

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



INFORME DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

**“PROCESO PRODUCTIVO DEL CUERO EN LA
CURTIEMBRE SAN PEDRO S.R.LTDA – LIMA”**

PRESENTADO POR: Paúl ALCOCER MENESES

PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO QUÍMICO

AYACUCHO – PERÚ

2 016

DEDICATORIA

A mis padres por su constante apoyo incondicional en mi formación profesional, a la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga y a cada uno de los docentes.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, especialmente a la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, por haberme admitido, brindándome una formación integral, que me ha permitido integrarme a la prestigiosa plana de sus egresados.

A la plana Docente del Departamento Académico de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, por haberme brindado sus conocimientos, experiencia y haber permitido alcanzar un nivel de calidad profesional competitivo.

Mis agradecimientos muy especiales a los directivos de la Empresa “SAN PEDRO S.R.LTDA”, por la oportunidad laboral que me brindaron para mi desarrollo profesional.

Expreso también, mi profunda gratitud a todas aquellas personas que de alguna manera me brindaron su apoyo y colaboración en mi formación profesional y/o laboral.

RESUMEN

El presente informe es la consecuencia de mi experiencia de trabajo en la CURTIEMBRE “SAN PEDRO S.R.LTDA - LIMA”, durante el periodo 2011 hasta la actualidad.

El informe contiene información concerniente a la fabricación de cuero a partir de las pieles de vacuno, dando énfasis a las operaciones de ribera y curtido. Se describen los procesos de cada etapa de elaboración, acompañando fotografías de los equipos principales más usados.

Igualmente, se mencionan los aportes realizados a la empresa para promover una mejora en la productividad y en el cuidado medio ambiental.

Malas prácticas y errores cometidos en el proceso, son obstáculos que repercuten en las operaciones de recurtición, teñido, engrase y su posterior acabado. Los errores generalmente se deben a un pelambre mal hecho, un remojo inadecuado y otras operaciones que son claves para obtener un cuero de calidad.

En el informe se exponen las actividades y resultados de mi experiencia como supervisor de planta, y otras funciones que desempeño.

Aportes personales para la mejora de la empresa, basados en mis experiencias anteriores, y por conocimiento adquiridos en la UNSCH.¹

¹ Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
INTRODUCCIÓN	viii
CAPÍTULO I: INFORMACIÓN GENERAL	
1.1. Lugar del trabajo profesional	1
1.2. Ubicación geográfica	1
1.3. Información relacionada al centro laboral	1
1.4. Organización de la empresa	2
CAPÍTULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	
2.1. Generalidades sobre la piel y el cuero	3
2.1.1. Descripción de la piel y el cuero	3
2.2. Composición química de la piel	8
2.3. Hinchamiento de la piel	9
2.3.1. Hinchamiento osmótico	9
2.3.2. Hinchamiento liotrópico	10
2.4. Operaciones de ribera	10
2.4.1. Remojo	10
2.4.2. Pelambre – calero	12
2.4.3. Deslanado, descarnado y dividido	14
2.4.4. Desencalado	15
2.4.5. Rendido o purga	16
2.5. Etapa de curtido	17
2.5.1. Piquelado	17
2.5.2. Desengrase	20

2.5.3. Curtición - basificado.....	22
2.6. Etapa de recurtido	24
2.6.1. Escurrido y rebajado	25
2.6.2. Teñido y engrase.....	29
2.7. Curtición – Basificado.....	32
2.8. Acabado de cuero	35

CAPÍTULO III: PROCESO PRODUCTIVO EN LA CURTIEMBRE “SAN PEDRO S.R.Ltda”

3.1. Descripción del proceso productivo.....	36
3.1.1. Pre-remojo y remojo principal.....	37
3.1.2. Pelambre y encalado.....	39
3.1.3. Descarnado	41
3.1.4. Desencalado	42
3.1.5. Purga o rendido.....	43
3.1.6. Piquelado	44
3.1.7. Curtición	45
3.1.8. Descarga y escurrido	46
3.1.9. Exprimido	47
3.1.10. Dividido	48
3.1.11. Rebajadora.....	49
3.1.12. Selección y clasificación.....	49
3.1.13. Pre-recurtido	49
3.1.14. Recurtido.....	50
3.1.15. Engrase.....	51
3.1.16. Descarga – Escurrido.....	52
3.1.17. Carpeteadora	52
3.1.18. Secado al vacío.....	53
3.1.19. Secado al campo abierto.....	54
3.1.20. Ablandado	54
3.1.21. Corte de borde	55
3.1.22. Planchado – ablandado – lijado – desempolvado	56

3.1.23. Pigmentado	57
3.1.24. Planchado	58
3.1.25. Recorte – medido – empaquetado	59
3.2. Diagrama de bloques del proceso	61
3.3. Consideraciones sobre control de calidad en las etapas del proceso	65
3.3.1. Remojo y encalado.....	65
3.3.2. Desencalado y purga	65
3.3.3. Piquelado y curtido.....	66
3.3.4. Eliminación de la grasa	67
3.3.5. Semisecado, dividido y raspado.....	67
3.3.6. Neutralización, recurtición, teñido y engrase.....	68
3.4. Especificaciones técnicas de las principales maquinarias y equipos usados.....	68
3.5. Botal o fulon	71

CAPÍTULO IV: ACTIVIDADES Y APORTES REALIZADOS A LA EMPRESA

4.1. Actividades realizadas en la empresa	72
4.2. Aportes realizados a la empresa	73
4.2.1. Sistema de pelambre por inmunización de pelo.....	73
4.2.2. Implantación de un sistema nuevo de pintado	74
4.2.3. Aplicación del sistema de tratamiento de agua por medio de la electrocoagulación al nivel de laboratorio.....	74

CONCLUSIONES	76
---------------------------	----

RECOMENDACIONES	79
------------------------------	----

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
---	----

ANEXOS	82
---------------------	----

INTRODUCCIÓN

La producción de cueros en el país ha experimentado un descenso en los últimos años. Actualmente, existen cerca de 60 curtiembres, de las cuales aproximadamente el 50% se ubica en la región metropolitana. Su producción constituye el 75% y 65% de todo el cuero curtido producido de pieles de bovino y caprino-ovino, respectivamente.

El curtido nace con la aparición del hombre, cuando por necesidad climatológica utilizaban las pieles de animales para proteger sus cuerpos. Posteriormente con la evolución de los pueblos descubrieron que los vegetales daban mejores características, aquí surgieron los investigadores de las fuentes de tanino, para luego asociar con el uso de grasas y así de toda forma elaboraban los cueros más flexibles, durables, resistentes. Con el transcurso del tiempo empiezan a diseñar equipos, luego maquinarias, hasta que hoy en día es una industria muy importante puesto que su máxima aplicación está ligada a la industria de calzados, guantes, bolsas, carteras, etc.

El presente informe abarca aspectos básicos de la industria de cuero, proceso productivo y control de calidad.

Se espera que el informe sirva como material de consulta para estudiantes y personas interesadas en el mundo del cuero.

Los objetivos que se trazaron en este informe fueron; conocer las características físicas, químicas y el comportamiento del cuero al

momento de procesarlo; elaboración de cueros y las etapas que deben cumplir de acuerdo a las normas establecidas; diferenciar el cuero de los otros materiales que sustituyen en el mercado; utilización y manejo de la nueva tecnología en el proceso de elaboración delo cuero.

CAPÍTULO I INFORMACIÓN GENERAL

1.1. LUGAR DEL TRABAJO PROFESIONAL

El trabajo profesional las realicé en la CURTIEMBRE “SAN PEDRO S.R.LTDA”, empresa peruana fundada el 30 de abril de 1993, con RUC N° 20143995772 desde el año 2010 - 2016.

1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La empresa se ubica:

Departamento/Región : Lima
Provincia : Lima
Distrito : Ate Vitarte
Localidad : Urbanización Santa Rosa

La empresa se encuentra en la Urbanización Industrial Santa Rosa, con dirección en la calle Luis Galvani Mz I lote 19 Ate Vitarte. En esta zona se encuentran ubicadas otras curtiembres.

1.3. INFORMACIÓN RELACIONADA AL CENTRO LABORAL

El informe es el resultado de mi experiencia de trabajo profesional logrado en la curtiembre “SAN PEDRO S.R.LTDA”, que se dedicada a la elaboración de cueros partir de piel de vacuno. Los cueros que se obtienen son principalmente para fines industriales de calzado (deportivos, guantes, escolar, etc.).

El principal segmento lo comprenden los fabricantes de calzado y centros comerciales ubicados en el distrito de Rímac (Caquetá). La

comercialización es al contado y a crédito con plazo de hasta 90 días. La política de la empresa se resume en producir cuero de vacuno acabado y venta de pieles frescas. Dentro de esa política tienen aspectos concretos específicos:

1. La disposición de maquinaria y la programación adecuada ayuda a mejorar el aprovechamiento óptimo de la producción, dentro de las 8 horas de trabajo. Sólo en caso de urgencia se hace sobretiempo.
2. Con respecto a las pieles, a los procesos productivos y el producto final, se mantiene una política que depende de los clientes, controles que se encuentran dentro de las normas internacionales.

1.4. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

El organigrama general de la empresa SAN PEDRO S.R.LTDA se muestra en la figura 1.1.

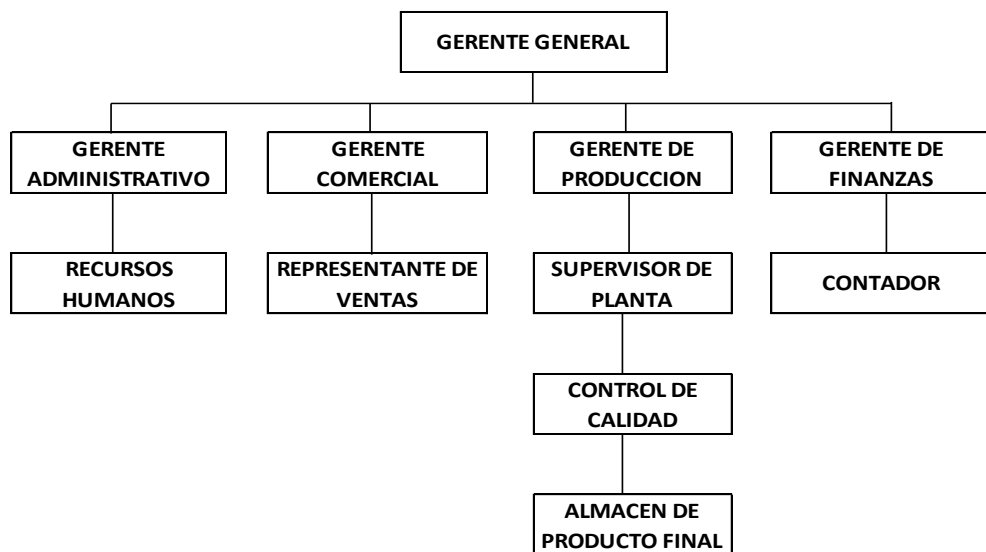


Figura 1.1 Organigrama de la empresa

CAPÍTULO II REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. GENERALIDADES SOBRE LA PIEL Y EL CUERO

2.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA PIEL Y EL CUERO

2.1.1.1. DEFINICIÓN DE CUERO

La piel, así formada, no puede conservarse durante un tiempo largo, pues sufre un proceso de putrefacción y para evitarlo se la pone en contacto con sustancias que, al ser absorbidas por las fibrillas de la dermis, se combinan con ellas, haciéndola insoluble e imputrescible. Esta operación se llama curtido y la piel así tratada recibe el nombre de cuero.

En la actualidad se admite que el proceso de curtido se consolida en dos fases:

En la primera se produce el fenómeno físico de la absorción y penetración de la materia curtiente en los poros de la piel.

En la segunda se realiza la combinación de esta con las sustancias proteicas constitutivas de la piel, formando compuestos complejos: que van progresando hacia las capas inferiores de la misma, hasta que esta queda completamente combinada.

La piel curtida con pelo y sin pelo, se inicia con procesos diferentes; en el primer caso suele tomar el nombre comercial de piel propiamente dicha y su industria constituye la peletería; en el segundo caso toma, por lo general, el nombre de cuero.

2.1.1.2. ESTRUCTURA DE LA PIEL

La piel es un órgano relativamente plano, clasificado como una membrana

cutánea. Está compuesta por tres capas principales: (Morera Prat, 2000)

- a. **Epidermis:** Es la capa más exterior y más fina. Durante la fabricación del cuero la epidermis se elimina en las operaciones de pelambre y en procesos químicos enzimáticos previos a la curtición. Aproximadamente representa el 1% del espesor de la piel. Está constituida principalmente por una proteína fibrosa llamada queratina.
- b. **Dermis:** Es la capa más interior y más gruesa de la piel. La dermis está separada de la epidermis por la membrana hialina, la cual es transparente y forma una superficie pulida y punteada por los orificios de los folículos pilosos; se diría que constituye la flor del cuero acabado. Está constituido principalmente por la proteína colágeno, y representa el 85% de la piel.
- c. **Endodermis:** La superficie está formada principalmente por fibras colágenas delgadas y escasas fibras elásticas horizontales, transversales y atravesadas por vasos sanguíneos, representa el 14% de espesor de la piel, es eliminado por medio del proceso de descarnado y se muestra en la figura 2.1.

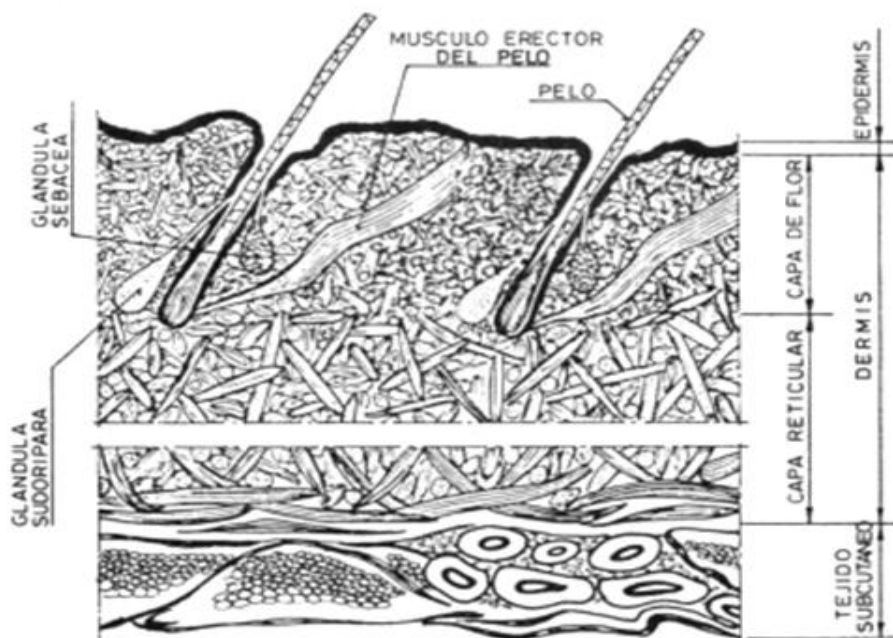


Figura 2.1: Corte esquemático de la piel

Fuente: (Morera Prat, 2000)(7)

2.1.1.3. PARTES DE LA PIEL

En una piel desollada se pueden distinguir tres zonas muy diferenciadas: cuello, crupón y dos faldas tal como se muestra en la figura 2.2.

El crupón representa el 45% aproximadamente del total de la piel fresca, también de las tres partes se puede decir que es la más homogénea y compacta. El cuello tiene un peso de 25% aproximadamente del total de la piel fresca y es una parte de la piel que presenta muchas arrugas. (Melgar Onceba, 1993)(5).

Por último las faldas tienen un peso de 30% aproximadamente del total de la piel fresca, además son las partes más fofas e irregulares de la piel.

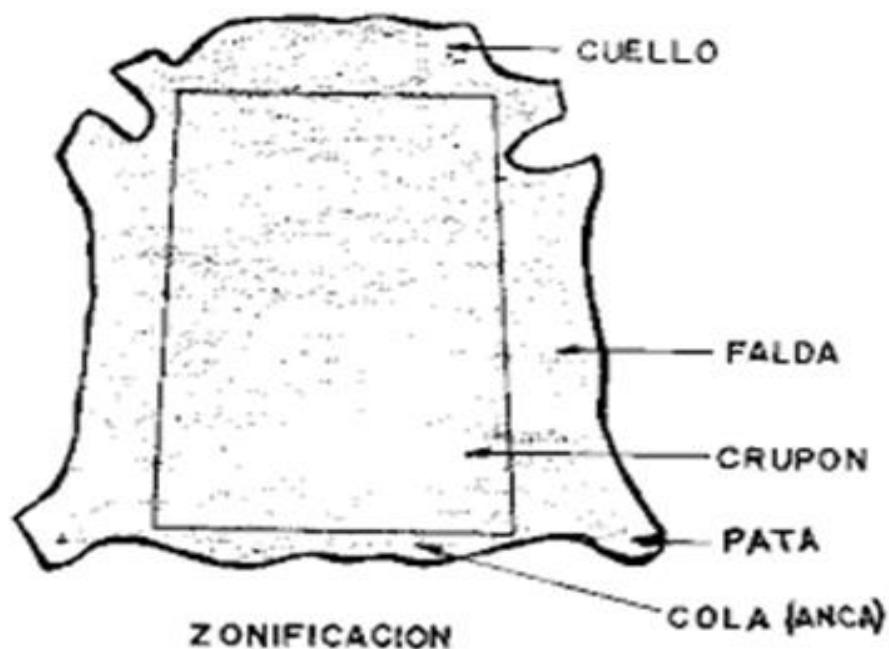


Figura 2.2: División de la superficie del cuero vacuno.

Fuente: (Melgar Onceba, 1993, págs. 15 -27)(5)

2.1.1.4. TIPOS DE PIELES

Todas las pieles a simple vista tienen una cierta similitud, pero entre

ellas pueden presentarse algunas diferencias, ya sea por factores como las distintas regiones de procedencia, las condiciones de crianza de los animales o por la diferencia de raza de los animales. Sin embargo, la estructura de la piel es muy similar entre los bovinos, ovinos y equinos, además los dos primeros tipos de piel son las más utilizadas a nivel industrial. A continuación se realizara una pequeña explicación esquemática sobre los diferentes tipos de piel.

2.1.1.4.1. PIELS DE VACUNO

En la industria de las pieles vacunas se clasifican según el tamaño y naturaleza que tenga el animal. Por ello, hay cuatro tipos de pieles y son las siguientes:

- 1. Pieles de ternera** Son pieles que tienen la flor fina y presentan poros pequeños.
- 2. Pieles de novillo** Suelen tener resistencia mecánica y poseen una mejor flor que las pieles de vaca, además son pieles que suelen tener un aspecto mejor muy lleno.
- 3. Pieles de vaca** Son pieles más vacías, delgadas y a menudo presentan defectos de culata.
- 4. Pieles de buey y toro** Se caracterizan por tener un poro grosero con defectos de flor y arrugas profundas en el cuello.
- 5. Pieles ovinas** Son pieles que se pueden dividir en dos grupos:
 - 5.1. Pieles de cordero** En la gran mayoría de este tipo de piel la calidad de la lana es inversa a la calidad de la piel, por ejemplo los animales que tienen mejor lana son las ovejas merinas ya que tienen una lana muy gruesa y a su vez presentan una peor calidad de la piel.
 - 5.2. Pieles de cabra:** Son pieles que se parecen en parte a la piel vacuna y a la piel de oveja. Se pueden observar que tienen pelo y la flor es muy compacta y cerrada. Dentro de las pieles de cabra se puede hacer una pequeña clasificación de este tipo de pieles.
 - a. **Pieles de cerdo** El pelo es muy grueso y profundo.

- b. **Piel de equino** Son pieles con culata muy dura.
- c. **Piel de reptil** Suelen ser pieles muy duras.

2.1.1.5. CONSERVACIÓN DE LA PIEL

Una vez desollada el animal, la piel empieza a degradarse, principalmente por dos motivos:

- A. La autólisis, producida por los propios enzimas que contienen las pieles.
- B. La putrefacción, debido al crecimiento bacteriano.

La conservación consiste en la deshidratación de la piel de forma más importante y la incorporación de sal común u otros productos que anulen las reacciones de las bacterias.

Existen sistemas de conservación que son eficaces durante corto tiempo y otros que duran mucho más. Entre estos últimos, se tiene:

- **Secado** Proceso que consiste en deshidratar la piel, para así evitar la putrefacción a causa de los microorganismos. Es un sistema que normalmente se utiliza en pieles ovinas, ya que las pieles vacunas secas son de peor calidad que las pieles vacunas saladas.

Para que se pueda producir una mejor uniformidad de la piel, debe de secarse a la sombra y no al Sol. La piel se puede secar en el suelo procurando no ensuciarla demasiado, atándola con cuerdas a marcos para que quede bien estirada o por otra parte utilizando una bomba de calor con aire frío muy seco.

- **Salado** Este tipo de conservación la sal inhibe la acción de los enzimas de la piel evitando así el desarrollo bacteriano.

Se puede realizar de dos maneras, la primera se basa en extender las pieles a salarlas por el lado carne con sal en grano y antiséptico, después se apilan las pieles y se dejan reposar unos 15 días para que la piel pueda absorber la sal a la vez también pierda humedad. Después del drenaje se sacuden las pieles, se observa los defectos que puedan tener

y seguidamente se clasifican.

La segunda manera se realiza poniendo las pieles con el lado carne hacia abajo en una tina con una solución saturada de sal disuelta en agua, el tiempo en el que se realiza este proceso es de entre 15 – 16 horas máximo y por último se observan los defectos y se clasifican.

- **Salado-Seco** A menudo en países que poseen demasiada humedad la conservación solo por secado sería muy lento, por ello se realiza una combinación de los dos métodos. Primero se lavan las pieles por el lado carne, se escurren y se salan, se apilan de 1 a 2 días y se sacude la sal, después se secan sin el peligro de “degradación de la piel “.
- **Piquelado** El proceso consiste en usar sal y ácido (cloruro de sodio, ácido fórmico, etc.), para evitar el crecimiento de las bacterias y mohos en los cueros húmedos. Sobre todo en las zonas cálidas es conveniente agregar bactericidas y fungicidas. La porción va en función del tipo de sustancia utilizable y el tipo de material a conservar.

2.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PIEL

Por lo general la composición de la piel puede variar según el tipo de piel que tenga el animal. Como ejemplo se ha optado por exponer la composición de una piel vacuna recién desollada:

	Porcentaje
Agua	64
Proteínas	33
Grasas	2,0
Sustancias minerales	0,5
Otros	0,5

Fuente: ((Morales , 1996)(6)

Como se puede observar el valor que más destaca en la composición es el elevado contenido de agua que posee la piel, una parte de esta agua está combinada con las fibras de colágeno y por lo tanto provoca que la piel tenga una sensación de humedad, y la otra parte de esta agua se encuentra de forma libre entre las fibras de la piel.

Se debe mencionar que la mayoría de la proteína casi el 95% es colágeno, 1% elastina, 1 - 2% queratina y el resto son proteínas no fibrosas. Las queratinas son las proteínas que forman el pelo y la epidermis, además tienen un contenido alto del aminoácido cistina. La presencia de cistina proporciona a la molécula de queratina una gran estabilidad, ya que posee un enlace -S-S- puente disulfuro. (Morales , 1996)(6)

Por otra parte las queratinas son insolubles en agua y se hidrolizan fácilmente mediante la acción de sustancias reductoras en medio alcalinos, las cuales crean roturas de los puentes de desulfuro.

El colágeno está formado aproximadamente por 20 aminoácidos dependiendo del tipo de animal, además es insoluble en agua y es más reactivo que la elastina. A diferencia que la queratina resiste bien a la acción de los agentes reductores en medio básico porque no contiene cistina. Por lo general el colágeno reacciona bien con los ácidos y las bases porque posee un gran número de grupos iones ácidos y bases en sus cadenas laterales, por ello, se considera al colágeno una sustancia anfótera.

2.3. HINCHAMIENTO DE LA PIEL

2.3.1. HINCHAMIENTO OSMÓTICO

Es ocasionado por sustancias ácidas o álcalis diluidos, cuyo efecto son pieles no suaves y representa cierta turgencia, o sea la piel se torna dura y rígida. Cuando se eliminan los agentes hinchantes las pieles retornarán a su estado primitivo desapareciendo el hinchamiento.

En las reacciones de proteínas solubles tales como el colágeno con el

ácido y bases en soluciones acuosas existen condiciones para la aplicación del equilibrio.

Debido a la presión ejercida por el agua por otro lado a las tensiones desenvueltas por la absorción del agua proveniente de la estructura colagénica, las fibras engrosan y se comprimen.

2.3.2. HINCHAMIENTO LIOTRÓPICO

En este caso ocurren aumento del espesor y disminución de la temperatura de contracción de las fibras. Este hinchamiento ocurre cuando el pH está cerca o próximo al punto isoeléctrico (es el pH en el cual existe un balance exacto de las cargas positiva y negativa que posee un aminoácido (la molécula no tiene carga)), cuyas sustancias neutras que al entrar en contacto con la piel ejercen este hinchamiento, las pieles se presentan más blandas y vacías, sin retornar al estado inicial.

2.4. OPERACIONES DE RIBERA

Viene hacer un conjunto de operaciones tanto mecánicas, fisicoquímicas y enzimáticas cuyo objetivo es eliminar componentes no adecuados para la elaboración del cuero y preparar la estructura fibrosa del colágeno para la fase de curtición, en esta etapa se utilizan cantidades grandes de agua de la cual proviene su nombre.

De las capas formadas en la piel, solo uno de ellas es utilizable y transformable en cuero, me refiero a la dermis o corium, el cual debe estar libre de materiales que no se pueden transformar en cuero.

2.4.1. REMOJO

Si la piel utilizada es fresca, no es necesario el remojo sino solamente un lavado para eliminar restos de sangre, estiércol y alguna forma de contaminación superficial de la piel. Sin embargo, cuando existe un proceso de conservación, generalmente se utiliza sal y se agrega un biocida (bactericida) a la piel: es necesario remover ambos.

En el proceso de remojo hay dos aspectos clave:

Minimizar la degradación bacteriológica a la cual se ve expuesta la piel de manera natural, debido a que se encuentra en un caldo de cultivo perfecto. Al agregar agua a las pieles verdes saladas y mantenerlas a una temperatura ambiente o ligeramente alta, se tienen altas posibilidades de que la combinación de materia orgánica y agua con la presencia de bacterias y hongos en forma natural en las pieles genere un crecimiento acelerado, ya que se tiene las condiciones idóneas (temperatura, agua, nutrientes, etc.).

Re-humectar la piel verde salada o seca para que esta recobre su turgencia, flexibilidad, y restaurar el contenido de 65% de agua para poder manipular la piel y asimismo permitir que las sustancias químicas utilizadas ingresen a la piel.

El equipo que se usa para esta operación podría ser: piletas o fosas de remojo, molinetas, bombo o tambor, etc.

Los compuestos químicos utilizados son:

- **Tensoactivos** Estos agentes químicos se usan para mejorar el proceso de rehumectación.
- **Bactericidas** Estas sustancias químicas se utilizan para garantizar que el crecimiento de bacterias en un medio acuoso favorable como lo es la flota del remojo sea controlada y minimizada dentro de lo posible.
- **Productos enzimáticos** Favorecen el remojo atacando las albuminas y globulinas de la piel, se deben usar con mucha precaución y mucho control.
- **Álcalis** Se usan álcalis para alcanzar un pH del orden de 10 y así inhibir el desarrollo bacteriano, entre los cuales podrían ser: hidróxido de sodio (NaOH) y carbonato sódico (Na₂CO₃).

La cantidad de flota en caso de pieles secas es necesaria en cantidades grandes. Puede existir un pre-remojo de 12 a 24 horas y un remojo de 24 horas. Debe tratar de mantenerse la temperatura por debajo

de la temperatura óptima de las bacterias (menores de 28°C y de preferencia menores de 15°C). Esto no siempre es posible, especialmente en climas calurosos.

2.4.2. PELAMBRE – CALERO

Después de la operación de remojo, las pieles suficientemente hidratadas, limpias, con algunas proteínas eliminadas de su estructura, pasan al proceso de pelambre, donde fundamentalmente se pretende, por un lado eliminar del corium, la epidermis junto con pelo o la lana, y por otro aflojar las fibras de colágeno con el fin de prepararlas apropiadamente para los procesos de curtido. En general, la concentración de los productos químicos involucrados así como el tiempo y tipo de proceso serán determinantes del tipo de curtido, y particularmente de la blandura y resistencia físico-mecánica de los artículos finales.

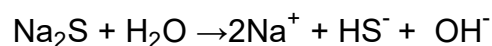
El efecto del pelambre sobre la piel puede dividirse de la siguiente forma:

1. Un efecto sobre el pelo y epidermis.
2. Efecto sobre las proteínas interfibrilares.
3. Efecto sobre las grasas naturales de la piel.
4. Efecto de hinchamiento.

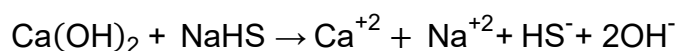
Los productos químicos usados en esta etapa del proceso se clasifican como materiales depilantes e hinchantes.

A. Depilantes:

a. Sulfuro de Sodio: Producto depilante de efecto fuerte que eleva el pH y aumenta el hinchamiento al usarse de 1,5 – 2,5%. (Salas C., 2005)



b. Sulfhidrato de Sodio: Este producto es menos alcalino que el sulfuro de sodio y por ello se utiliza para aumentar las propiedades depilantes del baño sin aumentar el hinchamiento al usarse de 0,5 – 1,5%. No obstante, debe hacerse notar que aumentando la alcalinidad de un licor que contenga cal.



Con el uso de este producto la flor es más fina y lisa.

c. Aminas: Son productos usados donde hoy en día solamente las aminas alifáticas tienen mayor poder depilatorio, en especial la dimetilamina ($\text{NH}(\text{CH}_3)_2$).

El efecto que estas tienen en el proceso de pelambre es que aumentan la apertura en la estructura interfibrilar, mejoran el rendimiento en la superficie del cuero y reducen a la mitad o menos la cantidad de sulfuro empleado.

B. Hinchantes:

a. Hidróxido de Calcio: La cal sola es muy poco soluble en agua y por ello proporciona una reserva de alcalinidad, manteniendo el pH alrededor de 12,5. Usando del 2,5 – 4%.

b. Enzimas: Son sustancias orgánicas producidas por células vivas, que poseen la habilidad de digerir otra sustancia orgánica específica. (Morera Prat, 2000)

Las enzimas son altamente selectivas de tal forma que las que se utiliza en la etapa de pelambre son las proteolíticas o proteasas, pero se usan solamente como auxiliares y en pieles que se encuentran en buen estado.

Entre los factores se tienen:

1. Cantidad de baño.

2. Temperatura.
3. Efecto mecánico.
4. Tiempo.
5. Productos utilizados.
6. pH.

2.4.3. DESLANADO, DESCARNADO Y DIVIDIDO

A. Deslanado o depilado: es la operación que se realiza en pieles ovinas, cuando se han apelmbrado sin acción mecánica y se quiere recuperar la lana lo más limpia posible.

B. Descarnado: es la operación donde se busca eliminar el tejido subcutáneo (carne) y adiposo (grasa) de la piel. La piel se somete por el lado carne a la acción de unas cuchillas afiladas de acero templado, el cuchillo se llama cilindro de cuchillas.

C. Dividido: es una operación que consiste en separar la piel en dos partes: la flor y el serraje.

Este seccionado lo realiza una cuchilla que es una cinta sin fin afilada sujeta por su parte trasera con piezas de acero muy duro y encajado por los lados con guías metálicas.

El dividido se hace o bien en tripa, después de descarnar, o bien después de curtir.

Se hace en tripa cuando prima la calidad y en wet-blue cuando aumenta la productividad.

Las diferencias entre dividir en tripa respecto a dividir en wet-blue son:

1. Menos arruga de cuello porque se rompe la fibra y, al curtir posteriormente se aplanan las arrugas.
2. Mayor aprovechamiento de los botales porque se puede curtir en un botales que en botales separados.

3. Mejor penetración de productos porque hay menos grueso de capa, además la capa final de la carne, que es muy dura se saca.
4. Incremento de área por ausencia de arrugas.
5. Ahorro de productos.

2.4.4. DESENCALADO

El desencalado se realiza para eliminar la cal y productos del interior de la piel provocando deshinchamiento.

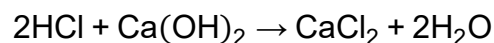
La cal procedente del calero no solo está depositada sobre las fibras y disuelta en los líquidos interfibrilares, si no también combinado por enlaces salino con los lavados previos al desencalado, en cambio para eliminar la cal combinada se necesita de agentes desencalantes para desplazar el calcio combinado con el colágeno. El desencalante debe formar una sal de calcio soluble disolviendo el colagenato cálcico, que es insoluble.

El deshinchamiento se logra por la acción conjunta de la neutralización.

Los productos empleados son:

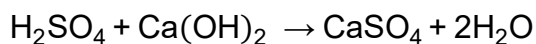
a. Ácido clorhídrico: Comercialmente se presenta al 35% de concentración, es un ácido fuerte que al producir un cambio brusco del pH provoca hinchamiento ácido, con lo cual se hace un desencalamiento superficial.

La reacción es la siguiente:



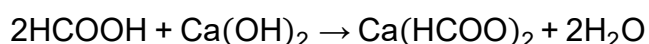
Tiene el inconveniente de que al ser el ion Cl^- no es liotrópico se ataca el colágeno. (Korgi, Alberto; Teel, Pamela;, 2006)

b. Ácido sulfúrico: Comercialmente se presenta al 96%, el efecto es parecido al clorhídrico, la reacción es la siguiente:



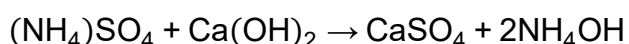
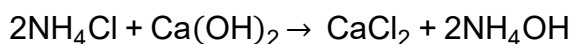
Tiene ventaja sobre el HCl, el ion SO_4^{2-} no es liotrópico y además tiene un fuerte efecto estabilizante sobre el colágeno (pseudo-curtición).

c. Ácido fórmico: Se presenta comercialmente al 85%, es un ácido relativamente debil, la reacción es:



Tiene efecto liotrópico, se usa para obtener tonos uniformes.

d. Sales amónicas: Su efecto se basa en la sustitución de la cal por el amonio, se puede usar tanto cloruro como sulfato. El cloruro es liotrópico y el sulfato no, algunas reacciones son:

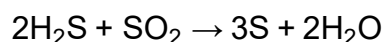


Estas sales no se combinan con la cal disuelta pero si con la cal combinada con el colágeno. (Korgi, Alberto; Teel, Pamela;, 2006)

e. Ácidos orgánicos tamponados: Son los que mejor dan el resultado, son mezclas de ácidos orgánicos parcialmente neutralizados con amonio, el descalcado se efectúa en un medio tamponado.

f. Bisulfito de sodio: No descalcifica totalmente debido a su baja constante de disociación, frena el rendido y desprende SO_2 gaseoso, que es blanqueante.

La reacción es:



2.4.5. RENDIDO O PURGA

El objetivo del rendido es hidrolizar mediante enzimas proteasas a las

proteínas atacadas en el calero, también se produce eliminación de los restos de pelo y grasa que aún quedan en la piel, asimismo se produce una ligera peptidización del colágeno, si no se controla puede vaciar en exceso el cuero.

Los productos utilizados provienen de:

- a. Pancreático:** De procedencia animal, su componente principal es tripsina, el pH óptimo de trabajo es entre 8 – 8,5.
- b. Hongos:** Actividad menor que la tripsina.
- c. Bacterias:** Actividad menor que la tripsina, el pH óptimo de trabajo es entre 6 – 7,2.

Las proteasas de los productos atacan a las albuminas, reticulinas, globulinas, elastinas, etc. Pero no deben atacar al colágeno.

2.5. ETAPA DE CURTIDO

El curtido es un proceso por el cual se estabiliza el colágeno de la piel mediante agentes curtientes minerales o vegetales, transformando en cuero. Los curtidores minerales emplean diferentes tipos de sales de cromo trivalente en varias porciones. Los curtidores vegetales para la producción de suelas emplean extractos comerciales de tanino. Otro agente curtiente son los sintanes comerciales.

Al final de esta etapa se tiene el conocido “wet blue”, que es clasificado según su calidad, grosor del proceso.

Las operaciones anteriores han servido para acondicionar las pieles para el curtido propiamente dicho. Generalmente las industrias de la curtiembre practican el curtido mixto.

2.5.1. PIQUELADO

El piquelado se refiere al tratamiento de la piel en tripa, precedente de las operaciones de desencalado y rendido, con ácido para llevar a la misma al valor de pH deseado ya sea para la curtición o conservación, evitándose el hinchamiento ácido mediante el agregado de una sal neutra

(cloruro de sodio). Al final del proceso de piquelado la piel presenta una estructura fibrosa purificada que se encuentra en las condiciones físicas y químicas para ser curtida.

Durante el piquelado además se completa el desencalado y se interrumpe en forma definitiva el efecto enzimático del rendido. Como fase preparatoria a la curtición mineral el piquelado es de gran importancia, ya que la piel en tripa sin piquelar se introduce en un baño de curtición, el curtiente mineral adquiere una basicidad y en estas condiciones reacciona rápidamente con la proteína produciéndose una sobrecurtición en las capas externas de la piel que altera la difusión del curtiente. Este inconveniente se evita si antes de la curtición mineral la piel combina ácidos saturando los grupos carboxílicos de modo que no pueda restar ácido de los baños curtiente y además la saturación de los grupos activos responsables de la reacción de curtición. En la práctica industrial el piquelado se realiza con diferentes métodos, siendo el más empleado el que utiliza ácido sulfúrico y cloruro de sodio y las diferencias entre los distintos procesos están en el tipo de equipo usado y en el tiempo de piquelado o sea si el proceso es llevado al equilibrio o en condiciones de no equilibrio.

Actualmente hay una tendencia a trabajar con piquelados dinámicos (de no equilibrio), en general luego de 1 a 2 horas de comenzarse el piquelado se incorpora el material curtiente, de modo que la solución del piquelado penetra a través del espesor de la piel antes que la solución curtiente. En este proceso se ha comenzado a utilizar sistemas tamponantes (ácidos orgánicos o sus sales) para asegurar una mayor uniformidad en los resultados. El proceso general de piquelado consiste en agregar las pieles purgadas (al fulón o batea) adicionar el agua y la cantidad de sal neutra, después de un período corto se agrega la cantidad de ácido requerido y el piquelado se continúa hasta la curtición. La química del piquelado trata principalmente con la reacción entre las fibras colagénicas y el ácido, de modo que a continuación se describirá la interacción.

2.5.1.1. QUÍMICA DEL PROCESO DE PIQUELADO

El colágeno contiene grupos activos cargados negativa o positivamente, los cuales derivan de los aminoácidos diamínicos y dicarboxílicos de la proteína. El colágeno es una estructura iónica anfótera que puede comportarse según sea el pH de la solución, con carga positiva o negativa, Cuando el pH coincide con el valor del pH del punto isoeléctrico éstas están balanceadas electrostáticamente y la carga neta de la proteína es cero. Este balance puede ser alterado por algún mecanismo el cual pueda suprimir la carga positiva o la negativa. La interacción del colágeno con soluciones de ácidos altera el equilibrio de cargas, modificándose la reactividad de la proteína. Los iones H^+ se unen a las cargas de los grupos $-COO^-$ (carboxilo), los cuales son descargados y pasan a la forma de $-COOH$ (carboxilo). Al descargarse completamente los grupos negativos, los positivos quedan libres para reaccionar. La acidificación de la piel en tripa en el piquelado no se debe a un simple fenómeno de absorción, sino a una reacción química en la que el colágeno se comporta frente a los ácidos como una base que se combina con estos. La cantidad de ácido incorporado a la piel depende principalmente del pH del baño, cuanto más bajo el pH tanto más ácido se combina, hasta llegar al grado de saturación de los grupos básicos, lo que tiene lugar cuando ha reaccionado un miliequivalente de ácido por gramo de proteína.

Cuando se ha alcanzado el punto de saturación de la piel todo exceso del ácido queda remanente en el baño del piquelado. La distribución del ácido en el corte transversal de la piel se modifica con el tiempo: al comenzar el piquelado las capas externas son más ácidas; pero luego la acidez se distribuye en todo el corte. Dependiendo la penetración del ácido de su naturaleza y concentración.

a.- Acción de la sal: La misión de la sal neutra en el baño de piquelado es impedir el hinchamiento ácido del colágeno. Este efecto puede ser explicado por medio del equilibrio. Las reacciones entre proteínas

insolubles y ácidos en solución acuosa, existen las condiciones para poder aplicar el equilibrio, como por ejemplo en el colágeno, en la estructura fibrosa hay presentes iones que no difunden (los grupos proteína $-NH_3$) y otros que si lo hacen (iones del ácido) La presencia de los iones que no pueden difundir conduce a una distribución desigual de aquellos que difunde, entre la fase interna (líquido contenido en la estructura fibrosa) y la fase externa. Resultando una mayor concentración iónica en la primera. El sistema tiende a igualar la concentración de los iones en ambas fases, lo que origina un flujo de agua hacia la estructura colagénica, produciéndose un hinchamiento de la misma. Al agregar, por ejemplo cloruro de sodio, los iones incorporados con la sal reduce la diferencia de concentración entre las dos fases, disminuyendo en consecuencia el hinchamiento. Es importante no provocar hinchamientos excesivos como así también cambios bruscos en el valor de pH, lo que produce hinchamientos diferenciales que afectan la estructura fibrosa.

b.- Ácidos hinchantes: Es un aspecto interesante de la química del piquelado son los sistemas donde se emplean ácidos cuyos aniones se fijan parcial o totalmente a la proteína.

En la combinación de un ácido fuerte con el colágeno, el anión no posee una marcada afinidad por la proteína cargada positivamente: los aniones del ácido están compensados electrostáticamente con los grupos positivos del colágeno. Ciertos ácidos sulfónicos aromáticos presentan afinidad por la sustancia piel fijándose irreversiblemente esta condición evita un hinchamiento ácido de la estructura, no siendo necesario el empleo de sal común en el piquelado. A estos ácidos se les conoce como “ácidos no hinchantes”, comportamiento que depende de la constitución del ácido y de su concentración.

2.5.2. DESENGRASE

El objetivo del desengrase es la eliminación, en lo posible la grasa natural

de la piel para minimizar los problemas que su presencia presenta durante el proceso de fabricación, así como evitar la deficiente calidad que se obtiene en el cuero terminado.

El contenido de grasa en exceso provoca los siguientes inconvenientes:

- Dificultad de penetración y reacción de los productos con la fibra de la piel.
- Aparición de manchas oscuras de grasa, debido a la menor reflexión de la luz en las zonas húmedas por grasa.
- Irregularidades en el brillo y aspecto de la piel acabada, por mateado debido a las ceras y grasas naturales de la piel.
- Tacto graso superficial.
- Enranciamiento.

Los productos utilizados para el desengrase son:

1. Los tensoactivos: Los tensoactivos tienen una parte de la molécula soluble en agua y la otra parte insoluble en agua y soluble en grasa. La relación de estas dos partes se usa especialmente en los tensoactivos no iónicos. Esta relación se expresa por medio de HLB (Hydrophilic Lipophilic Balance) que va de 1 a 60.

En el desengrase se usan tensoactivos con HLB bajos, que son buenos emulsionantes, aunque en los lavados posteriores tensoactivos con HLB medios (detergentes) también son útiles.

2. Disolventes: Para desengrasar se usan disolventes poco polares, ya que solubilizan la grasa de la piel.

Se puede emplear también naftas, querosene, etc. También se puede utilizar percloroetileno en casos especiales, también a veces se mezclan tensoactivos con disolventes.

Otra posibilidad es mezclar pequeñas cantidades de disolventes miscibles en agua para mejorar la estabilidad de la emulsión.

3. Enzimas: Las enzimas lipolíticas actúan degradando la grasa de la piel. Generalmente el pH óptimo de actuación está alrededor de 7,5 –

8,5, son caros y generalmente se emplean al mismo tiempo que otros productos desengrasantes. Ecológicamente son muy convenientes.

2.5.3. CURTICIÓN – BASIFICADO

El objetivo principal del curtidor es evitar que las proteínas de la estructura fibrosa del cuero (piel) tengan como una de sus características ser estable a diferentes cambios de sistema.

A. Curtición al cromo

Dentro de la curtición mineral, es decir aquella realizada con productos inorgánicos, la más empleada es la que utiliza las sales de cromo como material curtiente. La introducción de la curtición al cromo como procedimiento de trabajo en la industria se realizó en América en el año 1933; la piel se trataba con solución de bicromato acidificado y luego con solución de tiosulfato, obteniéndose un cuero al cromo aceptable e inaugurándose así el camino para el procedimiento de curtición a dos baños. Actualmente la curtición al cromo se realiza con un procedimiento que emplea sales básicas de cromo en un solo baño. Este proceso está basado en la reacción entre la piel y una sal de cromo trivalente, usualmente sulfato básico de cromo. En el proceso de un solo baño, cuando se agrega el agente curtiente las pieles están en un estado de piquelado a un pH de 3,5 o menor. A estos valores de pH la afinidad de la sal curtiente por la proteína es baja teniendo lugar una penetración del cromo en la piel. Luego de la penetración del material curtiente se aumenta el pH provocándose cambios en la sal de cromo y en la proteína de la piel que favorecen la reacción entre ellos. Al término de la reacción se dice que el cuero está curtido al cromo, y en estas condiciones ya tiene estabilidad hidrotérmica. Los aspectos físico-químicos del proceso de curtición y los posibles mecanismos de reacción son complicados. En ellos intervienen varias reacciones simultáneas y competitivas, y es a través de un adecuado balance de éstas, lo cual se logra controlando

condiciones como temperatura, pH y curtientes empelados, que la curtición puede conducirse adecuadamente. Para una mejor comprensión del mecanismo o mecanismo que interpretan la reacción entre la proteína de la piel y el agente curtiente, como así también de las distintas variables que gobiernan el proceso de curtición, es importante tener presente algunos conocimientos básicos de la química de las sales de cromo.

B. Química de las sales de cromo

Entre las sales minerales empleadas (sales de: cromo, hierro, aluminio, zirconio) las de cromo son las más importantes. El átomo de cromo en las sales curtientes tiene un estado de oxidación de Cr(III). Los compuestos de cromo hexavalentes más importantes son los cromatos y dicromatos alcalinos, pero el Cr(VI) carece de poder curtiente y para que puedan ser útiles es necesario introducirlos a sales de cromo trivalente, bien sea antes de la curtición (procedimiento a dos baños). Las sales curtientes de cromo son solubles en ácidos fuertes y precipitan como hidróxidos de cromo y valores de pH ligeramente superiores a 4. Estas sales reaccionan con compuestos orgánicos para formar sales coloreadas solubles a valores de pH mayores.

C. Basificado

Consiste en elevar el pH de la solución curtiente empleando sustancias como bicarbonato, álcalis, etc.

Cuando el pH aumenta durante la curtición, un mayor número de iones OH^- (hidroxilo) penetra en el complejo y la reactividad de la proteína se incrementa apreciablemente y tiene la reacción de curtición. La fijación del cromo por el colágeno aumenta con el pH y, por lo tanto, con la basicidad del licor. Además el aumento del pH modifica la condición electro-química del colágeno cargando o descargando sus grupos para fijar el cromo.

Aumentando la basicidad aumenta el tamaño de las combinaciones de

romo ya que tiene lugar una asociación de dos o más átomos de cromo a través del proceso de olación, con lo que aumenta la astringencia o capacidad de combinación de la sal curtiente.

Por lo tanto el efecto curtiente crece aumentando la basicidad mientras disminuye su poder de penetración en la piel. Por este motivo, la curtición al cromo se comienza con los licores débilmente básicos y poco astringentes. El piquelado influye en este sentido durante la curtición, evitando una reacción rápida en las capas exteriores y acelerando la difusión en el interior de la piel.

Al término de la basificación, la basicidad del complejo es alta y los iones SO_4^{2-} (sulfato) de la sal básica de cromo son parcialmente desplazados del complejo al igual que otros iones enmascarados presentes a medida que la proteína aumenta su afinidad por los complejos de cromo. El pH al final de la basificación debe estar dentro del rango: 3,5 – 4,0.

2.6. ETAPA DE RECURTIDO

Es una serie de procesos realizados por medio de la aplicación de distintos agentes químicos capaces de modificar ciertas características del cuero curtido. El alcance de esa modificación dependerá de los agentes químicos utilizados, del grado de curtido del sustrato sobre el cual se aplican (un cuero con una fuerte curtición cromo tiene características físico – químicas muy marcadas, que una recurtición, aún muy intensa, no logra modificar en forma sensible, lo mismo, un cuero curtido vegetal, en el cual se incorpora hasta un 20 – 25% de taninos, tiene determinadas características muy difícil de alterar) y de la oferta de recurtientes aplicados (a partir de un cuero azul, recurtiendo fuertemente con extractos vegetales, se obtienen artículos con aspectos y ciertas propiedades muy similares a los que se pueden lograr a partir de un curtido vegetal).

2.6.1. ESCURRIDO Y REBAJADO

Después de curtir es conveniente dejar en reposo el cuero para permitir que el curtiente se fije mejor en él. Durante este proceso, en las pieles curtidas al cromo libera ácido sulfúrico que queda en el cuero.

Después del reposo, la piel se escurre para facilitar las operaciones posteriores que pueden ser, o bien el rebajado, o bien el dividido en azul.

A. Escurrido

El cuero curtido al cromo, después del reposo, contiene aproximadamente entre 70 – 75% de agua y, si se intentase rebajar, resbalaría mucho. Es necesario reducir la humedad al 50 – 55% aproximadamente.

Para ello se pueden emplear algunas máquinas en mención:

- Prensa.
- Máquina de escurrir discontinuas.
- Máquina de escurrir continuas.
- Centrifuga.

B. Rebajado

El rebajado es una operación para igualar el espesor de la piel, se efectúa en la curtiembre después de la curtición, escurrido, eventual división y clasificado.

Para conseguir un cuero uniforme y de espesor exacto, es necesario utilizar una máquina de cilindros llamada máquina de rebajar. La piel curtida, sacada de los fulones de curtición, antes de poder rebajarla se debe llevar a una humedad relativa de 50%.

C. Neutralizado

La neutralización consiste en eliminar del cuero las sales neutras, las sales de cromo sin fijar, parte de su acidez y modificar su carga. Esto evita posibles problemas de corrosión con metales, de la irritación en la

piel del consumidor, eflorescencias salinas, tactos duros, irregularidades de tintura, etc. Y favorece la penetración de los productos aniónicos empleados en la curtición, tintura y engrase.

D. Productos Presentes en un cuero curtido al cromo

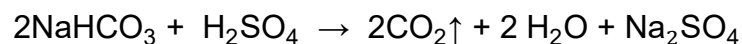
Principalmente contiene sales de cromo fijadas y sin fijar, sales neutras como cloruro de sodio, sulfato de sodio y ácido sulfúrico.

E. Productos solo neutralizantes

El más empleado es el bicarbonato de sodio. Si se desea una piel más esponjosa, es conveniente usar bicarbonato amónico. También se puede usar el carbonato sódico o el bórax, aunque al ser más alcalino hay más peligro de crisar la piel.

Estos productos neutralizan superficialmente ya que son de difícil penetración, con lo cual el centro de la piel puede quedar más ácido y dificultar la penetración de la grasa y dar artículos armados.

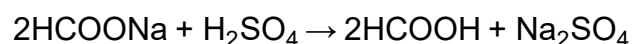
La reacción del bicarbonato es:



F. Productos neutralizantes y enmascarantes

A este grupo pertenecen el formiato de sodio y cálcico, el acetato de sodio, el sulfito de sodio, los polifosfatos, las sales de los ácidos sulfoftálicos, láctico, oxálico y adípico. Pueden coordinarse con el complejo de cromo y enmascararlos.

Con formiato de sodio se produce la reacción:



El fórmico liberado se elimina en parte en el secado.

El formiato penetra muy bien.

El formiato se usa a menudo con el bicarbonato y según las proporciones

se puede regular la penetración y la acidez.

G. Productos neutralizantes y recurtientes

Básicamente los sintanes auxiliares o de sustitución que o bien presentan hidrolisis alcalinas o se mezclan con productos alcalinos. El anión se une al colágeno modificando la carga.

H. Acción del neutralizado

El neutralizado elimina la sal de cromo no fijada. Esta podría precipitar en flor y carne, con lo que el cuero se endurecería. Además, pueden producirse problemas de igualación en tintura por distribución irregular del cromo.

También elimina parte del ácido sulfúrico que continua en el cuero desde el piquel o que se ha formado en la curtición, transformándolo en una sal o sustituyéndolo por un ácido más débil. Por una parte, esto evita el ataque del ácido residual sobre las fibras y por otra disminuye el carácter catiónico de la piel y facilita la penetración de los productos aniónicos usados en la curtición, tintura y engrase.

Según el artículo deseado se regula la penetración del neutralizado y la acidez del baño.

I. Factores que influyen en el neutralizado

Se debe tener en cuenta:

- a. Tipo y cantidad de sal de cromo usada en la curtición.
- b. Tipo y cantidad de agente neutralizante.
- c. Espesor del cuero y tiempo de neutralizado.
- d. Temperatura.
- e. Cantidad de baño.

J. Recurtido con sales de cromo

El curtido con sales metálicas básicas es de especial importancia en la producción de cueros gamuzados y de cueros para vestimenta, en general de cueros muy blandos (napas). Este recurtido a más de los efectos sobre la estructura busca mejorar la distribución de las cargas iónicas superficiales del cuero y como consecuencia su comportamiento frente a los colorantes. Se utilizan sales de cromo más básicas que las del curtido primario y con un mayor grado de enmascaramiento a fin de regular el mecanismo de difusión y fijación del curtiente. Esta circunstancia se tiene ya en cuenta en la neutralización previa, mediante el uso de sales de ácido orgánico de gran poder de complejamiento al átomo de cromo. Con este propósito a más de los formiatos de uso tan difundido, se emplean también ftalatos, sulfoftalatos, adipatos, que tienen complementariamente un marcado efecto rellenante. Las condiciones de trabajo deben ser reguladas de tal manera que esta acción enmascarante no tenga un efecto negativo, en primer lugar sobre la fijación del gromo, y en segundo término sobre las propiedades del material resultante, debilitamiento de la resistencia mecánica y exagerada disminución del punto isoeléctrico del cuero. El recurtido con sales de cromo presenta evidente ventajas en cuanto a la flexibilidad, plasticidad, lisura y elasticidad de flor, y aptitud frente al teñido. Sin embargo, manifiesta tendencia a brindar cueros con flor suelta y mal comportamiento al esmerilado. Dentro del grupo de curtientes minerales que tienen aplicación en el recurtido podemos mencionar también las sales básicas de aluminio, su cualidad distintiva es exaltar la afinidad del cuero frente a los colorantes ácidos, flor compacta y grano fino. Las sales básicas de zirconio utilizadas en el recurtido de cueros al gromo tienen aplicación en la producción de cueros de colores muy claros y de flor compacta y firme. Puede, sin embargo, tener un efecto desfavorable sobre la elasticidad de flor.

K. Recurtido con compuestos orgánicos

Es variada la gama de compuestos de naturaleza orgánica que tiene aplicación en el recurtido de los cueros al cromo pero todos tienen en común el hecho de reaccionar con un carácter aniónico frente al complejo cromo – colágeno. Este efecto influye, sobre el punto isoeléctrico del cuero. Según que esta acción recurtiente sea más o menos intensa, ella provocará, y esto también depende del agente empleado, un desplazamiento más o menos pronunciado del punto isoeléctrico hacia el lado ácido. El efecto también se manifestará hacia el interior del cuero, afectando de manera la afinidad del sustrato frente a los agentes nutrientes y los colorantes.

2.6.2. TEÑIDO Y ENGRASE

Colorear los cueros con agentes tintoriales adecuados a fin de lograr colores firmes que resistan las condiciones normales del uso.

A. Colorante

Un colorante es una sustancia química capaz de transferir color en forma permanente a una fibra a la cual se liga químicamente. Los colorantes contienen en su molécula tres grupos principales:

- El grupo “cromóforo” (portador de color) que absorbe una parte de la radiación visible, determinando el color.
- El grupo “auxocromo” (auxiliar del color) que permite ligar la molécula de colorante al soporte o sustrato.
- Un grupo solubilizante que permite mantener en solución el colorante en el solvente (agua o solvente orgánicos) en que se hace la tintura (en tintura en face acuoso son grupos iónicos). (Bayer, 1988)

La mayoría de los colorantes en uso en la industria del cuero son los llamados “colorantes ácidos”. Son colorantes azoicos, usualmente el grupo azo está ligado a dos moléculas aromáticas que contienen grupos

auxocromos que se ligan al cuero y grupo iónicos (en general sulfónicos) solubilizantes. (Badische & Soda, 1998)

Como ya se mencionó anteriormente, el teñido se ve afectado por un gran número de variables, a saber:

- a. El sustrato a teñir (tipo de curtido y recurtido).
- b. La carga superficial.
- c. La acidez.
- d. Tipo de recurtido.
- e. Volumen de baño.
- f. Temperatura.
- g. Efecto mecánico.
- h. Tipo y cambio de colorante.
- i. Neutralizado.
- j. Engrase.
- k. Dureza del agua.

B. Engrase

El proceso de engrase o nutrición consiste en incorporar entre las fibras un material que actué como lubricante de las mismas con el objetivo de:

- a. Mejorar determinadas propiedades mecánicas de la fibra (resistencia a la tracción y al desgarro, elasticidad).
- b. Obtener el tacto y blandura deseada para la aplicación particular del artículo obtenido.

C. Clasificación de los nutrientes

Los nutrientes se pueden clasificar de acuerdo a dos criterios:

1. De acuerdo a las materias primas que los componen:
 - Naturales, obtenidas a partir de materias primas vegetales o animales.
 - Sintéticos, obtenidos por síntesis a partir de distintas materias primas.
 - Polímeros engrasantes.

2. De acuerdo a la carga iónica del resto orgánico. Las materias primas según su origen son normalmente no iónicas e insolubles en agua. Para poderlos aplicar en vía húmeda es necesario hacerlos solubles agregando al resto orgánico, un grupo polar que permita emulsionarlos con el agua. Quedan exceptuados los llamados “aceites crudos” que no son solubles y se emulsionan juntos con los modificadores en las mezclas nutrientes. Por lo tanto clasificar los nutrientes en:
 3. Aniónicos
 4. Catiónicos
 5. No iónicos o crudos.

D. Productos utilizados

Los diferentes productos grasos utilizados se pueden dividir en:

a. Aceites minerales

Son hidrocarburos derivados del petróleo, de elevado punto de ebullición y de largas cadenas hidrocarbonadas (aprox. 10 c). Son compuestos inertes, que las fibras del cuero absorben poco y siempre se utilizan en combinación con otros compuestos. Los principales son las vaselinas, las ceras y las parafinas.

b. Aceites animales y vegetales

Son ésteres de la glicerina con ácidos grasos alifáticos, de los cuales el esteárico, oleico y palmítico son los más frecuentes. Las propiedades físicas de los aceites y grasas, sobre todo el intervalo de fusión solidificación, dependen principalmente de los ácidos grasos que contienen. Los aceites como los de pescado que contienen proporciones importantes de ácidos grasos con dos o más dobles enlaces, se oxidan al exponerse al aire.

Entre los aceites animales para el uso en curtiduría están los de mamíferos (pata de buey, ballena, etc.) y los de pescado. Entre los vegetales encontramos de ricino, oliva, etc.

c. Aceites emulsionables

Generalmente son ácidos grasos, aceites o grasas que por su sulfonación, sulfitación o sulfatación se hacen emulsionables en agua.

Aceites Sulfatados: $R - O - SO_3Na$

Aceites Sulfonados: $R - SO_3Na$

Aceites Sulfitados: $R1 - CH - SO_3Na$

Este tipo de agente engrasante en combinación con aceites naturales (animales, vegetales) son los más utilizados en el engrase de cueros. Su estabilidad en medio ácido varia ya sea por su distinto origen y el grado de la sulfonación, sulfatación o sulfitación principalmente. Hecho este, que tiene mucha importancia en relación del neutralizado del cuero en vista de la penetración del engrase al interior del cuero. Todos estos productos tienen carácter aniónico, pero hay otros agentes engrasantes solubles que son catiónicos, y que en general son derivados de aminas cuaternaria son de sulfonio y fosfonio. En este caso es el catión el producto engrasante.

2.7. ETAPA DE ACONDICIONADO

Esta es una operación que ejerce gran influencia sobre la calidad del cuero final, pero que no siempre se le asigna su real importancia.

A. Secado

El agua contenida en los cueros después de los procesos de post-curtición, está distribuida de la siguiente manera:

- a. Agua retenida en los espacios interfibrilares y agua superficial

(aproximadamente un 20 a 25%).

- b. Agua absorbida en los capilares.
- c. Agua combinada o de hidratación.

El contenido de agua total en el cuero puede estar en un 70 – 75%. El agua retenida en los espacios interfibrilares se elimina mecánicamente durante el reposo que hacen los cueros, previo al secado y eventualmente con un escurrido. Esta agua, al no estar ligada al cuero por ninguna fuerza, es la más fácil de eliminar y a muy bajo costo.

B. Sistemas de secado

Estos sistemas de secado se usan de acuerdo al producto final con características deseadas, entre estos tenemos:

- a. Cadena aérea
- b. Túnel
- c. Toggling
- d. Placas
- e. Vacío

Cada uno de estos sistemas de secado proporciona al cuero una característica diferente con mecanismo diferente, con la finalidad de maximizar la producción.

C. Acondicionado

Después del secado los cueros quedan con un tacto duro, armado y con un contenido de humedad cercano al 10%, El trabajo que se realiza para llevarlos a las características del artículo final lo que se llama acondicionado. Para realizar la operación de ablandado, el abatanado u otras, es necesario que el cuero contenga una humedad homogénea en todo el espesor del cuero. El acondicionamiento de los cueros tiene por finalidad rehumedecer uniformemente las superficies y regiones del cuero con un determinado grado de humedad, siendo una operación de gran

importancia porque influye en la ejecución eficiente de las operaciones siguientes.

Con el acondicionamiento la humedad se eleva según el artículo desde un 16% hasta un 30%. El tiempo necesario para que los cueros adquieran estos valores varía de 6, 8, 12 hasta 24 horas.

D. Métodos de acondicionado

Entre estos métodos más usuales tenemos:

- a. Aserrín húmedo
- b. Pulverización con agua
- c. Cámara húmeda

E. Ablandado

El ablandado es una operación que consiste en romper mecánicamente la adhesión entre las fibras, confiriéndole al cuero flexibilidad y blandura, la finalidad consiste en:

- a. Descompactar las fibras compactas durante el secado, esto es hacer que las fibras que sufrieron retracción vuelvan a sus posiciones originales, a través de un traccionamiento mecánico.
- b. Promover una acción lubricante de los aceites de engrase instalados en la estructura fibrosa.

F. Métodos de ablandado

Entre ellos tenemos:

- a. Rueda de ablandar
- b. Palizonadora de brazo
- c. Máquina de ablandar (mollisa)
- d. Fulón de batanar

G. Otras operaciones al acabado

Finalizada la operación del ablandado es conveniente realizar otras operaciones importantes antes de empezar el proceso de pintado del cuero, entre ellas tenemos:

- a. Secado en toggling
- b. Recorte de partes inservibles
- c. Clasificación de cueros según las fallas naturales y provenientes del proceso de elaboración
- d. Esmerilado o desflorado del cuero según el tipo de acabado
- e. Desempolvado del cuero para retirar polvillos impregnados durante el esmerilado.

2.8. ACABADO DE CUERO

El acabado de la piel consiste en la aplicación sobre la superficie del cuero de una mezcla de sustancias de naturaleza química variada, que mediante su secado, forman una película más o menos sutil, más o menos transparente, más elástica o más dura según el artículo que se desea.

Cuando se quiere realizar un acabado se deben tener en cuenta varios factores:

- a. De que cuero se parte.
- b. El tipo de artículo que se quiere obtener.
- c. El aspecto que debe tener el cuero.
- d. Las características técnicas que la normativa exige para cada artículo.
- e. Conocer bien los productos que intervienen en un acabado para conseguir las características deseadas para cada artículo.
- f. Conocer bien la maquinaria disponible para realizar las operaciones de acabado.
- g. Conocer los sistemas operativos, así como los distintos tipos de acabado y sus características.

CAPÍTULO III PROCESO PRODUCTIVO EN LA CURTIEMBRE “SAN PEDRO S.R.LTDA”

3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

A. PREPARACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

La piel procesada proviene de diferentes camales, una vez recogida y seleccionada es trasladada a la empresa. En la empresa, la piel fresca seleccionada es preparada para su posterior operación. En esta etapa a las pieles se le recortan, dándole la forma requerida tal como se muestra en la figura 3.1.

Una vez lista la piel se le pesa y se le pone al botal para su primer remojo y limpieza.



Figura 3.1 Preparación de la piel

B. OPERACIONES DE RIBERA

Lo que se pretende conseguir es la mayor limpieza y acondicionamiento químico de la piel para una mayor absorción de los productos nutrientes y recurtientes:

3.1.1. Pre-remojo y remojo principal

En el pre-remojo se logra lavar la piel tres veces por 10 minutos cada uno, el objetivo es remover la sangre fresca y otras suciedades e impurezas que podemos observar en la figura 3.2.

En el remojo principal la operación dura 6 horas, en esta etapa el pH de la piel asciende, esta humectado completamente para el ingreso de los productos, el agua del botal está a 1°βé (grado Baumé), y con bactericida para su conservación.

A. PRE-REMOJO

CONDICIONES DE OPERACIÓN: En porcentaje en peso

- Cantidades de pieles (mantas) : 100

- Volumen de baño (%) : 200
- Tensoactivos (%) : 0,1
- Bactericida (%) : 0,1
- Sal (%) : 2
- Velocidad de Rotación (r.p.m) : 3
- Grados Baumé : 1

Después de rotar por 30 minutos, lavar tres veces cada 10 minutos.

Escala hidrométrica Baumé: escala de calibración para líquidos que es reducible a gravedad específica mediante la fórmula:

$$GE = \frac{145}{(145 - \beta e)} > \text{Pesados que el agua.}$$

$$GE = \frac{145}{(145 - \beta e)} < \text{Pesados que el agua.}$$

La gravedad específica (GE) para líquidos densos es:

$$GE = \frac{145}{(145 - \beta e)}$$

$$GE = \frac{145}{(145 - 1)}$$

$$GE = 1,0069444 \text{ (Solución del remojo principal)}$$



Figura 3.2: Pre-remojo de la piel

B. REMOJO PRINCIPAL

CONDICIONES DE OPERACIÓN: En porcentaje en peso

- Volumen de Agua (%) : 200
- Tensoactivo (%) : 0,4
- Bactericida (%) : 0,15
- Soda Caustica (%) : 0,2
- Velocidad de rotación (r.p.m) : 3

Esta etapa gira por 6 horas, hasta que la piel esté completamente humectado, el pH final es de 9,5. Una vez terminado esta operación se vierte un poco de agua para empezar el siguiente proceso. Tal como se observa en la figura 3.3.



Figura 3.3: Remojo Principal de la piel

3.1.2. Pelambre y encalado

Tiene la finalidad de remover los pelos enteros del corium, mediante la inmunización por medio de la cal. Eliminar la parte superficial de la piel (epidermis). (Gavilanes Tutiven, 2011)

CONDICIONES DE OPERACIÓN: En porcentaje en peso

- Cantidad de pieles (unidades) : 100
- Volumen de baño (%) : 100
- 1° Cal ((CaOH)₂) (%) : 1,5
- Sulfuro de sodio (%) : 0,5
- Sulfuro de sodio (%) : 0,5
- 2° Cal ((CaOH)₂) (%) : 2
- Enzima comercial (%) : 0,09

Una vez terminado el remojo principal, se retira un poco de agua del total para trabajar el pelambre tal como se muestra en la figura 3.5. Primeramente se agrega cal para inmunizar el pelo, luego sulfuro de sodio en dos partes para actuar sobre la raíz, después de un tiempo se pone en funcionamiento la máquina de filtrado de pelos (demora aproximadamente 40 minutos). Finalizado el filtrado se agrega cal y agua hasta cubrir y finalmente una enzima comercial, hasta el día siguiente, para luego llevarlo a descarnar, en la figura 3.4 se muestra la preparación de la cal adecuada para remover el pelo.



Figura 3.4: Remoción de Pelo



Figura 3.5: Pelambre y Encalado

3.1.3. Descarnado

Las pieles ya descargadas y cortadas del medio son llevadas a la máquina de descarnar, que esta provista de dos rodillos, uno de jebe duro y el otro que gira en sentido contrario con cuchillas de acero afiladas.

Esta operación se realiza con el fin de eliminar la carne de la piel y usar el corium para la fabricación del cuero. En la figura 3.6 se muestra las pieles ya descargadas y listas para llevar a la máquina de descarnar.



Figura 3.6: Descarnado

3.1.4. Desencalado

El desencalado se hace con el fin de eliminar la cal incorporada en el proceso anterior y reducir la alcalinidad de la piel a un pH óptimo de operación (7,5 – 8,0) y producir el deshinchamiento de la piel y además favorecer la acción de las enzimas en la operación de purga. Al reducir la alcalinidad, también baja la turgencia.

Una parte de la cal está formada de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ libre, mientras que la otra parte se encuentra combinada en forma de una sal cálcica del colágeno.

CONDICIONES DE OPERACIÓN: En porcentaje en peso

- Cantidad de pieles (unidades) = 100
- Volumen de baño (%) = 200
- Tensoactivo (%) = 0,4
- Sulfato de Amonio (%) = 2,7
- Velocidad de Rotación (r.p.m.) = 5
- Rotación (min.) = 150
- pH = 8

Luego de esta operación y por acción de la fenolftaleína la piel debe dar un color incoloro, lo que indica que la piel está en un nivel de pH óptimo como para que actúe el producto enzimático. En la figura 3.7 podemos observar el proceso de desencalado.



Figura 3.7: Desencalado

3.1.5. Purga o Rendido

Tiene la función de aflojamiento de la estructura colagénica y limpieza de la piel de restos de epidermis, pelos, grasa, productos de degradación proteínica, etc.

CONDICIONES DE OPERACIÓN: En porcentaje en peso

- Volumen de Baño (%) = 80
- Macerante 100 (%) = 0,2
- Tensoactivo (%) = 0,2
- Temperatura(°C) = 25
- Rotación (min.) = 45

Luego de esto se procede hacer la prueba del aire, y después se lavan las pieles por 20 minutos. Luego del tiempo cumplido se realiza la purga donde podemos ver en la figura 3.8.



Figura 3.8: Purga o Rendido

3.1.6. Piquelado

Para llegar a un pH óptimo en el proceso de curtido sin producir el hinchamiento de las pieles se agrega una sal neutra. Se ve en la figura 3.9 para verificación del piquelado.

Su función principal es hacer un puente entre la operación del rendido (pH: 8) y la curtición mineral (pH <3,5)

CONDICIONES DE OPERACIÓN: En porcentaje en peso

- Volumen de baño (%) = 60
- Sal (%) = 7
- Ácido fórmico (%) = 2,4
- Velocidad de Rotación (r.p.m.) = 5
- Densidad de baño (°bé) = 6,5 – 7,0
- pH = 3



Figura 3.9: Pickelado

3.1.7. Curtición

Luego del piquelado, se somete a la curtición, para ello se adicionan los siguientes productos.

- Sal de cromo (%) = 6,5
- Taurol (%) = 0,5
- Bactericida (%) = 0,12
- Trupotán mon (%) = 0,4
- Velocidad de rotación (r.p.m.) = 8
- Tiempo de rotación (h) = 13
- pH = 3,8

En esta etapa primeramente el cromo penetra, luego a medida que el pH asciende se va fijando con el colágeno. Una vez terminado la operación se realiza la prueba de hervido para saber la eficiencia del curtido. Se muestra en la figura 3.10 el botal donde se realizó el curtido de piel.



Figura 3.10: Curtido de piel

3.1.8. Descarga y escurrido

Al terminar el proceso de curtido, los cueros se descargan del botal al piso y se procede a apilarlos uno sobre otro en parihuelas, donde se deja escurrir el líquido. En la figura 3.11 se puede ver la descarga de la carnaza.



Figura 3.11: Descarga y escurrido

3.1.9. Exprimido

Luego de reposar por un tiempo determinado, se procede a exprimir mediante una máquina que tiene un sistema de dos rodillos forrados con lona, que giran en sentido contrario accionando por un pedal. Terminado de exprimir se deja en reposo mínimo 24 horas para que el cuero regrese a su estado normal, para luego dividirlo. Se observa en la figura 3.12 la máquina para escurrir la carnaza.



Figura 3.12: Ecurrido

3.1.10. Dividido

Esta operación consiste en dividir el cuero según el pedido de espesor del cliente. De esta operación el cuero sale en dos partes, uno de lado flor y el otro del lado carnaza. Se observa en la figura 3.13 la máquina que corta el cuero en mitad.



FIGURA 3.13: Dividido

3.1.11. Rebajadora

Una vez dividido, se lleva a la máquina de raspar, para darle el espesor adecuado. El “aserrín “del cuero rebajado es almacenado para luego ser vendido y usado en fabricación de materiales de tipo melamina. En la figura 3.15 se muestra el área de rebajado del cuero.



FIGURA 3.14: Rebajadora

3.1.12. Selección y clasificación

Los cueros ya rebajados, se proceden a seleccionar de acuerdo a como ha quedado la parte lisa, que se debe procurar lo más impecable posible sin manchas, rayados, etc. Se clasifican en calidad A que es de primera y B de segunda, luego se cargan a los diferentes botes de acuerdo a los colores que se pide.

3.1.13. Pre – recurtido

Esta operación se hace de acuerdo al tipo de cuero requerido, aquí tiene que ver mucho la experiencia del curtidor. El precurtido se hace con la finalidad de asegurarse el contenido de cromo en WET-BLUE.

HUMECTACIÓN:

Agua 150%

Tensoactivo 0,10%

Ácido fórmico 0,20%

Esta operación es para humectar e igualar la carga del cuero.

RECURTIDO CATIONICO

Agua 100%

Anilina de color 1%

Cromo 1,80%

Trupotan EH 2%

Trupotan NL 2%

Fórmico de sodio 2%

Esta operación incluye la neutralización del cuero.

3.1.14. Recurtido

Esta operación se realiza para darle ciertas propiedades finales al cuero, tales como plenitud, etc. Por lo cual se usan recurtientes de diferentes tipos como son rellenantes, acrílicos, sintéticos y vegetales.

El recurtido se hace de la siguiente manera:

- Agua 100%
- Leucotan 4,00%
- Quimancel R7 4,00%
- Trupotan GSX 3,00%
- Taurol RC 3,00%
- Setac CH 2%
- Trupotan TD 1,00%
- Anilina de color 1%
- Ácido fórmico 0,70%

Cada producto tiene diferente función, al finalizar la operación se le fija con el ácido.

3.1.15. Engrase

Las condiciones de operación son:

Agua 100%

LTS 1%

FT 178 4,00%

ECO - 4 4,00%

Ácido fórmico 0,70%

0,20% E/baño/Lavar 1(10 minutos) descargar

Las grasas son usadas de acuerdo a su composición y efecto en el artículo final. En la figura 3.15 se observa la eliminación del lavado.



Figura 3.15: Recurtido

3.1.16. Descarga – Ecurrido

Una vez finalizada el engrase, se procede a descargar los cueros sobre el piso debidamente limpia y se procede a recoger los cueros encima de una parihuela. En la figura 3.16 se muestra la descarga del cuero.



Figura 3.16: Descarga – Ecurrido

3.1.17. Carpeteadora

Esta máquina tiene la función de exprimir y abrir el cuero, una vez terminado esta operación el cuero tiene una humedad de 40%. En la figura 3.17 se muestra la máquina exprimidora de agua.



Figura 3.17: Carpeteadora

3.1.18. Secado al Vacío

El cuero una vez carpeteado, es llevado a secado al vacío, donde además de aumentar de área, se seca el cuero hasta una humedad de 30%. En esta etapa el cuero es tratado a una temperatura de entre 70°C – 80°C y presión de 60 lb/pulg² y el tiempo según el artículo deseado, esta máquina se utiliza para varias operaciones en el acabado del cuero. En la figura 3.18 se muestra el secado al vacío del cuero.



Figura 3.18: Secado al vacío

3.1.19. Secado al campo abierto

Una vez terminado del secado al vacío, el cuero sale con una humedad que aún no es traba2jable, por eso el cuero es llevado a campo abierto para su secado final, hasta llegar a una humedad de 13 a 14%.

3.1.20. Ablandado

Terminado de secar al cuero, el siguiente paso es llevarlo a la máquina de ablandado, donde el cuero se suelta, es más manejable, las fibras se separan a comparación del cuero secado, donde las fibras están unidas y compactas.

Esta máquina también es conocida como mollisa, que consta de pivotes tanto arriba y abajo, que con la presión que se ejerce desde abajo genera presión sobre el cuero, dando como resultado suavidad en el cuero. En la figura 3.19 se muestra la maquina mollisa que ablandando el cuero.



Figura 3.19: Ablandado

3.1.21. Corte de borde

El cuero proveniente de la mollisa se recorta las partes que no se usaran, dando la forma al cuero, el corte se hace manual con un cuchillo.

Se observa en la figura 3.20 el cuero cortado en lados.



Figura 3.20: Recorte de borde

3.1.22. Planchado – ablandado – lijado – desempolvado

De acuerdo a las características y calidad de cuero se procede a planchar o si se necesita suavidad se procede a ablandar nuevamente y si se requiere disimular algunas fallas o defectos en la flor se somete a un leve esmerilado según el número de lija. Una vez lijada el cuero se desempolva el cuero para que más adelante no se manche o ensucie el artículo final.

En la siguiente figura 3.21 se puede observar la maquina planchadora de cueros, la figura 3.22 se está lijando el cuero y en la figura 3.23 se limpia el polvo que se produjo del lijado del cuero.



Figura 3.21: Plancha



Figura 3.22: Lijado



Figura 3.23: Desempolvado

3.1.23. Pigmentado

Este proceso se da para darle el color al cuero, consiste en dar protección con una serie de productos que cumplen una función diferente, según el acabado y efecto requerido.

Estas operaciones se pueden hacer a pistola o a máquinas automáticas que están provistas de pistola o máquinas de rodillo conocido como roler, Tal como se muestra en la figura 3.24 donde se está pintando el cuero. El pigmentado puede ser de acuerdo a la muestra. La proporción del pigmento y agua varía según la aplicación, también se usan auxiliares como resina y cera.



Figura 3.24: Pintado

3.1.24. PLANCHADO

Los cueros después de ser aplicados con la capa intermedia, son llevados a una plancha, para conferirle un grabado geométrico sobre la pintura del cuero, esta operación se realiza a condiciones de temperatura y presión establecida, la finalidad del planchado es para darle una forma más presentable del cuero, disminuir u ocultar las fallas del cuero.

3.1.25. RECORTE - MEDIDO – EMPAQUETADO

Es la última etapa del proceso, consiste en medir el área del cuero con medidas de cuadrado que van de 21 x 21 hasta 30 x 30 centímetro, de acuerdo al cliente, terminado de medir se lo empaqueta en cantidades de 6 lados, para luego ser almacenado o llevado al comprador. En la figura 3.25 se muestra el corte del cuero en pies y en la figura 3.26 es el empaque final para la venta del cuero.



Figura 3.25: Recorte – medido



Figura 3.26: Empaquetado

3.2. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA CURTIEMBRE “SAN PEDRO S. R. LTda”

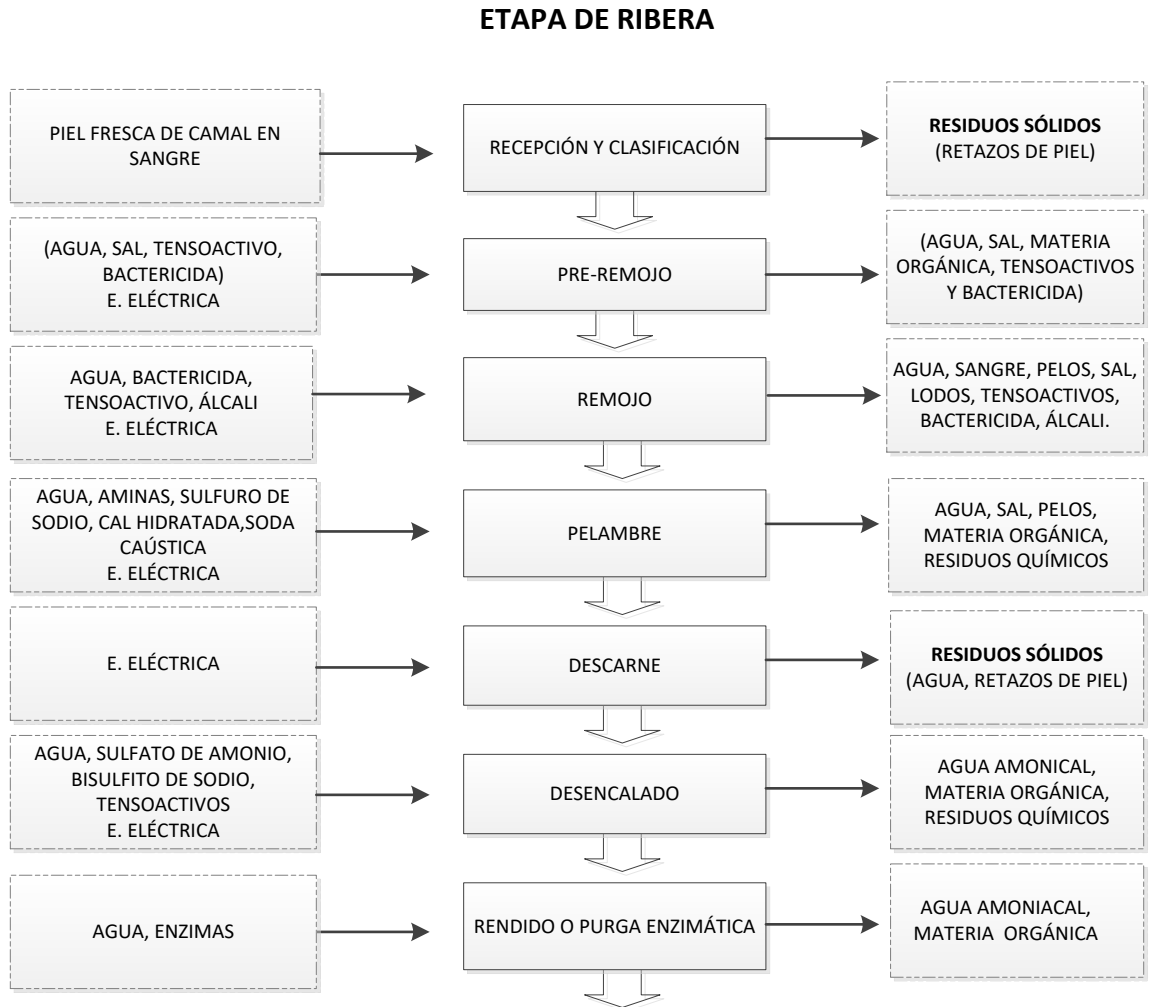


Figura 3.27: Etapa de ribera

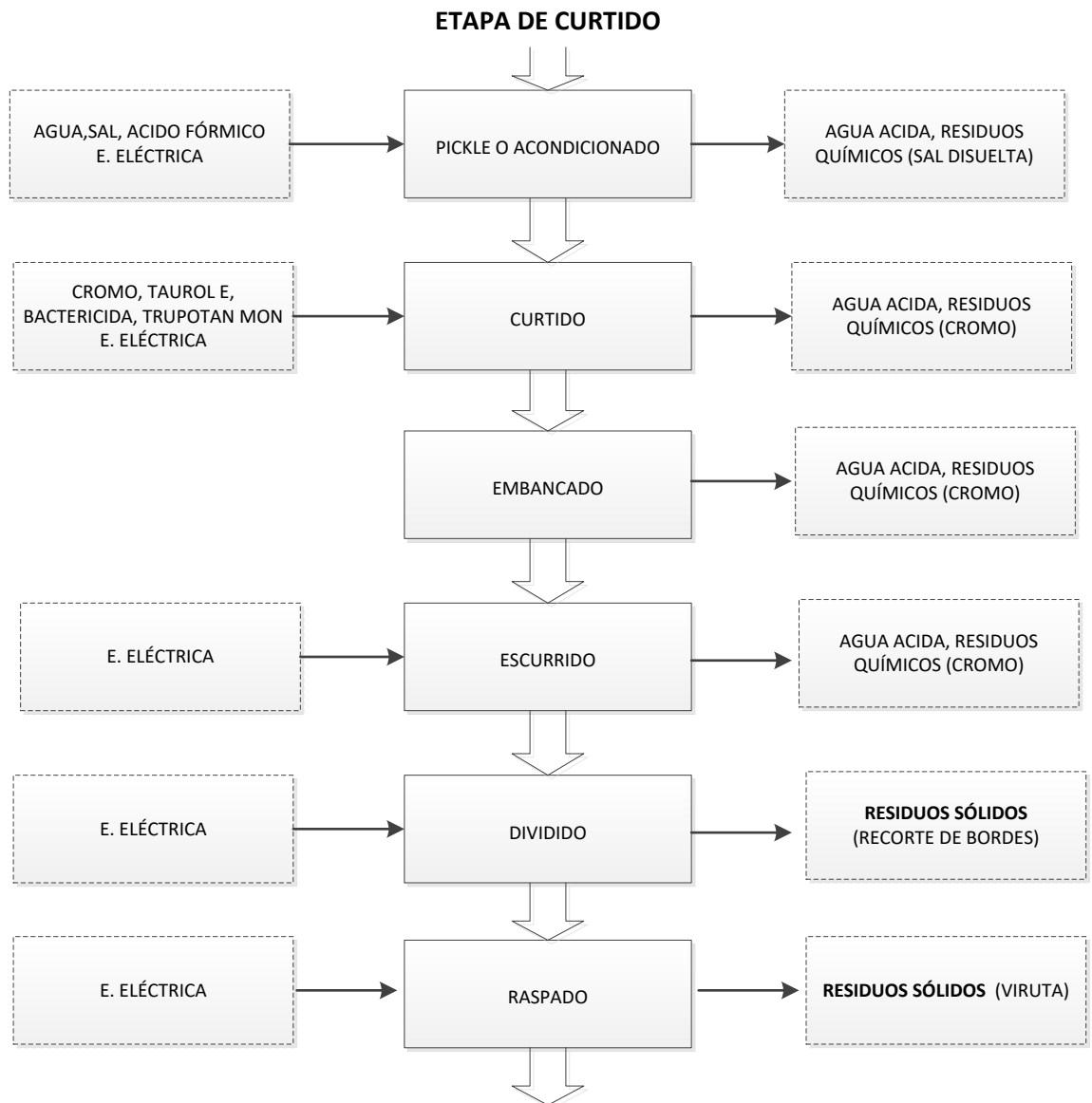


Figura 3.28: Etapa de curtido I

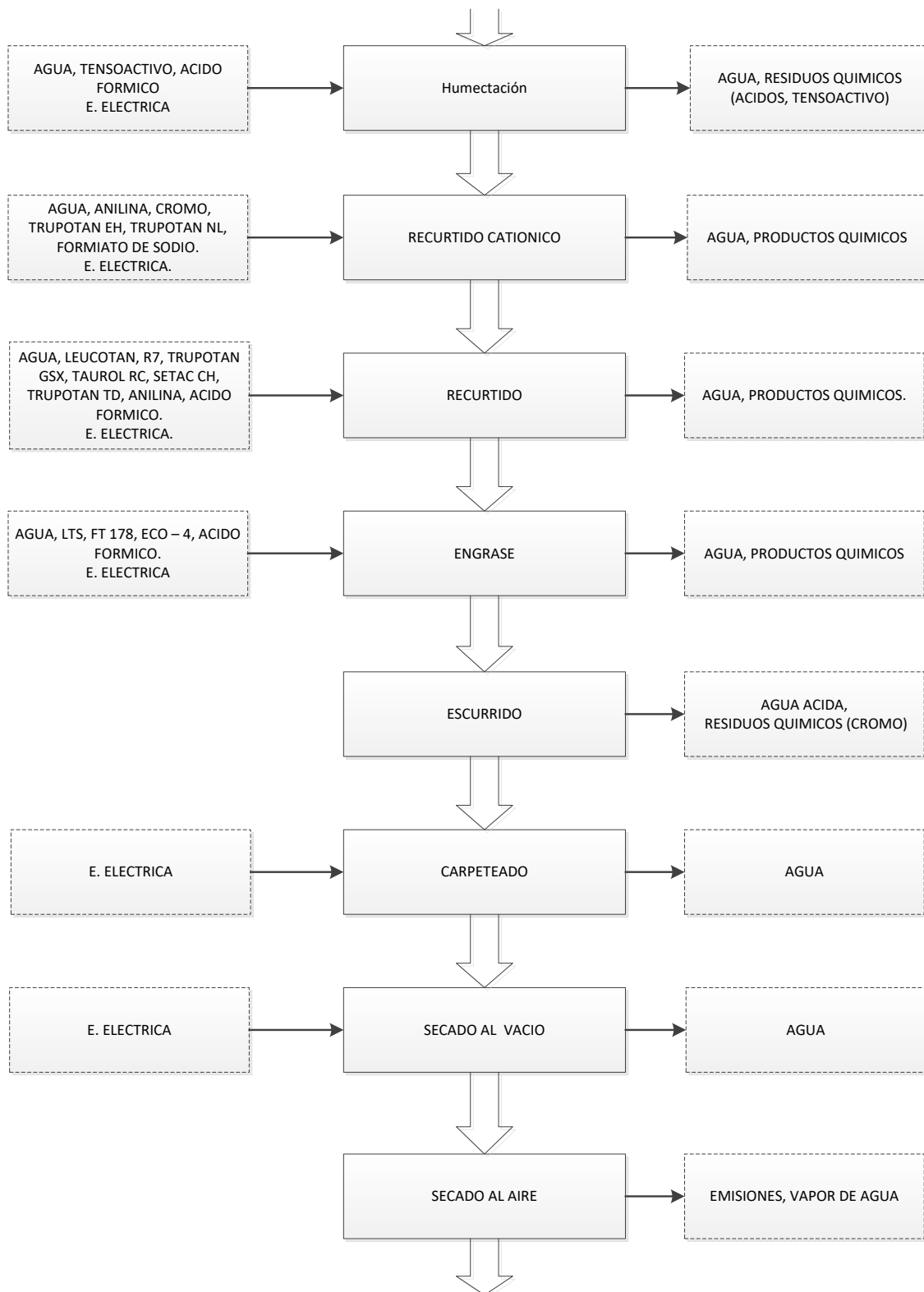


Figura 3.29: Etapa de curtido II

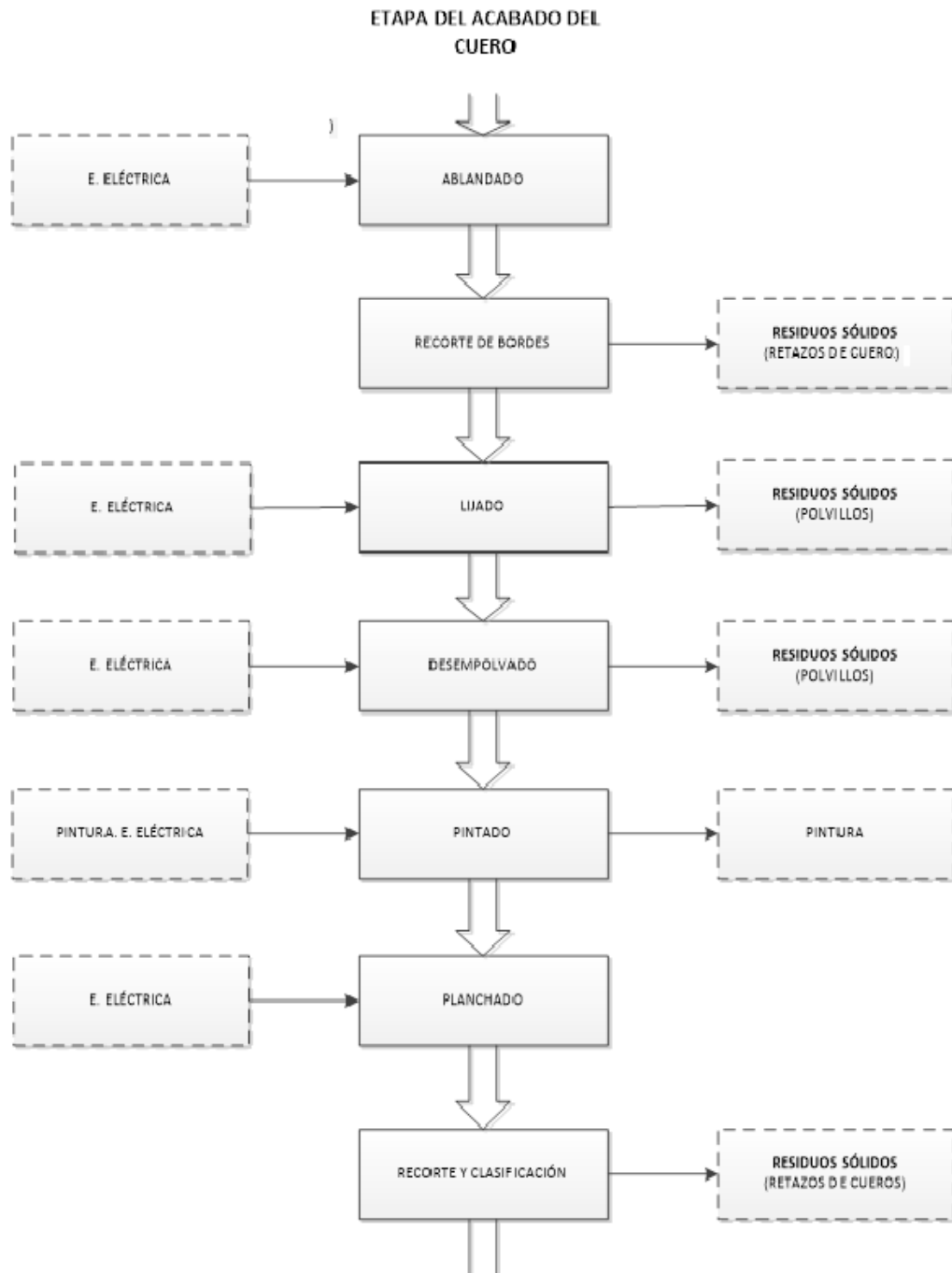


Figura 3.30: Etapa del acabado del cuero

3.3. CONSIDERACIONES SOBRE CONTROL DE CALIDAD EN LAS ETAPAS DEL PROCESO

3.3.1. Remojo y encalado

1. El peso inicial de la piel sirve de base para calcular los pesos de los productos y los resultados de los demás pesos.
2. En el remojo, las variables a tener en cuenta son la cantidad de agua, la densidad, el pH, temperatura, la humectación en las partes gruesas de la piel, la acción mecánica, etc.
3. En la etapa del pelambre tener cuidado con la adición de la cal, específicamente el tiempo de contacto y la cantidad, porque si se deja mucho tiempo en contacto puede suceder el efecto de sobre-inmunización, el pelo no se puede aflojar de manera satisfactoria.
4. En esta etapa tener cuidado con la máquina de filtrado de pelo, si no se prende a la hora indicada después de agregar el oxidante, el oxidante empezará a destruir el pelo, y como resultado habrá aumento de la carga contaminante del efluente.

3.3.2. Desencalado y purga

1. Es importante seleccionar el agente desencalante. Si el objetivo es fabricar curtidos de plena flor, la limpieza de la flor se debe lograr en esta etapa. Dependiendo mucho de la eliminación de impurezas mediante la utilización de enzimas y agentes acuosos desengrasantes. El desencalante debe eliminar todo el contenido de sulfuro de la piel.
2. La temperatura, el tipo, la concentración de la enzima purgante, constituyen los factores críticos de la operación de purga. El control de este proceso depende en gran parte de la capacidad de apreciar la suavidad de la flor, el grado de flacidez de las raíces capilares, la

porosidad y la resistencia a la composición que producirá calidad táctil.

3. Los procesos de desencalado y purga combinados tienen una influencia considerable sobre la suavidad definitiva de la flor, la calidad táctil, la dilatación y la resistencia y las características de la misma.

3.3.3. Piquelado y curtido

1. Esta operación es crítica. Señala el paso de la piel en tripa del estado alcalino al estado ácido. Las condiciones extremas pueden tener un efecto desastroso en la piel. La variable más común es la cantidad de agua que se acumula en las pieles en tripa en las operaciones anteriores. Si los elementos del piclado se formulan de modo que tengan un porcentaje reducido de sal, el agua acumulada podría disminuir la concentración de la sal hasta el punto de reproducir un hinchamiento de tipo ácido en la flor.
2. Los ensayos químicos más importantes son los del óxido de cromo, pH, temperatura, sustancias extraídas por los solventes, y cenizas. Con los tres primeros ensayos se determinan el grado de curtición, y con los últimos la cantidad de contaminación en el material.
3. El contenido de óxido de cromo, el pH y las características de secado pueden servir de indicio para los procesos de recurtición, tratamiento de emulsiones grasas y secado, que los curtidores deberán aplicar posteriormente.
4. El aspecto de los hacesillos de fibras, la penetración del cromo, el daño superficial de la flor y la separación se puede examinar con microscopios.
5. En el curtido las formulaciones del baño y el piclado de cromo se deben ajustar al tipo de índole del cuero curtido que se desea obtener. Los factores que es preciso controlar durante la operación

son: la duración del baño, los productos químicos, el tiempo, la temperatura, acción mecánica y la tasa de basificación.

3.3.4. Eliminación de la grasa

1. El tratamiento de base, descompone la mayoría de las células grasas de la piel y elimina gran parte de la grasa natural. Un descarnado completo elimina la grasa adiposa. El encalado, la purga y el piclado eliminan la mayor parte de la grasa natural en la capa de la flor, aunque el contenido de la grasa del corium principal sigue siendo básicamente el mismo.
2. En algunos casos, la adición de una pequeña cantidad de un agente superficiativo de espumación reducida, al comienzo de la curtición al cromo ayuda a emulsionar la grasa y a separarla del material de modo que es posible eliminarla por flotación, al final de la operación.

3.3.5. Semisecado, dividido y raspado

1. En las etapas de fabricación las determinaciones del grado de humedad de la piel tiene una importancia fundamental. Las operaciones que se pueden ver afectadas por la falta de control de contenido de agua son: el dividido, raspado, tendido al aire y semisecado, secado, acondicionado y acabado. También pueden afectar las propiedades finales del cuero, por ejemplo, la resistencia a la fisuración y la suavidad de la flor.
2. El contenido de agua de los cueros curtidos al cromo listo para el raspado debe ser 30% a 40%; después del secado de 8% al 14%; después del acondicionado con agua de 26% - 32%.
3. El dividido puede ser antes o después del curtido, pero nosotros lo hacemos después del encalado porque se ha demostrado que hay aumento evidente de la superficie aprovechable del cuero. La

superficie aprovechable es aproximadamente 5% a 7% mayor que cuando se hace después del curtido.

3.3.6. Neutralización, recurtición, teñido y engrase

1. La aplicación eficaz de estos procedimientos, exige de partes de los operarios un conocimiento profundo de todo el proceso de fabricación de cueros curtidos hasta que estos llegan al teñido, familiaridad con los productos químicos, materiales curtientes, colorantes y lubricantes que se deben emplear y capacitación para mantener un control estricto sobre las operaciones.
2. Los curtidores deben haber sido sometidos a un cuidadoso tratamiento de base, de lo contrario el teñido pondrá de manifiesto las deficiencias de dicho procedimiento. En la curtición al cromo es importante la basificación cuidadoso ya que el buen teñido requiere una buena distribución del cromo.

3.4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS PRINCIPALES MAQUINARIAS Y EQUIPOS USADOS

02 Batales de remojo y pelambre

- Material : madera unida por fierros de ½ pulgada
- Diámetro : 3 m
- Ancho : 3,5 m
- Motor : Potencia : 25 HP
: Voltaje : 220V
: Amperaje : 85 A.
: Marca : Koyo
: Fabricación : Americana

02 Batales de curtido

- Material : Madera
- Diámetro : 2,5 m
- Ancho : 2,5 m
- Motor : Potencia : 15HP
- : Voltaje : 220V
- : Amperaje : 85 A
- : Marca : Koyo
- : Fabricación : Americana

05 Batales de recurtido

- Material : Madera
- Diámetro : 1,5 m
- Ancho : 2,5 m
- Motor : Potencia : 8 HP
- : Voltaje : 220V.
- : Amperaje : 85 A.
- : Marca : Koyo
- : Fabricación : Americana

01 Descarnadora

- Ancho útil : 3,5 m
- Productividad : 100 lados x hora
- Motor : Potencia : 61HP.
- : Voltaje : 220 V.
- : Amperaje : 85 A.
- : Marca : Mez Frenztal
- : Fabricación : Checa
- : Velocidad : 1475 r.p.m.

01 Divididora

- Ancho útil : 2,5 m
- Productividad : 100 lados x hora
- Motor : Potencia : 7 HP
- : Velocidad : 1720 r.p.m.
- : Voltaje : 220 V
- : Amperaje : 85 A.
- : Marca : Mez Frenztal
- : Fabricación : Checa

01 Exprimidora (wet blue)

- Ancho útil : 3 m
- Productividad : 90 lados x hora
- Motor : Potencia : 22 kw
: Voltaje : 220 V
: Amperaje : 85 A.
: Marca : Machines
: Fabricación : Americana

01 Rebajadora

- Ancho útil : 2,5 m
- Productividad : 70 lados x hora
- Motor (asincromo) : Potencia : 40 HP
: Velocidad : 1700 r.p.m.
: Voltaje : 220 V
: Amperaje : 85 A.
: Marca : Machines
: Fabricación : Americana

01 Exprimidora (cuero recurtido)

- Ancho útil : 3 m
- Productividad : 80 lados x hora
- Motor : Potencia : 7,5 HP
: Velocidad : 1165 r.p.m.
: Voltaje : 220 V
: Amperaje : 85 A.
: Marca : Mez Frenztal
: Fabricación : Checa

01 Plancha secadora (vacuum dryer)

- Ancho útil : 5 x 2,5 m
- Productividad : 60 lados x hora
- Motor : Potencia : 12 HP
: Voltaje : 220 V
- Presión Necesaria : 60 lb/pulg²
- Temperatura : 70 – 80°C

01 Ablandadora

- Ancho útil : 2.5 m
- Productividad : 100 lados x hora
- Motor : Potencia : 7,5 kw
: Voltaje : 220 V
: Amperaje : 85 A.
: Marca : Machines
: Fabricación : Americana

01 Planchadora (cuero terminado)

- Forma : Cuadrada
- Ancho útil : 2 m
- Productividad : 80 lados x hora
- Motor : Potencia : 14 kw
: Voltaje : 220 V
: Amperaje : 85 A.
: Marca : Koyo
: Fabricación : Americana
- Temperatura : 70°C – 110°C

3.5. BOTAL O FULON

El inicio del proceso de transformación de la piel está constituido por una serie de tratamientos químicos que se realizan en húmedo es decir poniendo pieles en un baño dentro de recipientes que cumplen el papel de reactores del proceso químico en curso, dichos reactores conocidos como botalos. Han sido usados para acelerar los procesos, reducción de tiempos, menor fatiga del operador, mejor calidad del producto, etc.

Viene hacer un reactor cilíndrico de madera. Existen muchas clases de botalos, desde los más simples hasta los más sofisticados, que realizan automáticamente todo. Los botalos de curtido y recurtido tienen una tapa interna agujereada para lavar las pieles.

CAPÍTULO IV: ACTIVIDADES Y APORTES REALIZADOS A LA EMPRESA

4.1 ACTIVIDADES REALIZADAS A LA EMPRESA

En mi condición de Supervisor de Planta en la Empresa, y responsable de producción y control de personal, mi labor fue el de organizar, planificar, dirigir y controlar la producción y el mantenimiento de la planta.

Dentro de las actividades realizadas se tienen las siguientes:

1. Proyectar, organizar, dirigir y controlar todos los aspectos de producción y personal de la planta.
2. Recepción y selección de materia prima y realizar el control de calidad.(que consiste en controlar parámetros ya establecidos, como pH, densidad, velocidad del botal, tiempo de remojo, etc.).
3. Programar las cantidades de pieles diariamente a procesar a fin de cumplir con el programa de producción establecido.
4. Elaborar las formulaciones diarias de cada proceso, según el pedido del cliente, controlándola para que se cumplan sin variaciones.
5. Garantizar la seguridad del personal, inculcándolos mantener el orden y la limpieza en las áreas de trabajo, así como los aspectos de prevención y mantenimiento de la planta para su normal funcionamiento.
6. Vigilar que las máquinas y equipos sean usados de manera más eficiente y segura.
7. Estar permanentemente atento al funcionamiento de los equipos de tratamiento de agua.
8. Control y reposición del stock de almacenes según la demanda del

mercado.

9. Capacitar permanente al personal, desarrollando sus aptitudes en el trabajo, estudiando y analizando métodos de trabajo.
10. Evaluar constantemente las operaciones de producción según el cronograma de planificación.
11. Delegar funciones de responsabilidad evitando que se distorsione el concepto de la amistad (relación debe ser profesional laboral dentro de la Empresa).

4.2 APORTES REALIZADOS A LA EMPRESA

4.2.1 Sistema de pelambre por inmunización de pelos

La empresa anteriormente usaba la tecnología de pelambre con destrucción de pelos, hoy en día trabaja con el sistema de pelambre por inmunización de pelos.

Para ello se tuvo que rediseñar el botal interiormente y exteriormente y acondicionar un equipo para la extracción de los pelos mediante una recirculación de bombeo externo.

Este método es muy recomendado para evitar que se degraden los pelos en el efluente vertido, con una disminución significativa del contenido de DBO₅, DQO, sólidos suspendidos totales, sulfuros y alcalinidad.

El mecanismo de este proceso consiste en que la proteína (queratina), que es altamente resistente al ataque químico o biológico, excepto de sulfuro, es inmunizado con álcali para no ser atacado con reductores como sulfuros, etc. La queratina inmadura se encuentra en la raíz del pelo, vainas de las raíces y la capa inferior de la epidermis, la resistencia a la degradación química puede aumentarse mediante la aplicación de un álcali, pero sin sulfuro. El álcali transforma los enlaces de azufre en enlaces diferentes como tioéter, altamente resistente. La queratina madura está mucho más fácilmente inmunizada que la queratina inmadura. Ello aumenta la diferencia en la degradabilidad del pelo.

Una vez que la piel haya terminado el proceso del remojo principal se agrega una cantidad determinada de cal, para inmunizar la piel, después se agrega sulfuro de sodio para que actúe sobre el pelo y de esa manera se extraen los pelos enteros, sin destrucción, que es succionado por el licor de pelambre al equipo de filtro indicado y devuelto el licor filtrado al botal, este proceso de filtrado se da por un tiempo aproximadamente de 40 minutos. Una vez terminado de extraer los pelos se prosigue a agregar cal y otros auxiliares hasta el día siguiente para el proceso que sigue.

4.2.2 Implantación de un sistema nuevo de pintado

Incrementación de la producción de 350 a 700 mantas, mediante la implementación de un sistema de pintado conocido como brazo, para eso se tuvieron que buscar parámetros óptimos, algunas variables del proceso que se acondicionen para cada tipo de acabado, por consiguiente se obtuvieron resultados positivos para el incremento de la producción.

Este sistema de pintado facilita acelerar el tiempo de pintado, la eficiencia en el consumo de productos, la disminución de contaminación ambiental, mayor seguridad para el personal, uso para todo tipo de acabado y para sistemas de acondicionamiento de cuero.

4.2.3 Aplicación del sistema de tratamiento de aguas residuales por electrocoagulación a nivel de laboratorio.

En lo relacionado al medio ambiente, se realizaron a nivel de laboratorio pruebas de tratamiento de aguas residuales por electrocoagulación, específicamente los efluentes provenientes de la ribera, con los cuales se obtuvieron resultados positivos.

Para ello se hicieron pruebas diferentes con los parámetros que tienen un rol importante para maximizar la eficiencia del sistema. Entre estos parámetros se consideraron: distancia de electrodos, dimensiones y número de electrodos, selección del electrodo de sacrificio, parámetro eléctrico como voltaje y amperaje, configuración de la celda de electrocoagulación.

Los electrodos utilizados fueron de aluminio y hierro, materiales fáciles de encontrar en el mercado. La primera prueba se realizó con agua de caño, observando el burbujeo que se desprende en los electrodos, que son gases de oxígeno e hidrógeno, lo que demuestra el funcionamiento del sistema, después de conocer el buen funcionamiento se hicieron pruebas con muestras de efluente de la curtiembre variando el tiempo, la distancia, el voltaje, el amperaje y pH.

De las cuales se seleccionaron los parámetros que mejor resultados mostraron, tiempo de 14 minutos, pH = 10 – 11, intensidad de corriente de 10 amperios, potencial = 3 voltios, distancia entre los electrodos = 10 mm. Con estos parámetros se obtuvieron tres fases uno que es la zona de flotación, zona de sedimentación y zona de reacción.

Mediante este estudio se alcanzaron los objetivos tales como la disminución de DQO Y DBO₅.

CONCLUSIONES

1. Los cueros elaborados en la empresa como producto final cumplen con las normativas que exigen las industrias de calzado, marroquinería y otros. Entre las exigencias se suelen mencionar la resistencia a los solventes orgánicos, al agua, al frote en seco, y otros.

Las etapas principales para elaborar cuero son:

1. Limpieza de componentes no deseados y dejar solo la parte estructural del cuero que es la proteína fibrilar.
2. Estabilizar las proteínas mediante reacciones químicas con agentes curtientes.
2. Dar características diferentes a las fibras tales como llenura, color, suavidad y lubricación y como última operación una aplicación de capa sobre las fibras del cuero para dar mayor protección y belleza.
3. Los productos elaborados y vendidos en la empresa son las que provienen de la parte superior de la piel y otros de la parte inferior de la piel. Los que provienen de la parte superior, son los que tienen mayor valor y uso comercial (están compuestos de la flor y corium), mientras las de la parte inferior conocida como carnaza, tienen menor valor comercial, de poco uso industrial (formado totalmente de la capa reticular).
4. Los humectantes juegan un papel muy importante en la etapa del remojo, ellos rompen la tensión superficial de la piel y de esa manera

hidratan la piel, generan mayor difusión de productos hacia la piel.

5. Los productos utilizados en la etapa del remojo y pelambre provocan un hinchamiento e hidrólisis de la piel. El hinchamiento está en función de la acidez y la alcalinidad del baño, mientras que la hidrólisis está en función del efecto mecánico o tiempo de contacto.
6. El hinchamiento es una propiedad muy importante que presenta la piel, dicho efecto se refleja en el tamaño y forma de las fibras de la piel, en el grano de la piel, la calidad de la piel, etc.
7. La etapa anterior a la curtición como el piquelado, cumple función muy importante, ya que si la piel no se piquelaría el baño tendría un pH alto, de modo que en estas condiciones la reacción del agente curtiente sería rápido y se generarían capas superiores sobre la piel, lo que permitiría la entrada de productos hacia el interior de la piel.
8. Con la técnica de pelambre que está aplicando la empresa, las pieles salen más suaves y esponjosos a comparación con las formulas anteriores, esto se debe a que la cal agregada antes que el sulfuro de sodio genera soltura sobre la piel.
9. Las reacciones en la proteína de la piel y el agente curtiente son irreversibles, que producen uniones transversales entre cadenas polipeptídicas vecinas, que como reflejo dan características tales como aumento de temperatura de contracción, mayor estabilidad de la piel frente al tratamiento enzimático, etc.
10. La lubricación o engrase es una operación importante en la determinación de las características del cuero; tanto bajo el punto de vista de su uso final, como de su tacto. El engrase del cuero afecta de manera notable las propiedades físicas tales como la resistencia al desgarrar, resistencia a la tracción, alargamiento a la rotura o incluso su comodidad durante el uso.
11. Con el cambio de la tecnología de pelambre, se disminuye la carga contaminante del efluente.
12. Los cueros con la tecnología de inmunización de pelos, en comparación la tecnología de destrucción del pelo, se obtienen

sueltos, esponjosos, suaves, que en mi opinión, este tipo de pelambre sería aplicable para artículos de vestimenta, tapicería, marroquinería, entre otros.

RECOMENDACIONES

1. En la etapa de ribera se deben tener mucho cuidado específicamente en la parte de la limpieza del piso, esto nos ayudaría a evitar problemas posteriores en el recurtido, tales como teñidos de mala igualación, manchas oscuras de grasa, etc.
2. La técnica aplicada de pelambre con inmunización, da buenos resultados para artículos muy sueltos, como casacas, para asiento de carros, carteras. A comparación para artículos de calzado, porque en este caso se requieren cueros que no ceden mucho, firmes.
3. Las emulsiones de aceite deben prepararse homogéneamente para permitir penetración y fijación en el interior del cuero, en una relación de 1:3(aceite y agua) agregando el aceite al agua. Se deben usar agua caliente, para su mejor distribución en el interior del cuero, para que no presenten problemas posteriores en el acabado del cuero, entre ellos puede ser la falta penetración de productos aplicables en el acabado del cuero.
4. La industria curtidora pertenece al grupo de industrias que descargan un volumen considerable de aguas residuales contaminadas. Desde el punto de vista de la contaminación los procesos que más contribuyen a la carga orgánica e inorgánica del efluente total son el remojo, pelambre y el curtido; por lo que se recomienda desarrollar un proyecto integral para el tratamiento de aguas residuales.
5. La neutralización del cuero debe llevarse de tal manera que sea homogénea en todo el espesor del cuero, para evitar problemas de las siguientes operaciones y por consecuencia de ella obtener

manchas en el recurtido; un teñido desuniforme, acentuándose en el engrase. Es conveniente si no llega al pH óptimo prolongar el tiempo de neutralizado aunque se obtenga un pH menor, que aumentar la cantidad de neutralizante porque con ello se consigue una elevación del pH pero en las capas exteriores del cuero.

6. Tener cuidado en el piquelado, sobre todo en su pH final el cual debe de estar dentro del rango de 2.5 – 3 para evitar una rápida reacción del cromo y esta se deposite sobre la superficie acelerando su difusión en la piel.
7. Controlar la materia prima; sobre todo el estado de conservación con que llegan a la curtiembre, darles el tratamiento respectivo para evitar el deterioro de tan valiosa materia prima, impidiendo el crecimiento y proliferación de microorganismos que producen la descomposición química de sustancias proteicas.
8. Después del curtido, es necesario y recomendable dejar reposar sobre parihuelas de un día a más, para posibilitar una mejora en el rendimiento de fijación del cromo con las fibras.

Los procesos que continúan a la neutralización como el curtido, teñido y engrase deben de realizarse inmediatamente después de éste, previo lavado para eliminar las sales que fueron formadas en el neutralizado. La razón de esta recomendación es que pudo haber quedado ácido fórmico formando en el centro de la piel y después pueden migrar hacia los lados flor y carne modificando con esto la recurtición y el teñido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Badische, A., & Soda, F. (1998). La tintura de los cueros. Italia.
2. Bayer. (1988). Curtir, teñir y acabar. Division de colorantes. Lima.
3. Gavilanes Tutiven, R. (2011). Estudio de un pelambre reductor-oxidante. España: Escuela de ingeniería.
4. Korgi, Alberto; Teel, Pamela;. (2006). Manual de buenas paracticas ambientales para la curtiembre en centroamerica. San Salvador: Environmental protection agency .
5. Melgar Onceba, D. (1993). Elementos de tecnologia del cuero. Huancayo: Crediart.
6. Morales , J. (1996). Apuntes de la quimica de las pieles. Lima.
7. Morera Prat, J. M. (2000). Quimica tecnica de curticion. Catalunya: Universidad politecnica de catalunya.
8. Salas C., G. (2005). Eliminación de sulfuros por oxidación en el tratamiento del agua residual de una curtiembre. Publicación de tratamiento de agua residual, 5 -10.
9. Soler Soler, J. (1996). Procesos de Curtidos. Catalunya: Universidad Politecnica de Catalunia.

ANEXO N° 01
1.1. BALANCE DE MATERIA (RIBERA – CURTIDO)
BASE DE CÁLCULO 3700 kg

ENTRADAS (kg)		SALIDAS (kg)	
1. PRE-REMOJO			
100 Pielés	3700 kg	Pielés Húmedas	4070 kg
Agua Total	29600 kg	Solución Líquida	29311,4 kg
Bactericida	3,7 kg	TOTAL	33381,4 kg
Sal	74 kg		
Tecsoactivo	3,7 kg		
TOTAL	33381,4 kg		
2. REMOJO PRINCIPAL			
Pielés	4070 kg	Pielés Húmedas	4150,5 kg
Agua Total	7400 kg	Solución al Efluente	3850,6 kg
Bactericida	5,55 kg	Solución en el Botal	3496,65 kg
Tecsoactivo	14,8 kg	TOTAL	11497,75 kg
Soda Caústica	7,4 kg		
TOTAL	11497,75 kg		
3. PELAMBRE			
Pielés	4150,5 kg	Pielés	4750,1 kg
Agua Total	9250 kg	Solución Líquida	11963,58 kg
Solución en el Botal	3496,65 kg	Residuo de Pelo	360,7 kg
Sulfuro de Sodio	44,4 kg	TOTAL	17074,38 kg
Cal	129,5 kg		
Enzima Comercial	3,33 kg		
TOTAL	17074,38 kg		
4. DESCARNADO			
Pielés	4750,1 kg	Pielés	3720,4 kg
TOTAL	4750,1 kg	Residuos	879 kg
		Solución	150,7 kg
		TOTAL	4750,1 kg
5. DESENCALADO			
Pielés	3720,4 kg	Pielés	3219,5 kg
Tecsoactivo	14,8 kg	Solución al Efluente	15285,1 kg
Sulfato de Amonio	99,9 kg	Solución en el Botal	2350,5 kg
Agua Total	17020 kg	TOTAL	20855,1 kg
TOTAL	20855,1 kg		
6. PURGA O RENDIDO			
Pielés	3219,5 kg	Pielés	3110,3 kg
Solución en el Botal	2350,5 kg	Solución	9874,5 kg
Macerante	7,4 kg	TOTAL	12984,8 kg
Tensoactivo	7,4 kg		
Agua Total	7400 kg		
TOTAL	12984,8 kg		
7. PICKLE			
Pielés	3110,3 kg	Pielés	3110,3 kg
Sal	259 kg	Solución en el Botal	2567,8 kg
Ácido Fórmico	88,8 kg	TOTAL	5678,1 kg
Agua Total	2220 kg		
TOTAL	5678,1 kg		
8. CURTIDO			
Pielés	3110,3 kg	Pielés	3206,5 kg
Solución en el Botal	2567,8 kg	Solución	2749,84 kg
Sulfato de Cromo	240,5 kg	TOTAL	5956,34 kg
TauroI SE	18,5 kg		
Tricide 30E	4,44 kg		
Trupotan Mon	14,8 kg		
TOTAL	5956,34 kg		

1.2. BALANCE DE MATERIA (RECURTIDO)
BASE DE CÁLCULO 300 kg/ESPESOR: 1,6 mm.

ENTRADAS (kg)		SALIDAS (kg)	
1. HUMECTACIÓN			
60 Pielés	300 kg	Pielés Húmedas	360,6 kg
Agua Total	450 kg	Solución Líquida	390,3 kg
Tensoactivo	0,3 kg	TOTAL	750,9 kg
Ácido Fórmico	0,6 kg		
TOTAL	750,9 kg		
2. RECURTIDO CATIONICO			
Pielés	360,6 kg	Pielés Húmedas	365,9 kg
Agua Total	900 kg	Solución Líquida	921,1 kg
Anilina de Botal	3 kg	TOTAL	1287 kg
Sulfato de Cromo	5,4 kg		
Trupotan EH	6 kg		
Trupotan NL	6 kg		
Formiato de Sodio	6 kg		
TOTAL	1287 kg		
3. RECURTIDO			
Pielés	365,9 kg	Pielés Húmedas	405,9 kg
Agua Total	900 kg	Solución Líquida	916,1 kg
Leucotan	12 kg	TOTAL	1322 kg
R 7	12 kg		
Trupotan GSX	9 kg		
Taurol RC	9 kg		
SETAC CH	6 kg		
Trupotan TD	3 kg		
Anilina de Color	3 kg		
Ácido Fórmico	2,1 kg		
TOTAL	1322 kg		
4. ENGRASE			
Pielés	405,9 kg	Pielés Húmedas	419,9 Kg
LTS	3 kg	Solución Líquida	915,1 Kg
FT - 178	12 kg	TOTAL	1335 Kg
ECO - 4	12 kg		
Ácido Fórmico	2,1 kg		
Agua Total	900 kg		
TOTAL	1335 kg		
5. ESCURRIDO			
Cuero Húmedo	419,9 kg	Cuero Húmedo	401,3 kg
Total	419,9 kg	Solución Ecurrido	18,6 kg
		Total	419,9 kg
6. CARPETEADO			
Cuero Húmedo	401,3 kg	Cuero Carpeteado	248,8 Kg
Total	401,3 kg	Solución al Efluente	152,5 Kg
		Total	401,3 Kg
7. SECADO AL VACIO			
Cuero Carpeteado	248,8 kg	Cuero Secado	229 kg
Total	248,8 kg	Líquido Evaporado	19,8 kg
		Total	248,8 kg
8. SECADO AL AIRE			
Cuero Secado	229 kg	Cuero	180,5 kg
Total	229 kg	Agua Evaporado	49 kg
		Total	229 kg

1.3. CONSUMO DE AGUA RIBERA – CURTIDO (Kg)

Peso Total		3700 kg
Total de Mantas		100
PRE-REMOJO		
AGUA	7400	
LAVADO	22200	
TOTAL	29600	
REMOJO PRINCIPAL		
AGUA	7400	
TOTAL	7400	
PELAMBRE		
AGUA	1850	
LAVADO	7400	
TOTAL	9250	
DESENCALADO		
AGUA	9620	
LAVADO	7400	
TOTAL	17020	
PURGA O RENDIDO		
LAVAR	7400	
TOTAL	7400	
PICKLE		
AGUA	2220	
TOTAL	2220	

1.4. CONSUMO DE AGUA RECURTIDO (Kg)

Peso Total	60 lados
Total de Mantas	300 kg
HUMECTACIÓN	
AGUA	450
TOTAL	450
RECURTIDO CATIONICO	
AGUA	300
LAVADO	600
TOTAL	900
RECURTIDO	
AGUA	300
LAVADO	600
TOTAL	900
ENGRASE	
AGUA	300
LAVADO	600
TOTAL	900

1.5. BALANCE DE MATERIA (ACABADO DE CUERO)

<u>ENTRADAS (kg)</u>		<u>SALIDAS (kg)</u>	
<u>1. ABLANDADO</u>			
Cuero	180,5	Cuero	180,5
Total	180,5	Total	180,5
<u>2. RECORTE DE BORDES</u>			
Cuero	180,5	Cuero	170,5
Total	180,5	Pedazos de Cuero	10
		Total	180,5
<u>3. LIJADO</u>			
Cuero	170,5	Cuero	167,75
Total	170,5	Polvillo de Cuero	2,75
		Total	170,5
<u>4. DESEMPOLVADO</u>			
Cuero	167,75	Cuero	167
Total	167,75	Polvillo de Cuero	0,75
		Total	167,75
<u>5. PINTADO</u>			
Cuero	167	Cuero	173,1
Pintura/Laca	30,8	Agua Evaporada	24,7
Total	197,8	Total	197,8
<u>6. PLANCHADO</u>			
Cuero	173,1	Cuero	173,1
Total	173,1	Total	173,1
<u>7. RECORTE Y CLASIFICACION</u>			
Cuero	173,1	Cuero	169,5
Total	173,1	Recorte de Cuero	3,6
		Total	173,1

2. BALANCE DE ENERGÍA

Cantidad de calor utilizada:

Engrase = 300 kg

Rango de variación de temperatura = (25°C – 60°C)

Capacidad calorífica del agua = 1kcal/kg°C

$$Q = mC_p\Delta T$$

$$Q = 10\,500 \text{ kcal}$$

Cantidad de calor consumido por las maquinarias

$$Q = \text{Potencia} \times 641,874 \text{ kcal/H (Hp)}$$

$$Q = \text{Potencia} \times 859,184 \text{ kcal/H (kw)}$$

MAQUINARIA	POTENCIA (HP)	TIEMPO (h)	CALOR CONSUMIDO (Kcal)
Pre-remojo	25	3	48140,55
Remojo Principal	25	6	96281,1
Pelambre	25	6	96281,1
Descarnado	61	1,25	48942,892
Desencalado	15	3,25	31291,357
Rendido o Purga	15	0,75	7221,0825
Pickle	15	3,33	32061,606
Curtido	15	13	125165,43
Escurrido	22 Kw	1,11	20981,273
Dividido	7	1	4493,118
Raspadora	40	1,42	36458,443
Recurtido	8	6,66	34199,046
Carpeteadora	7,5	1,25	6017,5687
Secado al Vacío	12	1,66	12786,13
Ablandado	7,5 kw	1	6443,88
Planchado	14 kw	1,25	15035,75
TOTAL			= 621800,3262 kcal

Calor consumido por alumbrado: Se asume el 1% del total de maquinarias

$$Q = 6218,003262 \text{ kcal.}$$

ANEXO N° 02

RECETA DE LA CURTIEMBRE SAN PEDRO S. R. L.					
RIBERA - CURTIDO					
PROCESO	%	PRODUCTO	TEMP.(°C)	TIEMPO	OBSERVACIÓN
PRE-REMOJO	200	AGUA	25		
	0,1	TENSOACTIVO			3 r.p.m.
	0,1	BACTERICIDA			Be° = 0 - 1
	2	SAL		30 min	
		E/BAÑO - LAVAR 3(10 min.)			
REMOJO PRINCIPAL	200	AGUA	25		
	0,4	TENSOACTIVO			
	0,15	BACTERICIDA			3 r.p.m.
	0,2	SODA CAUSTICA(1-5)(30°C)		(3 - 6) h.	Be° = 0 - 1
		pH= 9,5			corte azul
PELAMBRE	1,5	CAL		30 min.	Controlando el corte violeta hasta la raíz de pelo con fenoltaleína
	0,7	SULFURO DE SODIO		30 min.	
	0,5	SULFURO DE SODIO		(60- 90) min	Filtrar pelo y recircular baño
	50	AGUA			
	2	CAL		1 h.	
	0,09	ENZIMA COMERCIAL		30 min.	30 min. de reposo
		5 min. *c/h.-----18 h.			pH=11-12
		E/BAÑO - LAVAR 1(10 min.)			
DESENCALADO	200	AGUA	30		
	0,2	TENSOACTIVO		30 min.	
		E/BAÑO - LAVAR 1(20 min.)			
	60,0	AGUA			
	1,5	AMONIO		60 min.	pH= 8,5 - 9
	1,2	AMONIO			
	0,2	TENSOACTIVO		60 min.	pH= 8 - 8,5
PURGA	0,2	MACERANTE 100			
	0,2	TENSOACTIVO		45 min.	pH= 7,4 - 7,8
		E/BAÑO - LAVAR1(20 min)			Prueba de aire
PICKLE	60,0	AGUA	20		
	7,0	SAL		20 min.	Be° = 6,5 - 7
	1,2	ACIDO FORMICO(1:5)		30 min.	
	1,2	ACIDO FORMICO(1:5)		150 min.	pH = 3 T = 40 - 45°C
CURTIDO	3,0	CROMO		150 min.	
	0,5	TAUROL SE			
	0,12	TRICIDE 30E			
	3,5	CROMO		150 min.	Prueba de hervido
	0,4	TRUPOTAN MON		8 h.	(2 min)(42°C)
		E/BAÑO			pH = 3,8

RECETA DE LA CURTIEMBRE SAN PEDRO S. R. L.				
RECURTIDO (box - guante)				
PROCESO	%	PRODUCTO	TEMP.(°C)	TIEMPO
HUMECTACIÓN	150,0	AGUA	25	
	0,1	TENSOACTIVO		
	0,2	ÁCIDO FÓRMICO		30 min.
		E/BAÑO		
RECURTIDO CATIONICO	100,0	AGUA	25	
	1,0	ANILINA DE COLOR		30 min.
	1,8	CROMO		
	2,0	TRUPOTAN EH		40 min.
	2,0	TRUPOTAN NL		
	2,0	FORMIATO DE SODIO		1 h.
		E/BAÑO (LAVAR 1)10 min.		
RECURTIDO	50,0	AGUA	25	
	4,0	LEUCOTAN		30 min.
	4,0	R 7		
	3,0	TRUPOTAN GSX		
	3,0	TAUROL RC		
	2,0	SETAC CH		
	1,0	TRUPOTAN TD		
	1,0	ANILINA DE COLOR		1 h.
	50,0	AGUA		
	0,7	ÁCIDO FÓRMICO		30 min.
		E/BAÑO - LAVAR1(20 min.)		
	ENGRASE	100,0	AGUA	60
1,0		LTS		
4,0		FT 178		
4,0		ECO - 4		1 h.
0,7		ÁCIDO FÓRMICO		20 min.
		AÑO/LAVAR 1(10 min.)DESCAR		

ANEXO N° 03
CELDA PARA TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL POR
ELECTROCOAGULACIÓN



Figura 01: Diseño de la celda.

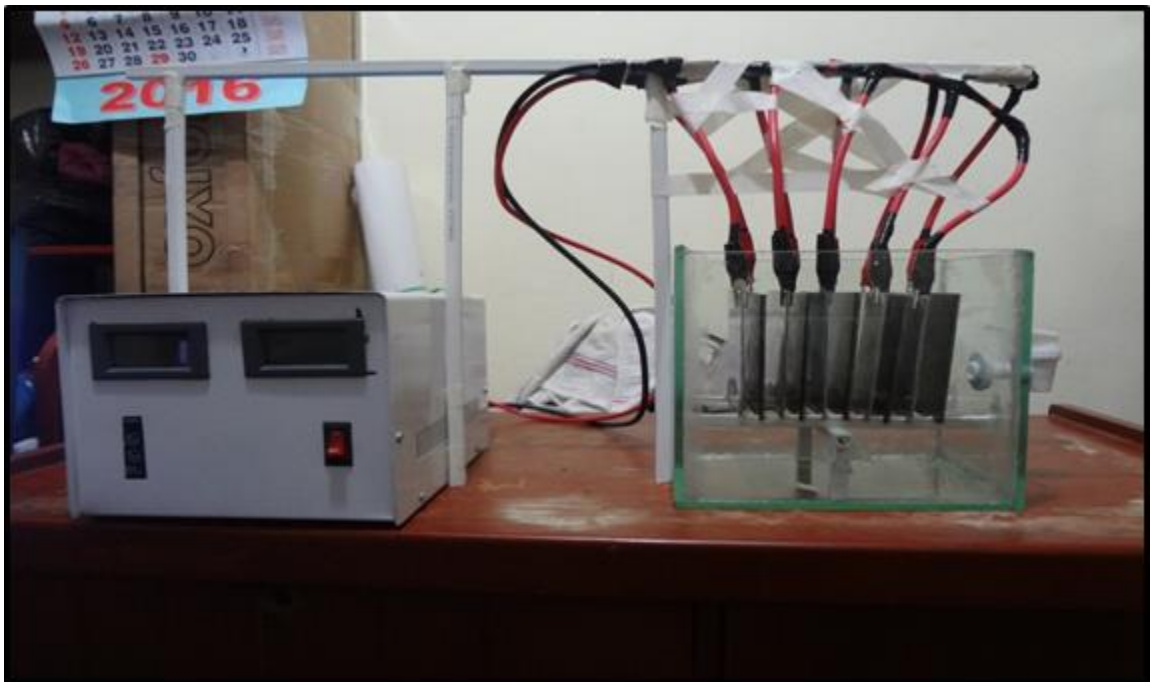


Figura 02: Sistema de electrocoagulación con electrodos de aluminio y Hierro antes de su funcionamiento.



Figura 03: Electroodos (liberación de oxígeno e hidrógeno).

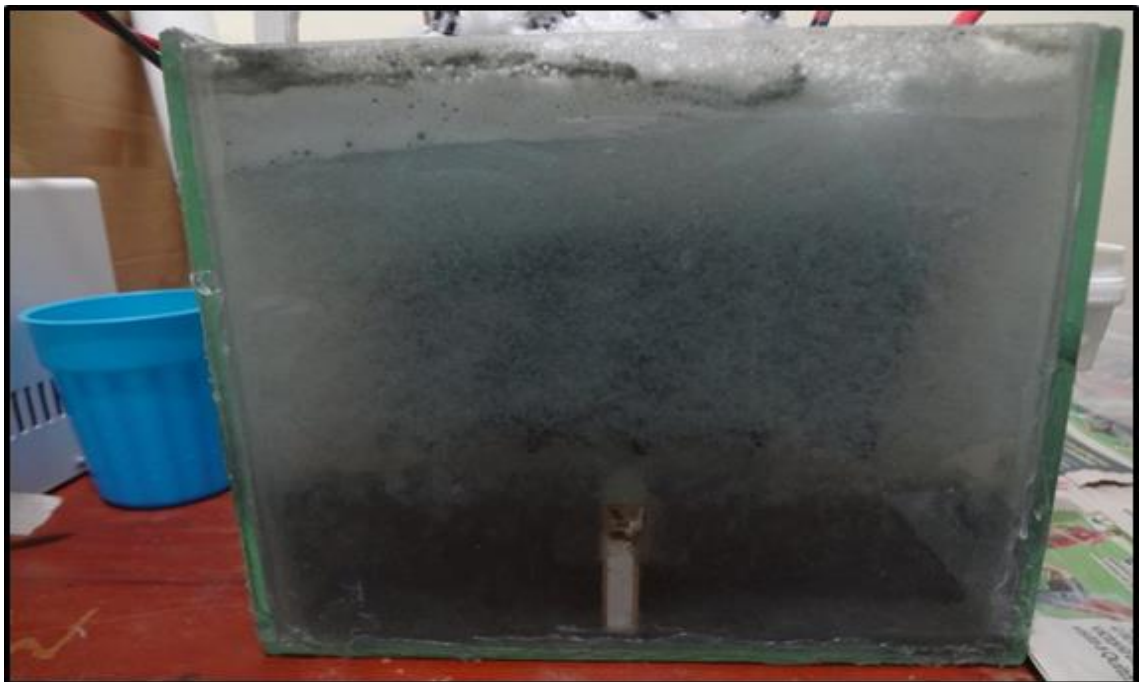


Figura 04: Agua tratada proveniente de la etapa de ribera, estado inicial.

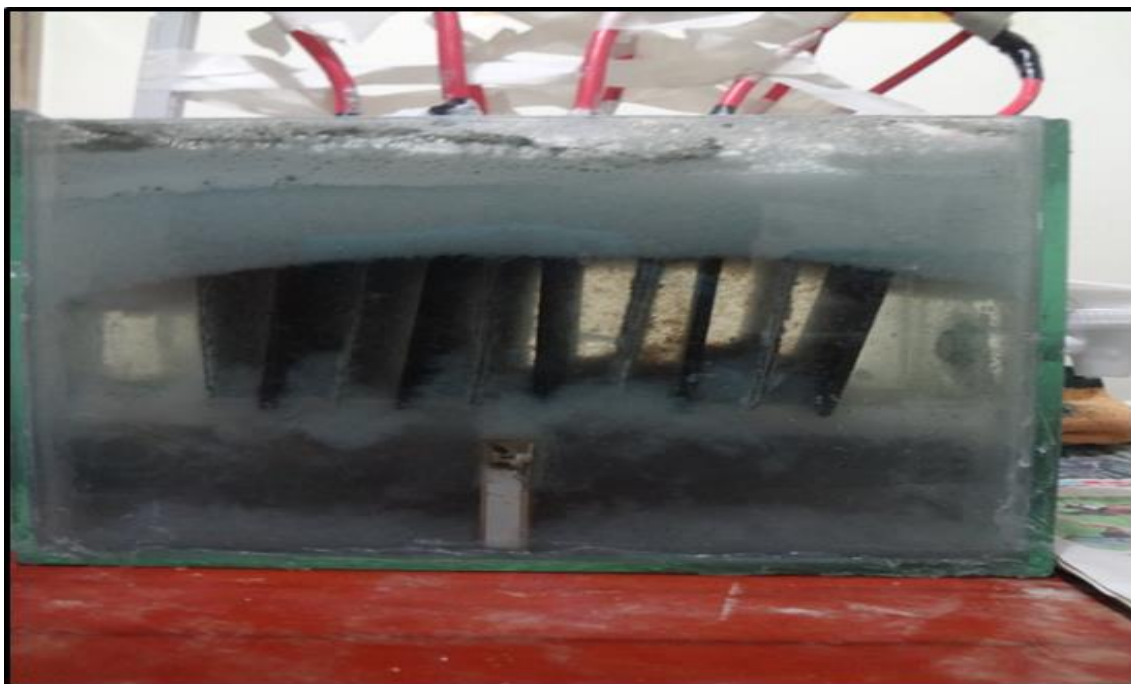


Figura 05: Tratamiento durante 15 minutos.



Figura 06: Tratamiento durante 20 minutos.