

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y MANUFACTURERA**



**“ESTUDIO AMBIENTAL DE LA CURTIEMBRE LA UNION”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO QUÍMICO**

**POR LA MODALIDAD DE ACTUALIZACION DE  
CONOCIMIENTOS**

**PRESENTADO POR :**

**JESÚS OCHOA TORRES**

**LIMA - PERÚ  
2003**

## **DEDICATORIA**

**En memoria de  
Hipólito Ochoa Rosas y  
Leonidas Torres Cardenas  
Mis Padres.  
Reconociendo su  
Esfuerzo y Sacrificio**

## **AGRADECIMIENTO**

**Al Ing. Emerson Collado  
Por su asesoría en la elaboración  
Del presente informe.**

**Por la colaboración  
Al Ing. Enrique Céspedes  
Jefe de planta. Y  
Al Sr. Guillermo Dávila  
Gerente Adjunto.  
de la CURTIEMBRE LA UNION S.A.**

**A los Catedráticos por la formación  
durante mis estudios en la UNI.**

**A mi familia por su apoyo constante.**

## **PRESENTACIÓN**

A menudo oímos hablar del cuero, de la confección de diversos productos que se dan en la industria de este producto y de la manera como esta evolucionando en el Perú, pero no estamos familiarizados con los procesos que se dan para la obtención del cuero.

Por lo que este informe tiene como finalidad copar el campo de aplicación industrial del cuero, como la problemática ambiental interrelacionada con cada uno de los procesos de la producción.

Por lo que es necesario hacer un estudio ambiental y así fortalecer los conocimientos en este campo de la industria del cuero y del estado del sector curtiembre en el medio manufacturero.

## **RESUMEN**

El informe desarrolla conceptos y técnicas haciendo un diagnóstico sectorial de la industria de las curtiembres en sus diversos aspectos, tanto en lo comercial como en el manejo de la minimización de generación e impacto ambiental de sus desechos.

El curtido de los cueros es una industria contaminadora que descarga al ambiente altos contenidos de materia orgánica y concentraciones que pueden alcanzar niveles tóxicos de sustancias como el sulfuro y cromo trivalente, si el curtido es mineral.

En los tópicos se hace una identificación de los residuos que se obtienen luego del proceso y en cada una de las operaciones que llevan a la obtención del cuero para luego situarse en la legislación ambiental para la industria de Curtiembres proponiendo Límites Permisibles y minimización de residuos.

Para lo cual se describe el proceso, haciendo una caracterización en lo referente a los residuos líquidos, sólidos y gaseosos.

Proponiendo técnicas de adecuación a los planes ambientales y cumplir con los Límites Máximos Permisibles, efectuando un Plan de Manejo Ambiental refiriendo con énfasis en la protección del medio ambiente en que se desarrolla la industria manufacturera de curtiembre tanto para el operario, técnico y profesional que labora en esta industria.

Este informe consta de cinco capítulos. En el segundo capítulo se presenta de manera conceptual el marco para minimización de residuos. En el tercer capítulo se desarrolla el tema industrial del curtido, el estudio del caso y los tratamientos adecuados, y un plan de manejo ambiental para luego en el cuarto capítulo presentar las Recomendaciones y Conclusiones derivadas del informe.

## ÍNDICE

I. Introducción	1
II. Desarrollo de los conceptos y técnicas	2
2.1 Mercado de las Curtiembres	2
2.1.1 Mercado	2
2.1.2 Evolución de la Producción	3
2.1.3 Volumen de la producción	3
2.1.4 Capacidad Instalada	4
2.1.5 Comercio Exterior	7
2.1.6 Inversión	9
2.2 Identificación de residuos en una Curtiembre	10
2.3 Legislación Ambiental en Industrias de Curtiembres o Similares	12
2.3.1 Marco Legal	16
2.3.2 Alcance y Metodología	17
2.3.3 Límites Máximos Permisibles	18
2.3.3.1 Efluentes líquidos	20
2.3.4 Propuesta de Límites Máximos Permisibles en el sector de las curtiembres	22
2.3.5 Cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles (LMP)	23
2.4 Tratamiento de los residuos Gaseosos en una Curtiembre	24
2.5 Tratamiento de los residuos Sólidos en una Curtiembre	25
2.6 Tratamiento de los residuos líquidos en una Curtiembre	26
2.6.1 Recirculación de Licores de Pelambre	27
2.6.2 Precipitación y Separación de Proteínas	29
2.6.3 Minimización de residuos en una curtiembre	30

III. Programa de Manejo Ambiental en Plantas de Curtiembre	32
3.1 Ubicación y Localización	33
3.2 Descripción de Proceso	34
3.3 Descripción del entorno	48
3.4 Identificación de residuos contaminantes	49
3.4.1 Principales productos Químicos usados en una curtiembre	49
3.4.2 Efectos sobre los cuerpos de agua de los contaminantes de las curtiembres	53
3.4.3 Efectos de los contaminantes sobre el alcantarillado y planta de tratamientos de aguas Residuales en las curtiembres	54
3.4.4 Efectos sobre el suelo de los contaminantes de curtiembres	54
3.5 Caracterización	55
3.5.1 Caracterización de efluentes líquidos	55
3.5.2 Caracterización de residuos sólidos	56
3.6 Límites Máximos Permisibles	57
3.7 Tratamiento para alcanzar Límites Máximos Permisible	58
3.8 Plan de Manejo Ambiental	60
3.8.1 Plan de Monitoreo	60
3.8.2 Plan de Contingencia-	61
3.8.2.1 Procedimientos específicos ante situaciones de emergencia	62
3.8.3 Plan de cierre	66
IV. Recomendaciones y Conclusiones	69
4.1 Recomendaciones	69
4.2 Conclusiones	70
V. Anexos	72
VI. Bibliografía	76

## TABLAS

Tabla 1	Volumen de producción de principales productos	3
Tabla 2	Balanza comercial	4
Tabla 3	Principales productos exportados en 1999	5
Tabla 4	Países de destino de las exportaciones	6
Tabla 5	Principales productos importados en 1999	7
Tabla 6	Principales países de destino de las importaciones	8
Tabla 7	Stock de inversión extranjera directa	9

## CUADROS

Cuadro 2.4.1	Concentración de gas sulfhídrico y su efecto en la salud	25
Cuadro 3.5.1.1	Caracterización del efluente líquido después del sedimentador	56
Cuadro 3.5.2.1	Caracterización de residuos sólidos	56
Cuadro 3.6.1	LMP Para efluentes en alcantarillado	57

## FIGURAS

Figura 2.6.3.1	Maquinaria para procesos ecológicos	30
Figura 2.6.3.2	Maquinaria para procesos ecológicos - diagrama	30
Figura 2.6.3.1	Visión de la Minimización de residuos	31
Figura 3.4.1	Generación de residuos por proceso en una curtiembre	51-52

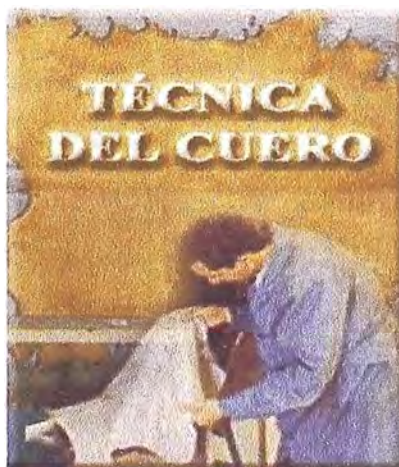


## I. - INTRODUCCION

El presente trabajo tiene por finalidad estudiar el campo de aplicación de la curtiembre a los cueros, teniendo en cuenta el desarrollo de la industria manufacturera que dada su complejidad se incorpora la información la cual es revisada para establecer mediante procesos, propuestas y opciones tanto en el desarrollo y prevención en este sector industrial.

Teniendo en cuenta que la cadena productiva del cuero se inicia en la actividad agropecuaria, donde desde los diferentes sistemas de crianza hasta el abatimiento o matanza, pueden resultar pieles de distintas calidades, imponiendo por lo tanto restricciones al procesamiento del cuero, hasta que en la curtiembre las pieles entran en una secuencia de procesos para su transformación en cuero, todo el manejo se desarrolla en los capítulos y se abarca la producción de nuevos curtidos, adobados, curtidos vegetal, mineral y químico. La realidad nacional de las curtiembres bajo una industria de curtiembre que va evolucionando con el tiempo. Al identificar los residuos se toman en cuenta la legislación ambiental sobre tratamiento de residuos sólidos, líquidos y gaseosos.

Los que serán tratados bajo la aplicación de un DAP, un EIA o un PAMA; documentos en los cuales se desarrollan tópicos de los tipos de contaminantes identificando el nivel de impacto ambiental de las diferentes actividades relacionadas con el proceso productivo de una Curtiembre.



## **II. – DESARROLLO DE LOS CONCEPTOS Y TÉCNICAS**

### **2.1. - Mercado de las Curtiembres**

Es importante destacar que para enfocar la realidad nacional se elabora un diagnóstico sectorial correspondiente a las principales líneas de producción las cuales incluye la producción de cueros curtidos y adobados curtidos vegetal, mineral y químico. Teniendo como productos de la fabricación, cueros gamuzados y apergaminados, charol y cueros metalizados, regenerados, a saber planchas, hojas y tiras que contienen cuero o fibra de cuero.

Destacando en dicho sector en el ámbito nacional y a septiembre del 2000, un registro de empresas que suman 438, de las cuales el 41 por ciento se concentra en Lima, el 29.5 por ciento en Arequipa, el 24.2 por ciento en La Libertad, el 3.2 por ciento en el Cuzco, otros 2.1 por ciento. En 1999, el 89.2 por ciento corresponde a microempresas, 5.1 por ciento a pequeñas empresas, 4.0 por ciento a grandes empresas.

#### **2.1.1. - Mercado**

El subsector curtiembres procesa en mayor volumen pieles de vacunos, siendo inferior el de ovinos. El mayor volumen de lo producido se destina al mercado interno. En cuanto a pieles de vacuno, se exporta un pequeño porcentaje y una proporción muy considerable se destina a la industria nacional del calzado la que a su vez sufre una fuerte recesión agravada por las desmedidas importaciones sobre el mercado asiático. La sociedad nacional de industria ha señalado que el Perú es deficitario en pieles de vacuno y que en una situación económica normal se requeriría importar una considerable cantidad de pieles. Además el mercado nacional no puede competir con los productos importados porque el arancel que se paga para terceros países oscila entre 0 y 5 por ciento mientras que en el Perú se paga el 15 por ciento de arancel.

### 2.1.2. - Evolución de la producción

La industria de la curtiembre, en la década de los 90 tuvo una fuerte contracción al registrar un factor de decrecimiento de -5.3 por ciento anual, divergiendo de la tendencia de crecimiento observada.

Con excepción de los años 92 y 95 cuando alcanzó tasas de crecimiento de 6.6 por ciento y 18.8 por ciento luego mantuvo una evolución negativa, que determinaron la tendencia decreciente de estas actividades.

### 2.1.3. - Volumen de producción

La industria de curtiembre se sustenta mayormente en la producción de cueros diversos. La producción promedio anual alcanzó el último lustro de 11 millones de pies cuadrados, en segundo lugar la producción de suela de quebracho en 669 toneladas métricas anuales en el mismo periodo.

Estos datos se detallan en la tabla 1.

**Tabla 1**

#### 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
Grupón de Suela						-
Cueros diversos	ML.P2.	13234.85	11739.58	11227.89	10014.20	8882.00

Fuente : OGIER

#### 2.1.4. - Capacidad instalada

La capacidad operativa de esta industria en el periodo 90-98 registro un nivel de uso promedio con un porcentaje de 33.3 por ciento, siendo menor al promedio de manufactura (53.1 por ciento en la década) solo en 1991 alcanzó un promedio de 41.6 por ciento manteniéndose en un nivel de 35 por ciento hasta el año de 1996 disminuyendo en los años siguientes.

#### 2.1.5. - Comercia exterior

- **Balanza comercial**

El saldo comercial en los últimos años en la industria de curtido y adobo de cuero tuvo su mayor déficit en 1998 debido a una caída de las exportaciones en 5.5 por ciento y por el aumento de las importaciones en 6.9 por ciento. Estos datos se dan en la tabla 2.

**Tabla 2**

**Balanza Comercial (Miles de US\$ FOB)**

	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>
<b>Exportaciones FOB</b>	1726.9	1631.6	1172.6
<b>Importaciones CIF</b>	3823.1	4087.4	2858.3
<b>Saldo</b>	-2096.2	-2455.8	-1685.7

Fuente : ADUANAS

- **Principales productos de exportación**

Los principales productos de exportación de la industria de curtiembre son dados en la tabla 3.

**Tabla 3**  
**Principales Productos Exportados en 1999 (Miles de US\$ FOB)**

<b>Partida Arancel.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
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
4106120000	Precurtidos de otra forma	149.5
4104290000	Los demás cueros de bobino 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



RECEPCIÓN DE PIELES - EXPORTACION

- **Países de destino de las exportaciones**

El mercado exportación principal de la industria de curtiembre en los años 97 al 99 lo lidera México seguido de Chile, Francia e Italia.

Estos datos están referidos en la tabla 4.

**Tabla 4**  
**Principales Países de destino de las Exportaciones (Miles de US\$ FOB)**

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

Fuente: ADUANAS



**PIELES PARA EXPORTACION**

- **Productos importados**

Los principales productos importados son los cueros y pieles charolados y sus imita pieles los que constituyen el 54 por ciento del total importado.

Los principales datos se dan en la tabla 5.

**Tabla 5**  
**Principales Productos Importados en 1999 (Miles de US\$ FOB)**

<b>Partida Arancela.</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 bobino o equino prep. después de curtido	377.1
4104310000	Plena flor y plena flor dividida	233.1
4104290000	Los demás cueros de bobino o equino, pero sin prep. posterior	228.7
4104220000	Cueros y pieles de bobino precurtidos de otro modo	
	Otros productos	
<b>Total</b>		<b>2858.3</b>

Fuente: ADUANAS



**PIELES DE IMPORTACION**

- **Países de origen de las importaciones**

Bolivia ocupa el primer lugar en cuanto al origen de las importaciones de producto para este rubro. En ese país se originó el 74 por ciento de las importaciones, los datos están detallados en la tabla 6.

**Tabla 6**  
**Principales Países de destino de las Importaciones (Miles de US\$ FOB)**

País	1997	%	1998	%	1999	%
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	7.2			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



RECEPCIÓN DE PIELES - IMPORTACION



### 2.1.6. - Inversión

En este sector industrial la inversión ha ido en aumento a pesar de las importaciones desde el mercado externo tales como el asiático. Esto debido a los programas de modernización y adecuación a normas internacionales.

En este sentido, la industria curtidora se ve favorecida persiguiendo como objetivo desarrollar tecnologías para valorizar los productos que se pueden obtener de los residuos en la curtiembre.

- **Inversión extranjera directa**

En la década delos 90, la inversión de fuente externa en la industria de curtiembre según lo reportado por el CONITE. Se ven en la tabla 7.

**Tabla 7**  
**Stock de Inversión Extranjera Directa (Millones de US\$ FOB)**

	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
Ind. Manufacturera	440	456	465	516	569	709	1037	1247	1361	1435
Bienes Intermedios	116	125	121	149	183	211	251	275	310	343
Curtidurías y taller	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

Fuente: CONITE (Comisión Nacional de Inversión y Tecnología Extranjera)

## **2.2. - Identificación de residuos en una curtiembre**

Las operaciones y procesos de las curtiembres generan residuos líquidos y sólidos que se distinguen por su elevada carga orgánica y presencia de agentes químicos que pueden tener efectos tóxicos, como es el caso del sulfuro y el cromo. Las variaciones en cuanto al volumen de los residuos y a la concentración de la carga contaminante se presentan de acuerdo a la materia prima procesada y a la tecnología empleada.

- **En la recepción y el recorte**

Cuando la piel animal llega a la curtiembre, se procede al recorte de partes correspondientes al cuello, la cola y extremidades, se le recorta la lana. Y además los desechos que contienen carnazas, grasas, sangre y excrementos que aportan carga orgánica a los residuos.

- **En el Remojo**

Aquí se emplean grandes volúmenes de agua que arrastran consigo tierra cloruros y materia orgánica, así como sangre y estiércol, y entre los compuestos químicos que se emplean está el hidróxido de sodio y el hipoclorito de sodio, los agentes tenso activos y las preparaciones enzimáticas.

- **Salida del Pelambre**

Debido a la adición de sulfuro de sodio  $\text{Na}_2\text{S}$  y cal hidratada  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  se generan efluentes líquidos con un alto contenido de DQO, sólidos suspendidos y sulfuros presentando valores de pH mayores a 11, restos de sebo, carnaza, pelo, sulfuros y proteínas solubles. Es aquí donde se registra de un 70 a 80 por ciento de toda la contaminación originada en los efluentes.

- **Salida del descarne**

El efluente de esta operación reporta concentraciones altas de sólidos en suspensión y pH ácido, así como restos de sebo y piltrafas; presentando estos residuos gran cantidad de humedad.

- **Salida del dividido**

Aquí se registran residuos sólidos de piltrafas y retazos.

- **Salida del desencalado**

Se genera efluentes líquidos con altos contenidos de cal,  $\text{NH}_3$ , y  $\text{Na}_2\text{S}$ , aquí se remueve la cal y el sulfuro de la piel para evitar posibles interferencias en las etapas posteriores del curtido.

- **Salida del curtido y recurtido**

Este efluente debido a la adición del  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  se genera un efluente líquido con bajo pH. Los curtidos vegetales para la producción de suelas emplean extractos comerciales de taninos o también los sintanos.

- **Emisiones gaseosas**

Del caldero, por el uso del petróleo como combustible se registran emisiones de  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ , compuestos orgánicos volátiles (VOC) tales como la acetona, nafta, aromáticos, xilenos y otros, además como fruto del proceso  $\text{H}_2\text{S}$  (ácido sulfhídrico) el cual tiene un olor desagradable.

### **2.3. - Legislación Ambiental en Industrias de Curtiembres o similares**

- **Situación en el Perú**

La industria del cuero en el Perú se encuentra en estado crítico. Muchas curtiembres formales dejan de operar frecuentemente, los operadores y empleados de una curtiembre formal que cierran han pasado a curtiembres informales. Muchas curtiembres formales, inclusive alquilan sus servicios a curtiembres informales como medio para generar ingresos. Una porción significativa de la economía peruana es informal algunas fuentes han informado que las curtiembres formales producen hasta el 50 por ciento del cuero que se curte en el país.

Las curtiembres informales están sub-capitalizadas, gozan de una ventaja competitiva significativa con relación a las curtiembres formales quienes cumplen con las leyes y regulaciones, la globalización continuara haciendo que la industria del cuero y calzado en el Perú sea vulnerable ante los zapatos importados baratos. Es muy posible que los curtidores formales continúen curtiendo cuero para hacer wet blue o costra de cuero para ser exportado a países como China, Pakistán, Vietnam, etc. Con mayores capitales y tecnología, siendo esta una meta a largo plazo para la industria de la curtiembre.

El crecimiento de la población ha expandido las ciudades y las curtiembres formales que alguna vez estuvieron lejos de las zonas residenciales, ahora se encuentran rodeadas de casas. Los residentes están a merced del agua sin tratar y de los desechos sólidos que generan las curtiembres vecinas además los curtidores informales operan dentro de sus propias casas con malas consecuencias sobre el medio ambiente. Los procesos de pelambres y cromados constituyen la mayor preocupación para la agresión al medio ambiente por su alto nivel de DQO, alto DBO, alto nivel de sólidos y cromo en solución.

**Dentro de la problemática del sub-sector curtiembre se tiene los factores internos y externos.**

Dentro de los factores internos tenemos:

- El subsector esta conformado básicamente por PYMES
- La tecnología utilizada es obsoleta
- La falta de capacitación tanto en materia ambiental como en gestión empresarial principalmente en la PYMES
- Baja calidad del producto
- Déficit en el abastecimiento de pieles

Dentro de los factores externos tenemos:

- Importación formal e informal de cueros más baratos de otros países
- Baja calidad de cueros, no permite que se puedan cumplir con los estándares de exportación.

- **Fuentes de contaminación**

La contaminación es detrimento no solo a la salud y al ambiente sino que además representa el producto perdido que resulta en una baja eficiencia y competitividad para el sub-sector. Durante el proceso de estudio se ha efectuado visitas de campo a fin de observar las fuentes de contaminación.

Según el entorno particular de cada planta y la interrelación de las distintas etapas del proceso, los aspectos ambientales pueden convertirse en impactos ambientales. Por lo que debe ser evaluada y analizada en forma especial y particular para determinar sus propias actividades a fin de identificar y evaluar los impactos ambientales.

- **Contaminación del agua**

La mayor cantidad (aproximadamente 65 por ciento) de los efluentes líquidos generados proviene de los procesos de ribera (reverdecimiento, caleado y depilación), descarnamiento. Los efluentes líquidos generalmente presentan altos valores de pH, considerable contenido de radicales libres, cromo, sulfuros, elevada demanda de oxígeno debido a la presencia de materia orgánica de los animales y gran cantidad de sólidos suspendidos.

- **Calidad de aire**

La calidad del aire es afectada por la degradación de la materia orgánica (piel, carne, etc.) proceso en el cual se generan olores fuertes y desagradables. Asimismo, la calidad del aire dentro de la planta puede ser afectado por el escape de ácido sulfhídrico y de amoníaco durante la operación de caleado y depilación. Esta calidad del aire dentro de la planta también puede verse afectado debido al escape de volátiles químicos utilizados en la etapa de acabado.



VISTA DEL REMOJO DE PIELES

- **Residuos sólidos**

Los residuos sólidos típicos del proceso de curtición son los siguientes:

- Material retirado en las rejillas o criba en los tanques de sedimentación.
- Carnazas y tejidos, provenientes del descarnamiento.
- Sebos y grasas retenidos en los tanques de retención de sebo.
- Pedazos de cuero de la operación de división.
- Cuero raspado de las operaciones de rebajamiento.
- Pedazos de cuero curtido, proveniente del corte en el acabado.
- Aserrín o polvo de lijado del sector acabado.

Algunos de estos residuos sólidos tienen valor potencial para ser reciclados o reutilizados. Los residuos sólidos provenientes del descarnamiento se venden para ser transformados y recuperar el sebo, los residuos sólidos provenientes de la operación de división se utiliza en la producción de gelatinas o raciones proteicas.



PROCESO DE SELECCIÓN DE PIELES

### **2.3.1. - Marco legal**

Teniendo como objetivo proponer Límites Máximos Permisibles (LMP) para la industria manufacturera del sub-sector curtiembres y con la finalidad de una eficaz y eficiente adecuación progresiva de la gestión ambiental de esta actividad.

Se hará una propuesta que se enmarcará dentro de las siguientes normas:

- D. Leg. N° 613, 08-09-1990; Código del Medio Ambiente y los recursos Naturales.
- D.S. N° 044- - 98 PCM, Reglamento Nacional para la Aprobación de LMP.
- D. Leg. N° 757, 13-11-1991; Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada.
- D.S. N° 019-97- ITINCI, Reglamento de Protección Ambiental para el desarrollo de la Industria Manufacturera.
- D. Leg. N° 17752, modificado por el D.S. N° 007-83-SA del 11-03-83 Ley general de Industrias.
- D.S. N° 28/60 – ASPL, Reglamento de Desagües Industriales.

Declaran Inicio de actividades a la Aplicación de Programa Anual para Aprobación de Control de Calidad Ambiental y Límites Máximos permisibles (Resolución Presidencial N° 025-99)



### **2.3.2. - Alcances y Metodología**

1. Los Límites Máximos Permisibles (LMP) son aplicables en el ámbito nacional para el sub-sector Curtiembre y la metodología aplicada para el establecimiento de los LMP es la siguiente:
2. Determinación del numero de establecimientos del sub-sector, sobre la base de información.
3. Definición de la muestra estadísticamente valida para el estudio.
4. Recopilación y procesamiento de la información de los informes Ambientales referidos a (Monitoreos, DAP, PAMA, DIA y EIA).
5. Control de calidad correspondiente.
6. Elaboración de cuadros conteniendo el promedio, numero de muestras, rango, desvió, coeficiente de variación, para los efluentes líquidos.
7. Digitación de los datos por parámetro, tanto para el alcantarillado como para aguas superficiales, seleccionar las escalas de rangos de concentraciones, calculándose el promedio por rangos.
8. Elaboración de gráficos para cada uno de los parámetros N° de empresas vs. Concentraciones.
9. Recolección de información de LMP disponible de países de la Comunidad Europea, EEUU, países latinoamericanos, entre otros.
10. Elaboración de cuadros comparativos de LMP disponible en diversos países.
11. Determinación de los LMP propuestos.
12. Elaboración de un cuadro final conteniendo el resumen comparativo de los LMP propuestos.
13. Elaboración del informe final de propuesta de LMP para el sub-sector curtiembre.

### **2.3.3. - Límites Máximos Permisibles**

Los Límites Máximos Permisibles deben ser diseñados de acuerdo a la realidad del país y van a depender en mayor o menor grado de la viabilidad social, económica, ambiental e institución que va a ejecutar la medición al corto, mediano o largo plazo.

A menudo se hace una distinción entre plantas nuevas y existentes para la aplicación de LMP; y cuando se hace esta distinción, las plantas gozan de un periodo de gracia para ser calificadas, en cambio las plantas nuevas deben cumplir con los LMP fijados para empezar a operar.

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) para el establecimiento de los LMP ha realizado diversos estudios concernientes a las industrias teniendo en cuenta la materia prima, procesos y productos, identificación de las características residuales y de las descargas.

La Comunidad Económica Europea ha elaborado sus LMP después de los debates entre grupos de especialistas conformado por representantes de varios países. En general, los Límites Máximos Permisibles vienen siendo modificados como consecuencia del cambio tecnológico y mejor conocimiento de los efectos tóxicos de algunos contaminantes sobre el medio ambiente.

Entre los que se evalúan su contaminación están el Cromo +6, el Cromo total, Coliformes fecales, Sulfuros, aceites y grasas, DBO, DQO, pH y Nitrógeno Amónico.

El procedimiento para establecer las concentraciones se deberá tener en cuenta la problemática propia en cada lugar para elaborar y aplicar los Límites Máximos Permisibles sobre la base de la situación socioeconómica, salud, tecnología y efluentes líquidos.

**En el Perú con relación a la calidad de los cuerpos de agua en general se tiene:**

- **Ley General de Aguas D. Legislativo N° 17752, modificado por D.S. N° 007-83**

Cuya clasificación se basa en el uso de las aguas y comprende 6 clases:

- I. Aguas de abastecimiento doméstico con simple desinfección.
- II. Aguas de abastecimiento domesticas con tratamiento equivalente a procesos combinados de coagulación, sedimentación, filtración, y cloración, aprobados por Ministerio de Salud.
- III. Aguas para riegos de vegetales de consumo crudo y bebidas 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 y pesca recreativa o comercial.

Los límites para los efectos de protección de las aguas, correspondientes a los diferentes tipos de agua se dan en el **Anexo 1**.

- **Reglamento de Desagües Industriales (D.S.N°28/60-ASPL del 29-11-60)**

Fijan límites permisibles para descarga al alcantarillado que son dados en el **Anexo 2**.

**EN CUANTO A LA CALIDAD DEL AIRE SE TIENE**

- **Reglamento para Protección Ambiental en Actividades en Hidrocarburos**

Cuyas concentraciones máximas aceptadas están en el **Anexo 3**.

- **Niveles Máximos Permisibles de elementos y compuestos presentes en emisiones provenientes de las unidades Minero-Metalúrgicas.**

Cuyos límites permisibles se dan en el **Anexo 4**.

Sobre la base del análisis de contaminación generada por la actividad industrial, se han priorizado LMP relacionado a los efluentes líquidos para los siguientes parámetros.

### **2.3.3.1. - Efluentes Líquidos**

Existen LMP propuestos dependiendo del lugar donde se vierten; ya sea al alcantarillado o ambiente. Asimismo, se está regulando además de todos los parámetros establecidos en las normas o parámetros de DQO y SST se propone LMP para plantas nuevas y existentes.

- **Alcantarillado**

#### **LMP para el sub-sector curtiembre**

Temperatura, °C	35	
Aceites y Grasas, mg/l	100	
Grado de Acidez o Alcalinidad (pH)	6.5 – 9.5	*
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) mg/l	1000	*
Demanda química de oxígeno (DQO) mg/l	2500	*
Sólidos Suspendidos Totales (SST) mg/l	1000	*
Sulfuro, mg/l	10	*
Cromo + 6, mg/l	0.5	*
Cromo total, mg/l	5	*
Coliformes fecales NMP/100ml		(*)
Nitrógeno Amoniacal (N-NH <sub>4</sub> ), mg/l	50	*

\* Valores de tránsito

- **Aguas Superficiales**

Los procesos de pelambre y cromado constituyen las dos áreas de mayor contaminación por los contenidos de DQO, DBO, sólidos suspendidos totales y cromo en solución.

Las concentraciones de los efluentes líquidos de las curtiembres, muestran concentraciones que están por encima de los LMP propuestos excepto el pH, temperatura y Cromo +6 por lo que se realiza un tratamiento secundario biológico para alcanzar dichos LMP.

**Limites Máximos Propuestos para el Sub-sector Curtiembre:**

Grado de Acidez o Alcalinidad (pH)	5.0 – 8.5
Temperatura °C	35
Aceites y grasas, mg/l	25
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) mg/l	50
Demanda química de oxígeno (DQO) mg/l	250
Sólidos Suspendidos Totales (SST) mg/l	50
Sulfuro, mg/l	1
Cromo + 6, mg/l	0.3
Cromo total, mg/l	2.5
Coliformes fecales NMP/100ml	4000
Nitrógeno Amoniacal (N-NH <sub>4</sub> ), mg/l	20

#### **2.3.4. - Propuesta de Límites Máximos Permisibles en el sector de las Curtiembres**

Para la propuesta de los LMP se ha considerado:

- **Impacto en la Salud Humana**

Los estudios científicos relacionan las concentraciones de los contaminantes en diferentes efectos observados sobre la salud humana. Sin embargo en nuestro país no se ha llevado a cabo análisis y estudios epidemiológicos y toxicológicos que caractericen estos impactos.

- **Inventario de las fuentes y análisis de datos**

A pesar que los datos de los efluentes líquidos presentan vacíos en su recopilación, los datos tradicionales, como el pH, Temperatura, DBO5, SST, y aceites y grasas cuentan con datos que justifiquen los LMP.

Estos datos se han recolectado de los existentes en el MITICI (Informe Ambiental y Expedientes Ambientales presentados a la DAAM)

- **Estudio Costo / Efectividad**

El análisis de costo / efectividad constituye un elemento fundamental para la determinación de los efectos ambientales. Sin embargo, el país no cuenta con estudios de costo/efectividad de las acciones de prevención y/o mitigación de los efluentes líquidos y emisiones atmosféricas.

La no-existencia de información de las consideraciones relativas al bienestar público, flora, fauna, infraestructura, paisajes, etc., requiere que sea necesario diseñar estrategias para una mejor evaluación.

### **2.3.5. - Cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles (LMP)**

El plazo de adecuación no excederá de 5 años contados a partir de la aprobación del PAMA, pudiendo ser extendido por un plazo no mayor de 2 años. El PAMA contará con un cronograma detallado de cumplimiento para su respectivo seguimiento.

El MITINCI conjuntamente con otras instituciones relevantes llevara a cabo un proceso destinado a formular la propuesta legal que contemple beneficios tributarios o financieros para de esta forma ayudar a lograr el mejor cumplimiento de los LMP. Aprobados para los efluentes líquidos del sub-sector curtiembre.

**Los beneficios que se obtendrían en la aplicación de la norma son:**

- La aplicación gradual de la estrategia sectorial para fijación de los LMP de los sub-sectores industriales manufactureros priorizados.
- Disminuir los daños de la salud, minimizar los vertimientos generados por las actividades productivas de las empresas dedicadas al sub-sector curtiembre.
- Propiciar el aumento de la competitividad y productividad de las empresas.
- Promover la optimización de las condiciones de las empresas para un mejor posicionamiento en el mercado interno y externo.
- Generar importantes ahorros en la aplicación de sistemas de tratamiento de los vertimientos de las empresas al aplicar el enfoque productivo.

## **2.4. - Tratamiento de Residuos gaseosos en una Curtiembre**

- **De los efectos sobre la calidad del aire**

La descomposición de la materia orgánica, así como la emisión de sulfuro de las aguas residuales causan el característico mal olor de una curtiembre. Por ello, la localización de este tipo de industria es motivo de controversias, de ahí que se le deba asignar áreas específicas.

Las emisiones de sulfuro provenientes del pelambre y de las aguas residuales, las emisiones de amoníaco y vapores de solventes que provienen del desencalado y de la etapa de acabado, así como de las carnazas y grasas del descarte, son fuentes importantes de producción de olores que podrían eliminarse mediante un buen control de las operaciones de la industria.

También existe el riesgo que algunos residuos dentro de la industria sea nocivos para la salud, tal es el caso de aquellos que contienen sulfuro potenciales formadores de gas sulfhídrico que muchas veces ha provocado desmayos y accidente fatales durante la limpieza de canaletas y tanques recolectores de efluentes. Los gases o vapores de solventes de la etapa de acabado son también nocivos para la salud si son inhalados por largos periodos de tiempo.

En el Cuadro 2.4.1 (Ver siguiente pagina), se detalla los efectos que tendría en la salud.



### Cuadro 2.4.1

#### Concentración de gas sulfhídrico en el aire y su efecto sobre la salud

Aprox. 0.1 mg/l	Umbral olfatorio
Menos de 10 mg/l	Sin señales de intoxicación
100 – 150 mg/l	Irritación de los ojos y de las vías respiratorias
200 – 300 mg/l	Grave intoxicación local de las mucosas con signos generales de intoxicación
300 – 700 mg/l	Intoxicación sub- aguda de las mucosas
700 – 900 mg/l	Grave intoxicación; muerte después de 30 a 60 minutos
1000 – 1500 mg/l	Desmayo y Calambres, muerte después de pocos minutos

Fuente : Cantera, C. y Angelinetti, A. (1982)

#### 2.5. - Tratamiento de residuos sólidos en una curtiembre

El tratamiento se inicia con el diseño de un sistema de recuperación, mediante canales de concreto protegidos contra la corrosión del sulfuro y provisto de tapas de madera con perforaciones para facilitar el flujo líquido y la vez retener parte del flujo del material grueso.

Después de un tratamiento preliminar que consiste en retener el material grueso mediante el uso de rejas continuas luego de lo cual se separa los sólidos que van a interferir en el proceso de útil del tratamiento del cuero esta separación se localiza en un sedimentador.

### **Los factores para lograr una efectiva sedimentación son:**

- Velocidad ascensional optima de decantación de 1 m/hora
- Retención hidráulica de 2 a 3 horas
- Alimentación continua
- Carga superficial

Se diseña un sistema de remoción y disposición de residuos sólidos ordenando una efectiva recolección de estos residuos disponiéndolos en cilindros plásticos, teniendo en cuenta la limpieza del área de este almacenamiento de cilindros antes de ser trasladados fuera de la planta.

### **2.6. - Tratamiento de residuos líquidos en una curtiembre**

Si tenemos en cuenta que con las tecnologías actualmente empleadas el 80 por ciento de la DBO del efluente generado por una curtiembre de cueros vacunos curtidos al cromo se origina en sus baños de pelambre, es razonable que el interés del investigador se centra en la posibilidad de reducir la carga contaminante de dichos licores de depilados. Es así que la intensa labor desplegada en este rubro comprenda investigaciones y desarrollos de nuevas tecnologías del depilado, de recirculación de licores de pelambre y del tratamiento de dichos licores previo a su mezcla con aquellos provenientes de otros procesos. Pero de todas las alternativas estudiadas, la recirculación del licor de pelambre presenta el atractivo de operar con el sistema tradicional de cal y sulfuro de sodio (con el ahorro de productos químicos) y más importante aun disminuir sensiblemente la descarga de contaminantes a las plantas de tratamiento. Esto último se traduciría en una reducción del costo de tratamiento y del área necesaria para la purificación del efluente, lo que es de particular importancia para aquellas curtiembres ya instaladas que posean áreas reducidas.

### **2.6.1. - Recirculación de licores de pelambre**

Se ejecutan experiencias de recirculación de licores de pelambre de pieles vacunas en escala de laboratorio, piloto e industrial.

- **Recirculación a escala de Laboratorio**

En este caso se repiten experiencias que se trabaja en un fulón (Maquina de curtir, cuya forma es de un tambor (Bombo) giratorio), con trozos de piel vacuna de 30 x 30 cm. Recirculando el licor 5 veces en forma directa y sin filtración.

Respecto de las cantidades utilizadas en el primer pelambre, se repuso luego de cada ciclo en promedio, 70 por ciento de sulfuro de sodio, 60 por ciento de la cal y 25 por ciento de agua.

Luego de cada pelambre de 16 horas de duración, las pieles fueron descarnadas, divididas, reencaladas por espacio de 16 horas con el objeto de lograr cueros especiales softy. Posteriormente, fueron curtidas, recurtidas y secadas, evaluándose la calidad al finalizar cada ciclo.

Estas evaluaciones indicaron que al finalizar cada ciclo todas las pieles exhibieron similar calidad tanto desde el punto de vista de ausencia de repelo como de las propiedades físicas y químicas de los cueros resultantes.

- **Recirculación a escala Piloto**

Se lleva acabo en la planta experimental de curtiduría e involucra el procesamiento, por ciclo de once pieles vacunas aproximadamente 2.5 Kg cada una, reutilizándose el licor de pelambre 5 veces. En estas experiencias, dicho licor se filtra a través de una malla de alambre.

- **Recirculación en escala industrial**

Las experiencias se efectúan en una curtiembre local, reutilizándose el licor original de pelambre 5 veces con los ya citados refuerzos de insumos químicos al finalizar cada ciclo.

Se puede emplear un aspa de 5000 lts. Y se procesan en promedio 50 pieles vacunas por ciclo y una vez depiladas las pieles siguieron la línea habitual de procesamiento de la curtiembre hasta el estado de Wit blue rebajada.

Luego de cada ciclo, se repuso en promedio 65 por ciento de sulfuro, un 60 por ciento de cal, un 20 por ciento del agua empleada en el pelambre original. Al finalizar el primer ciclo, el licor de pelambre recuperado se filtra con una malla de alambre de 3 mm para separa el barro residual compuesto principalmente de pelos no degradados, esta operación además de eliminar parcialmente dichos pelos, grasa, etc., posibilita el menor consumo de sulfuro en el siguiente ciclo sin complicar el reciclado del pelambre.

**Los resultados obtenidos:**

- En los cinco ciclos la calidad del depilado fue igualmente buena.
- La recirculación del licor de pelambre no afecta negativamente las propiedades físicas u químicas del cuero semiterminado.
- Es aconsejable la recirculación en ciclos de los baños de pelambre, quedando abierta la posibilidad de extender él numero de ciclos.

Una ves completado los cinco ciclos de rehúso y antes de proceder al vuelco del licor de pelambre final se procede a eliminar el sulfuro residual para reducir la contaminación ambiental.

- **Desulfuración del licor residual de pelambre**

Se efectúa mediante un tratamiento con sulfuro de manganeso (200 mg/lit) adicionado en solución, y rotando durante tres horas para oxidar catalíticamente el sulfuro.

Cabe aclarar que de no eliminarse el sulfuro residual en este proceso, se desprenderá sulfuro de hidrógeno en la acidificación del licor.

### **2.6.2. - Precipitación y separación de Proteínas**

Las proteínas contenidas en el licor residual del pelambre ya desulfurado se separaron acidificando el mismo con ácido sulfúrico, hasta alcanzar un pH de 4. Esta separación se realiza por flotación, para lo cual, en forma previa al agregado de ácido sulfúrico, se adiciona al licor 1.5 gr/lit de carbonato ácido de sodio, de esta forma el bióxido de carbono formado durante la acidificación provoca el ascenso de las proteínas que han coagulado por descenso del pH y se concentran así en la superficie del líquido formando una torta bien compacta fácil de separar.

Dicha torta, una vez separada del licor puede lavarse para eliminar exceso de sales y/o ajustar su pH. Este lavado dependerá de las instrucciones en estudio para la aplicación de este material recuperado rico en proteínas y poder ser usado en tecnología agropecuaria.

Luego se procede al secado de la torta, que contiene un 95 por ciento de humedad parcialmente al aire y luego en estufa a 50 °C. Finalmente, el material es molido en un molino de martillos, obteniéndose un granulado fino y con un contenido de 15 por ciento de humedad, que se analiza para verificar el contenido de aminoácido, cationes, calcio, sodio y manganeso, etc. Y evaluar su empleo como complemento de alimentos balanceados y abono respectivamente.

### 2.6.3. - Minimización de residuos en una Curtiembre

La minimización de residuos puede entenderse como una estrategia gerencial tendiente a reducir el volumen y la carga contaminante de los residuos generados por un proceso productivo, y que además rinde beneficios económicos e incluso disminuye el costo del tratamiento de efluentes si este es requerido.

El impacto ambiental causado por la emisión de residuos industriales, tanto líquidos como sólidos y gaseosos, torna imperiosa la necesidad de contar con soluciones que contrarresten los efectos de la actividad industrial. La minimización de residuos se presenta como una alternativa interesante porque disminuye la carga contaminante lanzada al ambiente y optimiza el proceso productivo.

En la figura 2.6.3.3 (ver siguiente pagina), se da un esquema sobre la minimización de residuos haciendo referencia a cualquier actividad que optimizó el procesó. En las figuras N° 2.6.3.1 y 2.6.3.2 se muestran la forma del fulón (tambor rotario), sugerido actualmente.



Figura N° 2.6.3.1

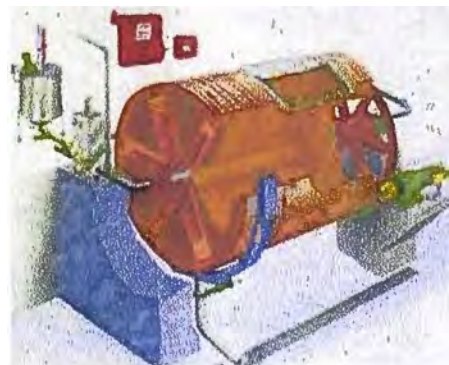
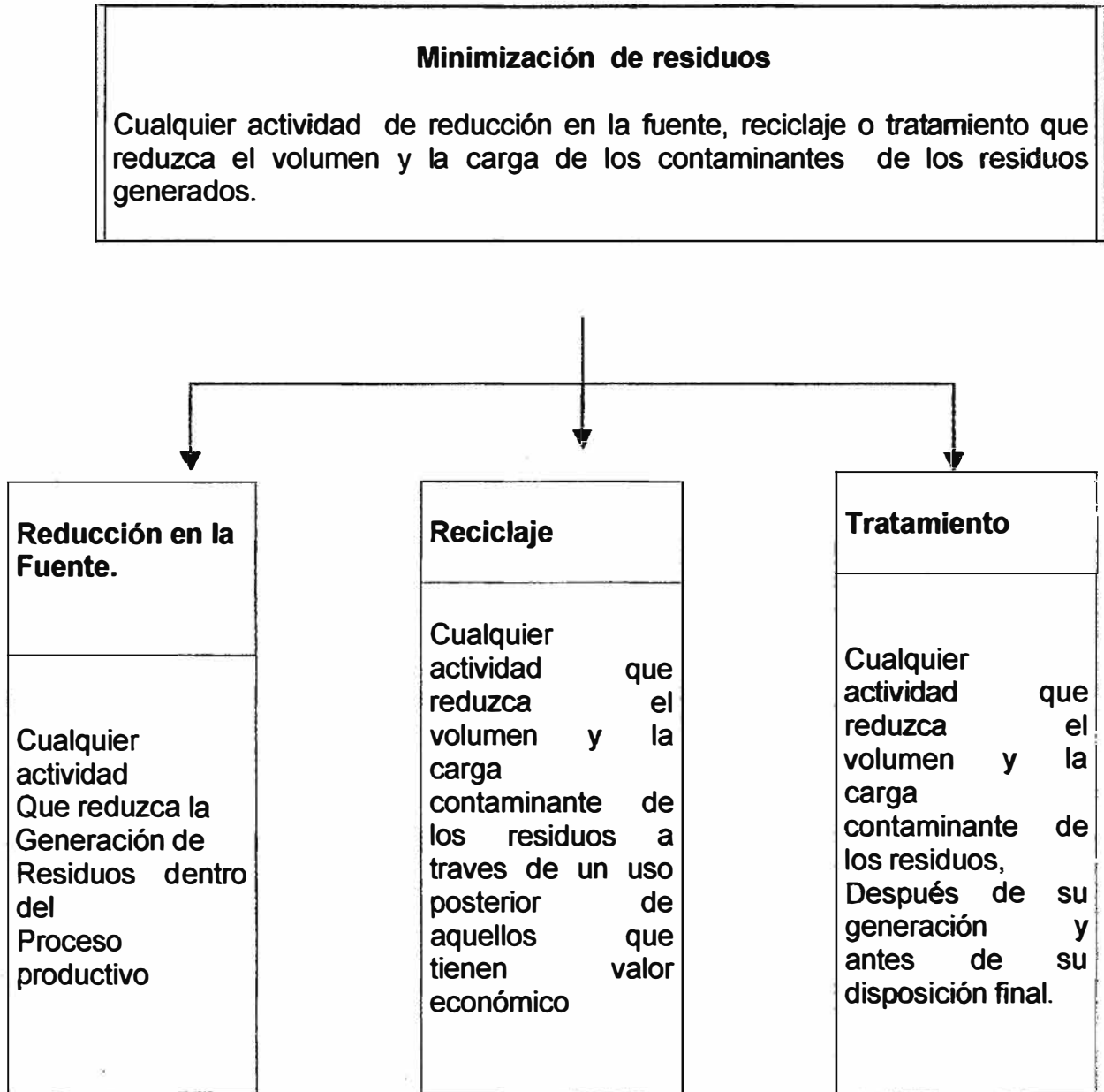


Figura N° 2.6.3.2

### Maquinaria sugerida para procesos ecológicos

**Figura 2.6.3.3**

**Visión de la minimización de residuos**



### **III.- PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL EN PLANTAS DE CURTIEMBRE**

#### **Objetivo**

La finalidad es la familiarización con el campo de aplicación de un estudio ambiental, ya sea un DAP, un EIA o un PAMA, como se indicó en el presente trabajo. Estos documentos detallarán tópicos que serán de ayuda para determinar los tipos de contaminantes en este tipo de industria.

Complementándose con flujo gramas de curtiembre y destacar la presencia de etapas tecnológicas para un manejo adecuado de los productos tanto en la parte intermedia como los finales.

Teniendo como base la eficiente adecuación progresiva de la gestión ambiental para la Industria manufacturera del Sub-sector Curtiembre.



Planta de curtido (tambores rotatorios) en una curtiembre



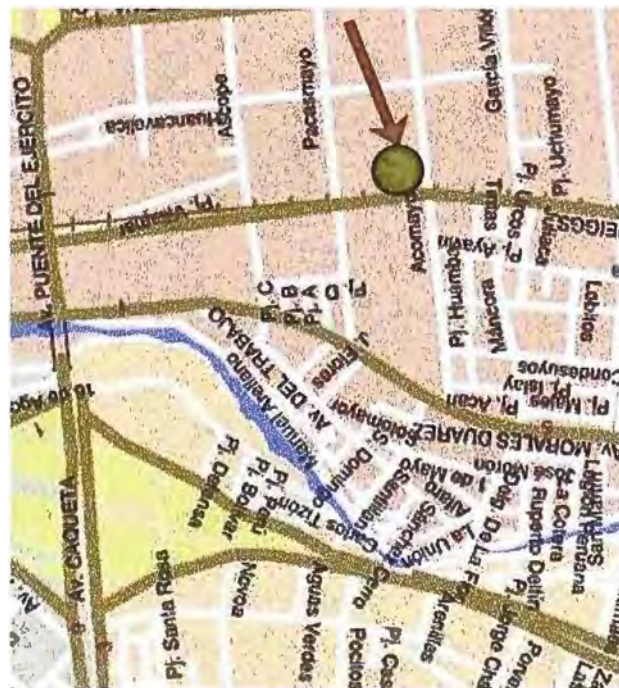
### 3.1. - Ubicación y localización

EMPRESA

CURTIEMBRE “LA UNION” S.A.

DIRECCIÓN

JR. ACOMAYO 229 LIMA



### 3.2. - Descripción del Proceso

## FLUJOGRAMA DE CURTIEMBRE



PIEL CRUDA



REMOJO



PELAMBRE



CALERO



DESCARNADO



DESENCALADO



PIQUELADO



CURTIDO



ESCURRIDO



DIVIDIDO



REBAJADO



NEUTRALIZADO



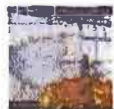
RECURTIDO



TEÑIDO



ENGRASE



SECADO



ACONDICIONADO



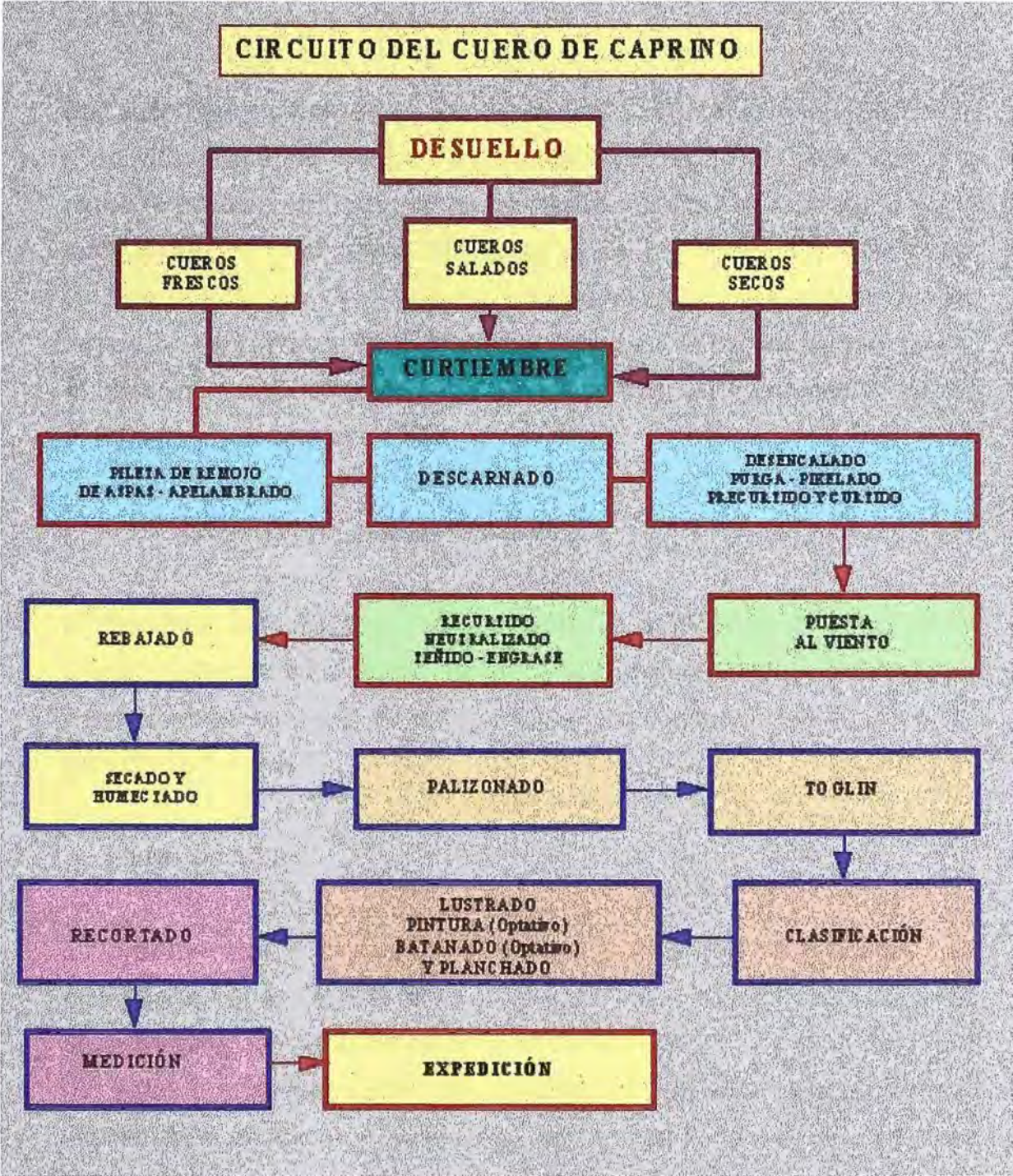
ABLANDADO



OTRAS



EXPEDICIÓN



- **Cadena productiva del cuero**

La cadena productiva del cuero se inicia en la actividad agropecuaria donde desde los diferentes sistemas de crianza hasta el mismo abatimiento o matanza pueden resultar en pieles de distintas calidades, imponiendo por lo tanto restricciones al procesamiento del cuero. Los defectos que presentan las pieles de los animales vivos con marcas de fuego, infestación de larvas, mosca de los cueros y también de los defectos que son causados durante el transporte de la estancia a la planta frigorífica, etc. reducen la calidad del mismo y por lo tanto su valor.

- **Pre - tratamiento y almacenamiento**

El procesamiento del cuero puede empezar poco después del sacrificio del animal, pero cuando no es así las pieles reciben un pre – tratamiento. Para su almacenamiento en el frigorífico y esto consiste en salar un plazo máximo de 4 horas.

- **Pieles saladas**

La preservación se realiza inicialmente por inmersión en salmuera las pieles se apilan con el pelo hacia abajo y con patas, cabeza y cola doblados hacia adentro, con capas de sal entre una y otra piel.

En estas condiciones se pueden guardar por meses teniendo una fuerte resistencia a los micro – organismos, con lo cual le permite a la empresa tener un stock que no es afectado por problemas de escasez.

- **Pieles verdes**

Cuando el tiempo entre el sacrificio del animal y el procesamiento de la piel es corto se puede iniciar sin ningún pre – tratamiento.

En este caso se le denominan pieles verdes, una vez en la curtiembre las pieles entran en una secuencia de procesos para la transformación en cuero.

**A.- Proceso: RIBERA**

El objetivo de la etapa ribera es limpiar y preparar la piel para facilitar la etapa de curtido.

La mayor cantidad de los efluentes generados en curtiembre se relaciona con esta etapa, siendo aproximadamente el 65 por ciento el resto proviene de la etapa final y de la limpieza de la planta.

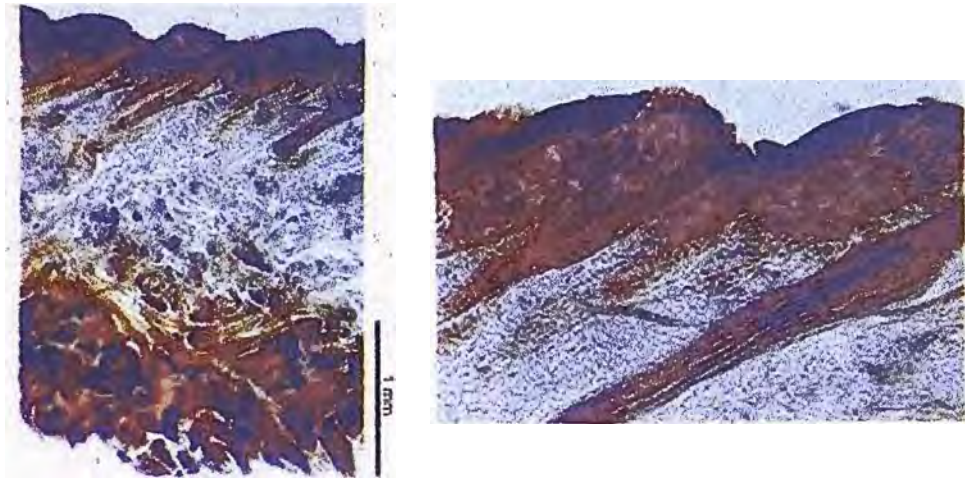
En la ribera los efluentes líquidos presentan altos valores de contenido de cal y sulfatos libres, así como sulfuros y una elevada DBO debido a la presencia de materia orgánica y grasas de los animales.

- **Remojo**

Luego del recibimiento de las pieles verdes o saladas el objetivo es rehidratar los cueros.

Los cueros verdes se lavan para quitar la sangre y la materia orgánica adherida a los pelos, los cueros salados son remojados en baños de agua enriquecidos con humectantes, bactericidas, detergentes y cada operación de remojo se lleva acabo en tambores rotativos o en tanques donde se genera los efluentes líquidos que contienen sal, sangre, tierra, heces, sebo y grasas. Esta operación dura de 6 a 24 horas.

o **Pelambre Vista** Sección transversal de cuero vacuno (epidermis)

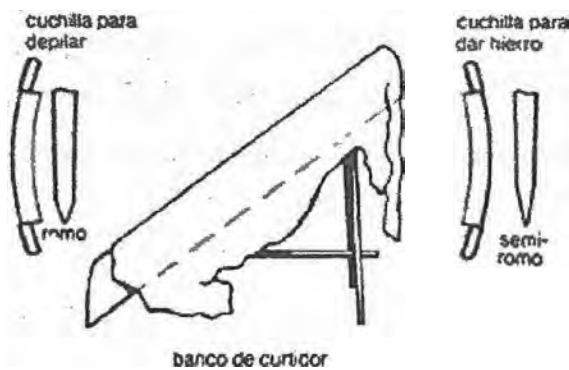


Después del remojo, las pieles pasan al proceso de pelambre. Esta operación se realiza sobre la epidermis para retirar el pelo del cuero y así saponificar las grasas naturales y entumecer las pieles para este efecto se utiliza un baño con agitación periódica en una solución que contiene Sulfuro de Sodio ( $\text{Na}_2\text{S}$ ) y cal hidratada ( $\text{Ca}[\text{OH}]_2$ ), durante un periodo que varia entre 17 a 24 horas. Las aguas residuales de esta operación son las más concentradas de todas las generadas en la fabricación del cuero y representan el 70 al 80 por ciento de la contaminación de la carga de los efluentes, principalmente como DQO, sólidos suspendidos y sulfuros, presenta valores de pH superiores a 11 y restos de sebo, carnaza, pelo y proteínas solubles. Estas aguas residuales de pelambre pueden ser reutilizadas entre cuatro o cinco veces. El sulfuro de sodio en medio alcalino no libera ácido sulfhídrico. Sin embargo, en presencia de efluentes ácidos hay fuerte desprendimiento de ácido sulfhídrico con el olor característico a huevos podridos, el pH esta por debajo de 8.0 por lo tanto es condición necesaria regular este pH y para que esto no suceda se hace una dilución, bajando la concentración.

Esta etapa del proceso además de aportar el 70 por ciento de la carga orgánica al efluente, aporta también sulfuros residuales, el 45 por ciento de los residuos sólidos sin cromo, el 35 por ciento de Nitrógeno total, por tanto es aquí donde se debe tratar de reducir la contaminación.

○ **Descarne**

**DEPILAR A MANO**



Caballote ilustrado en la figura de la izquierda

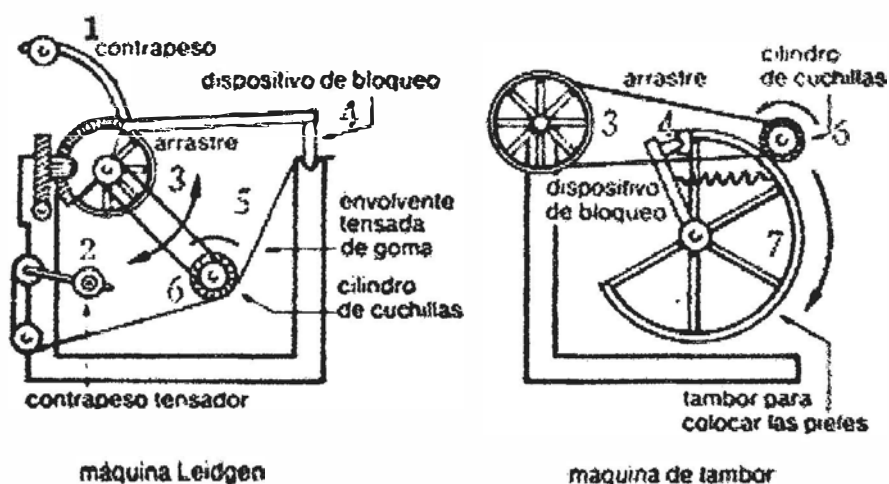
Descarne manual del cuero



Descarne manual hecho con cuchillas

Esta operación involucra la remoción de los tejidos adiposos, subcutáneos y de sebo adherido a la cara interna de la piel para permitir una penetración más fácil de los curtientes.

La operación se lleva a cabo con máquinas o manualmente y los efluentes líquidos resultantes del descarte presentan concentraciones altas de sólidos (proteínas disueltas) y pH ácido y deberían de ser tamizados para obtener una ganancia marginal por la recuperación de las grasas del cuero la cual es utilizada (colágeno) en procesar alimento balanceado para ganado. En Europa gran parte de los recortes y piltrafas del descarte son llevados a Holanda para la fabricación de gelatina. En los países en desarrollo la cola es usada para fabricar gelatina de baja concentración que luego es vendido a fabricas de caramelos. En Arequipa el uso de la cola ha hecho de esta actividad una industria que genera ingresos adicionales y reduce los contaminantes en la curtiembre.

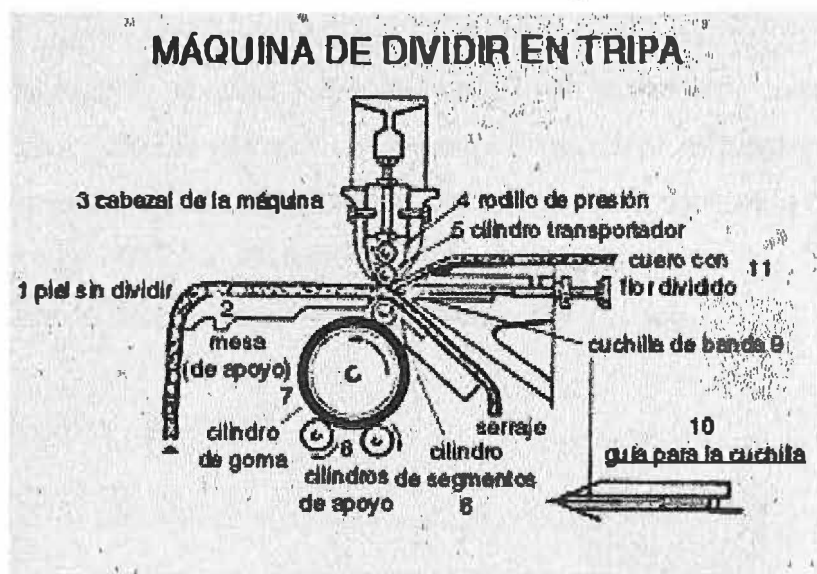


Gráficas de Máquinas: Descarte y tambor giratorio



## ○ División

Esta operación consiste en dividir en dos capas la piel hinchada y depilada separando parte de la piel que está en contacto con la carne. Se puede realizar en la etapa de ribera pero si se hace en la etapa de pelambre el subproducto que son piltrafas y retazos pueden ser llevados a la fábrica de cola o gelatina.



## ○ Desencalado y purga

El desencalado es la preparación de las pieles para la curtición mediante lavados tratando de reducir la alcalinidad y removiendo los residuos de la cal y sulfuros de sodio que contienen el sulfato de amonio y ácidos esta operación se lleva a cabo en tambores rotatorios donde se genera parte del efluente con cargas de cal y sulfuro de sodio que serán descargados al efluente posteriormente.

- **Desengrase**

Es el proceso que produce una descarga líquida que contiene materia orgánica solventes y agentes tensó activos. Entre los que se cuentan esta el kerosene el mono cloro benceno y el percloroetileno, este último para pieles de oveja después después de curtidas.

- **Piquelado**

Esta operación se realiza en los tambores giratorios consistiendo en la acidulacion de las pieles, con el objeto de evitar el hinchamiento y para que el cromo ingrese a las pieles, como tiene alto contenido de ácido puede ser utilizado como neutralizador en un efluente alcalino.

Los ácidos más utilizados son el sulfúrico y el fórmico

## **B.- Proceso: CURTIDO**



Fulonero controlando un curtido con cromo y otro con sales de titanio.

Esta singular performance del curtido con sales de cromo, es un excelente motivo para seguir trabajando en el problema ecológico que esto representa, es decir la carga de aguas residuales debido a su elevado

contenido de cromo y desarrollar todas las posibilidades tecnológicas existentes para reducirlo a valores que no afecten la salud humana.

Este proceso tiene el objetivo de convertir las pieles en materiales fuertes y evitar la putrefacción. Existen varios tipos de procesos de curtido, según el curtiente empleado.

- **Curtido vegetal:** Emplea taninos vegetales para estabilizar el colágeno de la piel, se usa para la producción de suelas; las fuentes empleadas son el extracto de quebracho y corteza de acacia negra y la mimosa.

Antiguamente eran curtidas en pozas y tomaba varias semanas, actualmente las curtiembres curten las pieles en tambores rotativos durante 12 horas con una solución al 12 por ciento de tanino.

- **Curtido mineral:** Emplea sales minerales y se usa en la producción de cueros para la fabricación de cueros para guantes, ropa, bolsas, etc. La ventaja principal de este proceso es la reducción del tiempo produciendo un cuero de mayor resistencia al calor y al desgaste.

Típicamente se usan sales de cromo trivalente (óxido crómico,  $Cr_2O_3$ ), debido al azul verdoso de estos cueros se les denomina Wet blue. No debe usarse sales de cromo hexavalente por la generación de residuos sólidos peligrosos.

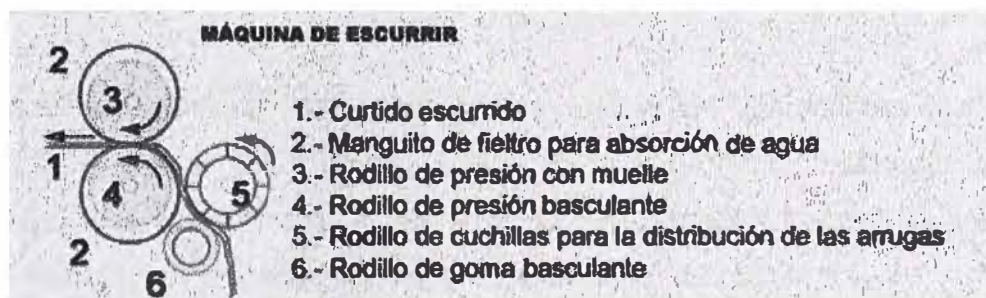
De las pieles curtidas en el mundo el 80 por ciento son de sales de cromo el resto son de sales de aluminio, zirconio y hierro.

- **Curtido Sintético:** Se emplea curtientes sintéticos del tipo orgánico estos curtientes orgánicos proporcionan un curtido más uniforme y aumentan la concentración de taninos pero debido al alto costo son poco usados.

o **Ecurrido**

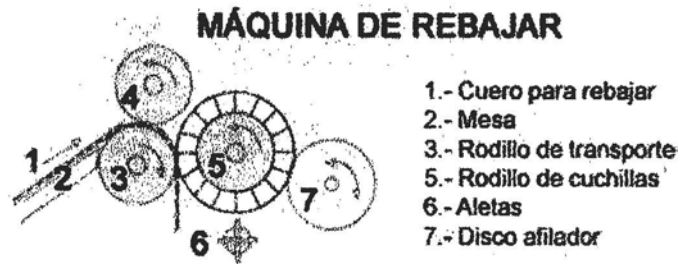


Vista de proceso de escurrido a maquina del cuero



Operación mecánica donde se quita gran parte de la humedad del wet blue mediante un prensado lo cual estira las partes arrugadas y mantener un espesor uniforme, el volumen de este efluente no es importante pero tiene un potencial contaminante debido al contenido de cromo y bajo pH.

## ○ **Rebajado**



Los cueros se raspan y se rebajan en las mismas maquinas dejándolo en la medida deseada, se produce un aserrín que contiene  $\text{Cr}^{+3}$ , si se elimina el cromo se usa como alimento para ganado con otros productos o se descompone para ser usado como fertilizante.

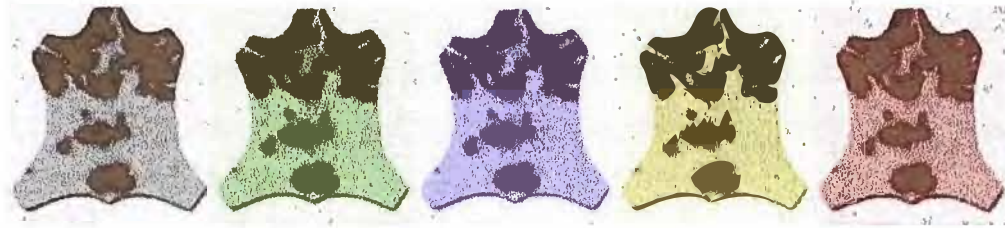
## ○ **Neutralización**

Los cueros se sumergen en tambores para realizar las operaciones citadas y se llevan acabo de manera consecutiva cambiando solamente la composición de los tambores y descartar el baño anterior la neutralización se realiza usando agua con carbonato o bicarbonato de calcio.

## **C.- Proceso: RECURTIDO**

El curtido al tanino produce un cuero más fácil de ser prensado y por esta razón el cuero curtido al cromo trivalente se le ha llamado wet blue, recibiendo un segundo curtimiento que puede ser al cromo, al tanino vegetal o sintético. Estos procesos se usan para producir vaquetas dependiendo del tipo de proceso y del cuero que se desea obtener.

- **Teñido**



El teñido se realiza luego de la neutralización en un baño que contiene agua, colorantes sintéticos basándose en anilina, y ácido fórmico, desechándose los baños después de cada operación.

- **Blanqueado**

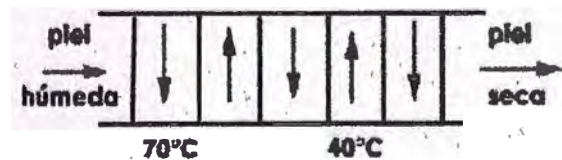
Esta operación se realiza en algunos casos. Utilizándose un baño de formiato de sodio y ácido sulfúrico, seguido de un lavado de agua corriente.

- **Engrase**

Esta operación se realiza con el objeto de evitar el cuarteamiento del cuero, dándole propiedades de fuerte, resistente y flexible.

El engrase se realiza en los mismos tambores de las operaciones anteriores consistiendo en impregnar el cuero con grasas de animales.

- **Secado**



Esta operación se realiza luego del teñido. Los procesos usados para el secado son los de vacío, secado en seco térmicas empastado (pasting)

#### **D.- Proceso: ACABADO**

En esta etapa se puede procesar el curtido al vegetal o curtido al cromo obteniéndose cuero para la fabricación de suela, cuero para talabartería, cuero para repujados.

- **Lijado**

Las vaquetas de calidad inferior deben lijarse y corregir los defectos haciendo previamente un humedecimiento, pueden recibir acabados de estampado y pintado mediante la utilización de pinturas y barnices. Aquí se genera polvo en grandes cantidades por lo que la habitación donde se encuentra esta maquina debe estar aislada, tener extractores y el personal debe usar mascararas de protección.

- **Ablandado - Estiramiento**

Los cueros pueden ser sometidos a una etapa de estiramiento para recuperarse del encogimiento que sufrió en las etapas en húmedo esto se hace para obtener un tacto parejo en los cueros para tener suavidad continua, es distinto en el caso de las suelas, primero se estira para eliminar las arrugas y pliegues para proceder a planchar y aumentar su resistencia.



**Máquina de ablandar - Sistema de pinos (Mollisa)**

### 3.3. - Descripción del entorno

Esta descripción se le hace a la empresa curtiembre **La UNION**;

- **Ubicación de la planta**

DISTANCIAS MAS CERCANAS	Distancia	Distancia	Distancia	Distancia	NOMBRE DE LA ZONA
	< 1Km	1 a 3 Km	3 a 5 Km	>5 Km	
Zona Industrial	X				Cercado de Lima
Zona Urbana	X				Cercado de Lima
Zona Turística	x				Centro de Lima
Zona Arqueológica		X			Mateo Salado
Curso de agua		x			Riό Rimac

- **Condiciones Ambientales de la Zona**

PARAMETROS	VERANO		INVIERNO	
	MAX.	PROM.	MAX.	PROM.
Temperatura (°C)	29	23	20	18.8
Precipitación (mm)	4	0.8	0.4	0.8
Dirección del viento	So-no	So-ne	So-ne	So-ne
Velocidad del viento	7.9	1.8	10	4.7



### **3.4. - Identificación de residuos contaminantes**

La industria curtidora, produce cuero a partir de la piel del ganado vacuno en mayor porcentaje. Como consecuencia directa genera una variedad de desechos que se distribuyen en el efluente líquido, el gaseoso, residuos sólidos y sólidos de tratamiento curtidos y no curtidos.

Todo este conjunto se convierte en fuente de contaminación que es detrimento no solo a la salud y al ambiente interno si no que, además según el entorno particular de cada planta y la interrelación de cada una de las distintas etapas degradan la calidad ambiental ya que la emisión y disposición de estos residuos pueden convertirse en impactos ambientales. Por lo que deben ser evaluadas e identificadas para determinar su grado de contaminación.

En la figura 3.4.1 ( páginas N° 51 y 52) se esquematiza los procesos y sus descargas.

#### **3.4.1. - Principales productos químicos usados en una curtiembre**

##### **A.- Ribera:**

Bactericidas, ácido sulfúrico, ácido acético, ácido fórmico, sulfato de sodio, hidróxido de amonio, hidróxido de calcio, tenso activos, clorato de sodio, enzimas, ácido bórico, ácido láctico, agua.

##### **B.-Curtido**

Sal de cromo, tanino vegetal, tanino sintético, sal de cromo enmascarada, sal de cromo auto-basificante, formiato de sodio, extracto de tanino vegetal (quebracho, mimosa, acacia), sales de aluminio, sales de zirconio, sales de hierro, agua.

### **C.- Recurtido:**

Sales de cromo, sales de aluminio, sales de zirconio, tanino vegetal, resina acrílica, tanino sintético, bicarbonato de aonia, formiato de sodio, colorante básico, colorante complejo-metálico, aceite crudo, tenso activo no iónico oleos sulfatados, oleos sulfonados, parafinas cloradas, alcohol graso sulfatado, parafina sulfoclorada, óleo mineral y agua.

### **D.- Acabado:**

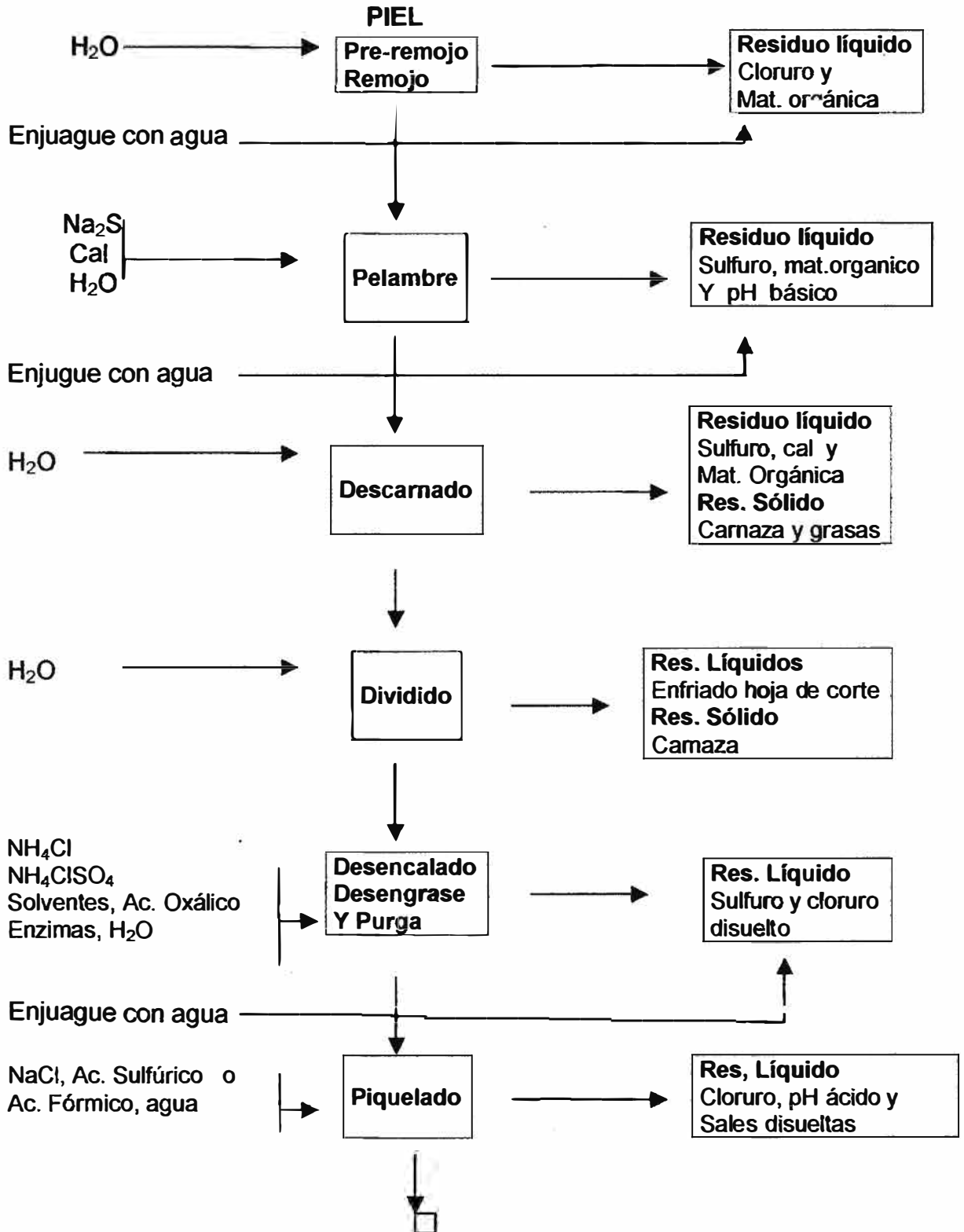
Pastas pigmentadas, colorantes complejos-metálicos, ligantes naturales, caseína y albúmina, ligante acrílico, ligante butadieno, ligantes poliuretanos, copolímeros de ácidos acrílicos y meta acrílicos, ceras, filler, agentes de toque, agua, jabón orgánico, thiner y alcohol penetrantes. Todos estos agentes químicos pueden tener efectos tóxicos debido a la concentración de la carga o materia prima procesada y a la tecnología empleada.

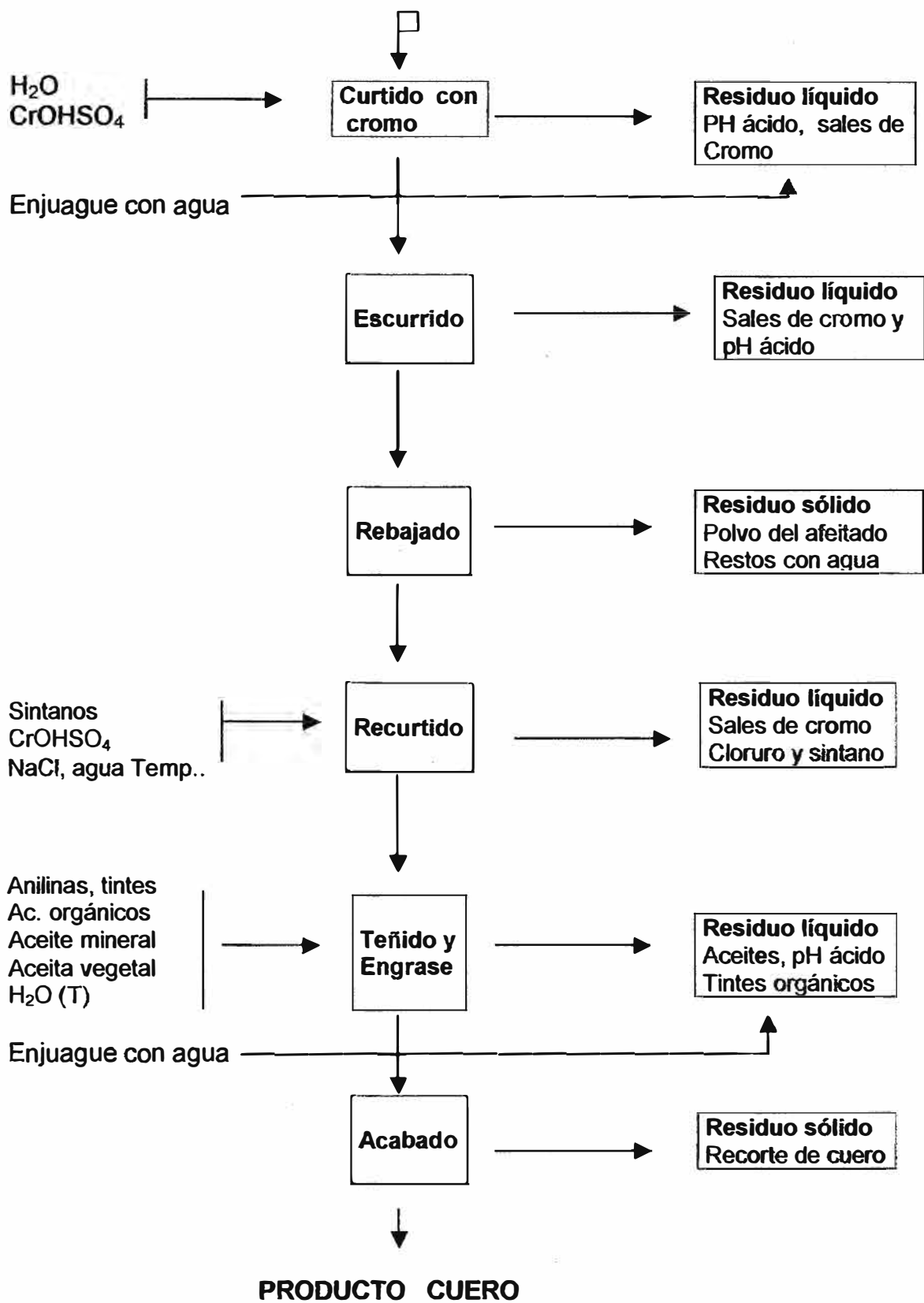


**Utilización del cuero en fabricación de muebles**

Figura 3.4.1

Generación de residuos por proceso en una curtiembre





### 3.4.2. - Efectos sobre los cuerpos de agua de los contaminantes de curtiembres

Las aguas residuales cuando se descargan directamente a un cuerpo de agua ocasionan efectos negativos en la vida acuática y en los usos posteriores de esta agua. Un cuerpo de agua contaminado disminuye el valor de su uso como agua para bebida o para fines agrícolas e industriales, afecta la vida acuática y los peces mueren por disminución del oxígeno disuelto. Por otra parte, si su uso es indispensable, los costos de tratamiento se tornan muy altos.

En el caso de aguas subterráneas, su contaminación es más problemática y persistente porque su auto depuración es lento debido a que no presenta corrientes que le confieran una adecuada aireación. Esto se agrava cuando es la única fuente de abastecimiento de agua para una población.

Los efluentes no tratados de una curtiembre ocasionan salinidad en las aguas subterráneas debido a la alta concentración de cloruros.

La identificación y evaluación sobre el potencial contaminante sobre los cuerpos de agua causada por efluentes de curtiembre es la siguiente:

- **DBO y DQO.** Son los parámetros utilizados para medir la materia orgánica presente en el efluente. Cuando se presenta concentraciones altas de DBO y DQO en los ríos puede ocurrir la desoxigenación del mismo.
- **pH.** Es el parámetro de importancia que indica la intensidad de la acidez o alcalinidad en el efluente, generalmente los efluentes de las curtiembres presentan variaciones entre 2.5 y 12. Las variaciones de **pH** afectan considerablemente la vida acuática de las corrientes receptoras.
- **Sulfuro.** Presenta riesgo de la formación de gas sulfhídrico, el que en baja concentración genera olor desagradable y en alta concentración puede ser muy tóxico.

- **Amonio.** Es toxico para los peces. Es un nutriente que puede causar proliferación de plantas acuáticas.
- **Nitrógeno Kjeldahl.** Es el total de nitrógeno orgánico y del amoniacal. Su presencia en altas concentraciones puede provocar el crecimiento acelerado de plantas acuáticas.
- **Nitratos.** Su presencia en el agua en altas concentraciones es riesgosa para la salud.
- **Fosfato.** No es tóxico pero estimula el crecimiento de las plantas acuáticas y algas.
- **Cromo.** Metal pesado persistente que puede causar problemas a la salud humana en altas concentraciones.
- **Color.** Proveniente de los taninos y tintes, perjudica la actividad fotosintética de las plantas acuáticas y provoca la muerte de estas especies.

#### **3.4.3. - Efectos de los contaminantes sobre el alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales en las curtiembres**

Los efluentes de curtiembres descargados a una red de alcantarillado provocan incrustaciones de carbonato de calcio y gran deposición de sólidos en las tuberías, la presencia de sulfuros y sulfatos también acelera el deterioro de materiales de concreto o cemento.

Si la carga contaminante presenta sustancias toxicas y es lanzada a una planta de tratamiento puede interferir en el proceso biológico de la planta.

#### **3.4.4. - Efectos sobre el suelo de los contaminantes de curtiembres**

El suelo alrededor de estas industrias y de los sistemas de tratamiento de sus efluentes así como el de las áreas de sus almacenes deben guardar siempre las medidas que no afecten el medio subterráneo y por lo tanto los cursos de agua cercanos se vean amenazados por las filtraciones.

### **3.5.- Caracterización**

Aunque el estudio se centra en la determinación y minimización de efluentes líquidos, se hizo una caracterización de residuos sólidos para estudiar su aprovechamiento en un futuro. Estos residuos, a diferencia de los efluentes que son lanzados al alcantarillado, son llevados a través de una empresa particular de limpieza y dispuestos generalmente, en las márgenes del río Rimac, convirtiéndose en un riesgo potencial de contaminación. El río Rimac atraviesa la ciudad y es su principal fuente de agua potable.

#### **3.5.1. - Caracterización de efluentes líquidos**

Esta caracterización se realizó como parte del reconocimiento del proceso productivo (después del espesador) y se tomaron las muestras durante las descargas del efluente. En el cuadro N° 3.5.1.1 (ver pagina siguiente) se resume los resultados de la caracterización del efluente de los procesos en la curtiembre en estudio, teniendo en cuenta que el proceso de curtido es similar aun cuando las pieles sean diferentes. Además la receta de los productos químicos se calcula en función de las pieles a procesar. Cabe destacar que las concentraciones halladas están relacionadas con el volumen de producción de la empresa y de los procesos desarrollados en el momento del muestreo

### Cuadro N° 3.5.1.1

#### Caracterización del efluente líquido ( después del sedimentador)

pH	Temp. (°C)	Aceites Grasas (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	SST (mg/l)	DQO (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Sulfuros (mg/l)	N-tot. (mg/l)	N-H <sub>4</sub> (mg/l)	Cr Tot. (mg/l)	Cr VI (mg/l)
8.8	20.9	116.6	142.5	448	299.2	302.4	321.6	20.18	16.02	3.02	1.76

#### 3.5.2 .- Caracterización de residuos sólidos

Los residuos sólidos generalmente son los retazos de cuero, las carnazas y las grasas. Los retazos se utilizan en la confección de carteras, pelotas y accesorios. Las grasas y carnazas se utilizan para producir pegamentos, gelatina y jabón.

En el cuadro 3.5.2.1 se detalla recortes y retazos con temperatura.

#### Cuadro 3.5.2.1

#### Residuos sólidos

Operación	Residuos	Temperatura	% Total de Residuos
Recorte en recepción	Pelos, pellejos	20.4 (°C)	56.7
Rebajado, Lijado	Recortes, polvos	24.1 (°C)	33.3
Recorte, Acabado	Retazos	20.0 (°C)	10.0

\* Se Considera un peso promedio por piel de 1.2 Kg. De residuo sólido



### 3.6. - Límites máximos permisibles

Se tiene como objetivo proponer Límites Máximos Permisibles (LMP) para la industria manufacturera del subsector curtiembre para adecuar progresivamente a todos los del sector en una adecuada y eficaz gestión ambiental.

La información se detalla en el cuadro 3.6.1

**Cuadro 3.6.1**  
**LMP Para efluentes líquidos en alcantarillado**  
 (Para industria de curtiembre)

	PERU D:S:028- 60SAPL	MEXICO NOM:CCA 021-ECOL/ 93		JAPON	FRANCIA	DINAMA.	HUNGRIA	PERU Propuesto a curtiembre
		Prom.	Insta.					
pH	5 – 8.5	6-9	6-9	5 - 9	6.5-8.5	6.5-9	6.5 - 10	6.5 – 9.5
Temp.(°C)	35				30	35		35
ST mg/lt								
SST mg/lt		200	240	200- 300	600	600		1000
SSSmg/lt	8.5	5	8					
DBOmg/lt	1000	200	240	160	800	800		1000
DQO mg/lt				160	2000	2000		2500
A.grasam/l	100	30	40	30-50			60	100
Crtot. mg/lt		1	1.5	2			5	5
Cr +6 mg/lt		0.1	0.2		0.1	0.1	1	0.5
Cr +3 mg/lt					1.5	1.5	5	
Sulfs mg/lt		1	1.5	2	2	2	1	10
NKT mg/lt					150	150		
NH <sub>4</sub>								50

### **3.7. - Tratamientos para alcanzar Límites Máximos Permisibles**

- **Análisis de las alternativas recomendadas**

De la comparación del efluente líquido en cuanto a sus parámetros y respecto a sus parámetros en la legislación actual.

( D.S. 028-60 SAPL 29-11-60), solo se estaría superando él límite permisible respecto de aceites y grasas, cabe señalar que esta en consulta una nueva norma que contempla los (LMP) para la industria de curtiembres, respecto esta posible norma los efluentes de curtiembre en este caso Curtiembre LA UNION estaría por encima de los LMP en lo que respecta a: Aceites y grasas, sulfuros, y cromo VI.

#### **Sulfuros:**

- **Instalar y mantener pozos de sedimentación**

Actualmente se utiliza un único pozo en el cual solo se realiza la sedimentación y neutralización. Se recomienda contar con circuito de pozos, en donde el primer pozo se realizara la operación de sulfuración, que consiste en eliminar el sulfuro residual mediante su tratamiento con sulfato de manganeso y la adición de oxígeno a través de membranas difusoras, sopladores sumergidos o aireadores flotantes.

También es posible realizar los trabajos de desulfuración en el mismo botal de pelambre, con lo cual no sería necesario instalar un pozo especial. Debe tenerse cuidado que la descarga de los efluentes no tenga un pH menor de 6 pues se desprendería cantidades apreciables del gas sulfhídrico el cual representa un serio riesgo ocupacional.

### **Aceites y grasas:**

Esto se lograra con una adecuada remoción de grasas

### **Cromo VI:**

La reducción del Cromo VI se lograra mediante una adecuada fijación de cromo y optimo reciclaje, para ello será necesario instalar motores y correas de transmisión dimensionados para poder operar con menores flotas con el efecto de generar mayor fricción entre los cueros y las paredes del botal, elevando así la temperatura en la cual opera el proceso por encima de 35 °C, el aumento de temperatura favorece a la fijación del cromo en las fibras del cuero. Esto se traduce en una menor cantidad del cromo residual en el efluente después del curtido. Se recomienda el re- uso del efluente del baño del cromo. Que consiste en cribar y bombear la solución usada de cromo del lote previo en un recipiente limpio y reusarlo como adición del siguiente lote de piquelado o curtido al cromo.

El sistema incluye la conducción del baño de curtido a través de un paño de un tamiz (un mm. de luz) por el canal de drenaje, en un punto en el cual se dosifica un elemento alcalino que puede ser oxido de magnesio o hidróxido de sodio de manera que se mezclé con el efluente en el camino al tanque de precipitación. La precipitación del cromo con elementos alcalinos prácticamente no deja concentraciones residuales de cromo en el sobre drenaje. Después de dejarlo reposar de un día a otro, los lodos conteniendo cromo se han asentado. Posteriormente la grasa que flota se puede sacar mediante una soga que la derive a un punto de descarga y luego se elimina  $\frac{3}{4}$  partes del sobrenadante que van ha juntarse con los demás efluentes.

En esta etapa, el cromo precipitado sé redisuelve con una solución de ácido sulfúrico con un porcentaje pequeño de ácido fórmico concentrado.

### **3.8. - Plan de manejo ambiental**

La adecuación a un plan de manejo ambiental permitirá a las empresas nacionales informarse de lo que sucede con los efectos del proceso productivo al ambiente y promover mejoras bajo estrategias que solucionen la generación de contaminantes y prevenir problemas físicos e infraestructurales.

#### **3.8.1. - Plan de monitoreo**

- **En las estaciones de muestreo**

De acuerdo al tratamiento primario que reciben los efluentes, y la ubicación del vertimiento se han establecido los siguientes procedimientos:

**P1** Efluente líquido antes del tratamiento al ingreso de la poza de Sedimentación se tomara muestras, y los parámetros a medir son; pH, Temperatura, Aceites y grasas, DBO, DQO, sulfatos, SST, sulfuros, N-tot. N-NH<sub>4</sub> Cr- tot. , Cr VI.

**P2** Efluente líquido después de la poza de sedimentación se tomara Muestras y los parámetros a medir son; pH, Temperatura, Aceites y grasas, DBO, DQO, sulfatos, SST, sulfuros, N-tot, N-NH<sub>4</sub>, Cr-tot. , Cr VI.

**P3** Dos puntos de muestreo (E1 barlovento, E2 sotavento) para Hacer un muestreo la calidad del aire, para medir SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, CN, Cd, Zn, Cr y PTS.

**P4** Tomar mediciones de ruidos en la planta tanto en la intensidad, Frecuencia y tiempo de exposición.

**P5** hacer un muestreo los residuos sólidos para obtener y reutilizar estos Residuos de curtiembres para la agricultura.

Se recomienda realizar las mediciones con una frecuencia trimestral, durante el primer año y semestral después.

### **3.8.2. - Plan de contingencia**

Con el plan de contingencia el objetivo primario es proporcionar la seguridad de los empleados y él publica en general ante situaciones de emergencia. Los objetivos secundarios son la protección del ambiente y la propiedad.

#### **Alcance :**

Este plan de contingencia se debe implementar cuando exista una situación de amenaza sobre los empleados, la comunidad o el ambiente. El grado al cual se debe implementar el plan se basa enteramente en la naturaleza del problema real o potencial. Finalmente, será responsabilidad del coordinador de emergencias de llevar a cabo el plan de contingencia. En el plan de contingencias se elaborara los detalles de las actividades específicas que tienen que cumplirse en los casos de emergencia, accidentes y/o riesgos no previstos, para ello deberá considerarse prioritariamente la formación de una cuadrilla de emergencia con su respectivo coordinador, con un entrenamiento constante para afrontar casos fortuitos en cualquier momento; así mismo, se realizara simulacros periódicos en directa coordinación con las autoridades locales, considerando los siguientes aspectos:

- Mantener operativos los medios de comunicación y notificación de emergencias hacia el coordinador de emergencias.
- Las acciones primarias inmediatas serán para salvar vidas, haciendo uso de los equipos e implementos de seguridad necesarios según sea el caso.
- Establecer el código de alarma para cada tipo de emergencia.
- Establecer el procedimiento de respuesta a cada situación de emergencia.

### **3.8.2.1. - Procedimientos específicos ante situaciones de emergencia**

Del análisis de las operaciones que se realizan en la planta, se han determinado las ocurrencias de emergencias y accidentes, cuyos procedimientos de emergencia son descritos a continuación:

#### **Incendio :**

El personal solo está entrenado para luchar contra pequeños amagos de incendio. La persona que descubre un incendio debería determinar si puede apagar con un extinguidor de incendios. De poder hacerlo, debería proceder de inmediato y luego notificar al coordinador de emergencia que es el Gerente. Si no se puede apagar fácilmente, o si persiste el incendio, se debe hacer sonar la alarma o notificar al miembro de la cuadrilla de emergencia que se encuentre de turno, inmediatamente, el que a su vez notificará al coordinador de emergencia e iniciara el siguiente procedimiento:

1. Hacer sonar la alarma, de acuerdo con los letreros de alarma, identificando el lugar del fuego.
2. Realizar la parada de emergencia y la evaluación tal como sea apropiado. Decidir si toda la planta o ciertas partes de la planta debiesen pararse y evacuarse.
3. Determinar si hay una razonable probabilidad de que el fuego se pueda controlar con el equipo disponible (por ejemplo: extintores de incendio) Si no es así se debe notificar al departamento de bomberos.
4. Dirigir al personal para controlar / extinguir el incendio hasta que llegue el departamento de bomberos.
5. Realizar las acciones para contener / controlar el agua para apagar incendios para evitar el impacto ambiental debido a la contaminación.

## **Amenaza de bomba:**

Ante la amenaza de bomba se debe iniciar el siguiente procedimiento:

1. Permanecer calmados. Normalmente las amenazas de bombas se hacen por teléfono. Trate de mantener calmado al que llama y haga algunas preguntas básicas. Estas deberían ser:
  - ¿Quién llama?
  - ¿Dónde esta la bomba?
  - ¿Qué tipo de bomba es? ¿Su tamaño? ¿Cuál es su apariencia?
  - ¿Cuándo debería de estallar?
  - ¿Porqué puso la bomba?
  - ¿Cuáles son sus exigencias?

No excite al que llama. Sea cortés y profesional.

2. Tomar todas las amenazas en serio. Asegúrese las operaciones y evacue las instalaciones inmediatamente. Llamar a la estación de policía y a la brigada antibomba. Notifique al coordinador de emergencias, quien informará a la gerencia.
3. Asegúrese la instalación, no permita que el personal vuelva a la instalación sino hasta que la autoridad local (UDEX), haya determinado que la instalación está segura.

### **Disturbios civiles:**

1. Si hay suficiente advertencia de antemano, enviar a todo el personal Innecesario a su casa.
2. Asegurar la entrada a la instalación.
3. Estar preparado si fuera necesario parar las operaciones en caso la planta sufra un ataque, llamar a la policía si hay daños en la instalación o si se ve amenazado el personal. Ubicar al personal en un lugar seguro dentro de la instalación.

### **Procedimientos de retorno:**

- Tan pronto como el coordinador de emergencia ha determinado que se ha corregido la emergencia y que la instalación es segura para permitir el retorno, se deberá instruir que se haga sonar la alarma indicando que el peligro ha pasado.
- Se deberá realizar la descontaminación de acuerdo a lo que sea necesario y se deberá hacer antes de dar la señal de que el peligro ha pasado.
- Los empleados podrán regresar a sus áreas de trabajo para reiniciar su trabajo.
- Los procesos se deberán reiniciar solamente después de investigar cuidadosamente los daños y después de verificar que no han ocurrido daños que comprometan la seguridad y la salud de los empleados.
- Aquellas operaciones que se consideren inseguras deberán asegurarse hasta que completen las operaciones.



### **Pautas generales para rescate y primeros auxilios:**

El rescate bajo condiciones de emergencia o de peligro será de responsabilidad del personal adecuadamente entrenado o de la organización de emergencia de la planta utilizando equipo de protección adecuado, bajo la supervisión del coordinador de emergencia establecerá la seguridad de la instalación y evitara que el personal no autorizado entre al área.

El rescate y extracción de cualquier personal que quede atrapado o impedido de movilizarse es de responsabilidad de sus compañeros de trabajo, solo si la tarea se puede realizar bajo condiciones seguras y en una manera expedita.

En todos los casos de rescate y primeros auxilios bajo condiciones de emergencia, se deben notificar a los servicios de emergencia externas.

Una vez que ha pasado la emergencia y ha sonado la alarma indicando que el peligro ha sido superado, proceder con cautela para verificar todos los equipos a fin de ubicar posibles daños (utilizando equipo de protección personal apropiado) antes de reiniciar con las labores.



**REUNIRSE Y PROCEDER CON CAUTELA**

### 3.8.3. - Plan de cierre

- **Alcance**

El plan tiene como meta recuperar las condiciones iniciales en la medida de lo posible, para alcanzar la estabilidad física y química del terreno ocupado por la planta.

**Requerimientos:**

- i. Establecer el desarrollo del mismo a través de una empresa asesora.
- ii. Realizar el inventario de las infraestructuras, equipos, instrumentos basados en el estado al momento del cese de las operaciones
- iii. Trasladar, corregir o aislar de forma segura los materiales que pueden ocasionar problemas al ambiente.
- iv. Seleccionar y contratar a las empresas para desmontar las maquinarias, el retiro de las estructuras y equipos, demolición de las obras civiles y disposición adecuada de los desechos.
- v. Reacondicionar las zonas perturbadas, presentándose el informe de abandono a la entidad competente.



**ALCANCE: RECUPERAR LAS CONDICIONES INICIALES AL DEJAR EL LUGAR OCUPADO**

## **Secuencia de acción:**

A continuación se desarrollará una guía base para el cese de las actividades en las diferentes clases de instalaciones inherentes a la planta con la finalidad de asegurar el cumplimiento de la reglamentación ambiental vigente.

### **1. - De las maquinas y equipos**

#### **Detalle de los equipos instalados actualmente**

En la planta existen diversos equipos, caldera, secador toneles, etc.

- **Al cierre de operaciones**

Se deberá seguir los siguientes pasos:

**P1.-** Realizar un inventario de todos los equipos y maquinarias con las especificaciones y dimensiones, pero de las partes en que se desarmarían y el estado en que se encuentra.

**P2.-** Desmontar los equipos y maquinarias, guiándose de los manuales o consulta técnica de instalación, para proceder a retirarlos, cumpliendo los parámetros de seguridad e higiene industrial adecuadas.

- **Máquinas y equipos en buen estado**

Venta pública de máquinas y equipos a ser utilizados en otras empresas, realizándose el registro de clientes y pormenorizando el periodo de salida o embarque del equipo para su pronto retiro.

- **Maquinas y equipos en mal estado**

Se evaluará los riesgos que representa su disposición, a través de fichas técnicas.

- I. Los equipos que no implican riesgos serán vendidos como chatarra.
- II. Los desechos peligrosos serán destinados a un relleno de seguridad; generalmente estos equipos han tenido mayor contacto con sustancias contaminantes.

## **2. De las obras civiles**

- Se realizará un inventario de estructuras posibles a ser utilizadas para su venta o donación a entidades locales.
- Metrado de las obras civiles para proceder a su demolición
- Metrado de las tuberías para el retiro de las líneas de servicio eléctrico, de agua y desagüe.
- Desmantelamiento y arreglo posterior de las infraestructuras factibles para ser destinadas para otros usos como talleres, almacenes, colegios u otros.
- Destinar las instalaciones eléctricas y telefónicas a lugares donde puedan ser utilizadas.
- Demoler las infraestructuras, considerando la remoción de los cimientos y paredes.
- Los residuos de demolición como el concreto, serán procesados mediante una clasificación primaria, chancado y tamizado para ser utilizados como agregados de segunda clase en material de compactación o en la formulación de concretos para cimientos simples. Con esto, se logrará reciclar y luego comercializar los residuos producidos por demolición a empresas constructoras.
- Los restos de fierro y alambres serán acondicionados para un posible o posterior uso, de no cumplir serán dispuestos como chatarra

## **IV.- Recomendaciones y Conclusiones**

### **4.1. - Recomendaciones**

1. - Las recomendaciones propuestas en este trabajo empiezan con la inmediata reducción de la concentración de los contaminantes en los efluentes de las curtiembres.

Las plantas nuevas o existentes que arrojan sus efluentes al alcantarillado deberán tomar la decisión de adoptar la combinación de las tecnologías de prevención (cribas, rehusó del efluente del pelambre y baño de cromo), con las tecnologías de tratamiento primario al final del proceso ( floculación, coagulación, etc.) Para las curtiembres nuevas o existentes que descarguen sus efluentes a aguas superficiales, requerirán un tratamiento secundario de sus efluentes para cumplir con los LMP.

2. - Es importante establecer un limite de pH que evite la formación de concentraciones letales en los efluentes del pelambre pues a un pH de 6 el 80 por ciento del sulfuro sale como  $H_2S$  y como el gas es poco soluble en agua la mayor parte del gas se desprenderá presentándose un serio riesgo para la salud ocupacional. Aunque se haga él rehusó de los baños no sería suficiente para reducir la concentración de sulfuros a un nivel que se elimine el desprendimiento de  $H_2S$ ; por ello es recomendable establecer un rango de pH entre 9 y 11 para el pelambre, a fin de asegurar que dichas concentraciones se encuentren en niveles poco significativos.

Sin embargo, se encontró en la normatividad internacional y nacional que los efluentes finales de curtiembre fluctúan los valores de pH entre 5 y 10 por lo se propone tener un rango de pH entre 6.5 y 9.5 como valores tomados en transito estando las evaluaciones comprometidas dentro de los monitoreos de las empresas.

4. - Una recomendación es tener como alternativa la implementación de un sistema de tratamiento para el efluente y entre los principales problemas ambientales que generan las curtiembres, se encuentran las descargas de cromo y sulfuros, elementos que son altamente tóxicos y dañinos para el medio ambiente.

Debido a los altos volúmenes procesados en las fabricas dedicadas al curtido de cueros y a la gran cantidad y variedad de contaminantes, resulta de elevado costo el tratamiento de sus efluentes. Sin embargo, el tratamiento separado de los efluentes de cada etapa del proceso de curtiembre, minimiza los costos y facilita su tratamiento al disminuir la variedad de contaminantes.

#### **4.2. - Conclusiones**

1. - Actualmente, el uso de tecnologías limpias permite minimizar la producción de desechos, utilizar reactivos menos agresores al medio ambiente como también permitir la recuperación y reutilización de algunos insumos. Los agentes químicos que presentan mayores ventajas para extraer el cromo son:  $MgO$ ,  $NaOH$  y  $Na_2CO_3$ . El primero de ellos se destaca como el más adecuado para lograr en tiempos relativamente cortos volúmenes reducidos de precipitados, con la desventaja de tener un costo superior al de los otros reactivos mencionados.

**2. - El pH óptimo de precipitación de  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  se logra entre 8.0 y 9.0 con una mezcla de MgO (26%) y NaOH (74%), agitando durante 90 minutos; Distribuidos en 30 minutos para MgO y 60 minutos para NaOH. Con este tratamiento se logra concentraciones de cromo total inferiores a 1 ppm en el efluente final de una curtiembre.**

**3. - Para las plantas existentes se ha decidido establecer LMP de carácter obligatorio para la Temperatura, Aceites y grasas; Asimismo se establecerá valores en tránsito en parámetros de concentración para sulfuros, cromo +6, cromo total y nitrógeno amoniacal ( $\text{N-NH}_4$ )**

**4.- Para el caso de efluentes líquidos los valores en tránsito para alcantarillado se realizarán en un periodo de 2 años, en el cual se realizan las pruebas y mediciones correspondientes y así determinar si es posible alcanzar estos límites con las medidas de prevención.**

La justificación para el establecimiento de los valores en tránsito es porque la información respecto de las características de los vertimientos de las plantas existentes es complejo y heterogéneo, lo cual dificulta el establecimiento de Límites Permisibles de carácter obligatorio, siendo necesario tener mayor información y llevar a cabo evaluaciones cuantitativas por fases.

## V.- ANEXOS

### Anexo 1

#### DE LA CLASIFICACIÓN DE LOS CURSOS DE AGUA Y DE LAS ZONAS COSTERAS DEL PAIS - Ley General de Aguas

El pH para todos los usos, entre 6 y 9.

#### I.- LÍMITES BACTERIOLÓGICOS (NMP/100 ml)

-	I	II	III	IV	V	VI
Coliformes Totales	8.8	20000	5000	5000	1000	20000
Coliformes Fecales	0	4000	1000	1000	200	4000

#### II.- LÍMITES DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO) 5 DIAS, 20°C Y DE OXIGENO DISUELTO (O.D.) VALORES EN mg/m<sup>3</sup>

	I	II	III	IV	V	VI
DBO	5	5	15	10	10	10
OD	3	3	3	3	5	4



**III.- LIMITES DE SUSTANCIAS POTENCIALMENTE PELIGROSAS  
VALORES EN mg/m3**

<b>Parámetro</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
Selenio	10	10	50	5	10
Mercurio	2	2	10	0.1	0.2
PCB	1	1	1+	2	2
Esteres Estalatos	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Cadmio	10	10	50	0.2	4
Cromo	50	50	1000	50	50
Níquel	2	2	1+	2	**
Cobre	1000	1000	500	10	*
Plomo	50	50	100	10	30
Zinc	5000	5000	25000	20	**
Cianuros (CN)	200	200	1+	5	5
Fenoles	0.5	1	1+	1	100
Sulfuros	1	2	1+	2	2
Arsénico	100	100	200	10	50
Nitratos (N)	10	10	100	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 aplicará los valores de la columna V, provisionalmente.

**N.A.** Valor no aplicado.

**IV.- LIMITES DE SUSTANCIAS O PARÁMETROS POTENCIALMENTE  
PERJUDICIALES  
VALORES EN mg/m3**

Parámetros		I y II	III	IV
M.E.H. S.A.A.M. C.A.E. C.C.E.	(1) (2) (3) (4)	1.5 0.5 1.5 0.3	0.5 1.0 5.0 1.0	0.2 0.5 5.0 1.0

**NOTAS:**

- Material extractable en Hexano (grasa principalmente)
- Sustancias activas de azul de Metileno (Detergente principalmente)
- Extracto de columna de carbón activo por alcohol (método de flujo lento).
- Extracto de columna de carbón activo por Cloroformo (método de flujo lento).

**Anexo 2**

**REGLAMENTO DE DESAGUES INDUSTRIALES  
SEDAPAL**

Parámetro	Límite permisible
PH	5.0 - 8.5
Temperatura, °C	35
Aceites y Grasas, mg/l	100
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), mg/l	1000
Sólidos Suspendidos Sedimentables (SS), ml/lhora	8.5

### Anexo 3

#### REGLAMENTO PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL EN ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS

Parámetro	Límite Recomendado ug/m3
<b>Contaminantes Convencionales</b>	-
Partículas, promedio 24 horas	120
Monóxido de Carbono, promedio 1 hora / 8 horas	35 / 15
<b>Gases Ácidos</b>	-
Ácido Sulfhídrico (H <sub>2</sub> S), promedio 1 hora	30
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ), promedio 24 horas	300
Óxidos de Nitrógeno (Nox), promedio 24 horas	200
<b>Compuestos Orgánicos</b>	-
Hidrocarburos, promedio 24 horas	15000

Referencia: MEM. Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Emisiones Subsector Hidrocarburos. Dirección General de Asuntos Ambientales. Vol. II-I. Lima-Perú. Set. 1994.

### Anexo 4

#### NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE ELEMENTOS Y COMPUESTOS PRESENTES EN EMISIONES GASEOSAS PROVENIENTES DE LAS UNIDADES MINERO-METALÚRGICAS.

Niveles Máximos Permisibles de Calidad de Aire

Parámetro	Concentración Media Aritmética Diaria Ug/m3 (ppm)	Concentración Media Aritmética Anual Ug/m3 (ppm)	Concentración Media Geométrica Anual Ug/m3 (ppm)
<b>Anhídrido Sulfuroso</b>	<b>572 (0.2)*</b>	<b>172 (0.06)</b>	-
<b>Partículas en Suspensión</b>	<b>350*</b>	-	<b>150</b>
<b>Plomo</b>	-	<b>0.5</b>	-
<b>Arsénico</b>	<b>6</b>	-	-

(\*) No debe ser excedido más de una vez al año

**Concentración Mensual de Plomo = 1.5 ug/m3**

**Concentración de Arsénico en 30 minutos = 30 ug/m3 \***

## **VI.- Bibliografía**

- **Cantera, Carlos S.; Angelinetti, a.** 1982. Tecnologías que reducen el consumo de insumos químicos y la carga contaminante de los efluentes en curtiembre. Instituto Nacional de Tecnología Industrial Centro de Investigaciones de Tecnología del Cuero (CITEC) publicación 160.
- **CEPIS/ OPS – Efluentes de curtiembre .** Reutilización de licores de pelambre. Año 1997.
- **Dr. Jaime Tapia Sanhuenza,** Instituto de Química de Recursos Naturales, Universidad de Talca, Talca, Chile Casilla 747, Fax: 56/71/200448, e-mail: [jtapia@pehuenche.otalca.cl](mailto:jtapia@pehuenche.otalca.cl).
- **Márquez, F., Proyecto FONTEC 93-0286,** Investigación para la recuperación de reactivos de procesos de curtiembre, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, Concepción, Chile, (1993)