

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA Y TEXTIL**



**“PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN EL SUBSECTOR  
CURTIEMBRE”**

**INFORME DE SUFICIENCIA  
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO QUÍMICO**

**POR LA MODALIDAD DE CONOCIMIENTOS**

**PRESENTADO POR:**

**ANGEL WILLIAMS BEJARANO HEREDIA**

**LIMA – PERU**

**2007**

## RESUMEN

Darle solución a los problemas de contaminación ambiental es prioritario y nos involucra a todos, así lo especifica nuestra legislación ambiental, en lo referente a nuestros derechos y deberes, por lo que se debe tomar diversas medidas que contrarresten el impacto ambiental negativo que atenta sobre el desarrollo sostenible de la Nación. Las razones expuestas anteriormente motivó la elaboración del presente informe contribuyendo con un pequeño aporte a todas las personas estudiantes, técnicos y profesionales identificados con el tema.

El desarrollo del informe se basa en la filosofía y los lineamientos de la producción más limpia, tomando como base la producción de cueros, que elaboran las distintas pymes de Lima, de pieles vacunas, debido a que son las más usadas por las curtiembres en el Perú.

Para la etapa de recopilación de datos, sobre las distintas etapas y procesos, se visitó diversas pymes de Lima, explicándole a los ejecutivos de cada empresa los beneficios que traen las distintas medidas de producción más limpia, minimizando los daños ambientales sin perjudicar sus rendimientos económicos, desde las llamadas tecnologías blandas o buenas prácticas operativas hasta las más sofisticadas tecnologías limpias. En base a las visitas realizadas se elaboró tablas y se pudo ilustrar con figuras y fotografías las distintas operaciones y procesos, desde la recepción de pieles hasta el acabado del cuero.

El contenido del informe puede resumirse de la siguiente manera:

**En el capítulo 1**, se hace una introducción al tema, justificando por que se escoge el sub-sector curtiembre, y un breve desarrollo de la producción más limpia en el Perú.

**En el capítulo 2**, se hace una revisión a la legislación ambiental del país, tratando de seguir una secuencia cronológica de la promulgación de las leyes, partiendo desde la actual Constitución Política del Perú hasta la Ley General del Ambiente. Esta exposición secuencial de las leyes nos ilustra como se definen distintos términos usados en los estudios y evaluaciones ambientales.

**En el capítulo 3**, se exponen conceptos y definiciones usados en la producción más limpia, así como las conceptualizaciones en que se basa el presente trabajo.

**En el capítulo 4**, se relaciona al sub-sector curtiembre con la economía nacional, aquí se expone tablas sobre la división de las empresas según su tamaño y volumen de producción, así como las exportaciones e importaciones a diversos países de distintos tipos de cueros.

**En el capítulo 5**, se describe las pieles (materia prima), los insumos químicos más usados en los procesos tradicionales o convencionales y los diversos tipos de máquinas usadas en los procesos húmedos (etapas de ribera, curtido y post-curtido) y secos (etapa de acabado) todas ellas, ilustradas con fotos, diagramas y una breve explicación sobre su funcionamiento.

**En el capítulo 6**, se describe las distintas operaciones y procesos a que son sometidas las pieles vacunas para obtener el cuero. Aquí se presentan tablas comparativas de los rangos de consumo de insumos químicos y variables de operación que usan las pymes frente a lo que recomiendan entidades mundiales. Las distintas etapas son ilustradas con fotos, diagramas y en algunos casos se presentan fórmulas orientativas de procesos.

**En el capítulo 7**, se describen las diversas medidas de producción más limpia en cada etapa del proceso justificando sus beneficios económicos / ambientales que se obtienen al ser aplicadas. En este capítulo se describen medidas desde las más sencillas como las buenas prácticas operativas, comenzando con la recepción y tipos de pieles a usar, siguiendo con el correcto manejo de insumos químicos y el estricto control de sus variables de proceso hasta las más sofisticadas tecnologías limpias como son el uso de reciclaje de baños y nuevas tecnologías que reemplazan las convencionales. Para desarrollo del tema se presentan tablas, gráficos y fotos.

**En el capítulo 8**, se describen las medidas generales de producción más limpia comenzando con las buenas prácticas operativas, siguiendo con programas de ahorro de agua hasta llegar a medidas que con llevan a la eficiencia energética.

**En el capítulo 9**, se muestra la implementación de un programa de producción más limpia en la curtiembre Sagrado Corazón de Jesús en base a la auditoria que

se realizó a la empresa. En este capítulo se sintetiza todos los conceptos, definiciones y datos sobre las operaciones y procesos de manufactura del cuero, expuestos en los capítulos anteriores. Asimismo se realizó un balance de masa a la etapa de pelambre, con lo que se obtuvo datos cuantitativos sobre las entradas y salidas de cada corriente de efluentes y residuos. Finalmente se evalúan medidas aplicativas de producción más limpia como el predescarnado de pieles y reutilización de los baños.

Posteriormente, se presenta el apéndice que incluye el glosario de términos más usados en las curtiembres, tablas, fotos, diagramas de diseños de cribas y sistema de reciclar baños.

Por último se presenta las referencias bibliográficas usadas en la elaboración del informe.

## INDICE

I. INTRODUCCIÓN	10
1.1 Ventajas de la prevención de la contaminación	11
1.2 Implementación de la producción más limpia	11
1.3 Medio Ambiente y Producción más Limpia en el Perú	12
II. LEGISLACIÓN AMBIENTAL	16
2.1 Generalidades	16
2.2 Constitución Política del Perú	16
2.3 Ley general de aguas	16
2.4 Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales CMARN	17
2.5 Ley marco para el crecimiento de la inversión privada	20
2.6 Consejo nacional del ambiente CONAM	21
2.7 Reglamento Nacional para la Aprobación de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles	22
2.8 Aprobación de Estándares de Calidad Ambiental para el Aire	24
2.9 Aprobación de Estándares de Calidad Ambiental para Ruidos	26
2.10 Aprobación de Límites Máximos Permisibles y Valores Referenciales para las Actividades Industriales de Cemento, Cerveza, Curtiembres y Papel	26
2.11 Ley General de Residuos Sólidos	31
2.12 Ley General del Ambiente	34
III. SUBSECTOR CURTIEMBRE Y LA ECONOMÍA NACIONAL	45
3.1 Diagnostico	45
3.2 Mercado nacional actual	45
3.3 Evolución de la producción	46
3.4 Comercio exterior	48

<b>IV. PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA. PRINCIPIOS, CONCEPTOS Y DEFINICIONES</b>	<b>50</b>
4.1 Definiciones y conceptos claves en producción más limpia	50
4.1.1 Producción más limpia	50
4.1.2 Aspecto ambiental	51
4.1.3 Impacto ambiental	51
4.1.4 Contaminación	51
4.1.5 Prevención de la contaminación	51
4.1.6 Desarrollo sostenible	52
4.1.7 Mejoras técnicas disponibles o accesibles	52
4.1.8 Política ambiental	53
4.1.9 Desempeño ambiental	53
4.1.10 Eficiencia energética	53
4.1.11 Tecnologías limpias	53
4.2 Conceptuaciones	53
4.2.1 Conceptuación 1	53
4.2.2 Conceptuación 2	54
4.2.3 Conceptuación 3	54
4.3 Estrategias de producción más limpia	55
4.4 Prácticas para alcanzar una producción más limpia	56
<b>V. MATERIA PRIMA, INSUMOS Y MAQUINARIAS USADAS EN LA CURTIEMBRE</b>	<b>59</b>
5.1 Materia prima. Pieles animales	59
5.1.1 Histología de la piel	59
5.1.2 División de la superficie de la piel	62
5.1.3 Clasificación	64
5.2 Insumos químicos	74
5.3 Maquinarias	74
5.3.1 Sección húmeda	74
5.3.2 Sección seca	87

VI. DESCRIPCIÓN DE PROCESOS EN CURTIEMBRE	92
6.1 Proceso de ribera	92
6.1.1 Recepción de pieles	93
6.1.2 Pre – remojo y remojo	94
6.1.3 Pelambre	96
6.1.4 Descarnado	98
6.1.5 Dividido	99
6.2 Proceso de curtido	100
6.2.1 Desencalado y purga	100
6.2.2 Desengrase	102
6.2.3 Piquelado	102
6.2.4 Curtido	104
6.3 Proceso de post – curtido	108
6.3.1 Escurrido	109
6.3.2 Rebajado	110
6.3.3 Neutralizado	110
6.3.4 Recurtido	111
6.3.5 Blanqueado	112
6.3.6 Teñido	112
6.3.7 Engrase	112
6.3.8 Secado	113
6.3.9 Lijado	114
6.3.10 Estiramiento	114
6.4 Proceso de acabado	114
6.4.1 Acondicionado	114
6.4.2 Palizonado	115
6.4.3 Tesado	115
6.4.4 Batanado	115
6.4.5 Pintado	115
6.4.6 Planchado	116
6.5 Diagrama de proceso	117

VII. MEDIDAS DE PRODUCCION MÁS LIMPIA EN CURTIEMBRES	119
7.1 Recepción de pieles	120
7.2 Salado de pieles. Recuperación de la sal	122
7.3 Pre-remojo y remojo	123
7.4 Descarnado antes del pelambre. Predescarnado de pieles	124
7.5 Pelambre	126
7.5.1 Control óptimo de las variables	126
7.5.2 Reciclaje de los baños residuales y reutilización de los residuos del pelambre	128
7.5.3 Pelambre sin destrucción de pelo. Pelambre Hair – Save	131
7.6 Desencalado con bióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	134
7.7 Piquelado y curtido de cromo	136
7.7.1 Método de alto agotamiento	137
7.7.2 Reciclaje de los baños residuales de curtido	141
7.7.3 Recuperación y reutilización del cromo	146
7.8 Etapas de post curtido	149
7.8.1 Neutralizado y Recurtido	149
7.8.2 Teñido	150
7.8.3 Engrase	151
VIII. MEDIDAS GENERALES DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA	152
8.1 Buenas prácticas operativas	152
8.2 Ahorro de agua	155
8.3 Eficiencia energética	158
8.3.1 Energía eléctrica	158
8.3.2 Energía térmica	162
IX. APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE PML EN LA CURTIEMBRE	
SAGRADO CORAZON DE JESUS	165
9.1 Coordinación ejecutiva	165
9.2 Metodología de trabajo	167



9.3	Cumplimiento técnico legal	167
9.4	Descripción del proceso productivo	168
9.4.1	Balance de masa	174
9.5	Identificación y evaluación de impactos ambientales	178
9.6	Aplicación de medidas de prevención y control de los impactos Ambiental	179
9.7	Conclusiones	185
X.	CONCLUSIONES	188
XI.	RECOMENDACIONES	189
XII.	BIBLIOGRAFÍA	192
XIII.	APENDICE	194

## I. INTRODUCCION

La gestión ambiental fue evolucionando desde la política de control de la contaminación, el tratamiento de residuos generados “al final del proceso” con sus diversos métodos tales como lagunas anaeróbicas o aeróbicas (de oxidación), y el poder reutilizar o reciclar los productos como insumo o materia prima de un determinado proceso hasta la tendencia actual de aplicar políticas de prevención y precaución de la contaminación ambiental, desde la fuente de origen hasta el final del proceso dando lugar al concepto de Producción más Limpia.

La producción más limpia hace referencia a una mentalidad que enfatiza la producción de nuestros bienes y servicios con el mínimo impacto ambiental bajo la tecnología actual y límites económicos, así pues el efecto de PML es evitar la contaminación industrial al reducir la generación de residuos en cada etapa del proceso. La reducción de los residuos se debe que al aplicar las prácticas de PML hacemos un uso eficiente de materias primas, energía y de otros insumos usados en el proceso. La ventaja que se obtiene al tener menor cantidad de residuos es la de menorar los costos de tratamiento y de utilizar menor área disponible en el tratamiento final de residuos.

### **¿Por qué el subsector curtiembre?**

Las operaciones y procesos usados por las curtiembres en la producción de cuero originan gran cantidad de efluentes emisiones gaseosas, residuos sólidos, semisólidos y ruidos producidos por la maquinaria usada. Debido a que la materia prima son de origen animal y por ser necesario evitar su degradación producto del ataque de hongos, bacterias, insectos y otros agentes de descomposición es que se hace uso de gran cantidad de agua, energía, insumos químicos propiciando efluentes que se descargan generalmente al alcantarillado con altas cargas de DBO<sub>5</sub>, producidos en las operación y procesos de ribera (pelambre y curtido). Al mismo tiempo existen etapas que generan gran cantidad de emisiones gaseosas como las de desengrase, desengrase (liberación de amoníaco) y los solventes liberados en la etapa de acabado (pintado de cuero).

Además el incremento demográfico originó que las curtiembres que estaban lejos de las zonas urbanas están ahora rodeadas de casas propiciando que la población se encuentre mortificada por los olores desagradables y ruidos producidos. Estas son las principales razones que justifican hacer un estudio de PML para este subsector.

### **1.1 Ventajas de la prevención de la contaminación**

Existen una serie de ventajas o incentivos técnicos, organizativos, legislativos e incluso económicos que pueden ayudar a decidirse por la prevención de la contaminación. Entre estas ventajas podemos destacar:

- Reducción del riesgo ambiental.
- Reducción del riesgo para la salud y de accidentes.
- Ahorro en materias primas, agua y energía.
- Aumento de la productividad y la calidad de los productos.
- Mejora de la estructura de trabajo, racionalizándola, y del nivel tecnológico de la empresa (nuevos equipos, nuevos métodos de control, etc.)
- Ahorro en la gestión y tratamiento de residuos y emisiones.
- Al replantar procesos, procedimientos, etapas, materiales, ayuda a superar hábitos rutinarios.
- Mejora de la imagen de la empresa frente al mercado, la sociedad, las administraciones, etc.
- Ayuda a satisfacer los crecientes requerimientos ambientales.

### **1.2 Implementación de la producción más limpia**

La implementación de un programa de PML requiere:

Un cambio de actitudes.

El ejercicio responsable de la gestión ambiental y un enfoque sistemático.

La evaluación y aprovechamiento de opciones tecnológicas.

La implementación de la PML al nivel de una compañía se lleva frecuentemente a cabo por medio de la ejecución de “evaluaciones de PML”. Estas se pueden

definir como procedimientos planeados sistemáticos con el objetivo de identificar formas de reducir o eliminar la generación de residuos y emisiones. Idealmente, las evaluaciones de PML contribuyen al inicio de un programa de desarrollo de PML, catalizando el esfuerzo corporativo para alcanzar mejoramientos ambientales sostenidos. Para enfatizar el proceso de mejoramiento continuo, las evaluaciones de PML se presentan como “ciclos de mejoramiento ambiental”. Tales ciclos tienen tres funciones:

- Análisis de las cargas ambientales (efectos) de los procesos de producción y sus causas.
- Inventario y evaluación de las opciones de mejoramiento para los procesos de producción.
- Integración de las opciones de mejoramiento factibles dentro de los procesos de producción y dentro de las operaciones diarias de la compañía.

### **1.3 Medio Ambiente y Producción más Limpia en el Perú**

Según la ley 26410 se crea el Consejo Nacional del Ambiente CONAM, el cual es el ente de máxima jerarquía responsable del medio ambiente.

Con relación a **Fortalecer la institucionalidad ambiental nacional**, se promulgó la Ley N° 28611 “Ley General del Ambiente” y se esta llevando a cabo acciones para su implementación y el fortalecimiento institucional del Consejo Nacional del Medio Ambiente (CONAM).

Desde mayo de 2005, el Banco Mundial en coordinación con el CONAM, ha desarrollado el Análisis Ambiental del País, cuyo objetivo general ha sido proveer las bases para la formulación de propuestas de consolidación, ajuste y/o reforma a nivel de políticas y de la institucionalidad ambiental en el Perú.

Asimismo, la Ley General del Ambiente, actualmente vigente establece en el título III, capítulo IV, artículo 76 “El Estado promueve la distribución, asesoría y capacitación de producción limpia en actividades empresariales”. Con relación a **Mejorar la normatividad existente y desarrollar normatividad específica que promueve las buenas prácticas ambientales empresariales**, la misma Ley,

también manifiesta en el título IV, capítulo II, artículo 139 “La implementación del registro de buenas prácticas ambientales empresariales”, basándose en esto se creó el sub comité de buenas prácticas de manufacturas y producción más limpia (PML), cuya coordinación esta a cargo de Centro de Eficiencia Tecnológica CET Perú.

En lo relativo a **Implementar el enfoque de la producción limpia en la gestión ambiental en los sectores públicos y privados**, se formuló y aprobó la estrategia nacional de producción limpia, la que se difunde en la página Web de CONAM.

El CET Perú, realizó un estudio de mercado sobre producción más limpia, en diversos sectores productivos, para el período 2006 – 2010, para ello cuenta con la cooperación Suiza y fondos USAID de los Estados Unidos, así como de los actuales socios locales: Universidad de Lima UL, Sociedad Nacional de Industria SIN, el Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial (SENATI) y la Universidad Agraria la Molina (UNALM).

En cuanto a **Promover el desarrollo y uso de la tecnologías limpias en el país**, CONCYTEC señala que en el marco del proyecto especial de tecnologías limpias ha tenido los siguientes avances: (i) En sistemas híbridos de generación de energía en 2005 – 2006, con CORPAC y la Universidad Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque, en la generación de energía y radiocomunicación con aeropuertos; y con la comisión de Promoción del Perú (PROMPERU) en la generación de energía renovable y turismo rural; (ii) En transferencias de tecnología, proyectos piloto en 2005 – 2006, en la red de transferencias tecnológicas, y en el diseño y desarrollo de la planta de biodiesel con la UNALM; en el diseño y desarrollo del tren de hilado para algodón de color natural realizado con el SENATI de Lima y con destino Lambayeque; en el año 2006, en el diseño y desarrollo de la planta de secado de madera a gas natural con participación de la UNI; y, (iii) En transferencia de tecnologías limpias, en marzo del 2006, en curtiembre, Arequipa. Asimismo, en el periodo 2005 – 2006, CONCYTEC ha establecido la Red de Tecnologías Limpias con aproximadamente 300 miembros de universidades, sector privado, organizaciones de la sociedad civil, e instituciones del gobierno.

Por su parte, CET PERU informa que a través de los proyectos de producción más limpia, al ser avales de dos líneas de crédito ambiental, están impulsando el cambio de tecnologías más limpias en empresas. A la fecha, se ha logrado reducir índices de contaminación en empresas que han acudido a la línea de crédito ambiental auspiciada por el Gobierno Suizo.

Asimismo, a través de la red de producción más limpia de Latinoamérica y el Caribe CP Latín Net, se han publicado noticias y novedades de CET PERU. Se tiene además, la posibilidad de compartir y utilizar diversos tipos de información de los otros centros de PML.

Por otra parte, PRODUCE ha elaborado la “Guía de Prevención de la Contaminación de la Industria Manufacturera”, y un manual sobre la base de la referida guía. Asimismo, cuentan con una “Guía de Buenas Prácticas en Curtiembres”, la cual se presentó conjuntamente con los proyectos demostrativos de curtiembres en talleres realizados en Lima, Arequipa y Trujillo. Igualmente, se viene propiciando el fortalecimiento de las capacidades de los consultores ambientales inscritos en el sector industria, en materia de producción limpia y la aplicación de buenas prácticas en las actividades bajo la competencia del sector.

Con relación a **Sensibilizar, difundir y capacitar sobre los beneficios de la producción limpia**, CET ha llevado a cabo el II Foro Nacional de Producción más Limpia y Competitividad Empresarial. Asimismo, ha establecido el premio nacional a la PML y la Ecoeficiencia.

Asimismo, en los tres primeros meses del 2006, el CET ha desarrollado 4 cursos y han continuado con los seminarios y talleres sobre PML. Al respecto, iniciaron el tercer módulo de PML para PYMES, en el que se han dictado talleres y se está haciendo el seguimiento a su implementación en 8 PYMES.

Asimismo, CONCYTEC ha programado y están realizando las coordinaciones para implementar al curso virtual de tecnologías limpias.

De otra parte, se ha creado el subcomité de producción más limpia en INDECOPI y se iniciaron los trabajos para convertir en norma técnica peruana 3 guías desarrolladas por CET PERU en el año 2005, sobre PML, PML para PYMES y auditoría en PML, las cuales se difunden en la página Web del CONAM.

Por su parte, PRODUCE desarrolla talleres de difusión sobre el manejo adecuado de residuos sólidos, dirigidos a empresas pesqueras. Asimismo, se viene difundiendo guías de buenas prácticas para las curtiembres, y se ha coordinado con la cadena de madera y con el CET a fin de que la guía de buenas prácticas en madera incluya sugerencias encaminadas a hacerla más efectiva. Asimismo, se articula con el trabajo realizado por Swisscontac relacionado al proyecto demostrativo de ladrilleras y la respectiva guía de buenas prácticas que vienen elaborando para dicha actividad.

## **II. LEGISLACIÓN AMBIENTAL**

### **2.1 Generalidades**

El estudio ambiental del sub-sector curtiembre es elaborado siguiendo los lineamientos de la Constitución Política del Perú, las leyes y reglamentos ambientales.

En este capítulo se resume la reglamentación ambiental, tratando de ceñirse al orden cronológico que fueron promulgadas.

### **2.2 Constitución Política del Perú**

Anteriormente a la Constitución Política del Perú de 1979 existían normas de carácter ambiental dispersas e inconexas tales como:

- Reglamento de desagües industriales ( DS N° 28/60)
- Ley general de aguas.

En la Constitución Política del Perú de 1979 el tema ambiental se lleva a rango constitucional, disponiendo de la elaboración de una norma ordenadora.

La Constitución Política de 1993 establece en el título III, capítulo II: “Del Ambiente y los Recursos Naturales”, en sus artículos 66, 67, 68 y 69 sobre los recursos naturales renovables y no renovables, que son patrimonio de la Nación.

Así en el artículo 66 se establece que los recursos renovables y no renovables son patrimonio de la Nación, así como las condiciones para su utilización y de su otorgamiento a particulares.

Los artículos 67, 68, y 69 determinan la política nacional del ambiente y de su desarrollo sostenible.

### **2.3 Ley General de Aguas**

La ley general de aguas, promulgada por DL N° 17752, y sus reglamentos legislan sobre la materia dentro del ambiente nacional. Esta ley incluye que las aguas sin excepción alguna son propiedad del Estado y su dominio es inalienable e



imprescriptible. Asimismo, determina las autoridades y sus funciones. Por tanto, se determina al Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) como la autoridad del agua, en lo que se refiere a la cantidad y oportunidad de uso. También establece autoridad a la Dirección Nacional de Salud (DIGESA) referida a la calidad de ella.

Esta ley a sufrido varias modificaciones, así se tiene el DL N° 18735 que modifica el artículo 135, el DL N° 19503 que adiciona el inciso d y el artículo 49 y el decreto legislativo N° 106 que modifica artículos del DL N° 17752.

El artículo 30 dispone lo siguiente: “Nadie podrá variar el régimen, la naturaleza o la calidad de las aguas, ni alterar los causes, ni el uso público de los mismos, salvo los causes para regularizar los caudales, mejorar sus salidas para que sean utilizables con fines de utilidad social y económica; y en los casos específicos que determine el Poder Ejecutivo”.

Mientras que el artículo 57 establece “Ningún vertimiento de residuos sólidos, líquidos o gaseosos podrá ser efectuado en las aguas marítimas o terrestres del país sin la previa autorización de la Autoridad Sanitaria”.

El artículo 82 establece que, para los efectos de protección de las aguas correspondientes a los diferentes usos, regirán los siguientes valores límites, mostrados en la tabla 2.1.

#### **2.4 Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales CMARN**

El Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (DL N° 613, del 07 de septiembre de 1990) consta de un título preliminar, 12 capítulos, 145 artículos y 3 disposiciones transitorias.

En el título preliminar, artículo I se hace mención al desarrollo sostenible y a la participación ciudadana al señalar que “Toda persona tiene derecho irrenunciable a gozar de un ambiente saludable, ecológicamente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida, asimismo, a la preservación del paisaje y la naturaleza, todos tienen el deber de conservar dicho ambiente”. Asimismo se expresa “Que es obligación del Estado mantener la calidad de vida de las personas a un nivel

**Tabla 2.1: Calidad de Aguas del Perú, Ley 17752 – Niveles Máximos Permisibles**

Parámetros	Unid	Uso de Cursos de Agua					
		I	II	III	IV	V	VI
<b>LIMITES BACTERIOLÓGICOS</b>							
Coliformes totales (1)	NMP/100 mL	8.8	20000	5000	5000	1000	20000
Coliformes fecales (1)	NMP/100 mL	0	4000	1000	1000	200	4000
<b>LIMITES DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO Y DE OXIGENO DISUELTO</b>							
DBO (2)	mL	5	5	15	10	10	10
Oxígeno Disuelto	mL	3	3	3	3	5	4
<b>LIMITES DE SUSTANCIAS POTENCIALMENTE PELIGROSAS</b>							
Selenio	mg/L	0.01	0.01	0.05	-	0.005	0.01
Mercurio	mg/L	0.002	0.002	0.01	-	0.0001	0.0002
PCB	mg/L	0.001	0.001	(3)	-	0.002	0.002
Esteres estalatos	mg/L	0.0003	0.0003	0.0003	-	0.0003	0.0003
Cadmio	mg/L	0.01	0.01	0.05	-	0.0002	0.004
Cromo	mg/L	0.05	0.05	1.0	-	0.05	0.05
Níquel	mg/L	0.002	0.002	(3)	-	0.002	(4)
Cobre	mg/L	1.0	1.0	0.5	-	0.01	(5)
Plomo	mg/L	0.05	0.05	0.1	-	0.01	0.03
Zinc	mg/L	5.0	5.0	25.0	-	0.02	(4)
Cianuros (CN)(6)	mg/L	0.08	0.08	0.1	-	0.022	0.022
Fenoles	mg/L	0.0005	0.001	(3)	-	0.001	0.1
Sulfuros	mg/L	0.001	0.002	(3)	-	0.002	0.002
Arsénico	mg/L	0.1	0.1	0.2	-	0.01	0.05
Nitratos (N)	mg/L	0.01	0.01	0.1	-	N.A.	N.A.
Pesticidas		(7)	(7)	(7)	-	(7)	(7)
<b>LIMITES DE SUSTANCIAS O PARÁMETROS POTENCIALMENTE PERJUDICIALES</b>							
MEH (8)	mg/L	1.5	1.5	0.5	0.2	-	-
SAAM (9)	mg/L	0.5	0.5	1.0	0.5	-	-
CAE (10)	mg/L	1.5	1.5	5.0	5.0	-	-
CCE (11)	mg/L	0.3	0.3	1.0	1.0	-	-

Notas:

Uso

- I. Aguas de abastecimiento doméstico con simple desinfección.
- II. Aguas de abastecimiento doméstico con tratamiento equivalente a procesos combinados de mezcla y coagulación, sedimentación, filtración y coloración aprobados por el Ministerio de Salud.
- III. Aguas de riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales.
- IV. Aguas de zonas recreativas de contacto primario (baños y similares).
- V. Aguas de zonas de pesca de mariscos bivalvos.
- VI. Aguas de zonas de preservación de fauna acuática y pesca recreativa o comercial.

- (1) Entendidos como valor máximo en 80% de 5 o más muestras mensuales.
- (2) Demanda bioquímica de oxígeno, 5 días, 20°C.
- (3) Valores a ser determinados. En casos de sospechar su presencia se aplicará los valores de columnas V provisionalmente.
- (4) Pruebas de 96 horas multiplicadas por 0.02.
- (5) Pruebas de 96 horas LC50 multiplicadas por 0.1.
- (6) Los análisis de considerarse serán: clases I, II y III CN Wat y las clases V y VI CN libre.
- (7) Para cada uso se aplicará como límite de criterios de calidad de aguas establecidas por el Environmental Protection Agency de los Estados Unidos de Norteamérica.
- (8) Material extractable en hexano (grasa principalmente).
- (9) Sustancias activas de azul de Metileno (detergente principalmente).
- (10) Extracto de columna de carbón activo por alcohol (según método de flujo lento).
- (11) Extracto de columna de carbón activo por cloroformo (según método de flujo lento).

**Fuente:** Ley General de Aguas D.L. N° 17752, incluyendo las modificaciones de los Artículos 81 y 82 del Reglamento de los Títulos I, II y III, según el D.S. N° 007-83-SA (11-03-83) y el D.S. N° 003-2003-SA (29-01-03)

compatible con la dignidad humana. Le corresponde **prevenir y controlar la contaminación ambiental** y cualquier proceso de deterioro o depredación de los recursos naturales que pueda intervenir en el normal desarrollo de toda forma de vida y de la sociedad. Las personas están obligadas a contribuir y colaborar inexcusablemente con estos propósitos”.

En el artículo II expresa que “El medio ambiente y los recursos naturales constituyen patrimonio común de la Nación...”, también, en el artículo VII, manifiesta que la propiedad privada debe de estar en armonía con el medio ambiente.

En el artículo VIII involucra la educación ambiental como integrante de todos los sistemas educativos en todo nivel.

En el capítulo I “De la Política Ambiental”, artículo I recalca que “La política ambiental tiene como objetivo la protección y conservación de medio ambiente...”. Aquí se hace mención al desarrollo sostenible, “La conservación del medio ambiente y de los recursos naturales para satisfacer las necesidades y aspiraciones de la presente y futuras generaciones...”.

Los capítulos II y III “De la Planificación Ambiental y de la Protección del Ambiente” establece la necesidad de elaborar Estudios de Impacto Ambiental EIA, como medida preventiva a cualquier proyecto, obra o actividad que pueda provocar daños al ambiente.

En el capítulo II, artículo 6 indica que con la participación de la sociedad, los gobiernos nacionales, regionales y locales se realizarán los mecanismos de planificación ambiental.

Mientras en el capítulo III, artículo 8 se establece las actividades que necesitan un EIA.

El capítulo IV, artículo 14 “De las Medidas de Seguridad”, se evita la contaminación producto de descargas de sustancias que alteren los ecosistemas. Así en el artículo 15, se prohíbe verter o emitir residuos sólidos, líquidos o gaseosos, otra forma de materia o energía que alteren las aguas haciendo peligrosa su utilización.

El capítulo V “De la Evaluación, Vigilancia y Control” en sus artículos 20 y 21 establece la obligatoriedad de informar de la autoridad competente encargada de evaluar y diagnosticar sobre la calidad del ambiente. Así la autoridad competente informará al Poder Legislativo y Ejecutivo, y este último informará a la Nación, publicándolo en el diario oficial y mediante el discurso anual presidencial.

Los capítulos VI y VII, “De la Ciencia y Tecnología y de la Acción Educativa los Medios de Comunicación y la Participación Ciudadana”, tal como se expreso en el capítulo preliminar, expresan la finalidad, fomento y formación de las investigaciones científicas y obligatoriedad de la enseñanza ambiental en todo nivel.

Igualmente en el capítulo VIII “Del Patrimonio Cultural”, artículos 36 y 37, manifiesta que el Estado velará por la diversidad genética y los ecosistemas, concediendo una protección especial a las especies de carácter singular y a los ejemplares representativos de los diferentes tipos de ecosistemas, así como el germoplasma.

En el artículo 39, nos expresa “... aquellas especies cuya supervivencia se encuentra amenazada, en peligro o en vías de extinción, serán objeto de rigurosos mecanismos de control y protección que garanticen su conservación”.

### **2.5 Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada**

El 11 de Octubre de 1991, por DL N° 757, se aprobó la ley marco para el crecimiento de la inversión privada. Dicha ley, modifica el DL N° 613 del CMARN, derogando el artículo V del título preliminar y los artículos 8°, 17°, 18°, 56°, 57°, 58°, 89°, 107° y 115° y los capítulos XXI y XXII, tal como se dispone en la primera de las disposiciones finales.

En el título XI “De la Seguridad Jurídica en la Conservación del Medio Ambiente” establece, quien es la autoridad competente y algunas de sus atribuciones y funciones. Así el artículo 50, establece “Las autoridades sectoriales competentes... son los Ministerios de los sectores correspondientes a las actividades que desarrollan las empresas...”, agregando que “En caso que la empresa desarrollara dos o más actividades de competencia de distintos sectores,

será la actividad competente la que corresponda a la actividad de la empresa que generen mayores ingresos brutos anuales”

Entre sus atribuciones en el artículo 51, establece “La autoridad sectorial competente determinará las actividades que por su riesgo ambiental... requerirán necesariamente la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental...”

En el artículo 52, se identifica otra de sus atribuciones, así en caso de peligro grave o inminente, la autoridad sectorial competente, utilizará procedimientos que hagan desaparecer el riesgo o la disminuyan a niveles permisibles; en el caso, que la actividad pueda causar daño irreversible al medio ambiente podrá suspender los permisos, licencias o autorizaciones que hubiera otorgado.

En el artículo 53, establece, las exigencias a las empresas que prestan servicios de abastecimiento de agua potable y el artículo 55, prohíbe internar al territorio nacional residuos o desechos que resultarán peligrosos o radiactivos.

En la novena de las disposiciones complementaria, enfatiza “... la autoridad competente o Autoridad Ambiental se entenderá referida a la autoridad sectorial competente, es decir al Ministerio del Sector...”. Asimismo, establece “... Contaminar el medio ambiente, se entenderá referida a la que excede los niveles tolerables de contaminación establecidos para cada efluente establecidos por la autoridad sectorial competente...”

## **2.6 Consejo Nacional del Ambiente CONAM**

El 22 de diciembre de 1994 con ley N° 62410, se creó el Consejo Nacional del Ambiente CONAM.

En el capítulo I, artículo II “Finalidad del CONAM”, se expresa: “El CONAM es el organismo rector de la política nacional ambiental, tiene por finalidad planificar, promover, coordinar, controlar y velar por el ambiente y patrimonio nacional de la Nación”.

En el artículo IV se establece sus funciones, algunas de ellas son:

- Formular, coordinar, dirigir y evaluar la política nacional ambiental, así como velar por su estricto cumplimiento (inciso a).

- ...la coordinación multisectorial de organismos del Gobierno Central así como la de los Gobiernos Regionales y Locales (inciso b).
- ...coordinar con los sectores la fijación de los límites permisibles para la protección ambiental (inciso c).
- Proponer mecanismos que faciliten la coordinación internacional (inciso d).
- Establecer criterios generales para la elaboración de los EIA (inciso e).
- Fomentar la investigación, educación ambiental y la participación ciudadana (inciso g, k).
- Resolver, en última instancia administrativa, los recursos impugnativos interpuestos contra resoluciones o actos administrativos ambientales (inciso h).
- Demandar el inicio de las acciones administrativas, civiles y/o penales correspondientes, en los casos de incumplimiento de las políticas, normas y/o directivas que emanen del CONAM (inciso j).

Así la política de la CONAM ha sido hasta ahora la de asegurar que cada Ministerio encargado de un sector industrial, que desarrolle actividades de producción, establezca su propia dirección ambiental; de tal forma, que cada dirección debe asegurar que las empresas cumplan con la reglamentación ambiental vigente.

### **2.7 Reglamento Nacional para la Aprobación de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles**

El 11 de noviembre de 1998, por DS N° 044-98, se aprobó el Reglamento Nacional para la aprobación de Estándares de Calidad Ambiental ECA y Límites Máximos Permisibles LMP, cuya coordinación la tiene el CONAM y con aprobación de la Coordinación Técnica Multisectorial CTM.

En el capítulo II, “Del Programa Anual de ECA y LMP”, artículo 4 se establece que el programa anual es aprobado por la CTM quien establecerá las prioridades, fuentes de financiamientos, cronogramas y responsabilidades para determinar los

ECA y LMP, así como la composición de los Grupos de Estudio Técnico Ambiental (GESTA).

En el capítulo III, “Del Procedimiento”, artículo 9 se establece que las evaluaciones para definir los LMP son desarrolladas por el Sector asignado, mientras que las evaluaciones para definir los ECA son desarrolladas por los Grupos de Estudio Técnico Ambiental GESTA. Ambos grupos presentan sus estudios a la CTM quien decide si los mismos refinan o no las condiciones necesarias para pasar a consulta pública.

La primera disposición complementaria establece que tanto los ECA como los LMP podrían ser revisados después de 5 años de su aprobación. Este plazo solo puede variar previa justificación de la CTM. Asimismo, la séptima disposición transitoria nos indica que en caso que se requiera un ECA o LMP para una actividad dada, y estos no han sido aprobados, se adoptarán un estándar internacional o de nivel internacional.

Por último, nos muestra en el anexo II, un glosario de términos, los que son:

### **Estándar de calidad ambiental (ECA)**

Es la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, en el aire, agua o suelo en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni del ambiente.

### **Limite máximo permisible (LMP)**

Es la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o a una emisión, que al ser excedido puede causar daños de salud, bienestar humano y ambiental. Su comportamiento es exigible legalmente.

### **Estándar internacional**

Es aquel estándar que procede de un organismo del sistema de las Naciones Unidas.

**Estándar de nivel internacional**

Es aquel estándar adoptado por algún país o comunidad de países.

**Efluente**

Descarga líquida de materiales de deshecho en el ambiente, el cual puede estar tratado o sin tratar. Generalmente se refiere a aguas contaminadas.

**Emisión**

Todo fluido gaseoso, puro o con sustancia en suspensión, producto de la actividad industrial que se considere residuo.

**Caso ambiental específico**

Está referido a las situaciones particulares, tales como la aprobación de estudios de impacto ambiental o programa de adecuación ambiental.

**2.8 Aprobación de Estándares de Calidad Ambiental para el Aire**

Mediante el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, DS N° 074-2001-PCM (del 24 de junio de 2001), el CONAM estableció los valores estándares ambientales para el dióxido de azufre, PM<sub>10</sub>, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, ozono, plomo y sulfuro de hidrógeno.

En la primera disposición transitoria, establece que estos valores se mantendrán “en tanto el Ministerio de Salud no emita las directivas y normas que regularizan el monitoreo...”

Los valores oficializados por el CONAM son producto de la directriz vigente de la “Garantía de Calidad, para los Sistemas de Medición de la Contaminación del Aire”, publicados por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos de Norteamérica. Asimismo, para el caso de sulfuro de hidrógeno, se utilizarán las directrices del Consejo de Recursos de Aire, del Estado de California, Estados Unidos de Norteamérica.

En la segunda disposición transitoria, indica que “el valor del estándar nacional de calidad ambiental del aire de dióxido de azufre (24 horas) y plomo (promedio



mensual) establecido en la presente norma serán revisados, en el periodo que se requiera, de detectarse que tienen un impacto negativo sobre la salud en base de estudios y evaluaciones continuas”.

**Tabla 2.2** Estándares nacionales de calidad ambiental del aire (todos los valores son concentraciones en microgramos por metro cúbico)

Contaminantes	Periodo	Forma De Estándar		Método De Analisis <sup>1</sup>
		Valor	Formato	
Dióxido de azufre	Anual	80	Media aritmética anual	Fluorescencia UV (método automático)
	24 horas	365	No más de 1 vez al año	
PM 10	Anual	50	Media aritmética anual	Separación inercial/filtración (gravimetría)
	24 horas	150	No más de 3 vez al año	
Monóxido de carbono	8 horas	10000	Promedio móvil	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (método automático)
	1 hora	30000	No más de 1 vez/año	
Dióxido de nitrógeno	Anual	100	Promedio aritmético anual	Quimiluminiscencia (método automático)
	1 hora	200	No más de 24 vez/año	
Ozono	8 horas	120	No más de 24 vez/año	Fotometría UV (método automático)
Plomo	Anual <sup>2</sup>			Método para PM 10 (espectrofotometría de absorción atómica)
	Mensual	1.5	No más de 4 vez/año	
Sulfuro de hidrógeno	24 horas <sup>2</sup>			Fluorescencia UV (método automático)

<sup>1</sup> O método equivalente aprobado

<sup>2</sup> A determinarse según lo establecido en el artículo 5° del presente reglamento

**Tabla 2.3** Valores de tránsito

Contaminantes	Periodo	Forma del estándar		Método de análisis
		Valor	Formato	
Dióxido de azufre	Anual	100	Media aritmética anual	Fluorescencia UV (método automático)
PM 10	Anual	80	Media aritmética anual	Separación inercial/filtración (gravimetría)
	24 horas	200	No más de 3 veces / año	
	1 hora	250	No más de 24 veces/año	Quimiluminiscencia (método automático)
Dióxido de nitrógeno				
Ozono	8 horas	160	No más de 24 veces/año	Fotometría UV (método automático)

**Tabla 2.4** Valores referenciales

Contaminantes	Periodo	Forma del estándar valor	Método de análisis
PM 2.5	Anual	15	Separación inercial / filtración (gravimetría)
	24 horas	65	

## 2.9 Aprobación de Estándares de Calidad Ambiental para Ruidos

Mediante el DS 085-2003.PCM, se establecieron los estándares nacionales de calidad ambiental para ruidos y los lineamientos para no excederlos, con el objeto de proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible.

En estos se establecieron las zonas de aplicación (Artículo 5°): zona residencial, zona comercial, zona industrial, zona mixta y zona de protección.

## 2.10 Aprobación de Límites Máximos Permisibles y Valores Referenciales para las Actividades Industriales de Cemento, Cerveza, Curtiembres y Papel

Mediante DS N° 003-2002 PRODUCE, del 04 de Octubre del 2002, se aprobó los valores de límites máximos permisibles y los valores referenciales para efluentes líquidos de las actividades industriales manufactureras de producción como: cemento, cerveza, curtiembre y papel.

El artículo 2° nos indica un glosario de términos dados a continuación:

**a. Límites Máximos Permisibles (LMP):** Es la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o a una emisión, que al ser excedido causa o puede causar daños a la salud, bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente.

Dependiendo del parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresado en máximos, mínimos o rangos.

**Límite Máximo Permisible de Efluentes para alcantarillado:** Nivel de concentración o cantidad de uno o más elementos o sustancias en los efluentes que se descargan al alcantarillado, que al ser excedido puede ocasionar daños a la

infraestructura del sistema de alcantarillado y procesos de tratamiento de las aguas servidas, y consecuentemente afectación a los ecosistemas acuáticos y salud de las personas.

**Limite Máximo Permisible de Efluentes para aguas superficiales:** Nivel de concentración o cantidad de uno o más elementos o sustancias en los efluentes que se descargan a las aguas superficiales, que al ser excedido causa o puede causar daños a la salud, los ecosistemas acuáticos y la infraestructura de saneamiento, que es fijado por la autoridad competente y es legalmente exigible.

**Límite Máximo Permisible para Emisiones de los hornos:** Nivel de concentración o cantidad de uno o más elementos o compuestos de los hornos que se descargan al ambiente, que al ser excedido causa o puede causar daños a la salud, bienestar humano y al ambiente. Es fijado por la autoridad competente y es legalmente exigible.

**b. Diagnostico Ambiental Preliminar (DAP):** Es el estudio que se realiza antes de la elaboración del PAMA que contiene los resultados derivados del programa de monitoreo en función a los Protocolos de Monitoreo, con el objeto de evaluar los impactos e identificar los problemas que se estén generando en el ambiente por la actividad de la industria manufacturera.

**c. Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA):** Programa que contiene las acciones, políticas e inversiones necesarias para reducir prioritariamente la cantidad de sustancias peligrosas o contaminantes que ingresan al sistema o infraestructura de disposición de residuos o que se viertan o emitan al ambiente; realizar acciones de reciclaje y reutilización de bienes como medio de reducir los niveles de acumulación de desechos y prevenir la contaminación ambiental; y reducir o eliminar las emisiones y vertimientos para poder cumplir con los patrones ambientales establecidos por la Autoridad Competente.

**d. Guía de Manejo Ambiental:** Documento de orientación expedido por la autoridad competente sobre lineamientos aceptables para los distintos subsectores

o actividades de la industria manufacturera con la finalidad de propiciar un desarrollo sostenible.

En consideración a las características distintivas de cada subsector o actividad de la industria manufacturera, la autoridad competente podrá preparar guías de manejo ambiental aplicables solamente a uno o más de estos.

**e. Guía de Buenas Prácticas:** Documento que permite identificar oportunidades de mejoras asociadas a la industria manufacturera y describir métodos de operación y prácticas industriales que pueden ser implementadas con el fin de utilizar más eficientemente los recursos, gestionar adecuadamente los residuos y en general reducir los impactos ambientales ocasionados por la industria manufacturera.

**f. Valor Referencial:** Nivel de concentración de contaminantes o valor de parámetro físico y/o químico que debe ser monitoreado obligatoriamente para el establecimiento de los límites máximos permisibles.

El artículo 4º, expresa que “Los LMP aprobado son de cumplimiento obligatorio e inmediato para el caso de las actividades... que se inicien”, mientras que las empresas en curso, tienen un plazo no mayor de cinco años, que con excepción puede ser extendido dos años, en los casos que justifique el PAMA.

En el artículo 5º, expresa que los valores referenciales establecidos para los subsectores curtiembre y papel, serán evaluados con información general y a través de monitoreos, teniendo en cuenta los estudios ambientales presentados al Ministerio de la Producción.

En la primera disposición complementaria, indica que los valores referenciales tienen una vigencia de dos años, debiendo los titulares de las empresas realizar un programa de monitoreo, de dos años con una frecuencia semestral. Posteriormente entraran en vigencia los límites máximos permisibles.

El artículo 7º expresa que el Diagnostico Ambiental Preliminar (DAP) será realizado en un máximo de 30 días para las actividades de cemento, cerveza y papel. **Para las empresas del sub-sector curtiembre el Ministerio de la**

**Producción propondrá medidas preventivas de mitigación y/o correctivas para el corto plazo.**

Los artículos 8°, 10° y 11° están referidas a los PAMAS, así las empresas que como resultado de la evaluación del DAP deben ejecutar un PAMA presentarán informes semestrales al Ministerio de Producción, las empresas que tengan aprobadas o vengan ejecutando un PAMA tendrán que adecuar sus valores a los LMP establecidos teniendo un plazo de adecuación no mayor de cinco años pudiendo ser extendido 2 años.

**Cabe recalcar lo indicado en el artículo 9° que tanto “la micro y pequeña empresa industrial esta obligada a cumplir lo dispuesto en la presente norma, pudiendo hacerlo en forma colectiva por grupo de actividad industrial, por concentración geográfica...”**

**Tabla 2.5:** Límite Máximo Permissible de Efluentes para Alcantarillado de las Actividades de Cemento, Cerveza, Papel y Curtiembre

Parámetros	Cemento		Cerveza		Papel		Curtiembre	
	En curso	Nueva	En curso	Nueva	En curso	Nueva	En curso	Nueva
Ph	6 – 9	6 – 9	6 – 9	6 – 9	6 – 9	6 – 9		6.0-9.0
Temperatura (°C)	35	35	35	35	35	35	35	35
Sólidos susp. tot. (mg/l)	100	50	500	350	1000	500		500
Aceites y grasas (mg/l)			20	15	100	50	100	50
DBO <sub>5</sub> (mg/l)			1000	500		500		500
DQO (mg/l)			1500	1000		1000		1500
Sulfuros (mg/l)	-							3
Cromo VI (mg/l)								0.4
Cromo total (mg/l)								2
N - NH <sub>4</sub> (mg/l)								30
Coliformes fecales, NMP/100ml							-	-

En el caso del subsector curtiembre, no se ha fijado valores para el parámetro coliformes fecales, dado que la data recopilada no era representativa, ni confiable. Asimismo, no ha sido posible identificar data a nivel nacional, ni en los países analizados sobre LMP específicos para este parámetro en curtiembres, por lo que se ha desestimado la definición de este LMP.

**Tabla 2.6:** Valores Referenciales de efluentes para alcantarillado y aguas superficiales de las actividades en curso de los subsectores curtiembre y papel

Parámetros	Curtiembre (alcantarillado)	Papel	
		Aguas superficiales	Alcantarillado
Grado de acidez o alcalinidad (pH)	6.5-9.5		
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) mg/l	1000	250	1000
Demanda química de oxígeno (DQO) mg/l	2500	1000	3000
Sólidos suspendidos totales (SST) mg/l	1000		
Sulfuros mg/l	10		
Cromo +6 mg/l	0.5		
Cromo total mg/l	5		
Nitrógeno amoniacal (N -NH <sub>4</sub> ) mg/l	50		

En curso: se refiere a las actividades de las empresas de los subsectores curtiembre y papel que a la fecha de vigencia del presente Decreto Supremo se encuentran operando.

**Tabla 2.7:** Límite Máximo Permissible de Efluentes para Aguas Superficiales de las Actividades de Cemento, Cerveza, Papel y Curtiembre

Parámetros	Cemento		Cerveza		Papel		Curtiembre	
	En curso	Nueva	En curso	Nueva	En curso	Nueva	En curso	Nueva
Ph	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9	5.0-8.5	5.0-8.5
Temperatura (°C)	35	35	35	35	35	35	35	35
Sólidos susp. tot. (mg/l)	50	30	50	30	100	30	50	30
Aceites y grasas (mg/l)			5	3	20	10	25	20
DBO <sub>5</sub> (mg/l)			50	30		30	50	30
DQO (mg/l)			250	50		50	250	50
Sulfuros (mg/l)							1	0.5
Cromo VI (mg/l)							0.3	0.2
Cromo total (mg/l)							2.5	0.5
Coliformes fecales, NMP/100ml							4000	1000
N - NH <sub>4</sub> (mg/l)							20	10

\* En curso: se refiere a las actividades de las empresas de los subsectores cemento, papel y curtiembre que a la fecha de vigencia del presente Decreto Supremo se encuentran operando.

\*\* Nueva: se refiere a las actividades de las empresas de los subsectores cemento, papel y curtiembre que se inician a partir de la fecha de vigencia del presente Decreto Supremo.

### **2.11 Ley General de Residuos Sólidos**

La ley N° 27314 del 21 de julio del 2000, promulgada por el Congreso de la República, en su título I “Disposiciones Generales”, artículo 1 y 2 establece derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad, para asegurar una gestión y manejo adecuado de los residuos sólidos a través de los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales, en las actividades, procesos y operaciones incluyendo las distintas fuentes de generación de dichos residuos, en los sectores económicos, sociales y de la población. En el título II “Gestión Ambiental de Residuos Sólidos”, capítulo I “Lineamientos de Gestión” se establece la finalidad y los lineamientos de la política de gestión integral del manejo de residuos sólidos.

En el título II, “Gestión Ambiental de Residuos Sólidos”, capítulo I, II y III se manifiesta que esta gestión es integral, involucra al CONAM, Autoridades Sectoriales y Autoridades Municipales.

El CONAM, debe coordinar con las Autoridades Sectoriales y Municipales, promoviendo planes integrales de gestión ambiental, en todo el país, e incluir en el informe nacional, sobre el estado del ambiente en el Perú, el análisis de gestión y manejo de residuos sólidos incorporando la información al Sistema Nacional de Información Ambiental y por último resolver conflictos entre resoluciones o actos administrativos de distintas autoridades.

Las autoridades sectoriales, tienen a cargo la gestión de manejo de residuos sólidos de origen industrial, agropecuario o agroindustrial, cuyas actividades son reguladas, fiscalizadas y sancionadas por los ministerios u organismos designados.

Así, el Ministerio de Salud, está obligado por medio de DIGESA a evaluar los aspectos técnico-sanitario, de diversas actividades pudiendo ser: de reciclaje, reutilización y recuperación; de el manejo de residuos sólidos productos de campañas sanitarias; la de aprobar el EIA, previa aprobación de los proyectos de las plantas de transferencia, tratamiento y rellenos sanitarios; la de declarar zonas de emergencia sanitarias; la de administrar y mantener actualizado el registro de las empresas prestadoras de servicios; la de inspeccionar y comunicar a la

autoridad sectorial las infracciones detectadas en el interior de las áreas o instalaciones del sector.

El Ministerio de Transporte, Comunicaciones, Vivienda y Construcción regula la gestión de los residuos sólidos de la actividad de construcción y transporte. Asimismo autoriza y fiscaliza el transporte de residuos peligrosos, en las vías nacionales.

Las Autoridades Municipales Provinciales son responsables por la gestión de los residuos sólidos de origen domiciliario, comercial y de aquellas actividades que generen residuos similares a estos, en todo el ámbito de su jurisdicción, y entre algunas de sus funciones están obligadas a aprobar y autorizar el funcionamiento de la infraestructura de transferencia, tratamiento y disposición final de residuos sólidos.

Las Autoridades Municipales Distritales, son responsables por la prestación de los servicios de recolección y transporte de los residuos sólidos y de la limpieza de vías, espacio y monumentos públicos. Los residuos sólidos en su totalidad deberán ser conducidos directamente a la planta de tratamiento, transferencia o al lugar de disposición final autorizado por la Municipalidad Provincial, estando obligados los municipios distritales al pago de los derechos correspondientes.

En el título III, “Manejo de Residuos Sólidos”, capítulo I “Disposiciones Generales para el Manejo”, en el artículo 14, se da la definición de residuos sólidos y en el artículo 15 su clasificación.

**Residuos sólidos**, son aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente, para ser manejados a través de un sistema que incluye, según corresponda, las siguientes operaciones o procesos:

1. Minimización de residuos
2. Segregación en la fuente
3. Reaprovechamiento
4. Almacenamiento



5. Recolección
6. Comercialización
7. Transporte
8. Tratamiento
9. Transferencia
10. Disposición final

Se clasifican según su origen en:

1. Residuo domiciliario
2. Residuo comercial
3. Residuo de limpieza de espacios públicos
4. Residuo de establecimiento de atención de salud
5. Residuo industrial
6. Residuo de las actividades de construcción
7. Residuo agropecuario
8. Residuo de instalaciones o actividades especiales

En este capítulo, se trata también del internamiento, y comercialización de residuos sólidos, así como las guías de manejo. En el capítulo II “Disposiciones para el manejo de residuos sólidos peligrosos”, artículo 22, se define lo que son residuos sólidos peligrosos, expresando: son **residuos sólidos peligrosos** aquellos que por sus características o el manejo al que son o van a ser sometidos representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente.

En este mismo capítulo se dispone la facilidad que se le da a los generadores de residuos sólidos de contratar una empresa prestadora de servicios; así como la responsabilidad que está asume sobre su manejo.

En el título IV “Prestación de los servicios de residuos sólidos”, el Estado autoriza la creación y establece las obligaciones a que están sometidas las empresas prestadoras de servicios de residuos sólidos (EPS-RS) las cuales pueden estar constituidas prioritariamente como empresa privada o mixta, con mayoría de capital privado.

En el artículo 31, establece que “El manejo de residuos sólidos es parte integral de los EIA y los PAMAS...”; mientras el artículo 32, establece “Los proyectos de infraestructura de tratamiento, transferencia y relleno sanitario de residuos sólidos deben ser aprobados por la Comisión Técnica Municipal de Calificación de Proyectos..., con la debida presentación del EIA respectivo, previamente aprobado por DIGESA...”

El título V “Información sobre el Manejo de Residuos Sólidos”, expresa como las autoridades sectoriales y municipales ponen en la disposición de la ciudadanía en general la información obtenida en la gestión de los residuos sólidos. Asimismo; remitirán al CONAM un informe anual sobre el manejo de residuos sólidos. Toda esta información forma parte del Sistema Nacional de Información Ambiental SINIA.

En el título VI de la “Población y Participación Ciudadana” artículo 42, expresa que el reclamo fundamentado de por lo menos de la tercera parte de la población puede originar la resolución del contrato suscrito entre la EPS-RS y el municipio.

En lo referente a lo “Económico”, se establecen incentivos a la participación del sector privado en la investigación y desarrollo tecnológico. En el título VIII de las “Medidas de Seguridad y Sanciones” se faculta a los ministerios y autoridades de los sectores productivos y de servicios u organismos regulatorios o de fiscalización a sancionar las infracciones cometidas al interior del área productiva e instalaciones industriales.

Por último en la décima disposición complementaria, se definen términos usados en el manejo de residuos sólidos.

## **2.12 Ley General del Ambiente**

La Ley General del Ambiente, Ley N° 28611, fue promulgada el 10 de Octubre del 2005, es de actual vigencia y reemplaza al Decreto Legislativo N° 613, Código del Medio Ambiente y Recursos Naturales. La Ley del Medio Ambiente consta de un título preliminar con 11 artículos, 4 títulos, 154 artículos y 5 disposiciones transitorias, complementarias y finales.

La Ley General del Ambiente a diferencia del CMARN, desde su título preliminar “Derechos y Principios”, nos hace mención de términos de prevención, internalización de costos y de responsabilidad ambiental y al igual que el CMARN enfatiza el desarrollo sostenible del país.

Así en el artículo I, Del Derecho y Deber Fundamental se manifiesta que “Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida; y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente,... y el desarrollo sostenible del país”

**El concepto de prevención, fundamental en producción más limpia, se expresa en el artículo VI, Del Principio de Prevención “La gestión ambiental tiene como objetivos prevenir, vigilar y evitar la degradación ambiental. Cuando no sea posible eliminar las causas que la generan, se adoptan las medidas de mitigación, recuperación, restauración o eventual compensación, que correspondan”.**

**El concepto de precaución es muy importante en el control de la contaminación, así lo expresa, el artículo VII, Del Principio Precautorio “... la falta de certeza absoluta no debe utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces y eficientes para impedir la degradación del ambiente”.**

**El artículo VIII, Del Principio de Internalización de Costos, resalta el costo que debe asumir cualquier persona natural o jurídica, pública o privada por el daño que propicia al medio ambiente. Así parte de él expresa “el costo de las acciones de prevención, vigilancia, restauración, rehabilitación, reparación... debe ser asumido por los causantes de dicho impactos”.**

En el título I, “Política Nacional del Ambiente y Gestión Ambiental”, artículo I, Del Objetivo, deja asentado la jerarquía y vigencia actual de esta ley sobre otras leyes ambientales; así lo expresa, en el capítulo I, “Aspectos Generales”, artículo 1, “La presente ley es la norma ordenadora del marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú. Establece los principios y normas básicas para...”

lograr el desarrollo sostenible del país” y en el artículo 2, Del Ámbito, inciso 3, expresa “... toda mención hecha al ambiente o a sus componentes, comprende a los elementos físicos, químicos y biológicos...”.

En el capítulo 2 “Política Nacional del Ambiente”, artículo 9, Del Objetivo, nuevamente recalca, la promoción del desarrollo sostenible del país, mediante acciones de prevención protección y recuperación del ambiente y sus componentes y **en el artículo 11, De Los Lineamientos Ambientales Básicos de las Políticas Públicas, inciso b, expresa en forma más directa sobre el uso de producción más limpia, así “La prevención de riesgos y daños ambientales, así como la prevención y el control de la contaminación ambiental, principalmente en las fuentes emisoras. En particular, la promoción del desarrollo y uso de tecnologías, métodos, procesos y prácticas de producción, comercialización y disposición final más limpias”.**

En el capítulo 3 “Gestión Ambiental”, nos define, en su artículo 13, Del Concepto, “La gestión ambiental es un proceso permanente y continuo, constituido por el conjunto estructurado de principios, normas técnicas, procesos y actividades, orientado a administrar los intereses, expectativas y recursos relacionados con los objetivos de la política ambiental y alcanzar así, una mejor calidad de vida y el desarrollo integral de la población, el desarrollo de las actividades económicas y la conservación del patrimonio ambiental y natural del país”. En este capítulo, se expresa que el sistema nacional de gestión ambiental esta integrado, por los sistemas de gestión pública sectoriales, regionales y locales, artículo 15; integrados por instrumentos que pueden ser de planificación, promoción, prevención, control, corrección, información, financiamiento, participación y fiscalización, artículo 17”.

El artículo 24, Del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), establece que “Toda actividad humana que implique construcciones, obras, servicios y otras actividades,... está sujeta, de acuerdo a ley, al... SEIA, el cual es administrado por la Autoridad Ambiental Nacional,...” y el artículo 25, De

los Estudios de Impacto Ambiental, establece que los EIA, son instrumentos de gestión, que contienen una descripción de la actividad propuesta y los efectos previsibles de dicha actividad en el medio ambiente. Los EIA, deben indicar medidas de prevención o reducción del daño a niveles tolerables.

En el artículo 26, De los Programas de Precaución y Manejo Ambiental, expresa que, “La autoridad ambiental competente puede establecer y aprobar Programas de Adecuación y Manejo Ambiental – PAMA, para facilitar la adecuación de una actividad económica a obligaciones ambientales nuevas, debiendo asegurar su debido cumplimiento en plazos que establezcan las respectivas normas, a través de objetivos de desempeño ambiental explícitos, metas y un cronograma de avance de cumplimiento, así como las medidas de prevención que corresponda...”. Además agrega “El incumplimiento de las acciones definidas en los PAMA..., se sanciona administrativamente...”.

El artículo 30, De los Planes de Descontaminación y el Tratamiento de Pasivos Ambientales, establece que estos “ están dirigidos a remediar impactos ambientales originados por uno o varios proyectos de inversión o actividades, pasadas o presentes...”. también establece que “La Autoridad Ambiental Nacional, en Coordinación con la Autoridad de Salud, proponen al Poder Ejecutivo sistemas que permiten restringir las emisiones globales...”. Asimismo el sistema debe tener en cuenta:

- a) Los tipos de fuentes de emisión existentes;
- b) Los contaminantes específicos;
- c) Los instrumentos y medios de asignación de cuotas;
- d) Las medidas de monitoreo; y
- e) La fiscalización del sistema y las sanciones que correspondan.

En este mismo capítulo, se trata de los ECA y los LMP, establecidos que los valores de LMP, deben guardar coherencia, entre el nivel de protección ambiental establecido para una fuente determinada con los niveles generales que se establecen en los valores de los ECA. Asimismo, para elaborar un ECA y un LMP, se debe tener en cuenta los valores establecidos por la Organización

Mundial de la Salud (OMS) o de las entidades de nivel internacional, mientras que el artículo 35, Del Sistema Nacional de Información Ambiental SINIA, expresa “el... SINIA, constituye una red de integración tecnológica y técnica para facilitar la sistematización, acceso y distribución de la información ambiental,...”.

El capítulo 4, “Acceso a la Información Ambiental y Participación Ciudadana”, en los artículos del 41 al 51, expresan el derecho de acceder adecuada y oportunamente a la información; de la obligación de informar, de las entidades públicas con competencias ambientales, facilitando el acceso directo, en forma gratuita, asegurando la idoneidad de la información ambiental que se requiera.

Los informes y documentos de las actividades científicas, técnicas y de monitoreo de calidad del ambiente, deben ser incorporados al SINIA, el cual facilita el acceso a las entidades públicas y privadas.

Asimismo, expresa que toda persona natural o jurídica tiene el derecho y el deber de participar responsablemente en la gestión ambiental, por mecanismos establecidos por la Autoridad Ambiental Nacional, así se hace uso de consultas y audiencias públicas, encuestas de opinión, apertura de buzones, Internet, entre otros.

En el título II “De los Sujetos de la Gestión Ambiental”, capítulo I, “Organización del Estado” manifiesta que las competencias ambientales del Estado, pueden estar dadas por organismos autónomos, autoridades nacionales, regionales y locales.

En este capítulo, se resuelve el conflicto de competencia, al establecer, que la autoridad ambiental nacional, a través de su tribunal de solución de controversias ambientales, determina quien debe actuar como autoridad competente, en el caso particular, que dos o más entidades públicas se atribuyan funciones ambientales.

En el capítulo 2 “Autoridades Públicas”, en el artículo 56, De la Autoridad Ambiental Nacional, se ratificó al CONAM, como la Autoridad Ambiental Nacional y ente rector de la gestión ambiental, teniendo alcance transectorial sin perjuicio de las funciones específicas a cargo de las autoridades sectoriales, regionales y locales competentes.

Asimismo, expresa como las entidades de gobierno, regionales, locales organizan el ejercicio de sus funciones ambientales. Por último, el artículo 63, De los

Fondos de Interés Público, manifiesta que la aplicación de los recursos financieros, se realizan para propiciar la investigación científica y tecnológica, la innovación productiva, la producción limpia y los bionegocios.

En el capítulo 3, “Población y Ambiente”, en su artículo 65, De las Políticas Poblacionales y Gestión Ambiental, se expresa que “El crecimiento de la población y su ubicación dentro del territorio son variables que se consideran en las políticas ambientales y de promoción del desarrollo sostenible...”, en los otros artículos se manifiesta, que es prioridad del Estado, la prevención de riesgos y daños a la salud de las personas, para ello, las diversas autoridades públicas priorizan medidas de saneamiento básico, para una efectiva gestión y manejo del agua potable, pluviales, subterráneas, sistema de alcantarillado público, reúso de aguas servidas, disposición de excretos y residuos sólidos.

**El capítulo 4 “Empresa y Ambiente”**, en sus artículos 73 y 74 Del Ámbito y de la Responsabilidad General, expresan las obligaciones que tienen todas las personas naturales o jurídicas llamadas “Titular de operaciones”, en el desarrollo de toda actividad susceptible de generar impactos negativos al ambiente, tales como las emisiones, efluentes, descargas y daños ambientales que se generan por acción u omisión; por ello que es importante prevenir desde la fuente generadora, resaltando el concepto de ciclo de vida. Así se manifiesta en el **artículo 75, Del Manejo Integral y Prevención en la Fuente**, expresa “**El titular de operaciones debe adoptar prioritariamente medidas de prevención del riesgo y daño ambiental en la fuente generadora de los mismos, así como las demás medidas de conservación y protección ambiental que corresponda en cada una de las etapas de sus operaciones, bajo el concepto de ciclo de vida de los bienes que produzca o los servicios que provea,...**”.

En este mismo artículo se incorpora los costos de prevención, “**Los estudios para proyectos de inversión a nivel pre-factibilidad y definitivo,... deben considerar los costos necesarios para preservar el ambiente de la localidad en donde se ejecutará el proyecto...**”.

En este capítulo, también se expresa la promoción del Estado, sobre los titulares de operaciones, para que adopten sistemas de gestión ambiental, con la finalidad

de mejorar continuamente su nivel de desempeño ambiental. Prosiguiendo con las medidas de promoción del Estado, el artículo 77, De la Promoción de la Producción Limpia, expresa **“Las autoridades nacionales, sectoriales, regionales y locales promueven, a través de acciones normativas, de fomento de incentivos tributarios, difusión, asesoría y capacitación, la producción limpia en el desarrollo de los proyectos de inversión y las actividades empresariales en general, entendiendo que la producción limpia constituye la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada para los procesos, productos y servicios, con el objetivo de incrementar la eficiencia, manejar racionalmente los recursos y reducir los riesgos sobre la población humana y el ambiente, para lograr el desarrollo sostenible”**.

A lo mencionado anteriormente, agrega **“Las medidas de producción limpia que puede adoptar el titular de operaciones incluyen, según sean aplicables, control de inventarios y del flujo de materias primas e insumos, así como la sustitución de éstos; la revisión, mantenimiento y sustitución de equipos y la tecnología aplicada; el control o sustitución de combustibles y otras fuentes energéticas; la reingeniería de procesos, métodos y prácticas de producción; y la reestructuración o rediseño de los bienes y servicios que brinda, entre otras”**.

Dentro de la política de promoción del Estado, este difunde y facilita la adopción voluntaria de políticas, prácticas y mecanismos de responsabilidad social de la empresa, para propiciar un adecuado ambiente de trabajo. Asimismo en el artículo 80, De las Normas Técnicas Nacionales, de Calidad y Ecoetiquetado, manifiesta que **“El Estado promueve la adopción de normas técnicas para estandarizar la producción propiciando la gestión de calidad, la prevención de riesgos y daños ambientales en los procesos de producción, así como prácticas de etiquetado, que permitan conocer información relativa a la salud, el ambiente y a los recursos naturales...”**.

Por último, el artículo 83, Del Control de Materiales y Sustancias Peligrosas, establece **“..., las empresas adoptan medidas para el efectivo control de los materiales y sustancias peligrosas intrínsecas a sus actividades, debiendo prevenir,**



controlar, mitigar eventualmente, los impactos ambientales negativos que aquellos generen.

El título III “Integración de la Legislación Ambiental” trata en su capítulo 1, “Aprovechamiento sostenible de los recursos naturales”, sobre los recursos naturales, dando en su artículo 84 la definición de recursos naturales y enunciando en sus artículos 85 y 93 la promoción del estado a la conservación y uso sostenible de dichos recursos, ya que estos son patrimonios de la Nación.

El artículo 95, De los Bonos de Descontaminación, expresa “... la Autoridad Ambiental promueve a través de la Comisión Nacional, los bonos de descontaminación..., a fin de que las industrias y proyectos puedan acceder a los fondos creados al amparo del protocolo de Kyoto y de otros convenios de carácter ambiental”

Por último el artículo 96, de los recursos naturales no renovable, sostiene “El Estado promueve el empleo de las mejores tecnologías disponibles para que el aprovechamiento de los recursos no renovables sea eficiente y ambientalmente responsable”.

En el capítulo 2 “Conservación de la Diversidad Biológica”, se expresa los lineamientos para políticas sobre diversidad biológica, así como la conservación de ecosistemas, a fin de conservar los ciclos y procesos ecológicos, artículo 98. Los restantes artículos, comentan sobre la protección del Estado a los ecosistemas frágiles de montañas, marinos y costeros, la conservación de las especies, así como la promoción del estado al uso de la biotecnología.

El capítulo 3 “Calidad Ambiental”, en el artículo 113, De la Calidad Ambiental, se enuncia **el deber de todos de prevenir, controlar y recuperar la calidad del ambiente, de tal manera que se pueda preservar, conservar, mejorar y restaurar la calidad del aire, el agua y los suelos y demás componentes del ambiente.** Otros de los objetivos es identificar y controlar los factores de riesgo, recuperar las zonas degradadas por la contaminación ambiental y promover el desarrollo de la investigación científica y tecnológica, así como la difusión de experiencias exitosas.

El artículo 115, De los Ruidos y Vibraciones, manifiesta que las autoridades sectoriales son responsables de normar y controlar los ruidos y las vibraciones de las actividades industriales, mientras que los gobiernos locales son responsables de todas las perturbaciones originadas por actividades domésticas.

El artículo 116 y 117 De las Radiaciones y del Control de Emisiones, manifiesta que el uso y la generación de radiaciones ionizantes y no ionizantes así como el control de las emisiones, se realiza a través de los LMP y de más instrumentos de gestión ambiental y esta sujeto a las autoridades competentes, el incumplimiento de los LMP son sancionados de acuerdo a Ley.

El artículo 118 De la Protección de la Calidad del Aire, enuncia que las autoridades públicas adoptan medidas de prevención, vigilancia y control ambiental, actuando prioritariamente en las zonas en que se superen los niveles de alerta por la presencia de elementos contaminantes.

El artículo 119, Del Manejo de los Residuos Sólidos, expresa que son de responsabilidad de los gobiernos locales los residuos sólidos de origen doméstico o comercial, mientras que los residuos sólidos distintos a los señalados son de responsabilidad del generador, hasta su adecuada disposición final.

**El artículo 120 y 121, De la Protección de la Calidad de las Aguas y del Vertimiento de Aguas Residuales, enuncia que “El Estado promueve el tratamiento de las aguas residuales con fines de su reutilización...”, así como que la autorización para el vertimiento de aguas residuales domésticas, industriales o de cualquier otra actividad, siempre que no cause deterioro de la calidad de las aguas como cuerpo receptor, ni se afecte su reutilización para otros fines, de acuerdo a lo establecido en los ECA correspondientes.**

El artículo 122, Del Tratamiento de Residuos Líquidos, enuncia en parte “Las empresas o entidades que desarrollan actividades extractivas, productivas de comercialización u otras que generen aguas residuales o servidas, son responsables de su tratamiento, a fin de reducir sus niveles de contaminación hasta niveles compatibles con los LMP, los ECA y otros estándares establecidos en instrumentos de gestión ambiental...”

El capítulo 4, “Ciencia, Tecnología y Educación Ambiental”, expresa que **el Estado promueve la investigación y desarrollo científico y tecnológico en materia ambiental, así como la generación tecnologías ambientales, la transferencia de tecnologías limpias** y otorga preferencia a la formación de profesionales y técnicos para la realización de estudios científicos y tecnológicos y el desarrollo de tecnologías limpias, bajo el principio de prevención de contaminación.

El título IV “Responsabilidad por Daño Ambiental”. En el Capítulo 1 “Fiscalización y Control”, expresa que la fiscalización ambiental comprende las acciones de vigilancia, control, seguimiento, verificación y otras que realiza la Autoridad Ambiental Nacional y las demás autoridades competentes, artículo 130. Asimismo, se expresa que toda persona natural o jurídica, que genere impactos ambientales significativos esta sometida a las acciones de fiscalización ambiental. El artículo 132 y 133, De las Inspecciones y de la Vigilancia y Monitoreo Ambiental, expresa “La Autoridad Ambiental competente realiza las inspecciones que considere necesarias para el cumplimiento de sus atribuciones...”, así como que el monitoreo ambiental tiene como fin generar datos que aseguren el cumplimiento de los objetivos de la política y normativa ambiental.

El capítulo 2, “Régimen de Responsabilidad por el Daño Ambiental”, expresa que las personas naturales o jurídicas que infrinjan las disposiciones contenidas en la presente Ley y en las disposiciones complementarias y reglamentarias sobre la materia, se harán acreedoras, según la gravedad de la infracción, a sanciones o medidas correctivas o cautelares.

**El artículo 139, Del Registro de Buenas Prácticas y de Infractores Ambientales, expresa que “El CONAM, implementa, un Registro de Buenas Prácticas y de Infractores Ambientales, en el cual se registra a toda persona natural o jurídica, que cumpla con sus compromisos ambientales y promueva buenas prácticas ambientales, así como de aquellas que no hayan cumplido con sus obligaciones ambientales...”**

Además agrega “Se considera Buenas Prácticas Ambientales a quien ejerciendo o habiendo ejercido cualquier actividad económica de servicio, cumpla con todas

las normas ambientales u obligaciones a que se haya comprometido en sus instrumentos de gestión ambiental”.

Por último, aclara “Se considera infractor ambiental a quien ejerciendo o habiendo ejercido cualquier actividad económica o de servicio, genera de manera reiterada impactos ambientales por incumplimiento de las normas ambientales o de las obligaciones a que se haya comprometido en sus instrumentos de gestión ambiental”.

Los artículos restantes, de este capítulo tratan sobre la responsabilidad que tienen las personas naturales o jurídicas por los daños ambientales, que puedan ocasionar, así se especifica que se está obligado a asumir los costos, que se deriven de las medidas de prevención y mitigación del daño, como los de vigilancia y monitoreo de la actividad, el artículo 150, del Régimen de Incentivos, especifica que aquellas acciones que por iniciativa del Titular son implementadas para reducir y/o prevenir la contaminación ambiental son premiadas con incentivos.

Por último, el capítulo 3 “Medios para la Resolución y Gestión de Conflictos Ambientales”, trata, que es deber del Estado comentar el conocimiento y uso de los medios de resolución de conflictos ambientales, como el arbitraje, la conciliación, mediación, concertación, facilitación entre otras de las controversias o pretensiones ambientales determinadas o determinables sobre derechos patrimoniales u otros que sean de libre disposición por las partes.

### **III. SUBSECTOR CURTIEMBRE Y LA ECONOMÍA NACIONAL**

#### **3.1 Diagnostico**

La globalización con el ingreso de materiales y zapatos sintéticos baratos procedentes de Asia (producto de la producción a gran escala, los bajos sueldos pagados, la protección de su gobierno a sus exportaciones y las bajas tasas arancelarias impuestas por nuestros gobiernos a las importaciones) han puesto en colapso a la industria del calzado en el país reduciendo los volúmenes de producción de cuero producidos para abastecimiento del mercado nacional.

La evaluación de la situación actual del subsector curtiembre en el Perú es preocupante, muchas curtiembres grandes y formales han cerrado; algunas de ellas han cancelado sus deudas a los trabajadores y empleados pagándoles con maquinaria; materiales o con prestación de servicios a los que desean incursionar en este rubro, propiciando la dispersión de los centros de producción, originándose muchas **pymes** (pequeñas y medianas empresas) y gran cantidad de informales que luchan ingeniosamente por contrarrestar las desventajas citadas arriba. Esta difícil situación, se manifiesta al registrar valores de tasas de crecimiento negativas (ver sección 3.3) y valores de la capacidad operativa de esta industria menores a la capacidad promedio de manufactura. Por ejemplo, en el periodo 90-98 se registro un nivel de uso promedio de 33.3%, porcentaje menor al 53.1% promedio de manufactura.

Además, hay que adicionar, que las entidades financieras, han restringido fuertemente los préstamos y créditos a las curtiembres y así en la década del 90, la Comisión Nacional de Inversión y Tecnología Extranjera, CONITE, reporta, que la inversión de fuente externa en esta industria no acredita cifra alguna.

#### **3.2 Mercado nacional actual**

En el Perú se procesa principalmente pieles de vacuno (res), caprino (cabras y chivos) y ovino (ovejas), en menor proporción se procesan equinos (burros y caballos) y camélidos (llamas y alpacas) y una mínima cantidad de pieles de sajino que son exportadas a Japón. La producción del sub-sector curtiembre, esta

fraccionada en dos. Por una parte, la producida por las grandes empresas y por otra, las producidas por las pequeñas y micro empresas pymes.

Las curtiembres grandes procesan en mayor volumen, las pieles vacunas seguidas de pieles de ovinos y caprinos, generalmente en buen estado de conservación y frescas. Las ventas son generalmente de exportación, como productos semi-acabados, en etapas intermedias del proceso de curtido (ver capítulo 6), tales como pieles/cuero pre-curtidos (pieles/cueros piqueladas) y una pequeña cantidad como cueros acabados.

Por otro lado, la gran mayoría de las pymes, procesan pieles vacunas, pieles de ovinos, caprinos, equinos y camélidos, todas frescas saladas (ver capítulo 5.1) y en algunos casos pieles vacunas secas llamadas seco dulce. Las ventas son destinadas al mercado interno, siendo gran parte a la industria de calzado, la que a su vez sufre una fuerte recesión agravada por las desmedidas importaciones de materiales sintéticos (sustitutos del cuero) y calzados acabados, sobre todo de origen asiático.

Este último, ha propiciado que las pymes, traten de bajar constantemente sus costos, trabajando con pieles saladas (son de menor costo que las frescas). Además, las pieles frescas de buena calidad, son escasas. La Sociedad Nacional de Industrias ha señalado que el Perú es deficitario en pieles de vacuno, esto encarece su valor, ya que los ganaderos prefieren venderlas a las curtiembres exportadoras que a las pymes.

Las pymes también clasifican sus pieles, seleccionando las mejores para calzado, vestimenta y las de menor calidad (fallas en la flor), se usan para producir cueros afelpados, tipo cuero volteado y gamuzas. Las pieles vacunas tipo seco dulce, se destinan para la producción de cueros industriales amarillos, usados para la fabricación de guantes y material industrial.

### **3.3 Evolución de la producción<sup>1</sup>**

La industria de curtiembre, en la década del 90, tuvo una fuerte contracción al registrar una tasa media de crecimiento de  $-5.3\%$  anual, divergiendo de la

---

<sup>1</sup> Extraído del informe MITINCI, 2002.

tendencia creciente observada por la agrupación de bienes intermedios (al cual pertenece), que en conjunto logro una tasa de 5.82% anual, en el periodo. Con excepción de los años 92 y 95 cuando alcanzó tasas de crecimiento de 6.6% y 18.8%, en la década se mantuvo una evaluación negativa, que determinaron la tendencia decreciente de esta actividad.

En el año 2000 se obtuvo un total de 438 empresas distribuidas como sigue:

**Tabla 3.1:** Números de empresa por ubicación

Departamento	%
Lima	30.1
Arequipa	29.5
La libertad	24.2
Cuzco	3.2
Junín	2.7
Resto	10.3

**Fuente:** Informe Sub-sector Curtiembre, MITINCI, 2002

Y cuya distribución según el tamaño en 1999 fue estimada como:

**Tabla 3.2:** Tamaño de empresas.

Tamaño Curtiembre	%
Grande	1.7
Medianas	4.0
Pequeñas	5.1
Microempresas	89.2

**Fuente:** Informe Sub-sector Curtiembre MITINCI, 2002

La tabla N° 3.3 nos indica las distintas cantidades de cuero producido.

**Tabla 3.3:** Volumen de producción de principales productos

Producto	U.M.	1995	1996	1997	1998	1999
Suela quebracho	TM	759.19	850.45	702.12	561.20	473.00
Carnaza de quebracho	TM	439.13	373.70	194.06	112.98	119.00
Crupón de suela	TM	180.92	140.72	69.22	-	-
Cueros diversos	ML.P2	13234.85	11739.58	11227.89	10014.20	8882.00

**Fuente:** OGIER

### 3.4 Comercio exterior

Una pequeña producción se exporta, principalmente son, pieles vacunos, ovinos, caprinos y equinos en proceso semiterminado llamados wet-blue (pieles curtidas al cromo), otras en etapa de pre-curtido (pieles piqueladas) y por último en fase de recurtido (antes de teñir).

La exportación en proceso semi-terminado se acentúa debido a la relación costo/beneficio que se obtiene al vender a otros mercados.

La tabla N° 3.4 nos indica los principales productos exportados

El principal país que se esta exportando es México, tal como indica la tabla N° 3.5.

De forma similar la tabla N° 3.6 nos muestra los principales productos importados de donde resalta los cueros tipo charol y sus imitaciones.

Así mismo en la tabla N° 3.7, nos muestra que Bolivia es el principal país de origen de las importaciones

**Tabla 3.4:** Principales productos importados en 1999 (miles de US\$ FOB)

Partida arancel.	Descripción	Valor
4106190000	Los demás curtidos o recurtidos, pero sin prep. posterior (de caprino)	458.4
4105190000	Los demás curtido o recurt. , pero sin prep. post., divididas (de ovino)	251.8
4106190000	Precurtidos de otra forma	149.5
4104290000	Los demás cueros de bovino o equino curtidos, pero sin prep. post.	136.1
4106110000	Curtidos o precurtidos con precurtido vegetal (de caprino)	60.4
	Otros productos	116.4
	<b>Total</b>	<b>1172.6</b>

Fuente: Aduanas

**Tabla 3.5:** Principales países de destino de las exportaciones (miles de US\$ FOB)

País	1997	%	1998	%	1999	%
<b>México</b>	374.4	21.7	594.2	36.4	814.7	69.5
<b>Chile</b>	262.1	15.2	217.5	13.3	123.1	10.5
<b>Francia</b>	-	-	-	-	73.7	6.3
<b>Italia</b>	359.6	20.8	153.0	9.4	62.0	5.3
<b>Alemania</b>	-	-	186.6	11.4	28.4	2.4
<b>Otros</b>	341.0	19.7	255.9	15.7	70.9	6.1
<b>Total</b>	1726.9	100.0	1631.2	100.0	1172.8	100.0

Fuente: Aduanas



**Tabla 3.6:** Principales productos importados en 1999 (miles de US\$ FOB)

<b>Partida arancel.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
4109000000	Cueros y pieles charolados y sus imitaciones de cuero y pieles chapados	1561.3
4104390000	Los demás (cueros y pieles de bovino o equino prep.) Después de curtido	377.1
4104310000	Plena flor y plena flor dividida	233.1
4104290000	Los demás cueros de bovino o equino, pero sin prep. Posterior	228.7
4104220000	Cueros y pieles de bovino precurtido de otro modo	
	<b>Total</b>	<b>2852.3</b>

Fuente: Aduanas

**Tabla 3.7:** Principales países de destino de las importaciones (miles de US\$ FOB)

<b>País</b>	<b>1997</b>	<b>%</b>	<b>1998</b>	<b>%</b>	<b>1999</b>	<b>%</b>
Bolivia	2122.1	55.5	2506.3	61.3	2114.2	74.0
Colombia	203.9	5.3			234.7	8.2
Chile	337.7	8.8	349.3	8.5	208.0	7.3
Italia	137.0	3.6	127.0	3.1	80.8	2.8
Argentina	746.7	19.5	655.2	16.1	60.0	2.1
Otros	275.7	7.5			160.7	5.6
<b>Total</b>	<b>3823.1</b>	<b>100.0</b>	<b>1631.2</b>	<b>100.0</b>	<b>1172.8</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Aduanas

## **PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA. PRINCIPIOS, CONCEPTOS Y DEFINICIONES.**

El presente capítulo resume temas relacionados con la producción más limpia (PML):

- Definiciones y conceptos claves de PML.
- Conceptuaciones y principios para hacer efectiva las prácticas de PML.
- Estrategias de PML.
- Prácticas para alcanzar una PML.

### **4.1 Definiciones y conceptos claves en producción más limpia**

A continuación se presentan las definiciones y conceptos más importantes relacionados con la PML. Al final de cada una de ellas se especifica la fuente de donde fueron extraídas.

#### **4.1.1 Producción más limpia.**

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en 1989 definió: “Producción más Limpia es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada para los procesos, productos y servicios con el objetivo de incrementar la eficiencia y reducir los riesgos sobre la población humana y el ambiente”.

En los procesos se orienta a:

- La conservación y ahorro de las materias primas, agua y energía, entre otros insumos.
- La reducción y minimización de la cantidad y peligrosidad de residuos (sólidos, líquidos y gaseosos).
- La sustitución de materias primas peligrosas y la reducción de los impactos negativos que acompañan su extracción, almacenamiento, uso o transformación.

En los productos se orienta a:

- La reducción de los impactos negativos que acompañan el ciclo de vida del producto, desde la extracción de las materias primas hasta su disposición final.

En los servicios se orienta a:

- La incorporación de la dimensión ambiental tanto en el diseño como en la prestación de los servicios.

(Fuente PNUMA)

#### **4.1.2 Aspecto ambiental**

Elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el medio ambiente.

(ISO 14001:2004)

#### **4.1.3 Impacto ambiental**

Cualquier cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización.

(ISO 14001:2004)

#### **4.1.4 Contaminación**

La contaminación es un cambio desfavorable en las características físicas, químicas o biológicas del aire, del agua o de la tierra, que es o podría ser perjudicial para la vida humana, para la de aquellas especies deseables, para nuestros procesos industriales, para nuestras condiciones de vivienda o para nuestros recursos culturales; o que desperdicie o deteriore recursos que son utilizados como materias primas.

(Science advisory board, de la EPA)

#### **4.1.5 Prevención de la contaminación**

Prevención de la contaminación es el uso de procesos, prácticas o productos que permiten reducir o eliminar la generación de contaminantes en sus fuentes de

origen, es decir que reducen o eliminan las sustancias contaminantes que podrían penetrar en cualquier corriente de residuos o emitirse al ambiente (incluyendo fugas), antes de ser tratadas o eliminadas, protegiendo los recursos naturales a través de la conservación o del incremento de la eficiencia.

(Science advisory board, de la EPA)

#### **4.1.6 Desarrollo sostenible**

Desarrollo sostenible es aquel que mejora la calidad de vida de los pueblos y las naciones sin comprometer la de las futuras generaciones.

(World commission on environment and development, 1987)

#### **4.1.7 Mejores técnicas disponibles o accesibles (best available technology-bat)**

Son los medios más eficaces para el desarrollo de las actividades productivas y de sus modalidades de producción. La eficacia se mide en términos de la capacidad práctica de determinadas técnicas que, en principio, permiten alcanzar valores límite de descargas o emisiones para evitar o minimizar el impacto ambiental.

Así se definen los siguientes términos:

- **Tecnología:**

Las técnicas, métodos y procedimientos utilizados, incluyendo el diseño de la instalación y la forma de su construcción, uso, mantenimiento y abandono.

- **Mejor tecnología:**

Las técnicas más eficaces para proteger el ambiente en su conjunto.

- **Disponibles:**

Las técnicas accesibles en el mercado, cuya utilización permita la producción de bienes y servicios bajo condiciones competitivas, tanto en términos técnicos como económicos.

(Directiva 96/61/CE del Consejo de la Unión Europea N° 1257/26, del 24 de septiembre de 1996)

#### **4.1.8. Política ambiental**

Intenciones o dirección generales de una organización relacionada con su desempeño ambiental como las ha expresado formalmente la alta dirección.  
(ISO 1400:2004)

#### **4.1.9 Desempeño ambiental**

Resultados medibles de la gestión que hace una organización de sus aspectos ambientales.  
(ISO 14001:2004)

#### **4.1.10 Eficiencia energética**

La eficiencia energética, se define como la habilidad de lograr objetivos productivos empleando la menor cantidad de energía posible.  
(Fuente: CPTS)

#### **4.1.11 Tecnologías Limpias**

Son aquellas herramientas, métodos y prácticas necesarias para producir bienes y entregar servicios con menos impactos sobre el medio ambiente.

### **4.2 Conceptuaciones**

#### **4.2.1 Conceptuación 1**

Prevenir cuesta menos que remediar.

Prevención de la contaminación no es igual a producción más limpia; forma parte de ella.

Producción limpia no es igual a producción más limpia. La primera es la utopía de la segunda.

Tecnologías limpias no es igual a tecnologías más limpias; la primera es la utopía de la segunda, y esta, a su vez, forma parte de la producción más limpia.

El tratamiento final de desechos no es producción más limpia.

### 4.2.2 Conceptuación 2

La producción más limpia incorpora las prácticas de prevención de la contaminación, de eficiencia energética y reutilización.

**PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA = PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN + EFICIENCIA ENERGÉTICA + REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS**

La reutilización de residuos puede estar dada por:

- **Reciclaje:**

Volver a utilizar el residuo como materia prima o insumo de un producto. Se divide en: interno y externo. En el reciclaje interno o reciclaje en circuito cerrado, el residuo ingresa a la misma línea que pertenece. Ejemplo reciclaje de pvc en la elaboración de envases. El polvo que se recoge en los filtros de la industria del cemento. En el reciclaje externo el residuo ingresa dentro del mismo proceso productivo, pero no dentro de la misma línea. Ejemplo los efluentes de la etapa de curtido se pueden usar como insumo en la etapa de recurtido de pieles menores.

- **Recuperación:**

Aprovechar o extraer componentes útiles del residuo. Ejemplo en la curtiembres los residuos de trozos de piel son utilizados para fabricar gomas; las grasas de los camales, mataderos, son vendidas para fabricar jabón.

### 4.2.3 Conceptuación 3

Se define los siguientes términos:

- **Insumo:**

Materia y energía utilizada en la producción. Es decir, materias primas, agua, energía eléctrica, energía térmica (incluyendo combustible), catalizadores y reactivos químicos en general.

- **Residuo:**

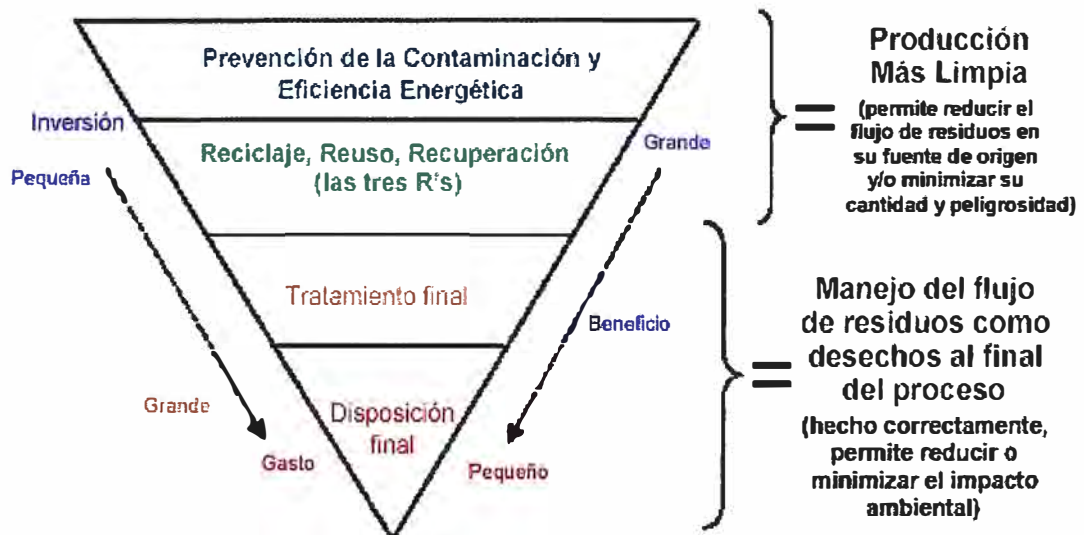
Es aquella materia prima de menor valor. Ejemplo en una curtiembre los residuos pueden ser utilizados para la producción de grasas, proteínas y nutrientes, cuero reconstituido, etc.

- **Desecho:**

Es aquella materia que no se le da valor alguno, y por tanto se le descarga o emite. Estos deben de ser tratados para no dañar el medio ambiente. Ejemplo desechos de agua de lavado, lodos o casos más severos tal como desechos de llantas o plásticos reprocesados.

### 4.3 Estrategias de producción más limpia

La figura N° 4.1 muestra las prácticas de gestión ambiental que requieren de un orden jerárquico.



En primer lugar se observa las prácticas de producción más limpia con las prácticas de prevención, eficiencia energética y la reutilización de recursos con beneficios económicos y ambientales con baja inversión.

Posteriormente se observa el tratamiento de los desechos (tratamiento físico, químico y biológico) con la construcción de plantas de tratamiento, operaciones de funcionamiento y mantenimiento de dichas plantas.

Las estrategias de producción más limpia debidamente implantadas causan que:

**Tabla 4.1:** Beneficios que se obtienen al aplicar medidas de PML

<b>Siempre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducen las responsabilidades a largo plazo que las empresas pudiesen enfrentar luego de muchos años de estar generando contaminación.</li> </ul>
<b>Usualmente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incrementan la rentabilidad.</li> <li>- Reducen los costos de producción.</li> <li>- Aumentan la productividad.</li> <li>- Generan una rápida recuperación del capital sobre cualquier inversión que haya sido necesaria.</li> <li>- Aumentan la competitividad y por ende el mercado de un producto.</li> <li>- Con llevan un uso más eficiente de la energía y la materia prima.</li> <li>- Mejoran la calidad del producto.</li> <li>- Aumentan la motivación del personal.</li> <li>- Motivan la participación activa del trabajador quien aporta ideas y contribuye en su implementación.</li> <li>- Reducen los riesgos del consumidor.</li> <li>- Son apoyados por los empleados, las comunidades locales, clientes y publico en general.</li> </ul>
<b>A menudo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitan los costos por incumplimiento de las leyes.</li> <li>- Disminuyen el costo de los seguros.</li> <li>- Hacen más factible recibir financiamiento de instituciones financieras y otros prestamistas.</li> <li>- Son rápidas y fáciles de implementar.</li> <li>- Requieren una mínima inversión de capital.</li> </ul>

**Fuente:** Guía de Producción más limpia, CONAM.

#### **4.4 Prácticas para alcanzar una producción más limpia**

Entre las distintas opciones para alcanzar una producción más limpia tenemos:

##### **Buenas prácticas operativas:**

Medidas, procedimientos experimentales, administrativos que la industria usa para minimizar residuos. Entre ellas se tiene: segregación de flujos de residuos a fin de reutilizarlos en un mismo proceso o en caso contrario pasar a un tratamiento final como desecho. Capacitación del personal en prácticas administrativas (cardex, nota de pedidos, etc.) ó en normas de seguridad, para



prevenir derrames y fugas de insumos químicos y combustibles o productos tóxicos intermedios. Controles de inventarios de materia prima, insumos y productos terminados. Mejoras en el orden y las operaciones de limpieza. Mejoras en las operaciones y mantenimiento de equipos.

**Sustitución de insumos:**

Sustitución de insumos y materiales en las entradas del proceso por aquellos que son menos tóxicos y peligrosos y que generan la menor cantidad de residuos.

**Mejor control de procesos:**

Redacción y utilización de hoja de ruta o carpeta de proceso, estos deben de ser redactados en forma clara y deben indicar secuencia de procedimientos operativos e instrucciones del manejo de los equipos disponibles.

**Modificación del equipo:**

Utilizar los mejores equipos. Gestionar las condiciones óptimas de operación. Disposición adecuada de la maquinaria según cada secuencia de proceso haciéndolo este más eficiente.

**Cambio de tecnología:**

Tecnología nueva que implica modificación del proceso y del equipo para reducir residuos, básicamente en el ciclo de la producción. Esto implica: cambios en los procesos de producción, cambios en los equipos, flujos de los materiales o tuberías de conducción, accesorios, cambios en las conducciones de operación y uso de la automatización.

**Reciclaje in situ:**

El retorno de los residuos directamente al proceso (reuso interno) ó utilizarlo en otro proceso como insumo o materia prima (reuso externo).

**Producción de subproductos útiles:**

Transformación del residuo en un sub-producto que puede ser vendido como insumo para empresas en diferentes sectores del negocio.

**Reformulación/rediseño del producto:**

Los cambios de producto se realizan para disminuir los impactos ambientales tanto en su elaboración como durante o después del uso. Puede incluir sustitución del producto, cambios en la constitución o incremento de su vida útil.

## **V. MATERIA PRIMA, INSUMOS Y MAQUINARIAS USADAS EN LA CURTIEMBRE**

Este capítulo trata de las pieles animales, como materia prima, su definición, sus funciones, división de la piel en bruto, así como, una breve revisión de su estructura; el conocimiento es importante porque sirve para determinar que partes de la piel son susceptibles al proceso de curtición y cuales deben ser desechadas, en operaciones como el descarnado, descrito en el capítulo 6; asimismo, un mejor conocimiento de la piel, nos facilita una efectiva recuperación de sus residuos (grasas, aceites, proteínas, etc.) tal como se describe en los capítulos posteriores. En este capítulo, también se clasifican las pieles, se listan los insumos químicos más usados en la curtiduría, recalcando que el estudio se basa en pieles vacunas y por último se realiza una descripción de las principales máquinas usadas por las curtiembres en la producción de cuero de res.

### **5.1 Materia prima. Pieles animales**

La materia prima de una curtiembre son las pieles de origen animal diferenciadas por el tipo de conservación, tamaño (área superficial), pesos y razas. Todas las operaciones y procesos que se llevan a cabo en una curtiembre, tienen el objetivo de transformar las pieles o pellejos (material putrescible) en otro denominado cuero (material permanente), y es por ello, imperante, conocer como reacciona la piel en su proceso de transformación.

La piel es la estructura externa del cuerpo de los animales. Es una sustancia heterogénea, generalmente cubierta con pelos y lana y formada por varias capas superpuestas. Esta envoltura externa ejerce una acción protectora; pero al mismo tiempo también cumple otras funciones como:

- Regular la temperatura del cuerpo.

- Eliminar sustancias de desecho.

- Albergar órganos sensoriales que nos faciliten la percepción de las sensaciones térmicas, táctiles y sensoriales.

- Almacenar sustancias grasas.
- Proteger el cuerpo de la entrada de bacterias.

La piel responde a los cambios fisiológicos del animal, reflejándose sobre ellas muchas características importantes y específicas tales como: edad, sexo, dieta, medio ambiente y estado de salud.

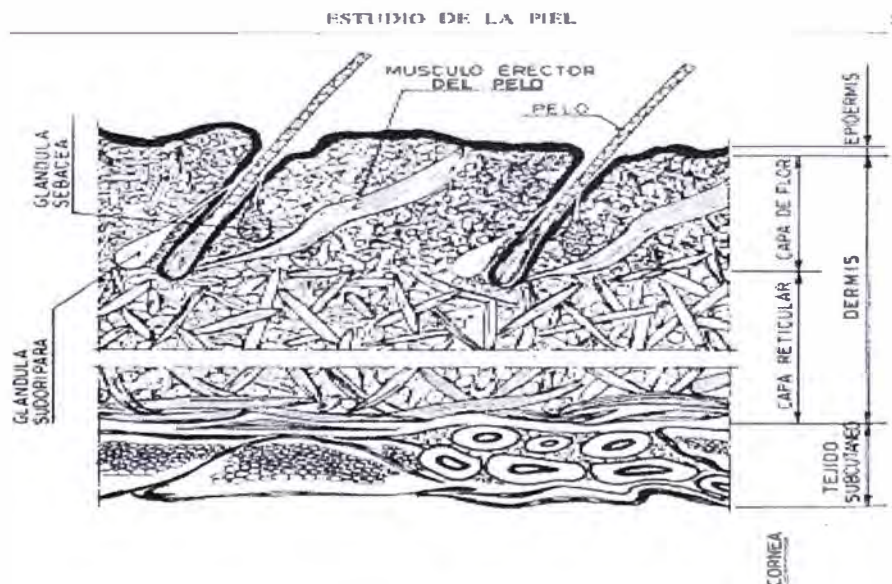
### 5.1.1 Histología de la piel

La estructura histológica de una piel se diferencia de unas especies a otras y aun dentro de un animal según la parte de la piel que se haya tomado como muestra.

Dentro de una misma especie, todas las pieles no tienen estructuras idénticas y esto se debe a factores, como la raza de los animales, las regiones de procedencia (clima) y las condiciones de crianza (alimentación) de los animales. Sin embargo y a pesar de estas diferencias la estructura de la piel es fundamentalmente similar para los mamíferos tales como los bovinos, ovinos y equinos.

Para conocer la estructura interna de la piel es necesario efectuar cortes transversales. La piel en estudio es vacuna fresca y en la figura 5.1, vista de afuera hacia adentro se distingue 3 capas:

**Figura 51:** Esquema de una piel vacuna fresca



**Epidermis, dermis o corium y tejido subcutáneo.**

**La epidermis**, es una capa delgada y estratificada como se representa en la figura 5.1. Aproximadamente representa el 1% del espesor total de la piel en bruto. Durante la fabricación de cuero la epidermis se elimina en las operaciones de pelambre o embadurnado.

**La dermis o corium**, es la capa que se encuentra situada inmediatamente por debajo de la epidermis y que se extiende hasta la capa subcutánea. Esta separada de la epidermis por la membrana Hialina. La membrana Hialina es una membrana ondulada, transparente que forma una superficie pulida la cual esta punteada por los orificios de los folículos pilosos: constituye “la flor del cuero acabado”. Esta membrana presenta el típico “poro” o grano, el cual es característico de cada tipo de animales.

En la dermis se distinguen dos capas: la capa flor o papilar y la capa reticular. La capa flor o papilar, se extiende desde la membrana Hialina hasta aproximadamente la base de los folículos pilosos, ver figura 5.1. Esta formada por un entretrejido de fibras especialmente finas y apretadas, sobre todo, en la parte superficial. Químicamente esta formada por fibras de colágeno y por bastantes fibras elásticas que sirven para reforzar su estructura.

La capa reticular, se extiende, aproximadamente, a partir de la base de los folículos pilosos y se llama así por su aspecto de red. Esta formada por fibras gruesas y fuertes que se entrecruzan formando un ángulo aproximado de 45° con relación a la superficie de la piel; al acercarse a las capas más profundas, las fibras tienden a tomar una orientación más horizontal y al final son paralelas a la superficie de la piel. Su espesor representa entre el 50-80% del total de la dermis, dependiendo de la edad del animal. Al ir este envejeciendo, la relación entre la capa reticular y la de flor será cada vez mayor. Químicamente su principal componente es la proteína colágena, encontrándose algunas fibras elásticas distribuidas uniformemente en todo su espesor.

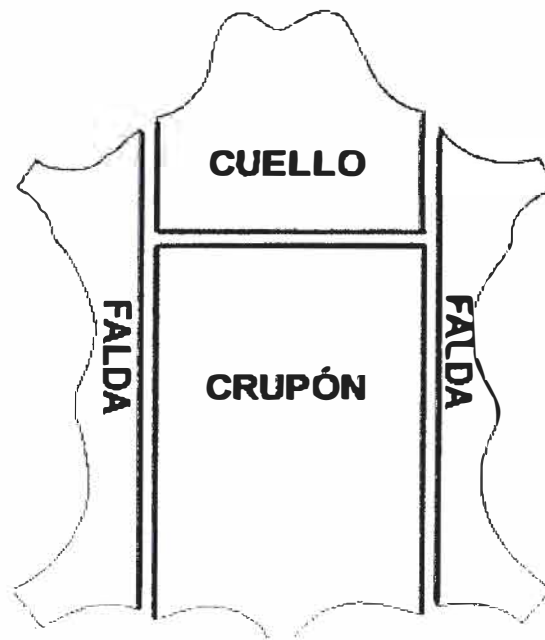
**El tejido subcutáneo**, constituye el 15% del espesor de la piel en bruto y se elimina mecánicamente en la ribera mediante la operación que se denomina descarnado (ver capítulo 6). Es la parte de la piel que asegura la unión con el

cuerpo del animal. En sus fibras se encuentran, vasos sanguíneos muy gruesos, nervios y células grasas, en menor o mayor cantidad según la especie del animal; todos estos combinados forman la “carne”, como se expresa en la práctica de curtidos, referente a la piel fresca o bien “carnaza” una vez la piel esta en tripa.

### 5.1.2. División de la superficie de la piel

En una piel fresca existen zonas de estructura bastante diferenciada en lo que respecta al espesor y la compacidad. Estos contrastes son sobre todo importantes en el caso de pieles grandes de bovinos. La figura 5.3 nos muestra una división detallada de la piel.

**Figura 5.2:** Esquema de las zonas de una piel fresca



Culata y lomo	= crupòn.
Brazuelo, cabeza, testuz y carilla	= cuello.
Barriga, falda, garras delanteras y traseras	= lado <sup>2</sup> o flanco (falda).

<sup>2</sup> En el Perú, a los lados o flancos se les llama faldas.

La piel de la parte superior de la cabeza se conoce como testuz, las partes laterales se les llama carilla, cachetes o carrillos.

**El cuello** corresponde a la piel del cuello y cabeza del animal. Su espesor y compacidad son irregulares y de estructura fofa. La superficie del cuello presenta numerosas y profundas arrugas que serán tanto más marcadas cuanto más viejo sea el animal. La piel del cuello viene a representar un 26% del peso total de la piel.

**Las faldas** corresponden a la parte de la piel que cubre el vientre y patas del animal. Presentan grandes irregularidades en cuanto a espesor y compacidad, encontrándose en las zonas de las axilas las partes más fofas de la piel; las de las patas se encuentran algo conificadas. Las faldas vienen a representar un 25% del peso total de la piel.

**El crupòn** corresponde a la parte de la piel de la región dorsal y lumbar del animal. Es la parte más homogénea, (tanto en espesor como en estructura dérmica) más compacta y valiosa. Su peso aproximado es de 45% del total de la piel fresca.

Según el Vademécum para el técnico en curtición de la Basf, los porcentajes de cada parte con respecto a la superficie total o del peso total son:

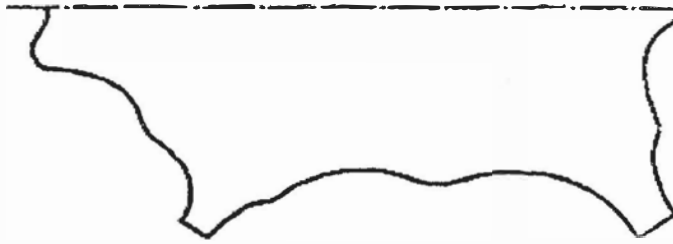
Crupòn	: aprox. 45 – 55%
Cuello	: aprox. 20 – 25%
Lados o faldas	: aprox. 20 – 25%

En una piel el lado que contiene el pelaje del animal, una vez eliminada es el “lado de la flor” y el lado interno de la piel, que se encontraba junto a la carne del animal se llama “lado de carne”. Las pieles se pueden curtir enteras y divididas.

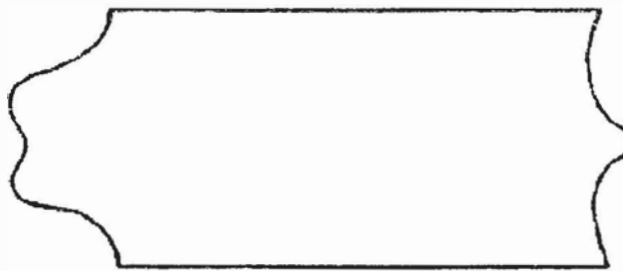
Así tenemos que:

**Figura 5.3:** División de la piel en distintas partes para el curtido

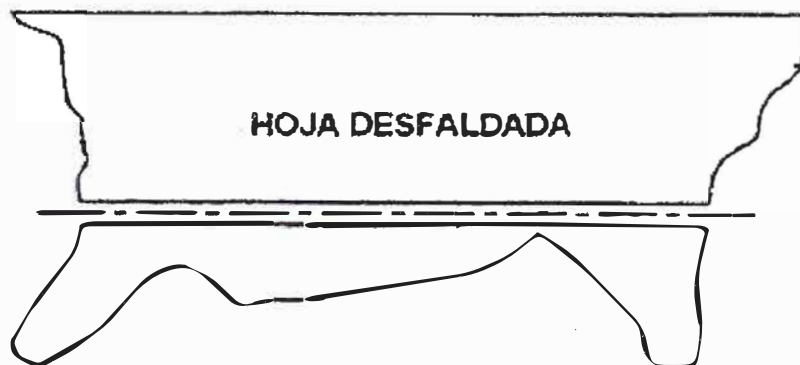
**A.** Media piel u hoja, cuando se corta por el espinazo. Dos veces A= piel entera.



**B.** Sólo cortar las faldas se llama Desfaldado o Dosset



**C.** Cortar la mitad de un desfaldado se llama hoja desfaldada.



### 5.1.3. Clasificación

Se realiza la clasificación en tres etapas:



#### ◆ **Conservación y desinfección de la piel en bruto**

Las pieles de los animales, que son de naturaleza proteica, en estado natural contienen alrededor de un 64% de agua. La parte orgánica esta formada principalmente por queratinas del pelo o lana y el tejido fibroso formado por: colágeno, reticulina, elastina, el tejido conjuntivo, el tejido adiposo y vasos sanguíneos. Además contiene en mayor o menor proporción sangre y linfa de la propia piel y como contaminación del suelo de los mataderos, orina y estiércol.

La piel, en estado natural, por su propia naturaleza y debido a la contaminación microbiana producida por los gérmenes del ambiente, los insectos y los residuos que existen en el suelo del matadero sufre una degradación cuya intensidad dependerá de la temperatura ambiente, grado y tipo de contaminación bacteriana y del tiempo que se encuentre sometida a estos factores.

En la degradación de una piel pueden distinguirse dos aspectos:

La autólisis que es producida por las propias enzimas que contienen las células de la piel.

La putrefacción debida al crecimiento bacteriano.

La autólisis y el ataque bacteriano presentan su acción máxima en el período comprendido entre el deshuello del animal y el inicio de la conservación, que se conoce como período post-mortem y en la fase inicial del proceso de conservación.

Las bacterias penetran por la piel por el lado de la carne y en periodo post-mortem de 4h. solo se encuentran sobre el lado de la carne; 8-12h ya se encuentran bacterias en el corium y en 24h está contaminando todo el espesor de la piel. Se lleva a observar un aflojamiento de pelo en 40-48h.

Una vez efectuada la recolección de las pieles estas pasan a la sección de conservación. Allí se extienden sobre una plataforma con el lado de carne hacia arriba para efectuar el recortado. En esta operación deberían eliminarse de la piel todas aquellas partes que no sirven para la obtención del cuero, tales como hocico, morros, orejas, ubres, vergajos, los huesos de la cola y la propia cola así como los

excesos de grasa y carne del lado de carne. Ya que estos restos, por su propia naturaleza y grosor son difíciles que se sequen adecuadamente o que la sal de conservación llegue a penetrar a fondo, por lo que se pudren con facilidad, siendo focos de infección que perjudican la conservación de la piel.

La finalidad de la conservación es darle protección a las pieles recién desarrolladas, contra el ataque de los microorganismos, para conseguir una mejor conservación en el almacenaje, hasta que se inicie su elaboración en las fábricas de curtido. La conservación puede ser por:

**- Secado:**

El método de conservación por secado consiste en lograr una deshidratación avanzada de las pieles por evaporación de la mayor parte del agua que contiene. Cuando la piel alcanza un contenido de humedad aproximadamente de 10 y 15%, prácticamente queda protegida del crecimiento de gérmenes y por consiguiente de una posible putrefacción. Las pieles disminuyen aproximadamente 50% de su espesor y 12% de su superficie.

Este método de conservación se utiliza en aquellas zonas, que reúnen las condiciones climatológicas adecuadas, como, ambiente cálido, humedad relativa del aire baja y vientos moderados o fuertes.

En general, este método se aplica a un porcentaje relativamente reducido de pieles vacunas y a la mayoría de pieles de cordero, cabra y reptiles, ello es debido a que es más fácil conservar una piel delgada que otra más gruesa.

Las pieles vacunas secas, son en general de peor calidad que, las pieles saladas; uno de los motivos principales es porque durante el secado, las proteínas interfibrilares se desnaturalizan y las grasas pueden enranciarse, dando pieles de remojo más difícil e incompleto.

A continuación se indican varios sistemas prácticos de secado de una piel al aire. Las pieles se colocan sobre el suelo, con el lado de carne hacia arriba, manteniéndose bien extendidas con ayuda de estacas, que perforan los bordes de la piel, clavadas en el suelo, para evitar que se encojan y arruguen durante el

secado. Este procedimiento presenta el inconveniente que el aire circula principalmente por el lado de la carne, siendo nula la evaporación del agua por el lado del pelo.

El secado de las pieles también puede efectuarse extendiéndola sobre marcos o bastidores a los cuales se ata la piel con cuerdas delgadas y a continuación los marcos se ponen verticales, separados unos de otros para que pueda circular el aire entre ellos. La ventaja de este método en comparación con el secado sobre el suelo consiste en que el aire circula libremente por ambas caras de la piel.

En todos los casos el secado al aire debe hacerse lentamente, y como las pieles extendidas, son fácilmente atacables por los insectos, se aplica naftalinas o se rocean con insecticidas.

#### **- Conservación con sal:**

El proceso de conservación utilizando sal común en sus diversas formas (sólidos o en salmuera), cuyo componente principal es el cloruro sódico, se conoce desde tiempos muy antiguos para la conservación de alimentos.



**Foto: Curtiembre Fénix SRL.**

En el primer caso se esparce aprox. 30-50% de sal calculado sobre el peso verde (peso bruto) de la piel. En el segundo caso las pieles se sumergen en una solución saturada y posteriormente se tratan con sal sólida.

Este tipo de salado consiste en extender la sal en grano sobre el lado de carne de la piel fresca y dejarla el tiempo necesario para su disolución y posterior difusión hacia el interior de la piel. Durante este tratamiento se escurre salmuera de la piel. En la conservación de pieles por salado siempre debe utilizarse sal nueva y nunca sal usada. Esta última se encuentra muy contaminada con bacterias y produce una mala conservación.

Para la conservación de pieles vacunas se utiliza una sal de grano grueso que se esparce manualmente mediante una pala. En USA se emplea un kilo de sal por cada kilo de piel mientras que en Europa es corriente utilizar un kilo de sal por cada dos de piel.

El salado se ejecuta cuando se ha disipado la mayor parte del calor natural de las pieles, estas se extienden sobre el suelo, con el lado de carne hacia arriba, se le esparce la sal y se forma una pila en la que se alternan pieles con capas de sal.

El proceso de absorción de sal y pérdida de humedad en forma de salmuera por las pieles continúa indefinidamente a una velocidad progresivamente menor. En la práctica se considera que este intercambio ha alcanzado el equilibrio y por consiguiente el proceso de conservación ha concluido después de un periodo de 30 días.

Prácticamente, toda la sal absorbida por las pieles penetra por el lado de carne siendo uno de los principales factores relacionados con la velocidad y grado de absorción de sal la presencia de tejido adiposo; cuanto más completo haya sido la eliminación de este, tanto más favorable será el resultado de la conservación.

La cantidad de sal empleada en la conservación es un factor muy importante. Debe tenerse la seguridad de que en cualquier momento se forma la cantidad de salmuera necesaria. La cantidad de sal a utilizar debe ser superior al 25% e inferior al 50% del peso de la piel en bruto. La adición de una cantidad excesiva de sal no es rentable; por otra parte, el empleo de una cantidad inferior a la necesaria, da lugar a una conservación deficiente de las pieles.

Se considera que el contenido crítico de humedad de las pieles saladas es del orden del 40 al 50%. Un exceso de humedad, aunque esté saturada de sal, favorecerá el crecimiento bacteriano. Por el contrario, una falta de humedad provocará la cristalización de la sal en el interior de la piel, pudiendo producir la rotura de las fibras colagenicas. La humedad adecuada para el almacén depende de la temperatura ambiente y del grado de saturación en sal del agua contenida en las pieles.

Generalmente se agrega con la sal diferentes antisépticos, así la mayoría de las pymes en Lima usan:

- Sal común                      45%
- Fungicida                      0.2%

Adicionando a la formulación anterior 2.5% de carbonato sódico y 1-2% de naftalina, se impide, por lo menos en partes, la formación de las manchas de sal sobre el lado de carne o flor y se reduce la cantidad de manchas violetas y de coloraciones rojas en las pieles almacenadas.

#### ◆ **Clasificación por el tamaño, peso y edad:**

En la industria de la curtiembre se utilizan principalmente las pieles vacunas, las de cordero y las de cabra; en una proporción mucho menor las pieles de caballo y de cerdo y aun en menores cantidades las pieles de reptil y pescado. Las pieles de peletería deben considerarse aparte.

En el Perú, las pymes, proceden generalmente a separar las pieles vacunas y de equinos, según su peso, mientras las pieles de ovinos, caprino y camélidos se clasifican por su tamaño, separando a las pieles en grupos, a los que se denominan chicos, medianos y grandes. Todo esto se realiza con la finalidad de tener valores promedios, que permitan ejecutar un análisis rápido de costo / beneficio del proceso. La clasificación de las pieles varía de país en país. A continuación se presenta en forma ilustrativa, la clasificación en España.

## **España.**

**Para pieles vacunas,** Los márgenes de peso que se emplean en el comercio español de las pieles vacunas en bruto son:

Terneritas	0-8 Kg	8-12 Kg	12-20 Kg
Novillos y vacas	20-32 Kg	32-40 Kg	más de 40 Kg
Bueyes y toros			más de 45 Kg

Las pieles de cada uno de estos lotes se clasifican a su vez en primeras y segundas según los defectos visibles que presenten tales como marcas de fuego, barros y mayor o menor número de cortes.

**Para pieles de ovino,** por el tamaño de la piel, y considerando que sean corderos de lana media, en:

Nonatos	4-5 Kg./docena
Lechales	5-12 Kg./docena
Normales	12-15 Kg./docena
Corderos de peso más de	15 Kg./docena

**Para pieles caprinas,** en España, las pieles de cabra se clasifican de acuerdo con la edad del animal en:

**Cabritos:** se refiere a las crías que se mantienen mamando hasta la edad de unos dos meses.

**Pastones:** son los animales de 2-4 meses de edad que ya comienzan a pastar; no se distingue sexo.

**Cabriolas:** son los machos de 4-6 meses de edad.

**Cegajos:** son las hembras de 4-6 meses de edad.

**Cabras:** hembras de más de 6 meses.

**Machetes:** machos de más de 6 meses.

#### ◆ **Clasificación por raza:**

Las pieles a procesar por la mayoría de las pymes se clasifican en vacunas (res), ovinos (ovejas), caprinos (chivos), equinos (caballos, potros, burros), camélidos (llamas, alpacas) y otros.

A continuación se describe la estructura y características de alguna de ellas:

#### **Pieles vacunas**

Las pieles vacunas por su naturaleza pueden ser:

#### **Pieles de ternera**

Se refieren indistintamente, a las pieles de los animales machos y hembras. En la piel de ternera la capa de flor tiene, por lo menos, un espesor que es la mitad del grueso total de la piel. La capa reticular esta en estado de desarrollo y representa la otra mitad. Las pieles de ternera son las que presentan la flor más fina por tener el poro de la piel más reducido y además, porque al ser animales muy jóvenes su flor tiene pocos defectos. Poseen una estructura dérmica fina y cerrada, tanto más apreciada cuanto más joven es el animal del que procede.

#### **Pieles de novillo**

En esta etapa del crecimiento del animal, la profundidad de los folículos pilosos es algo menor, pero son mucho más finos que los correspondientes a los del animal adulto. Al aumentar la edad del animal la capa reticular se va desarrollando gradualmente, al mismo tiempo, la membrana Hialina se vuelve más pronunciada por tener los folículos pilosos más gruesos. La capa de flor no aumenta de espesor. La capa reticular se va haciendo más gruesa al desarrollarse en ella más fibras de colágeno.

Las pieles de novillo presentan una flor mejor que las de vaca porque, en su mayoría, proceden de animales destinados a carne, ya sean machos o hembras. Proporcionan las pieles en sangre más estimadas a causa de su regularidad y de su resistencia mecánica. Las faldas, la parte de la culata y el crupón tienen un

espesor regular, y las arrugas del cuello están poco marcadas. Estas pieles corrientemente son muy llenas y tienen poca superficie con respecto a su peso.

### **Pieles de vaca**

Se refieren a la de los animales hembras que ya han parido. Se reconocen por tener ubres. Las vacas tienen la piel más distendida, es decir, poseen más superficie por unidad de peso; proporcionan pieles delgadas. La estructura dérmica es poco cerrada, y basta por tener un poro grosero, ya que ordinariamente se matan cuando no sirven para la reproducción. Puesto que han permanecido en establos la mayor parte del tiempo, la parte de la culata acostumbra a presentar defectos.

### **Pieles de buey y toro**

Corresponden a la de los animales ya maduros. Debido a su larga vida suelen presentar defectos de flor, tales como cicatrices, granos, barros, etc. La capa de flor es más pronunciada, es decir, tiene un mayor relieve. Su poro es más grosero. Los haces de fibras de la capa reticular se han desarrollado al máximo. La capa reticular alcanza, ahora, un espesor aproximado que representa los dos tercios del grueso total. El espesor de la capa de flor es casi el mismo que tenía cuando el animal era joven. Dentro de esta categoría podemos diferenciar entre:

**Bueyes:** la castración tiene una influencia decisiva sobre la estructura de la piel. El buey que ha sido castrado de joven proporciona una piel que se aproxima a la de vaca, pero es más gruesa y tiene más nervio sobre la parte del crupón. En el caso de los bueyes castrados, ya demasiado viejos, el cuello es muy arrugado y se parece al de los toros.

**Toros:** dan pieles vacías e irregulares. El cuello, las faldas y la parte de la culata son muy gruesos. El corte vertical de la piel, a todo lo ancho del crupón, muestra un espesor menor en el espinazo. La piel es esponjosa. El cuello muy arrugado es una evidencia que sirve para reconocer una piel de toro.



### **Pieles de ovinos**

Existe una gran variedad de razas ovinas lo que hace que sus pieles sean tan diferentes. En general la calidad de la piel esta en razón inversa del valor de su lana; las mejores son las de los animales de lana gruesa. Las que tienen mejor lana son las ovejas merinas y, al contrario, las que proporcionan la piel de peor calidad.

En el Perú, las pieles de cordero se clasifican por la longitud de su lana en pieles de lana corta, de lana media y de lana larga; por el tipo de calidad de lana, de menor a mayor calidad; por la región de procedencia, pudiendo ser del norte (Piura, Lambayeque, La Libertad), del centro (Junín, Huancavelica), y del sur (Cuzco, Puno).

### **Pieles caprinas**

La piel fresca de cabra, en algunos aspectos, se parece a la vacuna, en otros a la piel de oveja. Sin embargo, en conjunto, la piel de cabra tiene una estructura característica. La epidermis es muy delgada, tan sólo de algunas décimas de espesor. La capa de flor ocupa más de la mitad del espesor total de la dermis. Las glándulas y las células grasas, que son las responsables de la esponjosidad del cuero de oveja, son mucho menos abundantes en las pieles de cabra. La cabra, como la ternera, tiene, a causa del menor desarrollo de las glándulas, los folículos pilosos rectos y por esta razón el pelo también crece recto. Los haces de fibra de las capas de flor y reticular son parecidos a los de ovejas, en cuanto a tamaño y ángulo de fibra, pero son mucho más compactos. Esta particularidad se acentúa en la capa de la flor cuya estructura compacta y muy cerrada está atravesada por numerosas fibras elásticas, lo que hace que la flor de cabra sea muy dura y muy resistente al uso.

### **Pieles de equino**

Todos estos tipos de piel carecen de una calidad uniforme ya que en la mayoría de los casos se destinan a otros usos muy distintos que a los del consumo humano. Las pieles de caballos, asnos y mulos son más delgadas y tienen una forma más alargada que la de los bovinos. En estas pieles se distinguen claramente dos partes: la delantera, muy homogénea y de una estructura dérmica muy parecida a la de los bovinos; la parte de los cuartos traseros, o de la culata, constituida por un entramado fibroso mucho más compacto y grueso a base de fibras muy finas. Esta parte de la piel es muy dura y, generalmente, se separa del resto y se trabaja a parte.

### **5.2 Insumos químicos**

Los bactericidas y ácidos son líquidos y se venden en bidones plásticos de 20 kg de igual forma son líquidos los humectantes de remojo, desengrasantes, recurtientes acrílicos, los aceites de engrase y dispersiones de pigmentos y se expenden al mercado en cilindros plásticos de 200 kg, el resto de productos son sólidos y se venden en sacos de 25 kg excepto las sales de cromo que están envasadas en sacos de 40 kg y el sulfato de amonio en sacos de 50 kg.

Los principales productos químicos usados en la producción de cueros, por las curtiembres estan dados en la tabla 5.1.

### **5.3 Maquinarias**

Se dividen en aquellas que pertenecen a la sección húmeda (donde se ejecuta la conversión de la piel en bruto a cuero) y sección seca (donde se realiza el acabado de los cueros).

#### **5.3.1 Sección húmeda**

Consta de:

### Fulones:

También llamados bombos, tambores o bótales. Son máquinas de forma cilíndrica, hechas de madera, resina poliéster reforzada con lana de vidrio y en algunos casos de acero inoxidable, cuya finalidad es mezclar y hacer penetrar los productos hacia el interior de las pieles. Las curtiembres en el Perú, trabajan con

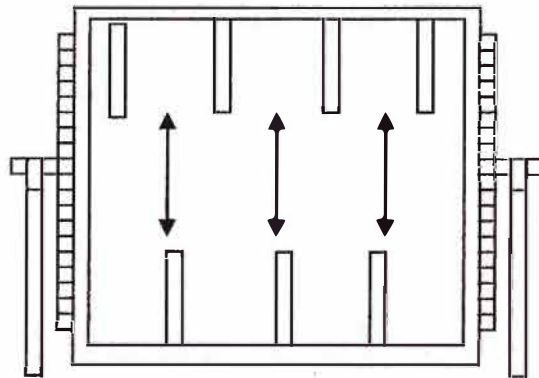
**Tabla 5.1:** Principales insumos químicos usados en las curtiembres

Producto	Descripción	Etapas de proceso
Bactericidas / fungicidas	Salas de cloruro de benzalconio (amonio cuaternario)	Remojo
Humectante	Tensoactivos a base de nonyl fenol etoxilados.	Remojo
Sulfuro de sodio	Na <sub>2</sub> S	Pelambre
Cal	Ca(OH) <sub>2</sub>	Pelambre
Sulfato de amonio	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Desencale
Bisulfito de sodio	NaHSO <sub>3</sub>	Desencale
Disolventes de grasas	Solventes clorados, petróleo, kerosene, bencina, etc.	Desengrase
Enzimas	Proteazas pancreáticas	Purga
Sal común industrial	NaCl	Piquelado
Ácido sulfúrico o ácido fórmico	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> HCOOH	Piquelado
Sulfato básico de cromo	Cr(OH)SO <sub>4</sub>	Curtido
Bicarbonato de sodio	NaHCO <sub>3</sub>	Neutralizado
Recurtientes vegetales	Extracto de mimosa, quebracho	Recurtido
Recurtientes sintéticos	Polímeros acrílicos: Poliacrilatos polímeros resinicos polímeros fenolicos	Recurtido
Suavizantes	Aceite de pescado sulfonados y sulfitados, aceite de pata de buey y aceites sintéticos.	Engrase
Colorantes	Anilinas ácidas, básicas y directas	Tefido
Pigmentos	Dispersión de pigmentos acuosos, resinas acrílicas (ligantes), lacas al solvente y al agua.	Pintado

fulones de madera, que rotan por acción de un motor eléctrico que alimenta a un engranaje y un reductor de velocidad, que le da las revoluciones por minuto (RPM) que se deseen para cada proceso. La madera debe ser dura y compacta, de preferencia ciprés o análoga, con un espesor entre 2.5 a 3 pulgadas.

Sobre la parte cilíndrica existe una apertura rectangular que se cierra con una puerta y que sirve para introducir las pieles y productos. En los bombos pequeños la apertura es de 600-400 mm. y en los bombos grandes es de 1000-1000 mm. En diversos procesos se usan puertas de cierre perforadas, para ejecutar lavados continuos, llamados lavados a puerta abierta.

Para que las pieles se arrastren al girar el bombo se colocan en su interior una serie de pivotes de una longitud de 200-300 mm. proporcional al diámetro del bombo, con la punta redondeada y bien pulidos para que no rayen las pieles. Los pivotes se colocan en filas alternadas separadas unas de otras y entre sí una distancia de 700-800 mm. El movimiento de las pieles en un bombo de eje horizontal con pivotes se indica de forma esquemática en la figura 5.1.



**Figura 5.1:** Indicación del movimiento de las pieles en el fulón.



**Foto:** Curtiembre Fénix SRL.

Actualmente, se colocan, estos pivotes con una inclinación de 30 grados, con respecto a la horizontal y en forma alternada uno hacia arriba y el siguiente hacia abajo. El máximo de tablonés de cada fulón es seis independientemente de su tamaño.

Con esta modificación, las pieles y el baño se mueven varias veces hacia la derecha y la izquierda, a parte que giran sobre si mismos, obteniéndose una enérgica acción de mezclado que favorece la penetración de los productos y al mismo tiempo elimina el efecto de estirado que producen los pivotes sobre las pieles.

El fulón se sostiene sobre unos ejes que a su vez se apoyan sobre cojinetes, que le permiten girar sobre sí mismo. El diámetro de los ejes varía entre 100 a 200 mm. con orificios centrales de 5 a 100 mm. para posibilitar la entrada de líquidos y la salida de gases.

Los fulones se acostumbran a estar equipados con un inversor del sentido de marcha y de un freno para poder bloquear la puerta en el lugar que le interese.

En las operaciones húmedas, que comprenden la etapa de ribera y curtición (ver capítulo 6) se acostumbra a usar fulones que tienen el mismo diámetro que ancho; mientras que en la etapa de post-curtido (teñido y engrase), se usan bombos de diámetros más cortos que su longitud.

La mayoría de pymes usan fulones de 3 a 3.5 m de diámetro y longitud, para las etapas de ribera y curtido y de 1.5 a 2 m de diámetro interno por 1.5 a 2.5 m de longitud para las operaciones de teñido y engrase. En el apéndice E, se presenta la tabla que relaciona la capacidad de un fulón, respecto a su relación de baño de las pieles. Asimismo, se presenta en el apéndice E, la tabla que relaciona las distintas velocidades r.p.m. que debe tener cada fulón, según la etapa de proceso que se esta efectuando.

La gran mayoría de empresas cuentan con fulones pequeños de 0.5 m de diámetro y 0.5 m de longitud en donde se realizan las pruebas piloto de escalamiento.

**Máquina descarnadora:**

Terminada la operación de depilado, la piel pasa a la máquina descarnadora, para eliminar el tejido subcutáneo y adiposo, la figura 5.2 ilustra, el sistema básico de trabajo de la máquina descarnadora. Máquina que consta básicamente de cilindros o rodillos; uno de ellos, es un cilindro rotatorio<sup>(2)</sup>, que gira a gran velocidad de 1000 a 1500 r.p.m., y que esta provisto de varias cuchillas afiladas de acero, dispuestas en forma helicoidal, en dos series de direcciones opuestas y que parten del centro del rodillo (formando una doble espiral), dando la forma de V. Estas cuchillas cortan las pieles por el lado de la carne, ejerciendo presión, por medio del otro rodillo<sup>(3)</sup>, en ocasiones formado por gomas de distinta dureza en el extremo que en el centro y en otros casos es un cojín neumático, que sirve de apoyo a la piel, por el lado de la flor, y que aguanta la presión que sobre ella se hace.

Según sea el grosor del cuero se regula la distancia entre el cilindro de cuchillas<sup>(2)</sup> y el de apoyo<sup>(3)</sup>. El recubrimiento de goma que posee el cilindro de apoyo tiene como finalidad absorber las irregularidades de grosor de la piel.

En el descarnado, el rodillo de apoyo se mueve hacia el rodillo de cuchillas. Por el movimiento de un pedal y de un sistema de embrague y engranajes. Luego la piel pasa por el cilindro de contrapresión<sup>(6)</sup>, que consta de acero y fierro recubierto de goma y que sirve de cama a la piel, por el lado de la flor, simultáneamente, por el lado descarnado, pasa la piel por dos cilindros de arrastre<sup>(5)</sup> metálicos con estrías para que la piel no resbale.

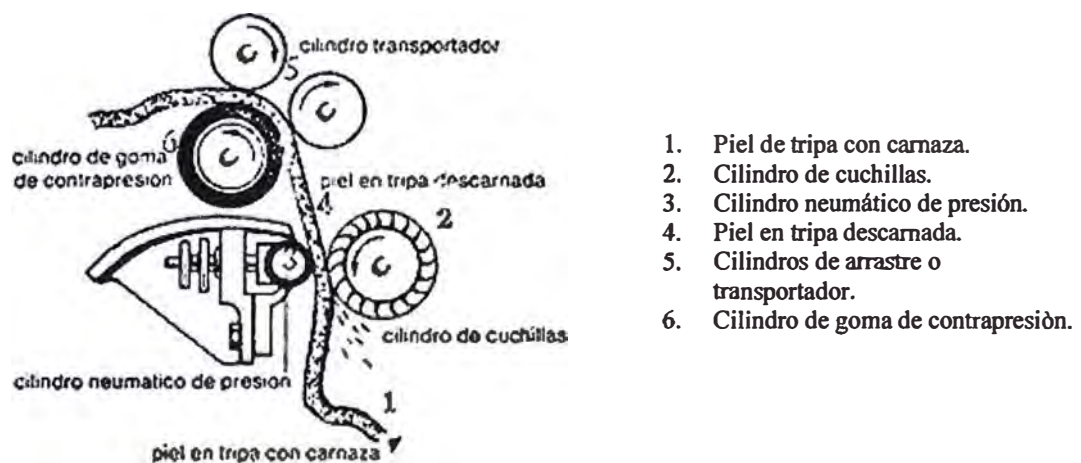
Además de los elementos activos sobre la piel las máquinas constan: naturalmente con elementos fijos tales como motores eléctricos e hidráulicos, mecanismos automáticos de apertura, mecanismos de seguridad, etc. análogos a todas las maquinaria de curtidos que actúan por el sistema de abertura para introducir la piel y cierre en el momento de efectuar al trabajo.

Actualmente existen máquinas automáticas que se programan para modificar la presión y separación de apoyo de las cuchillas, según el grosor cambiante de la piel.

La máquina posee también, una rueda de esmeril para afilar las cuchillas helicoidales y es movida a voluntad 2 ó 3 veces al día, por medio de alargues.

En relación a anchura útil van desde 1200 mm. a 3100 mm. Las potencias necesarias varían aproximadamente entre 15 a 60 KW. Las velocidades de transporte oscilan entre 10 a 30 metros / minuto y las producciones varían entre 250 a 400 pieles / hora en el caso de piel pequeña y entre 70-100 unidades en el caso de cuero vacuno.

**Figura 5.2:** Esquema general de trabajo de la máquina de descarnado



**Foto:** Curtiembre Sagrado Corazón de Jesús SRL

### Máquina de dividir:

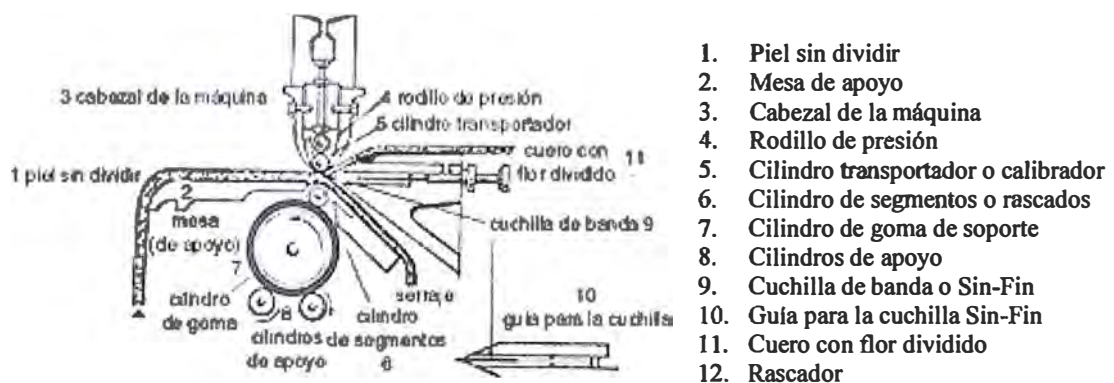
El dividido de la piel / cuero, es una operación absolutamente mecánica. Se puede dividir después del pelambre (división en tripa), o después de curtir (en cromo o en azul). Las pymes, generalmente realizan el dividido después del pelambre, es decir en estado tripa.

Para poder dividir los cueros perfectamente es muy importante tener la colaboración de los productores de las máquinas para dividir, del productor de las cuchillas y de las personas que se ocupan de la división.

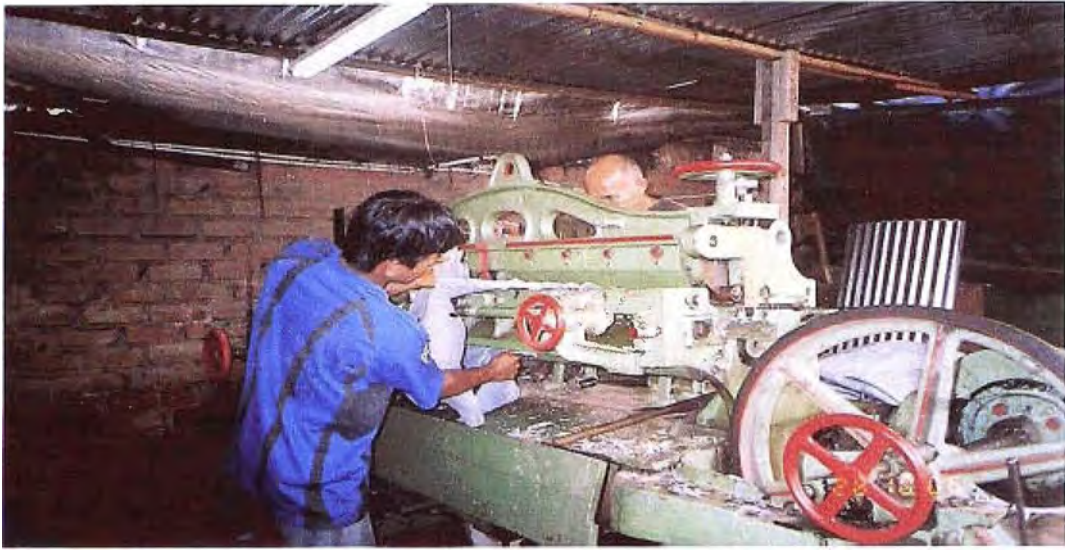
La acción de la máquina de dividir se basa en seccionar la piel, apoyada entre dos cilindros, mediante una cuchilla en forma de cinta sin-fin, que se mueve en un plano paralelo al lado de la flor y al lado de la carne.

La parte de la piel que queda entre la cuchilla y la flor es la que será el cuero terminado y la parte entre la cuchilla y la carne es la costra o serraje, que según su grosor puede ser más o menos aprovechable. El grosor del cuero y la costra se determinan por la distancia entre el filo de la cuchilla sin-fin y el plano de la flor de la misma. En una piel sin dividir un grosor total determinado, cuanto mayor es esta distancia mayor es el grosor del cuero terminado y menor el de la costra. El esquema de una máquina de dividir se contempla en las figuras 5.3.

**Figura 5.3:** Esquema general de trabajo de la máquina de dividir.







**Foto:** Cueros Gamboa SRL

La cuchilla sin-fin<sup>(9)</sup> de una anchura de unos 80mm. se mantiene tensa y se acciona por dos volantes situados a ambos lados de la máquina, con eje perpendicular a los ejes de los cilindros representados en el esquema. Se mueve entre las guías<sup>(10)</sup> que la mantienen en posición totalmente rectilínea y en un plano paralelo al de los ejes de los cilindros. Se mantiene afilada permanentemente por el mecanismo afilador que se halla situado en la parte inferior de la máquina y esta formado por dos muelas que giran en sentido contrario y de la correspondiente guía.

La cuchilla actúa sobre la piel y se mantiene en la posición correcta y en el punto adecuado mediante un mecanismo de avance, manual o automático, que la empuja por la parte posterior. La distancia entre el filo de la cuchilla y el plano que contiene los ejes de los cilindros de arrastre<sup>(5)</sup> y del rodillo<sup>(6)</sup> articulado es crítica, dependiendo de cada máquina y del estado de la piel al ser dividida. En general puede afirmarse que no debe coincidir con el plano citado ya que entonces se produciría una presión excesiva en el punto de corte y la cuchilla arrastraría la piel hacia un lado de la máquina siguiendo el sentido de su movimiento. Si se halla demasiado distante del plano imaginario citado se producen arrugas al no tener la piel suficiente consistencia al estar ya poca sujeta, provocándose irregularidades en el grosor del dividido. Solo puede indicarse que la distancia no es elevada y

puede considerarse que su valor es del orden de 10-20 mm. según la máquina concreta de que se trate.

El cilindro de arrastre<sup>(5)</sup>, es metálico y está ranurado en doble hélice, con el centro asimétrico con relación al centro de la máquina, para compensar la tendencia al arrastre de la piel por la cuchilla sin-fin.

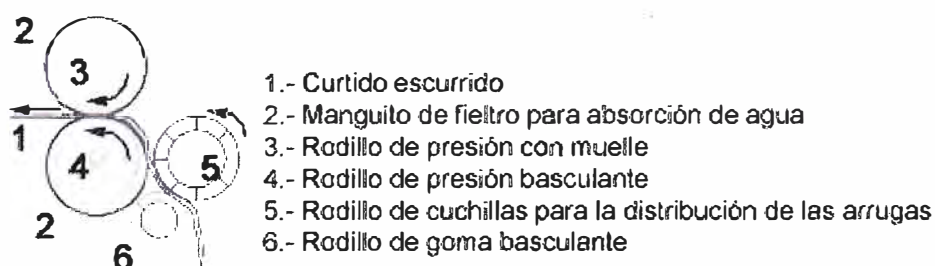
La distancia medida sobre el plano de los ejes de los cilindros, entre la parte inferior de este cilindro<sup>(5)</sup> y el filo de la cuchilla determina el grosor del cuero dividido; por este motivo este cilindro recibe el nombre también de calibrador. Está apoyado lateralmente por el cabezal de la máquina<sup>(3)</sup> y por la parte superior por el cilindro de presión<sup>(4)</sup>, todo ello con el fin de evitar vibraciones y flexiones no deseadas, que darán irregularidades en el espesor del cuero dividido.

El cilindro de segmento<sup>(6)</sup>, está formado por una serie de anillos yuxtapuestos con un eje común de menor diámetro que el orificio interior y que apoyados en el cilindro soporte y motor<sup>(7)</sup>, de goma blanda y el rascador<sup>(12)</sup>, aparte del movimiento de rotación se mueve paralelamente, absorbiendo así las irregularidades de grosor que presenta la carne de la piel. Este rodillo es fácil de desmontar y limpiar, operación que debe hacerse diariamente con el fin de asegurar su desplazamiento perpendicular al eje que se reduciría por los residuos adheridos al efectuarla operación de dividido.

### Máquina de escurrir:

Terminada la operación de curtido, el cuero pasa de la operación de escurrido, que si se realiza mecánicamente se usa la máquina de escurrir, la figura 5.4, ilustra el sistema de trabajo general de estas máquinas. Las máquinas de escurrir pueden ser:

**Figura 5.4:** Esquema general de trabajo de la máquina de escurrir





**Foto:** Curtiembre Sagrado Corazón de Jesús SRL

**Máquina discontinua de cilindros**, las máquinas de escurrir constan de las siguientes partes. Dos cilindro grandes recubiertos de mangas de fieltros. El cuero pasa entre los rodillos<sup>(3y4)</sup> a los cuales se les aplica una elevada presión, que comprime las fibras de cuero y las obliga a expulsar el agua contenida entre ellas. Los fieltros absorben el agua expulsada del cuero y la envían en dirección contraria. Sin estos fieltros el cuero no se escurre. Estos fieltros deben ser resistentes a la acción mecánica, tener la suficiente elasticidad para compensar las diferencias en el espesor del cuero y ser de un tejido que no deje marcas sobre la flor. Existe también un cilindro de cuchillas romas<sup>(5)</sup>, distribuidas helicoidalmente y en forma de v, que sirve para extender el cuero y que cuando la piel se escurra se reduzca al mínimo la formación la formación de pliegues. Las máquinas de escurrir tienen una velocidad de transporte de aproximadamente 714 metros por minuto y la presión que se aplica al cuero es de 8-17 kilos fuerza por centímetro lineal, lo que representa una fuerza total de hasta unas 35 toneladas. Este tipo de máquinas trabaja en dos etapas; en la primera se escurre la mitad de la piel y en la segunda la otra mitad, es discontinua. El escurrido de los cueros curtidos al vegetal para suela que en general es un cuero grueso y firme, se realiza en

máquinas especialmente desarrolladas para ello que puedan ser continuas o discontinuas. En este caso la presión hidráulica puede llegar hasta 65 toneladas.

**máquina continua de cilindros**, las llamadas máquinas de escurrir continuas pueden estar formadas por dos máquinas de escurrir normales unidas por un transportador. La piel se introduce de forma manual en la primera máquina y a la salida, mediante el transportador, se lleva a la segunda prensa, para escurrir la otra mitad de la piel. Las máquinas de escurrir continuas se caracterizan por tener dos cintas de fieltro cilíndricas que se pueden tensar y que en la zona de trabajo disponen de dos o más pares de rodillos a los cuales se les puede aplicar presión para comprimirlos entre sí, la presión entre los rodillos se regula por un mecanismo hidráulico, así como la velocidad de transporte, que puede llegar a alcanzar los 20 metros por minuto. Las precauciones que hay que tomar es que estos cilindros no deben producir un desplazamiento de la flor sino que deben estar regulados entre sí, dimensionados por los fabricantes de manera que uno no gire más rápido que el otro, o cosas por el estilo que pudieran producir un aflojamiento de la flor.

### **Máquina rebajadora:**

Terminada la operación mecánica de dividido, el cuero pasa por la operación mecánica en la máquina de rebajado. La figura 5.5, ilustra el sistema de trabajo general de estas máquinas.

**Figura 5.5:** Esquema general de trabajo de la máquina de rebajar



- 1.- Cuero para rebajar.
- 2.- Mesa
- 3.- Rodillo de transporte
- 4.- Rodillo de retención
- 5.- Rodillo de cuchillas
- 6.- Aletas
- 7.- Disco Afilador



**Foto:** Cueros Net

En la máquina de rebajar, el cuero<sup>(1)</sup> <sup>(6)</sup>, esta sobre la mesa operativa<sup>(2)</sup> y es jalado por el rodillo de transporte<sup>(3)</sup>, el cual presiona, según gradúe el operario, al rodillo de cuchillas con filo helicoidal<sup>(5)</sup>, produciendo el rebajado. El rodillo o cilíndrico de retención<sup>(4)</sup>, fija el cuero para que no lo arrastre o jale la máquina en el rebajado. En las máquinas que no tienen este cilindro, la retención la realiza el propio operario con su cuerpo. En el esquema se agrega un disco afilador ó piedra de afilar<sup>(7)</sup>, para mantener las cuchillas con excelente corte.

La selección de la máquina de rebajar dependerá del tipo de trabajo de la curtiembre, de acuerdo al tamaño de los cueros a rebajar. Es decir, la máquina de rebajar, le proporciona al cuero un espesor, tal que luego de realizar las operaciones posteriores, obtenga el cuero un espesor parejo.

Por ejemplo, al rebajar las pieles vacunas enteras, los operarios dejan un espesor ligeramente mayor al deseado, en las zonas más delgadas de la piel, tal como las faldas; mientras se da un espesor exacto, en las partes más compactas, tal como en el cogote, esto se realiza para compensar los problemas de irregularidad de espesor de las distintas zonas de la piel ver sección 5.1.2. La mínima diferencia de espesor desaparece, después que el cuero pase por las máquinas de secado al vacío y de ablandado (molísa). El espesor se verifica con un calibrador de mano.

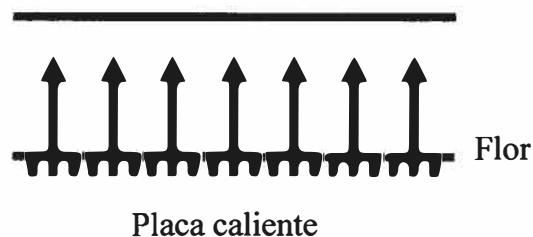
### **Máquina de secado al vacío:**

Consta de una plataforma lisa de acero inoxidable con orificios y una cubierta que puede tapar en forma de bisagra o subiendo y bajando. Hay varios sistemas. Lleva incorporado una bomba de agua que suele ser de anillo hidráulico para reducir la presión (hacer el vacío).

La placa inferior es calefactor y comunica por conducción la temperatura necesaria para evaporar el agua de la piel. El tamaño de las placas oscila entre 1.8 m x 3.25 m y 2.3 m x 5 m.

El cuero previamente alisado es colocado con el lado flor sobre la superficie de la placa (sin formar arrugas). La placa se calienta entre 50°C para cuero vegetal y 85°C para cuero cromo.

En el cabezal se pone un filtro o bien una red metálica de malla fina que presiona el cuero al cerrar y para que el vapor en agua pase hacia la cámara de vacío principal en que hay un condensador que transforma el vapor de agua líquida. Luego, se cierra en forma hermética y se produce el vacío que provoca en breves minutos la evaporación del agua que contiene el cuero. Como la flor va apoyada en la placa calefactor y se seca primero, sale el vapor de agua por el lado carne:



No es conveniente realizar el secado total ya que al secarse primero la flor se perdería conductividad y se alargaría mucho el tiempo de secado. Además, se aumentaría el riesgo, ya existente, de migración de productos como grasas, recurtientes, colorantes, etc. Normalmente se usa como pre-secado. Se ponen las pieles unos 2 minutos, reduciendo la humedad del 50% al 25-30% y luego se pasan a otro secadero.

Este sistema no requiere adhesivos lo cual es muy importante para cueros que se acaban con plena flor ya que no quedarán residuos del pegamento.

Se puede regular la temperatura de la placa, el tiempo de secado, la presión del aire y la presión sobre el cuero. A menor temperatura de la placa, mayor tiempo de secado.



**Foto:** Cueros Net

### **5.3.2 Sección seca**

Esta sección se encarga del acabado de los cueros, en la cual corrige los defectos de la flor. Esta sección cuenta con las siguientes maquinarias:

#### **Máquina de ablandar:**

El ablandado de la piel es una operación que le confiere al cuero flexibilidad y blandura. El ablandado puede realizarse utilizando las siguientes máquinas: rueda de ablandar, palizonadora de brazo (jacaré), máquina de ablandar por sistema de pinos (molisa) y por el fulòn de batanar.

Las máquinas más usadas en las pymes son la molisa y el fulòn de batanar.

En la máquina de ablandar, con sistema de pinos (molisa), los cueros a ablandar se pasan entre placas que contienen pinos desencontrados. Las placas tienen movimiento vibratorio vertical, haciendo que los pinos inferiores penetren entre

los pinos de las placas superiores. El movimiento de los cueros se ejecuta por cintas, siendo la alimentación hecha por un lado de la máquina y la salida por el otro lado. Es un sistema continuo y de alta producción pero no se gana en superficie.



**Foto: Cueros Net**

El fulón de batanar, es una fulón que no tiene trancas internas ni paletas para evitar que los cueros se rasguen, pero sí bolas de goma como carga, que al chocar con los cueros logran el ablandado de los mismos. Es una alternativa cuando el aspecto de la flor suelta no tiene importancia, así como la obtención de superficie. Es indicado para napas (vestuario y tapicería) gamuza y cueros con pelo (alfombras) etc. Su velocidad varía en la faja de 15-18 r.p.m., normalmente. Para descarnes, por ejemplo, puede ser utilizado como inyección de vapor, pues reacondiciona y ablanda al mismo tiempo, agilizando la producción. Los fulones de ablandado son generalmente más estrechos y con diámetro mayor que los de recurtido lo que causa la caída de los cueros a una distancia mayor dentro de los fulones.

La elección de la máquina de ablandar y la forma de realizar el mismo dependerá del tipo de cuero a procesar y del artículo deseado. Por ejemplo: cuero tipo napa (vacuno, equino) para confección de zapatillas conviene ablandar en la molisa. En



el caso de cuero tipo badana (pieles de ovinos) pueden ser ablandados en el fulòn para batanar.

### **Máquina lijadora:**

También llamadas esmeriladoras, consiste en un cilindro revestido de papel de esmerilar o lijas, formados por granos de materiales abrasivos tales como el carborundo o el óxido de aluminio. El cilindro que contiene la lija gira continuamente debido a que se encuentra unido por un sistema de fajas y poleas a un motor, generalmente de 10 hp que es el que activa el sistema.

El esmerilado puede realizarse:

- Por el lado carne de la piel con la intención de eliminar restos de carnazas y en ello homogeneizar y mejorar su aspecto, o bien la de obtener un artículo tipo afelpado.
- Por el lado flor de la piel puede ser con la intención de obtener un artículo tipo nubuck, que se realiza con pieles de buena calidad y que permite obtener una felpa muy fina y característica.
- Por el lado flor de la piel para reducir o incluso eliminar los defectos y en este caso la operación se conoce como desflorado.

Los papeles de esmerilar o lijas se clasifican por el tamaño del grano en gruesas, medias y finas. Los granos gruesos corresponden a los números bajos 50-120, los intermedios a 150-220 y los grados finos a 250-400 y valores superiores a los más finos.

### **Máquina de estirar:**

Una vez ablandados o lijados los cueros antes de que empiecen a secarse se lo estiran en el toggling, el cual consiste en una malla metálica en donde se colocan los cueros ya engrasados y se estiran por acción física por medio de unos ganchos. Los cueros se fijan en la malla; esta se introduce dentro de un secador que cuenta con un ventilador y una resistencia eléctrica en la cual se regula la temperatura deseada y deja los cueros con un 10-40% de humedad. El toggling no debe estar muy caliente para no reseca y acartonar el cuero; se desclavan y se dejan reposar

un cierto tiempo para que vaya absorbiendo la humedad del ambiente y uniformizar la partida de cuero. Esto evita que cuando se retiren los cueros ya estirados, se vuelvan a contraer, obteniendo el mayor rendimiento posible de superficie y retirar parte de su elasticidad, alcanzando una estabilidad de la forma, obteniendo un cuero más armado.



**Foto:** Cueros Net

### **Máquina de planchar:**

Esta diseñada con dos laminas, una fija y una móvil. La lamina superior fija cuenta con una resistencia con la que se regula la temperatura de trabajo y la inferior móvil es la que regula la presión deseada.

El cuero es extendido sobre la placa inferior móvil, a la que se le acondiciona placas grabadas metálicas, que son las que proporcionan el acabado final (tipo de grano o poro) que tiene la flor.

Todas las máquinas de planchar cuentan con docenas de placas de grabado, con distintos diseños de granos o poros, la gran mayoría de pymes, tienen prensas hidráulicas marca sheridan y máquinas para planchado marca gabaldini.



**Foto: Curtiembre Sagrado Corazón de Jesús SRL**

## VI. DESCRIPCIÓN DE PROCESOS EN CURTIEMBRE

En este capítulo se describe las diversas etapas por la que se somete a las pieles de un animal (materia prima) para transformarla en un producto acabado (cuero).

Para el desarrollo de este capítulo se trata operación por operación la producción de cuero a partir de pieles de vacuno, y se indican en tablas los rangos de las variables de operación obtenidos de visitas a distintas curtiembres (pymes) ubicadas en Lima, teniendo en cuenta que cada curtiembre define sus parámetros de proceso, según la calidad del cuero que se quiera obtener. Asimismo, se presenta ciertas formulaciones usadas en curtiembres, con el fin de ilustrar mejor el proceso, especificando las referencias usadas y por último se presenta un diagrama de proceso, ver figura 6.1 y 6.2, que muestra en forma resumida las diversas cargas (materias primas, insumos químicos), operaciones, procesos y tipos de descargas (residuos sólidos, líquidos, emisiones gaseosas) que se usan y se generan en la producción del cuero acabado.

Las operaciones de una curtiembre se dividen en cuatro procesos: ribera, curtido, pos – curtido y acabado.

### 6.1 Proceso de ribera

El objetivo de la ribera es limpiar y preparar la piel para facilitar el curtido. Se divide en las siguientes etapas: recepción de pieles, pre-remojo y remojo, pelambre, descarnado y dividido.

Según, el informe de MITINCI, 2002, aproximadamente el 65%<sup>3</sup> de los efluentes líquidos es generado en esta etapa, el resto proviene del curtido, lavado final y limpieza de la planta. En esta etapa los efluentes son altamente alcalinos por la alta presencia de cal, sulfuro de sodio, sulfatos de amonio y sal, así como la presencia en menor valor de soda cáustica, tensoactivos y bactericidas, lo que constituye en conjunto una elevada carga de DQO en los efluentes.

---

<sup>3</sup> No todos coinciden con este valor, el CPTS de Bolivia estima un valor del 50% en la producción de efluentes en esta etapa.

Asimismo, la presencia de materia orgánica, como pelos, proteínas solubles, carnes, grasas, estiércol proveniente de los sólidos suspendidos generan una alta carga de DBO. Estos altos valores de DQO y DBO generados en esta etapa y en la de curtido, es lo que nos motiva a tomar diversas medidas preventivas de producción más limpia, que son explicadas en el capítulo 7.

### **6.1.1 Recepción de pieles**

Las pieles que ingresan a una curtiembre pueden ser “frescas”, también llamadas pieles verdes y pieles saladas. Las pieles saladas pueden ser “frescas saladas” (pieles frescas rociadas con sal conservadas por pocas semanas hasta 2 meses) y “secas saladas” también llamada cuero seco dulce (conservadas con sal varios meses hasta 1 año).

La clasificación de piel es muy importante debido a que define la cantidad de insumos químicos, y variables de proceso como el tiempo, ph, etc., que deben ser considerados en la etapa de pre-remojo y remojo. Las pieles sucias traen consigo sangre, estiércol, tierra y suciedad que constituyen un aporte a la DBO en el pre – remojo y remojo. Si además de ser sucias son saladas aportaran sal, a la carga de DQO de los efluentes.



**Foto:** Curtiembre Sagrado Corazón de Jesús

### 6.1.2 Pre – remojo y remojo

El pre – remojo es una secuencia de lavados y enjuagues previos en el fulòn con abundante agua, para no maltratar las pieles, a temperatura ambiente y sirve para eliminar el medio nutriente de bacterias, vale decir separar la piel de la sangre, suciedad, estiércol, sal y otras suciedades adheridas al pelo.

Luego del lavado previo, se deja las pieles en un nuevo baño llamado de remojo; el tiempo empleado depende de la conservación de la piel, así para pieles frescas (con tiempo de faneado menor de 8 horas) el proceso de remojo es breve (menor de una hora), mientras en pieles cuya conservación está entre 8 y 24 horas, el tiempo de remojo será de 3 a 4 horas. Para pieles frescas saladas se necesita tiempos mayores pudiendo llegar a las 24 horas, y para pieles tipo seco dulce puede necesitar de 3 a 4 días.

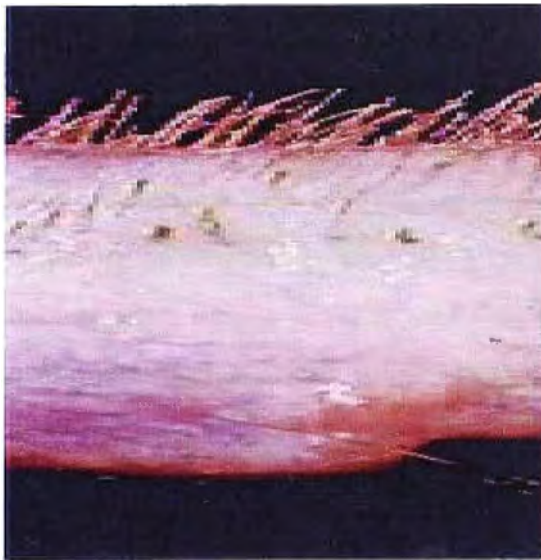
El objetivo de la operación de pre – remojo y remojo, no solo consiste en limpiar las pieles, sino también rehidratar las pieles. Estas operaciones se realizan en los fulones con un consumo de agua en el pre – remojo de 200% para pieles muy limpias y 400% para pieles más sucias (pieles saladas), es decir el rango es de 200–400% (2 a 4 partes de agua por una del peso total de las pieles). Terminados los baños y enjuagues del pre – remojo se utiliza un nuevo baño, que corresponde a la etapa de remojo cuya cantidad de agua es casi la misma que la usada en el pelambre, los baños de remojo van acompañados de bactericidas utilizados como agentes conservantes, para minimizar el daño de las bacterias a la piel; agentes humectantes (tensoactivos), que aceleran la rehidratación de la piel y modificadores de ph, tal como la soda cáustica o carbonato de sodio.

Las cantidades de los insumos químicos mencionadas anteriormente varían drásticamente según el estado de la piel. La tabla 6.1 reúne los principales rangos de los parámetros.

Una formulación típica<sup>4</sup> de remojo para pieles frescas saladas y para tiempo de faneado de 1 mes es:

---

<sup>4</sup> Gamboa Martínez Wilber, gerencia general Cueros Gamboa SRL, Lima.



Remojo de piel vacuna salada, 24 horas en agua sin auxiliar remojante

Remojo de piel vacuna salada, 24 horas en agua con auxiliar remojante

**Foto:** Control de grado de avance del remojo en una piel vacuna

**Tabla 6.1:** Principales parámetros usados en la etapa de pre – remojo/ remojo según la conservación de piel. (% sobre el peso de la piel que ingresa en operación)

INSU MO	TIPO DE PIEL		
	FRESCA	FRESCA SALADA	SALADA “SECO DULCE”
% Agua pre – remojo	150 – 200	200 – 300	200 – 400
% Agua remojo	100 – 200	100 – 200	100 – 200
% Humectante	0.1 – 0.15	0.15 – 0.3	0.5 – 0.7
% Soda cáustica o carbonato de sodio	N.U.	0 – 0.05	0.1 – 0.15
% Bactericida	N.U.	0 – 0.05	0.1 – 0.4
Ph	6.5 – 7.5	7 – 8	9 – 11
Tiempo	1 – 2hr	12 – 24hr	2 – 3 días

Fuente: Visitas a curtiembres en Lima – Perú 2006.

N.U. no usado.

Agua	200%	T = 25°C, giro del fulón continuo por 5 horas
Tecpol HDB <sup>5</sup>	0.5%	

<sup>5</sup> Humectante, con bactericida, marca registrada por Tecnología de Procesos Químicos, Lima.

Luego dejar reposar y girar el fulòn por espacio de 10 minutos cada hora para cambiar la posición de las pieles. Esta parte del proceso se realiza hasta el día siguiente.

Como se observa en la tabla 6.1, las pieles frescas, consumen menor tiempo y cantidad de agua, requieren poca cantidad de humectante, ninguna cantidad de bactericida y agente modificador de ph, comparado con los valores requeridos al usar pieles saladas. Por último la etapa de pre – remojo y remojo se realiza a temperatura ambiente.

### **6.1.3 Pelambre**

Después del remojo, las pieles pasan al proceso de pelambre el objetivo de esta operación es, por una parte, depilar la piel, eliminando el material hecho de queratina (pelo o lana, raíces de pelos y epidermis) y por otra, encalar la piel, a fin de hincharla en forma homogénea y prepararla para el curtido. Asimismo se elimina algunas albúminas, muco – polisacáridos y grasas libres y saponificadas. Esto nos proporciona una mayor apertura de la estructura dérmica, así como más partes libres de unión para ser usadas por los curtientes en general.

La formulación del pelambre depende del tipo de piel a tratar y pueden ser divididos en:

Pelambre de tipo convencional, con destrucción de pelo, empleado por la mayoría de las curtiembres, usando sulfuro de sodio y cal.

Pelambre no convencional, con recuperación de pelo, que pueden de ser de varios tipos, tal como pelambre con sulfuro de sodio y cal, previo acondicionamiento de la piel (método de inmunización de pelo); pelambre en base a sulfhidrato de sodio (NaHS); pelambre enzimático; pelambre amínico, etc.

El pelambre tradicional es el convencional y se utiliza en baño con agitación periódica (generalmente las aguas usadas son las que provienen del remojo), en una solución que contiene sulfuro de sodio (Na<sub>2</sub>S) y cal hidratada (Ca (OH)<sub>2</sub>), en



un tiempo promedio de 17 a 20 horas y con baños de 100 a 200%. La tabla 6.2 resume las distintas cantidades usadas en el pelambre.

**Tabla 6.2:** Rango de las variables de la operación de pelambre (% sobre el peso de la piel que ingresa a la operación)

Insumos	Valores de curtiembre <sup>(1)</sup>	Valores en curtiembres según bibliografía <sup>(2)</sup>
% agua de pelambre	100 – 200	150 – 3000 (incluye lavados)
% agua para lavado de pelambre	100 – 600	n. d.
%sulfuro de sodio (Na <sub>2</sub> S)	2 – 2.5	1.0 – 5.0
% cal apagada	3 – 4	3.0 – 6.0
% enzimas	0.2 – 0.8	0.5 – 1.0
% aminas	0.2 – 0.8	0.2 - 1

**Fuente:** (1) Visitas de sondeo a curtiembres en Lima – Perú 2006

(2) Best Available Techniques on the Tanning of Hides and Skins/ European Comission 2001.

Una formulación típica<sup>6</sup> de pelambre convencional es:

Agua	100%	Agitación continua del fulòn.
Sulfuro de sodio	2 %	Agregado en dos tomas, cada toma debe ser adicionada en 30 minutos.
Cal	3%	Adición por 30 minutos.

Según el proceso convencional el sulfuro de sodio debe ser agregado en dos tomas con un tiempo de adición de 30 minutos por cada una. Esto permite que el valor de ph suba lentamente lo cual previene una fuerte soltura de la flor por cambios bruscos de ph. El pelambre es fuertemente dependiente de la temperatura. El depilado es más drástico conforme se incrementa la temperatura. La temperatura de 30°C es óptima y permite tener una flor limpia y lisa.

Luego de verificar que la piel esta completamente limpia, recién en ese momento se agrega cal, con abundante agua, aproximadamente en 30 minutos, la cual permite que la piel se hinche. La lechada de cal permite la precipitación del sulfuro como sulfuro de calcio (CaS).

<sup>6</sup> Espinoza Celis, Humberto, gerente general, Curtiembre Sagrado Corazón de Jesús.

El hinchamiento homogéneo de la piel y la turgencia de la piel deseada, son fundamentales, para asegurar que el curtido se lleve a cabo bajo condiciones óptimas.

La tabla 6.2 especifica el uso de enzimas y aminos, y las curtiembres que utilizan todos estos procesos estarían realizando un pelambre convencional modificado o mixto. Muy pocas son las pymes que utilizan el pelambre mixto, siendo la Curtiembre Fénix SRL, una de las pioneras en su uso, en el capítulo 7 se explica con más detalle estas nuevas técnicas.

Las aguas residuales de esta operación son las más concentradas de todas las generadas en el proceso de la fabricación del cuero y representan un 70 a 80% de toda la contaminación de la carga, originada en los efluentes líquidos, principalmente como DQO, sólidos suspendidos y como DBO, debido a que el sulfuro destruye el pelo, que junto con los restos de sebo, carnes, pelos, proteínas solubles y otras incrementan, sustancialmente la carga orgánica, de ahí la importancia de reducir su consumo y eliminar al máximo su descarga.

Los efluentes de esta etapa se encuentran a pH alcalinos superiores a 11 y debido a sus altas concentraciones, las aguas residuales de pelambre pueden ser reutilizadas de 4 a 5 veces previo retiro de los sólidos mediante bombeo, tal como indica el capítulo 7.

El sulfuro de sodio; en medio alcalino, no libera ácido sulfhídrico ( $H_2S$ ), sin embargo a un valor de pH menor o igual a 8, se inicia el desprendimiento, causando incomodidad por su poder corrosivo, toxicidad y mal olor (huevos podridos). Por tanto es importante realizar la operación a pH superior a 8. Esta etapa aporta a los efluentes, el 70% de la carga orgánica DBO, así como la totalidad de residuales de sulfuros, el 45% de residuos sólidos libre de cromo, el 35% del nitrógeno total y el 50% del volumen del efluente. Por tanto es en esta etapa donde se debe reducir la contaminación.

#### **6.1.4 Descarnado**

El descarnado es la operación que involucra la remoción o separación, por corte mecánico, de los tejidos adiposos, musculares, residuos de carne y sebo adheridos

a la cara interna de la piel, para permitir una penetración más fácil de los productos curtientes.

Generalmente, el descarnado se lleva a cabo mecánicamente en máquinas descarnadoras o en forma manual en curtiembres de pequeño tamaño.

El descarnado se realiza dentro del proceso de ribera y pueden ser:

- Descarnado antes del pelambre, comúnmente llamado predescarnado con pelo, y se realiza a partir de pieles frescas, antes del caleado. Aquí se reduce, el consumo de los productos químicos usados en el pelambre (sulfuro de sodio y cal) y agua, permitiendo además, recuperar las grasas y proteínas naturales de las carnazas, libres de reactivos químicos.
- Descarnado después del pelambre, comúnmente denominado descarnado, se realiza después de la operación de pelambre, por tanto las carnazas y residuos contienen sulfuro de sodio y cal y otros aditivos, usados en el pelambre.

Los efluentes líquidos resultantes del descarnado presentan concentración altas de sólidos en suspensión (proteínas disueltas), las cuales son tamizadas para separarlas del efluente del pelambre, tal como se explica en el capítulo 7.

Algunas compañías en Holanda recuperan las grasas y las procesan para volver a utilizarlas en el proceso de engrase (etapa de acabado). Otras usan los recortes y piltrafas en la fabricación de colas. Este último proceso se está aplicando en algunas curtiembres de Arequipa.

### **6.1.5 Dividido**

La operación de dividido se realiza por medio de la máquina divididora y puede realizarse en la etapa de ribera, después del pelambre o después del curtido con el cuero en “Wet Blue”. Esta operación consiste en dividir la piel /cuero hinchada y depilada en dos capas: en flor (parte externa) y costra (parte interna). En esta etapa se generan piltrafas y recortes de la parte inferior carnazas.

Si el dividido se realiza después de la operación de pelambre las piltrafas y retazos, pueden ser entregados a la fábrica de cola o gelatina, tal como se menciono anteriormente.

Si el dividido se realiza en cueros curtidos después del Wet Blue, entonces los retazos se procesan junto con las piltrafas de la máquina rebajadora; no todas las pieles se dividen, esto sucede en las pieles usadas para la fabricación de suelas y aquellas que se van a vender en Wet Blue.

## 6.2 Proceso de curtido

El proceso de curtido comprende las siguientes etapas: desencalado, purga, desengrase, piquelado (no se lleva a cabo en curtido vegetal con taninos) y curtido.

### 6.2.1 Desencalado y purga

Las operaciones de desencalado y purga mejoran y acondicionan la piel antes de ser sometida a la operación de curtido.

El objetivo del desencalado es la remoción de los residuos de cal de la piel y sulfuro de sodio, esto se consigue con la utilización de sales de amonio (cloruro y sulfato de amonio) y ácidos. Esta operación se lleva a cabo en los fulones. Además el desencalado permite neutralizar la piel, detener su hinchamiento y remover el sulfuro remanente, mediante lavados con agua limpia y la adición de insumos químicos tales como el metabisulfito de sodio y agentes tensoactivos. La tabla 6.3 presenta un resumen de rango de valores de los parámetros de las operaciones de desencalado y purga.

Una formulación típica<sup>7</sup> de desencale y purga:

Agua	150%	T = 25°C con giro continuo de fulòn.
Sulfato de amonio	2%	Agregado en dos tomas cada una por 30 minutos.
Metasulfito de sodio	1%	Agregado en dos tomas cada uno por 30 minutos.
Purga	0.2%	Agregado en 30 a 40 minutos.

<sup>7</sup> Alarcón M. Fredy, gerente de producción, Curtiembre Fénix SRL.

**Tabla 6.3:** Rango de los valores de los parámetros de desencalado y purga  
(% sobre el peso de la piel que ingresa a la operación)

Insumo	Valores en curtiembres en Perú <sup>(1)</sup>	Valores en curtiembres según bibliografía <sup>(2)</sup>
%Agua	50 – 200	200
%Sulfato o cloruro de amonio	1 – 2	2 – 3
%Metabisulfito de sodio	0.1 – 1.0	N.D.
%Enzimas (purga)	0.04 – 0.6	N.D.
%Ácidos orgánicos débiles <sup>(3)</sup>	1 – 2	N.D.

**Fuente:** (1) Visitas de sondeo a curtiembres en Lima – Perú 2006

(2) Best Available Techniques on the Tanning of Hides and Skins/ European Commission 2001

(3) Se usan en combinación con sales de amonio

N.D.: no disponible.

El sulfato de amonio y el metasulfito de sodio permiten retirar la cal del cuero, el cual debe llegar a un  $\text{pH} = 7$ , este valor se comprueba agregando gotas de indicador fenolftaleína, a un trozo de piel cortada (el viraje en rojo o rosado indica presencia de cal) esta prueba nos permite observar en forma rápida si hay restos de cal residual sobre la piel /cuero en proceso.

Luego del desencalado, en el mismo baño o en otro nuevo se puede ejecutar la etapa de purga. El objetivo de la purga es eliminar de la piel los elementos proteicos no susceptibles de curtición, es decir eliminar las proteínas no colagenicas, incluyendo algunas raíces de pelo remanentes en la piel, a fin de mejorar la textura del cuero.

El purgado se realiza mediante el tratamiento de las pieles con enzimas pancreáticos y/o bacteriales.

La purga además de limpiar, mejora la piel y permite un ablandado de esta, produciendo cueros con buen quiebre. Para que las enzimas de la solución de purga, tengan máxima actividad el valor de  $\text{pH}$  debe ser ajustado entre 8.0 a 8.5, con las mismas sales utilizadas en el desencalado. Tanto el desencalado como la purga, se favorecen con un incremento de la temperatura siendo la óptima la temperatura de 38°C.

### 6.2.2 Desengrase

La operación de desengrase tiene como objetivo remover las grasas remanentes de la piel, debido a que éstas reaccionan con el cromo para formar jabones insolubles, indeseables en el curtido. Asimismo, las grasas interfieren en el teñido produciendo manchas en el cuero acabado y promueven la formación de hongos y/o bacterias en las pieles guardadas en Wet Blue.

El desengrase se aplica sobre todo en las pieles con alto contenido de grasas, por ejemplo en pieles de ganado ovino, caprino y porcino, y para el caso de ganado vacuno en pieles muy gordas.

Para el desengrase se usa el baño anterior y se agrega solventes orgánicos (éter de petróleo, kerosene, tricloretileno u otros), junto con emulsificantes o productos formulados por ejemplo Tecpol FX<sup>8</sup>, con rotación del fulón por 40 minutos y a temperatura de 35 – 40°C.

### 6.2.3 Piquelado

Luego que las pieles han sido desengrasadas se las lava en el fúlon para quitar los restos de grasa y los residuos de la purga y se procede a la operación de piquelado.

El piquelado, también llamado piclado o pickel, tiene como objetivo preparar las pieles llevándolas al valor de ph requerido para el curtido, oscilando este rango de 2.8 a 3.5.

La acidulación de las pieles se consigue usando ácido sulfúrico y/o ácido fórmico. Rara vez se usa ácido clorhídrico; el ácido acético y glicólico se usan en peletería. Con el fin de evitar el hinchamiento ácido de las pieles al baño se agrega inicialmente sal común NaCl, alrededor del 4%, pero como medida de seguridad normalmente se usa 6%. En vez de cloruro de sodio, se puede usar cloruro de potasio o sulfato de potasio. La tabla 6.4 resume el rango de valores de los parámetros que regulan la operación de piquelado.

---

<sup>8</sup> Desengrasante, marca registrada por Tecnología de Procesos Químicos, Perú.

**Tabla 6.4:** Rango de valores de los parámetros del piquelado (% sobre el peso de la piel que ingresa a la operación)

Insumo	Valores de curtiembres en Perú <sup>(1)</sup>	Valores en curtiembres según bibliografía <sup>(2)(3)</sup>
% Agua	80 – 120	40 – 60
% Sal	5 – 7	5 – 6
% Acido fórmico/ Acido sulfúrico	1.5 – 2 1 – 1.5	0.5 – 3.0
% Fungicida	0.1 – 0.3	0.2
Ph	2.8 – 3.5	2.8 – 3.0

**Fuente:** (1) Visitas de sondeo a curtiembres en Lima/ Perú, 2006.

(2) Best Available Techniques on the Tanning of Hides and Skins/ European Commission 2001.

(3) Chrome Management in the Tanyard/ Ludvik Unido 1998.

Una formulación típica<sup>9</sup> de piquelado es:

Agua	120%	T=25° C con giro continuo del fulòn.
Sal industrial	6%	Adicionado en 10 minutos con rotación continua.

La cantidad de sal se controla con un densímetro tratando de llegar a 6 grados Baumé.

Luego de esto las pieles están preparadas para el piquelado, previa disminución de agua de la operación anterior:

Agua	80 – 90%	T=25°C con giro continuo del fulòn.
Ácido fórmico	2%	Adicionado en 2 tomas y diluido (1/20) por cada 30 minutos por cada toma y rotación continúa del fulòn

<sup>9</sup> Pare Luis, gerencia general, Curtiembre Pieles y Derivados Sr. de Muruhuay SRL.

Por último se controla el valor de ph, el cual debe estar entre 2.8 – 3.5. este valor nos permite un agotamiento óptimo del cromo.

Esta operación no se lleva a cabo en el curtido vegetal con tanino. Estos efluentes por ser ácidos sirven para neutralizar efluentes alcalinos. Algunas compañías venden el cuero en la etapa de pickel (exportación), motivo por el cual adicionan fungicida, para evitar la creación de hongos en el almacenaje o transporte.

#### **6.2.4 Curtido**

El curtido tiene el objetivo de convertir las pieles en materiales fuertes y resistentes a la putrefacción. En esta etapa se produce la reticulación de las cadenas o fibras de colágeno (uniones químicas entre fibras) mediante el uso de agentes curtientes.

Según el tipo de agente curtiente que se use, el curtido se divide en:

- Curtido vegetal: sí se emplea compuestos polifenólicos, tal como taninos vegetales y sintanos.
- Curtido mineral: sí se emplea sales metálicas, tal como de cromo, titanio y zirconio.
- Curtido sintético: sí se emplea curtientes orgánicos sintéticos, como compuestos de aldehídos o derivados y polímeros acrílicos o uretanicos.

Los tipos de curtidos más usados en nuestro medio son el vegetal con taninos y el mineral con sales básicas de cromo, y para fines de este informe se aplican medidas de producción más limpia capítulo 7, para pieles vacunas curtidas con sales básicas de cromo, sin embargo se define brevemente cada tipo de curtido.

#### **Curtido vegetal**

El curtido vegetal con taninos otorga al cuero características de mayor resistencia a la acción mecánica, peso y menor flexibilidad que el curtido al cromo, motivo por el cual se usa para la producción de suelas, cercos y forros en la fabricación de calzados, así como para fabricar cinturones, sillas de montar, tapicería y vestimenta.



Las fuentes del tanino más empleadas son: el extracto de quebracho y corteza de acacia negra y la mimosa. El proceso de curtido antiguamente se realizaba en pozas, con una duración de varias semanas. Actualmente se realiza en los fulones rotativos de 2 a 5 días, con una gran cantidad de agente curtiente, que para la producción de suelas para calzado oscila entre el 35 al 50% en peso, (Kg curtiente/ Kg piel fresca). La adición del agente curtiente debe realizarse en 2 o 3 partes controlando que la temperatura no exceda los 38°C, con una relación de baño del 80 – 100%.

Debe tenerse en cuenta, que el tanino, además de curtiente actúa como relleno y que el curtido en los fulones emplean menor cantidad de agua que en las pozas, los taninos dan coloración al cuero por lo que puede ser necesario un blanqueo previo.

La gran cantidad de agentes curtientes comerciales que se usan se debe a que comúnmente estos contienen 60 a 70% de taninos puros, el resto (40 a 30%) consiste de sustancias no curtientes como gomas, azúcares, ácidos orgánicos, sales minerales y materia insoluble.

### **Curtido mineral**

El curtido mineral se usa en la producción de cueros para la fabricación de calzados, guantes, ropa, bolsas, etiquetas, etc. El curtido con sales de cromo es el más usado, se estima un valor de 80– 90% de la producción mundial. Las sales de magnesio y aluminio también se usan para casos especiales. El curtido se realiza en los fulones.

El cromo tiene la ventaja de:

- Reducir el tiempo de curtido a menos de un día.
- Utilizar una reducida oferta requerida (6 a 8% de sal de cromo sobre el peso tripa) comparada con los curtidos vegetales/ sintéticos (22 a 30% sobre el peso tripa).

- Producir gran variedad de tipos de cueros, para distintas aplicaciones por ejemplo, calzado (tipo box, charol, de vestir, etc.), napas (zapatillas, vestimenta, etc.), etiquetas, etc.
- Tener propiedades deseables, en distintos tipos de cuero, alta estabilidad hidrotérmica, buena resistencia al desgaste, suavidad, buen quiebre y buena fijación del color durante el teñido.

El uso del cromo se presenta comercializante, en forma de sales, como el sulfato básico de cromo ( $\text{CrOHSO}_4$ ), tal como el Cromosal<sup>10</sup>, estos productos originan el color azul verdoso característico de los cueros curtidos con sales de cromo motivo por el cual se le denomina “Wet Blue”. Bajo ninguna circunstancia se debe usar el cromo hexavalente debido a que origina residuos sólidos tóxicos.

El curtido al cromo puede realizarse en un nuevo baño, sin embargo la mayoría de las pymes, lo realizan en el mismo baño del piquelado, iniciando su proceso con un valor de ph de 2.8. La operación del curtido se realiza en el fúlon, con continua rotación y con adición de 6 a 8% de sales de cromo, (equivalente del 25 – 26% de óxido de cromo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ )), iniciando la adición a una temperatura de 30°C, incrementándola paulatinamente hasta 40°C. El tiempo de curtido dura aproximadamente 12 horas. La tabla 6.5 resume los principales rangos de parámetros del curtido.

El aumento paulatino de ph se consigue por el uso de agentes basificantes, lo que permite una mejor fijación del cromo al colágeno, sin embargo al trabajar con valores de ph superiores a 4, se puede propiciar la precipitación del cromo en la piel/ cuero, dañándola. La eficiencia del proceso convencional es del 60 – 80% respecto a la cantidad de cromo operado, es por ello que en el capítulo 7, se explican medidas, que permitan reutilizar los baños o técnicas de alto agotamiento, para aprovechar y a la vez reducir la cantidad de cromo que se expulsan en los efluentes del curtido.

---

<sup>10</sup> Marca registrada por Stopanni S.A. Italia

El agente basificante más usado en las curtiembres, es el bicarbonato de sodio, el cual debe agregarse diluido lentamente al fúlon y otros productos, que contienen magnesio como el Basal<sup>11</sup>, (60% de óxido de magnesio (MgO)), este último por su baja solubilidad reacciona lentamente con los ácidos y puede ser adicionado de golpe en dos partes.

**Tabla 6.5:** Rango de valores de los parámetros de curtido (% sobre el peso de la piel que ingresa a la operación)

Insumo	Valores en curtiembres de Perú <sup>(1)(6)</sup>	Valores en curtiembres según bibliografía <sup>(2)(3)</sup>
% Agua	70 – 120	40 – 60 <sup>(4)</sup>
% Sal de cromo	6 – 8 <sup>(5)</sup>	8 – 12
% Basificante: bicarbonato de sodio basal	0.8 – 1.2 0.8 – 1.0	0.8 – 1.2
%Fungicida	0.1 – 0.2	0.1
Ph final de curtido	3.8 – 4.0	3.8 – 4.2
Temperatura final °C	36 - 40	35 - 40

**Fuente:** (1) Visitas de sondeo a curtiembres en Lima – Perú.

(2) Best Available Techniques on the Tanning of Hides and Skins/ European Comission 2001


(3) Chrome Management in the Tanyard/ Ludvik – Unido 1998.

(4) Baños cortos.

(5) Procesos convencionales.


(6) Curtido realizado en el mismo baño de piquelado, con adición de agua.

Una formulación de curtido convencional<sup>12</sup> de res es la siguiente:

Etapa de Cromo		Cromosal	6%	Adicionado en dos tomas de 60 – 90 minutos cada una con rotación continua del fulón. Posteriormente verificar si el cromo se ha fijado a través de todo el grosor del cuero si esto sucede continuar, con la etapa siguiente, en caso contrario dar más tiempo de rotación al fulón
		Agua	80 – 90%	

<sup>11</sup> Marca registrada por Comercial Líder S.A., Perú.

<sup>12</sup> Bach Ing. Química (UNI), Paz H. Juan, jefe de producción Vian Group S.A., Lima.

Etapa de Basificación	 <p data-bbox="454 436 807 481">Bicarbonato de sodio 2%</p>	<p data-bbox="838 329 1458 481">Debe agregarse lentamente en varias tomas de 90 a 180 minutos después de la adición de cromo hasta llegar a ph = 4.</p> <p data-bbox="838 504 1458 600">Luego dejar rotar mínimo 6 horas y realizar la prueba del curtido</p>
-----------------------	--	---

La prueba del curtido, es una manera práctica de observar si el cuero fijo la cantidad de cromo necesaria. Esta consiste en cortar un trozo de cuero formando un cuadrado pequeño (muestra representativa), luego se le escurre bien y se mide su área, posteriormente se hace hervir la muestra por 2 minutos. Si el cuero no se pone duro ni disminuye su tamaño, el curtido a terminado, en caso contrario debe darse mayor tiempo de rotación al fulón.

Luego que las pieles /cuero pasan la prueba del curtido, las pieles se dejan reposar en húmedo para que el cromo termine de fijarse.

Cuando los cueros van a ser comercializados en “Wet Blue” o van a ser almacenados buen tiempo es indispensable adicionar agentes fungicidas para prevenir la putrefacción o formación de hongos.

### **Curtido sintético**

En el curtido sintético se usan curtientes orgánicos en base a formaldehído, quinona y otros productos. Estos producen un curtido uniforme y usados en combinación con el tanino y el cromo aumentan su penetración y flexibilidad.

### **6.3 Proceso de post – curtido**

La etapa de post – curtido procesa los cueros que han sido curtidos con taninos o curtidos al cromo, como se menciono en la sección 6.2.4, el curtido vegetal con taninos generalmente es para la producción de suelas, y en este caso la etapa de post – curtido coincide con la etapa de acabado, mientras que en el curtido al cromo por su versatilidad de calidades de cuero producido, luego de la etapa de post – curtido se adiciona la parte del acabado, que es la que diferencia en forma contundente el tipo de cuero producido.

El post – curtido o acabado de suelas comprende: prensado, engrase, secado, blanqueo y estiramiento (los dos últimos son procesos opcionales).

El post – curtido de vaquetas comprende: prensado, rebajamiento, neutralizado, recurtido, blanqueado, teñido, engrase, secado, pulido y estiramiento.

A continuación se explican brevemente las etapas del post – curtido de cuero de res, por contener todas las etapas del post – curtido.

Las formulaciones típicas que se dan en cada etapa son para producir cueros tipo box calf (calzados industriales).

### **6.3.1. Escurrido.**

En esta operación se elimina el exceso de agua en el cuero Wet – Blue, y para ello se puede realizar en forma natural, donde los cueros se apilan unos sobre otros y el agua se elimina por gravedad, muchos curtidores aprovechan esta forma para dar mayor tiempo de fijación al cromo; mientras que sí la eliminación de agua se realiza mecánicamente, por medio de presión, la operación también se le llama exprimido o prensado. El prensado tiene la ventaja adicional al retiro de agua, de estirar las partes arrugadas y mantener un espesor uniforme.



**Foto:** Curtiembre Fénix S.R.L.

### 6.3.2. Rebajado.

Es una operación mecánica que le proporciona al cuero un espesor uniforme y lo deja a la medida deseada, en esta etapa se generan residuos sólidos (cerros de viruta al rebajado) con contenido de cromo del curtido. Estas virutas son húmedas y se utilizan para fabricar falsas de calzado.



Foto: Curtiembre Sagrado Corazón de Jesús S.R.L.

### 6.3.3 Neutralizado

Es una operación mecánica que se realiza en los fulones y su objetivo es elevar el ph ácido del cuero mediante el uso de sales como el formiato de sodio y/o el bicarbonato de sodio, una formula típica es:

Agua	150%	T = 30°C con rotación continua del fulón.
Bicarbonato de sodio	0.5%	Agregar diluido al fulón y dejar rotar por 45 min.
Formiato de sodio	1%	Agregar diluido al fulón y dejar rotar por 45 min. hasta un ph de = 4.5

El neutralizado a veces se realiza después del recurtido cuando ciertos cueros tienen que ser reforzados o reprocesados con mayor cantidad de cromo.

### 6.3.4 Recurtido

Este proceso es un curtido auxiliar en el que se confiere ciertas propiedades finales al cuero en Wet Blue, tal como, resistencia mecánica, térmica y buen quiebre.

El recurtido puede ser de dos tipos: recurtido simple, cuando el segundo curtido es realizado con cromo y recurtido combinado, cuando el segundo curtido es realizado con tanino vegetal y recurtiente sintético (polímeros acrílicos, fenólicos, etc.). El curtido combinado permite disminuir la cantidad de cromo en los efluentes.

Las formulaciones varían según el tipo de producto que se espera obtener.

A continuación se muestra una formulación de recurtido combinado para producir cuero box calf, en el fulón.

Luego del neutralizado enjuagar bien y adicionar:

Agua	150%	T = 40°C con giro continuo del fulón.
Trupotan RB <sup>13</sup>	3%	Adición en lapso de 30 – 45 minutos.
Relugan S <sup>14</sup>	3%	Adición en lapso de 30 – 40 minutos.
Extracto de quebracho	3%	} Se adicionan ambos en un lapso de 45 minutos
Extracto de mimosa	3%	

En esta formulación el recurtiente acrílico, mejora la plenitud de la flor, llenando y esponjando el cuero, pero con porosidad muy fina, esto nos exige utilizar un recurtiente resinico, que al mismo tiempo que es un excelente rellenanate de faldas (parte delgada del cuero) tiene un buen poder dispersante (disgrega las partículas gruesas de los taninos), el cual ayuda a un mejor agotamiento de los curtientes vegetales, que son difíciles de agotar, pero que confieren peso y hacen más compacto el cuero.

<sup>13</sup> Recurtiente polimérico acrílico, marca registrada de la Thrumper S.A., España.

<sup>14</sup> Recurtiente resinico, marca registrada de la Basf, Alemania.

### 6.3.5 Blanqueado

La operación de blanqueado es solo usado en algunos casos, utilizándose baño de bicarbonato de sodio y luego de ácido sulfúrico, seguido de un fuerte lavado para tratar de quitar el ácido libre cuya presencia produce manchas y vuelve quebradizo al cuero. Esta quedando desplazada debido a la producción de recurtientes que rellenan y blanquean a la vez, motivo por el cual no se incluye en el diagrama de proceso mostrado en la sección 6.5.

### 6.3.6 Teñido

La operación de teñido se realiza en el fulón, después del recurtido, utilizando generalmente el mismo baño. Esta operación sirve para darle color al cuero, para esto se emplean colorantes tipo anilinas ácidas o básicas del color que se requiere obtener.

Una formula típica para calzado box – calf negro:

Agua	150%	Rotación continua del fulón, en el mismo baño del recurtido.
Anilina ácida negra	2%	Agregar, bien disuelta previamente en agua caliente T = 80°C.
Acido fórmico	0.5%	Agregar solo sí el baño a agotado totalmente. Sirve para fijar el colorante. El tiempo de teñido es 10 a 15 minutos aproximadamente.

### 6.3.7 Engrase

El engrase sirve para darle mayor suavidad al cuero. Para esto se usa agentes engrasantes (aceites y grasas) naturales y sintéticos. Los engrasantes naturales pueden ser vegetales (aceites de maíz, algodón, grasas de coco, de semillas de palma, etc.) y animales (aceites de pescado y aceite de pata de buey, etc.). Los engrasantes sintéticos, son de procedencia no biológica y pueden estar constituidas por parafinas, aceites minerales, olefinas, esterres de ácidos grasos, etc.



Los agentes engrasantes actúan como plastificantes, confiriéndole al cuero un buen poder de doblez, buena flexibilidad y resistencia al torque, evitando el cuarteamiento ante cualquier esfuerzo en el uso cotidiano, tal como los destinados a calzados o vestimenta (casacas).

El engrase se lleva a cabo en los fulones, utilizando el mismo baño del teñido.

Una formulación típica es:

Agua	150%	T = 60 – 70°C con rotación continua, se agrega cada uno de ellos previamente emulsionados, 1 Kg aceite/20 Kg. agua en un intervalo de 40 minutos.
Aceite de pata de buey	3.5%	
Aceite sintético	3.0%	
Aceite de pescado sulfatado	0.5%	

Luego de verificar si se agotado el baño se fijan con ácido fórmico con 0.5 – 1% algunas curtiembres tal como se menciona en la sección 6.1.4 recuperan el sebo y las grasas naturales contenidas en las carnazas de las pieles, aprovechándolas como engrasantes previa sulfonación.

### 6.3.8 Secado

La operación de secado consiste en eliminar el agua del cuero existen diversos métodos de secados, tal como:

Secado al aire libre.

Secado con aire con empleo de energía (sistema de recirculación, secado en canal, túnel, cámara)

Secado con infrarrojos, secado al vacío y secado por alta frecuencia.

La gran mayoría de las curtiembres emplea la operación de secado al vacío, por la rapidez con la que se ejecuta la operación, las curtiembres utilizan cámaras de secado en donde quitan el 70 – 90% de la humedad y luego del secado al vacío se tienden las pieles al aire para terminar al secado.

La operación de secado al aire libre, esta condicionada por el clima, por lo que en invierno se trata de extraer en el secado al vacío el máximo de humedad.

### **6.3.9 Lijado**

El lijado sirva para corregir los defectos eventuales en la flor ó en la producción de cuero volteado ó gamuzas. El cuero corregido en la flor se perfecciona en la etapa de acabado. Esta operación genera gran cantidad de polvo en la habitación, por lo que esta máquina debe de estar bien aislada, tener extractores y el personal debería de usar mascarillas. Las pymes incineran el polvo generado para calentar el agua para el teñido ó engrase.

### **6.3.10 Estiramiento**

En esta operación se consigue recuperar algo el área pérdida en los procesos húmedos, así como conferirle al cuero tacto parejo, dando una estabilidad dimensional, ya que por su constitución, las faldas son suaves, el cogote duro y se requiere que todo el cuero tenga la misma suavidad.

En el caso de la producción de napas para zapatillas, vestimenta y cuero para tapicería, la estabilidad se obtiene en la máquina ablandadora llamada molisa.

## **6.4 Proceso de acabado**

El proceso de acabado es la etapa final de producción del cuero para luego ser ofertado al mercado. En esta etapa se corrige los defectos de la flor con el uso de rellenantes, resinas acrílicas, y se le da color al cuero por el uso de pigmentos, penetrantes, ceras, ligantes acrílicos y lacas que le confieren el brillo y tacto deseado. A continuación se describen algunas de las operaciones de acabado; teniendo en cuenta que varían ampliamente del tipo de cuero que se desea.

### **6.4.1 Acondicionado**

El acondicionado del cuero solo se realiza cuando el cuero ha estado guardado por mucho tiempo. Consiste en rociar el cuero con la mano o spray levemente con agua para rehidratarlo.

#### **6.4.2 Palizonado**

Es el breve estiramiento de la piel por 2 – 3 seg. Por efecto mecánico actuando con gran tensión. Las máquinas usadas son la rueda, el brazo y la molisa.

#### **6.4.3 Tesado**

En esta operación el cuero se estira mediante un toggling, con clavos o ganchos para alisar la superficie del cuero. En esta operación se aprovecha el calor del secador, para obtener un cuero con la rigidez o soltura deseada.

#### **6.4.4 Batanado**

Es el golpeteo que se le da al cuero para darle mayor soltura o caída al cuero, generalmente se usa para cuero chico tipo vestimenta y se puede realizar en un fulón seco, agregando ciertos tarugos. El golpeteo de cuero con cuero otorga el acabado deseado.

#### **6.4.5 Pintado**

Aquí se le da al cuero el color deseado por medio de una pintura preparada con dispersión de pigmentos, penetrantes, cera, rellenantes, ligantes acrílicos y una rociada tipo spray con lacas.



**Foto:** Curtiembre Fénix SRL

Los agentes penetrantes otorgan una buena penetración de los pigmentos y cargas (buen anclaje) usadas para corregir los defectos en la flor, los ligantes acrílicos fijan los aditivos anteriores al formar una laminilla plástica a través de toda la superficie, las lacas provocan el brillo que se le quiere dar al cuero, lacas hechas con agua provocan un tono mate, mientras si son hechas con solvente otorga un tono brillante intenso.

En esta etapa hay gran emisión de solventes.

#### **6.4.6 Planchado**

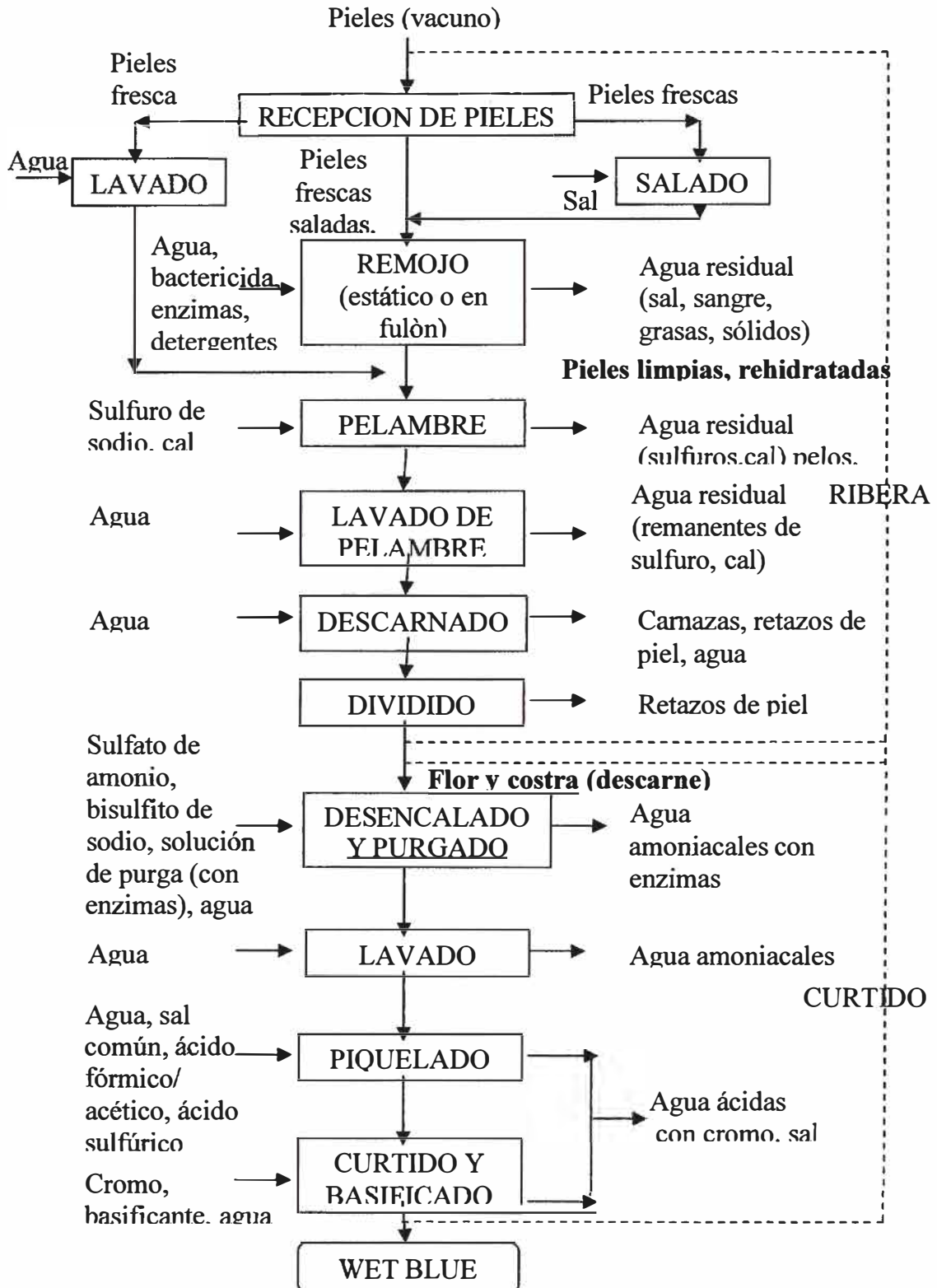
Es la última operación de acabado, el cuero pintado con la flor corregida pasa a una máquina que contiene dos placas una fija y otra móvil, calentadas por medio de vapor o por resistencias eléctricas, tal como se menciona en el capítulo 5, sección 3.2, aquí se alisa el cuero y se uniformiza la superficie. Cada placa tiene su propio acabado, lo que permite imprimir distintos tipos de grabado según requerimientos del mercado..



**Foto:** Curtiembre Pielés y Derivados Sr. de Muruhuay S.R.L.

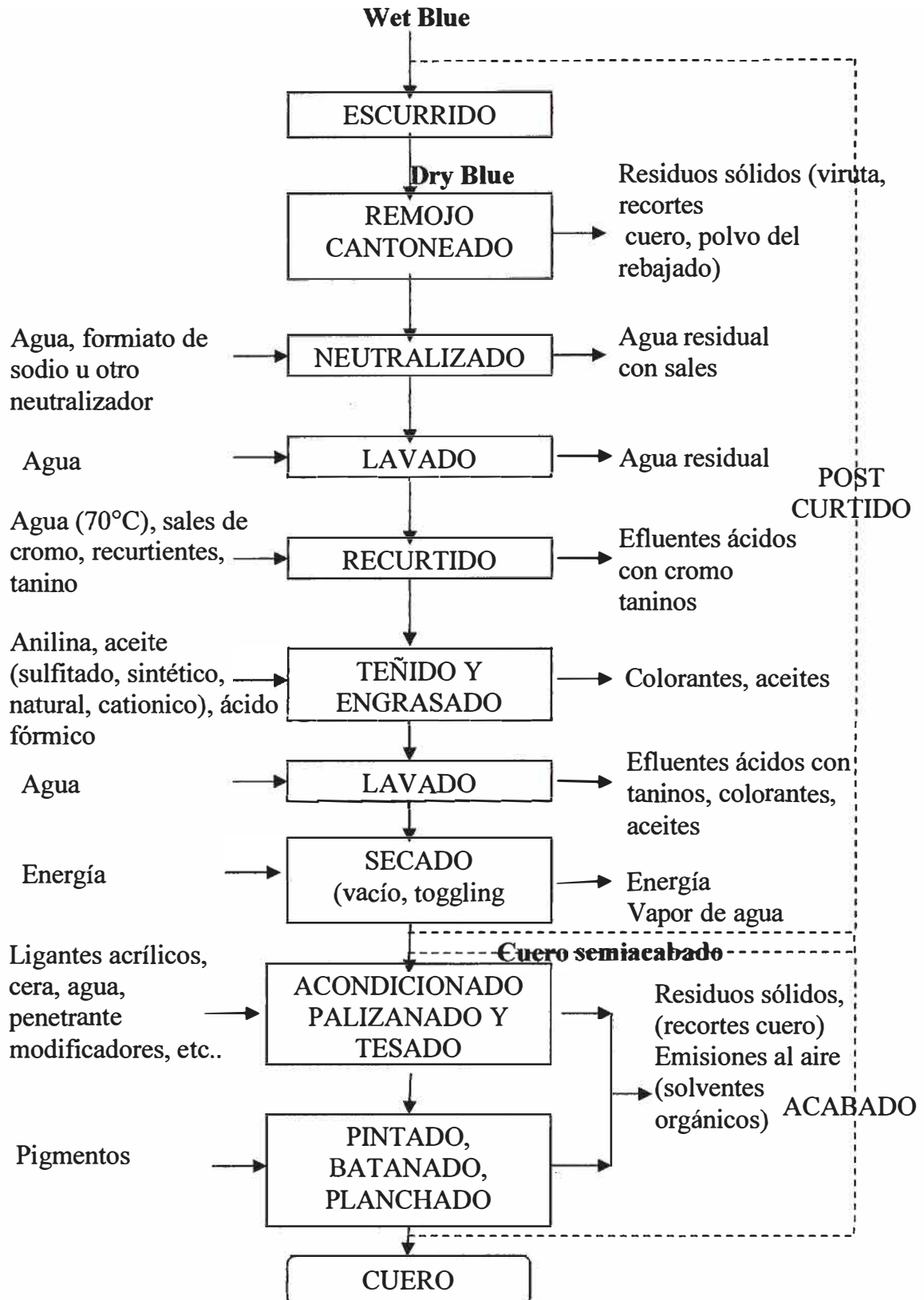
### 6.5 Diagrama de proceso

Figura 6.1: Diagrama de flujo típico para producción de wet blue a partir de pieles vacunas



Fuente: elaboración de CPTS

**Figura 6.2:** Diagrama de flujo típico para producción de cuero acabado



Fuente: elaboración de CPTS

## **VII. MEDIDAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN CURTIEMBRES**

El presente capítulo describe las tecnologías limpias más comunes aplicadas a las operaciones de curtiembres.

La gran parte de estas, pueden ser aplicadas, a todo tipo de empresas, ya que no es factor determinante la capacidad de producción, sean micro, pequeñas, medianas o grandes. Sin embargo algunas tecnologías pueden presentar ciertas limitaciones a las empresas, tal como, económica o de infraestructura, así, para implementar medidas como, el reciclaje de baños y la recuperación de cromo, implica inversión y construcción en tanques, bombas, accesorios, instrumentos de laboratorio, así como capacitación del personal dedicado a implementar las medidas preventivas y las costosas etapas de valorización de residuos.

Otra limitación que encuentran las empresas, es encontrar mercados, para el aprovechamiento de los residuos recuperados, así como, la obtención del espacio suficiente en la planta para nuevas instalaciones necesarias.

Estas son las principales razones, a las que se aferran, las pymes en el Perú y en América Latina (Bolivia, Ecuador, etc.), para no realizar cambios, existiendo un gran potencial para su aprovechamiento, trayendo mejoras económicas y ambientales.

Una alternativa, para solucionar este problema, es la creación de empresas prestadoras de servicios a las curtiembres, dedicadas a tratar los efluentes, recuperando los residuos de estos. La ventaja existente es que todos los lodos y efluentes, tienen casi la misma composición cualitativa, existiendo solo diferencia cuantitativa.

Otra, alternativa, para facilitar el tratamiento de efluentes y residuos, proveniente de las pymes, se planteo en la ciudad de Trujillo, tratando de reunir las en un parque industrial, creando así un “máquicentro”, con la adquisición de máquinas modernas y construyendo una gran planta de efluentes, que juntaría, todos los vertidos de cada proceso de distintos curtidores.

Debe recalcar, que antes, de implementar cualquier medida compleja y sofisticada, es necesario, que cada empresa, aplique los principios de las llamadas tecnologías blandas o buenas prácticas operativas, como también se les conoce. Es importante que cada empresa antes de introducir innovaciones, primero haga pruebas de escala y para ello es básico contar en sus instalaciones, con un pequeño fulón de pruebas.



**Foto:** Fulón de pruebas - Curtiembre Fénix S.R.L.

A continuación se presentan algunas tecnologías limpias más usadas en las curtiembres. En cada una de ellas, se describen las medidas y los beneficios económicos/ambientales que se obtienen al aplicarlos.

### **7.1 Recepción de Pieles**

#### **◆ Medidas**

Es importante tener pieles en las mejores condiciones posibles, esto se consigue aplicando buenas prácticas operativas en los mataderos, tal como:



- Eliminar la suciedad, sangre y estiércol. Según W. Frentrup, el estiércol pesa aproximadamente 6% del peso total de la piel fresca, así: por cada 1000 Kg de piel existente 60 Kg de estiércol que contamina el efluente con:

12 Kg sólidos totales

3 Kg sólidos suspendidos

2 Kg DBO

5 Kg DQO

0.6 Kg nitrógeno total

- Entregar pieles frescas a las curtiembres, lo más pronto posible, mínimo 24 horas.
- Los mataderos deben usar cuchillos en perfecto estado para evitar el desollé y cortes innecesarios que dañen la flor del cuero.
- En el caso de que el envío de pieles pase de un día, entonces se procede al salado de las mismas.

Buenas prácticas operativas aplicadas a mataderos y curtiembres serán:

- Mantener las pieles en lugares frescos y limpios.
- Apilar las pieles de manera que estén en contacto pelo con pelo y carne con carne, para evitar que se ensucien innecesariamente.
- Proceder si es posible directamente al descarnado.

◆ **Beneficios económicos/ambientales.**

**Pieles limpias y frescas siempre producirán:**

- Mejor calidad de cuero procesado.
- Menor tiempo de lavado.
- Menor consumo de agua y energía.
- Menor consumo de productos químicos de lavado (detergentes) y de conservación de la piel (sal, biocidas).
- Menor cantidad de carga orgánica al efluente.



**Foto:** Apilamiento de pieles – Curtiembre Fénix S.R.L.

### **7.2 Salado de pieles. Recuperación de la sal**

La sal agregada a las pieles para preservarlas de la descomposición en su almacenaje, si bien disminuye, el consumo de biocidas y otros preservantes, acarrea problemas ambientales, cuando es descargado a las aguas (efluentes) y los suelos provocando su salinización.

En Lima, muchas curtiembres ubicadas cerca de los ríos, tal como las localizadas en Huachipa (Ate – Vitarte), Huaycan y Ñaña (Chosica) descargan sus aguas a los ríos, alterando el ecosistema, ya que la gran mayoría de peces de agua dulce no tolera pequeñas concentraciones de sal.

Por lo tanto, es imperante, recuperar las sales para disminuir el impacto ambiental y para ello, se debe recuperar la sal, de preferencia en estado sólido, ya que su alta solubilidad hace más engorroso recuperarla en solución. Una práctica es recuperar parte de la sal, por el sacudido de pieles. Esto debe hacerse en lugares secos (es muy higroscópica) y limpios para no contaminarla.

Algunas alternativas para sustituir el consumo de sal, es el uso de cámaras refrigerantes, el uso de biocidas o mezclas de ácido bórico, cloruro de zinc con hipocloritos o cloritos sodicos y combinación de ácido acético con sulfito de sodio.

El problema que traen los sustitutos químicos es el incremento de DQO en los efluentes, todo esto se simplifica al usar pieles frescas en el proceso de curtido.

◆ **Medidas**

- Tratar en lo posible de trabajar con pieles frescas.
- En el caso de almacenaje, salar las pieles después del pre-descarnado. Al haber menos peso de la piel, menor será la cantidad de sal usada para preservarla. Según la Comisión Europea un almacenaje de pieles frescas menor de 6 semanas necesita 15% de sal.
- Recuperar la sal, mediante el sacudido de pieles, antes de su ingreso a la etapa de remojo.

◆ **Beneficios económicos/ambientales**

- Disminución del uso de la sal, tensoactivos y biocidas en el efluente.
- Recuperación de sal y su posible reutilización en otra operación de salado o en el piquelado.
- Disminución del costo de tratamiento de efluentes.
- Menor cantidad de carga química al efluente.

### **7.3 Pre-remojo y remojo**

La reutilización de los baños de pre-remojo y remojo trae consigo ahorro del consumo de agua e insumos químicos, tales como, humectantes o biocidas, cuyas concentraciones se desperdician al no ser reutilizados. Sin embargo, no debe olvidarse, que el fin principal de esta operación es eliminar la sal y suciedades, así como rehidratar la piel y por tanto al reciclar los baños se debe controlar el aumento de las sales y de cualquier excesivo ataque enzimático, producto de la carga orgánica (pelos, sangre, carne, etc.) que pueda producirse y que se va acumulando de operación a operación.

**◆ Medidas**

- Enviar las aguas a un tanque de almacenamiento, previo filtrado para eliminar arenas, trozos de pieles, carnes, estiércol, etc., en forma semejante a lo expuesto en la sección 7.5.2.
- Utilizar tanques de almacenamiento de fondo cónico para poder eliminar y descargar los lodos sedimentados, los cuales deben ser secados y separados como residuos sólidos.
- Sí fuera posible, eliminar los sólidos suspendidos por aireación de los baños, aprovechando la espuma generada por la concentración de humectantes.
- Bombear las aguas de remojo tratadas al fulón para ser usadas en otra etapa de remojo o en el pelambre.
- Las aguas de lavado del desencale y purgado se pueden usar en el remojo.
- Las pieles secas absorben agua por tanto, debe reponerse 20 a 30% de agua.

**◆ Beneficios económicos /ambientales**

- Disminución de agua e insumos químicos en el efluente.
- Tiempo de remojo más corto, el reciclaje de baño de purgado por las enzimas que contiene facilita la hidratación e hinchamiento de la piel.

**7.4 Descarnado antes del pelambre. Predescarnado de pieles**

Al procesar pieles predescarnadas, se trabajará con menores pesos y volúmenes de carga en los fulones, durante el pelambre, lo que permitirá una mayor eficiencia del proceso, facilitando un mejor depilado, debido a que se reduce la interferencia de tejidos y grasas adheridas a la piel, que fueron extraídos previamente.

Al haber menor peso, nos permite consumir menor cantidad de insumos químicos, disminuyendo la DQO del efluente. La disminución de la carga orgánica DBO, se obtiene al tener carnazas libres de productos químicos, cuyos usos pueden ser distintos al usado en curtiembres, y por tanto no estarán en contacto con los efluentes.

Según W. Frendrup la composición de las carazas es en peso seco:

35 – 40% de proteína

45 – 50% de grasa

15 – 20% de cenizas

Otra ventaja, es la mayor facilidad en el manejo y transporte de las pieles por parte de los operarios. Esto se debe al menor peso que tienen las pieles predescarnadas.

#### ◆ **Medidas**

- Pieles frescas bien lavadas, pueden descarnarse directamente sin necesidad de remojo.
- Pieles saladas necesitan necesariamente ser predescarnadas, luego del remojo.
- Debe trabajarse con pieles limpias. Pieles muy sucias (por estiércol, tierra, etc.) y aquellas con pelos muy largos producen irregularidad en el grosor de la piel dividida y produce atoros en la máquina, originando desgaste excesivo de las cuchillas.
- Se debe tener cuchillas muy bien afiladas y calibradas para evitar otro descarnado posterior.

#### ◆ **Beneficios económicos /ambientales**

- Mayor cantidad de pieles pueden ser procesadas en el fulón. Esto se debe a la reducción de volumen de las pieles.
- Según, manual de tecnologías limpias, de la OEA - CONCYTEC, se reduce entre un 10% y 20% la cantidad de insumos químicos necesarios durante el pelambre como agua, cal y sulfuro. Esto se debe a la reducción en peso que origina el predescarnado, siendo de 20 a 25% en pieles frescas y de 10 a 15% en pieles saladas.
- Permite obtener tejidos, carnes y grasas libres de productos químicos que podrían venderse y aprovecharse en otros procesos industriales, tal como, fabricación de goma, alimentos balanceados, jabones, etc.

- Reducción del volumen de residuos sólidos. Esto se debe a que el predescarnado reduce el peso de las carnazas en comparación con el que se obtendría, si se hace el descarnado después del pelambre. Según W. Frendrup el contenido del agua en las carnazas antes del pelambre llega hasta 60% y después del pelambre hasta 80%.
- Permiten tener baños más limpios en el pelambre, facilitando su reciclaje.
- El predescarnado mejora la penetración de insumos químicos en el pelambre.
- Mayor facilidad en el manejo de la piel, debido a su menor peso.
- Disminución de la carga orgánica DBO y química DQO en los efluentes. Esto permite un menor costo de tratamiento de estos.

## **7.5 Pelambre**

Es la operación que genera la mayor cantidad de contaminación en una curtiembre, variando la composición de los efluentes, según el tipo de pelambre, que se use. Siendo el más usado por las pymes el convencional (con destrucción de pelo) la sección 6.1.3, especifica los distintos tipos de pelambre, así como el aporte de las cargas químicas y orgánicas a los efluentes generados, en esta operación. En esta sección, como medidas preventivas de contaminación, se realiza un control óptimo de las variables y el reciclaje de los baños residuales de un pelambre convencional, así como la aplicación de nuevos tipos de pelambre, en los que no se destruye el pelo, llamados pelambres Hair-Save.

Entre las principales técnicas de prevención de la contaminación en los efluentes, se tiene:

### **7.5.1 Control óptimo de las variables**

Las principales variables a controlar son: el tiempo, la temperatura, el ph y la concentración de sulfuro, así como la velocidad de rotación del fulón, ya que cualquier cambio incide directamente en la destrucción del pelo y en la composición del efluente.

Muchas de las medidas que se dan a continuación, pertenecen al grupo de buenas prácticas operativas.

#### ◆ **Medidas**

Trabajar con recetas y fórmulas optimizadas.

Cada empresa debe buscar estandarizar su proceso, de tal forma, que se tenga el mínimo consumo de sulfuro, cal, agua y energía. Esto se determina usando el fulón de pruebas. Por ejemplo muchos curtidores trabajan en sus formulaciones con 1% de tensoactivos no iónicos, como humectantes comerciales del 33% de concentración, al cambiar, estos por otros de 99% de concentración y adecuados a los ph de trabajo, no solo debe usarse la tercera parte, sino que muchos rinden más, pudiéndose usar la cuarta parte, de lo que se usaba al inicio, lo mismo sucede cuando se cambia de marcas de sulfuro de sodio y cal.

Controlar y optimizar el tiempo de pelambre, temperatura y el ph del baño.

Muchos curtidores con la finalidad de ahorrar tiempo, adicionan mayores cantidades de sulfuro de sodio y cal, concentrando los efluentes con estos insumos, mientras otros utilizan tiempos de operación más largos que lo necesario (ya que aunque el fulón no gire, los productos siguen actuando) provocando una mayor destrucción de pelos, lo que trae un efluente más difícil de tratar.

La adición del sulfuro y la cal debe darse de tal forma, que la temperatura se mantenga dentro del rango óptimo de 30- 40°C, en este rango la piel se extiende, disminuyendo las arrugas y teniendo un mejor rendimiento de la piel. Si se agregará, rápidamente el sulfuro de sodio, se originaría una elevación de temperatura mayor a 40°C, con riesgo a “quemar” el cuero produciendo un cuero acabado, con poca resistencia a la tracción y quebradizo.

Por último, no debe descuidarse el valor del ph del baño. Como se sabe, un valor de  $\text{ph} \leq 8$ , permite el desprendimiento de gas sulfhídrico, gas venenoso y asfixiante.

#### ◆ **Beneficios económicos /ambientales**

No desperdicios de sulfuro de sodio, cal y agua.

Cargas menores y homogéneas de contaminantes en los efluentes.

Calidad uniforme en los cueros procesados.

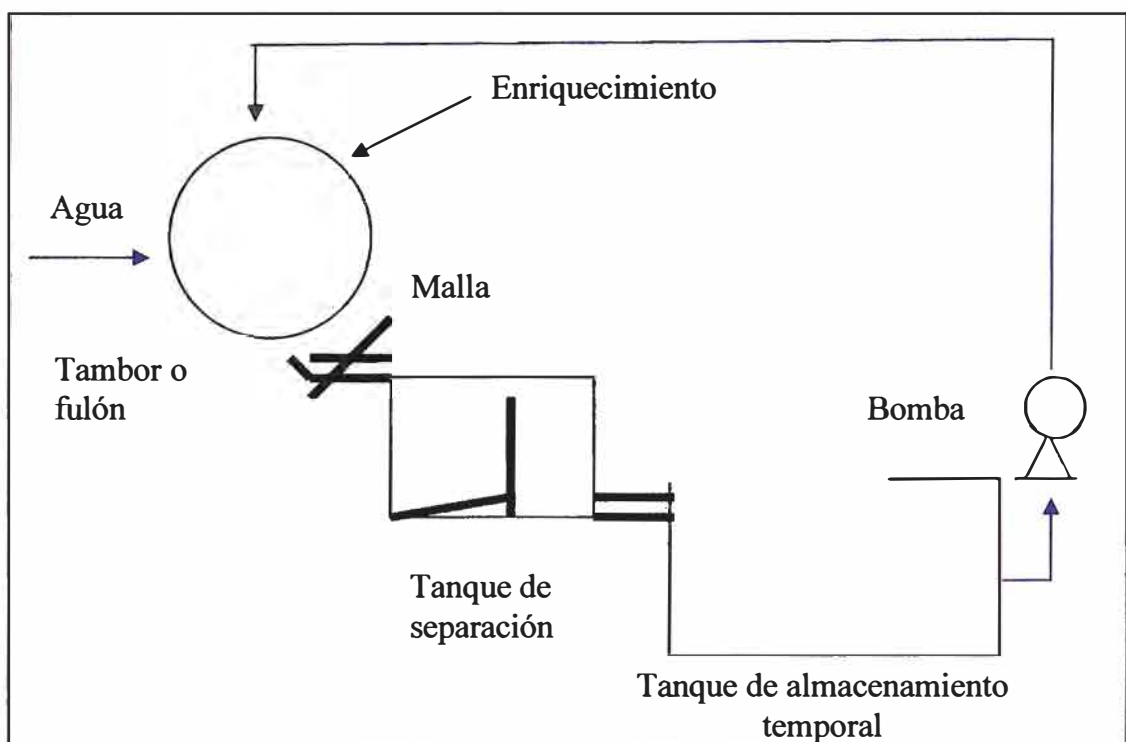
### 7.5.2 Reciclaje de los baños residuales y reutilización de los residuos del pelambre

La recirculación de los baños de pelambre y de sus lavados, nos permite aprovechar cantidades de cal y sulfuros remanentes en cada operación, su uso nos produce ahorros del orden del 20 a 50% de sulfuro y del 40 a 60% de cal, según cifras extraídas del Manual de Tecnologías Limpias de OEA - CONCYTEC, 2006.

La recirculación de los baños disminuye sensiblemente la descarga de contaminantes a las plantas de tratamiento. Esto se traduce en una reducción del costo y el tamaño de las plantas de tratamiento.

El sistema debe estar provisto de un recipiente o pozo con base cónica, que colecte los efluentes del pelambre, tal como muestra la figura 7.1. Previo a una filtración, por medio de una malla fina de 5 mm de luz, hecha de acero inoxidable, hierro galvanizado, de nylon, de cualquier material resistente al medio básico y cuya inclinación es de 35 – 45° ver apéndice F, figura F1. Lo ideal es separar el pelo del agua de pelambre tan pronto como haya sido extraído de la piel. El pelo remanente será separado, en el decantador de base cónica, junto con los lodos.

**Figura 7.1:** Reciclaje de los baños de pelambre convencional





Según W. Frendrup cada 1000 Kg de pieles frescas genera 150 Kg de residuos o lodos que en su gran mayoría quedan atrapados en el filtro. Los lodos contienen sustancias orgánicas, tal como pelos, grasas, jabones y materia inorgánica, como cal insoluble, carbonatos, sílice, etc.

La capacidad del tanque cónico debe ser mayor a la del agua que se utilice en el pelambre.

Como se observa en el esquema puede utilizarse un tanque de almacenamiento temporal, donde se repone el agua faltante. Se estima que en cada ciclo de pelambre se pierde entre 40 y 60% del agua (porcentaje basado en el peso de las pieles que ingresan al pelambre). La pérdida es debida a los derrames, a la evaporación y a la absorción de agua por las pieles (hinchamiento).

En este tanque de almacenamiento se verifica las concentraciones de sulfuro y cal y las cantidades de sal (medida de densidad, grados Baumé), el diseño de este tanque es opcional, tal como se observa en el apéndice F, figura F2, debido a que muchas empresas controlan las concentraciones directamente en el fulón. Posteriormente se bombea al fulón donde se completa con las concentraciones óptimas de cada insumo.

El chequeo de la sal es importante, porque al aumentar su concentración se inhibe el hinchamiento, dando pelambres deficientes.

Según el informe del MITINCI, 2002, el baño original puede ser re-utilizado 4 - 6 veces sin ningún inconveniente. Los baños que ya no se pueden reciclar deben ser tratados para eliminar el sulfuro residual por oxidación, antes de su descarga.

#### ◆ **Medidas**

- Agregar al primer baño las cantidades de sulfuro de sodio y cal indicada en la fórmula optimizada del proceso.
- Filtre el baño residual con ayuda de una malla fina de 1 – 5 mm de luz y con inclinación de 35 – 45°.
- Reciba los efluentes filtrados en un tanque decantador con base cónica, para separar los sólidos sedimentables, lodos y grasas sobrenadantes.

- Transfiera el líquido decantado a un tanque intermedio de reposición de agua y control de concentraciones de insumos.
- Bombear el agua al fulón y añada los reactivos necesarios hasta llegar a las concentraciones necesarias iniciales.
- Inicie el proceso de pelambre con el lote siguiente en forma habitual.

◆ **Beneficios económicos /ambientales**

- Ahorro de agua y de reactivos químicos en un 40 a 60%.
- Reducción del costo de tratamientos de las aguas residuales.
- Reducción de la carga orgánica y química en los efluentes.

La tabla 7.1, extraída de la Comisión Europea muestra la reducción de descarga en los efluentes.

**Tabla 7.1:** Reducción de descargas en el efluente total por reciclaje de baños agotados de pelambre.

Parámetro	Porcentaje de reducción (%)
DQO	15 – 40
Nitrógeno total Kjeldahl	15 – 40
Sulfuro	50 – 70
Sólidos totales	50
Agua	70

**Fuente:** Best Available Techniques for the Tanning of Hides and Skins – Commission European

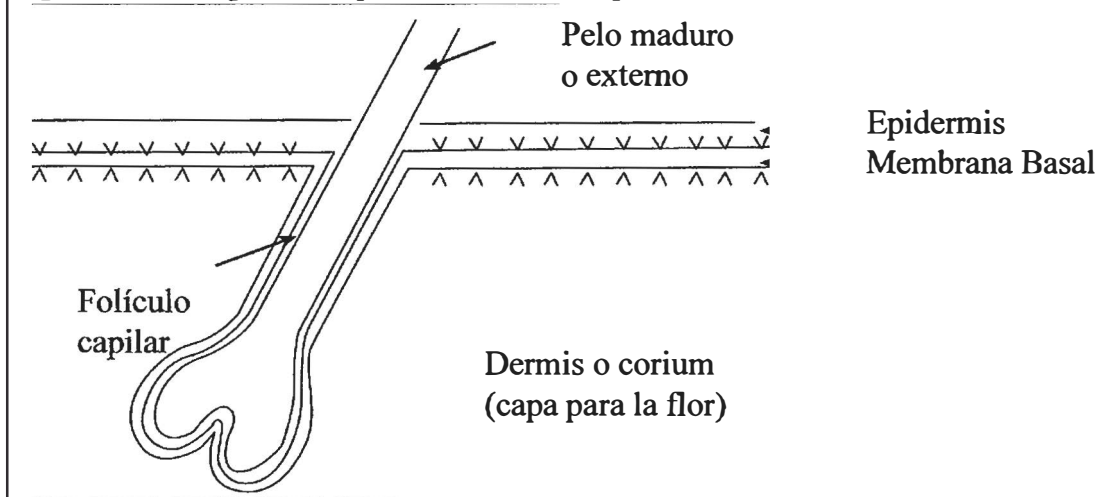
### 7.5.3 Pelambre sin destrucción de pelo. Pelambre Hair – Save

El objetivo del método Hair – Save, es realizar el pelambre sin destruir el pelo. Esto se consigue al lograr el acondicionamiento de la piel, para disolver la raíz del pelo, con poco daño del pelo maduro o externo, ver figura 7.2; la mayoría de estas técnicas protegen la cistina del pelo y dejan que los sulfuros destruyan solo los folículos del mismo.

Este mecanismo es llamado de inmunización. El pelo se puede inmunizar con diferentes agentes químicos o enzimáticos, que solo retardan, el efecto de la

destrucción del pelo por el sulfuro, por lo que es muy importante separarlo inmediatamente para evitar que este lo continúe disolviendo.

**figura 7.2:** Diagrama esquemático de las capas de la piel



**Fuente:** Hair – save unhairing methods in leather processing – W. Frentrup

Actualmente existen en el mercado fulones con capacidades para separar el pelo, reciclar el baño y además controlar las condiciones de operación.

El pelambre Hair – Save puede ser:

#### **a.- Pelambre con cal y sulfuro de sodio**

Es una variación del método tradicional, ya que usa los mismos componentes que un pelambre convencional y solo varía el orden y adición de insumos químicos así como las variables del proceso. Así la 1<sup>o</sup> fase, consiste en tratar la piel solo con cal y agua durante un lapso de 0.75 – 1.5 hr. Aquí se consigue el hinchamiento de la piel y la abertura de los folículos capilares. Ver tabla 7.2.

**Tabla 7.2:** Parámetros para el acondicionamiento de la piel

Parámetro	Rango
Agua	100 – 150%
Cal	1 – 1.5%
Ph	12.5 – 13%
Tiempo	45 – 90 min.

**Fuente:** Proyecto demostrativo CPTS

En la 2° fase, se aprovecha la abertura de los folículos por el tratamiento anterior, para luego agregar de 0.25 – 0.5% de sulfuro de sodio, según indica la tabla 7.3.

**Tabla 7.3:** Consumo mínimo de sulfuro para Hair – Save

% Agua	% Sulfuro de sodio [60% Na <sub>2</sub> S]	Dosificación S <sup>2-</sup> [Kg. S /t piel cruda]
50 – 100	0.5	1.25
200	1.0	2.5
300	1.5	3.7

**Fuente:** E. Heidman: The Mechanism of Hair – Save

En esta etapa el sulfuro de sodio ataca con mayor rapidez a la queratina de las raíces del pelo que a la del pelo maduro. Esta diferencia de velocidad permite que el pelo salga integro. Terminada la depilación se pasa a la última etapa de filtración. La 3° fase de filtración puede realizarse en filtros rotatorios, o en fulones que filtran y reincorporan los licores de pelambre continuamente.

#### **b.- Embadurnado con cal y sulfuro de sodio**

Este método es utilizado por muchas pymes en la zona de “La Esperanza” Trujillo, para el depilado de pieles de carnero y es conocido como “cachimbeado”. El depilado no se realiza en el fulón (método manual), excepto que quede un pelo residual remanente en las pieles, el cual es removido con una mínima cantidad de sulfuro de sodio en el fulón.

El método consiste como sigue:

**Primero**, crear una pasta según la siguiente formulación:

Cal	2 – 3%
Sulfuro	2 – 4%
Humectante	0 – 2%
Agua	_____

**Segundo**, embadurnar o empastar la piel, con la pasta por el lado de la carne, dejando un tiempo de media hora.

**Tercero**, se arranca el pelo el cual se remueve con facilidad en forma manual.

**Cuarto**, el pelo extraído se selecciona según su limpieza, tamaño y conservación de la fibra en sacos, para venderlo como lana a la industria textil.

**c.- Pelambre con sulfuro ácido de sodio (NaHS) y cloruro de calcio (CaCl<sub>2</sub>)**

Este método fue propuesto por el grupo holandés “TNO” aquí las pieles son remojadas en un baño que contiene sulfuro ácido de sodio y cloruro de calcio, a un ph aproximado de 10 ( $\text{ph} \leq 8$  genera liberación de gas sulfhídrico). Posteriormente se separa el baño, para ser usado en otro lote de remojo.

Las pieles remojadas son tratadas con solución de soda cáustica, la cual transforma (en la raíz del pelo con mayor rapidez que en la superficie) el ion sulfhídrico HS<sup>-</sup> en ion sulfuro S<sup>2-</sup>, el cual destruye el pelo y lo separa de la piel.

Por último se filtra la solución y se recupera la solución filtrada, que posee baja concentración de sulfuro para ser reciclada.

◆ **Medidas**

- Inmunice el pelo con hidróxidos o bases.
- Añada un agente reductor como sulfuros o sulfhidratos.
- Separe el pelo lo más pronto posible. Por filtración.
- Reutiliza los baños, en lo máximo posible.

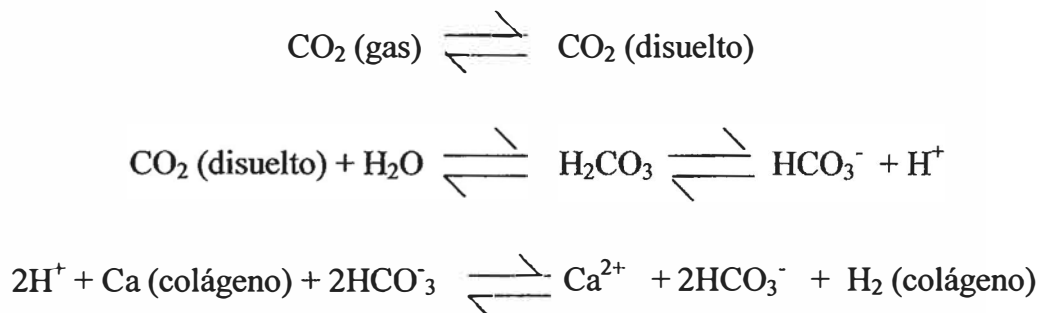
◆ **Beneficios económicos /ambientales**

- Ahorro en el uso de cal y sulfuro de sodio.
- Mayor facilidad en el manejo de residuos.
- Aprovechamiento del pelo recuperado. Se puede fabricar abonos o vender como lana a la industria textil.
- Menor disposición de lodos de cal.
- Disminución de la carga orgánica DBO<sub>5</sub> en el efluente, esto se consigue al evitar la disolución del pelo.
- Disminución de la carga química DQO en el efluente.

### 7.6. - Desencalado con bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

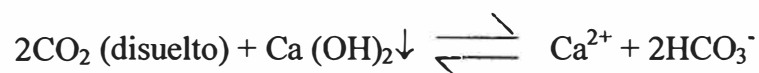
El objetivo de esta medida es realizar la operación de desencale con una sustitución total ó parcial de las sales de amonio por CO<sub>2</sub> y/o ácido bórico, ácidos orgánicos débiles, la Comisión Europea recomienda usar ácido acético, fórmico, ácido láctico o lactato de magnesio. Al aplicar esta medida se consigue una disminución de la carga de nitrógeno, que se manifiesta, en una eliminación del olor a amoníaco.

Esta técnica consiste en burbujear dióxido de carbono, hasta sobresaturación en el baño de desencalado. El CO<sub>2</sub> disuelto, produce ácido carbónico, cuyos protones desplazan a los iones calcio Ca<sup>2+</sup> mediante la protonación de los grupos carboxílicos (-CO<sub>2</sub><sup>-</sup>) del colágeno, tal como muestra, las siguientes reacciones:

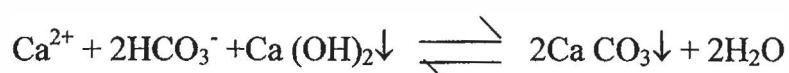


Como resultado de esta reacción, se forma HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> que al no precipitar con los iones Ca<sup>2+</sup>, se mantiene junto a este, en solución y son eliminados por drenaje.

De forma similar, se produce, el desplazamiento de los iones Ca<sup>2+</sup> que se encuentran, como hidróxido de calcio Ca (OH)<sub>2</sub> libre sobre la piel, tal como indica la siguiente reacción.



Es importante trabajar con baños saturados de CO<sub>2</sub> ya que una deficiencia en este, provoca precipitación del carbonato de calcio CaCO<sub>3</sub>↓, el cual produce manchas sobre la piel, (las denominadas manchas de cal) según la siguiente reacción:



El ph final óptimo del proceso es de 8 a 8.5, sin embargo algunos curtidores prefieren fijarlo en función al ph de trabajo de las enzimas, en la etapa posterior de piquelado. Así, si el ph esta entre 6.5 a 7.0 (no debe ocurrir hinchamiento ácido de la piel) y se acostumbra agregar 0.4% de sulfato de amonio por peso de piel, solo sí el grosor de la piel es mayor a 3 mm o cuando se usan pieles sin dividir. Asimismo para evitar la formación de ácido sulfhídrico ( $H_2S$ ) a  $ph \leq 8$ , se debe agregar oxidantes como peróxido de hidrogeno (aunque este daña la madera de los fulones) o bisulfito de sodio, con el peligro de formar bióxido de azufre ( $SO_2$ ). Una desventaja de este método, es que es eficiente en pieles delgadas (ovinos, camélidos) o en pieles divididas, más no en pieles gruesas (vacunas, equinos).

◆ **Medidas**

Agregar agua oxigenada (peróxido de hidrógeno) en un rango de 0.1 a 0.2% para evitar la generación de sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ).

Hacer burbujear el  $CO_2$ , el cual puede ser inyectado directamente al baño. La cantidad de  $CO_2$ , que se recomienda adicionar fluctúa en el rango de 1 a 1.2% sobre el peso de las pieles en tripa, según W. Frendrup. El  $CO_2$  es expandido al mercado en botellas de alta presión y requiere de un intercambiador de calor, puesto que los gases salen a temperaturas muy bajas. Puede usarse el  $CO_2$  que es expulsado de las calderas que utilizan gas natural libres de  $SO_2$ , enfriados a la temperatura ambiente y libres de hollín.

Se recomienda mantener la temperatura en el rango de 32 a 35°C, temperaturas mayores pueden deteriorar la piel (Kustula Werver, pruebas hechas en Finlandia).

Controlar el ph de operación. El ph final óptimo esta en el rango de 8 a 8.5.

◆ **Beneficios económicos /ambientales**

Mejor calidad de pieles/cuero descalcadas, debido a una disminución suave del ph.

Disminución de la carga de nitrógeno contenida en el efluente, así como, la eliminación de olor a amoníaco. Las descargas de nitrógeno pueden reducirse desde 3.8 Kg. /t en las operaciones convencionales con sales de amonio, hasta 0.02 Kg. /t en el desencalado con CO<sub>2</sub>. Se produce una disminución del 20 a 30% en las descargas de nitrógeno total Kjeldahl en el efluente según la Comisión Europea.

### **7.7 Piquelado y curtido al cromo**

El objetivo principal de todas las medidas es disminuir el contenido de cromo trivalente en los efluentes, para ello se definirá, los siguientes términos.

**Eficiencia de curtido.-** Es el porcentaje en peso de cromo que se fija al colágeno de la piel respecto a la cantidad total de cromo ofertado.

**Cromo fijado.-** Es el cromo que permanece unido al colágeno de la piel incluso después de las operaciones que siguen al curtido.

**Oferta de cromo.-** Es el porcentaje en peso, de óxido de cromo que se añade al baño de curtido por unidad de peso de la piel a ser curtida.

**Concentración de cromo.-** Es la cantidad de peso de cromo que se encuentra en solución por unidad de volumen. Ejemplo: gr. /lt.

**Temperatura de encogimiento.-** La temperatura a la cual la piel o cuero inicia su contracción cuando se calienta gradualmente sumergiéndolo en agua. Según J. Ludvick, la temperatura de encogimiento mínima recomendada es de 100°C.

De forma similar al pelambre, las descargas de cromo pueden disminuirse aplicando las siguientes técnicas.



### **7.7.1 Método de alto agotamiento**

Este método necesita optimizar la concentración de cromo en el baño, así como realizar un riguroso control de las condiciones de curtido, para poder reducir la cantidad de cromo en los efluentes.

#### **a.- Optimizar la concentración de cromo en el baño**

Este método necesita optimizar la concentración de cromo en el baño curtido, para ello es necesario trabajar con baños más pequeños con valores de 20 a 30% en relación al peso de la piel.

Como es lógico, la concentración de cromo disuelto varía en función del volumen de agua utilizado para preparar el baño de curtido, y se sabe, que a mayor concentración de cromo disuelto en el baño, se obtiene mayor velocidad de reacción entre el colágeno y el cromo, así como, una mayor penetración del metal trivalente en la estructura de la fibra. Por lo tanto, es conveniente incrementar la concentración de cromo, esto se consigue utilizando el porcentaje mínimo de agua en el baño de curtido, teniendo en cuenta que se debe tener el volumen necesario que permita realizar la operación mecánica del curtido, sin dañar la piel.

Al disminuir la cantidad de agua, obliga al curtidor ha reemplazar, sus bótales por nuevos, con motores más potentes y engranajes dimensionados para cargas mayores y así evitar, futuros problemas de enredo de las pieles. Esto último propicia problemas de quebraduras, arrugas y deficiente distribución de los insumos químicos de la piel a tratar.

Según informe del MITINCI, 2002, algunas de las modificaciones a considerar son:

- Cambio de motorreductor.

- Cambio de motor y fajas (sí es por transmisión).

- Cambio de la caja eléctrica de arranque (solo en caso que no se soporte la nueva potencia instalada).

- Evaluar el dimensionamiento de cables eléctricos.

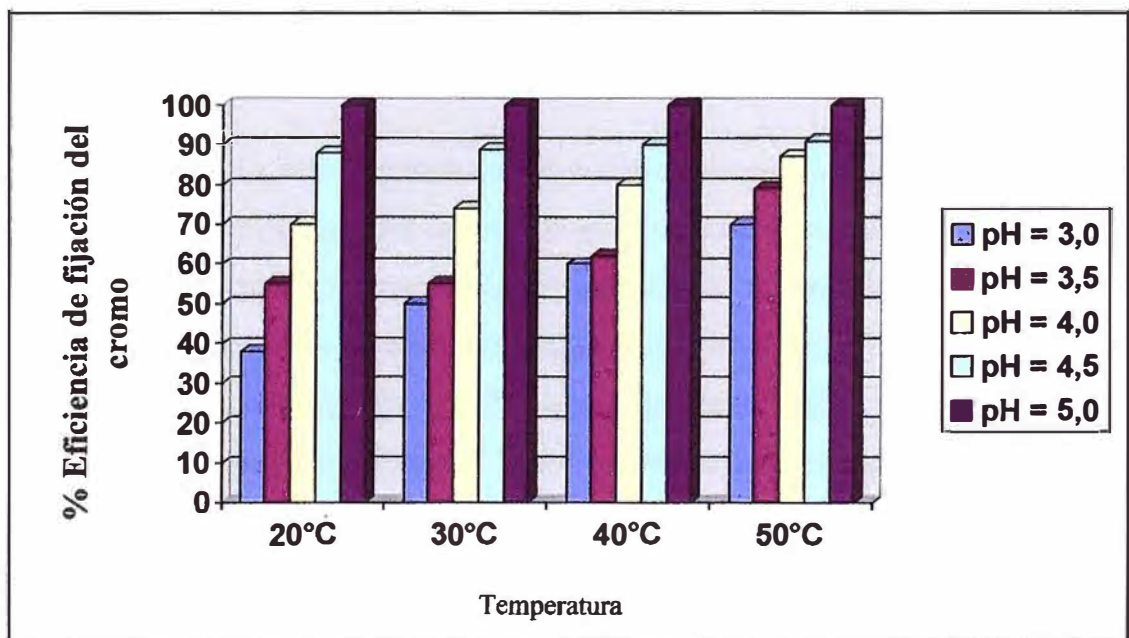
- Verificar si los herrajes (corona y/o piñón) pueden absorber cargas mayores, caso contrario cambiarlos.

Se estima un período de instalación de esta recomendación entre 45 a 60 días, esto no incluye trabajos de laboratorio. La principal restricción, es el elevado costo que representa los cambios de componentes de rotación de los fulones. Esto limita su aplicación en muchas pymes, que trabajan con fuertes restricciones de presupuesto. Sin embargo estas medidas pueden ser aplicadas a empresas nuevas.

#### b.- Optimizar valores de ph, temperatura y tiempo de curtido al cromo

Concentraciones altas de cromo, mejoran su fijación a la piel. Esto exige que el curtidor este dispuesto a modificar su proceso, ya que van a trabajar con mayores concentraciones. Según J. Ludvick – informe UNIDO, 1998 los valores de ph entre 4.5 a 5 y los de temperatura entre 40 a 50°C producen las mayores eficiencias, esto se basa, en la figura 7.3.

Figura 7.3: Efecto de ph y de la temperatura al final de la operación del curtido, sobre la eficiencia de la fijación del cromo en el colágeno



Fuente: Extractado de "Chromo management in the Tanyard", J. Ludvik – UNIDO (1998)

Sin embargo, debe tenerse en cuenta los siguientes aspectos en relación a estos parámetros.

**Ph.-** Mientras mayor sea el valor de ph, mayor será la cantidad de cromo fijado en el colágeno. Sin embargo valores de ph superiores a 4.2 producen manchas en la

piel, por la precipitación de cromo en forma de hidróxido. Esto limita al método convencional, ver tabla 7.4, si se desea trabajar con valores de ph de 4 a 4.7, debe hacer uso de enmascarantes. Por ejemplo: ácidos carboxílicos que previenen la precipitación. Mientras más enmascarada sea la sal de cromo mayor será la facilidad de penetración y menor el peligro de sobrecurtición.

**Tabla 7.4:** Tabla comparativa para curtido método convencional y método de alto agotamiento.

Parámetros	Rango optimo	Rango optimo	Observaciones
	Met. Convenc.	Met. Alt. Agot.	
Ph	3.8 – 4.2	4.0 – 4.7	Al final del curtido.
Temperatura	35 – 40	40 – 42 o más	Al inicio trabajar a temperatura ambiente y subir lentamente.
Tiempo	12 – 15	ND.	Depende de la calidad del cromo, basificante, tratamiento previo de la piel y acción mecánico.

**Fuente:** (1) Visitas de sondeo a curtiembres en Lima – Perú 2006

(2) Manual Tecnologías Limpias, CONCYTEC, 2006.

N.D.: No disponible.

**Temperatura.-** El incremento de la temperatura aumenta la fijación de cromo en el colágeno, sin embargo, por encima de 40°C se pueden producir daños a la piel, esto limita el método convencional, ver tabla 7.4. El método de alto agotamiento trabaja con temperatura entre 40 a 42 en algunos casos hasta 50°C, por medio de la elevación gradual después de 4 horas de iniciada la adición de cromo al fulón. Cabe resaltar, que al trabajar con baños pequeños se aprovecha la temperatura generada por la fricción entre los cueros y las paredes del botal.

**Tiempo.-** Un mayor tiempo de proceso permitirá que más cromo se fije sobre el colágeno.

#### ◆ **Medida**

Trabajar con baños más pequeños de 20 a 30% en relación al peso de la piel.

Aumente los valores de ph entre 4.0 a 4.7.

- Aumente los valores de temperatura de 40 – 42°C o más.
- Aumente el tiempo de curtido.
- Utilice fuentes de curtido especial, sales auto basificantes y agentes enmascarantes de cromo.

◆ **Beneficio económico /ambientales**

- Disminución del volumen de aguas residuales.
- Reducción del consumo de cromo, debido al incremento del agotamiento de 80 a 98% frente al 60% del sistema convencional.
- Reducción de las descargas de cromo al efluente, en un 35% según Document of the Unido.

### **7.7.2 Reciclaje de los baños residuales de curtido**

Es otra de las tecnologías limpias que nos permiten tener efluentes con bajo contenido de cromo, a la vez, que se aprovecha las cantidades remanentes de insumos químicos que están presentes en los baños residuales.

Las aguas de reciclaje pueden ser del curtido de todo tipo de piel ya sea plena flor, costras o carnazas, de aguas de enjuagues o escurrido.

Según la Comisión Europea, deben ser evaluados, los baños residuales, para determinar si resulta factible económicamente reciclar los baños iniciales con eficiencias superiores al 80% en fijación de cromo.

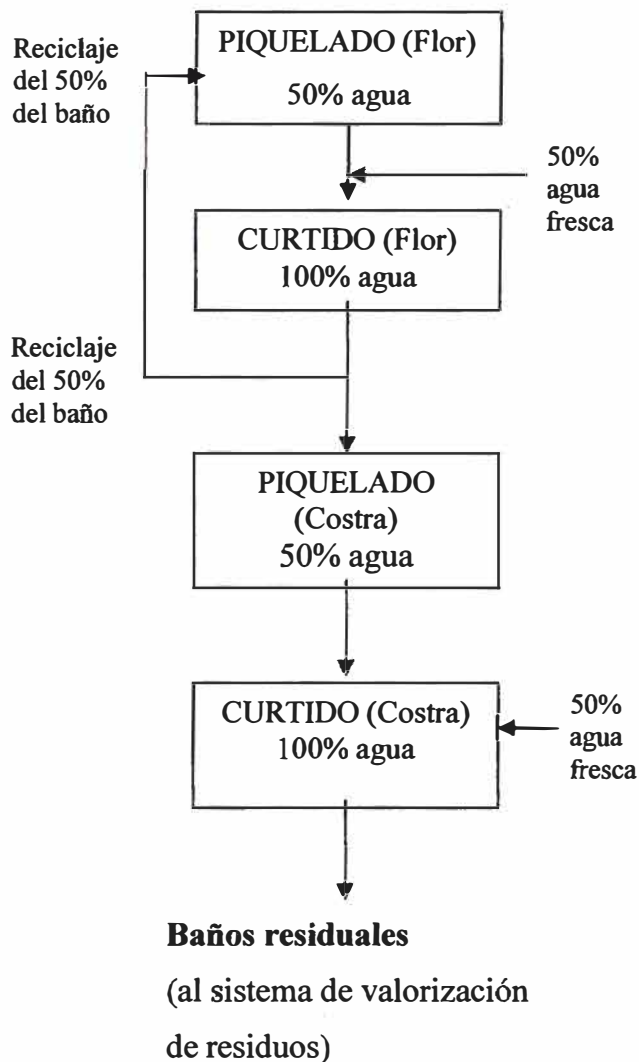
En el Perú, se realiza la operación de piquelado y curtido en un mismo baño, esto hace posible reciclar los baños. Sin embargo, debe tenerse en cuenta, que la operación de piquelado usa mayor volumen de agua que la del curtido, por lo que se tendrá un excedente de agua ha ser tratada.

Asimismo, W. Frentrup, estima una eliminación de agua del 25 – 50% sobre el peso de la piel/ cuero encalada durante la operación de piquelado/curtido. Esto es, importante, ya que debemos trabajar con un volumen tan bajo como sea posible, en el baño de curtido.

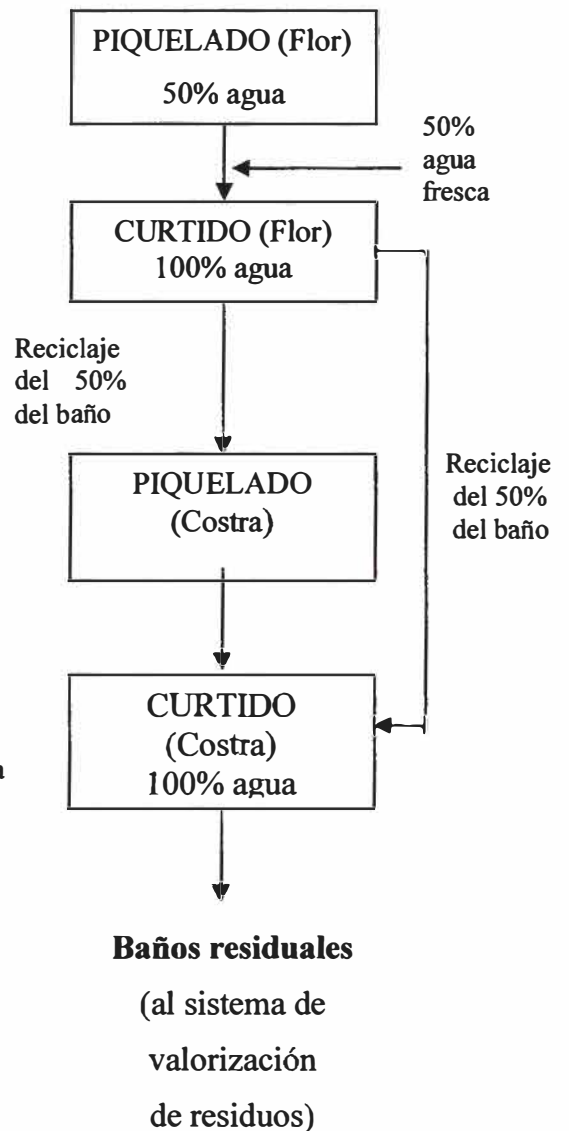
Los volúmenes excedentes pueden ser reciclados para el curtido de costras o carnazas, recurtido de la misma piel o para el curtido de pieles menores (ovinos, conejos, etc.) según se muestra en los siguientes esquemas:

**Figura 7.4:**

Ejemplo de reciclaje de baños residuales de piquelado y curtido para la flor y costra.

**Figura 7.5:**

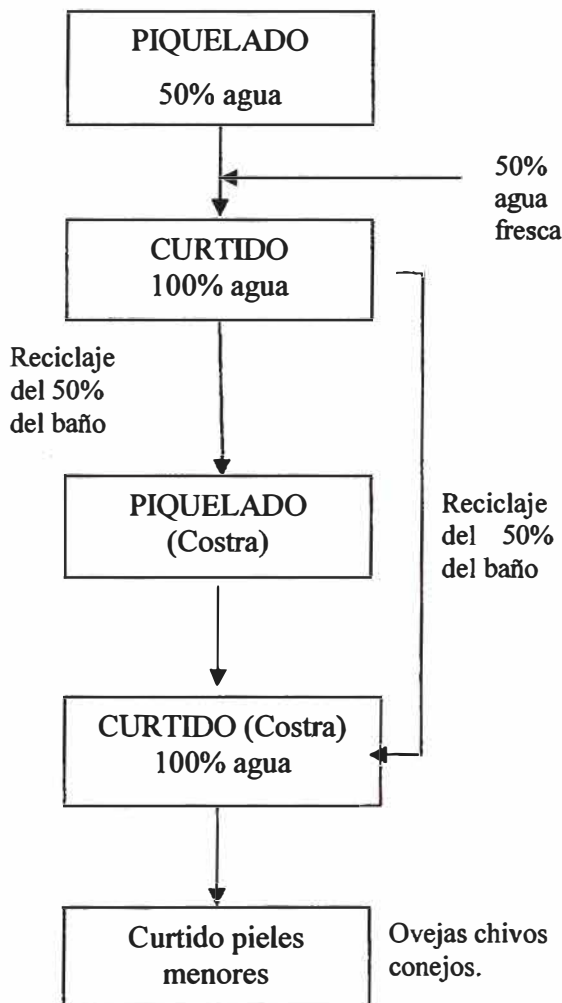
Ejemplo de reciclaje de baños residuales de piquelado y curtido para la costra.



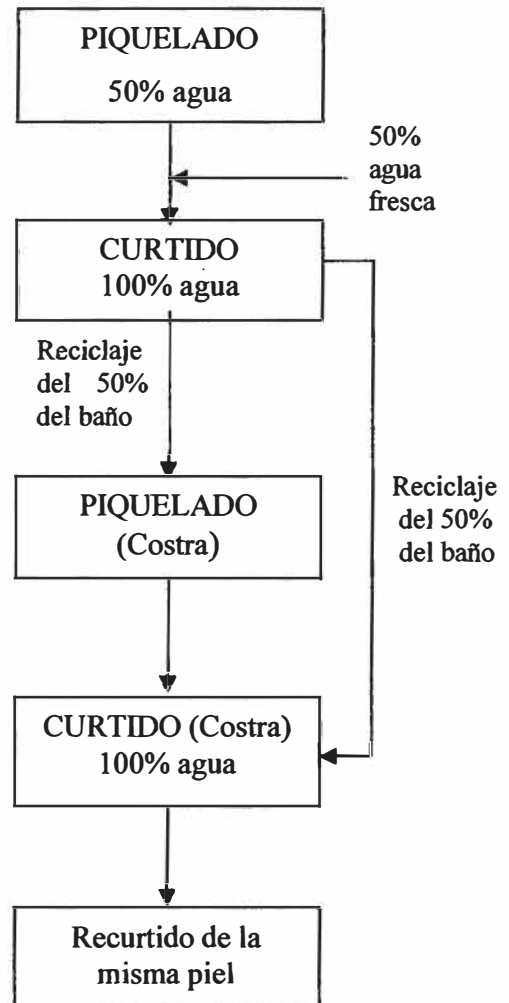
En ambos casos hay que verificar si los baños residuales pueden ser utilizados en el curtido o curtido de pieles menores, como ejemplo se toma la figura 7.5:

**Figura 7.6:**

Reciclaje de baños residuales de piquelado, curtido para costra y curtido para pieles menores.

**Figura 7.7:**

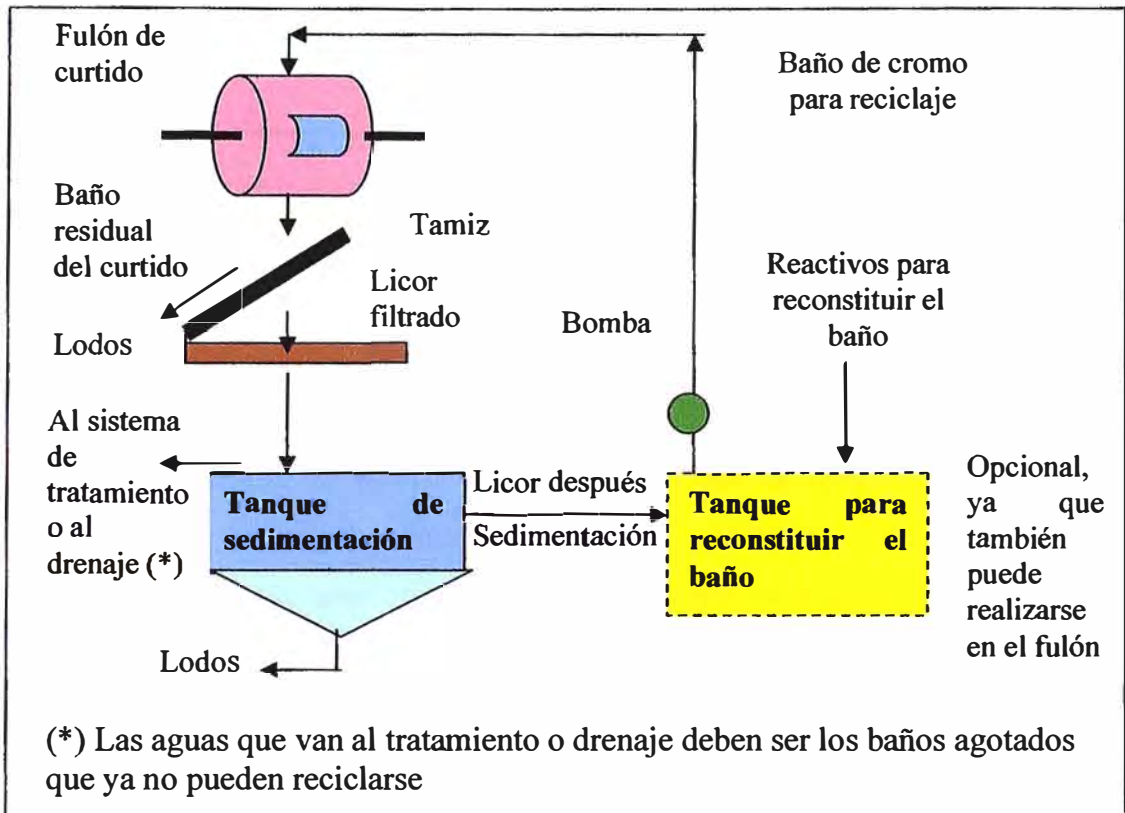
Reciclaje de baños residuales de piquelado, curtido para costra y recurtido de la misma piel.



Un diagrama general de reciclado de baños de piquelado /curtido se muestra en la figura 7.8:

1. En el fulón se prepara el baño de piquelado y luego de curtido inicial.
2. Se filtra el baño remanente a través de un tamiz inclinado, separando lodos y licor filtrado.

**Figura 7.8:** Reciclaje de licor de cromo



3. El licor filtrado va a un sedimentador de fondo cónico, el cual separa lodos sedimentables. El líquido limpio puede ir a un tanque para reconstituir el baño o esta operación se puede hacer en el fulón. El líquido limpio tendrá entre 20 a 30% de cromo adicionado proveniente de un proceso convencional. Las concentraciones de sal común y de ácido en el baño residual disminuyen debido a la adición de agua usada para el curtido, y en menor medida al agua proveniente de las pieles.
4. Debe reconstituirse los reactivos químicos a sus concentraciones iniciales. El ph y la temperatura deben también ser ajustados.
5. Para controlar la cantidad de ácido adicionado, debe medirse el Ph y la densidad de la solución (grados Baumé) para controlar la adición de sal común.
6. La solución reconstituida se utiliza para piquelar y curtir una nueva partida de pieles. El cromo remanente no interfiere en el piquelado de las pieles.
7. Después del piquelado, se adicionan las cantidades requeridas de sales de cromo y se realiza el curtido, según el proceso establecido.

8. Al final del proceso de curtido, el baño residual puede ser recuperado siguiendo un ciclo 1-7.

La experiencia demuestra que es más fácil controlar el reciclaje de baños de curtido que no contienen sales autobasificantes, por lo que se recomienda hacer pruebas de reciclaje con sales de cromo, que no la contienen, para establecer parámetros y luego realizarlo con las que contiene. Asimismo, debe tenerse en cuenta, que después de cada reciclaje la cantidad de sal común, (NaCl), agregada, debe ser cada vez menor. Esto se debe, a que las sales de cromo comerciales tienen un contenido de sulfato de sodio<sup>15</sup>. Después de reciclar la solución de cromo varias veces, la concentración de sulfato de sodio, puede ser suficientemente alta, para eliminar completamente la adición de sal (NaCl), cuando se reconstituye la solución de piquelado, Hagler Bailly, 1998. Según J. Ludvick, después de cinco reciclajes ya no es necesario añadir NaCl al baño.

#### **Beneficios de la medida**

- Reducción de un 20 a 25% en el consumo de cromo y en el efluente.
- Reducción del consumo de sal en el efluente.
- Reducción del consumo de agua.
- Todo lo anterior nos produce una reducción de costos de insumos químicos, y en el tratamiento de las aguas residuales.
- La medida no requiere de utilización de reactivos químicos adicionales, como sí lo necesita el método de alto agotamiento.
- Bajos costos en la implementación de la medida.

#### **7.7.3. - Recuperación y reutilización del cromo**

La solubilidad de las sales de cromo en el curtido depende de varias variables entre ellas están los valores de Ph, la temperatura y el tiempo de curtido. Basándose en esto, una forma eficiente de recuperar el cromo residual consiste en promover la precipitación de los baños residuales por adición de álcalis, en forma

---

<sup>15</sup> Sales comerciales de cromo:  $2\text{Cr}(\text{OH})\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4$



controlada. La adición de álcalis provoca un aumento de los valores de ph, y la formación de lodos de hidróxido de cromo, que pueden ser separados por decantación o utilizando filtros prensas. Los lodos de decantación o las “tortas” provenientes de filtros, pueden ser redisolueltos por adición de ácidos, para su rehuso en un nuevo ciclo o para usarlo en lo que se desee.

Las sales de cromo empiezan a precipitar a un Ph de 4.2 y existen divergencias sobre el rango óptimo de ph para la precipitación total de cromo, así, la Comisión Europea, W. Frendrup y J. Ludvick, dan un rango de 8.5 – 9, y T. Thortensen, da un rango de 5 – 7. Experiencias hechas en Bolivia, por el CPTS dan un valor óptimo de 8.5.

La divergencia se debe a las impurezas de los baños de curtido, una de ellas son las partículas sólidas del cuero y otras son las sustancias orgánicas disueltas, provenientes de complejos de cromo usados en algunos sistemas de alto agotamiento. La mejor manera de eliminar estas sustancias es elevando la temperatura durante su re-disolución. En la práctica se debe eliminar primero el agua del precipitado, tanto como sea posible y luego disolverlo en ácido sulfúrico concentrado.

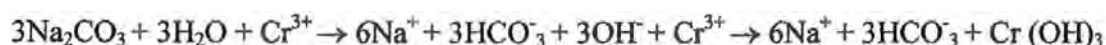
Debe tenerse en cuenta, que generalmente, los baños residuales de curtido al cromo convencional son los que más se emplean y no así los baños residuales de curtido de alto agotamiento, debido al poco cromo residual que poseen. Asimismo, al implantar la medida, se debe evaluar los costos de inversión de infraestructura, costos de operación, el uso de reactivos químicos adicionales y el cambio de color que tiene los cueros curtidos con cromo recuperado.

Este método es generalmente ocupado en plantas de gran capacidad de producción. Sin embargo, podría resultar atractivo, si varias curtiembres se asocian y comparten un único sistema de recuperación de cromo.

### **Selección del Agente Precipitante**

El agente precipitante es de carácter básico y los más usados son: óxido de magnesio (MgO), hidróxido de calcio (Ca (OH)<sub>2</sub>), carbonato de sodio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) y soda cáustica (NaOH).

Todas estas bases precipitan al cromo, según las siguientes reacciones:



Mientras más insoluble sea el agente precipitante, más lenta es la disposición de iones oxidrilos ( $\text{OH}^-$ ), lo que produce una formación de precipitados más gruesos y más fáciles de decantar, aunque el tiempo total de precipitación sea más lento.

El orden de selección del agente precipitante por su solubilidad sería: óxido de magnesio, hidróxido de calcio, carbonato de sodio e hidróxido de sodio.

**Figura 7.9:** Precipitación de cromo con diferentes agentes precipitantes



**Foto:** Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles

El análisis económico, debe evaluar el proceso en forma global. Si bien, los precipitantes más baratos parten del hidróxido de calcio, seguido del hidróxido de sodio, el carbonato de sodio y el más caro el óxido de magnesio; una evaluación,

debe tener, en cuenta, que al trabajar con hidróxido de sodio, eleva rápidamente el ph, propiciando la formación de lodo voluminoso de partículas muy finas, cuya separación exige el uso de filtros prensa, mientras, que sí se trabaja con óxido de magnesio, se produce un lodo, de partículas gruesas, que al dejarlo reposar de un día a otro, sus líquidos remanentes pueden ser separados fácilmente por decantación.

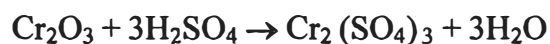
Asimismo, sí se trabaja con hidróxido de sodio, debe adicionarse en forma de solución, lenta y agitación continua, mientras que si se trabaja con hidróxido de calcio, se puede añadir en forma sólida con agitación continua. Por último si se elige óxido de magnesio MgO, puede ser adicionado en forma sólida lenta o rápida, con agitación, debido a que por su baja solubilidad, cualquier exceso no causará que el ph suba más allá de 10, sin peligros de redisolución de lodo significativo. La cantidad de MgO es: para 1 Kg de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  se requiere 0.25 – 0.4 Kg de MgO, dependiendo del ph inicial de la solución.

### **Redisolución Del Cromo:**

Los lodos del decantado o el sólido filtrado “queque” debe redisolverse, según J. Ludvick utilizando ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) concentrado, en proporción de 1.93 Kg de ácido sulfúrico por Kg de equivalente de óxido de cromo contenido en el precipitado. Según, la Comisión Europea se utiliza alrededor de 1.9 Kg de ácido sulfúrico por 1 Kg de equivalente de óxido de cromo precipitado, y el informe Winters 1984 fuente: ONUDI, sugiere usar junto con el ácido sulfúrico un porcentaje pequeño de ácido fórmico concentrado, con el objeto de evitar una acumulación de concentración del ion formiato proveniente de complejos enmascarantes (método de alto agotamiento) en los licores reciclados.

La adición del ácido debe hacerse con agitación continua hasta alcanzar un ph de 2.5 y la rapidez de la redisolución depende de la antigüedad y pureza del residuo, por tanto, es recomendable redisolverlo lo más pronto posible, ya que ha más tiempo almacenado se vuelve, cada vez menos soluble. Precipitados muy antiguos

necesitan calentar la mezcla hasta alcanzar la temperatura de ebullición la reacción que se verifica es:



La sal de cromo recuperada, puede ser usada en un 100%, según la Comisión Europea, para el curtido de costra o carnaza o según J. Ludvick reemplazando en un 30% las sales de cromo frescas usadas en el curtido.

Cuando se usa el cromo recuperado, puede causar algunos problemas en el color del cuero, esto se puede hacer más evidente, en la producción de colores claros, por ejemplo en cueros de etiquetas, de artesanía y en cueros de fino acabado, pero pueden ser usados en la producción de cueros de colores oscuros para calzado escolar, o en cueros industriales (elaboración de guantes, botas, forros, etc.).

El problema de color se debe a grasas, enmascarantes, auxiliares de alta fijación, taninos, biocidas y otros que se encuentran en el baño del precipitado y no afecta adversamente ni la precipitación, ni la redisolución de las sales del cromo.

Los baños de curtido ha reciclar deben tener una concentración de grasas menos a 45 mg/l para evitar problemas de color. El esquema de recuperación del cromo se muestra en el apéndice F, figura F3.

#### ◆ **Medidas**

Filtrar con una malla (en forma semejante a la recuperación de los baños de remojo y pelambre), para separar residuos. Los baños residuales de cromo, que están siendo filtrados deben almacenarse en un recipiente limpio, y se deben eliminar las grasas sobrenadantes del mismo. Una concentración mayor de 45mg/l puede afectar el color de los cueros.

Añadir al tanque el agente precipitante con agitación continua. Sí trabaja con hidróxido de sodio y/o hidróxido de calcio debe agregarse lentamente. En el caso de trabajar con óxido de magnesio, puede agregarse rápidamente, sin peligro de redisolución de los precipitados. Esto se debe a la diferencia de solubilidades.

- Controlar el Ph y la temperatura de la precipitación, se sugiere un valor de ph 10 y temperatura de 35 a 40°C. Sin embargo cada curtiembre debe de verificar estos valores.
- En la precipitación el uso de hidróxidos agiliza la reacción, pero se forman lodos voluminosos, que deben ser separados por filtro prensa, mientras el uso de óxido de magnesio necesita mayor tiempo para precipitar todo el cromo, pero se forman lodos gruesos fácil de decantar, de un día para otro de reposo.
- Separar los líquidos sobrenadantes y filtrar los lodos o decantarlos.
- Disolver el precipitado de hidróxido de cromo  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  usando ácido sulfúrico concentrado ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ); se necesita 1.93 Kg de ácido sulfúrico por cada Kg de oxido de cromo. El valor final de ph será de 2.5.
- Precipitados más viejos necesitarán mayor temperatura de redisolución.
- Reciclar la solución recuperada. Se puede utilizar totalmente para el curtido de costras o carnazas y para cueros oscuros. En el caso de cueros a plena flor, puede reemplazarse hasta un 30% de las sales de cromo.

#### ◆ **Beneficios económicos/ ambientales**

- Ahorro en el costo de sales de cromo al ser reutilizados.
- Reducción de la descarga de cromo al efluente.
- Cumplimiento con los LMP propuestos para descargas de cromo al efluente. Según la Comisión Europea, la eficiencia de la precipitación es de 95 – 99% y según ONUDI, es de 90%.

### **7.8 Etapas de post curtido**

A continuación se describen brevemente siguientes medidas usadas en operaciones de post curtido.

#### **7.8.1 Neutralizado y Recurtido**

La Comisión Europea, sugiere para el neutralizado usar: bicarbonato de sodio, formiato de sodio, bórax y sintanos neutralizantes. Evitar las sales de amonio

(desprendimiento de amoníaco), el bisulfito de sodio, sulfito de sodio y tiosulfato de sodio (desprendimiento de dióxido de azufre).

La mayoría de curtiembres en el Perú usan bicarbonato de sodio, debe verificarse que el ph del baño y el ph de la solución intersticial de los cueros al final del proceso, estén próximos una del otro, esto indica una adición óptima del neutralizante con disminución de la descarga en los efluentes.

El uso de sales de polímeros acrílicos (poliacrilatos de sodio) al mismo tiempo que neutralizan el baño, favorecen el efecto de recurtido, engrosando al cuero y **mínimiza** las pérdidas de cromo por lixiviación. Según la Comisión Europea, aproximadamente el 50% de cromo lixiviado ocurre en la acción de recurtido, 20% en el teñido y 30% en el engrase.

### **7.8.2 Teñido**

La Comisión Europea, sugiere lo siguiente:

- Minimizar la cantidad de reactivos, colorantes y auxiliares. Esto se produce trabajando con baños de alta concentración.
- Sustituir colorantes de pobre agotamiento por otros de alto agotamiento. Evitar el uso de bencidina y otros colorantes.
- Evitar el uso de tintes halogenados, esta medida trata de reducir la emisión de AOX- absorbable organic halogens, los cuales son perjudiciales para el medio y la salud.
- Disminuir el consumo de pigmentos y colorantes en base a complejos de iones metálicos, como cromo, cobalto y cobre, usados en la industria del cuero, por sus propiedades aceleradoras. Tratar de reemplazarlos por colorantes ácidos.
- Sustituir colorantes sólidos por líquidos, con esta medida se trata de disminuir las emisiones de polvo. Sin embargo, tiene el inconveniente de costos, ya que los tintes líquidos son más caros que los en polvo. Así como problemas de estabilidad de almacenaje.

El uso de poliacrilato de sodio, no solo favorece al neutralizado y recurtido, sino ayuda a realizar teñidos más parejos, debido a su efecto dispersante y secuestrante de iones calcio y magnesio, produciendo mejor agotamiento de los colorantes.

Según W. Frendrup, 1999 se debe terminar el teñido a un valor de ph 4 para evitar la disolución y lixiviación del cromo.

### **7.8.3 Engrase**

Se sugiere trabajar con baños de alta concentración, con la finalidad de obtener agotamiento de 96 – 99%. Según la Comisión Europea, un licor engrasante del 90% es considerado aceptado.

Según, W. Frendrup, 1999 se sugiere, la adición de polímeros anfóteros para producir un alto agotamiento y disminuir la DQO del efluente. Así se puede reducir de 30 – 40 Kg DQO/t piel hasta 10 Kg DQO/t piel.

Se debe terminar el engrase lo más cerca posible a un valor de ph 4 para evitar la lixiviación del cromo.

## **VIII. MEDIDAS GENERALES DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA**

En este capítulo se presenta una descripción de las medidas generales de producción más limpia PML, que pueden ser aplicadas a diversas industrias, aunque algunas de ellas están referidas a curtiembres.

A continuación se presentan los siguientes programas:

Buenas prácticas operativas en cada etapa del proceso de curtido.

Ahorro de agua.

Eficiencia energética.

### **8.1. - Buenas prácticas operativas.**

#### **◆ Medidas.**

##### **□ Almacén y manejo de materias primas.**

- Mantener las pieles almacenadas el menor tiempo posible.
- Mantener el área de almacén limpia, bien iluminada y que permita la localización oportuna de los materiales y el libre tránsito para su manejo.
- Utilice contenedores y recipientes apropiados y con tapa para evitar fugas y derrames.
- Trate de ubicar los contenedores con los materiales y sustancias más utilizadas en el proceso cerca del área de salida. Asimismo trate de utilizar contenedores y recipientes reutilizables.
- Verifique que los productos químicos estén correctamente etiquetados.
- Separe los productos que pueden reaccionar entre sí, especialmente sulfuros, ácidos y álcalis.
- Almacene los contenedores y recipientes en forma estable, seguro y verificando que se encuentren cerrados.
- Maneje sus inventarios (registro de insumos, residuos, productos semi acabados y acabados), para reducir el tiempo de almacenamiento y mejorar la rotación.



#### ❑ Operaciones generales de proceso

- Establezca un programa de mantenimiento preventivo de la maquinaria, especialmente de la descarnadora, la divididora y la rebajadora, así como las tuberías, válvulas, etc.
- Controle con la mayor precisión posible los parámetros de cada operación, especialmente los de pelambre, desencalado y curtido.
- Separe las corrientes de residuos y efluentes y evite su mezcla. Aguas alcalinas del pelambre al ser mezcladas con aguas ácidas pueden generar gas sulfhídrico ( $\text{pH} \leq 8$ ).
- Trate de reutilizar en lo posible las aguas residuales. Esto disminuye el volumen de efluentes.

#### ❑ Remojo

- Utilice en lo posible pieles frescas.
- Retire la sal por sacudido mecánico y trate de utilizarlo en el piquelado.
- Realice lavado por lotes en vez de lavados continuos.
- Reemplace los detergentes y humectantes en base a nonil fenol etoxilados (NPEX) por su equivalente en alcoholes grasos etoxilados (FAEX). Estos últimos son más biodegradables y por tanto más amigables al ambiente.



Foto: Curtiembre Sagrado Corazón de Jesús

**□ Descarnado**

- Realice un predescarnado antes del pelambre.
- Verifique y ajuste periódicamente la máquina de descarnado.
- Aproveche comercialmente residuos del descarnado. Los residuos grasos sirven para la fabricación de jabones, gelatinas, grasas o alimentos balanceados.
- Disponer los residuos del descarnado en rellenos sanitarios, pueden ir mezclados con residuos de virutas de cuero.

**□ Pelambre**

- Respete estrictamente la hoja de proceso. Verifique y controle los parámetros de operación (dosificación de cal, sulfuro de sodio, cantidad de agua, ph y tiempo de operación). Recuerde que es la etapa más contaminante del proceso de ribera.
- Recuperar el pelo y tratar de aprovecharlo en otras áreas, tal como acondicionador de suelos.

**□ Desencalado**

- Tratar de sustituir el método tradicional de sales de sulfato de amonio por el uso de ácidos orgánicos y/o bióxido de carbono. Con esta sustitución se disminuye los olores desagradables fuertes a amoníaco.
- Si en esta etapa realiza el desengrase, evite el uso de solventes clorados, por el uso de tensoactivos reforzados con glicoles.

**□ Curtido**

- Verifique y controle los parámetros de operación (temperatura, ph, tiempo, velocidad de rotación de los fulones)
- Reutilice los baños de curtido en el curtido de pieles chicas.
- Utilice técnicas de alto agotamiento.
- Recupere las rebajaduras de cuero al cromo o vegetales para su aprovechamiento, en la industria del calzado (fabricación de plantillas) o marroquinería.

## 8.2. Ahorro de agua

La gran mayoría de las empresas hacen uso irracional del agua, provocando grandes desperdicios, debido a fugas, derrames, lavados ineficientes (lavados en fulones a puerta abierta), el uso de mangueras como escoba y grifos no cerrados.



**Foto:** Curtiembre Fénix SRL

Otra forma de desperdicio, se debe al afán de los curtidores, por tratar de diluir los efluentes originales y así disminuir el impacto ambiental generado en los distintos procesos de curtido.

Sin embargo, la concentración de contaminantes es tan alta que se necesitará incrementar el consumo de agua, por un factor de 20 veces, para lograr un efluente de calidad aceptable.

Al tratar de diluir los efluentes, lo único que se consigue es incrementar el uso de agua, así como el volumen de efluentes originando a la empresa mayores costos de consumo, de infraestructura (mayores áreas) y operación en el tratamiento de efluentes.

Una disminución del consumo de agua nos proporciona ahorros en el consumo de energía, en la inversión de las plantas de tratamiento y nos facilita optimizar los reactivos químicos. Es conveniente que la concentración de las cargas no solo

estén expresadas en función de volumen por ejemplo: mg/lt. Sino también en la unidad de producto, tal como kg/piel o kg de contaminante/tonelada de piel.

La calidad del agua es importante debido a que influencia directamente en el proceso y por tanto en la calidad del cuero producida. Así, aguas más duras perjudican el teñido, teniendo que adicionarse secuestrantes, para no perturbar el agotamiento de los colorantes en baño de teñido.

La tabla 8.1 extraída del vademécum de la BASF indica la operación y la calidad del agua que se debe tener en dicho proceso.

La gran mayoría de curtiembres ubicadas en zonas industriales, consumen agua potable, excepto aquellas que por su ubicación geográfica puede usar agua de pozo o de río, motivo por el cual, es importante tener en cuenta la procedencia del agua

Si es de acequia, se debe analizar además de la cantidad del agua, su recorrido y arrastre de sustancias que influyen en su composición.

Si es de pozo profundo, la composición del agua es uniforme, sin presencia de microorganismos pero muy mineralizada.

**Tabla 8.1:** Calidad de agua requerida para distintas operaciones en una curtiembre.

Operación	Calidad del agua
<b>Remojo.</b>	Una dureza <sup>16</sup> media es aceptable. No es conveniente un elevado contenido de sustancias en suspensión, ni la presencia de bacterias que produzcan la descomposición de las pieles.
<b>Pelambre.</b>	La dureza no perjudica al pelambre con cal y sulfuro, pero sí al enzimático.
<b>Lavado después de pelambre. Desencalado o purgado (o rendido).</b>	Con un elevado contenido de carbonato, existe el peligro de formación de “manchas de cal” y en el purgado perjudica la acción enzimática.
<b>Piquelado y curtido de cromo.</b>	La dureza es aceptable.
<b>Curtido vegetal.</b>	La dureza y contenido de hierro son perjudiciales. Las sales de calcio y magnesio originan compuestos insolubles con los agentes curtientes.
<b>Teñido y engrase.</b>	Es favorable el empleo de agua blanda exenta de hierro.

Fuente: Vademécum para el técnico en curtición, BASF

<sup>16</sup> Rango de dureza total del agua: de 0 – 150 mg CaCO<sub>3</sub>/l = dureza baja; de 150 – 300 mg CaCO<sub>3</sub>/l = dureza media; de 300 mg CaCO<sub>3</sub>/l en adelante = dureza alta.

Si es agua potable, los parámetros y calidad están establecidos por Sedapal.

La estimación del consumo de agua de curtido es variable y depende del tipo de cuero que se trate, según el vademécum de la Basf para cada 100 kg de pieles de peso salado la cantidad de agua es:

- Curtición vegetal                      aprox 3.0 – 6.0 m<sup>3</sup> agua.
- Curtición al cromo                    aprox 7.0 – 12 m<sup>3</sup> agua. Método convencional.  
1.5 – 4.0 m<sup>3</sup> agua. Método recirculación o  
circulación parcial de agua.

#### ◆ **Medidas**

- Fomentar el ahorro de agua en todos los niveles de empresa, cualquier despilfarro, incide negativamente en la rentabilidad de la empresa y propicia mayor volumen de efluentes.
- Instalar medidores de agua (tanques calibrados o rotámetros) para utilizar la dosificación correcta del volumen de agua necesario en cada operación.
- Monitorear el uso del agua. Cada unidad o área de trabajo debe registrar el consumo diario (m<sup>3</sup>/dia) y mensual (m<sup>3</sup>/mes) y compararlos con los consumos establecidos por la empresa.
- Evitar pérdidas por fugas y rebalses. Generalmente las fugas ocurren en las tuberías, válvulas, grifos, inodoros, tanques de almacenamiento y otros.
- Asimismo, se debe detectar fugas cuando la planta esta parada (no operativa) para esto, es recomendable una vez por semana, leer el medidor de la noche y luego a primera hora de la mañana siguiente y compararlo, sino hay fuga la lectura debe ser la misma.
- Instalar equipos ahorradores de agua. Algunos de ellos son pistolas de cierre automático para mangueras, válvulas reguladoras de presión, válvulas con flotadores de cierre para tanques de almacenamiento de agua, duchas de bajo caudal, grifería de cierre temporizado.
- Utilizar baños cortos. Como se recalco en el capítulo 7, menores volúmenes provocan concentraciones más altas, que facilitan la penetración y altos agotamientos de reactivos químicos, pero esta ventaja, debe de ser contrastada

con el aumento de la fricción sobre las pieles / cuero, así como el incremento de desgaste de la estructura de los fulones.

- Reemplazar el lavado a puerta abierta por el lavado de puerta cerrada. Generalmente los curtidores realizan los lavados a puerta abierta, usando una rejilla, que no permiten que salgan las pieles. Los lavados a puerta abierta son perjudiciales por el desperdicio de agua y por la generación de grandes fricciones entre las pieles/cuero, debido al pequeño volumen residente que queda en el fulón. El lavado a puerta cerrada, necesita llenar de agua hasta cubrir las pieles, luego girarla por 5 – 10 min. uno a dos veces.

### **8.3 Eficiencia energética**

#### **8.3.1 Energía eléctrica**

En el Perú la energía eléctrica que adquieren los usuarios es producto de diversas etapas, siendo las principales las siguientes:

**Etapas de generación.-** Esta constituida por empresas estatales y privadas, dedicadas a producir la energía eléctrica.

Alguna de ellas afiliadas al comité de operación económica del sistema interconectado nacional (COES – SINAC). Entre ellas se tiene: ELECTRO PERU, EDEGEL, EGENOR, ENERSUR, etc.

**Etapas de transmisión.-** Esta constituido por empresas afiliadas al COES – SINAC, destacando el grupo ISA PERU quienes tienen a su cargo el 79% de la transmisión de energía eléctrica del país. Otras empresas son ETESELVA, TRANSMANTARO, REP y REDESUR.

**Etapas de distribución.-** Esta a cargo de la empresa de distribución eléctrica LIMA – NORTE, EDELNOR, quien distribuye la energía eléctrica a Lima y el norte del Perú y la compañía LUZ DEL SUR, quien distribuye al sur del país.

Las empresas distribuidoras tienen distintas tarifas de acuerdo a las diversas categorías de consumo definidas en base al tipo final de energía (residencial,

comercial e industrial), al nivel de tensión o voltaje (baja, media y alta tensión) o al horario de uso de energía (hora punta o fuera punta).

El ente regulador de los servicios eléctricos es el organismo supervisor de la inversión de energía OSINERG y las normas técnicas son dadas por el Ministerio de Energía y Minas.

La regulación de la calidad de servicio también se encuentra claramente establecida en la ley de concesiones eléctricas (1992) y en la norma de calidad de servicio, siendo su fiscalización responsabilidad de la dirección general de electricidad del Ministerio de Energía y Minas y de OSINERG.

Por tanto la tarifa de cada consumidor depende de la categoría asignada y los cargos se computan en base a la potencia demandada (kilowatios Kw), la energía consumida (Kilowatios – Hora, Kwh), el factor de potencia (Fp) y los horarios de consumo (hora punta: 18:00 – 23:00, fuera de punta 23:00 – 18:00).

Una explicación a groso modo de las distintas categorías es:

- Se asigna la categoría de pequeñas demandas a industrias pequeñas, cuya demanda no sobrepasa los 10 Kw de potencia demanda. Su consumo se debe a iluminación y pequeños motores y se la cobra la energía consumida leída por Kwh.
- Se asigna la categoría de medianas demandas a industrias cuya demanda esta entre 10Kw y 50Kw de potencia. Aquí el cargo por potencia corresponde a la máxima potencia alcanzada en su tiempo, cuyo mínimo se establece en 15 minutos y la cual es registrada por un medidor electrónico en cualquier momento del periodo del contrato. Los contratos generalmente son anuales y en cada facturación vendrá el valor de la máxima potencia. Si en otros meses se registra un nuevo valor máximo de potencia automáticamente se considerara este nuevo valor en las facturas. Adicionalmente a este cargo se suma el cargo por energía y el cargo por factor de potencia.
- Se asigna la categoría de grandes demandas a industrias con demandas superiores a 50Kw de potencia. El cargo se da por el consumo de potencia y la energía consumida, pero a diferencia de la anterior tienen tarifas diferentes ya

que dependen del horario de consumo y adicionalmente se tiene un cargo debido al factor de potencia correspondiente a la potencia reactiva generada en la industria (KvAr).

En los pliegos tarifarios se dividen a los clientes por su consumo de energía, ver tabla 8.2 y aquellos con suministro mayor de 1000 voltios, ver tabla 8.3.

**Tabla 8.2:** Clasificación de clientes por el consumo de energía.

<b>Usuario</b>	<b>Consumo de energía</b>
Cientes libres	Mayor a 1000 Kw
Cientes regulares	Menor o igual a 1000 Kw

**Fuente:** Osinerg

**Tabla 8.3:** Tarifa de clientes regulados

<b>Voltaje</b>	<b>Tipos de tarifas</b>
Media tensión mayor de 1000 voltios	MT2 MT3 MT4
Baja tensión menor o igual de 1000 voltios	BT2 BT3 BT4 BT5 BT6

**Fuente:** Osinerg

#### ◆ **Medidas**

- Reduzca los picos de demanda en el arranque. Los encargados de encender y operar los equipos de potencia deberán programar sus arranques con intervalos de al menos de 5 minutos. Recuerde que el valor máximo registrado de demanda se da en un periodo de tiempo en un intervalo de 15 minutos.



- Apagar inmediatamente todos los equipos cuando se producen cortes intempestivos del suministro de energía. El restablecimiento inesperado de la energía provoca un aumento de la demanda.
- Analizar los datos de potencia eléctrica por lo menos de las demandas registradas durante un año. Esta nos permitirá identificar los valores más altos registrados en un mes, y si lo que se paga corresponde al valor real utilizado por la empresa.
- Investigue el uso de energía en horas no producidas para detectar consumos innecesarios producto de fallas en el sistema eléctrico.
- Variar la forma de uso de la demanda de horas punta a horas fuera de punta, para esto se debe planificar el encendido y operación de las cargas más grandes en las horas no punta.
- Utilizar equipos de control automático que controlen la demanda máxima, al acercarse a dicho valor se activarán alarmas, encendido de luces o se producirá el apagado de las máquinas.
- Controlar su factor potencia. Cuando el factor potencia esta por debajo del mínimo que establecen las empresas distribuidoras, las empresas industriales deben pagar un cargo adicional, incrementando el monto de sus facturas. Se recomienda instalar bancos de capacitores controlados por un “cerebro electrónico” que automáticamente prenda y apague los capacitores, según se activen o desactiven las cargas a compensar.
- Determine si el motor esta bien dimensionado. La eficiencia de los motores eléctricos puede verse afectada significativamente si están sobre cargados o si trabajan con cargas reducidas. Se recomienda que trabajen al 75% de su carga para alcanzar su máxima eficiencia.
- Trabaje con motores de alta eficiencia. Los motores de alta eficiencia tienen conductores más largos, disminuyendo su resistencia eléctrica manteniendo su potencia. La disminución de la resistencia reduce las pérdidas de energía por el aumento de temperatura en el embobinado y en el casco del motor.

- Evite que el motor trabaje en ambiente sobrecalentado, un incremento del 10% en la temperatura de trabajo, equivale a reducir la vida del motor a la mitad.
- Realizar el mantenimiento periódico de los motores y de todas las instalaciones eléctricas (cables, tableros, etc.).
- Limpie las ventilas de aire.
- Utilice sensores de movimiento.
- Sustituya los focos incandescentes por lámparas y tubos fluorescentes, reflectores y balastos electrónicos.

### **8.3.2 Energía térmica**

La energía térmica usada por las curtiembres es suministrada por agua caliente o por vapor de agua, generado en calderas de distintos tipos desde un tanque calentado a soplete, leña o con desperdicios de cueros en wet-blue o acabado, hasta modelos más sofisticados.

Sin embargo las pymes deben de tratar de utilizar combustibles más eficientes y limpios al ambiente, tal como el gas natural GN, gas licuado de petróleo GLP o residual 6 y evitar el uso de recorteria de cuero o leña ya que generan gran cantidad de humos y hollín.

#### **◆ Medidas**

- Es aconsejable utilizar por su bajo precio y sus beneficios ambientales gas natural GN, sin embargo se tiene el problema de adquisición, debido a la falta de distribución en varias zonas del país. Desde un punto de vista ambiental, de no ser posible usar el gas natural, se debe tratar de usar el gas licuado de petróleo GLP, aunque presenta la desventaja de su manejo (uso de tanques especiales de mantenimiento para su suministro en planta) y de su alto precio, motivo por el cual en el país se usa el residual 6.

La tabla N° 8.4 nos permite comparar el costo de consumo de combustible para generar millones de BTU.

**Tabla 8.4:** Costo de la cantidad necesaria de combustible para generar MBTU.

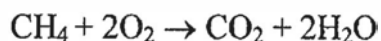
COMBUSTIBLE	COSTO US \$/MBTU
Gas natural GN	4.00
Gas licuado de petróleo GLP	11.00
Diesel 2	13.00
Residual 6	4.50

Fuente: Energy Managmet, F. Turner 1997

Cada empresa debe realizar su estudio de costo/ beneficio del combustible a elegir, sin embargo al usar el residual 6, se tiene costos considerables de operación y mantenimiento.

- Revisar la calidad de la combustión, una relación aire-combustible óptima es vital para obtener el máximo beneficio del proceso de combustión. Una mezcla con gran exceso de aire, provoca enfriamiento de los gases de combustión, mientras una mezcla de exceso de combustible (“rica en combustible”) o falta de aire, causa una combustión incompleta, con la emisión por la chimenea de combustible parcialmente quemado.

Para cada tipo de combustible existe una relación aire-combustible óptima. Así para el gas natural, el exceso de aire en convección natural es de 20 – 30% y en convección forzado (ventilador de suministro) es de 5 – 10%, respecto a la relación estequiometrica:



- Realizar un programa continuo de mantenimiento de la caldera. Revisar el buen funcionamiento del quemador. Tratar de cambiar el quemador por otros más eficientes. Asimismo, reduzca al máximo la dureza del agua para evitar incrustaciones y efectúe una limpieza periódica de los tubos por donde pasa el agua o los gases de combustión.

- Recuperar el calor residual de la caldera. Usualmente una caldera genera gases de combustión que salen por la chimenea a temperaturas de 140 a 150°C, los cuales se pueden aprovechar para calentar el aire de ingreso al quemador o para precalentar el agua de reposición a la caldera. Sin embargo no debe excederse en el precalentamiento del aire, ya que puede elevar la temperatura de la llama, lo cual incrementa la generación de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) durante la combustión, también se debe cuidar no enfriar mucho los gases (hasta el punto de rocío) de la chimenea, ya que son corrosivos y pueden dañar la caldera.
- Aislar todas las tuberías de distribución de vapor, usando fibra de vidrio u otro material aislante, para evitar pérdidas de calor; para evitar las pérdidas por radiación puede utilizarse un revestimiento de chapas delgadas de latón. Adicionalmente temperaturas superiores a 90°C representan riesgo para el personal.
- Identificar y eliminar todas las fugas de vapor, para evitar pérdidas de calor. Las fugas de vapor incrementan el uso de combustible, ya que se tiene que generar vapor adicional para compensar las pérdidas.
- Revise el funcionamiento de las trampas. Por lo general se generan pérdidas de energía hasta del 30% debido a su mal estado.
- Elimine en lo posible válvulas de estrangulamiento. Por lo general se encuentran en la industria, equipos que operan a una presión muy baja (15 psig) comparada con la presión de suministro del caldero (100 psig), motivo por el cual se hace uso de válvulas de estrangulamiento, lo cual representa pérdidas de energía.

## **IX. APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE PML EN LA CURTIEMBRE SAGRADO CORAZÓN DE JESÚS**

El presente capítulo trata sobre la aplicación de un programa de PML a la curtiembre Sagrado Corazón de Jesús, cuya auditoria ambiental se realizó siguiendo el cumplimiento de las normas técnicas – legales tanto de las normas ISO 14000 y las leyes ambientales peruanas aplicables al sector curtiembre explicadas en el capítulo 2.

La materia prima utilizada son generalmente pieles vacunas frescas y tanto el tipo y manejo de la maquinaria usada, así como los insumos químicos que más se usan han sido descritos en el capítulo 5, mientras que en el capítulo 6 nos ilustra lo que respecta al desarrollo de cada etapa del proceso.

Las diversas visitas permitieron identificar y evaluar los impactos ambientales de las distintas actividades realizadas en la curtiembre Sagrado Corazón de Jesús y en respuesta a ello se propusieron medidas de prevención y/o control de la contaminación técnicamente viable con la realidad actual, para aquellos impactos que afectan a la salud y al medio ambiente.

Finalmente, se da alcance a las conclusiones y recomendaciones orientadas a la implementación de un sistema de gestión medio ambiental (SGM) considerando la aplicación de tecnologías limpias y buenas prácticas operativas en la actividad de curtiembre.

### **9.1 Coordinación ejecutiva**

Se entablo reuniones con el Sr. Humberto Espinoza Celis, gerente general de la curtiembre Sagrado Corazón de Jesús y el Sr. Raúl Espinoza Celis, jefe de producción y el autor del informe.

El objetivo de la reunión fue de ilustrar sobre los beneficios que se obtienen al aplicar medidas de PML, así como coordinar sobre la elaboración de cronogramas para el rol de evaluaciones y futuras medidas a tomar. Con la reunión se logró asegurar el compromiso de la gerencia para la iniciativa de este programa y para ello se creó un equipo conformado por el Sr. Humberto Espinoza, quien

proporcionó información tipo administrativa y financiera, sobre los consumos de agua, energía y procesos; el Sr. Raúl Espinoza encargado de supervisar la ejecución del programa y el técnico Sr. Tito Espinoza Elguera quien sirvió de nexo entre el equipo y los obreros sobre las acciones propuestas por el equipo.

Los principales obstáculos que se presentaron fueron los siguientes:

**De información:** debido al desconocimiento de los beneficios de la PML, para superar esto se explicó casos exitosos realizados en Trujillo, Arequipa y en otros países como Bolivia, Chile y México.

**Tecnológicos** los temores se deben al adecuar nuevas tecnologías. Esto se encuentra enraizado, debido a que la curtiembre presta servicios a micro empresarios, algunos de los cuales se resisten a cualquier cambio en sus procesos tradicionales. Esto se supera al explicarles que la disminución de la contaminación es un deber que involucra, a todos sin excepción, tal como lo estipula la Ley General del Medio Ambiente y que la tendencia actual es la de optar por políticas de prevención y que esto trae beneficios económicos (ahorro de materiales, agua, energía, etc.) y ambientales (eliminación de materias peligrosas, reducción de cargas de contaminantes y la disminución de los requerimientos para el tratamiento final y disposición de desechos, etc.). Los beneficios propiciarán mejoras en los costos y mejora de las condiciones de trabajo y menor riesgo a la salud. Asimismo se explicaron otros beneficios que trae la PML y que fueron explicadas en el capítulo 4, tabla 4.1.

Contrario a lo que se observa en las empresas grandes, una vez convencidos de aplicar medidas de PML, no se presentaron obstáculos en la práctica de trabajo laboral, esto podría ser, debido a que las pymes están generalmente conformados por grupos familiares y una vez comprometida la gerencia se involucran todos los otros sectores productivos. Para reforzar el espíritu de colaboración, citado

anteriormente, se les explicó a los trabajadores, por ejemplo, que al trabajar por pieles predescarnadas, se transportarían pieles de menor peso, lo que implica facilidad de manejo (menor fatiga) y menor uso de insumos químicos (p.e. sulfuro de sodio, sales de cromo, etc.) protegiendo de esta forma su salud.

## **9.2 Metodología de trabajo**

La metodología de trabajo se basó en 3 etapas:

Pre – auditoria, auditoria y post auditoria.

En la **pre – auditoria** se realizó a través de una recopilación de información bibliográfica de distintas entidades como el CONAM, CPTS, UNIDO, etc. así como consultas de las paginas Web como [www.cuerosnet.com](http://www.cuerosnet.com) y otras sobre maquinarias, procesos, evaluaciones y medidas ambientales. Esta información sirve de base para elaborar documentos (fichas, cuestionarios, cronogramas) que sirven para la auditoria.

La **auditoria** se realizó los días 28 y 29 del mes de noviembre, durante el día se visitó las instalaciones con la finalidad de evaluar el desempeño ambiental del proceso productivo.

Para la evaluación se aplicó la metodología de llenado de listas de verificación, cuestionarios en cumplimiento a la norma ISO 14000, mediante entrevistas en campo con las personas directamente involucradas, para tal fin se adaptó versiones encontradas en el proceso de búsqueda bibliográfica.

La **post auditoria**, muestra que el enfoque de la evaluación no fue de aprobación o desaprobación, sino estuvo orientado a identificar las acciones correctivas que servirán como base para otros estudios y aplicaciones en distintas PYMES de este subsector.

## **9.3 Cumplimiento técnico legal**

La auditoria se desarrollo teniendo como base técnica los estándares internacionales ISO 14000 mientras que los aspectos ambientales de la curtiembre Sagrado Corazón de Jesús fueron analizadas y evaluadas en función al cumplimiento legal de las siguientes normas:

- Ley de Promoción de Microempresas y Pequeñas Empresas, Decreto Legislativo 705.
- Ley de la Pequeña Empresa Industrial, Ley 24062.
- Ley General de la Pequeña y Microempresa, Ley N° 27268.
- Ley General de Salud, Ley N° 26842.
- Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales, Ley N° 26821.
- Ley General de Aguas, Ley N° 17752.
- Ley General de Residuos Sólidos, Ley N° 27314.
- Reglamento de la Ley General de la Pequeña y Microempresa, Decreto Supremo N° 030-2000-MITINCI.
- Reglamento de Desagües Industriales, D.S. N° 028/60 S.A.P.L.
- Reglamento de Protección Ambiental para el Desarrollo de Actividades de la Industria Manufacturera, Decreto Supremo 019-97-MITINCI.
- Aprobación de Guías para la elaboración de Estudios en el sector Industria – Resolución Ministerial N° 108-99-MITINCI-DM.
- La Ley General del Ambiente, Ley N° 28611.
- Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, DL N° 613..
- Código Penal. Título XIII: Delitos contra la Ecología.
- Protocolos de Monitoreo de Efluentes Líquidos y Emisiones Atmosféricas – Resolución Ministerial N° 026-200-MITINCI-DM.
- Reglamento Nacional para la Aprobación de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles, D.S. N° 044-98-PCM.
- Normas Técnicas que establecen Valores Límites Permisibles para Agentes Químicos en el ambiente de trabajo, D.S. N° 0258-72-SA.

#### **9.4 Descripción del proceso productivo**

De la información extraída de la auditoria se describe las operaciones que se desarrollan en la curtiembre Sagrado Corazón de Jesús, indicándose las entradas y



salidas en cada etapa. A continuación se expresa en forma resumida los diversos elementos del proceso de la curtiembre Sagrado Corazón de Jesús.

### A. Materia prima

Pieles vacunas frescas y esporádicamente frescas saladas.

### B. Maquinaria

La curtiembre cuenta con las siguientes máquinas:

- Bótales o fulones

Numero total de bótales: 5 divididos en:

**Tabla 9.1:** Numero total de botales

Etapa o proceso	N° bótales	Dimensiones		Capacidad	Motor	N° de operarios
		Diámetro	Longitud			
Ribera y curtido	3	2.6 m	2.4 m	2800-3000kg	12 HP	1
Post curtido y acabado	2	2.4 m	2.4 m	2500-3000kg	10 HP	1

- Máquina descarnadora

Marca	Enco
Procedencia	Brasil
Longitud	1.80 m
Capacidad	300 – 350 pieles/3 hr
N° de operarios	2
Motor	12 HP

- Máquina divididora

Marca	Turner
Procedencia	Alemania
Longitud	1.80 m

Capacidad	380-400 piel-cueros/6-8 hr
Nº de operarios	2
Motor	10 HP

- Máquina escurridora

Marca	Turner
Procedencia	Alemania
Longitud	3 m
Capacidad	350 pieles/3 horas
Nº de máquinas	2
Nº de operarios	1
Motor	4 HP

- Máquina rebajadora

Marca	Turner
Procedencia	Alemania
Longitud	60 cm (ancho útil)
Capacidad	300-350 cueros/6-8 hr
Nº de operarios	1
Motor	15 HP

- Máquina del secado al vacío

Marca	Finvac
Procedencia	Finlandia
Temperatura de secado	0- 100°C
Capacidad	120- 160 cueros/8 hr
Nº de operarios	4
Bomba de vacío	18 HP
Bomba de Recirculación	3 HP

**Presión de vacío**

Vacuometro 0-9 mm hg

- **Máquina ablandadora**

Marca Enco  
 Procedencia Brasil  
 Capacidad 600-700 cueros/día  
 N° de operarios 2  
 Motor 12 HP

- **Máquina lijadora**

Marca Turner  
 Procedencia Alemania  
 Longitud 80 cm. (ancho útil)  
 Capacidad 300-350 cueros/6-8 hr  
 N° de operarios 1  
 Motor 15 HP

- **Maquina de estirar**

Marca Toogling  
 Procedencia Italia  
 N° de plancha 10 mallas  
 Temperatura de la cámara 70-80°C  
 N° de operarios 4  
 Motor/ventilador 3 HP

- **Maquina de planchar**

Marca SVIT  
 Procedencia República Checa  
 N° de maquinas 2

Presión	hasta 600 kp/cm <sup>2</sup>
Temperatura	hasta 200°C
Capacidad	400-500 cueros/8 hr
Nº de operarios	2
Motor	32 HP

### C. Procesos

El proceso de manufactura involucra las siguientes etapas:

- Ribera
- Curtido
- Post-curtido
- Acabado

Los diversos procesos fueron descritos ampliamente en el capítulo 6. A continuación se presenta en forma resumida los procesos de ribera y curtido, debido a que son los que generan mayor impacto ambiental.



**Foto:** Peso de pieles en tripa (para el balance de masa) luego del pelambre.

**Tabla 9.2:** Valores de los principales parámetros de las etapas de ribera y curtido para pieles frescas

Etapa	Operación/proceso	Productos	Variables
Ribera	Remojo	Agua : 100% Tecpol HDB : 0.5% Humectante	Ph = 7 – 8 T = 25°C t = 1 hora
	Pelambre tradicional	Agua : 100% Sulfuro de sodio : 2% Cal : 3% Agua de lavado : 100%	Ph = 10 – 11 T = 30°C t = 17 horas
Curtido	Desencalado y purga	Agua : 150% Sulfato de amonio : 2% Metabisulfito de sodio : 1% Purga : 0.2%	Ph final = 8.0 – 8.5 T = 38°C t = 2 horas
	Desengrase <sup>17</sup>	Agua : 150% Tecpol FX : 0.5% Desengrasante	Ph = 8.0 – 8.5 T = 35-40°C t = 40 min
	Piquelado	Agua inicial : 120% Sal : 6% Agua final : 90% Ácido fórmico: 2%	Ph = 2.8 – 3.5 T = 25°C Densidad = 6 grados Baumè t = 90 min.
	Curtido al cromo	Cromosal : 6% Agua : 90% Bicarbonato de sodio : 2%	Ph final = 4 T = 30-40 °C t = 12 horas

#### D. Consumo de energía y agua

La compañía cuenta con un caldero de 70 BP y cuyo vapor se utiliza para la máquina de secado, para la máquina de estirar y para calentar el agua de los bótiles para los procesos de recurtido, teñido y engrase.

La energía eléctrica es usada para accionar todas las maquinarias y su consumo es más alto en la máquina de planchar, seguido por la máquina de secado al vacío,

<sup>17</sup> Solo se realiza en el caso que las pieles sean muy gordas.

rebajadora, lijadora, descarnadora, ablandadora, divididora, los bótales y finalmente por el toogling en este orden.

La máquina de planchar limita por su alto consumo la forma de utilizar las otras (tiempos de encendido o arranque de toda la maquinaria).

El consumo de agua es más alto en las etapas de ribera, debido a que se realiza mayor número de lavados (incluidos los de puerta abierta) después del pelambre.

A continuación se da el consumo promedio por mes de energía y agua:

### **Energía eléctrica**

Consumo Kwh.	2727
Precio unitario s/Kwh.	0.313
Importe s/mes	1055.00
Tarifa	: BT5B

### **Energía térmica**

Consumo gal	750
Precio unitario s/gal	3.20
Importe s/mes	: 2400
Tipo de combustible	: residual 6

### **Agua**

Consumo m <sup>3</sup> /mes	: 585.27
Importe s/mes	: 3000

#### **9.4.1. Balance de masa**

El análisis de los consumos específicos y descargas específicas constituye una manera de examinar la eficiencia de cualquier operación unitaria o del proceso entero. Los consumos y descargas específicas son indicadores que expresan, respectivamente, la cantidad de materia o energía consumida y la cantidad de residuos generados, por unidad de producto manufacturado o de materia prima ingresada.

Para calcular el rendimiento se pesó la piel fresca, el cuero plena flor y costra acabada proveniente de dicha piel. La tabla 9.2 presenta estos valores.

**Tabla 9.3:** Peso de piel fresca, cuero acabado y costra

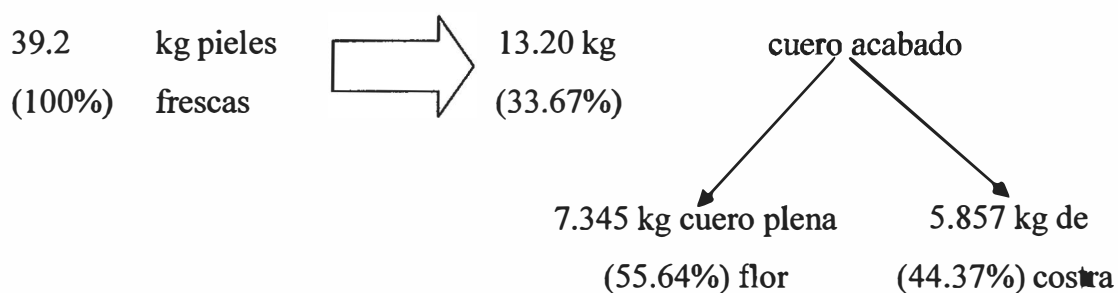
<b>Piel fresca kg</b>	<b>Cuero plena flor kg</b>	<b>Costra kg</b>
39	8	4.9
45	6.5	6.1
38	6.6	5.0
45	6.750	6.00
41	7.000	6.650
36.5	7.25	6.120
31.5	7.50	6.60
27	7.10	5.250
50	9.500	6.600
39	7.250	5.350

Valores : 39.2  
Promedio

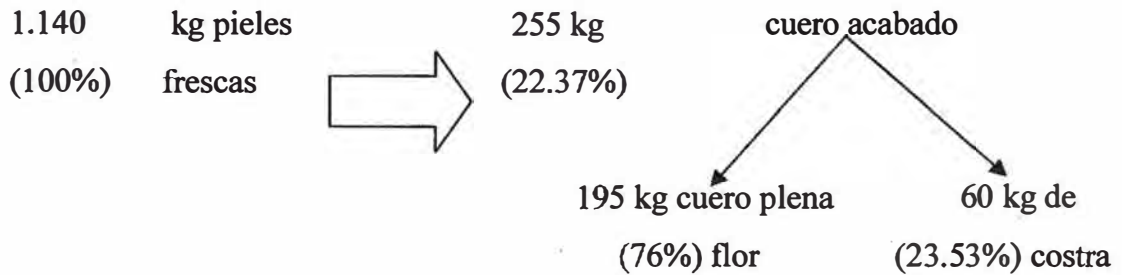
7.345

5.857

Luego, el rendimiento por peso en la curtiembre Sagrado Corazón de Jesús fue:



Los valores obtenidos se pueden comparar con los datos por J. Buljan, G. Reich y J. Ludvick de Mass Balance in the Leather Processing, los cuales son:



Esto nos indica que la curtiembre esta trabajando con pieles grandes las que proporcionan mayor peso de cuero acabado y además se realiza un dividido mayor (menor peso de cuero plena flor) tal como la exige el mercado nacional.

Los principales parámetros para comparar consumos específicos son: agua, sulfuro de sodio, sales de cromo, energía eléctrica y térmica.

Las etapas críticas en el proceso de manufactura del cuero son los de ribera y curtido, siendo más relevantes las operaciones y procesos de pelambre y curtido.

**Para fines ilustrativos se evaluará la etapa de pelambre.**



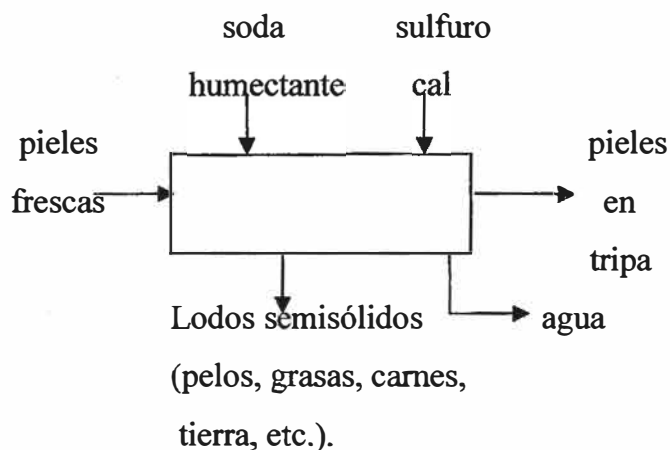
**Foto:** Pieles en tripa antes de ser descarnadas.

Se cargaron: al botal: 70 pieles frescas, se realizó un remojo de 1 hora utilizando 2 kg de Tecpol HDB (humectante) y 2 kg de soda. Debido a que las pieles son



frescas y estaban casi limpias se utilizó el mismo baño para el remojo y pelambre los datos son:

Pieles frescas : 3157 kg  
 Tecpol HDB : 2 kg  
 Sulfuro de sodio : 50 kg  
 Cal : 90 kg  
 Soda cáustica : 2 kg  
 Volumen de agua: 3000 lt



Se separó el agua del efluente de los lodos por filtración y se envió a unas pozas donde se midió su volumen:

Volumen del agua del efluente = 2400 lt

De igual forma se pesaron las pieles en tripa (sin pelo)

Peso de pieles en tripa = 3518.5 kg

Por principio: masa de entrada = masa de salida

Entrada:

3157 kg pieles + 50kg + 90kg + 2kg + 2kg + 3000 kg agua = 6301 kg  
 fresca sulfuro cal HDB soda de proceso

Salida:

3518.5 kg pieles + 2400 kg agua + x kg = 5918.5 kg + x kg de lodos  
 en tripa de efluente de lodos

De aquí se obtiene el peso de los lodos

Peso de los lodos = 382.5 kg

### **9.5. Identificación y evaluación de impactos ambientales**

La identificación de impactos se realizó en un diagrama de bloques, similar al expuesto en el capítulo 6 (ver capítulo 6, sección 6.5), desarrollado en base a la auditoría y visita a la empresa.

#### **Contaminación del agua**

Las descargas líquidas de la operación de remojo aportan tierras, sangre, estiércol, grasas y otros componentes orgánicos de la piel, la cual contribuye a una alta carga de demanda bioquímica de oxígeno DBO y de sólidos suspendidos SS, como las pieles son frescas no aportan sal, biocidas (preservantes), reactivos químicos empleados en el remojo.

Las descargas líquidas de la operación de pelambre se estiman en un 50% del volumen (ver capítulo 6, sección 6.1.3) de los efluentes y aportan constituyentes de la piel en sí, como proteínas, grasas y otros componentes orgánicos distintos al colágeno. Asimismo contribuyen con pelos, grasas (que se encuentran en el tejido adiposo adherido al lado de la carne de la piel), sulfuros, cal apagada y tensoactivos (humectantes y jabones), nitrógeno amoniacal (proveniente de fermentaciones anaeróbicas de las proteínas y por la desaminación de la glutamina). En general los efluentes de ribera son altamente alcalinos con pH entre 11 y 12, debido al uso de cal y sulfuro.

Las descargas del desencalado y purgado, contribuyen con nitrógeno amoniacal a causa del sulfato de amonio las descargas del piquelado y curtido aportando sal y cromo y tienen un pH ácido.

#### **Calidad del aire**

Las descargas o emisiones a la atmósfera no son tan importantes como las descargas hídricas y provenientes:

Por la degradación de la materia orgánica (piel, sangre, pedazos de carne, etc.), generando olores fuertes y desagradables.

Pelambre, por la formación de sulfuro de hidrógeno

Desencalado, por la formación de amoníaco

Acabado, debido al escape de vapores de solventes provenientes del pintado, laqueado y la quema de leña para calentar agua en la etapa de desengrase y teñido.

### **Residuos sólidos**

Los residuos sólidos pueden ser:

Tierra, pelos, trozos de carne, grasas y tejidos provenientes del remojo.

Carnazas, tejidos provenientes del descarnado.

Pedazos de cuero producidos en la operación de dividido y del control de calidad.

Aserrín, virutas y polvo de lijado en el almacén.

### **9.6. Aplicación de medidas de prevención y control de los impactos ambientales**

Actualmente la curtiembre Sagrado Corazón de Jesús cuenta con 3 pozas subterráneas de 30 m<sup>3</sup> de capacidad donde se juntan todos los efluentes de las distintas etapas, para darle tratamiento final. Así los efluentes antes de ser arrojados al alcantarillado son previamente filtrados por medio de cribas, luego se agrega sulfato de aluminio en un 0.5 % de alumbre produciéndose floculación ya que los efluentes son alcalinos. Posteriormente se le deja reposar de un día a otro y se separa las grasas, pelos y residuos sólidos flotantes. El líquido limpio sobrenadante es decantado y enviado al alcantarillado y los sólidos sedimentables son almacenados en cilindros y su manejo lo realiza una empresa de servicios.

### **Reciclaje de baños**

El equipo formado observo que los baños de post-curtido (recurtido, teñido y engrase) salen casi totalmente limpios, por lo que se considero reutilizar esta agua en la etapa de remojo y pelambre. Es importante notar que la curtiembre utiliza el mismo baño de remojo para el pelambre sin ejecutar el pre-remojo en el caso de pieles frescas, como las utilizadas en esta prueba.



**Foto:** Pozas de tratamientos de efluentes.

La compañía realiza 1 procesos diarios debido a la alta escasez actual de pieles.

Al reciclar el agua de post-curtido en la etapa de remojo se tiene:

Peso de pieles Frescas	= 3000 kg	
Volumen de agua requerida	= 3000 lt	Según tabla 9.1
Volumen de agua reciclado (post-curtido)	= 2000 lt	
Volumen de agua añadido	= 1000 lt	

Si al día se realiza 1 lotes se tendrá un ahorro de

Volumen de agua Ahorrado	= 2000 lt
-----------------------------	-----------

Si se considera el volumen de agua calculado de la etapa de pelambre y de los datos de consumo de agua dados por el jefe de producción y corroborado con los valores registrados en las tablas del capítulo 6, la tabla 9.1 y teniendo en cuenta 1 baño de enjuague en cada operación, se tiene:

- Peso de pieles frescas	=	3000 kg
- Remojo/pelambre	= (100%)	3000 lt
- Agua de enjuague	= (100%)	3000 lt
 Peso de pieles descarnadas	=	2550 kg (pérdida del 15% descarnado)
- Desencalado/purga*	= (150%)	3825 lt
- Agua de enjuague	= (100%)	2550 lt
 - Piquelado y curtido	= (120%)	3060 lt
- Agua de enjuague	= (100%)	2550 lt
 Peso de pieles divididas	=	2400 kg (pérdida del 20% dividido)
- Agua de post curtido (Neutralizado/recurtido/ teñido/engrase)	= (150%)	3600 lt
 Total de agua usada	=	21.585 m <sup>3</sup> /día
Días útiles laborables	=	24 días/mes

En un mes:

Total de agua usada	= 518.04 m <sup>3</sup> /mes
---------------------	------------------------------

La compañía no está interesada en reciclar los baños de desencale, ya que actualmente se está buscando sustitutos del sulfato de amonio debido a los malos olores que se generan (amoníaco), por lo que se estudia la aplicación del método del CO<sub>2</sub> o el uso de ácidos orgánicos débiles.

Por tanto el volumen de agua que se puede reciclar es 15210 lt/día asumiendo una pérdida de 5% aproximadamente debido al volumen de los lodos, filtración y a otras operaciones se tiene el siguiente valor final:

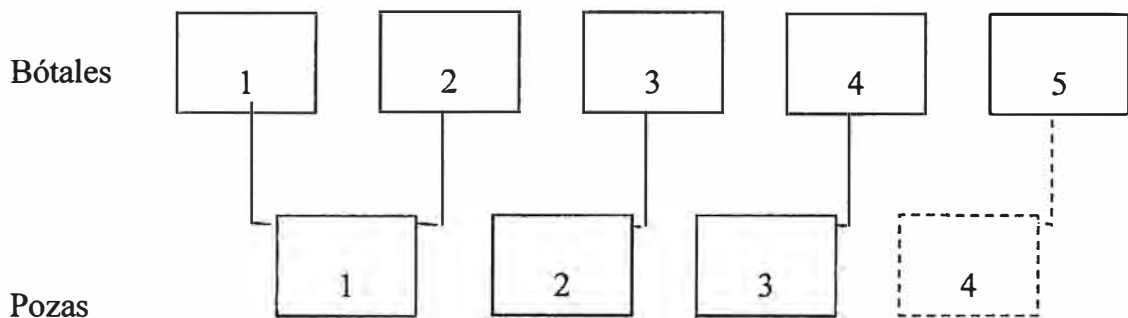
$$\text{Volumen de agua a reciclar} = 346.80 \text{ m}^3/\text{mes}$$

Comparando con la facturación

propicia un ahorro<sup>18</sup> aproximado de:

$$\text{Ahorro: S/ 1777.64 /mes}$$

Este valor se le comunico al señor Humberto Espinoza quien acepto con buen agrado esta aplicación y se esta evaluando construir una cuarta poza distribuidos de la siguiente manera:



Poza 1: Servirá para depositar los efluentes del pelambre y enjuagues.

Poza 2: Para depositar los efluentes de desencale y otros.

Poza 3: Para depositar los efluentes del curtido.

Poza 4: Para depositar efluentes de la etapa de post curtido.

Debe tenerse en cuenta que el reciclaje produce un ahorro del uso de insumos químicos produciendo efluentes más limpios.

<sup>18</sup> Un valor más exacto es aquel que considera los ahorros en insumos químicos, así como la elevación de costos en energía eléctrica debido al uso de bombas para poder reciclar las aguas.

Gerencia general esta evaluando la sustitución del método de desencale tradicional por el método de CO<sub>2</sub> u otros, debido a los malos olores que se desprenden en esta etapa.

### **Predescarnado de pieles**

Al evaluar el reciclaje de baños de pelambre, se determina que este proceso produce mayor cantidad de sólidos suspendidos, efluentes con alta concentración de sulfuro y cal, así como restos orgánicos lo que propicia altos valores de DBO y DQO. El predescarnado de pieles frescas es una alternativa para disminuir el impacto ambiental negativo. Esto nos permite trabajar con menos pesos de pieles y debido a que las pieles no han ingresado a ningún proceso químico se obtiene carnazas libres de insumos químicos las cuales se pueden vender a los procesadores de alimentos balanceados. Los menores pesos de las pieles proporcionan a los operarios facilidad en el traslado y manejo de ellas, así como un ahorro de insumos y mejoras en la calidad (cueros con mayor rendimiento de superficie y con menos arrugas o pliegues).



**Foto:** Descarnado de pieles frescas al pelo.

Se aprobó realizar evaluaciones con esta medida y se realizaron los siguientes cálculos:

$$\begin{array}{rcl}
 1088 \text{ kg} & & 974 \text{ kg pieles frescas descarnadas} \\
 \text{Pielles frescas} & \longrightarrow & + \\
 & & 113.7 \text{ kg de carnazas}
 \end{array}$$

Usando el método tradicional se tiene un ahorro de sulfuro y cal en el pelambre de:

$$\text{Ahorro} = \frac{\text{Kg carnazas}}{\text{Kg pieles frescas}} \times 100 = \frac{113.7}{1088} \times 100 = 10.45$$

<p>% ahorro sulfuro y cal = 10.45</p>
---



**Foto:** Piel fresca predescarnada separada de su carnaza, libre de productos químicos.



## **Ventajas**

- Las pieles predescarnadas necesitan un tiempo de remojo menor que las no descarnadas. Esto permite eliminar el uso de enzimas de remojo y disminuir al mínimo el uso de humectantes o jabones.
- Se obtienen carnazas libres de productos químicos las cuales pueden venderse a los procesadores de alimentos balanceados.

## **9.7 Conclusiones**

- Como resultado de la evaluación, la curtiembre Sagrado Corazón de Jesús no cumple con los requisitos generales del sistema de Gestión Ambiental; por lo tanto no cuenta con política ambiental ni estructura organizacional. Las funciones y responsabilidades se encuentran definidas verbalmente.
- De la identificación y evaluación ambiental, se concluye que el mayor impacto ambiental al ecosistema es el vertido de las aguas residuales provenientes de las operaciones de ribera y curtido.
- En la curtiembre Sagrado Corazón de Jesús no se registra ningún ahorro del consumo de agua. No se manejan indicadores de consumo de insumos.
- Si bien los efluentes cuentan con pozas de almacenamiento para una posible reutilización de algunos baños, actualmente no están en funcionamiento.
- El manejo de los residuos sólidos es deficiente, no se cuenta con registros ni se separan los residuos generados.
- La calidad del aire interno se ve afectada por la presencia de olores fuertes (putrescibles) y de insumos químicos, los trabajadores no cuentan con ningún medio de protección personal.
- Existe la mejor disposición y voluntad por parte de la dirección de la Curtiembre Sagrado Corazón de Jesús, siendo muy importante en la implementación de tecnologías limpias y buenas prácticas operativas.

A continuación se resume en la tabla 9.3 las diversas medidas de prevención explicadas a la gerencia.

Tabla 9.3: Medidas de prevención y control de los impactos ambientales

	ETAPA	AGENTE CONTAMINANTE	SOLUCIONES Y/O BUENAS PRACTICAS	DESCRIPCIÓN
Efluentes líquidos	Remojo	Aguas residuales (sangre, materia orgánica y grasas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reciclaje de los baños residuales.</li> <li>• Control de sólidos suspendidos.</li> </ul>	Colocar trampas o rejillas a la salida de los efluentes
	Pelambre	Aguas residuales (sulfuros y proteínas solubles)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reciclo de baños.</li> <li>• Recupere el pelo</li> <li>• Controle con precisión las variables de operación (dosificación de insumos, ph, cantidad de aguas y tiempos de operación).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Colocar un tamiz para separar los sólidos del baño.</li> <li>- Evalúe usos de los sólidos retenidos, como: acondicionador de suelos.</li> </ul>
	Desencalado	Aguas residuales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reciclo de baños controle con precisión de ph y temperatura.</li> <li>• Evalúe la sustitución de sus agentes desencalantes: CO<sub>2</sub></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calibre sus instrumentos</li> </ul>
	Piquelado	Aguas residuales ácidas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control del ph</li> <li>• Reciclo de baños</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Controlar el ph &lt; 3.8 del baño</li> <li>- Reuso del baño</li> </ul>
	Curtido	Aguas residuales ácidas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control con precisión del ph, temperatura, duración y velocidad de operación de los bótales.</li> <li>• Reciclo de baños.</li> <li>• Elevados agotamiento de cromo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control de ph, para reusar el baño</li> <li>- Reducir el consumo de insumos químicos</li> </ul>
	Programa genérico de administración del agua (P2)		Reducción del volumen de los efluentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Independización de canaletas</li> <li>- Medición y registro de flujos y consumos de agua en todas las etapas del proceso, emplee métodos sencillos</li> <li>- Sensibilización ambiental</li> <li>- Balances hídricos</li> <li>- Evaluación del reuso de los efluentes, para lograr optimizar el consumo de agua.</li> <li>- Tratamiento mediante técnicas de membranas para la recuperación y tratamiento del efluente.</li> </ul>

	ETAPA	AGENTE CONTAMINANTE	SOLUCIONES Y/O BUENAS PRACTICAS	DESCRIPCION
RESIDUOS SÓLIDOS	Descarne	Residuos de carne, grasas y sebo	Evaluación de opciones de comercialización  Pre-tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recuperación del sebo.</li> <li>- Elaboración de alimentos balanceados</li> <li>- Reduzca la humedad y vuélvalos inerte.</li> </ul>
	Acabado	Recortes y virutas	Evaluación de opciones de comercialización	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Producción de cuero aglomerado</li> </ul>
	Programa de manejo de residuos sólidos		Elaboración del plan de manejo de residuos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caracterización de residuos sólidos</li> <li>- Sensibilizar al personal de la empresa en el manejo de los residuos sólidos</li> <li>- Establecimiento de registros de residuos</li> <li>- Implementación de técnicas de reciclaje, reuso y reaprovechamiento de residuos</li> </ul>
CALIDAD DEL AIRE	Remojo, pelambre, desencalado, curtido, secado	Olores desagradables, provenientes de la materia orgánica, de insumos químicos. Partículas provenientes de la quema de la leña para el calentamiento del agua.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- adecuada disposición de los residuos sólidos</li> <li>- cambio de energía solar</li> </ul>	
Implementación de buenas prácticas			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implemente un control de inventarios (establecimiento de indicadores) y registros de insumos (fecha de caducidad), productos intermedios y finales.</li> <li>- Determine las prioridades de su organización.</li> <li>- Identifique sus costos de producción, realice un costeo por actividades ABC.</li> <li>- No almacene las pieles frescas, mantenga sus almacenes de materia prima e insumos en condiciones limpias y ordenadas</li> <li>- Solicite a los proveedores hojas técnicas y de seguridad de los insumos químicos</li> <li>- Implemente en su almacén un sistema FIFO (first in first out), lo primero que ingresa es lo primero en salir.</li> <li>- Caracterice y separe en función de la peligrosidad sus insumos químicos.</li> <li>- Trate en lo posible utilizar solventes en agua.</li> <li>- No realice sus operaciones de limpieza con mangueras.</li> <li>- Sustituya en lo posible sus insumos por otros de mayor calidad, pureza, menos contaminantes y peligrosos.</li> <li><b>Eficiencia energética</b></li> <li>- Establezca un programa secuenciado de arranque de la maquinaria a fin de evitar picos.</li> <li>- Evalúe el dimensionamiento de sus motores. reduzca el tamaño del motor y sustitúyalo por uno de mayor eficiencia</li> <li>- Evite muchos arranques</li> <li>- Sustituya los focos incandescentes por lámparas fluorescentes</li> </ul>	
Programa permanente de monitoreo ambiental			Monitoreos periódicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Controlar los parámetros característicos de los efluentes</li> </ul>
Programa permanente de mantenimiento			Plan de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos e instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecimiento de cronogramas e inversiones</li> <li>- Plan de calibraciones</li> <li>- Evite que sus lámparas de iluminación se llene de polvo</li> </ul>

## X. CONCLUSIONES

Como resultado de las visitas y evaluaciones a las diversas pymes ubicadas en Lima se concluye lo siguiente:

- 10.1. Aproximadamente se estima que un 10 al 20% de las curtiembres aplican algunas medidas de prevención desde la fuente (uso de pieles frescas, predecarnado de pieles, pelambres no convencionales, etc.). Sin embargo la gran mayoría de las pymes ejecutan parcialmente medidas de mitigación (construcción de rejillas y pozas de tratamiento final de efluentes) para contrarrestar el impacto ambiental generado por sus procesos.
- 10.2. Del estudio realizado se identificó que el mayor impacto ambiental se propicia en las etapas de ribera y curtido. Asimismo se identificó que las operaciones que generan mayor impacto ambiental son:  
Efluentes líquidos: Pelambre, desencale y curtido.  
Residuos sólidos: Descarnado, dividido, rebajado y lijado.  
Emisiones gaseosas: Pelambre, desencale, desengrase y pintado.
- 10.3. Existe un mal manejo de los efluentes líquidos, no se reutilizan los baños ni se separan los efluentes de cada etapa.
- 10.4. Existe un manejo deficiente de los residuos sólidos, no se separan los residuos orgánicos tales como grasas, carnes, tejidos y otros que pueden ser comercializados.
- 10.5. La calidad del aire se ve afectada por la descomposición de la materia orgánica residual, la formación de gases como el gas sulfhídrico (pelambre), amoníaco (desencale) y solventes clorados (desengrase).  
El aire también es afectado por los humos que se generan al quemar las virutas y polvillo de cuero rechazado y lijado. Asimismo el aire es afectado por los solventes que se desprenden en el pintado del cuero en la etapa de acabado.

## **XI. RECOMENDACIONES GENERALES**

Las recomendaciones han sido explicadas extensamente en las distintas medidas y las ventajas costos / beneficio de cada una de ellas, a través de todo el informe y enfatizada en los capítulos 7 y 8 sin embargo se resumirá algunas de ellas.

11.1 Bajo el lineamiento de prevención ambiental aplicado desde la fuente de origen, tal como se expresa en la Ley General del Ambiente (ver capítulo 2), debemos trabajar con pieles limpias y frescas, así como tratar de evitar el uso de insumos químicos tóxicos en cada etapa del proceso. Por tanto se recomienda:

- Utilizar pieles frescas. No hay uso de sal.
- Trabajar con pieles pre-descarnadas. Permite tener ahorros de insumos químicos, agua, energía y obtener carmazas libres de insumos químicos.
- Reemplazar los tensoactivos de remojo en base de nonil fenol etoxilados por alcoholes grasos etoxilados. Los últimos son más biodegradables.
- Tratar los sistemas de pelambre tradicional por el de recuperación de pelos.
- Reemplazar los productos clorados y solventes orgánicos en el desengrase por tensoactivos biodegradables reforzados con glicoles.
- Evitar el uso de colorantes (teñido y acabado) en base a metales pesados inorgánicos (complejo amarillo cromo, naranja, etc)
- Aplicar los programas de buenas prácticas operativas en todas las áreas de la empresa.
- Tener una vigilancia y monitoreo constante en el uso de agua (evitar los lavados a puerta abierta) y en el uso de energía.

11.2 Dentro de las medidas de mitigación las plantas existentes deberán comenzar con la adopción de las tecnologías de más bajo costo que

permita resolver los problemas más urgentes, así se debe instalar cribas y llevar un control estricto de los valores de ph de los efluentes, esto permite controlar los problemas de atoros y evitar la formación de ácido sulfhídrico ( $H_2S$ ) en el sistema de alcantarillado.

- 11.3 Las cribas y filtros pueden ser fabricados a bajo costo (ver apéndice) y no permitirá disminuir significativamente los sólidos de suspensión y por tanto los atoros en los desagües, el costo de construcción e instalación no varía directamente al número de su mantenimiento y frecuencia de limpieza.
- 11.4 En lo que respecta, al control de la contaminación, debemos en lo posible tratar de reciclar los baños de pelambre curtido (reciclado de cromo). Los costos directos para la implementación de las pozas de sedimentación varían según la capacidad de producción, consumo de agua y el tipo de proceso empleado.
- 11.5 Al reciclar o trabajar con los baños alcalinos de pelambre debemos controlar el valor de ph de este, sobre todo si se mezcla con baños ácidos de piclado, evitando la formación de  $H_2S$ . A un valor ph igual a 6, el 8% del sulfuro estará en forma de  $H_2S$ , como es gas serán desprendidos a la atmósfera presentándose serios problemas ocupacionales. Por tanto se recomienda trabajar con un  $ph \geq 8$ .
- 11.6. En la etapa de desencale, reemplazar total o parcialmente en lo máximo posible, las sales de sulfato de amonio, para evitar las emisiones de amoníaco.
- 11.7 En el caso de utilizar pieles saladas, debe tratar de recuperarse la sal y usarla en el piquelado. Al reciclar los baños de piquelado debe controlarse la concentración de la sal, de esta manera se disminuye el consumo de sal.
- 11.8 Reciclar los baños de curtido. Esto se debe a la baja eficiencia del sistema tradicional de curtido, 60-80% (ver capítulo 6, sección 6.2.4), en el reciclado de los baños de cromo debe determinarse la eficiencia de este nuevo proceso con respecto al original. En cada caso, debe medirse los parámetros básicos durante los inicios de la implementación del sistema,

en periodos mas espaciados. Los baños residuales de cromo pueden servir para el curtido de costras o para curtir o recurtir pieles mas pequeñas (ver capitulo 7, sección 7.2.9).

- 11.9 El método de recuperación del cromo, se debe realizar en procesos cuya eficiencia es baja.

## XII. BIBLIOGRAFÍA

1. Constitución Política del Perú, año 1993.
2. León Ch. Víctor, clases de Legislación Ambiental, IV Programa de Titulación Profesional, Facultad de Ingeniería Química y Textil. UNI 2006.
3. Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles, CPTS, Guía Técnica de Producción más Limpia para Curtiembre, febrero 2003.
4. Consejo Nacional de Ambiente, CONAM, Guía de Producción más Limpia.
5. Osorio C. Cesar, clases de Producción más Limpia, IV Programa de Titulación Profesional, Facultad de Ingeniería Química y Textil, UNI 2006.
6. Ministerio de Industria, Turismo, Integración y Negociantes Comerciantes Internacionales, MITINCI, propuesta de PML en el subsector curtiembre, marzo 2002.
7. Centro de Eficiencia Tecnológica, CET-Perú.
8. Organización de los Estados Americanos, OEA-CONCYTEC, Programa de Cooperación Horizontal en Tecnologías Limpias y Energías Renovables, Manual de Tecnologías Limpias para Pymes del sector curtiembre, marzo 2006.
9. Adzet-Adzet, José y colaboradores, Química Técnica de Tenería, 1985.
10. Hagler Bailly Consulting, “Diagnostico de Prevención de la Contaminación de una Curtiembre”, 1998.
11. Frendrup Willy-Danish Technological Institute / Environmental Technology, Practical Possibilities for Cleaner Production in Leather Professing, Setiembre 1999.
12. European commission, Directorate General JRC (Joins Research Center), Institute for Prospective Technological Studies (Seville) Technologies for Sustainable Development European IPPC Bureau, Integrated Pollution



- Prevention and Control (IPPC) Reference Document on Best Available Techniques for the Tanning of Hides and Skins, mayo 2001.
13. J. Ludick – United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), Chrome Management in the Tanyard, Octubre 1997.
  14. Trorstensen Tomas C., Fundamentals of Pollution Contud for the Leather Industry.
  15. Nahui O. Jhonny Ph. D., curso de Producción más Limpia maestría, Gestión Ambiental, UNI 2006.
  16. Basf, Vademécum para el Técnico de Curtición, tercera edición.
  17. Sasol Olefins ξ Surfactants GMBH, alcoholes etoxilados 2004, catalogo.
  18. Bargallo M. Curso de Química Descriptiva, Inorgánica y Orgánica, 1960.
  19. Turner F., Energy Management, 1997.
  20. Ugas S. Carlos, Instalación de una Curtiembre, tesis UNI 1956.
  21. Materia prima, maquinaria y proceso:  
[www.cueronet.com](http://www.cueronet.com)
  22. Tarifario de Consumidores:  
[www.osinerg.gob.pe](http://www.osinerg.gob.pe),
  23. Generación y transmisión de energía eléctrica:  
[www.coes.org.pe](http://www.coes.org.pe)
  24. Medio ambiente:  
[www.perucompite.gob.pe](http://www.perucompite.gob.pe)
  25. Legislación Ambiental:  
[www.conam.gob.pe](http://www.conam.gob.pe),  
[www.elperuano.gob.pe](http://www.elperuano.gob.pe),  
[www.produce.gob.pe](http://www.produce.gob.pe).

### XIII. APÉNDICE

#### Apéndice A: GLOSARIO DE TERMINOS

El glosario esta dividido en dos partes:

Tabla A1: Términos químicos más usados en curtiembres

Tabla A2: Términos relacionados con el subsector curtiembres y el medio ambiente

**Tabla A1:** Términos químicos mas usados en las curtiembres

Términos en español	Términos en ingles	Explicación
Aceite sulfatado	Sulfited oil	Aceite que contiene sulfito (SO <sub>3</sub> *).
Acidez	Acidity	Calidad de ácido. Exceso de protones en una solución. Una solución acuosa tiene carácter ácido cuando su ph es inferior a 7.
Ácido fórmico	Formic acid	HCOOH, ácido débil, usado en las soluciones de piquelado.
Ácido oxálico	Oxalic acid	H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> , (HOOC-COOH) usado en el engrasado, después del curtido.
Ácido sulfúrico	Sulfuric acid	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , usado en las soluciones de piquelado; y en el tratamiento del afluyente libre de sulfuro para precipitar proteínas.
Basicidad o alcalinidad	Alkalinity	Calidad de básico. Exceso de oxidrilos en una solución. Una solución acuosa tiene carácter alcalino o básico cuando su ph es superior a 7.
Aminas	Amines	Compuestos orgánicos nitrogenados, que pueden usarse para el pelambre.
Amoniaco	Ammonia	NH <sub>3</sub> ; gas incoloro, irritante, corrosivo, con olor penetrante, que se puede formar cuando se usa sales de amonio en el desencalado.
Basificante	Basifying agent	Compuesto usado para elevar el ph durante el curtido. Por ejemplo, óxido de magnesio (MgO), carbonato de sodio (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ) y bicarbonato de sodio (NaHCO <sub>3</sub> ), entre otros.
Bicarbonato de sodio (carbonato ácido de sodio)	Sodium hydrocarbonate	NaHCO <sub>3</sub> ; compuesto usado como basificante suave.
Bisulfito de sodio (sulfito ácido de sodio)	Sodium bisulfite	NaHSO <sub>3</sub> ; usado para eliminar la cal de la piel durante el desencalado.
Cal apagada (hidróxido de calcio)	Lime (calcium hydroxide)	Ca (OH) <sub>2</sub> ; usado para provocar el hinchamiento de la piel durante el pelambre.
Carbonato de calcio	Calcium carbonate	CaCO <sub>3</sub> ; impureza mineral de cal. Su presencia puede inducir la formación de manchas en la piel en tripa.
Ácidos grasos	Fatty acids	Ácidos grasos.
Compuestos orgánicos volátiles (COV)	Volatile organic compounds (VOC)	Términos que agrupa a todos los compuestos orgánicos que son gases a temperatura ambiente, varios de los cuales participan en la formación de "smog fotoquímico"; y algunos son cancerígenos.
Cromo	Chromium	Cr, metal pesado que puede encontrarse químicamente bajo diferentes estados de oxidación: (II), (III); (IV), (VI). Es utilizado para curtir las pieles bajo la forma de sulfato básico de cromo (III), Cr (OH) SO <sub>4</sub> .
Cromo autobasificante	Self-basifying chromium	Compuesto de cromo que contiene basificante, el cual permite elevar el ph de 2.8 hasta un valor aproximado de 4 durante el curtido.
Demanda bioquímica de oxígeno 5 (DBO <sub>5</sub> ); o demanda biológica de oxígeno [mg/l]	Biochemical oxygen demand (BOD); or biological oxygen demand	Cantidad de oxígeno, en miligramos, necesario para oxidar, durante 5 días y a 20°C, la materia orgánica contenida en 1 litro de muestra, mediante los microorganismos del medio.

Demanda química de oxígeno, (DQO) [mg/l]	Chemical oxygen demand (COD)	Cantidad de oxígeno equivalente al contenido de materia oxidable, contenido en 1 litro de muestra, que puede ser oxidada por un reactivo químico fuertemente oxidante.
Dicromato de sodio	Sodium dichromate	$\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ; reactivo usado antiguamente para el curtido con cromo. El cromo en este compuesto se encuentra como Cr (VI). Es un reactivo fuertemente oxidante y muy tóxico.
Dicromato de potasio	Potassium dichromate	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ; reactivo usado antiguamente para el curtido con cromo. El cromo en este compuesto se encuentra como Cr (VI). Es un reactivo fuertemente oxidante y muy tóxico.
Dióxido de carbono (anhídrido carbónico)	Carbón dioxide	$\text{CO}_2$ ; gas que resulta de los procesos de combustión de materia orgánica. Se usa también para desencalar.
Dolomita	Dolomite	Mineral compuesto de carbonato de magnesio ( $\text{MgCO}_3$ ) y carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Se puede usar como basificante.
Dosis letal media, ( $\text{DL}_{50}$ )	Letal dose ( $\text{DL}_{50}$ )	$\text{DL}_{50}$ ; cantidad de una sustancia que mata al 50% de la población animal objeto de ensayo. Se expresa en miligramos de sustancia por kilogramo de peso vivo del animal objeto de ensayo.
Enzimas	Enzymes	Son compuestos de naturaleza proteica que catalizan reacciones orgánicas. Por ejemplo, las enzimas del purgado aceleran o catalizan la degradación de la proteína no colágena para mejorar la textura y elasticidad del cuero.
Orgánicos Halogenados Absorbibles, AOX	Absorbable organic halogen (X), AOX	La cantidad de halógenos (excepto flúor), expresada en mg de cloro por litro, contenida en todos los compuestos halogenados presentes en una muestra de agua, absorbibles sobre carbón activado.
Ligantes acrílicos	Acrylic binds	Sustancias derivadas del ácido acrílico ( $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CO}_2\text{H}$ ) que se usan para unir dos o más cadenas moleculares (por ejemplo, las cadenas proteicas del colágeno).
Nitrógeno amoniacal	Ammonium nitrogen	Nitrógeno que se encuentra en forma de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) o de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ). Se usan, por ejemplo, en el desencalado y para neutralizar el cuero en el post-curtido.
Nitrógeno total, N-tot	Total nitrogen	La cantidad total de nitrógeno, expresada en miligramos por litro o por kilogramo de muestra. Que proviene de sustancias nitrogenadas contenidas en dicha muestra (por ejemplo, amoníaco, nitratos, nitritos, aminas, aminoácidos y otros). Para determinar N-tot se emplea el método de Kjeldahl y se lo denomina nitrógeno total Kjeldahl; o en inglés: Total Kjeldahl Nitrogen (TKN).
Oxido de cromo	Chromic oxide	$\text{Cr}_2\text{O}_3$ ; en la literatura técnica de curtiembres, el contenido de cromo ofertado con la sal de cromo comercial (p.e. sulfato básico de cromo) se calcula y expresa normalmente como oxido de cromo. En la literatura ambiental y de análisis químico de efluentes, el contenido de cromo se expresa normalmente como cromo elemental (Cr).
Oxido de magnesio	Magnesium oxide	$\text{MgO}$ , compuesto usado como basificante.
Sal común (cloruro de sodio)	Salt (sodium chloride)	$\text{NaCl}$ ; reactivo usado como biocida en el salado de pieles frescas para evitar su putrefacción, también se usa en el piquelado como deshidratante.
Soda cáustica (hidróxido de sodio)	Sodium hydroxide (caustic soda)	$\text{NaOH}$ ; compuesto de carácter fuertemente básico que se usa en pelambre.
Sólidos suspendidos (SS)	Suspended solids (SS)	Cantidad, expresada en miligramos por litro, de sólidos suspendidos en el efluente (es decir, de sólidos presentes no disueltos)
Sólidos disueltos totales (SDT)	Total dissolved solids (TDS)	Cantidad, expresada en miligramos por litro, del total de sólidos disueltos en el efluente. Se consideran sólidos disueltos: la materia coloidal u los compuestos orgánicos e inorgánicos (sales) solubles.

Sólidos volátiles	Volatile solids	Cantidad, expresada en miligramos por litro, del total de sólidos que se pierden por ignición.
Solución	Solution	Mezcla homogénea (una sola fase) de dos o más sustancias. Una solución esta compuesta por el disolvente y el o los solutos. El disolvente esta compuesto por una o más sustancias que tienen el poder de disolver a otras (solutos). Es el constituyente que tiene el mismo estado físico que la solución misma y se encuentra en mayor proporción que el soluto. El soluto es toda sustancia (sólida, líquida o gaseosa) capaz de disolverse en un solvente, dispersándose en un solvente, dispersándose de manera homogénea.
Solventes orgánicos halogenados	Halogenated organic solvents	Solventes cuyas moléculas contienen un o más elementos halógenos (como flúor, cloro, bromo o yodo), que se usan para la preparación de pinturas y lacas. Tienen la capacidad de destruir la capa de ozono.
Sulfato básico de cromo (trivalente)	Basic chromium sulfate	$\text{Cr}(\text{OH})\text{SO}_4$ ; reactivo (sal de cromo) usado comúnmente en el curtido al cromo. El cromo presente esta en su forma trivalente Cr (III).
Sulfato de amonio	Ammonium sulphate	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ; reactivo usado en el desencalado para eliminar la cal de la piel.
Sulfato de calcio	Calcium sulphate	$\text{CaSO}_4$ ; yeso, residuo del desencalado.
Sulfato de cromo	Chromium sulphate	$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ ; reactivo usado con menor frecuencia en el curtido al cromo
Sulfato de magnesio	Manganese sulphate	$\text{MnSO}_4$ ; reactivo catalizador empleado para la oxidación de sulfuros ( $\text{S}^{2-}$ ) o sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), en soluciones residuales de pelambre.
Sulfato de sodio	Sodium sulphate	$\text{Na}_2\text{SO}_4$ ; se puede usar en desencalado para precipitar la cal, en vez de sulfato de amonio (que produce mal olor).
Sulfuro	Sulfide	$\text{S}^{2-}$ , ion proveniente de la disociación del sulfuro de sodio, de carácter fuertemente básico, utilizado en pelambre y que, en condiciones ácidas, forma ácido sulfhídrico (gas venenoso).
Sulfhidrato de sodio (sulfuro ácido de sodio)	Sodium sulphhydrate	$\text{NaHS}$ ; reactivo de carácter anfótero, usado en el proceso de pelambre.
Sulfuro de calcio	Calcium sulfide	$\text{CaS}$ ; compuesto que se forma en el encalado, a partir de la cal y el sulfuro de sodio.
Sulfuro de hidrógeno	Hydrogen sulfide	$\text{H}_2\text{S}$ ; gas tóxico. Este compuesto se puede formar, en concentraciones tóxicas, a $\text{pH} < 10$ , dependiendo de la concentración de $\text{S}^{2-}$ y del $\text{HS}^-$ y de la temperatura del medio.
Sulfuro de sodio	Sodium sulphide	$\text{Na}_2\text{S}$ ; reactivo depilador usado en el proceso de pelambre.
Taninos	Tannins	Material vegetal usado en el curtido vegetal.

**Tabla A2: Términos relacionados con el subsector curtiembres y el medio ambiente**

Términos en español	en	Términos en inglés	en	Explicación
Ablandado		Staking		Suavizado y estirado del cuero mediante trabajo mecánico.
Acabado		Finishing		El conjunto de operaciones que le otorgan color, brillo y otras características al cuero de acuerdo al producto final que se quiera obtener especificado.
Atravesado		--		Difusión de los reactivos químicos a través de la sección transversal de la piel o el cuero.
Balance de masa		Mass balance		La cuantificación de las entradas y salidas de masa en un proceso o en cada una de las operaciones unitarias.
Baño		Float bath		Líquido o solución que contiene reactivos químicos.
Baño de cromo		Chrome bath		Solución con sales de cromo para el curtido y/o recurtido.
Baño de pelambre		Unhairing bath		Solución para remover los pelos de las pieles.
Baume (grados Baume)		*Baume (Baume degrees)		Unidad para expresar la densidad de una solución.
Carnazas		Fleshings		Residuos sólidos provenientes del predescarnado y descarnado.
Colágeno		Collagen		Sustancia proteica fibrilar de la piel, que se transforma en cuero después del curtido.
Concentración		Concentration		Valor que expresa la cantidad de una sustancia disuelta (soluto) por unidad de volumen o masa de solución, o de disolvente según sea el caso.
Consumo específico		Specific consumption		Relación numérica que expresa el consumo de un insumo por unidad de producción o de materia prima. Por ejemplo 12Kg. de sal por tonelada de piel.
Costra o descarnado o serraje		Split leather		Capa interna de la piel resultante del dividido.
Crupón (entero)		Butt		La parte de la piel que queda después de remover las faldas y el cuello.
Crupón (medio)		Bend		La mitad de un crupón entero obtenida del corte a lo largo de la línea del espinazo.
Cuero		Leather		Producto del proceso del curtido de pieles de diferentes animales. En esta guía, se denomina piel al pellejo no curtido de los animales (ver definición de la piel)
Cuero entero		Whole hide		Cuero no cortado en lonjas.
Cuero integral		Unsplit hide		Cuero entero no dividido.
Cuero venoso		Veiny leather		Cuero en el cual las marcas de los vasos sanguíneos o venas son visibles o inusualmente prominentes, sobre la flor o en el lado de la carne, generalmente por el uso de pieles viejas (ver también venosidades)
Cuero semi-acabado		Crust leather		Cuero que ha sido secado, después del curtido, recurtido y teñido, sin otros procesos de acabado.
Curtido al cromo		Chrome tanning		Operación en la que se transforma la piel en cuero, haciendo reaccionar el cromo en el colágeno de la piel, para darle consistencia y evitar su putrefacción.
Curtido al tanino		Vegetal tanning		Operación en la que se hace reaccionar taninos con el colágeno de la piel. Esta se realiza para obtener cuero más pesado y grueso, como p.e. para la fabricación de calzado.
Desbastadora		Scraper		Máquina que da al cuero una textura más suave (nubuck) mediante un desgaste fino de la superficie del cuero.
Descarga específica		Specific discharge		Relación que expresa la cantidad de desechos descargados por unidad de producto o materia prima. Las descargas consisten en el vertido o emisión de los desechos sólidos, líquidos o gaseosos al ambiente.

Descarga o emisión	Discharge	Liberación de materia y/o energía, de cualquier naturaleza (sólida, líquida, gaseosa, mezcla o combinación de ellas, incluyendo flujos calóricos), al ambiente (aire, agua o suelo) fuera del sistema productivo.
Descarne después del pelambre.	Lime fleshing	Operación de descarnado que se realiza después del pelambre.
Descarne en verde o descarnado.	Green fleshing	Operación de descarnado que se realiza antes del pelambre.
Desecho.	Waste	Energía o materia (sólida, líquida, gaseosa, mezcla o combinación de ellas, incluyendo flujos calóricos) a la que ya no se le da el valor alguno y, por tanto, se la descarga o emite o es objeto de disposición final.
Desencalado.	Deliming	Operación por la cual se elimina la cal de la piel encalada, mediante adición del sulfato de amonio y otros reactivos.
Desengrasado.	Degreasing	Operación de remoción de grasas de la piel con detergentes o solventes.
Diagrama de flujo (de un proceso)	Flow sheet (of a process)	Esquema gráfico, con símbolos y flechas, que representan a un proceso, mostrando la secuencia de todas sus operaciones unitarias.
Diagrama de flujo (de una operación unitaria)	Flow sheet (of a unit operation)	Esquema gráfico, con símbolos y flechas, que muestra la secuencia de etapas o actividades de una operación unitaria, incluyendo sus entradas (insumos) y salidas (productos, subproductos y residuos).
Dividido	Splitting	Operación de separación de capas de la piel; capa externa (flor) y capa interna (costra o descarne).
Efluente.	Efluent	Materia y/o energía residual (sólido, líquido, gaseoso, mezcla o combinación de ellos, incluyendo flujos calóricos), cruda o tratada, que puede contener contaminantes y que se encuentra en cualquier punto del proceso productivo antes de su descarga o emisión.
Engrasado	Fatliquoring	Operación en la que se añaden grasas naturales o sintéticas para darle mayor suavidad al cuero.
Enmascarante	Masking agent	Ácidos o sales que forman complejos con el cromo, lo que ayuda a su penetración dentro de la piel y una distribución más uniforme del cromo a través del espesor del cuero.
Ecurrido	Draining	Operación donde el agua superficial de la piel/cuero se elimina por drenaje natural. Por ejemplo, cuando las pieles son colgadas y el agua de estas fluye por gravedad.
Exprimido	Samming, sammying	Operación de extracción mecánica o neumática del exceso del agua de las pieles húmedas por presión o succión.
Falda o costado	Bella	Piel de la zona abdominal del animal.
Floculación	Floculation	Operación de precipitación de la materia coloidal en suspensión, por la adición de ciertos compuestos químicos (floculantes). Esta operación se usa, por ejemplo, para el tratamiento de aguas residuales.
Flor	Grain	Capa externa de la piel resultante del dividido.
Fulón	Drum	Recipiente cilíndrico de madera, que rota por la acción de un motor sobre su eje y en el que se desarrollan varias operaciones unitarias del proceso en curtiembres.
Gas licuado de petróleo (GLP)	Liquified petroleum gas (LPG)	Mezcla de gases, principalmente propano y butano, manteniendo en estado líquido en recipientes bajo presión. Se comercializa, por ejemplo, en garrafas, para uso doméstico e industrial.
Gas natural (GN)	Natural gas (NG)	Gas metano, con cierto contenido de etano y propano. Se comercializa a nivel industrial y domiciliario, normalmente a través de gasoductos y líneas de distribución secundarias.
Hinchamiento	Swelling	Incremento del volumen (espesor) de una piel debido a la absorción de un solvente, generalmente agua, cuando es sumergida en una solución diluida de un ácido o álcali.
Homogeneización	Homogenization	Operación de uniformizar una mezcla de sustancias por medios químicos o físicos, por ejemplo a través de una agitación.

Insumo	Production supplies	Toda entrada al sistema productivo (materia prima, agua, energía. Reactivos químicos, material filtrante, resinas de intercambio iónico, empaquetaduras, etc.).
Lavado	Washing	Operación que utiliza agua para eliminar de las pieles el exceso de reactivos, empleados en las diferentes operaciones de curtido, y otras impurezas.
Lijado	Buffing	Eliminación mecánica de rugosidades e imperfecciones de la superficie del cuero, para que sea más lisa y uniforme.
Lixiviación del cromo del cuero	Leaching out chrome	Pérdidas por disolución del cromo contenido en el cuero, cuando ese no está bien fijado.
Lodo	Sludge	Residuo semi-sólido
Sedimentación	Settling	Proceso por el cual las partículas sólidas de una solución se depositan en la base del recipiente por acción de la gravedad.
Tamiz inclinado	Screen, side hill	Malla enmarca, dispuesta en forma inclinada, preferiblemente a 45° respecto a la vertical, para separar sólidos suspendidos contenidos en el líquido que cae sobre su superficie.
Temperatura de encogimiento o contracción.	Ahrinkage temperature	La temperatura a la cual la piel o cuero inicia su contracción cuando se calienta gradualmente sumergiéndolo en agua /50/. Generalmente se utiliza para verificar el contenido del cromo en el cuero.
Teñido	Dyeing	Operación por medio de la cual se da color tanto superficialmente como a través de su espesor, mediante tratamiento con una solución colorante.
Tina	Pit or vat	Recipiente usado para procesar pieles, almacenar baños para su reciclaje y otros.
Toggling o clavado o pinzado	Toggling	Operación de estirar el cuero con dispositivos metálicos (ganchos o palancas acodadas, articuladas o no), que se fijan sobre una plancha perforada.
Tripa	Pelt	Piel después del pelambre.
Turgencia	Plumpness	La resistencia a la compresión que poseen las pieles cuyas fibras se han distendido por el agua influenciadas de fuerzas osmóticas. Una piel turgente es necesariamente una piel hinchada pero no necesariamente una piel hinchada es una piel turgente.
Venosidades	Veininess	Prominentes marcas de venas en la piel, las cuales llegar a ser visibles en el cuero acabado; frecuentemente debido a un pobre sangrado que contribuye al crecimiento bacterial.
Virutas	Shavings	Residuos sólidos provenientes del rebajado.
Wet Blue	Wet-blue	Piel curtida al cromo, todavía en estado húmedo. El cromo le confiere su coloración azul (es un producto intermedio).
Wet white	Wet-white	Piel curtida con variados curtientes (p.e. compuestos de aluminio, titanio o zirconio), todavía en estado húmedo. Estos reactivos le confieren una coloración blanca (es un producto intermedio).

**Apéndice B: De la clasificación de los cursos de agua y de las zonas costeras del país – Ley General de Aguas**

El pH para todos los usos, entre 6 y 9.

**Tabla B1:** Límites bacteriológicos (NMP/100 ml)

	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
Coliformes Totales	8.8	20000	5000	5000	1000	20000
Coliformes Fecales	0	4000	1000	1000	200	4000

**Tabla B2:** Límites de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) 5 días, 20°C y de Oxígeno Disuelto (O.D.) valores en mg/m<sup>3</sup>

	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
DBO	5	5	15	10	10	10
OD	3	3	3	3	5	4

**Tabla B3:** Límites de sustancias potencialmente peligrosas valores en mg/m<sup>3</sup>

<b>Parámetro</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
Selenio	10	10	50	5	5	10
Mercurio	2	2	10	0.1	0.1	0.2
PCB	1	1	1+	2	2	2
Éteres Estalatos	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Cadmio	10	10	50	0.2	0.2	4
Cromo	50	50	1000	50	50	50
Níquel	2	2	1+	2	2	**
Cobre	1000	1000	500	10	10	*
Plomo	50	50	100	10	10	30
Zinc	5000	5000	25000	20	20	**
Cianuros (CN)	200	200	1+	5	5	5
Fenoles	0.5	1	1+	1	1	100
Sulfuros	1	2	1+	2	2	2
Arsénico	100	100	200	10	10	50
Nitratos (N)	10	10	100	N.A.	N.A.	N.A.



**NOTAS:**

- \* :Pruebas de 96 horas LC50 multiplicadas por 0.1  
 \*\* :Pruebas de 96 horas multiplicadas por 0.02  
**LC50** :Dosis letal para provocar 50% de muertes o inmovilización de la especie del BIO ENSAYO.  
**1+** :Valores a ser determinados. En caso de sospechar su presencia se aplicara los valores de la columna V, provisionalmente.  
**N.A.** :Valor no aplicado.

**Tabla B4:** Limites de sustancias o parámetros potenciales perjudiciales valores en mg/m<sup>3</sup>

Parámetros		I y II	III	IV
M.E.H.	(1)	1.5	0.5	0.2
S.A.A.M.	(2)	0.5	1.0	0.5
C.A.E.	(3)	1.5	5.0	5.0
C.C.E.	(4)	0.3	1.0	1.0

**NOTAS:**

- (1) Material extractable en Hexano (grasa principalmente).  
 (2) Sustancias activas de azul de Metileno (detergente principalmente).  
 (3) Extracto de columna de carbón activo por alcohol (método de flujo lento).  
 (4) Extracto de columna de carbón activo por Cloroformo (método de flujo lento).

### Apéndice C: Reglamento de desagües industriales Sedapal

Parámetros	Limite permisible
PH	5.0 – 8.3
Temperatura, °C	35
Aceites y Grasas, mg/l	100
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> ), mg/l	1000
Sólidos Suspendidos Sedimentables (SS), ml/hora	8.5

### Apéndice D: Reglamento Para la Protección Ambiental en Actividades De Hidrocarburos

Parámetros	Limite Recomendado ug/m <sup>3</sup>
Contaminantes Convencionales	
Partículas, promedio 24 horas	120
Monóxido de Carbono, promedio 1 hora/8horas	35 / 15
Gases Ácidos	
Acido Sulfhídrico (H <sub>2</sub> S), promedio 1 hora	30
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ), promedio 24 horas	300
Óxidos de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> ), promedio 24 horas	200
Compuestos Orgánicos	
Hidrocarburos, promedio 24 horas	15000

**Referencias:** MEM. Protocolo De Monitoreo De Calidad De Aire y Emisores Subsectores Hidrocarburos. Dirección General De Asuntos Ambientales. Vol. II-I. Lima Perú. Set. 1994.

## Apèndice E

I) Fulones: La tabla E1 indica la cantidad de pieles que se pueden trabajar en un bombo determinado depende del tipo y tamaño de las pieles, de hasta donde se llene el bombo, de la cantidad de baño que se emplee y de la operación que se este realizando. A pesar de todo ello en la siguiente tabla indicaremos una serie de valores que deben considerarse solo como indicativos.

**Tabla E1:** Capacidad y potencia de arrastre

Diámetro interno mm.	Anchura interna mm.	Capacidad útil m <sup>2</sup>	Kilos de piel vacuna para distintos baños			Potencia Kw
			100%	150%	200%	
2.000	2.000	2,74	1.400	1.100	900	5-8
2.500	1.500	3,40	1.700	1.350	1.150	5-8
2.500	2.000	4,40	2.200	1.750	1.450	6-12
2.500	2.500	5,35	2.700	2.150	1.750	6-15
3.000	3.000	9,20	4.600	3.700	3.050	9-25
3.500	3.500	14,69	7.350	5.900	4.900	15-35
4.000	4.000	21,92	11.000	8.750	7.300	20-45
4.500	4.500	31,21	15.600	12.500	10.450	30-65

**Fuente:** Adzet Adzet, J. M. Química Técnica de Teneria

Los valores de la capacidad útil expresados en la tabla E1 se han calculado llenando el bombo hasta una distancia del eje geométrico inferior en un diez por ciento del radio del bombo, para que el baño no rebose el eje hueco. Para un bombo determinado la potencia del motor de arrastre depende esencialmente de la carga y de la velocidad. En la tabla indicamos dos valores, el valor mínimo corresponde a la carga máxima de pieles y con el baño corto.

**Tabla E2:** Velocidad del fulòn según etapa del proceso efectuado

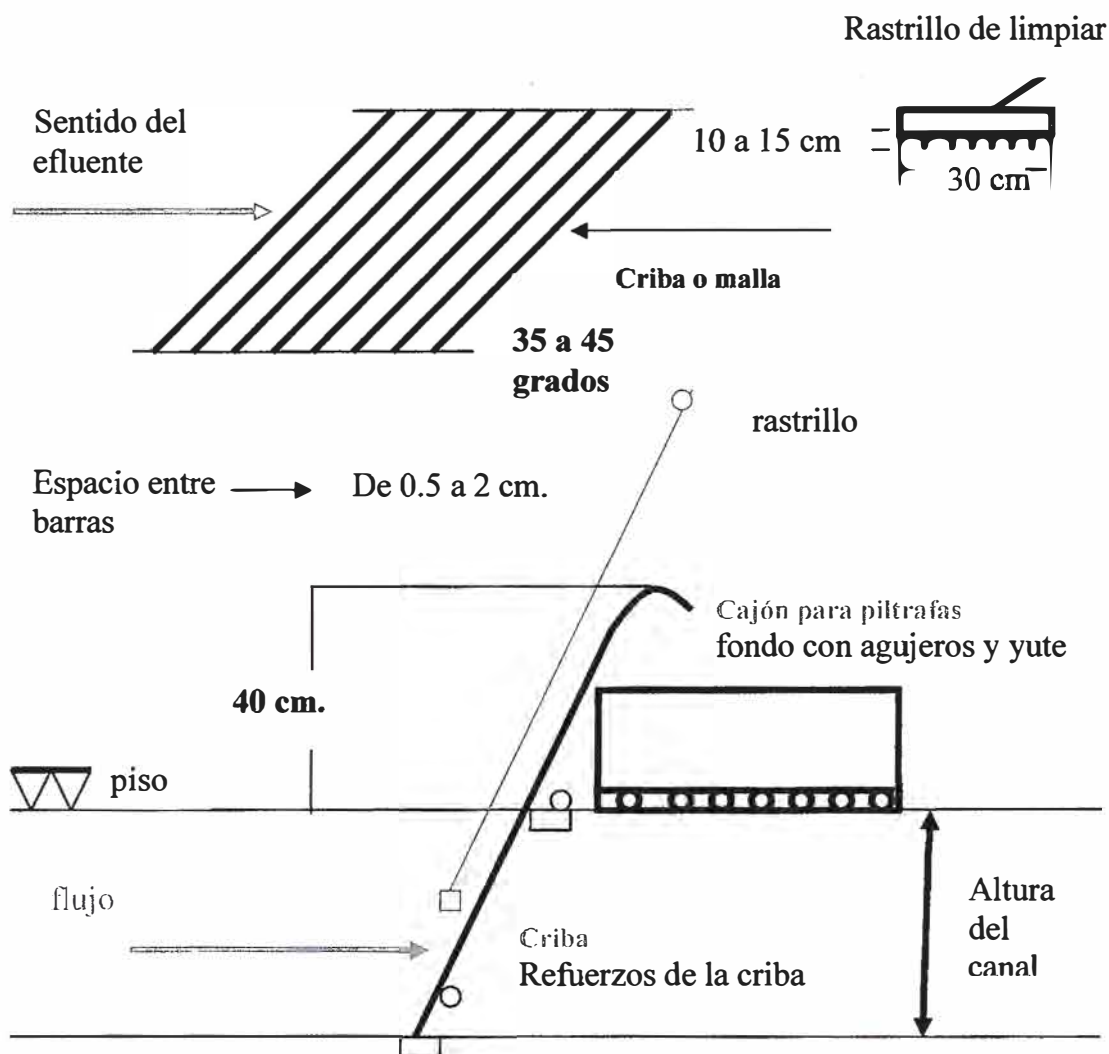
Bombos para	Velocidad periférica m/s	Velocidad r.p.m. 2000 mm.
Pelambre	0.20	2
Desencalado	0.50	5
Curtición vegetal	0.8-1.0	8-10
Curtición al cromo	1.2-1.8	12-18
Tintura-engrase	1.6-2.0	16-20
Ablandar	1.4-2.0	14-20

**Fuente:** Adzet Adzet, J. M. Química Técnica de Teneria.

La tabla E2 nos muestra, la velocidad de los bombos suele expresarse en r.p.m.. Para que este valor sea significativo debe acompañarse del diámetro del bombo de que se trata. Otra forma menos frecuente de expresar la velocidad de los bombos es indicar la velocidad periférica expresada en metros partido por segundo.

## Apéndice F

**Figura F1:** Cribas para filtrar los efluentes de la curtiembre



**La criba esta inclinada en 35 a 45 grados en dirección del flujo del efluente. Las barras pueden ser circulares, cuadradas, trapezoidales o rectangulares, la superficie lisa.**

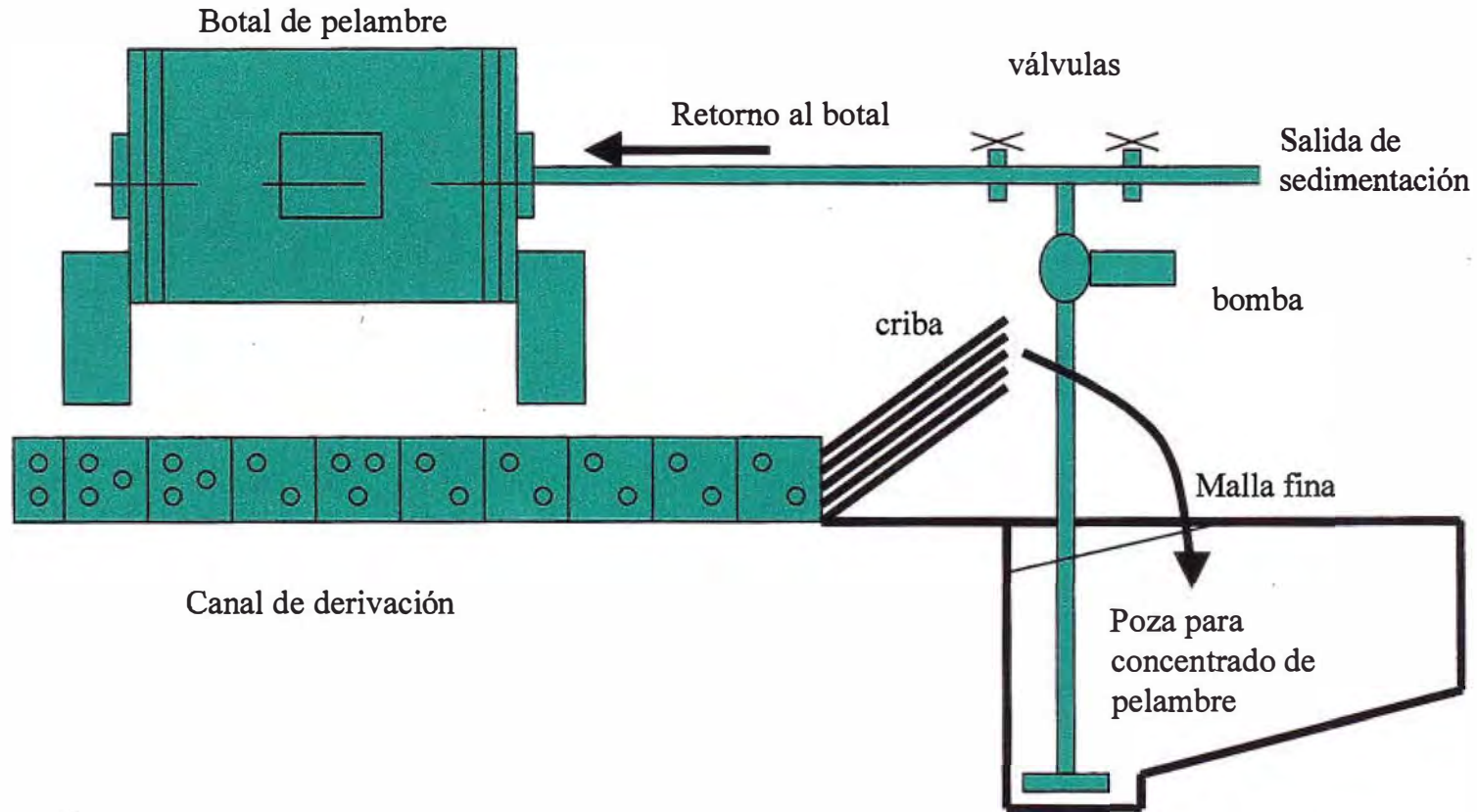
Limpiar al final de cada día para que las piltrafas no se sequen y queden adheridas.

La velocidad del efluente debe de ser 1 m/sec o menos para que los sólidos no se destrocen al chocar con la criba.

La criba debe de estar instalada en un lugar abierto de preferencia. Si el efluente alcanza la altura de 2/3 del canal, debe de ser limpiada inmediatamente para evitar atoro y rebalse.

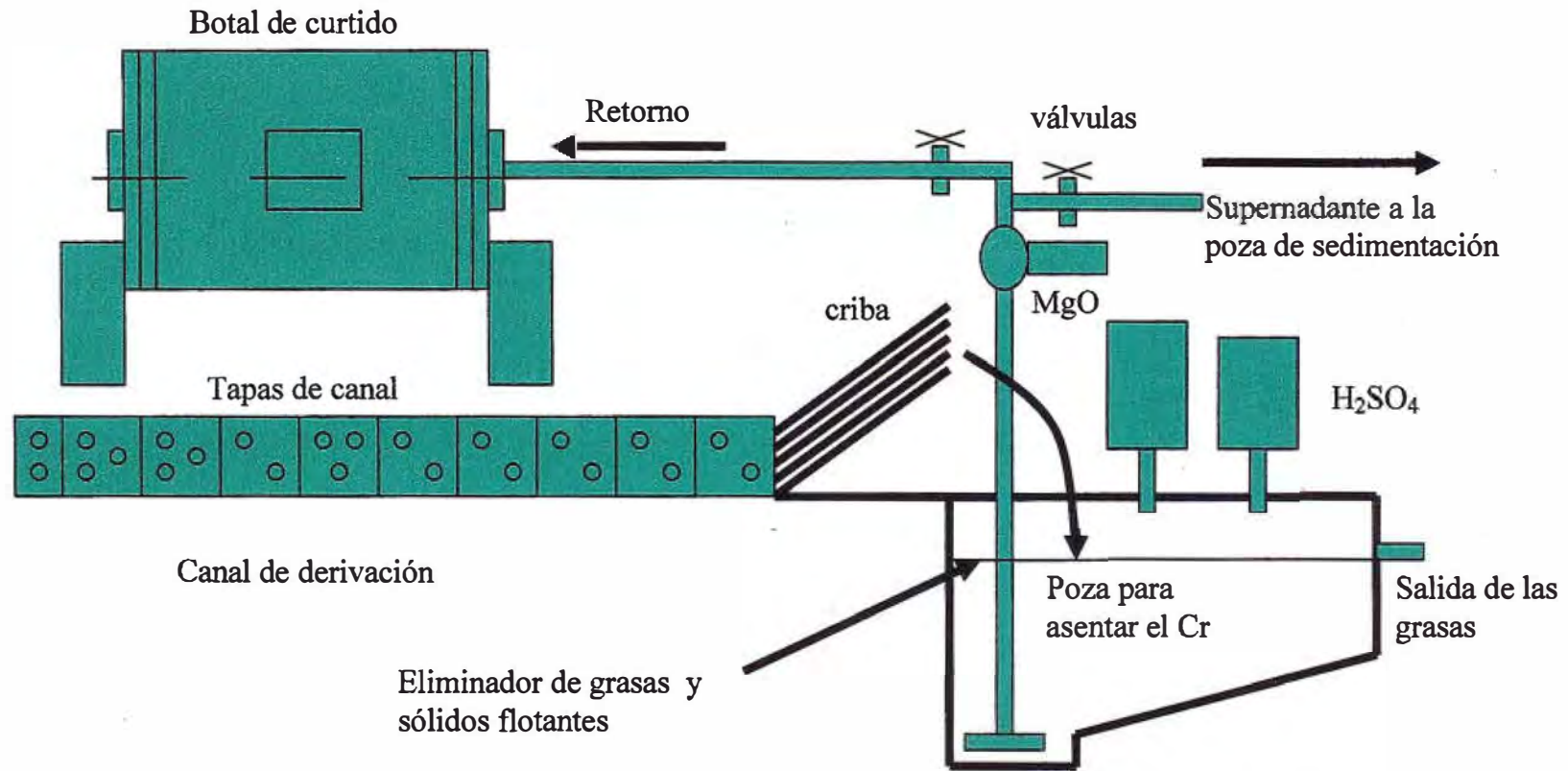
Si se da un desnivel de más de un metro, se aconseja colocar las cribas autolimpiantes de perfil trapezoidal (tipo hidrasieve) y en todo caso de preferencia en acero inoxidable.

Figura F2



Nota: la poza podrá estar debajo del botal si las bases son resistentes. La bomba es para lodos alcalinos. La capacidad de la poza debe ser algo superior a la de la mitad del botal.

Figura F3



La torta asentada al fondo del tanque se redisuelve con ácido sulfúrico al final de la decantación para activar el