivo.

- Separación de efluentes; En curtiembres existen dos tipos de efluentes líquidos los cuales son ácidos y básicos. Es necesario que éstos se mantengan separados para posteriormente mezclarse con el efluente final con el fin de que se evite la aparición por accidente del gas venenoso H<sub>2</sub>S. Importancia: Generar facilidades para separar los residuos y así permitir su recuperación.
- Separación de sólidos gruesos; con el fin de evitar problemas al realizar el filtrado debido a que por sus dimensiones significan inconvenientes para proceder a esta acción.

Fig. 6. Rejilla de retención de sólidos gruesos



Fuente: Cuernet

- Filtrado  
Con el fin de descartar algunos sólidos se establecen baños con dirección hacia un tamiz en inclinación. El mismo está fabricado con madera y una tela sintética. Con el fin de garantizar que se separen las grasas se instala una trampa y un tanque de sedimentación.

- Oxidación del Sulfuro (S<sub>2</sub>)  
Realizado el proceso de filtración se procede a oxidar el sulfuro que se encuentra contenido en el líquido, para ello se utilizan diferentes métodos de los cuales destaca la aireación por ser la más utilizada. Con el fin de evitar la formación de gas venenoso como el Sulfuro de Hidrógeno se necesita mantener en la solución un pH de 1.
- Oxidación por aireación  
Se caracteriza por usar el oxígeno contenido en el aire como un agente oxidante. Debido a que el oxígeno es un gas casi insoluble en agua se necesita renovar constantemente en paralelo a su consumo para conservar su concentración. Para realizar esta acción se deberá aumentar la velocidad en que se disuelve el oxígeno mediante el aumento de la superficie y el tiempo de contacto de burbujas de aire en la solución.  
Se hace uso de un tanque de aireación caracterizado por poseer el doble de volumen en relación con los efluentes con los que trabajará, medida que se toma para evitar que la espuma llegue hacia el borde y se libere fuera del contenedor, otra acción que se podría tomar en caso no se desee utilizar un tanque de doble volumen es utilizar antiespumantes.
- Precipitación de proteínas  
Tras realizar la oxidación del sulfuro en líquidos de pelambre, se necesita precipitar las proteínas originadas en las pieles. Para lograr el objetivo que busca esta acción se necesita llegar al punto isoeléctrico conteniendo un pH determinado. Mayormente las proteínas mencionadas llegan a su punto isoeléctrico con un pH de 5.5 en promedio por lo tanto se requiere regular el pH de la solución oxidada mediante soluciones de ácido sulfúrico. Además, se debe evitar usar las aguas residuales ácidas provenientes del curtido ya que el cromo imposibilita a las proteínas la capacidad de ser empleados en otros productos como alimentos, fertilizantes, etc. Si se desea mezclar la

solución acida y el pelambre se debe verificar que el sulfuro ya haya sido oxidado en su totalidad.

- Precipitación de Cromo

Con el fin de realizar esta acción se requiere remover los sólidos y las grasas suspendidas y para ello se emplea la separación de sólidos gruesos y filtración.

## BENEFICIOS DE LA VALORACION DE LAS AGUAS RESIDUALES

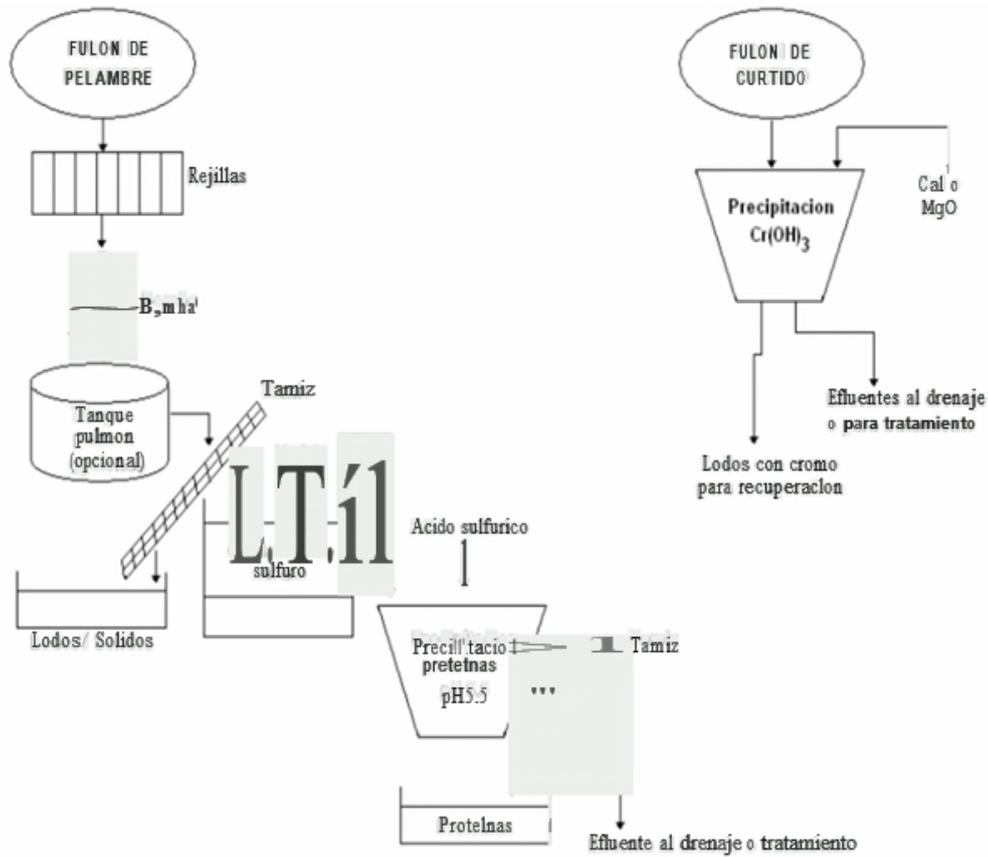
### Beneficios ambientales

- Se reduce la cantidad de contaminantes rechazados por parte de la empresa.
- Evita la propagación de gases que podrían afectar el entorno ambiental.
- Se encarga de modificar los residuos contaminantes con el fin de que estos no se desperdicien y a cambio formen parte de la creación de un subproducto.

### Beneficios económicos

- En comparación con el tratamiento que se necesita para tratar los residuos desechados, encontrar estrategias para establecer una producción limpia significa un ahorro económico.

Diagrama N° 1: Sistemas convencional de tratamiento de aguas residuales provenientes del curtido de pieles.



Fuente: Elaboración del Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles, Bolivia, 2001.

### 3.1.2. Tratamiento de efluentes

Acción que se realiza tras descartar sólidos en suspensión, grasas, efluentes del sulfuro y el cromo para tratar el efluente de la misma forma como si se tratara de aguas domésticas residuales debido a que ya no poseería sustancias tóxicas en su composición.

Definir estos tratamientos implica dividir al mismo en dos grupos principales los cuales se argumentan a continuación:

- Tratamientos físico químicos

Con el fin de minimizar los parámetros contaminantes, mediante este tratamiento, se emplea la dosificación de coagulantes hacia las aguas tratadas mediante la filtración o flotación.

Dentro de este grupo de tratamientos se reconocen operaciones fundamentales por lo que se definirán a continuación.

Homogeneización; Como su nombre lo menciona, esta operación busca conseguir una mezcla uniforme a partir de residuos líquidos. Para conseguir realizar esta operación con éxito deben adecuarse dos condiciones a) Poseer un caudal constante y b) mantener una misma composición química. Para garantizar estas condiciones es necesario que se realice la instalación de un depósito de homogeneización posterior al filtrado y antes de la depuración (Ver fig. 7).

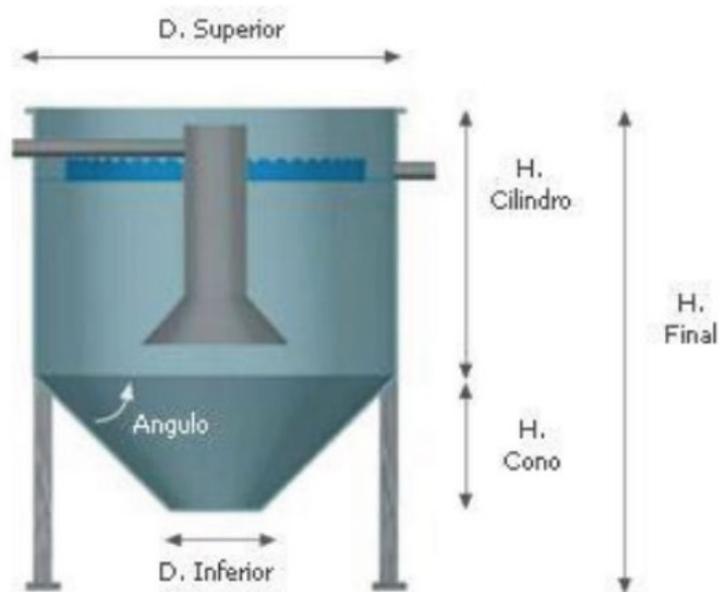
Fig. 7. Tanques de homogenización de caudal



Con el fin de evitar sedimentaciones y obtener una mezcla completa se necesita que el líquido sea agitado de manera constante a través de hélices sumergidas capaces de crear corrientes horizontales en el interior.

**Decantación primaria;** A través de decantadores busca separar los sólidos de un medio líquido además de elevar el líquido lentamente a comparación con las partículas en sedimentación que se desea descartar o separar, formando así una especie de lodo (Ver fig. 8). Mediante esta decantación es posible minimizar los valores de la demanda biológica de oxígeno, demanda química de oxígeno y materias suspendidas sin emplear productos químicos ni energía extra.

Fig. 8. Decantadores



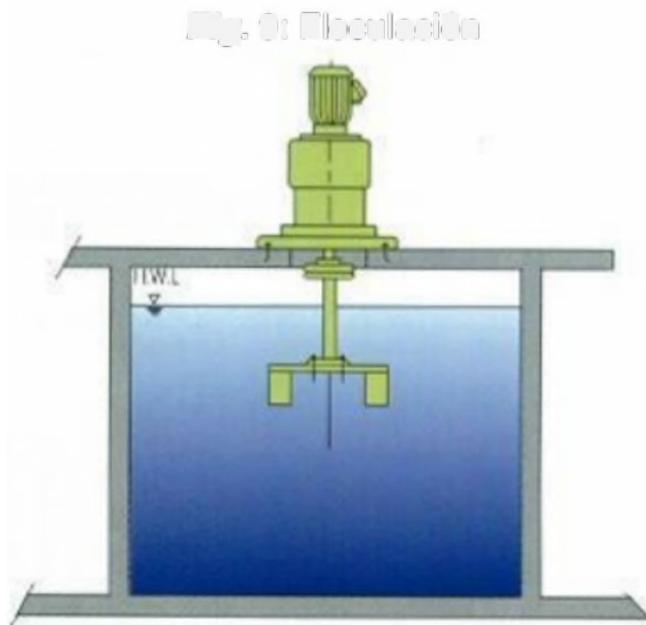
**Separación por flotación;** Corresponde a una contrariedad con la sedimentación pues en comparación a ella hace todo lo contrario pero con el mismo objetivo. Esta operación permite ascender los sólidos para posteriormente separarlos. Para ello, se emplea agua con aire disuelto a sobrepresión que posteriormente se mezclará con el efluente. Tras esta acción se crean burbujas que actúan como suspensores de los flocúlos los cuales se adhieren y son elevados para ser barridos por láminas una vez llegados hacia la superficie. Luego estas se acumulan como lodos y se destinan hacia otro receptor.

Posterior a estas operaciones aparecen otras etapas que se definen a continuación:

**Coagulación, floculación;** Operación que se realiza debido a la existencia de materias que no obedecen a una sedimentación por poseer cargas electrostáticas de igual signo por lo que se emplean coagulantes tales como el  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  y las sales de Hierro (Ver fig. 9). Logrando que las materias no sedimentadas se precipiten.

Con esta desestabilización, las materias no disueltas y las coloidales se precipitan.

Fig. 9: Floculación



**Sedimentación secundaria;** Esta operación se realiza tras obtener lodos después de realizada la coagulación. Se necesita verter reactivos de manera adecuada para obtener un agua clara. Asimismo, del decantador se necesitan separar los lodos que contenga para espesarlos y secarlos.

**Espesamiento y secado de lodo;** El lodo debe ser vertido, sin embargo por su poca sequedad necesita ser concentrado a través de otra sedimentación agregando reactivos. Se realiza un espesamiento a través de filtración al vacío, centrifugación o lechos de secado (Ver Fig.10).

Fig. 10. Espesamiento y secado de lodos mediante lechos de secado



- Tratamientos biológicos

Se diferencian por utilizar el fenómeno de la biodegradabilidad. Según Venegas, los métodos que comprenden estos tratamientos se basan en autodepuraciones basadas en microorganismos que se siembran y se cultivan obteniendo colonias. En otras palabras, con estos tratamientos se busca eliminar materias orgánicas gracias a la acción de microorganismos cultivados (la materia orgánica sirve de alimento para el microorganismo).

Los tratamientos biológicos están divididos en tres grupos que se definen a continuación:

**Lodos Activos;** Este tratamiento se subdivide en flujo continuo y discontinuo.

- Piscina de aireación a flujo continuo o carrusel

Consiste en un depósito de paredes largas y cortas paralelas y rectas, las paredes cortas poseen forma semicircular. En medio de dicho depósito se encuentra una pared central que sirve para instalar un circuito que mueva el agua contenida.

El agua contenida es sometida a una sedimentación secundaria donde se busca separar a los lodos. Esta operación hace que los lodos aumenten hasta llegar a la cantidad necesaria para asimilar

la carga orgánica contaminante que ingresa de manera constante. Posteriormente, los lodos que han sobrado son enviados a un espesamiento y secado en conjunto con aquellos enviados a una sedimentación primaria (Ver fig. 11).

Fig. 11. Piscina de aireación



- Tratamiento de flujo discontinuo

Dentro de los depósitos se suspenden lodos activos con agua medida. Se realiza únicamente con estos recursos y no se utiliza un aporte adicional de agua ya que el recipiente en el que se practica es confinado. La masa contenida es oxigenada hasta llegar a un punto de digestión extendida de los contaminantes. Tras esto, se termina con la aireación para seguir con una sedimentación llevada a cabo dentro del mismo depósito contenedor. Se nota un líquido por encima del agua el cual será extraído por decantación para seguir con un nuevo ciclo con los lodos ya utilizados. Si los lodos van en aumento se requiere de un purgado, espesamiento y secado (Ver fig. 12).

Fig. 12. Lodos deshidratados



**Película biológica (filtro percolador);** Compuesta de columnas que hacen espacios por el que se realizan goteos del líquido que se encuentra depurando. Los líquidos escurridos sobre el relleno crean una película de biomasa que necesita oxígeno para digerir la contaminación disuelta.

Fig. 13. Filtros percoladores



**Lagunas biológicas;** Es ideal solo si se poseen terrenos de gran dimensión situados en zonas aireadas y lejanos a zonas pobladas ya que así se requiere un menor mantenimiento. Se recomienda realizar un mínimo de tres tratamientos de laguna en serie para conseguir un buen grado de depuración.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

Las curtiembres, vistas desde un enfoque ambiental, corresponde al rubro de aquellas industrias generadoras de múltiples contaminantes que se lanzan al ambiente y que lo degradan provocando diversas consecuencias. Entre los residuos que se eliminan se encuentran principalmente el Cromo y los sulfuros, los mismos que se emplean dentro de la industria como preservante de la piel obtenida de animales.

Tras el argumento previo, se concluye en que debido a que las operaciones realizadas por esta industria generan consecuencias ambientales, la misma necesita cumplir diversas normas ambientales impuestas para la conservación de la naturaleza y sus recursos.

Ademas, se concluye en que la calidad que obtiene el producto final tras ser sometido a las operaciones ya definidas en esta investigación depende directamente de la calidad de la materia prima que se emplee en los procesos, entre estos aspectos se encuentra la condición, la edad, la calidad de vida y el sexo del animal.

Con el conocimiento de las consecuencias que puede haber o que se producen se evalúa la posibilidad de implementar programas que ayuden a generar estrategias para realizar una producción limpia libre de contaminantes que se emitan. Ademas, estos programas ayudan a la concientización y apoyan a buscar formas de adquirir implementos para alcanzar las condiciones ideales de trabajo generando una producción limpia.

Las operaciones realizadas en curtiembres generan residuos sólidos caracterizados por su gran volumen. Algunos de los cuales son tóxicos y otros no biodegradables por lo que se emplean tratamientos que los acondicionen para obtener un subproducto que pueda venderse para obtener ingresos económicos extras.

## **RECOMENDACIONES**

Las curtiembres integran el grupo de actividades más productivas en el país por lo que es necesario que se mantengan activas. Debido a los residuos que se generan hacia el medio ambiente la industria necesita afrontar desafíos ambientales con ayuda de estrategias y siguiendo el ejemplo de empresas extranjeras que se encuentren consolidadas en el exterior para situarse como una industria que cuenta con apoyo para realizar producción de elementos basados en cuero.

Es necesario que la industria tenga en cuenta la viabilidad que posee ya que la tecnología que requiere para prevenir la contaminación producida posee un bajo costo para implementarse y aplicarse.

## BIBLIOGRAFÍA

- Brachymonas, D., & NosZ, g. (23 de febrero de 2014). Tratamiento biológico a gran escala de la curtiduría de aguas residuales mediante la novela consorcio microbiano BM-S-1. Revista de Ciencias Ambientales y Salud - Parte A Sustancias Tóxicas / peligrosos y de Ingeniería Ambiental, págs. 355- 364.
- Gratacos, Enrique, Boleda, Portavella, Adzet y Lluch, Tecnología Química del Cuero, Barcelona-España, 1962.
- Greenpeace, (1999). Campaña contra los vertidos tóxicos a los cursos de agua, disponible en el sitio web de Greenpeace: [www.greenpeace.org/raw/content/argentina/contaminaci-n/producci-n-limpia/vertido-cero/curtarsa.pdf](http://www.greenpeace.org/raw/content/argentina/contaminaci-n/producci-n-limpia/vertido-cero/curtarsa.pdf) Medios contaminados, (2010).
- MERA RIVERA, 2010. Gestión Ambiental para minimizar la contaminación generada por la industria de curtiembre en el distrito de El Porvenir. Tesis, Universidad Nacional de Trujillo, Fac. Ingeniería Agroindustrial.
- E. González Fernández, “Toxicocinética y evaluación de riesgos para la salud producidos por la exposición a los compuestos de cromo”, Medicina y seguridad en el trabajo, vol. 38, pp. 3-27, 1991.
- CEPAL/PNUMA, {2006), “Análisis Económico de Alternativas no Contaminantes para Curtiembres en Chile”. Santiago, Chile



# **ANEXOS**

## ANEXO I

### 1. ETAPA: PRETRATAMIENTO Y ALMACENAMIENTO ( Bibliografía [1] [2] [3] [11] )

#### 1.1 PROCESO: PRETRATAMIENTO EN LAS PLANTAS DE BENEFICIO

IMPACTOS		
<p>Aparte de residuos sólidos y carga orgánica en los efluentes generados por el estiércol, altos contenidos de sangre y otras suciedades adheridas a la piel. De acuerdo a estudios realizados en el Reino Unido, se estima que el 6% del peso de piel fresca, es estiércol; por lo tanto, 1 tonelada de piel fresca genera 60 Kg de estiércol, el cual es descargado a los efluentes líquidos, que contribuyen con: 12 Kg de sólidos totales, 3 Kg de sólidos suspendidos, 2 Kg DBO, 5 Kg DQO y 0.06 Kg de nitrógeno total. Además, el estiércol adherido a la piel dificulta el pre descamado y puede producir manchas en la flor por acción bacteriana</p>		
PREVENCION	BENEFICIO AMBIENTAL	BENEFICIO ECONOMICO
<p>Es conveniente que las pieles lleguen a la curtiembre en las mejores condiciones posibles. Para ello se debe solicitar a los proveedores de pieles:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Lavar los animales antes de ser faenados.</li> <li>b. Evitar cortes innecesarios en las pieles. Una manera de evitar dichos cortes es usando cuchillos con puntas redondeadas que también puede usarse para el recorte de pieles en la curtiembre.</li> <li>c. Lavar las pieles después de faenados, a fin de evitar que la sangre y el estiércol, entre otras, produzcan o aceleren la putrefacción de las mismas.</li> <li>d. Doblar las pieles, de manera que estén en contacto pelo con pelo y carne con carne, y colocarlas en pilas,</li> </ol>	<p>Si la curtiembre exige a los mataderos el cumplimiento de las medidas anteriores, se beneficiara: Por la reducción de los residuos provenientes de las pieles.</p> <p>También disminuye la sangre y otras suciedades adheridas a la piel.</p>	<p>Económicamente, mientras más limpias estén las pieles, menores son: los tiempos de lavado, los insumos adicionados para la limpieza, el consumo de agua y la carga orgánica que ingresa al efluente, lo que redundo en una reducción de costos y en una mejor calidad de las pieles y por ende de los cueros.</p>

para evitar que se ensucien innecesaria.

- e. Mantener las pieles en lugares frescos y limpios, para conservarlas en mejores condiciones.
- f. Entregar las pieles frescas a las curtiembres, lo más pronto posible después del faenado. Si no se entregan dentro de las 24 horas del derribe del animal, las pieles deben ser preservadas mediante salado o refrigeración.

## 1.2 PROCESO: RECEPCION DE PIELES EN LAS CURTIEMBRES

IMPACTOS				
Aporte de carga orgánica en los efluentes finales por el contenido de sangre, así como aumento de las sales en los vertimientos por la necesidad de conservar las pieles. Se generan recortes de cuero salados				
PREVENCION	MITIGACION	TENGA EN CUENTA	BENEFICIO AMBIENTAL	BENEFICIO ECONOMICO
<p>Capacitación permanente de operadores en materias primas, procesos y procedimientos.</p> <p>Para evitar la contaminación hídrica con presencia de sales, de ser posible se recomienda utilizar piel conservada sin sal (piel fresca o en sangre).</p>	<p>Para mitigar el impacto causado por la presencia de sangre en pieles frescas, no saladas, se recomienda en la recepción de las pieles:</p> <p>a. Descargar las pieles en un área donde la sangre y otros fluidos puedan escurrir y ser descargados al sistema</p>	<p>El mantenimiento de equipos e instalaciones deben ser los más óptimos.</p> <p>Que las redes hídricas estén en condiciones óptimas para recibir las descargas para tal fin.</p> <p>En la recuperación de</p>	<p>Reducción de los efluentes finales de las cargas contaminantes provenientes de la sangre y sales.</p> <p>Reducción del nivel de productos químicos en los efluentes.</p> <p>Aprovechamiento de residuos sólidos como</p>	<p>Reducción del consumo de sal.</p> <p>Mejora la calidad de los cueros, pues se evita la formación del "cuero venoso".</p> <p>Recuperación de inversión con la venta de recortes y de</p>

<p>Para evitar el indeseable "cuero venoso", en el baño de remojo puede agregarse un poco de sal común.</p> <p>La sal común debe tener concentración en el baño de remojo de 0.9%, es decir 0.9 Kg de sal común / 100 Lit. de agua, para lograr el objetivo deseado.</p> <p>La acción de una solución salina sobre la piel ayuda a evitar la coagulación de la sangre y la mantiene en dispersión dentro del baño de remojo, lo que facilita su separación.</p> <p>Con el objeto de evitar olores ofensivos, moscas, roedores y aves de carroña, el área de recepción debe limpiarse periódicamente.</p>	<p>de alcantarillado industrial, junto con el efluente industrial. Esta descarga puede unirse al drenaje alcalino para su tratamiento dentro de la curtiembre.</p> <p>b. Las pieles frescas pueden también remojar, sin salarlas previamente.</p> <p>Cuando la piel es verde salada, deben ser descargadas en un área que no tenga desagüe y sacudir las pieles para recuperar la sal sólida evitando que sea arrastrada a los desagües internos.</p> <p>Almacenar la sal temporalmente en recipientes que permita mantenerla seca, para su posterior rehúso o confinamiento.</p>	<p>la sal en seco se deben agitar los cueros con cuidado para evitar daños de la materia prima.</p> <p>Considerar la posibilidad de rehusar la sal recuperada, por saladeros o minas de sal.</p>	<p>recortes y sal.</p> <p>Reducción del consumo de agua.</p> <p>Reducción de residuos sólidos peligrosos.</p> <p>Reducción de los efluentes finales de la carga contaminante proveniente de las sales.</p> <p>Reducción del nivel de productos químicos en los efluentes.</p>	<p>rehúso de sal.</p>
--	---	--	---	-----------------------

### 1.3 PROCESO: SALADO DE PIELES

## IMPACTOS

La sal común puede causar daños ambientales al ser incorporada en los cuerpos de agua o descargada al suelo, debido a que ocasiona su salinización. La magnitud del daño dependerá de la concentración final de la sal y del tipo de uso o destino que tenga dichos cuerpos de agua, así como del ecosistema que depende de estos cuerpos de agua (por ejemplo la gran mayoría de los peces de agua dulce no tolera incluso concentraciones pequeñas de sales). Por su solubilidad, la sal no es fácil de eliminar de las aguas residuales y en su caso, puede ser una operación de muy alto costo.

PREVENCIÓN	MITIGACIÓN	TENGA EN CUENTA	BENEFICIO AMBIENTAL	BENEFICIO ECONOMICO
<p>Capacitación permanente de operadores en materias primas, procesos y procedimientos.</p> <p>Para evitar la parte de la sal caiga al piso y/o se escurra al drenaje, se recomienda que el área de salado este alejada de canaletas de drenaje, o en su caso, que las mismas estén cubiertas.</p> <p>La sal del suelo debe ser recogida con escobas y dispuesta evitando el ingreso al efluente.</p> <p>Utilizar sal mineral en grano grueso, que permita la recuperación de la</p>	<p>Para disminuir las descargas de sal común al efluente, se recomienda:</p> <p>a. Salar las pieles frescas después del pre descarnado (la sal común evita la putrefacción de la piel porque esta genera deshidratación).</p> <p>b. Bajar la dosificación de la sal común para salar. Es suficiente un 15 % de sal común sobre el peso de piel fresca, si el almacenaje no excede 6 semanas.</p> <p>c. Sacar la mayor parte de la sal en forma sólida y</p>	<p>Verificar el mantenimiento de equipos e instalaciones.</p> <p>Verificar las redes hídricas estén en condiciones óptimas para recibir las descargas de fluidos salados y sangre.</p> <p>Verificar que los recortes de cuero salado sean depositados en las áreas destinadas para tal fin.</p> <p>Verificar el uso adecuado de la sal</p>	<p>Reducción del contenido de sal común y biocidas en el efluente.</p> <p>Reducción en el consumo de agua para el remojo, debido a la reducción de la cantidad de sal contenida en la piel.</p>	<p>Ahorro de agua y de sal común, especialmente cuando se pueda trabajar con pieles frescas.</p> <p>Reducción de los costos de tratamiento de las aguas residuales, por la reducción del volumen de agua y de la cantidad de sal en el efluente.</p>

<p>misma para su reutilización en otros procesos, reciclando como máximo el 20%.</p> <p>Se recomienda la sal de roca debido a que la sal marina contiene bacterias talofíticas que causan contaminación bacteriana, llamada "red heat".</p> <p>Realiza la conservación de pieles en frío</p>	<p>evitar su ingreso al efluente, sacudiendo las pieles suavemente antes de procesarlas. Cuando la curtiembre usa pieles saladas, sacudir la sal de las mismas antes de introducirlas a los baños del remojo. Según W. Frendrup, se puede coleccionar de 20 a 25 Kg de sal común por tonelada de pieles frescas saladas.</p>			
<b>PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LA SALUD Y ACCIDENTES DE TRABAJO</b>				
<p>La sal es un agente que puede causar irritación si se pone en contacto con las mucosas. La piel a pesar, de su conservación contiene bacterias, por lo que es importante el aseo personal de los trabajadores al término de la jornada</p>				

## ANEXO II

### 1. ETAPA: RIBERA ( Bibliografía [1] [2] [3] [11] )

En la ribera se presentan efluentes líquidos con altos valores de pH, considerable contenido de cal y sales, y una elevada DBO debido a la presencia de materia orgánica y grasas animales.

#### 1.1 PROCESO: REMOJO

IMPACTOS	
<p>Se generan aguas residuales con altas concentraciones de carga orgánica (estiércol, sangre, pelos, cebos principalmente), lo cual afecta la vida acuática y puede producir gases nocivos. Por las pieles conservadas en sal se generan efluentes con alto contenido de cloruro. Altos consumos de agua, especialmente cuando se utilizan pieles conservadas con sal, lo cual a su vez genera un sobre costo en la facturación, incrementando los costos fijos de producción y por lo tanto los costos de producción elaborado, haciendo la industria menos competitiva y rentable.</p> <p>Generación de residuos: solución de sal con sangre, bactericidas, tenso activos (Los detergentes no biodegradables permanecen en las aguas residuales formando espumas que no permiten la transferencias de oxígeno al agua afectando las formas de vida acuática de las corrientes de agua) y vestigios de tierra, polvo, etc.</p>	
PREVENCION	TENGA EN CUENTA
<p>Capacitación permanente de operadores de materias primas, procesos y procedimientos.</p> <p>Para evitar que parte de la sal caiga al piso y/o se escurra al drenaje, se recomienda que el área de salado este alejada de canaletas de drenajes, o en su caso, que las mismas estén cubiertas.</p>	<p>Que el remojo es una etapa que se remoja la piel para que se vuelva flexible y manejable para las demás etapas.</p> <p>Si estas son frescas saladas se hace el remojo para limpiar la sal de la conservación.</p>

	Si son secas es para re hidratarlas nuevamente.
<b>PREVENCION DE RIESGOS EN LA SALUD Y ACCIDENTES DE TRABAJO</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación permanente de operadores en seguridad industrial y salud ocupacional.</li> <li>• Aseo personal una vez concluida la jornada.</li> <li>• Es importante extremar las precauciones durante la carga del tambor. En tambores mayores de 5 toneladas, deberán emplearse mínimo dos personas.</li> <li>• Es importante exigir al proveedor de materiales químicos las hojas de seguridad, que de acuerdo a la normativa en materia de higiene y seguridad por obligación tiene que proporcionar y darlas a conocer a todo el personal.</li> </ul> <p>Los recipientes de los productos químicos deberán contar con la caracterización de prevención y atención de incendios.</p>	

## 1.2 PROCESO: DESCARNADO

<b>IMPACTOS</b>				
Generación de aguas conteniendo residuos provenientes del lavado de maquinas, y de residuos sólidos con materia orgánica animal, rica en proteínas y grasas.				
PREVENCION	MITIGACION	TENGA EN CUENTA	BENEFICIO AMBIENTAL	BENEFICIO ECONOMICO
Hacer un descarnado homogéneo. Se recomienda utilizar el pre descarnado de pieles frescas inmediatamente después de que se	Con el objeto de reducir el peso y la facilidad de penetración de sulfuro y cal se realiza un proceso de descarnado el cual puede ser manualmente o con	Si la curtiembre usa pieles saladas, es aconsejable realizar el pre descarnado de las mismas, una vez que estas hayan sido remojadas. Verificar que las redes	Reducción del consumo de insumos en el pelambre debido a la reducción del peso de la piel. El pre descarnado reduce generalmente de 20 25% del peso de	La cantidad de insumos requerida para trata pieles que no han sido pre descarnadas, es mucho mayor que para las pieles que si lo han sido, debido a que las carmazas absorben agua y reactivos químicos durante la pelambre.

<p>reciben del matadero o de los proveedores, previa a cualquier operación, esto es:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Antes de salar las pieles para su conservación.</li> <li>- Antes del lavado de las pieles, solo si estas no están demasiado sucias.</li> <li>- Antes de proceder con la operación de pelambre.</li> </ul>	<p>maquina especializada. Algunas curtiembres prefieren hacer el pre descarnado y, además un descarnado después de la pelambre para mejorar la calidad de la piel al eliminar la carne / grasa que pudieran haber permanecido. En muchos casos, el ahorro logrado por el pre descarnado justifica la operación adicional de un segundo descarnado. El recorte de las pieles frescas para eliminar el material que no produce buen cuero, ofrece las mismas ventajas que el pre descarnado de la piel fresca. Al eliminar la capa del</p>	<p>hídricas estén en condiciones óptimas para recibir las descargas de fluidos salados y sangre. Verificar que los recortes sean depositados en las áreas destinadas para tal fin. El descarnado en verde debe aplicarse con mucho cuidado pues pueden generar daños mecánicos a la piel de animales pequeños o si se descarnan piel mal lavadas y con estiércol pegado.</p>	<p>pieles frescas y de 10 a 15% el peso de pieles saladas. Si el pre descarnado se realiza antes del salado y remojo, en consumo de insumos también disminuye en estas operaciones. Reducción del peso de los residuos. Cuando se realiza el pre descarnado, el peso de las carnazas se reduce en comparación con el que se obtendría si se hace en descarnado después del pelambre, porque durante el pelambre las carnazas absorben agua y reactivos. Reducción de la contaminación de las aguas residuales generados en las subsiguientes operaciones, debida</p>	<p>Reducción de insumos sal en el curado de las pieles frescas conservadas en la curtiembre; agua, tensoactivos, humectantes y otros en el remojo de las pieles frescas saladas; y cal sulfuro y agua en el pelambre de todas las pieles procesadas por la curtiembre. Reducción o eliminación de los costos de transportes y disposición final de los residuos (carnazas y recortes de piel). Reducción de la inversión y costos de operación de la planta de tratamiento. Reducción de costos (considerando una reducción en peso de 20%). El pre descarnado mejora la penetración de reactivos químicos durante el pelambre, lo que facilita el incremento la eficiencia de esta operación. Al reducir la contaminación de los baños de remojo y de pelambre, el pre descarnado facilita el reciclado de estos baños.</p>
---	--	--	--	--

	<p>material carnosos adherido a la piel. Se evita la formación de arrugas en la piel tripa, lo que determina una mejor calidad en las pieles curtidas.</p>		<p>principalmente a grasa, DBO, y sólidos totales. Reducción de residuos peligrosos.</p>	<p>Debido a la reducción del peso de la piel por el pre descarnado es posible aumentar el número de pieles en el fulon, lo que permite aumentar la producción con el mismo equipo y cantidad de reactivos.</p> <p>Los residuos del pre descarnado y los recortes de piel antes del pelambre no contienen reactivos químicos, por lo que se puede vender o destinar para utilizarlos como abonos, recuperación de grasa para jabonería, alimento balanceado, etc.</p>
<b>PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LA SALUD Y ACCIDENTES DE TRABAJO</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extremar las precauciones a la hora de hacer el pre descarnado manual o al introducir la piel a la máquina descarnadora</li> <li>• Revisar antes de empezar a trabajar el estado de los poros automáticos de seguridad de la maquinaria</li> </ul>				

## PROCESO: PELAMBRE

### IMPACTOS

El pelambre constituye la operación que genera la mayor parte de la contaminación en una curtiembre. La carga contaminante depende mucho del método empleado para el pelambre (método convencional, si destrucción de pelo, pelambre enzimática o amónico, etc.) y si las pieles han sido o no pre descarnadas. Se genera aguas residuales alcalinas con alta concentración de sólidos suspendidos y

disueltos: materia orgánica animal, sulfuros, SH y sulfatos de sodio, pelo, cal y carbonatos. Aporta el 70% de la carga orgánica al efluente, la totalidad de los sulfuros residuales, el 45% de los residuos sólidos sin cromo, 39% del nitrógeno total, valores de pH superiores a 11 y restos de cebo, carmaza, pelo, sulfuros y proteínas solubles representan el 50% del volumen del efluente.

PREVENCIÓN	TENGA EN CUENTA	BENEFICIO AMBIENTAL	BENEFICIOS ECONÓMICOS
<p><b>1. Control de las variables de operación:</b> Optimizar la operación del pelambre estandarizando la utilización de las cantidades de químicos.</p>	<p>Controlar y optimizar el tiempo del pelambre teniendo en cuenta la reducción de químicos.</p>	<p>Reducción de uso de productos químicos. Reducción del consumo de agua. Reducción de la carga contaminante en el efluente.</p>	<p>Mejora la calidad de la pieles Ahorra el agua y productos químicos Ahorro en el tratamiento de efluentes</p>
<p><b>2. Recuperación de pelo:</b> Con el objeto de minimizar la carga de sólidos suspendidos en el efluente así como la reducción del consumo de sulfuro, se recomienda hacer pelambre sin destrucción del pelo. El proceso consiste básicamente de evitar que el pelo se desintegre mediante el uso de sustancias que lo protejan al ataque de químicos que serán utilizados posteriormente. De esta manera el pelo puede</p>	<p>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. Este método necesita un mayor control y vigilancia adicional. Este proceso debe ser complementado con la instalación de equipos que permitan remover el pelo conservado y un sistema que permita remover los sólidos decantados provenientes del efluente del proceso. Sin este tipo de complementos no se</p>	<p>Reducción de uso de productos químicos. Reducción del consumo de agua. Reducción de la carga contaminante en el efluente. Reducción del DQO en un 40% en el efluente, al evitar la disolución del pelo. Mayor facilidad en el manejo de los residuos (pelo, lodos) que los lodos tradicionales. Aprovechamiento del pelo recuperado (por ejm. como abono). En muchos casos reducción del consumo de</p>	<p>Mejora la calidad de las pieles Ahorro en el consumo de agua Reducción de costos de tratamiento del efluente y manejo de lodos. En el caso de enzimas esto puede ser variable. Dependiendo del método utilizado, puede reducirse el costo de reactivos químicos, por su menor consumo. La introducción del pelambre sin destrucción del pelo, a pesar de tener muchas</p>

<p>ser retirado del agua como residuo sólido para comercializarlo o enviarlo a relleno sanitario.</p> <p>Si no se implementa la inmunización (protección de ser desintegrado) se recomienda: minimizar el uso de sulfuro de sodio, reducir el volumen del baño, y de ser posible implementar el descame el pelo.</p>	<p>logra la reducción de carga deseada.</p>	<p>sulfuros y de su cantidad descargada al efluente.</p> <p>Reducción de los olores debido a una reducción en el consumo de sulfuro. En el caso de pelambre aminico, el olor puede ser peor.</p> <p>Debe contarse con información completa sobre el método a introducir y realizar pruebas experimentales a fin de evaluar adecuadamente sus riesgos y beneficios.</p> <p>A pesar de que en muchos casos se logra reducciones importantes en el consumo de químicos y en la contaminación del efluente, habrá siempre la necesidad de eliminar el sulfuro y material orgánico remanente en los efluentes.</p>	<p>ventajas ambientales, debe ser cuidadosamente estudiada y analizada desde el punto de vista costo/beneficio, calidad del cuero, beneficios ambientales, mecánicos externos, seguridad y salud ocupacional.</p>
<p><b>3. Control de calidad de la cal:</b></p> <p>Con el objeto de evitar la formación de lodos por la generación de residuos inactivos (arena y carbonato de calcio) provenientes de la</p>	<p>Adquirir cal de alto grado de pureza.</p>	<p>Reducción de los residuales inactivos contenidos en la cal (CaCO<sub>3</sub>, arena y otros), pues el uso de una buena cal reduce el volumen de lodos generados debido a que las</p>	<p>El beneficio fundamental se deriva del hecho de que se obtiene una piel de mayor calidad, ya que de la cal depende la magnitud y la homogeneidad del</p>

<p>cal se recomienda adquirir cal de calidad reconocida en el mercado.</p>		<p>sustancias inactivas están en menor cantidad.</p>	<p>hinchamiento de la piel en tripa. Se evita así mismo, las manchas de carbonato de calcio y las rayas causadas por las arenas. Permite reducir los costos asociados a la disposición final de los lodos generados por los residuos inactivos contenidos en la cal.</p>
<p><b>4. Reciclaje de los baños:</b>  Con el objeto de mitigar el impacto causado por la producción de sólidos se recomienda el reciclaje de los baños residuales del pelambre y de sus lavados.  Los baños residuales son ricos en sulfuros y cal, por lo que son aptos para su reúso en el mismo ciclo.  Sin embargo, los sólidos suspendidos y parte de los sólidos disueltos pueden crear problemas en el reciclaje.  Si bien los sólidos disueltos no son fáciles de eliminar, los</p>	<p>No mezclar los lodos de pelambre con materiales o efluentes ácidos y mantener el pH arriba de 8.  Se pueden mezclar efluentes previamente neutralizados que tienen un pH arriba de 7. Los lodos pueden oxidarse previamente o recuperar el sulfuro y los lodos alternativamente pueden ser tratados por métodos anaeróbicos o piro líticos.  Los requerimiento de ingeniería, aunque no sean muy sofisticados pueden encontrar dificultades en su aplicación, es el caso de curtiembres antiguas o pequeñas.</p>	<p>Reducción de la cantidad de descargas de agua, sulfuro y cal. Reducción de la cantidad de materia orgánica en el efluente. La filtración de las aguas de pelambre reduce la carga orgánica contenida en el efluente de la curtiembre. Cada 1000 Kg de piel fresca generan 150 Kg de residuos o lodos que, en su mayor parte, quedan atrapados en el filtro. Los lodos contienen además de materia orgánica, pelo, jabones y materia inorgánica proveniente de los reactivos químicos adicionados (por ejm</p>	<p>Reducción del costo de tratamiento de las aguas residuales. Ahorros económicos por menor consumo de agua y de reactivos químicos (sulfuro, cal).  Debido a la presencia de sulfuro y cal en el baño reciclado, la dosificación de estos productos pueden ser reducidos hasta en un 40 a 50% en el siguiente ciclo.</p>

<p>sólidos suspendidos pueden separarse con mayor facilidad. Algunas plantas poseen tanques de sedimentación o centrifugas para separar sólidos en suspensión. Sin embargo es posible lograr el mismo resultado mediante el uso de técnicas sencillas como el empleo de tamices los cuales retienen al pelambre sin destruirlo.</p>	<p>Pero a pesar de ello pueden incorporarse fácilmente en nuevos proyectos e instalaciones.</p>	<p>cal insoluble, Carbonato de calcio).</p>	
---	---	---	--

#### 1.4 PROCESO: DIVIDIDO

BUENA PRACTICA	TENGA EN CUENTA	BENEFICIO AMBIENTAL	BENEFICIOS ECONOMICOS
<p>El dividido de la pieles o cueros en tripa justo después del pelambre mejora la capacidad de absorción química de las pieles o cueros, lo que conlleva a un ahorro de las cantidades necesarias de productos químicos en las etapas posteriores, así como el agua. También hay disminución de los niveles de agua. También hay disminución de los niveles de aguas residuales y de los residuos</p>	<p>Asegurarse que la calidad del curtido corresponde a las necesidades de los clientes ya que el dividido realiza las etapas iniciales podría afectar la resistencia</p>	<p>Reducción del consumo de agua. Reducción de la generación de aguas residuales. Reducciones de los niveles de productos químicos encontrados en los efluentes. Reducción de los residuos</p>	<p>Ahorros de consumo de agua y de insumos químicos</p>

sólidos con cromo.	final del producto.	sólidos.	
--------------------	---------------------	----------	--

## 1.5 PROCESO: DESENCALADO Y PURGADO

IMPACTOS			
<p>Afectación a las aguas por efluentes con enzimas, proteínas, grasas, emulsionadas, tensoactivos, sales de calcio, amonio, sodio y en ocasiones vestigios de pelo y aserrín, los cuales elevan las cifras de la DBO. El empleo de sales amoniacaes, como el sulfuro o el cloruro de amonio aporta un contaminante adicional a las aguas residuales de las curtiembres que pueden producir amoniaco y elevar el contenido odorifero. Si las concentraciones son elevadas pueden incluso atacar las estructuras metálicas en la edificación.</p>			
MITIGACION	TENGA EN CUENTA	BENEFICIO AMBIENTAL	BENEFICIO ECONOMICO
<p>Con el objeto de reducir el impacto ambiental causado por las sales de amonio se recomienda sustituirlo por ácido bórico, lactato de magnesio, ácidos orgánicos como el ácido láctico, el ácido fórmico, etc. O hacer el Desencalado con dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), aunque se requiere un mayor tiempo de penetración que con el sulfato de amonio.</p> <p>Con el objeto de evitar la aparición del ácido sulfhídrico al iniciar al proceso del Desencalado, se recomienda incrementar las adiciones de bisulfito sódico a menos de 0.5%.</p> <p>Se pueden optar por un reciclado de agua si se utilizan enzimas selectas.</p>	<p>Realizar el Desencalado y el rendido de un mismo baño.</p> <p>Enviar las descargas al efluente alcalino.</p> <p>Evitar las entradas intermitentes de gas que forman carbonato.</p> <p>Añadir bisulfito para evitar la formación de H<sub>2</sub>S.</p> <p>Los disolventes reciclados no pueden usarse indefinidamente. Los curtidores deben cerciorarse de que se añada cantidades suficientes de disolventes no</p>	<p>Disminución de la carga hasta en un 75% de nitrógeno amoniacal contenida en el efluente.</p> <p>Disminución de olores nocivos como el amoniaco.</p> <p>Las descargas de nitrógeno pueden reducirse desde 3.8 Kg/Tn en las operaciones convencionales con sales de amonio, hasta 0.02 Kg/Tn en el desencalado con CO<sub>2</sub>.</p> <p>En el efluente del proceso de curtido (desencalado, Piquelado, curtido), se puede obtener una</p>	<p>Las medidas, si bien son beneficiosas en términos ambientales, no necesariamente son atractivas en términos económicos, ya que depende de su disponibilidad en el mercado y de la relación de costos entre los reactivos químicos sustitutos y las sales de amonio, normalmente utilizadas.</p> <p>Sin embargo se puede generar ahorros importantes al reducir el</p>

<p>Sustitución o recuperación de los disolventes del desengrase 10 en cueros de cerdo y oveja.</p> <p>Una cantidad importante de los disolventes usados para el desengrase puede recuperarse y usarse de nuevo.</p> <p>Para evitar la formación de residuos grasos, los disolventes deberían remplazarse por agentes tensoactivos ecológicos y biodegradables, especialmente si no se realiza la recuperación.</p>	<p>usados para las concentraciones de reciclado, así la cantidad del cuero no varías.</p>	<p>disminución del 20 a 30% en las descargas de Nitrógeno Total.</p> <p>Así mismo se podría reducir al aporte de DQO del Desencalado.</p> <p>Reducción de los productos químicos en los efluentes.</p> <p>Reducción de residuos sólidos peligroso.</p> <p>Reducción de generación de aguas residuales</p>	<p>costo de tratamiento de los parámetros del nitrógeno y DQO contenidos en el efluente.</p> <p>Ahorros en la educción del consumo de agua.</p> <p>Ahorro en el uso de productos químicos.</p>
--	---	---	--

#### PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LA SALUD Y ACCIDENTES DE TRABAJO

- Extremar las precauciones al introducir la piel a la máquina de dividir.
- Revisar antes de empezar a trabajar, el estado de los poros automáticos de seguridad de la máquina.
- Teda persona deberá utilizar protección respiratoria contra vapores de amoniaco al destapar el tambor en esta etapa del proceso.
- Aseo personal una vez concluida la jornada.
- Es importante extremar las precauciones durante la carga del tambor. En tambores mayores de 5 toneladas, deberán mínimo dos personas.
- Es importante exigir al proveedor los materiales químicos las hojas de seguridad que por obligación tiene que proporcionar y darlas a conocer a todo el personal.
- Los recipientes de los productos químicos deberán contar con la caracterización de prevención y atención de incendio.
- Mantener destapados los ejes de los tambores. Dependiendo del origen de la enzima y de las unidades enzimáticas que esta contenga.

### ANEXO III

#### 1. ETAPA: PIQUELADO Y CURTIDO AL CROMO ( Bibliografía [1] [2] [3] [11] )

##### 1.1 PROCESO: PIQUELADO Y ACONDICIONADO PARA CURTIDO AL CROMO

IMPACTOS			
Afectación a las aguas por:			
<ul style="list-style-type: none"><li>• Efluentes de ácido minerales, orgánicos y sales.</li><li>• La adición de sal para evitar el hinchamiento ácido aumenta los valores de cloruros en el vertimiento.</li></ul>			
MITIGACION	TENGA EN CUENTA	BENEFICIO AMBIENTAL	BENEFICIO ECONOMICO

<p><b>Reciclaje de los licores de Piquelado:</b> Recogida de los licores al final de la etapa para volver a usarlos en las etapas posteriores de Piquelado.</p>	<p>Se tendrá que sustituir los licores reciclados del Piquelado por otro nuevo después de un número determinado de usos para evitar que afecte a la calidad final del curtido.</p>	<p>Reducción del consumo de agua. Reducción de la generación de afluentes. Reducción del nivel de los productos químicos en los efluentes. Reducción del consumo de productos químicos.</p>	<p>Ahorros en al consumo de agua y productos químicos.</p>
<p><b>Reducción del consumo de sal:</b> Se pueden reducir los niveles de uso de sales en esta etapa hasta un 80% mediante la aplicación de nuevos procedimientos o mediante su sustitución por nuevos productos químicos.</p> <p>Métodos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución del volumen de baños que pueden llegar al 50 o 60% del peso de las pieles o cueros en tripa.</li> <li>• Optimizar la mezcla de licor del Piquelado o el reciclado anteriormente. Luego se ajusta su pH añadiendo ácidos fuertes o débiles. Esta técnica permitirá además reducir las cantidades de ácidos usados.</li> <li>• Sustitución de sales por productos químicos desarrollados recientemente (polímeros de ácidos sulfónicos).</li> </ul>	<p>Se tendrá que sustituir los licores reciclados del Piquelado por otro nuevo después de un número determinado de usos para evitar que afecten la calidad final del curtido.</p>	<p>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.</p>	<p>Ahorros en al consumo de agua y productos químicos.</p>

- Aseo personal una vez concluida la jornada.
- Es importante extremar las precauciones durante la carga del tambor. En tambores mayores de 5 toneladas, deberán emplearse mínimo dos personas.
- Es importante exigir al proveedor de materiales químicos las hojas de seguridad que por obligación tiene que proporcionar y darlas a conocer a todo el personal.
- Los recipientes de los productos químicos deberán contar con la caracterización de prevención y atención de incendio.
- Mantener destapados los ejes de los tambores.
- Cuando se usa formiato de sodio, se utiliza ácido fórmico.

## 1.2 PROCESO: PIQUELADO Y ACONDICIONADO PARA CURTIDO AL VEGETAL

IMPACTOS			
Afectación de aguas por efluentes con sólidos solubles y sedimentables: Cloruros, sulfatos, formiatos, sodio y calcio. El pH es ácido.			
MITIGACION	CONTROL DE OPERACIONES	BENEFICIO AMBIENTAL	BENEFICIO ECONOMICO
Es posible reciclar el baño, separando el efluente en este punto o en la operación de curtido utilizando este baño para el mismo	Alternativa de manejo se puede optar por un reciclado, considerando el manejo de purgas	Minimización de efluentes.	Ahorros en el consumo de agua e

curtido.	y/o lodos.		insumos químicos.
<b>PREVENCION DE RIESGOS EN LA SALUD Y ACCIDENTES DE TRABAJO</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aseo personal una vez concluida la jornada.</li> <li>• Es importante extremar las precauciones durante la carga del tambor. En tambores mayores de 5 toneladas, deberán emplearse mínimo dos personas.</li> <li>• Es importante exigir al proveedor de materiales químicos las hojas de seguridad que por obligación tiene que proporcionar y darlas a conocer a todo el personal.</li> <li>• Los recipientes de los productos químicos deberán contar con la caracterización de prevención y atención de incendio.</li> <li>• Mantener destapados los ejes de los tambores.</li> </ul>			

### 1.3 PROCESO: CURTIDO AL CROMO

<b>IMPACTOS</b>			
<p>El ácido sulfúrico conjuntamente con el sulfato de cromo son los mayores o portantes de sulfatos, que como ya sea mencionado anteriormente destruyen las tuberías de cemento a sus juntas, los pisos, paredes, columnas, si no han sido protegidas adecuadamente. El cromo que se ofrece en exceso, permanece en los cuerpos de agua y afecta la cadena alimentaria. Es un metal pesado y por tanto no biodegradable que comunica a las aguas un color verde oscuro característica. En medio alcalino precipita en forma de ácido y contamina los lodos en las plantas de tratamiento de efluentes, especialmente puede acumularse en las estaciones de tratamiento biológico imposibilitando su operación.</p> <p>Al final de la curtición quedan suspendidas en el efluente pequeñas fibras de cuero curtido que pueden obstruir las alcantarillas cuando se acumulan en exceso.</p>			
MITIGACION	TENGA EN CUENTA	BENEFICIO AMBIENTAL	BENEFICIO ECONOMICO
<i>Optimización de los parámetros del curtido al cromo:</i>	El uso de un medidor de pH y	Reducción del	Ahorros en el

<p>Mejorar la eficiencia del curtido al cromo y, por consiguiente, reducir la carga contaminante contenida en los efluentes líquidos generados por esta operación. Para lograr eficiencias de curtido mayores a 80%, se requiere minimizar el exceso de cromo y lograr el mayor agotamiento posible del cromo disuelto en el baño; así mismo, se requiere evitar que el cromo fijado en el colágeno sea desligado durante operaciones posteriores.</p> <p>Para lograr estos objetivos, se debe optimizar los siguientes parámetros:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>La concentración del cromo en solución.</li> <li>El tiempo de curtido, el pH y la temperatura apropiada.</li> <li>La acción mecánica: una agitación programada y suficiente intensa es indispensable para una penetración uniforme del cromo en la piel.</li> </ol>	<p>un termómetro ayudan a controlar el curtido al cromo. Los curtidores tendrán que cerciorarse de que su equipo funciona correctamente.</p>	<p>consumo de agua. Disminución del volumen de las aguas residuales. Reducción de las descargas de cromo al efluente. Reducción del nivel de productos químicos en los efluentes.</p>	<p>consumo de agua y cromo.</p>
<p><b>Uso del cromo trivalente:</b> El cromo trivalente tiene mucho menos impacto medio ambiental que el cromo hexavalente, el cual no es usado en la industria por no tener propiedades curtientes.</p>	<p>El uso del cromo sigue teniendo impacto para el medio ambiente.</p>	<p>Reducción del nivel de los productos químicos en los efluentes. Reducción de los residuos sólidos peligrosos.</p>	
<p><b>Sustitución del cromo por titanio o circonio.</b> El titanio es menos tóxico que el cromo y se puede usar como agente de curtido.</p>	<p>Normalmente el cuero curtido con titanio es más duro que las pieles o cueros curtidos con cromo. El</p>	<p>Reducción del nivel de los productos químicos en los efluentes.</p>	

	titanio y otros químicos afectan la calidad de la piel modificando su textura.	Reducción de los residuos sólidos peligrosos.	
<p><b>Precipitación y recuperación de Cromo:</b> Decantar el cromo en los líderes por un tratamiento con álcali, precipitando el cromo como hidróxido y posterior disolución con ácido.</p> <p>Las dos posibles maneras son:</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 pasara el lodo de hidróxido por un filtro banda, y el resultante se volverá a disolver en ácido sulfúrico y se volverá a usar.</li> <li>2. El licor se dejara reposar una noche. El sobrenadante prácticamente sin cromo ya puede vaciarse y descargarse en el conducto de los efluentes, el lodo de hidróxido asentado se queda, se vuelve a disolver in situ con ácido y se reutiliza.</li> </ol> <p>El álcali utilizado para la precipitación depende del sistema de reciclaje posterior.</p>	El primer método es muy caro y requiere mucho espacio. Aunque sea más barato el segundo exige un control estricto ya que el mínimo fallo puede estropear la calidad del producto final.	Reducción del nivel de los productos químicos en los efluentes. Reducción de productos químicos utilizados. Reducción de los residuos sólidos peligrosos.	Ahorros para la reducción de productos químicos utilizados. Disminución de los costos del tratamiento final si el cromo es recuperado y reutilizado en el curtido de las pieles.
<p><b>Reutilización del baño de cromo:</b></p> <p>Par limitar la cantidad de cromo en los efluentes del curtido, se puede volver a utilizar el licor con cromo para que el Piquelado o el curtido. Esta operación permite reducir el contenido en cromo de los efluentes hasta un 90% en algunos casos.</p> <p>Los curtidores realizaran pruebas de manera que se determine exactamente el nivel de cromo que queda</p>	Los licores reciclados no pueden usarse indefinidamente al menos de que se implemente un control estricto de remociones de proteínas y grasa acumuladas en el sistema. De otra forma el	Reducción del consumo de agua. Reducción de la generación de aguas residuales. Reducción de un 20 a 25% en el consumo de cromo y en la	Ahorros de agua y productos químicos. Los costos de implementación de las operaciones de reciclaje son bajos. Reducción en el costo de

<p>en las aguas residuales que se han generado. Dichas pruebas permitirán que los licores de cromo vertidos vuelvan a utilizarse después de su almacenamiento y determinaran y el aporte de las cantidades de cromo a añadir en las aguas residuales debido a las cantidades de cromo perdidos.</p>	<p>baño de reciclaje debe cambiarse cada cierto tiempo. Cabe señalar que el reciclaje de los baños residuales de cromo no requiere el uso de reactivos químicos adicionales.</p>	<p>descarga de cromo al efluente. Reducción de productos químicos utilizados.</p>	<p>tratamiento de las aguas residuales.</p>
---	--	---	---

**PREVENCION DE RIESGOS EN LA SALUD Y ACCIDENTES DE TRABAJO**

- Los empleados deberán emplear elementos de seguridad industrial (tapabocas, guantes, entre otras)
- Aseo personal una vez concluida la jornada.
- Es importante extremar las precauciones durante la carga del tambor. En tambores mayores de 5 toneladas, deberán emplearse mínimo dos personas.
- Es importante exigir al proveedor de materiales químicos las hojas de seguridad que por obligación tiene que proporcionar y darlas a conocer a todo el personal.
- Mantener destapados los ejes de los tambores.

**ANEXO IV**

**1. PROCESO: FIJACION O BASIFICADO PARA CURTIDO AL CROMO**

IMPACTOS		
Afectación al agua por efluentes con sólidos solubles y suspendidos: sales de sodio, cromo III y magnesio, ácidos minerales y orgánicos.		
MITIGACION	TENGA EN CUENTA	BENEFICIO ECONOMICO

Si el proceso de basificación es conducido de forma adecuada, se logran niveles óptimos de agotamiento de cromo. Adicional existen tecnologías que permiten la recirculación o la precipitación de estos baños residuales.	Reducción de la descarga de cromo al efluente. Disminución del consumo de agua.	Ahorro en el consumo de agua. Disminución de los costos del tratamiento final, si el cromo es recuperado y reutilizado
--	--	---

**PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LA SALUD Y ACCIDENTES DE TRABAJO**

- Aseo personal una vez concluida la jornada.
- Es importante extremar las precauciones durante la carga del tambor. En tambores mayores de 5 toneladas, deberán emplearse mínimo dos personas.
- Es importante exigir al proveedor de materiales químicos las hojas de seguridad que por obligación tiene que proporcionar y darlas a conocer a todo el personal.
- Los recipientes de los productos químicos deben de contar con la caracterización de prevención y atención de incendio.
- Mantener destapados los ejes de los tambores.

**2. PROCESO: FIJACION O ACIDIFICACION PARA CURTIDO AL VEGETAL**

IMPACTOS		
Solución con sólidos solubles y sedimentables: cloruros, sulfatos, formiatos, sodio, calcio y taninos. El pH es ácido.		
MITIGACION	TENGA EN CUENTA	BENEFICIO ECONOMICO
Reciclar en la misma operación.	Reducción de sólidos solubles y sedimentables en la descarga al efluente. Disminución del consumo de agua.	Ahorro en el consumo de agua. Disminución de los costos del tratamiento final.

## PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LA SALUD Y ACCIDENTES DE TRABAJO

- Aseo personal una vez concluida la jornada.
- Es importante extremar las precauciones durante la carga del tambor. En tambores mayores de 5 toneladas, deberán emplearse mínimo dos personas.
- Es importante exigir al proveedor de materiales químicos las hojas de seguridad que por obligación tiene que proporcionar y darlas a conocer a todo el personal.
- Los recipientes de los productos químicos deben de contar con la caracterización de prevención y atención de incendio.
- Mantener destapados los ejes de los tambores.

### 3. PROCESO: LAVADO OPCIONAL Y ESCURRIDO PARA EL CURTIDO AL CROMO O AL VEGETAL

IMPACTOS			
Afectación a las aguas ocasionadas por el Curtido al cromo: Pequeñas cantidades del efluente de fijación.			
MITIGACION	TENGA EN CUENTA	BENEFICIO AMBIENTAL	BENEFICIO ECONOMICO
<p><b>Reciclaje de los licores del escurrido:</b> 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 por que las características de las aguas residuales de los dos métodos son idénticos.</p>	<p>Se debe realizar con cuidado la recogida de las aguas residuales para evitar cualquier tipo de mezcla de los licores con las aguas residuales del pelambre, ya que si no es así, se podrían provocar la generación de</p>	<p>Reducción en el consumo de agua. Reducción de la generación de aguas residuales. Reducción del nivel de productos químicos del</p>	<p>Ahorros en el consumo de agua y productos químicos.</p>

Las aguas de escurrido del curtido vegetal se mezclan con los baños de curtición.	gases H <sub>2</sub> S.	efluente. Reducción de productos químicos utilizados.	
<b>PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LA SALUD Y ACCIDENTES DE TRABAJO</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aseo personal una vez concluida la jornada.</li> <li>• Es importante extremar las precauciones durante la carga del tambor. En tambores mayores de 5 toneladas, deberán emplearse mínimo dos personas.</li> <li>• Es importante exigir al proveedor de materiales químicos las hojas de seguridad que por obligación tiene que proporcionar y darlas a conocer a todo el personal.</li> <li>• Los recipientes de los productos químicos deben de contar con la caracterización de prevención y atención de incendio.</li> <li>• Mantener destapados los ejes de los tambores.</li> </ul>			

#### 4. PROCESO: RECORTE EN AZUL Y REBAJADO EN AZUL PARA EL CURTIDO AL CROMO

IMPACTOS		
Residuos sólidos con cromo.		
MITIGACION	BENEFICIO AMBIENTAL	BENEFICIO ECONOMICO
Las rebajaduras y los recortes con cromo pueden utilizarse como materia prima para la industria del cuero regenerado, en tacones para zapatos, plantillas, cinturones o encuademación de libros.	Minimización de residuos. Aprovechamiento de residuos con manejo ambiental adecuado.	Fabricación de nuevos productos con manejo ambiental adecuado. Venta de residuos con manejo ambiental adecuado.

### PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LA SALUD Y ACCIDENTES DE TRABAJO

- Aseo personal una vez concluida la jornada.
- Es importante extremar las precauciones durante el recorte del material.
- Los recipientes de los productos químicos deben de contar con la caracterización de prevención y atención de incendio.

### 5. PROCESO: RECORTE Y REBAJADO PARA EL CURTIDO AL VEGETAL

IMPACTOS		
Residuos sólidos (raspa, recortes).		
MITIGACION	BENEFICIO AMBIENTAL	BENEFICIO ECONOMICO
Los residuos que contienen sales, a largo plazo, pueden afectar la descomposición anaerobia de los desechos biodegradables presentes en el relleno sanitario.	Reducción de sólidos solubles y sedimentables en la descarga al afluente. Disminución del consumo de agua.	Ahorro en el consumo de agua. Disminución de los costos del tratamiento final.
PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LA SALUD Y ACCIDENTES DE TRABAJO		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aseo personal una vez concluida la jornada.</li> <li>• Es importante extremar las precauciones durante el recorte del material.</li> <li>• Los recipientes de los productos químicos deben de contar con la caracterización de prevención y atención de incendio.</li> </ul>		

## **ANEXO V**

## 1. ETAPA: POSTCURTIDO O TERMINADO EN HUMEDO ( Bibliografía [1] [2] [3] [11] )

Debido a la amplia gama de reactivos químicos usados en las diferentes operaciones del post – curtido, en este acápite solo se presenta recomendaciones generales, sin incluir en forma específica los posibles beneficios económicos y ambientales. Gran parte de las recomendaciones relacionadas con el post – curtido se basan en la sustitución de reactivos químicos. En este caso, se debe consultar con proveedores, otras curtiembres, consultores, etc., sobre las consecuencias de utilizar nuevos insumos.

### 1.1 PROCESO: NEUTRALIZACION Y RECURTIDO AL CROMO

PREVENCION	MITIGACION	TENGA EN CUENTA	BENEFICIO AMBIENTAL
<p>Se recomienda la sustitución de algunos químicos por productos químicos bajos en monómeros (por el fenol, formaldehído) y en sales inorgánicas.</p> <p>Se sugiere considerar de acuerdo al uso de los siguientes reactivos en neutralización: bicarbonato de sodio, acetato de sodio, bórax y sintanes neutralizantes.</p> <p>El uso de amonio, sales de amonio y sales que desprenden dióxido de azufre (bisulfito de sodio, sulfito de sodio, tiosulfito de sodio) es considerado como menos amigable con el medio ambiente. Sin embargo para la producción de ciertos tipos de cuero el uso de tales químicos es necesario.</p>	<p>Unir las descargas con el baño de curtido par su reciclado y recuperación de cromo.</p> <p>El uso de polimeros acrilicos en las operaciones de neutralización y recurtido, minimiza las pérdidas de cromo por lixiviación en las operaciones de teñido y engrasado.</p> <p>El efluente del lavado se puede filtrar y rehusar, también puede ser tratada por evaporación para eliminar sales.</p>	<p>La adición de las sales neutralizantes debe ser muy bien regulada para asegurar, por una parte, que no se desperdicie reactivos ni se incremente la descarga de sales al efluente en forma innecesaria; y por otra parte, que el pH del baño y el pH de la solución intersticial de los cueros, al final de las operaciones, estén próximos uno del otro.</p>	<p>Reducción de la generación de aguas residuales.</p> <p>Reducción del nivel de productos químicos en los efluentes.</p>

---

### PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LA SALUD Y ACCIDENTES DE TRABAJO

- Aseo personal una vez concluida la jornada.
- Es importante extremar las precauciones durante la carga del tambor. En tambores mayores de 5 toneladas, deberán emplearse mínimo dos personas.
- Es importante es exigir al proveedor de materiales químicos las hojas de seguridad que por obligación tiene que proporcionar y darlas a conocer a todo el personal.
- Los recipientes de los productos químicos deben de contar con la caracterización de prevención y atención de incendio.
- Mantener destapados los ejes de los tambores.

### 1.2 PROCESO: RECURTIDO VEGETAL

IMPACTO
Afectación de las aguas por recurtido con taninos: Efluente con sustancias orgánicas, entre ellas sales de sodio
MITIGACION
Tratar junto con el drenaje alcalino, asegurándose de que el pH final no sea menor de de 8 Reciclar si es posible de acuerdo al re curtiente.
PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LA SALUD Y ACCIDENTES DE TRABAJO
<ul style="list-style-type: none"><li>• Aseo personal una vez concluida la jornada.</li><li>• Es importante extremar las precauciones durante la carga del tambor. En tambores mayores de 5 toneladas, deberán emplearse mínimo dos personas.</li><li>• Es importante es exigir al proveedor de materiales químicos las hojas de seguridad que por obligación tiene que proporcionar y darlas a conocer a todo el personal.</li></ul>

- Los recipientes de los productos químicos deben de contar con la caracterización de prevención y atención de incendio.
- Mantener destapados los ejes de los tambores.

### 1.3 PROCESO: TEÑIDO

IMPACTOS		
Afectación de aguas por efluentes con grasas emulsificadas, ácidos orgánicas		
PREVENCION	MITIGACION	TENGA EN CUENTA
<p>Seleccionar colorantes y auxiliares de bajo impacto ambiental. Por ejemplo, sustituir colorantes de pobre agotamiento por otros con alto agotamiento; o reactivos químicos peligrosos por otros que sean menos peligrosos. Estimular el uso de taninos sintéticos sin formaldehído.</p> <p>Evitar el uso de colorantes de origen benziclinicos y otros colorantes.</p> <p>Evitar el uso de amonio como agentes penetrantes. El amonio puede ser sustituido completamente en la mayoría de los casos. Alternativamente, la penetración a través de la piel puede ser ayudada por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La neutralización, usando sintanes neutralizantes.</li> <li>• El uso de reactivos aniónicos de curtido sintético o naturales previo al teñido.</li> <li>• La utilización de un baño de teñido frío por un periodo corto:</li> <li>• Mejor control de pH en la sección transversal del cuero.</li> </ul>	<p>Minimizar la cantidad de reactivos, colorantes y auxiliares. Esto significa evitar mermas, usar eficientemente los insumos y, si es posible, reciclarlos.</p> <p>El efluente se puede reciclar y/o se deben enviar a tratamiento junto con el drenaje alcalino para ser tratado dentro de la curtiembre.</p>	<p>Aplicar procedimientos para asegurar un alto agotamiento de los tintes. Por ejemplo, terminar el teñido a pH bajos (pero no menor a pH 4, para evitar la disolución y lixiviación del cromo contenido en cuero curtido).</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento del tiempo de penetración.</li> </ul> <p>Sustituir colorantes en polvo por colorantes líquidos para reducir las emisiones de polvo. Las emisiones al aire pueden ocurrir antes, durante y después del proceso de teñido.</p>		
<b>PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LA SALUD Y ACCIDENTES DE TRABAJO</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aseo personal una vez concluida la jornada.</li> <li>• Es importante es exigir al proveedor de materiales químicos las hojas de seguridad que por obligación tiene que proporcionar y darlas a conocer a todo el personal.</li> <li>• Los recipientes de los productos químicos deben de contar con la caracterización de prevención y atención de incendio.</li> </ul>		

#### 1.4 PROCESO: ENGRASADO

<b>IMPACTOS</b>	
<p>Grandes cantidades de licores engrasantes, como las se te emplean en la producción</p> <p>Presencia de grasas y aceites, DQO.</p>	
<b>PREVENCIÓN</b>	<b>TENGA EN CUENTA</b>
<p>Para reducir el impacto generado por los engrasantes, se recomienda:</p> <p>Sustituir los engrasantes, solubles orgánicos clorados como no clorados, debido a que ambos incrementan los niveles del efluente.</p> <p>Utilizar procesos de alto agotamiento de los licores engrasantes.</p> <p>La adición de polímeros anfóteros contribuye a un agotamiento de engrasantes y a disminuir considerablemente la DQO en el efluente. Además, los polímeros pueden funcionar como re curtientes y engrasantes.</p> <p>Para reducción de DQO generada por el engrase, generalmente aniónicos, se pueden hacer las siguientes recomendaciones:</p>	<p>El efluente se puede reciclar y/o se deben enviar a tratamiento junto con el drenaje alcalino para ser tratado dentro de la curtiembre.</p>

- Hacer una recurticion a un pH suficientemente bajo de forma tal que los productos re curtientes y engrasantes generalmente aniónicos sean fijado en alta proporción.
- En la mezcla de engrase, ajustar la resistencia a electrolitos a la mínima necesaria para no perjudicar la penetración.
- Usar engrasantes poli funcionarios tipo carboxilo sulfonado supone un balance óptimo: poder ablandante.
- Cambiar el uso de sulfatados con el de un catión o complejante (cromo), recomendado para cueros delgados tipo napa.
- En recurticiones aniónicos, sustituir sulfatados estables a electrolitos por esteres fosfóricos altamente ablandantes.

#### **PREVENCION DE RIESGOS EN LA SALUD Y ACCIDENTES DE TRABAJO**

- Aseo personal una vez concluida la jornada.
- Es importante es exigir al proveedor de materiales quimicos las hojas de seguridad que por obligación tiene que proporcionar y darlas a conocer a todo el personal.
- Los recipientes de los productos quimicos deben de contar con la caracterización de prevención y atención de incendio.

## ANEXO VI

### 1. ETAPA DE ACABADO ( Bibliografía [1] [2] [3] [11] )

#### 1.1 PROCESO: TEÑIDO

IMPACTO
Cuando se realiza el sacado forzado, mediante maquinas, consumo alto de energía.
MITIGACION
Algunas recomendaciones para optimizar el uso de energía en esta operación son incorporar sistemas de recuperación de energía mediante bombas de calor. El calor residual puede ser usado para otras operaciones (por ejemplo, para el secado de lodos). Utilizar maquinas para secado a baja temperatura que logran un bajo consumo de energía, aunque en algunos casos alargan el proceso de secado. Optimizar el proceso de escurrido a fin de extraer de los cueros la máxima cantidad de agua previa al secado.
PREVENCION DE RIESGOS EN LA SALUD Y ACCIDENTES DE TRABAJO
<ul style="list-style-type: none"><li>• Empleo de elementos de seguridad</li><li>• Aseo personal una vez concluida la jornada.</li><li>• Es importante es exigir al proveedor de materiales químicos las hojas de seguridad que por obligación tiene que proporcionar y darlas a conocer a todo el personal.</li><li>• Los recipientes de los productos químicos deben de contar con la caracterización de prevención y atención de incendio.</li></ul>

## 1.2 PROCESO: REDONDEO

<b>IMPACTO</b>
Generación de residuos
<b>MITIGACION</b>
Enviar estos recortes a empresas autorizadas.
<b>PREVENCION DE RIESGOS EN LA SALUD Y ACCIDENTES DE TRABAJO</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Aseo personal una vez concluida la jornada.</li><li>• Extremar medidas de seguridad para el recorte.</li></ul>

## 1.3 PROCESO: LIJADO

<b>IMPACTO</b>
Afectación al aire por: Generación de material particulado: El lijado del cuero se efectúa manualmente o en maquinas lijadoras. Algunos de estas maquinas emplean un sistema húmedo de lijado, el cual evita la emisión de polvo; pero a cambio, genera lodos. El polvo asociado a la operación de lijado, contiene una cantidad apreciable de reactivos utilizados en el curtido del cuero. Las concentraciones de polvo varían de 0.1 mg/m <sup>3</sup> a 30 mg/m <sup>3</sup> , de acuerdo a la maquinaria empleada. También se producen aditamentos contaminados como lijas y filtros.
<b>MITIGACION</b>
Los sistemas más comunes para la recolección de polvo son las acciones, los cuales colectan polvo por fuerza centrifuga y gravedad. Existen también ciclones húmedos, que utilizan un sistema de spray o regadera, que permite la recolección de polvo, especialmente el fino. La desventaja es la producción de lodos. Mejorar la eficiencia de recolección de polvos. Enviar para su rehúso o confinamiento a empresas autorizadas, o a celdas especiales de confinamiento en los rellenos sanitarios, o enviar a incineradores autorizados.

Almacenar en recipientes tapados y etiquetados que cumplan con la normatividad vigente y enviar a confinamientos autorizados.

**PREVENCION DE RIESGOS EN LA SALUD Y ACCIDENTES DE TRABAJO**

- Aseo personal una vez concluida la jornada.
- Utilizar el equipo de seguridad adecuado.

**1.4 PROCESO: IMPREGNACION Y LACADO**

<b>IMPACTO</b>	
Genera aditamentos de trabajo contaminados, con vestigios de lacas.	
<b>MITIGACION</b>	<b>BENEFICIOS AMBIENTALES</b>
<p>Los vestigios de lacas se recomienda enviarlos para su rehúso o confinamiento a empresas autorizadas, o a celdas especiales de confinamiento en los rellenos sanitarios, o enviar a incineradores autorizados, o almacenar en recipientes tapados y etiquetados que cumplan con la normatividad vigente y enviar a confinamientos autorizados.</p> <p>Sustituir las lacas solubles en disolventes por lacas solubles en agua. Se recomienda aplicar lacas solubles en agua, de esta manera disminuirán las emisiones provocadas por disolventes volátiles en un 60% y hasta en un 90%.</p>	<p>Reducción de la contaminación atmosférica.</p> <p>Reducción de los olores ofensivos.</p>
<b>PREVENCION DE RIESGOS EN LA SALUD Y ACCIDENTES DE TRABAJO</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aseo personal una vez concluida la jornada.</li> <li>• Utilizar el equipo de seguridad adecuado.</li> </ul>	