



**UNIVERSIDAD TECNOLOGÍA  
INDOAMERICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA  
INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

---

“ESTUDIO DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN EL PROCESO DE  
CURTIDO Y EL IMPACTO AMBIENTAL EN LA EMPRESA CURTIDURÍA  
HIDALGO”

---

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial.

**AUTOR**

Loor Mendoza Levi Michael

**TUTOR**

Ing. Naranjo Mantilla Olga Marisol, Mg.

**AMBATO – ECUADOR**

**2017**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación “ESTUDIO DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN EL PROCESO DE CURTIDO Y EL IMPACTO AMBIENTAL EN LA EMPRESA CURTIDURÍA HIDALGO” presentado por Levi Michael Loor Mendoza para optar por el título de Ingeniero Industrial.

### **CERTIFICO**

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y la evaluación por parte del Tribunal Examinador que se asigne.

Ambato, 19 de diciembre del 2017

---

Ing. Naranjo Mantilla Olga Marisol, Mg.

**TUTOR**

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos, personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

**Ambato, 19 de diciembre del 2017**

---

Loor Mendoza Levi Michael

C.I. 1803955978

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTO PARA LA CONSULTA,  
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA  
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Levi Michael Loor Mendoza, declaro ser autor del trabajo de titulación con el nombre “ESTUDIO DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN EL PROCESO DE CURTIDO Y EL IMPACTO AMBIENTAL EN LA EMPRESA CURTIDURÍA HIDALGO”, como requisito para optar al grado de INGENIERO INDUSTRIAL y autorizo al sistema de bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del repositorio institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitare la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este, trabajo acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los 19 días del mes de diciembre de 2017, firmo conforme:

Autor: Levi Michael Loor Mendoza

Firma:

Numero de cedula: 180395597-8

Dirección: Tungurahua, Ambato, Izamba

Correo electrónico: may\_kol7@hotmail.com

Teléfono: 032450950

## **APROBACIÓN TRIBUNAL**

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizado su impresión y empastado, sobre el Tema “ESTUDIO DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN EL PROCESO DE CURTIDO Y EL IMPACTO AMBIENTAL EN LA EMPRESA CURTIDURÍA HIDALGO”. Previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Ambato, 19 de Diciembre del 2017

---

Ing. María Belén Ruales Martínez Mg.  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

---

Ing. Ricardo Marcelo Mayorga Paredes Mg.  
VOCAL

---

Ing. Víctor Hugo Moreno Villega Mg.  
VOCAL

## **DEDICATORIA**

A Dios, por permitirme cumplir mis sueños, y siempre proveerme salud, bienestar y estar conmigo en cada paso, con su ayuda me ha puesto en mi camino a aquellos maestros que me han apoyado en mi formación académica y han sido de vital importancia en este tiempo de estudio y esmero.

A mis padres por su ayuda infinita y su apoyo incondicional en todas las decisiones que he tomado y siempre inspirándome para alcanzar esta formación profesional.

Loor Mendoza Levi Michael.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco de manera muy especial a la Universidad Tecnológica Indoamérica, a mi tutor Ingeniera Marisol Naranjo quien con su experiencia y conocimientos ayudo a la consecución exitosa de este proyecto.

A los maestros que estuvieron en mi formación académica de la facultad de ingeniería Industrial quienes con sus conocimientos, me supieron guiar hasta la culminación de la carrera.

Agradezco sobre todo a mis padres, que siempre estuvieron en todos los momentos que más lo necesitaba.

Gracias

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....	III
APROBACIÓN TRIBUNAL.....	V
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO .....	VII
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS .....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	X
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XI
ÍNDICE DE ANEXOS .....	XIII
RESUMEN EJECUTIVO .....	XIV
Introducción .....	1

## CAPITULO I

Antecedentes .....	5
Justificación.....	7
Objetivos .....	8
Objetivo general.....	8
Objetivos específicos.....	8

## CAPITULO II

### METODOLOGÍA

Área de estudio .....	9
Enfoque .....	9
Justificación de la metodología .....	10
Población y muestra .....	10
Aplicación de las técnicas para recolección de información.....	14



Aplicación de los instrumentos para recolección de información.....	14
Procedimiento para obtención análisis de datos .....	21

### CAPITULO III

#### DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Desarrollo de la investigación.....	23
Descripción de las actividades del proyecto .....	25
Balance de masa del proceso de curtido .....	41
Residuos generados .....	41
Priorización de riesgos ambientales exógenos .....	43
Identificación y evaluación de riesgos e impactos ambientales .....	45
Identificación de impactos ambientales .....	46
Resumen de la evaluación de impactos .....	50

### CAPITULO IV

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Residuos generados en el proceso de curtido .....	60
Caracterización de efluentes líquidos .....	61
Riesgos exógenos .....	62
Impactos significativos y no significativos .....	64
Contraste con otras investigaciones .....	69

### CAPITULO V

#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones .....	71
Recomendaciones .....	73
Bibliografía.....	74

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla No. 1</b> Unidades de Bombos de curtido de la empresa Curtiduría Hidalgo	<b>11</b>
<b>Tabla No. 2</b> Operacionalización de la Variable Independiente .....	<b>12</b>
<b>Tabla No. 3</b> Operacionalización de la Variable Dependiente .....	<b>13</b>
<b>Tabla No. 4</b> Matriz para calcular la magnitud e importancia de impactos ambientales .....	<b>19</b>
<b>Tabla No. 5</b> Rangos para la calificación de impactos ambientales .....	<b>20</b>
<b>Tabla No. 6</b> Tabla de recolección de información .....	<b>21</b>
<b>Tabla No. 7</b> Tabla de maquinaria de la empresa .....	<b>24</b>
<b>Tabla No. 8</b> Cantidad de residuos generados en el proceso de curtido .....	<b>42</b>
<b>Tabla No. 9</b> Cantidad de residuos generados en el proceso de curtido .....	<b>42</b>
<b>Tabla No. 10</b> Matriz de priorización de riesgos exógenos .....	<b>43</b>
<b>Tabla No. 11</b> Matriz de identificación de impactos .....	<b>47</b>
<b>Tabla No. 12</b> Matriz para hallar la magnitud de cada componente ambiental.....	<b>49</b>
<b>Tabla No. 13</b> Matriz para hallar la importancia de cada componente ambiental.	<b>50</b>
<b>Tabla No. 14</b> Matriz para calificar cada componente ambiental.....	<b>52</b>
<b>Tabla No. 15</b> Impactos significativos por componente ambiental .....	<b>53</b>
<b>Tabla No. 16</b> Matriz de priorización de riesgos ambientales significativos .....	<b>54</b>
<b>Tabla No. 17</b> Resumen de la caracterización de efluentes líquidos .....	<b>59</b>
<b>Tabla No. 18</b> Resumen de los impactos significativos y no significativos por componentes ambientales.....	<b>62</b>
<b>Tabla No. 19</b> Priorización de los riesgos significativos .....	<b>64</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura No. 1</b> Árbol del problema de investigación.....	<b>4</b>
<b>Figura No. 2</b> Matriz de Evaluación y Estimación de Riesgo .....	<b>17</b>
<b>Figura No. 3</b> Descripción del proceso de recepción .....	<b>25</b>
<b>Figura No. 4</b> Descripción del sub-proceso de remojo.....	<b>26</b>
<b>Figura No. 5</b> Descripción del sub-proceso de pelambre .....	<b>27</b>
<b>Figura No. 6</b> Descripción del proceso de descarnado .....	<b>27</b>
<b>Figura No. 7</b> Descripción del proceso de dividido.....	<b>28</b>
<b>Figura No. 8</b> Descripción del sub-proceso de desencalado.....	<b>29</b>
<b>Figura No. 9</b> Descripción del sub-proceso de purgado .....	<b>30</b>
<b>Figura No. 10</b> Descripción del sub- proceso de piquelado .....	<b>31</b>
<b>Figura No. 11</b> Descripción del sub-proceso de curtido.....	<b>32</b>
<b>Figura No. 12</b> Descripción del sub-proceso de rebajado .....	<b>32</b>
<b>Figura No. 13</b> Descripción del sub-proceso de recromado .....	<b>33</b>
<b>Figura No. 14</b> Descripción del sub-proceso de neutralizado .....	<b>34</b>
<b>Figura No. 15</b> Descripción del sub-proceso de recepción.....	<b>34</b>
<b>Figura No. 16</b> Descripción del sub-proceso de teñido .....	<b>35</b>
<b>Figura No. 17</b> Descripción del sub-proceso de engrasado .....	<b>36</b>
<b>Figura No. 18</b> Descripción del sub-proceso de secado .....	<b>36</b>
<b>Figura No. 19</b> Descripción del sub-proceso de estacado .....	<b>37</b>
<b>Figura No. 20</b> Descripción del sub-proceso de ablandado.....	<b>38</b>
<b>Figura No. 21</b> Descripción del sub-proceso de lijado .....	<b>38</b>
<b>Figura No. 22</b> Descripción del sub-proceso de estacado .....	<b>39</b>
<b>Figura No. 23</b> Descripción del sub-proceso de prensado.....	<b>40</b>
<b>Figura No. 24</b> Descripción del sub-proceso de saneado y medido .....	<b>40</b>

<b>Figura No. 25</b>	<b>Balance de masa del proceso de curtido .....</b>	<b>41</b>
<b>Figura No. 26</b>	<b>Residuos generados en el proceso y sub-proceso de curtido .....</b>	<b>41</b>
<b>Figura No. 27</b>	<b>Resumen de los residuos generados en cada sub-proceso .....</b>	<b>58</b>
<b>Figura No. 28</b>	<b>Resumen de los riesgos Exógenos .....</b>	<b>60</b>
<b>Figura No. 29</b>	<b>Resumen de los riesgos Exógenos .....</b>	<b>61</b>
<b>Figura No. 30</b>	<b>Resumen de los impactos significativos y no significativos por sub-procesos y operaciones logísticas.....</b>	<b>63</b>
<b>Figura No. 31</b>	<b>Resumen de la priorización de los riesgos significativos .....</b>	<b>65</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo No. 1</b>	<b>Bombos de curtido donde se realiza el proceso de curtido .....</b>	<b>76</b>
<b>Anexo No. 2</b>	<b>Almacenamiento de residuos sólidos y lodos del proceso .....</b>	<b>76</b>
<b>Anexo No. 3</b>	<b>Muestra para caracterización de residuos generados en el proceso</b>	<b>77</b>
<b>Anexo No. 4</b>	<b>Residuo generado en el sub-proceso de curtido ya precipitado .....</b>	<b>77</b>
<b>Anexo No. 5</b>	<b>Formulación estándar del proceso de curtido.....</b>	<b>78</b>

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA**  
**INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN**  
**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:** “ESTUDIO DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN EL PROCESO DE CURTIDO Y EL IMPACTO AMBIENTAL EN LA EMPRESA CURTIDURÍA HIDALGO”

**AUTOR:** Loor Mendoza Levi Michael

**TUTOR:** Naranjo Mantilla Olga Marisol, Mg.

**RESUMEN EJECUTIVO**

El siguiente estudio sobre “los residuos generados en el proceso de curtido y el impacto ambiental en la empresa Curtiduría Hidalgo” ubicada en la ciudad de Ambato, Provincia de Tungurahua, tiene como propósito cuantificar, e identificar los impactos que se ocasionan en el proceso de curtido para ofrecer posibles soluciones a los impactos ambientales identificados. La actividad curtidora de la empresa surgió como una necesidad para curtir pieles y ser utilizadas en marroquinería y calzado principalmente, esta actividad genera alto impacto ambiental por los procesos industriales e insumos utilizados. Se cuantificó la cantidad de residuos líquidos como sólidos, en cada proceso y sub-proceso, el sub-proceso de desencalado genera más residuos líquidos, 385 kg, por cada 65 pieles procesadas y el rebajado genera mayor cantidad de residuos sólidos, 137 kg por cada 65 pieles procesadas. Para la identificación de impactos se aplicó la matriz de Leopold simplificada, se evaluaron los sub-procesos de desencalado, purgado, piquelado, curtido y rebajado en el cual se identificaron en total 98 impactos de los cuales 29 son significativos y 69 no significativos. Con los resultados obtenidos se recomendó la implementación de tecnologías más limpias y el uso de insumos biodegradables así como la reutilización del recurso agua.

**Descriptor:** Curtiduría, Impacto ambiental, matriz de Leopold, residuos líquidos, residuos sólidos.

**INDOAMERICA TECHNOLOGICAL UNIVERSITY**  
**FACULTY OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY OF**  
**INFORMATION AND COMMUNICATION**  
**SCHOOL OF INDUSTRIAL ENGINEERING**

**THEME:** “Study of residues generated in the tanning process and the environmental impact in the company Curtiduría Hidalgo”

**AUTHOR:** Loor Mendoza Levi Michael

**ADVISOR:** Naranjo Mantilla Olga Marisol, Mg.

**ABSTRACT**

The following research is about “Study of residues generated in the tanning process and the environmental impact in the company Curtiduria Hidalgo” located in Ambato, Tungurahua Province. Its purpose is to quantify and identify the impacts that arise in the tanning process and to offer possible solutions to identify environmental impacts. The company’s tanner activity arose as a necessity to tan leather skin and that are used in leather goods and footwear. This activity produces high environmental impact due to the industrial processes and the supplies used. The amount of liquid residues was quantified as solid, in each process and sub-process. The undercutting process generates more liquid residues, 385 kg, for every 65 processed skins and the reduced generates more solid residues, 137 kg per 65, leather skin processed. The simplified Leopold matrix was applied for the impacts identifications, the delimiting, bating, pickling, tanned and reduced sub-process in which they were identified in total 98 impacts of which 29 are significant and 69 not significant. According to the obtained results in this research the implementation of cleaner technologies and the use of biodegradable inputs, as well as the reuse of water resources for a better product.

**KEYWORDS:** Tannery, environmental impact, Leopold's matrix, Environmental, liquid residues, and solid residues.

# INTRODUCCIÓN

Tema:

“ Estudio de los residuos generados en el proceso de curtido y el impacto ambiental en la empresa Curtiduría Hidalgo”

## **Introducción**

Los procesos industriales y actividades humanas, en general tienen por consecuencia la generación de residuos específicos, los cuales son constituidos por las diversas sustancias y de acuerdo con la naturaleza de las mismas, pueden ser potencialmente perjudiciales al ambiente y a la salud humana (Kraemer, 2013 pág. 2), por lo cual en los últimos tiempos la sociedad se ha visto en la obligación de impulsar al sector industrial en la búsqueda de soluciones para un problema que era colocado en segundo plano, la contaminación de una industrial nunca fue considerada en la fase de un planeamiento o proyecto, la variable ambiental no era llevada en cuenta en los balances de masa y energía de los procesos productivos y el costo debido a la pérdida de calidad ambiental no era considerado.

Las curtiembres generan en sus efluentes altas concentraciones de cargas contaminantes y de olores desagradables ocasionando elevado impacto ambiental, lo cual se hace pertinente la búsqueda de nuevas técnicas, estudios e innovaciones tecnológicas en equipamientos para las mejoras en la eficiencia del tratamiento de sus efluentes (Souza, 2007 pág. 1)

Según el Brazilian Leather Book, desde el 2008, Brasil es el segundo mayor país exportador y productor mundial de cueros, con 20.7% del mercado, en dicho país los residuos que contienen cromo son considerados residuos peligrosos,



clasificados como clase I, de acuerdo con la Associação Brasileira de Normas Técnicas, residuos sólidos, classificação, 1987, (ABNT NBR 10.004) y deben ser dispuestos en lugares especiales, Esto se aplica a los residuos del raspado y cortes del wet-blue semi-acabados, y acabados y los lodos generados en las plantas de tratamiento (Cooper, y otros, 2011 pág. 14) .

Por lo cual empresas curtidoras de Brasil se han visto en la necesidad de buscar soluciones de reaprovechamiento de aguas de curtido, por el contenido que presentan en los baños al terminar el proceso, así como el impacto que ocasiona, y sus usos que se pueden obtener, como resultado han obtenido diversos usos como, reutilización de aguas de curtido en los siguientes procesos, recuperación de los lodos de curtido mediante un tratamiento físico, químico, primero con la precipitación del cromo con la adición de un agente alcalino, y posteriormente en ese lodo precipitado se realiza una mezcla con un ácido fuerte para así obtener nuevamente sulfato básico de cromo y utilizarlo en los procesos productivos, esta técnicas se optimizan la producción en empresas curtidoras y se minimiza los impactos generados.

El curtido de pieles con sales de cromo es el método más empleado en el Ecuador, generalmente el cromo utilizado en el procesamiento del cuero está en la forma de sulfato básico de cromo ( $\text{CrOHSO}_4$ ) y es analizado en la forma de óxido de cromo.

Actualmente ningún agente curtiente es capaz de substituir completamente el sulfato básico de cromo en la producción de toda la gama de artículos con calidad, costo de fabricación, y facilidad de ejecución similar. (Sanmarco, y otros, 2006 pág. 15)

Curtiduría Hidalgo viene realizando actividades de curtiembre en la ciudad de Ambato desde 1993, con la nueva constitución reformada en el año 2008, y conforme a la normativa ambiental vigente, curtiduría Hidalgo obtuvo la licencia ambiental para sus actividades industriales, y actualmente se realizan las auditorías ambientales.

La empresa ha realizado modificaciones profundas en la mentalidad gerencial en relación al manejo de residuos generados, con sistemas instalados, existe la aplicación de tecnología para minimizar el impacto generado por la empresa, cuenta con un sistema de tratamiento primario, el cual consiste en la oxigenación de las aguas residuales, así como la precipitación de sólidos suspendidos para la separación de líquido con los sólidos existentes, estos procesos minimizan en gran medida la descarga de efluentes líquidos hacia el sistema de alcantarillado, a pesar de los tratamientos realizados los sólidos contenidos aun generan impacto negativo a ser enviados al relleno sanitario, en gran medida porque contienen elevadas cantidades de residuos de cromo, por tal razón es objeto de estudio los residuos generados en el proceso de curtido que generan gran cantidad de cromo.

## Árbol del problema

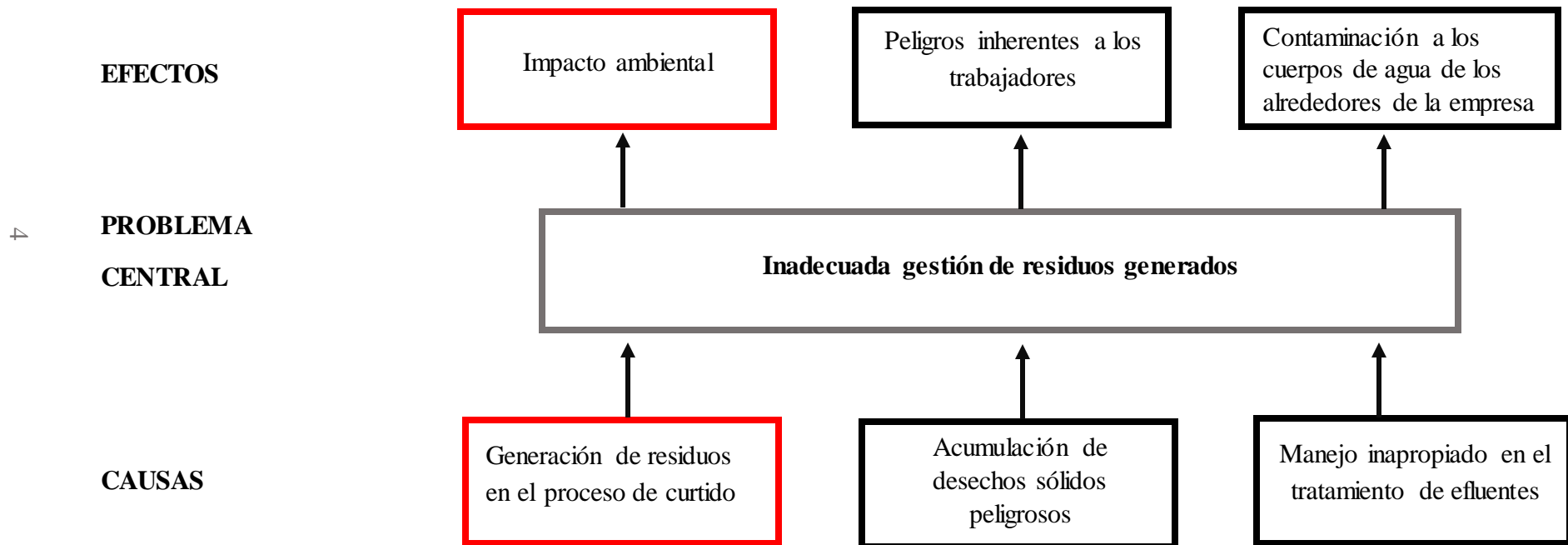


Figura 1. Árbol del problema de investigación  
Elaborado por: Michael Loor

## CAPITULO I

### **Antecedentes**

En los repositorios de bibliotecas virtuales, en la universidad Central del Ecuador, Universidad Federal Do Rio Grande Do Sul (Brasil) y Universidad de Manizales (Colombia), se encontró que existen temas con cierta similitud al presente estudio, de los cuales se hace mención a continuación:

En el proyecto de tesis realizado por Álvaro P (2013), con el tema ‘análisis técnico ambiental del proceso de la curtiduría serrano de la ciudad Ambato y diseño de la planta de tratamiento de las Aguas residuales’. Se realiza un estudio sobre los desechos que genera la curtiduría Serrano, así como las posibles disposiciones que puede tener para evitar una excesiva acumulación de efluentes, que son enviados al relleno sanitario, los residuos generados en mayor cantidad son, los polvos de cueros y raspado, en los resultados de laboratorio del agua de descarga del bombo de curtido, indican que la cantidad de cromo total es de 3564 mg/L, lo cual hace que este efluente sea adecuado para reciclarlo en un nuevo lote de curtido.

Como se observó existe un amplio estudio hacia los efluentes del proceso de curtido y alternativas de solución al problema de acumulación de residuos.

En el proyecto de tesis realizado por Bianca Mella. (2013), con el tema: ‘Remoção do cromo de banhos residuais de curtimento através de precipitação química e electrocoagulação’, se realiza una precipitación del cromo mediante un proceso físico-químico, con la adición de un agente alcalino, que precipita los lodos de cromo, y por consiguiente la adición de un ácido fuerte para obtener nuevamente sulfato básico de cromo que es el compuesto para la reutilización del proceso de curtido, y utilizando el método de electrocoagulación, usando electrodos de

aluminio a 3 voltios y 110 minutos de procedimiento. Se consiguió una remoción del 99.74%, y una cantidad de 5.3 mg/L de Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, en el efluente final. El efluente tratado se reutilizó en el proceso de curtido, obteniendo la misma calidad del cuero y pH del agua, de esta forma se optimizó el proceso de forma económica, con la disminución de insumos como el cromo, y evitando la contaminación medio ambiental con la minimización del volumen de los lodos que son enviados al relleno sanitario. En estudios realizados en otros países como Brasil se observa que exista un amplio estudio hacia los residuos que se generan en las curtiembres, se profundiza los posibles usos y la reutilización de los efluentes generados para mitigar los impactos generados por los residuos generados en el proceso de curtido.

En el proyecto de tesis realizado por Nidia O (2013), con el tema “Recuperación y reutilización de cromo de las aguas residuales del proceso de curtido de curtiembres de san Benito (Bogotá), mediante un proceso sostenible y viable tecnológicamente”. Se estudió la minimización de la contaminación ambiental por el residuo de cromo, se optimizó la empresa con la reducción de costos de producción y operación, se redujo el contenido de cromo del agua residual del proceso de curtido en 99,9 % desde una concentración promedio de 2.475 mg/L hasta niveles inferiores a 1,0 mg/L, y al implementar el proceso implicaría un ahorro de \$11.163,9 (pesos colombianos o 3.73 dólares americanos) por cada lote de 100 pieles tratadas. En el análisis de los residuos del proceso de curtido y su reutilización, se llega a una factibilidad óptima en cuestión ambiental y producción más limpia.

## **Justificación**

El presente proyecto técnico tiene un **impacto** positivo, del tipo productivo y ambiental, productivo porque al realizar el estudio de los residuos generados se puede optar por una mejor gestión de los recursos e insumos químicos que se involucran en el proceso productivo de curtido, y ambiental porque se comprueba el impacto que este genera al ser desechado en el relleno sanitario.

El estudio técnico tiene su **importancia** porque incita a otras empresa a buscar soluciones ambientales e integrar a las industrias a obtener los 3 sistemas de gestión que son ambiental, calidad y seguridad, que son las exigencias de los últimos tiempos por cuerpos legales y por ende para continuar siendo competitivos en el mercado.

Es de **utilidad teórica**, porque presenta valores referenciales al momento de ser aplicados a cualquier tipo de empresa curtidora, además de poseer un enfoque direccionado en la gestión productiva y ambiental, con la aplicación de métodos y técnicas específicas.

El proyecto de estudio dejará como **beneficiarios** directos a la empresa, en el área productiva, pues se obtendrá conocimiento sobre los residuos generados en el proceso de curtido y sus posibles usos, en el área ambiental, con la normativa vigente del Ecuador se asegura una gestión que podrá minimizar los impactos ocasionados por la curtiembre, proporcionando una correcta gestión a un compuesto que es llevado al relleno sanitario. Se beneficiaran a los lectores que tengan interés en el tema y puedan fomentar a futuros investigadores en la gestión de residuos industriales.

El presente estudio, exige un trabajo de campo, existe la **factibilidad** para realizarlo porque se dispone del conocimiento suficiente de parte del investigador en el campo de área ambiental y manejo de residuos de igual manera se cuenta con la experiencias de estudio en Servicio Nacional de Aprendizaje Industrial Centro Tecnológico del Cuero (SENAI CT COURO), así como los recursos necesarios

tanto económicos, tecnológicos y bibliografía especializada de Brasil; contando además con las facilidades de la empresa para tener acceso a la información como hojas de producción, fórmulas de curtido, fichas técnicas de los productos a ser estudiados.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Realizar el estudio de los residuos generados en el proceso de curtido y su impacto ambiental en la empresa Curtiduría Hidalgo

### **Objetivos específicos**

- Cuantificar los residuos generados en el proceso de curtido, mediante análisis técnico de los cueros procesados.
- Determinar el impacto ambiental, generado por los residuos del proceso de curtido.
- Plantear alternativas de solución para los residuos que generan mayor impacto ambiental.

## **CAPITULO II METODOLOGÍA**

### **Área de estudio**

<b>Dominio:</b>	Tecnología y Sociedad
<b>Línea de investigación:</b>	Medio ambiente y gestión de riesgo
<b>Campo:</b>	Ingeniería Industrial
<b>Área:</b>	Residuos generados en el Proceso de Curtido
<b>Aspecto:</b>	Impacto ambiental
<b>Objeto de estudio:</b>	Residuos generados en el Proceso de Curtido e impacto ambiental
<b>Periodo de análisis:</b>	Enero a junio de 2017

### **Enfoque**

El enfoque del presente estudio es tanto cualitativo como cuantitativo.

En el enfoque cualitativo, tiene como objetivo describir las cualidades del proceso de curtido, así como la descripción de los procesos y subprocesos que ocurren en esta etapa para determinar cuáles son las entradas y salidas de los insumos utilizados, obteniendo los residuos generados en las diversas etapas y dar un direccionamiento según el impacto que ocasionen al medio ambiente.

En el enfoque cuantitativo, una vez determinado los residuos que se generan en el proceso de curtido se cuantifican, en que cantidad son generados y proporcionar datos estadísticos de producción de salidas de residuos y determinar, en qué



cantidad generan impacto ambiental, su magnitud, importancia y direccionamiento al momento de mitigar los impactos generados por tales residuos.

### **Justificación de la metodología**

El proyecto de estudio es de campo, ya que la información recopilada se toma directamente de la empresa, que en este caso es del área de proceso de curtido.

El presente estudio presenta documentación bibliográfica, debido a que en su elaboración se utiliza información especializada de; tesis, libros, proyectos a nivel nacional así como de Brasil y Colombia que son países que se encuentran en ventaja sobre estudios para el tratamiento de residuos y mitigación de impactos ambientales producidos por curtiembres, de igual manera la literatura nacional nos ayuda con la recopilación de información sobre los sistemas de producción a nivel nacional de las curtiembres para así correlacionar la información y adaptarla a nuestro medio.

Se aplica investigación del tipo correlacional, porque su aplicabilidad es de orden ambiental y productivo, existe una estrecha relación al analizar los impactos generados por un proceso productivo, comprobando su impacto ambiental.

Se aplica investigación de tipo explicativa, debido a que generan un sentido de entendimiento en el manejo de residuos industriales y sus posibles usos.

### **Población y muestra**

El trabajo de investigación, se realiza en la curtiembre ‘‘Curtiduría Hidalgo’’, ubicada en la ciudad de Ambato. El proceso seleccionado es el mismo que se ejecuta en el área de producción de bombos de curtido.

La población y muestra se considera el proceso de curtido, de la misma se obtiene los datos de generación de residuos en cada etapa del proceso.

El proceso de curtido se lleva a cabo dos veces por semana en los dos bombos que tienen una capacidad de 1100 Kg cada bombo.

Para realizar el muestreo, se considera tomar datos de los residuos generados de los procesos de curtido, una vez por mes, se lo realiza de esta forma ya que empresa proporciona la recolección de datos una vez por mes, por motivos de paros de producción los datos se los obtendrá durante 6 meses.

**Tabla 1:** Unidades de Bombos de curtido de la empresa Curtiduría Hidalgo

<b>UNIDADES DE BOMBOS CURTIDORES</b>		
<b>DETALLE</b>	<b>NUMERO</b>	<b>Capacidad (Kg)</b>
Bombos de curtido	2	1100

**Elaborado por:** Michael Loor

## Variables

Variable independiente: Residuos generados en el proceso de curtido

**Tabla 2:** Operacionalización de la Variable Independiente

Conceptualización	Dimensión	Indicadores	Interrogantes de la investigación	Técnicas	Instrumentos
<u>Conjuntos de procesos</u> destinados a satisfacer las demandas del cuero para cumplir una <u>función requerida</u> . Estas actividades <u>generan residuos</u> en el proceso de curtido	<u>Conjuntos de procesos</u>	Número de procesos productivos	¿La empresa tiene historial de procesos productivos?	Análisis	Hojas de producción
		Número de pieles procesadas con capacidad al 100% (1100Kg)	¿Existe detalle del número de pieles que se procesan?	Análisis	Hojas de registro de pieles compradas
	<u>Función requerida</u>	Número de pieles curtidas con capacidad al 100%	¿Se tiene un registro del número de pieles curtidos?	Análisis	Hojas de producción de pieles curtidas
		Cantidad de residuos generados al 100% de capacidad de producción	¿La empresa posee la cantidad de residuos que genera en el proceso de curtido?	Cuantificación Análisis de las hojas de producción	Hojas de registro de residuos generados  Ficha del proceso de curtido
	<u>Generación de residuos</u>				

Elaborado por: Michael Loor

## Variables

Variable Dependiente: Impacto ambiental

**Tabla 3:** Operacionalización de la Variable Dependiente

Conceptualización	Dimensión	Indicadores	Interrogantes de la investigación	Técnicas	Instrumentos
Es el efecto que producen los procesos productivos de curtido que generan residuos y ocasionan <u>impacto ambiental alterando el entorno en un tiempo determinado</u>	<u>Impacto ambiental</u>  <u>Alteración del entorno</u>  <u>Tiempo determinado</u>	Tipos de impactos ocasionados  Número de impactos ocasionados  Tipo de ambiente alterado  Tiempo de aparición de impactos ambientales	¿Qué tipos de impactos ocasiona?  ¿Número de impactos positivos como negativos?  ¿De qué forma se altera el ambiente?  ¿En qué tiempo aparecen los efectos?	Aplicación de matriz de Leopold  Aplicación de matriz  Análisis comparativo con norma ambiental Ecuatoriana	Matriz de Leopold Simplificada  Matriz de evaluación y riesgos ambientales  Matriz de caracterización de residuos

Elaborado por: Michael Loor

## **Aplicación de las técnicas para recolección de información**

**Análisis.-** Curtiduría Hidalgo realiza sus procesos productivos con la utilización de hojas de producción en la cual se describe las pieles a ser procesadas los insumos utilizados y los tiempos de producción por lo cual, se seleccionaran seis hojas de producción una por mes durante los meses de enero a junio para tomar información de los procesos productivos que se realizan durante ese tiempo y tener un valor estimado de producción mensual.

**Cuantificación.-** Se realiza pesando las pieles antes y después de cada etapa del proceso de curtido, de igual forma se determinan las entradas y salidas de los insumos utilizados para cuantificar los residuos generados en relación a la producción que se realiza durante los seis meses.

**Normativa ambiental.-** La normativa ambiental Ecuatoriana se basa en los parámetros del TULSMA (Texto Unificados de legislación secundaria del ministerio del ambiente), se realizara una comparación de los parámetros establecidos, con los parámetros hallados en la caracterización de los residuos generados en el proceso de curtido.

## **Aplicación de los instrumentos para recolección de información**

**Hojas de producción.-** En las hojas de producción se observan los insumos utilizados en el proceso de curtido, así como el número de pieles que ingresan y que se relacionan con el porcentaje de insumos a utilizarse.

**Matrices.-** Para determinar los tipos de impactos que ocasiona, el número de impactos y en qué forma altera al ambiente se hace uso de matrices, a continuación se detallan las áreas de influencia donde ocasionarían impacto los residuos generados en el proceso de curtido.

A continuación se describe la metodología para la generación de la Matriz de Evaluación y Estimación de Riesgo.

## **Determinación de áreas de influencia**

### **Área de Influencia Directa (AID)**

El Área de Influencia Directa se basa en las características físicas, bióticas y socioeconómicas-culturales susceptibles a impacto por las actividades de la producción de la empresa curtidora.

El área de influencia directa se determinó de acuerdo a los siguientes criterios:

- Presencia de áreas ecológicamente sensibles (suelos, recursos hídricos, remanentes boscosos y fauna) alrededor de la zona del proyecto.
- Percepción de impactos relacionados con las actividades de la empresa (olores, atracción de vectores)
- Establecimientos humanos

### **Área de Influencia Indirecta (AII).**

El Área de Influencia Indirecta se considera la zona donde los impactos importantes tienen menos probabilidad de ocurrencia.

## **Determinación de Áreas Sensibles**

Las áreas determinadas como áreas sensibles en cada componente se describen a continuación:

### **Sensibilidad Física (SF)**

El área donde se desarrolla las actividades de la empresa, no presenta características naturales.

### **Sensibilidad biótica (SB)**

Se refiere al grado de alteración del lugar donde se encuentra la empresa y su alrededor, no se evidencian especies bióticas de importancia faunística.

### **Análisis de Riesgos Ambientales Exógenos (ARAE)**

Es el análisis de los riesgos ambientales que podrían producirse por factores exógenos

## **Metodología**

Para el reconocimiento de impactos ambientales se usó la matriz de riesgos, en función de los factores exógenos que puedan involucrar riesgos a la curtiduría y las actividades que pueden verse afectadas, a partir de 2 aspectos principales para realizar el análisis de los riesgos encontrados:

**La Probabilidad:** La posibilidad de suceso del riesgo; esta puede ser medida con criterios de frecuencia o tomando en cuenta la presencia de factores externos e internos que pueden propiciar el riesgo, aunque no se haya presentado (Gomez, 1996 pág. 6).

**Las Consecuencias:** Sucede cuando el impacto que puede ocasionar se materializo del riesgo. Se realiza un Análisis cualitativo usando las descripciones del proceso para presentar la magnitud de consecuencias potenciales y la posibilidad de ocurrencia (Gomez, 1996 pág. 5).

Se usa la escala de medida cualitativa de las PROBABILIDADES, se califica los siguientes niveles:

**Alta:** Sucede cuando es muy factible que el hecho se llegara a presentarse, tendría un alto impacto sobre la entidad.

**Media:** Es factible que el hecho pueda presentarse.

**Baja:** Es muy poco probable que el hecho se presente.

El mismo diseño se utiliza para la escala de medida cualitativa de CONSECUENCIA, con siguientes categorías:

**Extremadamente dañino:** Si el hecho se presentar tendrá un impacto muy fuerte

**Dañino:** Si el hecho llegara a ocurrir tendrá un medio impacto en la empresa o entidad.

**Ligeramente dañino:** Si el hecho llega a presentarse tendrá un mínimo impacto en la empresa.

Al relacionar PROBABILIDAD y CONSECUENCIA se obtiene la calificación del RIESGO, como lo establece el siguiente cuadro resumen:

		Consecuencias		
		Ligeramente Dañino LD	Dañino D	Extremadamente Dañino ED
Probabilidad	Baja B	Riesgo trivial T	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO
	Media M	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I
	Alta A	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I	Riesgo intolerable IN

**Figura 2.** Matriz de Evaluación y Estimación de Riesgo  
**Fuente.** Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo (INSHT)-España

### Descripción de Impactos Ambientales

A continuación se describe de forma general los impactos producidos por componentes ambientales.

#### Aire

Presencia de malos olores, en los subprocesos de desencalado por la reacciones de los insumos utilizados, por la presencia de sales amoniacales y gases sulfurosos que producen olores desagradables, en el subproceso de curtido los olores presentes por la presencia de ácidos como sulfúrico y fórmico, el sub-proceso de rebajado del cuero que genera material particulado.

#### Ruido

El ruido se produce durante todo el día, por la presencia de los bombos de curtido, la fuente del ruido son los engranes, este ruido es continuo durante todo el día que se realiza el proceso de curtido, las maquinarias como la raspadora se encarga de rebajar el cuero, produce ruido en pequeños intervalos de tiempo.

#### Agua

Las actividades productivas en el proceso de curtido generan aguas residuales de alta carga contaminante, en el sub-proceso de desencalado y purga se generan aguas residuales con altas cargas de residuos de sulfuro, y oxido de calcio con un pH entre



8-12, en el subproceso de piquelado y curtido, se generan aguas residuales que contienen ácidos, sales, con un pH entre 2-4. En el sub-proceso de rebajado no se genera aguas residuales.

### **Suelo**

Los residuos que se producen en el rebajado, contienen cromo que se pueden oxidar en cromo VI y ser altamente cancerígeno por oxidación, lo cual en contacto con el suelo pueden ocasionar contaminación.

### **Recursos**

El proceso de curtido consume agua en todos sus sub-procesos, dos bombos de curtido y la rebajadora.

El combustible (diésel) utilizado en el caldero es utilizado para generar vapor de agua que se utiliza para calentar el agua necesaria para realizar de forma adecuada los procesos productivos de curtido.

### **Salud**

La calidad de vida puede verse comprometida por los olores del sub-proceso de desencalado y purga, que pueden generar vapores de ácido sulfhídrico altamente tóxicos para el ser humano, de igual forma el contacto con los ácidos que puede ocasionar graves quemaduras.

### **Seguridad**

El riesgo es latente para el personal que opera en el área de producción del proceso de curtido, por la operación de las maquinarias, riesgo a golpes, lesiones, atascamientos, ahogamientos y atascamiento en la maquinaria de rebajado.

### **Economía**

Todas las actividades del proceso de la curtiduría generan fuentes de trabajo que dinamiza la economía, debido a la contratación de personal.

## **Evaluación de Impactos Ambientales**

### **Metodología para Evaluar los Impactos Ambientales**

Para la identificación y evaluación de impactos ambientales se utilizó la Matriz de Leopold simplificada, que permite identificar las interacciones que ocurren en los procesos productivos entre las acciones (eje horizontal) y los factores ambientales (eje vertical) (Moya, 2015 pág. 117).

Se procede a calificar los impactos de acuerdo extensión, intensidad y duración para calcular la magnitud; de igual forma se calificó impactos de acuerdo a su reversibilidad, extensión y riesgo para calcular la importancia de acuerdo a los siguientes criterios:

**Tabla 4:** Matriz para calcular la magnitud e importancia de impactos ambientales

Variable	Símbolo	Carácter	Valor
<b>Para la Magnitud (M)</b>			
INTENSIDAD	I	Alta	3
		Moderada	2
		Baja	1
EXTENSIÓN	E	Regional	3
		Local	2
		Puntual	1
DURACIÓN	D	Permanente	3
		Temporal	2
		Periódica	1
<b>Para la Importancia (I)</b>			
REVERSIBILIDAD	R	Irrecuperable	3
		Poco recuperable	2
		Recuperable	1
RIESGO	G	Alto	3
		Medio	2
		Bajo	1
EXTENSIÓN	E	Regional	3
		Local	2
		Puntual	1

**Fuente:** Estudio de Impacto Ambiental Ex Post de las actividades de Curtiduría Hidalgo

**Elaborado por:** Michael Loor

Para calcular la magnitud, se ponderó los criterios:

Peso del criterio de intensidad (i): 0.40

Peso del criterio de extensión (e): 0.40

Peso del criterio de duración (d): 0.20

$$M = (i \times 0.40) + (e \times 0.40) + (d \times 0.20)$$

Para calcular la importancia, se ponderó los criterios:

Peso del criterio de extensión (e): 0.40

Peso del criterio de reversibilidad (R): 0.35

Peso del criterio de riesgo (q): 0.25

$$I = (e \times 0.40) + (R \times 0.35) + (q \times 0.25)$$

Una vez calculadas la magnitud y la importancia, se calculó la severidad del impacto, multiplicando los dos factores:

$$S = M \times I$$

Para la calificación, se tomó en cuenta los siguientes rangos:

**Tabla 5:** Rangos para la calificación de impactos ambientales

<b>Escala de valores estimados</b>	<b>Severidad del impacto</b>
1.0 – 2.0	Bajo
2.1 – 3.6	Medio
3.7 – 5.3	Alto
5.4 – 9.0	Crítico

**Fuente:** Curtiduría Hidalgo  
**Elaborado por:** Michael Loor

### **Impacto Crítico**

Si el impacto se encuentra en este rango, significa que el impacto ocasionado por la curtiduría es irreversible, y en muy pocas ocasiones reversible, para lo cual se necesita un al índice técnico, para mitigarlo o minimizarlo.

### **Impacto Alto**

Si el impacto se encuentra en este rango indica que el impacto se presenta a corto plazo, ocasionado en el proceso de curtido, para repararlo se necesita involucramiento técnico y la inversión es considerable para disminuirlo o mitigarlo.

### **Impacto Medio**

Cuando el impacto se encuentra en este rango, puede ser evitado y controlado con pequeñas regulaciones, no produce daños irreversibles en la curtiembre ni en su entorno a corto plazo.

### **Impacto Bajo**

Cuando el impacto es bajo, es adecuado para describir la actividad analizada, se encuentra dentro de límites aceptables y no pone en peligro el entorno lo cual se auto depura con facilidad.

Con los datos obtenidos, se procede a elaborar la matriz de Leopold, que nos proporcionara las acciones en la operación de la Curtiembre, tanto con el sub-proceso que más genera impacto negativos, con el fin de tomar en cuenta dicho sub-proceso para mitigar, controlar, o disminuir el impacto producido, de igual forma para analizar los impactos positivos generados para potenciarlos (Moya, 2015 pág. 118).

### **Procedimiento para obtención análisis de datos**

**Tabla 6:** Tabla de recolección de información

<b>PREGUNTAS BÁSICAS</b>	<b>EXPLICACIÓN</b>
<b>1. ¿Para qué?</b>	Para llegar a los objetivos de la investigación
<b>2. ¿De qué personas u objetos?</b>	De los residuos generados en el proceso de curtido
<b>3. ¿Sobre qué aspectos?</b>	Ambientales, productivos, impactos ambientales ocasionados

<b>PREGUNTAS BÁSICAS</b>	<b>EXPLICACIÓN</b>
<b>4. ¿Quién, quienes?</b>	Investigador
<b>5. ¿Cuándo?</b>	Enero a Junio (2017)
<b>6. ¿Dónde?</b>	Empresa Curtiduría Hidalgo de la ciudad de Ambato
<b>7. ¿Cuántas veces?</b>	Una vez por mes
<b>8. ¿Qué técnicas de recolección?</b>	Análisis, Cuantificación y observación
<b>9. ¿Con que?</b>	Muestras de producción
<b>10. ¿En qué situación?</b>	Operación normal

**Elaborado por:** Michael Loor

### **Hipótesis**

En el presente estudio no es necesario la verificación de hipótesis ya que para determinar si el proceso de curtido genera o no impacto ambiental, se basa en la caracterización de los residuos generados, y si los valores analizados se encuentran o no dentro de los parámetros establecidos por la ley de gestión ambiental ecuatoriana.

## **CAPITULO III**

### **DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

Curtiduría Hidalgo realiza el proceso productivo de cueros y pieles curtidas, en todas las etapas del proceso la curtiembre posee cuatro procesos: Ribera, Curtido, Teñido y Terminado.

La empresa produce actualmente un mensual de 1200 pieles, desde ribera hasta terminado, el proceso comienza con las pieles frescas o saladas hasta la aplicación del terminado, expedición y venta, tal proceso dura alrededor de 15 días laborables, por lo cual semanalmente se procesan alrededor de 300 pieles.

A continuación en las siguientes tablas se muestran las máquinas con la que cuenta la empresa.

**Tabla 7:** Tabla de maquinaria de la empresa

<b>MAQUINARIA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>USO</b>
<b>Bombo de pelambre</b>	1	Bombo de madera donde se lleva el proceso de remojo y pelambre
<b>Bombos de curtido</b>	2	Bombo de madera donde se realiza los sub-procesos de lavado, desencalado, purga, piquel y curtido
<b>Bombos de teñido</b>	2	Bombo de madera donde se realiza los sub-procesos de Lavado, cromado, neutralizado, recurtido, teñido y engrasado
<b>Descarnadora</b>	1	Máquina mecánica que ejerce presión hidráulica que permite retirar el tejido subcutáneo de la piel sin pelo
<b>Divididora</b>	1	Máquina mecánica, cuenta con una cuchilla que permite separar la piel descarnada en la capa superior (flor) de la capa inferior (camaza)
<b>Rebajadora</b>	1	Máquina que permite igualar el grosor del cuero
<b>Fulminosa</b>	1	Maquina mecánica que permite retirar la capa flor del cuero
<b>Mollisa</b>	1	Máquina mecánica que permite suaviza el cuero mediante cabezales
<b>Pigmentadora con túnel desecado</b>	1	Maquina mecánica que permite pintar la superficie del cuero con el uso de pistolas hidráulicas
<b>Roller</b>	1	Máquina mecánica que permite pintar la superficie del cuero con la ayuda de rodillos
<b>Compresor de pistón</b>	1	Máquina que inyecta aire comprimido a las pistolas utilizadas en la producción
<b>Caldero</b>	1	Equipo de combustión que permite la transformación del agua a estado gaseoso. Para los procesos productivos en fase húmeda
<b>Toogling</b>	1	Maquina mecánica que permite retirar la elasticidad del cuero
<b>Prensa</b>	1	Maquina hidráulica que permita grabar la superficie del cuero de diferentes formas
<b>Medidora</b>	1	Maquina electrónica que permite medir el área del cuero
<b>Abatanadora</b>	1	Bombo de madera con mallas metálicas que permite ablandar el cuero mediante efecto mecánico de golpeo
<b>Filtro compactador</b>	1	Equipo que permite la retirada del pelo en el proceso de pelambre

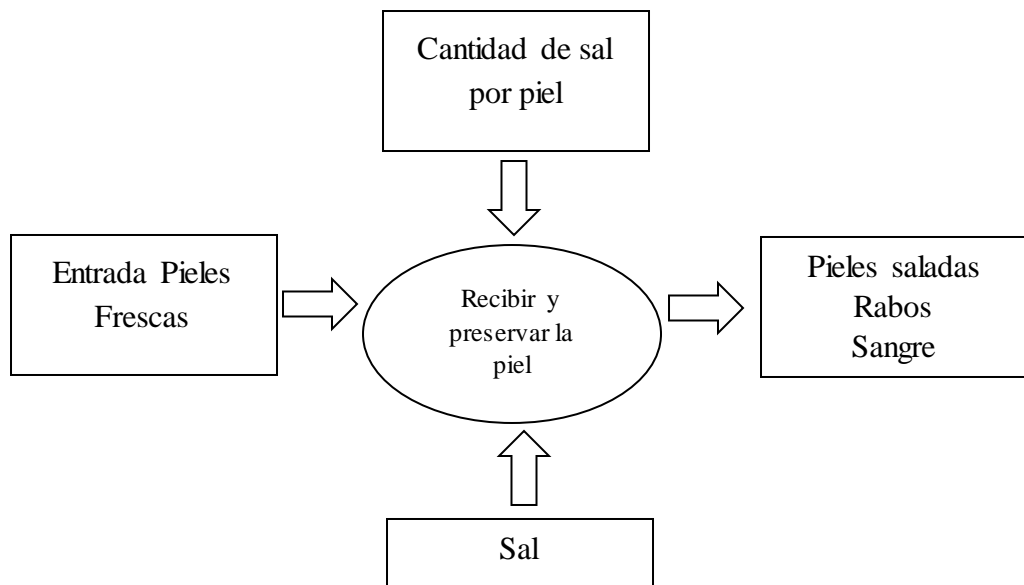
**Elaborado por:** Michael Loor

## DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO

El proceso productivo de Curtiduría Hidalgo empieza con la recepción de las pieles hasta su terminado final, pasando por los cuatro macro procesos, Ribera, Curtido, Teñido y terminado, a continuación se describe cada etapa del proceso en una producción promedio de 130 pieles, con un peso promedio de 17 kg/por piel.

### Recepción de las pieles

Para la recepción de las pieles, se envía al chofer de la empresa a retirar las pieles de los camales destinados, para traer las pieles frescas, una vez llegada a la empresa se procede a retirar rabos, tetas, y partes que no sirven para el producto final, una vez retirado estos elementos se procede a colocar sal por encima de la piel, con el objetivo de preservarla por un plazo promedio de 15 días, para comenzar con el proceso de remojo.



**Figura 3:** Descripción del proceso de recepción  
**Elaborado por:** Michael Loor

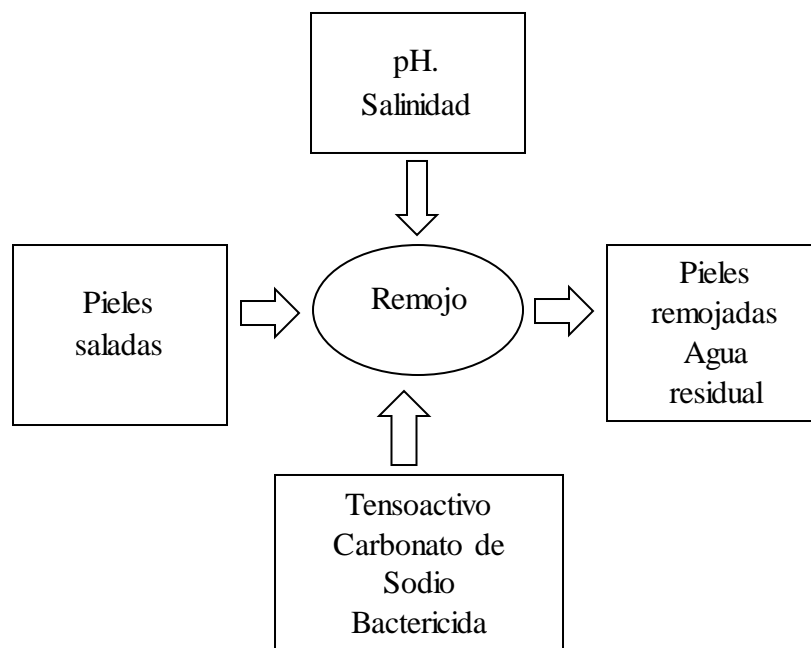
### Proceso de Ribera

El proceso de ribera empieza con el sub-proceso de remojo y termina con pelambre



### Sub-proceso de Remojo

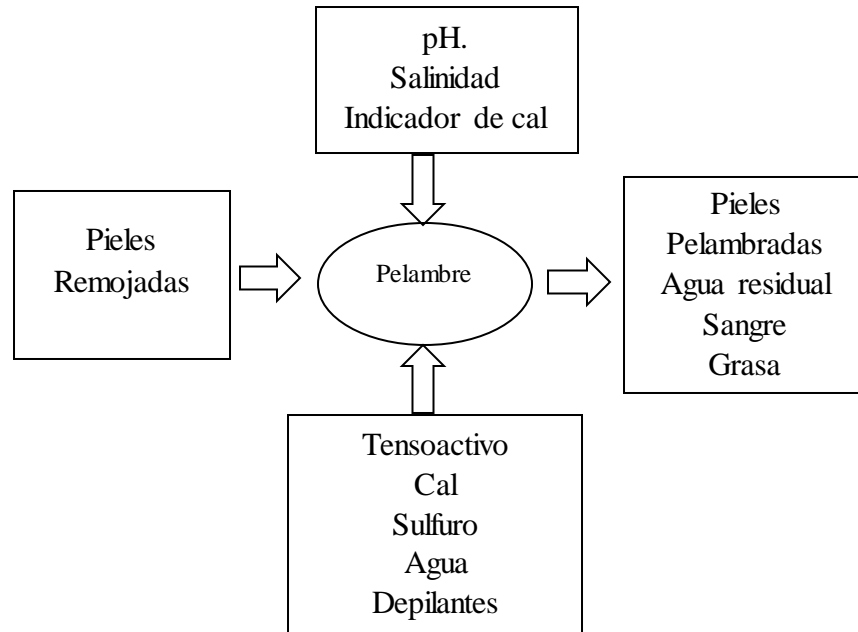
Para dar comienzo al sub-proceso de remojo se pesan las pieles saladas, las fórmulas utilizadas para tratar a la piel se basan en el peso, en promedio se pesan de 100 a 150 pieles, dependiendo del tamaño, de forma general el bombo de pelambre tiene una capacidad máxima de 2500kg, y gira a una velocidad alrededor de 4RPM, una vez ingresada las pieles al bombo se realiza el proceso con el uso de agua, tensoactivo, carbonato de sodio, bactericida, dependiendo del estado de resequead del cuero el proceso puede durar de 6 a 8 horas, el objetivo de este proceso es rehidratar la piel, subir el pH y eliminar la grasa natural del cuero.



**Figura 4:** Descripción del sub-proceso de remojo  
**Elaborado por:** Michael Loor

### Sub-Proceso de Pelambre

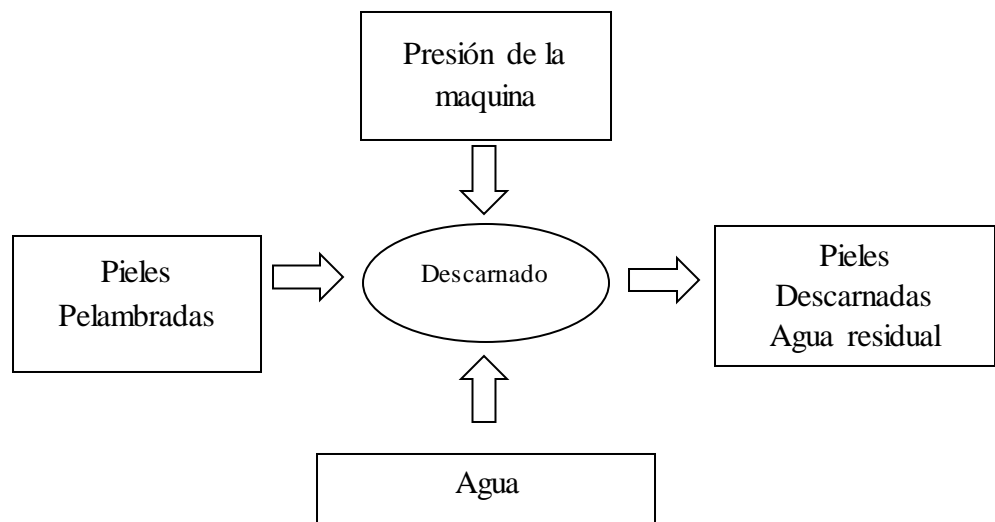
Una vez remojadas las pieles, se procede a realizar el pelambre para lo cual es necesario que la piel se encuentra con el pH y salinidad correcta, en esta etapa se utiliza insumos como; cal, sulfuro, depilantes, tensoactivos y agua, con el objetivo de retirar el pelo de la piel, e hincharla de forma homogénea para abrir las fibras dérmicas de las mismas, para la posterior difusión de los insumos químicos utilizados en los procesos posteriores.



**Figura 5:** Descripción del sub-proceso de pelambre  
**Elaborado por:** Michael Loor

### Descarnado

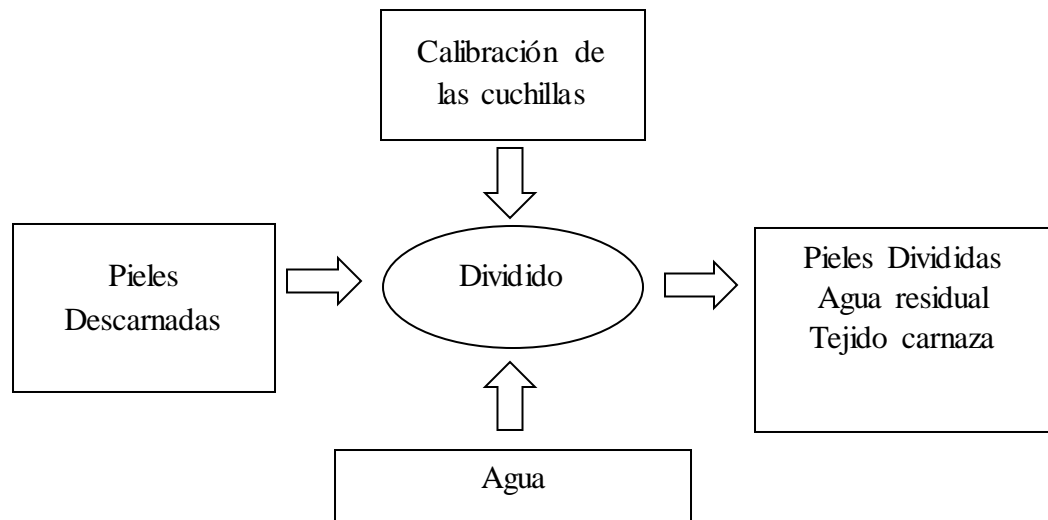
El descarnado es una operación mecánica, en la cual se separa la capa subdérmica o hipodermis de la piel, mediante la ayuda de cuchillas que realizan esta operación, el objetivo es eliminar esta capa indeseable del cuero, el principal residuo generado es la grasa del animal y es enviado al relleno sanitario.



**Figura 6:** Descripción del proceso de descarnado  
**Elaborado por:** Michael Loor

## Dividido

El dividido es una operación mecánica la cual se encarga de dividir la piel, y regular el grosor mediante el corte transversal, la parte que contiene la flor es la parte prioritaria para la empresa curtidora, mientras que lo restante llamado carnaza es enviada como subproducto a una empresa dedicada a la elaboración de huesos comestibles caninos



**Figura 7:** Descripción del proceso de dividido  
**Elaborado por:** Michael Loor

## Proceso de Curtido

El proceso de curtido engloba los sub-procesos de; desencalado, purga, piquel y curtido, el objetivo de este proceso es transformar la piel (material putrescible), en cuero (material imputrescible), mediante el uso de cromo, la base para la fabricación de los compuestos de cromo destinados a la aplicación en la industria del cuero es la cromita, que puede ser encontrada en varias partes del mundo. La cromita pura es negra y calcinándola por oxidación alcalina se obtiene los cromatos, que generan prácticamente todos los compuestos de cromo entre ellos los curtientes. (Barronio, 2009) (Ver Anexo 1: Bombos de curtido donde se realiza el proceso de curtido).

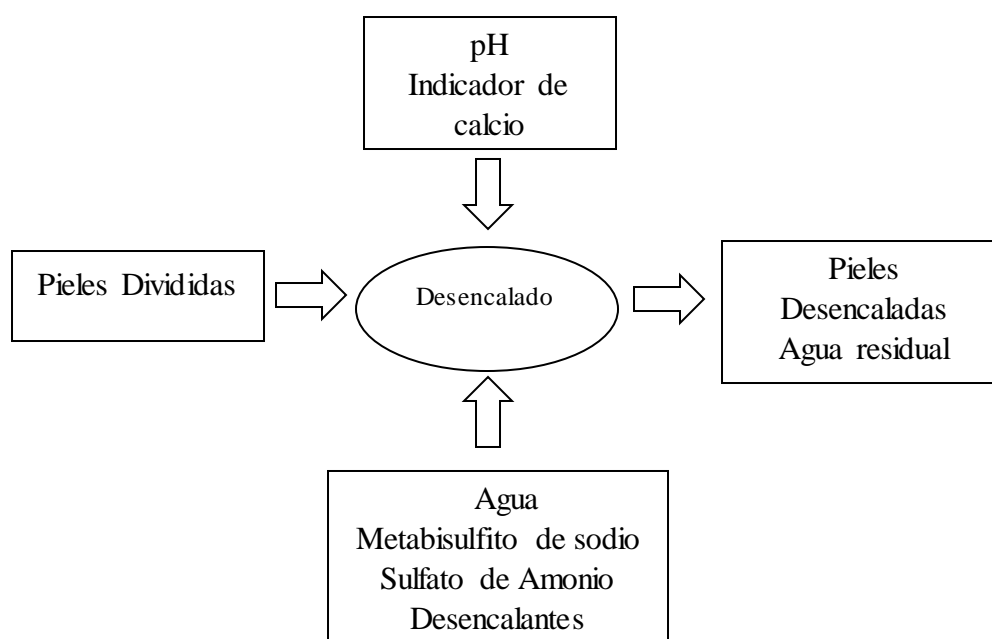
### Sub-proceso de Desencalado

El sub-proceso de desencalado, tiene como objetivo retirar la cal que se encuentra en el cuero, desengrasar las pieles, y bajar el pH, para su posterior sub-proceso, para

lo cual se hace uso de sales de amonio, meta bisulfito de sodio, tensoactivos y descalcantes a base de ácidos orgánicos débiles.

El purgado tiene como objetivo eliminar las proteínas no colágenas, incluyendo algunas raíces de pelos remanentes en la piel, a fin de mejorar la textura del cuero. El purgado se realiza mediante el tratamiento de las pieles con enzimas pancreáticas y/o bacterianas, a fin de que la piel esté idealmente constituida de solo proteína colágena.

El proceso de descalcado dura 1 hora, en un baño al 80% de agua, y luego viene el proceso de purgado en el mismo baño durante 30 minutos, para posterior descargar y realizar un lavado únicamente con agua al 100%.

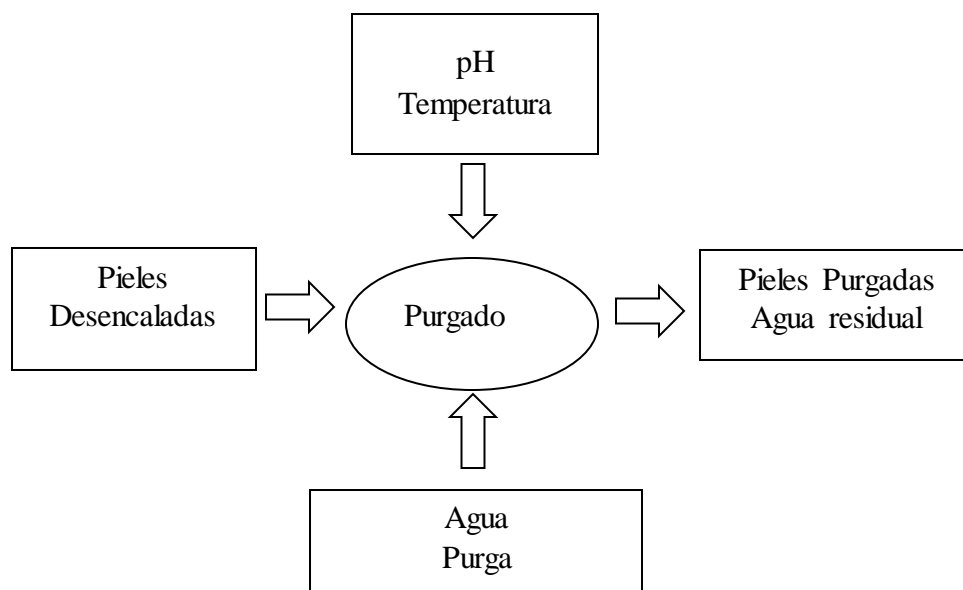


**Figura 8:** Descripción del sub-proceso de descalcado  
**Elaborado por:** Michael Loor

### **Sub-proceso de Purgado**

El sub-proceso de purgado tiene como objetivo la eliminación de proteínas no colágenas. El empleo de purgas pancreáticas es lo más común en la industrial del curtido de pieles bovinas. El páncreas presenta principios activos que son las enzimas. Los preparados de purga, son obtenidos por el molido del páncreas, de bovinos, ovinos o suinos (HOINACKI, 1994 pág. 289).

La purga tiene un gran poder de acción hidrolisante sobre las proteínas de la piel, reaccionando energéticamente. Esto provoca una mejor extracción del bulbo debido a la flor que queda con la estructura más abierta, proporcionando así una mayor limpieza de la piel.

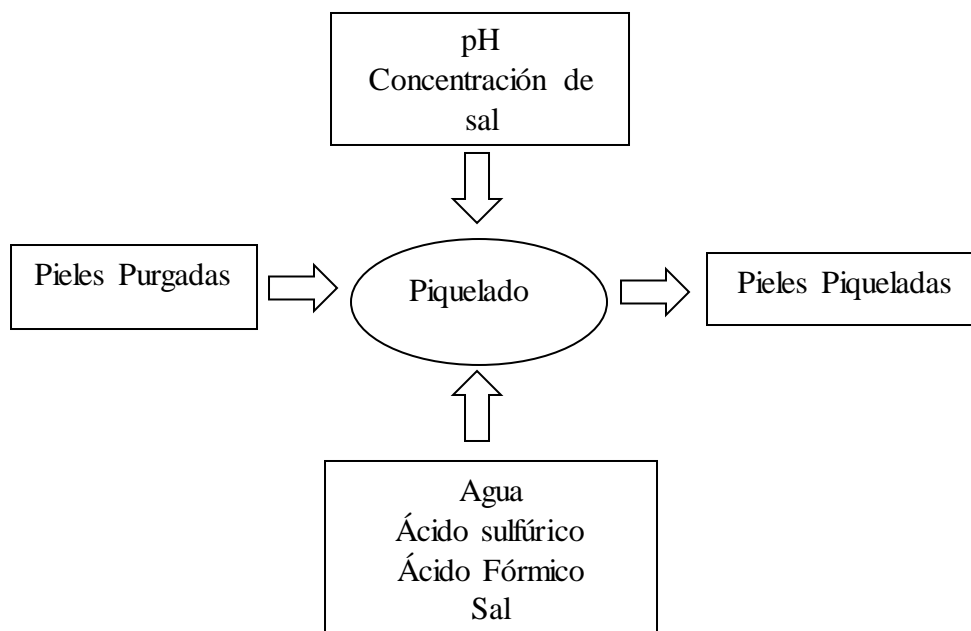


**Figura 9:** Descripción del sub-proceso de purgado  
**Elaborado por:** Michael Loor

### **Sub-proceso de Piquelado**

El piquelado es un proceso salino-ácido que se realiza en pieles previamente desencaladas y purgadas, preparándolas para el proceso posterior que es el curtido. Se prepara las fibras de colágeno, bajando el pH, para una fácil difusión del agente curtiente, el cual se fija suavemente a la proteína, sin perjudicar la flor ni las propiedades físicas del cuero. Durante el piquelado, ocurre también la complementación del proceso de desencalado y la interrupción de la actividad enzimática del proceso de purga. (Barronio, 2009 pág. 78)

Para el sub-proceso se emplea agua, ácido fórmico, ácido sulfúrico y sal principalmente.



**Figura 10:** Descripción del sub- proceso de piquelado

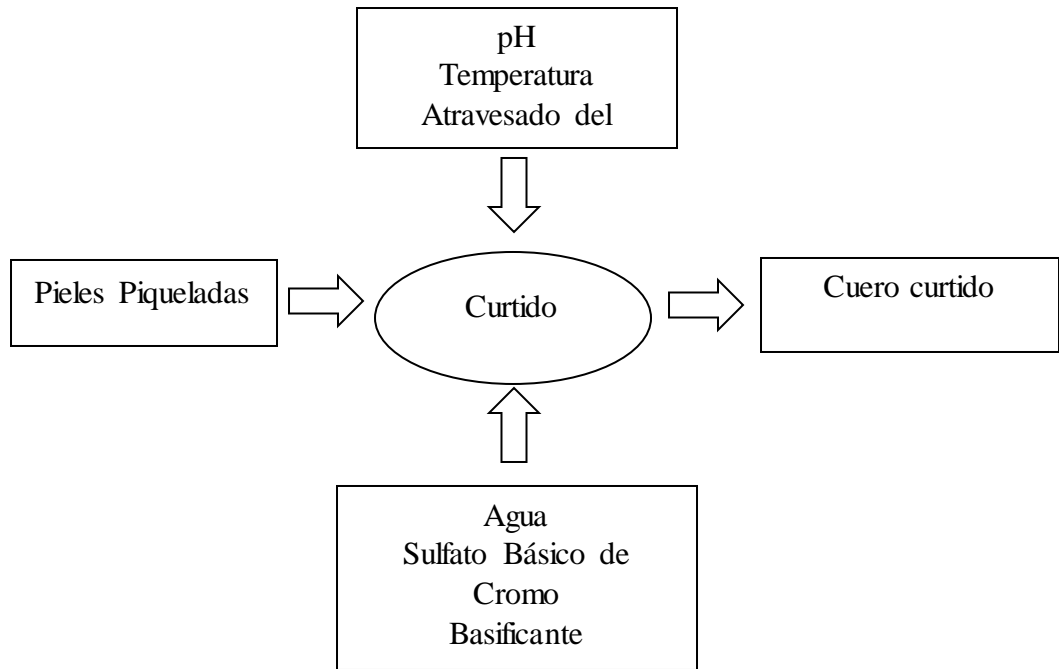
**Elaborado por:** Michael Loor

### **Sub-proceso de curtido**

El descubrimiento del cromo como curtiente es atribuida al alemán Knaoo que en 1858, publico el artículo “Naturaleza del curtido y del cuero”, la acción curtiente del cromo trivalente. Fue alrededor de 1884, que el cromo fue introducido como curtiente a escala industrial, a través de Schultz. (Barronio, 2009 pág. 119).

En 1893, en américa, Dennis introdujo el curtido con cloruro básico de cromo trivalente, cuyo objetivo principal es empleado hasta los días de hoy.

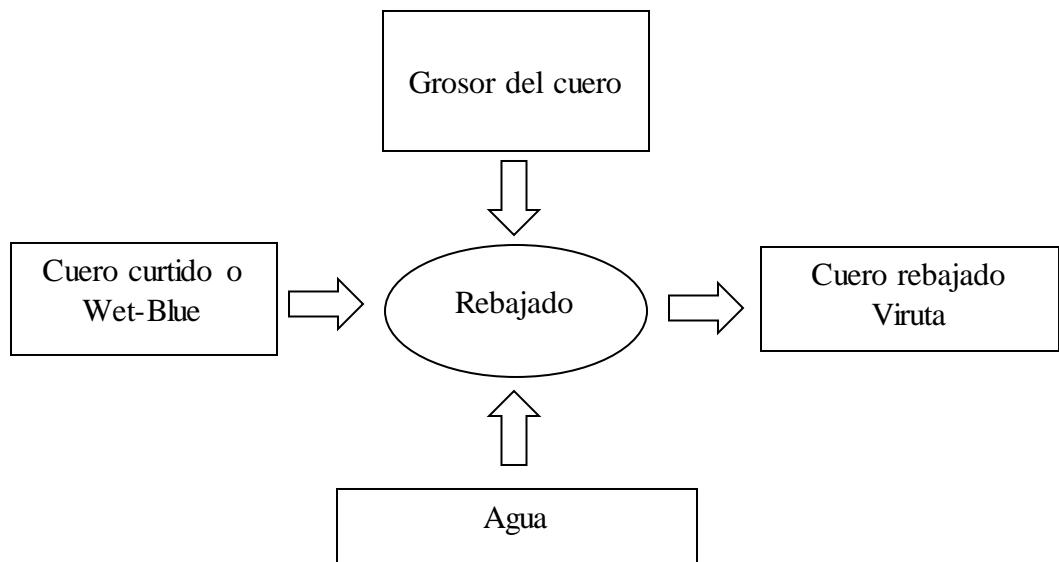
Actualmente, se emplea el sulfato básico de cromo como curtiente (que es un sal acido), que presenta mayor poder curtiente que el cloreto, además de eso se busca modificar la acción curtiente del cromo a través de la presencia de radicales ácidos. En el sub-proceso se emplea sulfato básico de cromo, formiato de sodio y basificante (Dióxido de magnesio).



**Figura 11:** Descripción del sub-proceso de curtido  
**Elaborado por:** Michael Loor

### **Rebajado**

El rebajado consiste en igualar el grosor del cuero hasta lo solicitado por el cliente, mediante el uso de maquinaria que posee cuchillas rotatorias, el residuo generado se llama viruta (ver Anexo 2: Almacenamiento de residuos sólidos y lodos del proceso).



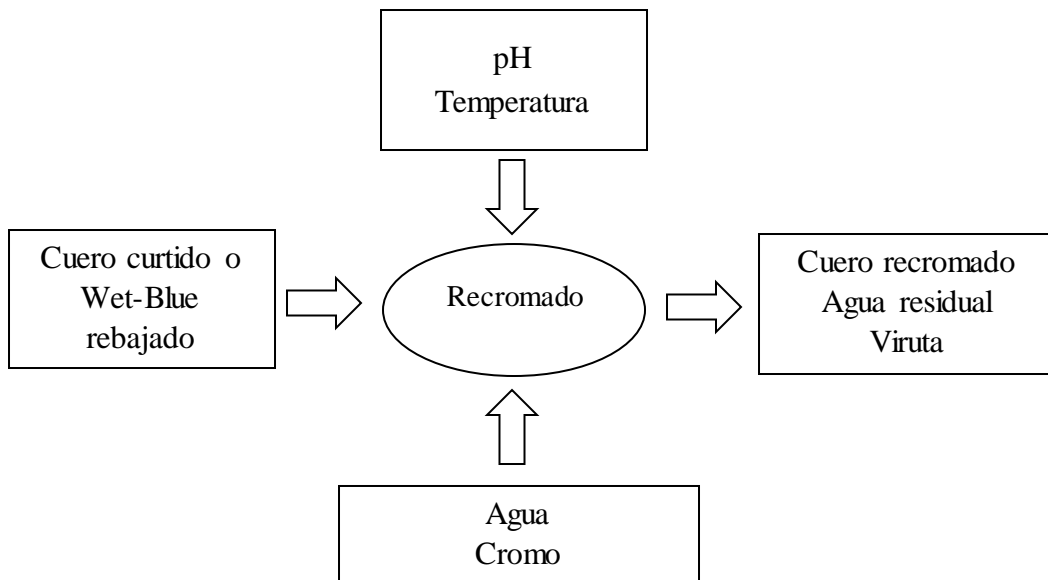
**Figura 12:** Descripción del sub-proceso de rebajado  
**Elaborado por:** Michael Loor

### Proceso de teñido

El proceso de tenido engloba los sub-procesos de recromado, neutralización, recurtido, teñido, engrasado y secado, su objetivo es proporcionar al cuero las características deseadas por el cliente como, color, suavidad, firmeza de flor, elasticidad.

### Sub-proceso de Recromado

El sub-proceso de recromado tiene la finalidad principal de homogenizar los lotes de cueros de diferentes proveedores o diferentes procesos, además de proveer al cuero mejor uniformización en el teñido, cueros mal curtidos, completar la curticion, y aumentar las resistencias físico mecánicas del cuero. (Moreira, y otros, 2003 pág. 181), el insumo más utiliza es el sulfato básico de cromo.

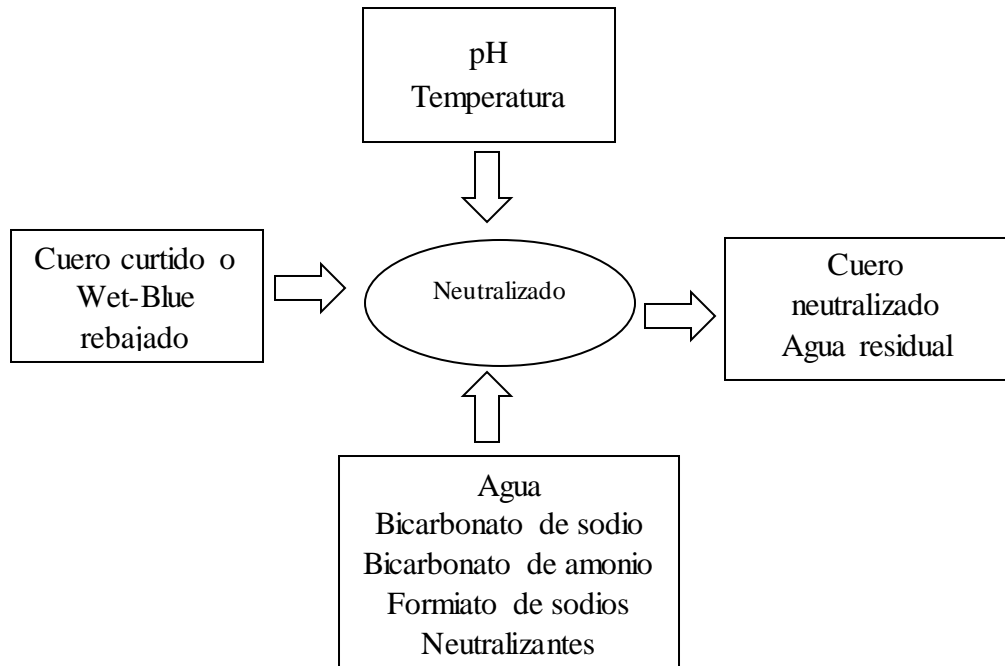


**Figura 13:** Descripción del sub-proceso de recromado  
**Elaborado por:** Michael Loor

### Sub-proceso de Neutralizado

El objeto del neutralizado es disminuir el carácter catiónico del cuero al cromo para posibilitar la penetración de los agentes recurtientes. Colorantes y engrasantes anionicos. (Moreira, y otros, 2003 pág. 187). Para realizar este proceso es necesario utilizar sales básicas como, formiato de sodio, bicarbonato de amonio, bicarbonato de sodio o neutralizantes comerciales que van elevar el pH. Y cambiar el carácter anionico del cuero.

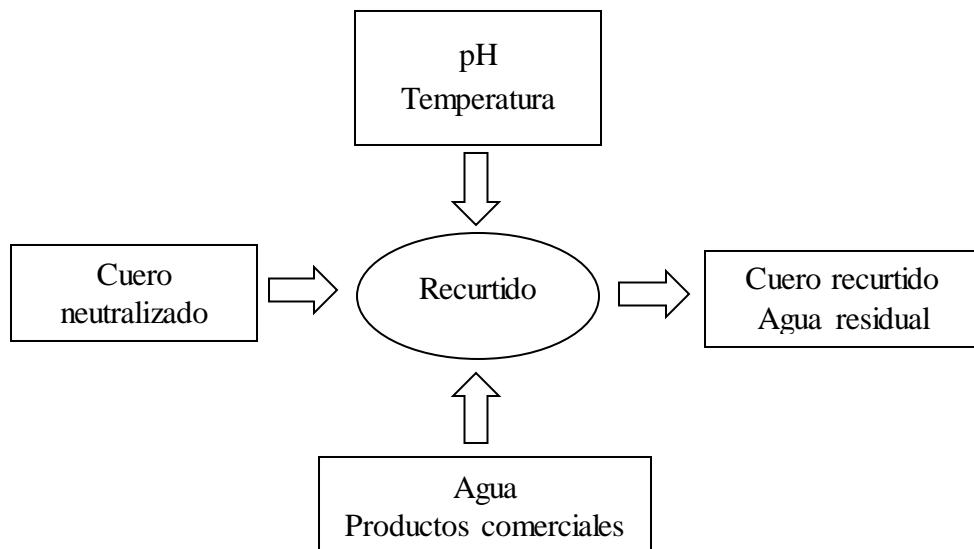




**Figura 14:** Descripción del sub-proceso de neutralizado  
**Elaborado por:** Michael Loor

### Sub-Proceso Recurtido

El objetivo del recurtido es proporcionar al cuero las características de llenado, resistencia, físico mecánicas, hinchamiento, lisura de flor, Elasticidad, y obtener un cuero homogéneo en toda su superficie, para esta sub-proceso es necesario el uso de productos comerciales, como taninos vegetales, resinas acrílicas, polímeros, rellenanates sintéticos.

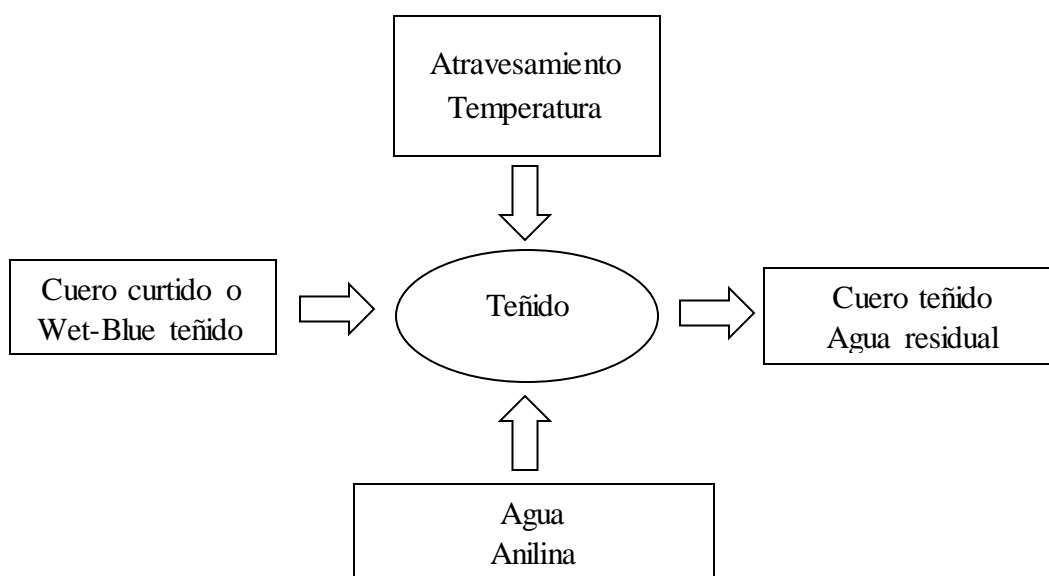


**Figura 15:** Descripción del sub-proceso de recepción  
**Elaborado por:** Michael Loor

### Subproceso de Teñido

El teñido tiene por finalidad dar color al cuero, la tonalidad de los colores está basado en el triángulo de los colores primarios, amarillo, azul y rojo. La molécula del colorante es formada por un grupo cromoforo, responsable por el color y otro auxocromo responsable por la fijación del colorante en el cuero (Moreira, y otros, 2003 pág. 189).

Para el teñido se utiliza colorantes ácidos de carga anionica, para atravesar la estructura del cuero y fijarlos con ácido fórmico.

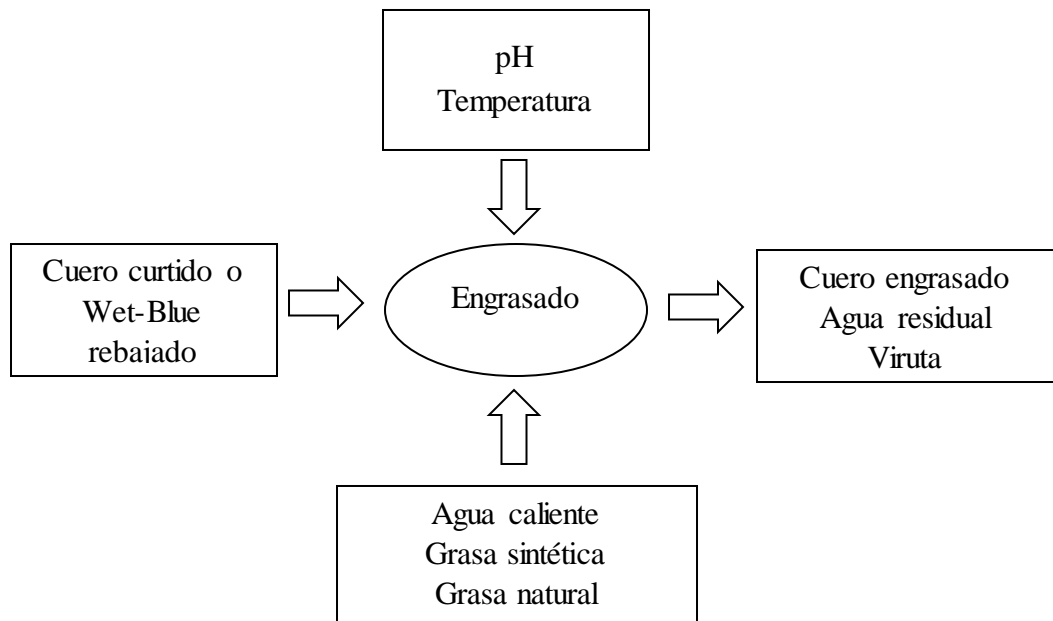


**Figura 16:** Descripción del sub-proceso de teñido  
**Elaborado por:** Michael Loor

### Engrasado

Es el proceso que garantiza la lubricación de la estructura fibrosa, a través de materiales con características grasosas (Moreira, y otros, 2003 pág. 191).

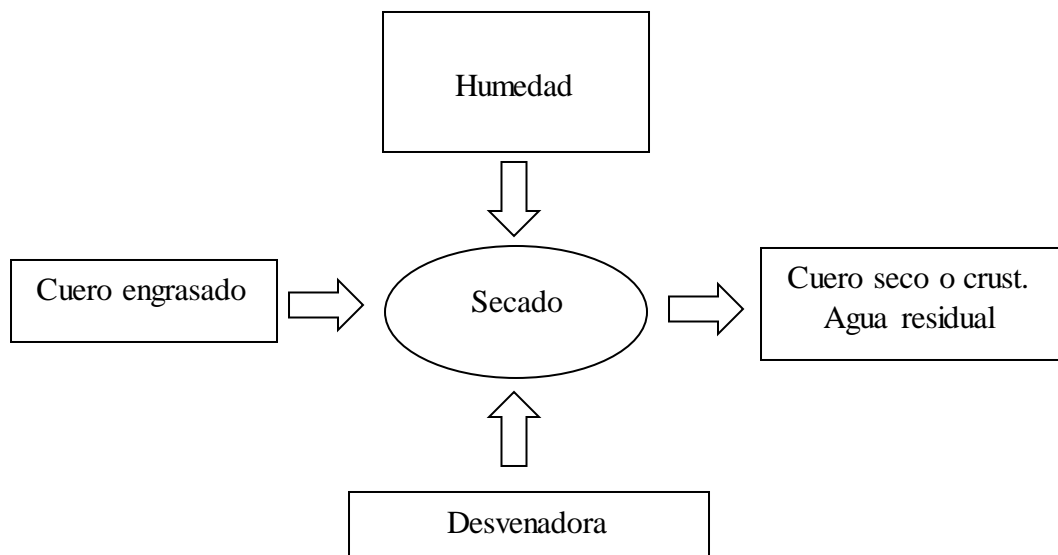
Con el engrasado se obtiene cueros suaves, armados, tacto, regula las propiedades físicas, y la permeabilización del agua, se utilizan grasas sintéticos o naturales, para este sub-proceso es necesario que el agua se encuentra a temperatura entre 50 y 60 grados centígrados para una mejor emulsión de las grasas.



**Figura 17:** Descripción del sub-proceso de engrasado  
**Elaborado por:** Michael Loor

**Sub-proceso de Secado**

Para el proceso de secado, procede a enviar el cuero a la desvenadora que es una máquina que estira el cuero de forma mecánica para retirar el exceso de agua, una vez desvenados se envían a las guindaleras para que completen su secado hasta una medida del 12%-16% de humedad (Moreira, y otros, 2003 pág. 202).



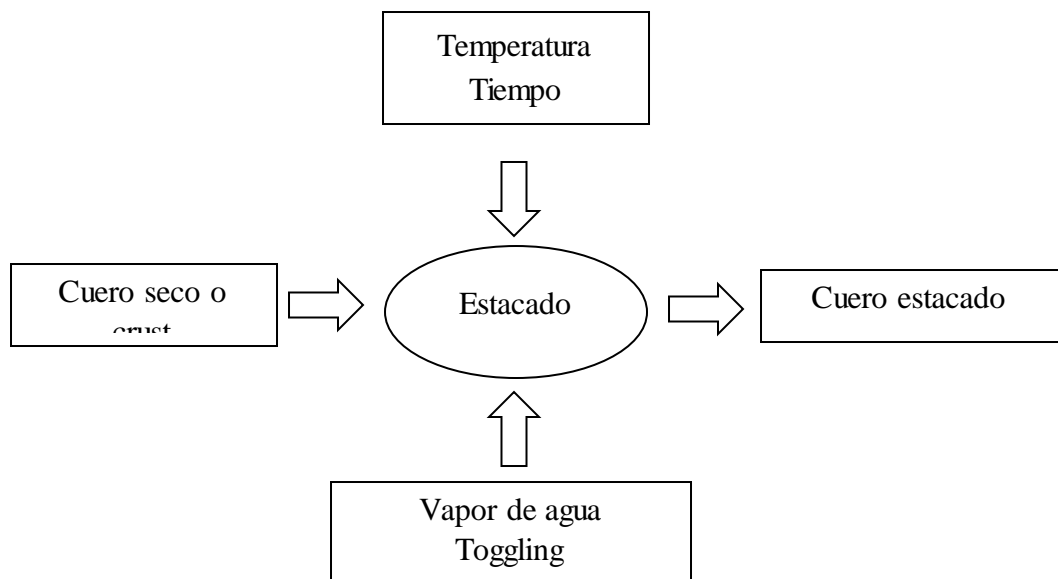
**Figura 18:** Descripción del sub-proceso de secado  
**Elaborado por:** Michael Loor

### Proceso de terminado

El proceso de secado engloba los sub-procesos de Estacado. Ablandado, lijado, pintado y lacado, prensado, saneado y medido.

### Sub-Proceso de Estacado

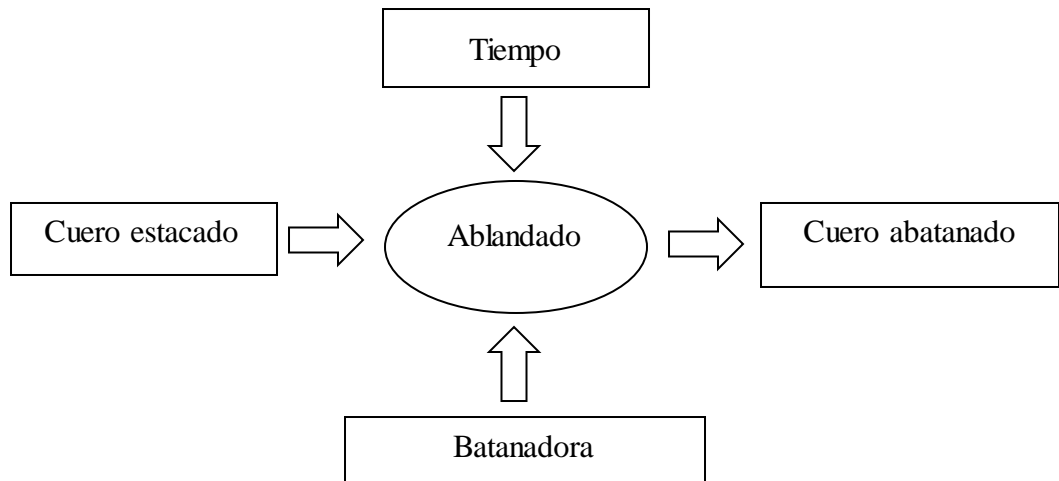
El objetivo del estacado, es recuperar el área perdida durante el secado, además de proporcionar al cuero una superficie lisa y ganar de área.



**Figura 19:** Descripción del sub-proceso de estacado  
**Elaborado por:** Michael Loor

### Sub-proceso Ablandado

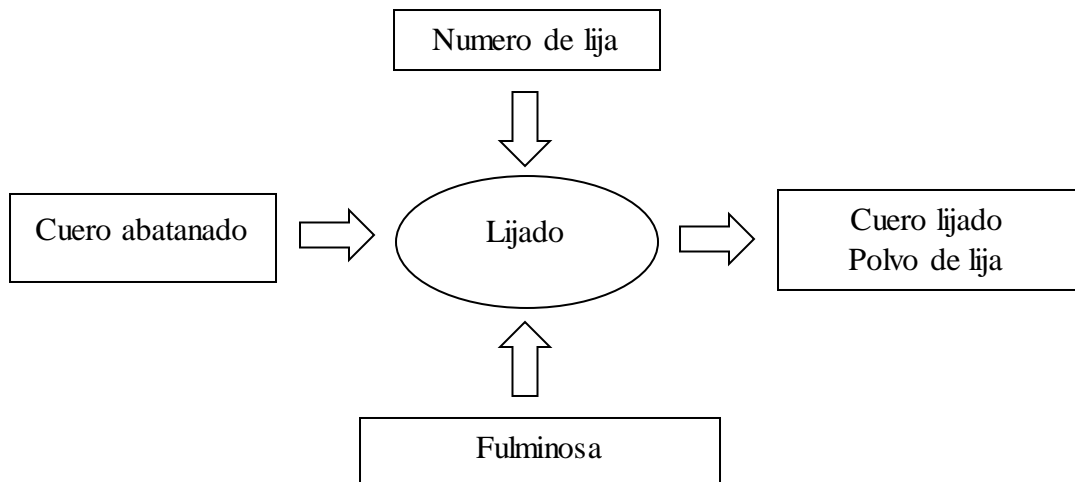
Para este sub-proceso se hace uso de la abatanadora que es un bombo con mallas metálicas que ablandan al cuero de forma mecánica, con el objetivo de suavizar toda su superficie.



**Figura 20:** Descripción del sub-proceso de ablandado  
**Elaborado por:** Michael Loor

### Sub-proceso de lijado

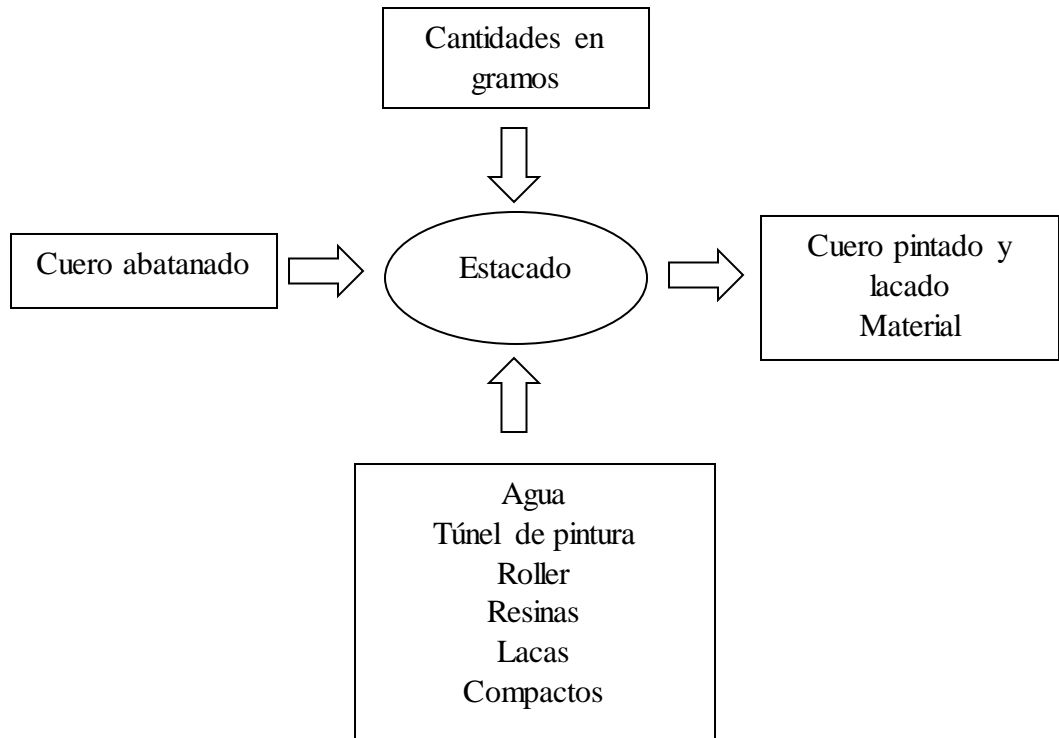
El objetivo consiste en eliminar las fallas superficiales del cuero o disimularlas en gran medida



**Figura 21:** Descripción del sub-proceso de lijado  
**Elaborado por:** Michael Loor

### **Pigmentado y lacado**

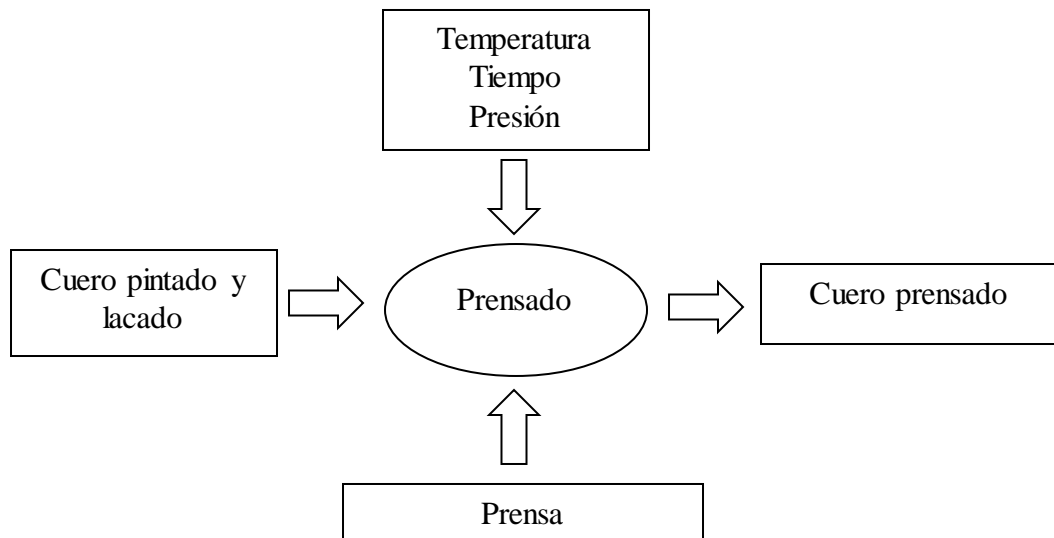
El objetivo consiste en proporcionar al cuero, una mejor apariencia visual, y resistencia a la pintura que se va a colocar, en esta etapa se hace uso de pinturas, lacas, compactos, resinas.



**Figura 22:** Descripción del sub-proceso de estacado  
**Elaborado por:** Michael Loor

### **Sub-proceso de Prensado**

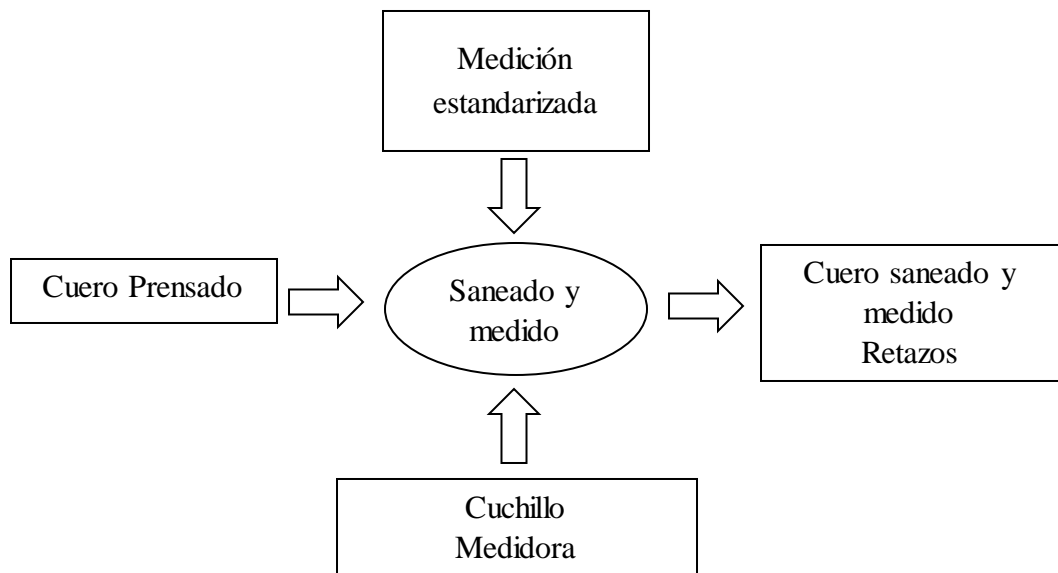
El objetivo de compactar y fijar la pintura y laca aplicada, además de proporcionar diversos diseños al cuero dependiendo de las necesidades del cliente, para el prensado se utiliza la prensa que cuenta con diversas placas.



**Figura 23:** Descripción del sub-proceso de prensado  
**Elaborado por:** Michael Loor

### Saneado y medido

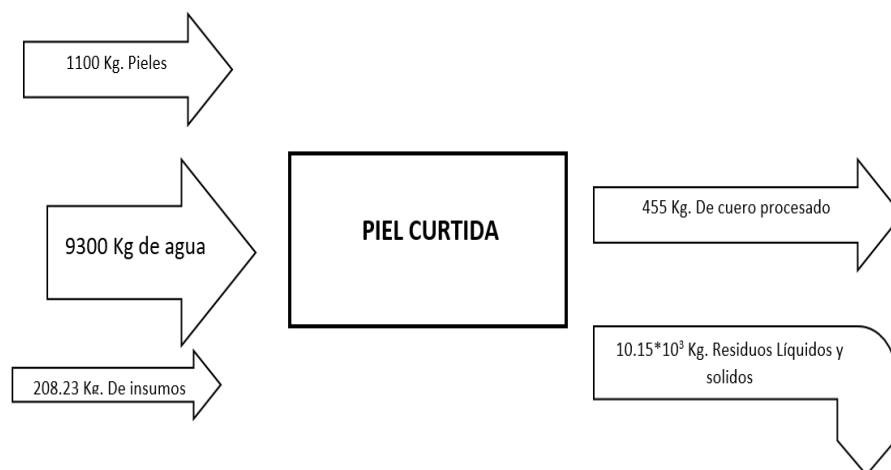
Finalmente el cuero es saneado (recorte de partes innecesarias en el cuero), y medida esta medición puede ser en pies o metros cuadrados.



**Figura 24:** Descripción del sub-proceso de saneado y medido  
**Elaborado por:** Michael Loor

## Balance de masa del proceso de curtido

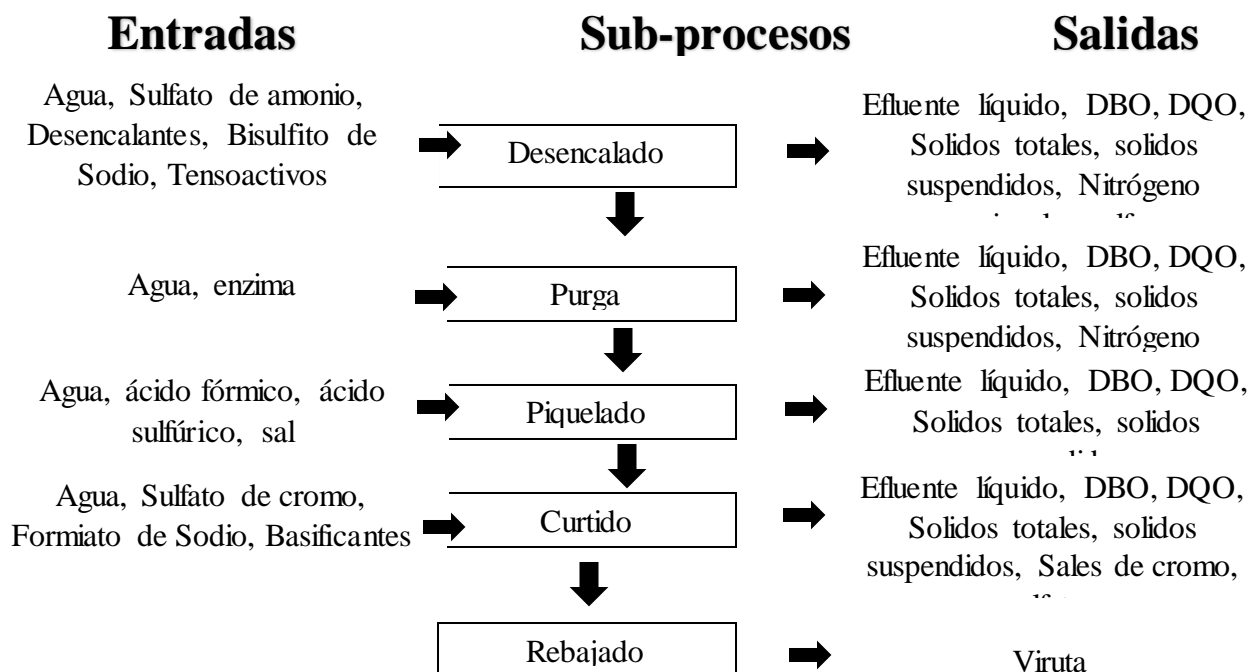
A continuación se muestra un balance de masa del proceso de curtido de la empresa en el cual constan las entradas de materias primas e insumos (Ver Anexo 5: Formulación estándar del proceso de curtido).



**Figura 25:** Balance de masa del proceso de curtido  
Elaborado por: Michael Loor

## RESIDUOS GENERADOS

A continuación se detallan los residuos generados en cada proceso y sub-proceso de curtido (ver Anexo 4: Residuo generado en el sub-proceso de curtido ya precipitado).



**Figura 26:** Residuos generados en el proceso y sub-proceso de curtido  
Elaborado por: Michael Loor



Como no se lleva un control de la cantidad de residuos generados, se realizó mediante cálculos, se pesó las pieles antes, y después de cada sub-proceso y la diferencia determino la cantidad de residuos generados.

$$\begin{aligned} & \text{Cantidad de residuos generados} \\ & = \text{peso de la piel antes del subproceso} \\ & - \text{peso de la piel despues del subproceso} \end{aligned}$$

A continuación se muestra la cantidad de residuos generados en el proceso de curtido de un lote de 130 bandas (cuero partido en dos).

**Tabla 8:** Cantidad de residuos generados en el proceso de curtido

Sub-proceso	Peso total antes del sub- proceso (Kg)	Peso total después del sub-proceso (Kg)	Peso total del residuo	Porcentaje de reducción del peso (%)	Tipo de residuo
<b>Desencalado</b>	1100	715	385	53%	Liquido
<b>Purga</b>	715	650	65	9%	Liquido
<b>Piquelado</b>	650	595	55	8%	Liquido
<b>Curtido</b>	595	510	85	12%	Liquido
<b>Rebajado</b>	592	455	137	19%	Solido
		Total	727	100%	

**Elaborado por:** Michael Loor

De igual forma se muestra la caracterización de los residuos líquidos generados, mediante análisis de laboratorio certificados los cuales son entregados al ministerio del ambiente. (Ver Anexo 3: Muestra para caracterización de residuos generados en el proceso).

**Tabla 9:** Cantidad de residuos generados en el proceso de curtido

Parámetro	Unidades	Norma	Muestra (periodo enero julio 2017)	Valor necesario para llegar a la normal
<b>Detergentes</b>	mg/l	2	0,244	- 1,76
<b>DQO</b>	mg/l	500	4580	4.080,00
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg/l	250	2282,21	2.032,21

Parámetro	Unidades	Norma	Muestra (periodo enero julio 2017)	Valor necesario para llegar a la normal
<b>Caudal</b>	l/s	1,5 veces el caudal promedio del sistema de alcantarillado	1,1	---
<b>Sulfatos</b>	mg/l	400	1201,5	801,50
<b>Sulfuros</b>	mg/l	1	52,92	51,92
<b>Cromo total</b>	mg/l	----	0,05	---
<b>Cromo hexavalente</b>	mg/l	0,5	0,041	- 0,46
<b>Sólidos suspendidos</b>	mg/l	220	742	522,00
<b>Fenoles</b>	mg/l	0,2	0,2	-
<b>Aceites y grasas</b>	mg/l	70	0,98	- 69,02

Elaborado por: Michael Loor

## PRIORIZACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES EXÓGENOS

A continuación se muestra el análisis de los riesgos exógenos para el proceso de curtido, con base en los aspectos de probabilidad y consecuencia, se toma como base los riesgos naturales de la zona de estudio, se utiliza la matriz de priorización de riesgos que permite determinar que riesgos son los que hay que prevenir.

**Tabla 10:** Matriz de priorización de riesgos exógenos

PROCESO PRODUCTIVO		PELIGRO IDENTIFICADO		PROBABILIDAD	CONSECUENCIA	ESTIMACIÓN DEL RIESGO
PROCESO	SUB-PROCESO	PELIGRO IDENTIFICADO	RIESGO			
<b>CURTIDO</b>	<b>DESENCALADO</b>	Movimiento telúrico	Rotura de bombos y tuberías, produciendo derrames sin ningún tipo de tratamiento	M	ED	I
		Caída de ceniza	Mezcla del material particulado con los residuos líquidos generados	B	LD	T
			Taponamiento de los sistemas de	B	D	TO

PROCESO PRODUCTIVO		PELIGRO IDENTIFICADO		PROBABILIDAD	CONSECUENCIA	ESTIMACIÓN DEL RIESGO
PROCESO	SUB-PROCESO	PELIGRO IDENTIFICADO	RIESGO			
			evacuación de aguas de proceso			
		Inundaciones	Saturación al sistema de evacuación de residuos líquidos de proceso	B	ED	MO
	<b>PURGA</b>	Movimiento telúrico	Rotura de bombos y tuberías, produciendo derrames sin ningún tipo de tratamiento	M	ED	I
		Caída de ceniza	Mezcla del material particulado con los residuos líquidos generados	B	LD	T
			Taponamiento de los sistemas de evacuación de aguas de proceso	B	D	TO
		Inundaciones	Saturación al sistema de evacuación de residuos líquidos de proceso	B	ED	MO
			Movimiento telúrico	Rotura de bombos y tuberías, produciendo derrames sin ningún tipo de tratamiento	M	ED
	Caída de ceniza		Mezcla del material particulado con los residuos líquidos generados	B	LD	T
			Taponamiento de los sistemas de evacuación de aguas de proceso	B	D	TO
	Inundaciones		Saturación al sistema de evacuación de residuos líquidos de proceso	B	ED	MO
	<b>CURTIDO</b>	Movimiento telúrico	Rotura de bombos y tuberías, produciendo derrames sin ningún tipo de tratamiento	M	ED	I
		Caída de ceniza	Mezcla del material particulado con los residuos líquidos generados	B	LD	T
			Taponamiento de los sistemas de	B	D	TO

PROCESO PRODUCTIVO		PELIGRO IDENTIFICADO		PROBABILIDAD	CONSECUENCIA	ESTIMACIÓN DEL RIESGO
PROCESO	SUB-PROCESO	PELIGRO IDENTIFICADO	RIESGO			
			evacuación de aguas de proceso			
		Inundaciones	Saturación al sistema de evacuación de residuos líquidos de proceso	B	ED	MO
	REBAJADO	Caída de ceniza	Presencia de material particulado en el medio ambiente de trabajo	B	LD	T
		Inundaciones	Mezcla de la viruta con el agua proveniente de las inundaciones	B	ED	MO

Elaborado por: Michael Loor

## IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS E IMPACTOS AMBIENTALES

Para la evaluación e identificación de los impactos ambientales, se desagregó las actividades que se llevan a cabo durante las operaciones de la empresa, y por otro los componentes ambientales que se encuentran afectados.

La evaluación e identificación de los impactos ambientales se identifica y cuantifica los impactos de cada uno de los sub-procesos que se ejecutan dentro del proceso de curtido.

### Sub-procesos del proceso de curtido

Las actividades que generan impactos a los componentes ambientales del área de influencia del estudio son los siguientes:

#### Proceso de Curtido

- Sub-proceso de desescalado

- Sub-proceso de purgado
- Sub-proceso de piquelado
- Sub-proceso de curtido
- Sub-proceso de rebajado

### **Operaciones logísticas**

- Almacenamiento y transporte
- Bodega de productos químicos

### **Componentes ambientales**

En la empresa se ha considerado los siguientes componentes ambientales.

#### **Medio Físico**

- Aire
- Ruido
- Suelo
- Agua
- Recursos

#### **Medio Biótico**

- Fauna
- Flora

#### **Medio Socio-económico**

- Salud de la población
- Seguridad de los trabajadores
- Economía.

## **IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES**

Se procedió a realizar una matriz de doble entrada, en la cual, se disponen los componentes ambientales en filas, las actividades realizadas en la curtiduría y que generan impactos ambientales se ubican en columnas.

En las celdas de interacción se evalúan si los procesos producen afectaciones al medio. Las celdas que no poseen valores indican la inexistencia de interacciones entre proceso y ambiente.

En la columna final consta el Subtotal de cada una de las filas, en la cual indica la frecuencia que aparece un determinado componente ambiental afectado negativa o positivamente por las sub-procesos.

A continuación se muestra la matriz de identificación de impactos:

**Tabla 11:** Matriz de identificación de impactos

			CURTIDO					OPERACIONES LOGÍSTICAS		NÚMERO DE IMPACTOS POR COMPONENTE AMBIENTAL
			Desencalado	Purga	Piquelado	Curtido	Rebajado	Almacenamiento y transporte	Bodega de productos químicos	
MEDIO FÍSICO	AIRE	Emisión de vapores, gases, malos olores	X		X	X		X	X	5
		Presencia de material particulado					X	X	X	3
	RUIDO	Generación de ruido	X	X	X	X	X			5
	AGUA	Calidad del agua	X	X	X	X		X		5
	SUELO	Generación de desechos peligrosos								0
		Generación de desechos no peligrosos	X	X	X	X	X			5
	RECURSOS	Consumo de agua	X	X	X	X				4
		Consumo energético	X	X	X	X	X			5
		Consumo de combustibles	X	X		X		X		4

			CURTIDO					OPERACIONES LOGÍSTICAS		NÚMERO DE IMPACTOS POR COMPONENTE AMBIENTAL
			Desencalado	Purga	Piquelado	Curtido	Rebajado	Almacenamiento y transporte	Bodega de productos químicos	
MEDIO BIÓTICO	FLORA	Calidad y cantidad de especies vegetales								0
	FAUNA	Calidad y cantidad de especies animales								0
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	SALUD	Afectaciones a la salud de la población								0
		Alteración de la calidad de vida de la población								0
	SEGURIDAD	Riesgos y afectaciones a la seguridad de los trabajadores	X	X	X	X	X	X	X	7
	ECONOMÍA	Generación de empleo	X	X	X	X	X	X	X	7
							<b>TOTAL</b>		<b>50</b>	

Elaborado por: Michael Loor



## RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS

Para calificar los impactos si son significativos o no significativos, se toma en cuenta su severidad, si el valor es alto o crítico, es un impacto significativo, si es un bajo o medio, es un impacto no significativo.

A continuación se muestran los componentes ambientales afectados:

**Tabla 12:** Matriz para hallar la magnitud de cada componente ambiental

		Desencalado	Purga	Piquelado	Curtido	Rebajado	Bodega de productos	Almacenamiento y
Emisión de vapores, gases, malos olores	Intensidad	3	1	3	2	1	3	3
	Extensión	1	1	1	1	1	1	2
	Duración	2	1	2	2	1	3	3
Presencia de material particulado	Intensidad	2	1	2	3	3	3	3
	Extensión	1	1	1	1	1	1	2
	Duración	1	1	1	1	3	3	3
Generación de ruido	Intensidad	2	2	2	3	3	1	1
	Extensión	2	2	2	2	1	1	1
	Duración	2	2	2	2	3	1	1
Calidad del agua	Intensidad	3	3	3	3	1	1	3
	Extensión	2	2	2	2	1	1	1
	Duración	2	2	2	2	1	1	1
Generación de desechos peligrosos	Intensidad	1	1	1	1	1	1	1
	Extensión	1	1	1	1	1	1	1
	Duración	1	1	1	1	1	1	1
Generación de desechos no peligrosos	Intensidad	3	3	3	3	3	3	1
	Extensión	2	2	2	2	2	2	2
	Duración	2	2	2	2	3	2	2
Consumo de agua	Intensidad	3	3	3	3	1	1	1
	Extensión	2	2	2	2	1	1	1
	Duración	3	3	3	3	1	1	1
Consumo energético	Intensidad	3	3	3	3	3	1	1
	Extensión	1	1	1	1	1	1	1
	Duración	2	2	2	2	2	2	2

		Desencalado	Purga	Piquelado	Curtido	Rebajado	Bodega de productos	Almacenamiento y
Consumo de combustibles	Intensidad	2	2	2	2	1	1	1
	Extensión	1	1	1	1	1	1	1
	Duración	2	2	2	2	1	1	1
Calidad y cantidad de especies vegetales	Intensidad	1	1	1	1	1	1	1
	Extensión	1	1	1	1	1	1	1
	Duración	1	1	1	1	1	1	1
Calidad y cantidad de especies animales	Intensidad	1	1	1	1	1	1	1
	Extensión	1	1	1	1	1	1	1
	Duración	1	1	1	1	1	1	1
Afectaciones a la salud de la población	Intensidad	2	2	2	2	1	1	2
	Extensión	1	1	1	1	1	1	2
	Duración	1	1	1	1	1	1	2
Alteración de la calidad de vida de la población	Intensidad	2	2	2	2	1	1	2
	Extensión	2	2	2	2	1	1	2
	Duración	1	1	1	1	1	1	3
Riesgos y afectaciones a la seguridad de los trabajadores	Intensidad	2	2	2	2	2	2	2
	Extensión	1	1	1	1	1	1	2
	Duración	1	1	1	1	1	1	2

Elaborado por: Michael Loor

**Tabla 13:** Matriz para hallar la importancia de cada componente ambiental

		Desencalado	Purga	Piquelado	Curtido	Rebajado	Bodega de	Almacenamiento
Emisión de vapores, gases, malos olores	Reversibilidad	3	1	3	2	1	3	2
	Riesgo	3	1	2	3	1	3	3
	Extensión	1	1	1	1	1	1	2
Presencia de material particulado	Reversibilidad	3	1	1	3	2	3	2
	Riesgo	3	1	1	3	2	3	3
	Extensión	1	1	1	1	1	1	2
Generación de ruido	Reversibilidad	1	1	1	1	3	1	1
	Riesgo	2	2	2	2	3	1	1
	Extensión	1	1	1	1	2	1	1

		Desencalado	Purga	Piquelado	Curtido	Rebajado	Bodega de	Almacenamiento
Calidad del agua	Reversibilidad	2	2	2	2	1	1	2
	Riesgo	3	3	3	3	1	1	3
	Extensión	2	2	2	2	1	1	2
Generación de desechos peligrosos	Reversibilidad	1	1	1	1	1	1	1
	Riesgo	1	1	1	1	1	1	1
	Extensión	1	1	1	1	1	1	1
Generación de desechos no peligrosos	Reversibilidad	2	2	2	2	1	1	1
	Riesgo	3	3	3	3	3	1	1
	Extensión	2	2	2	2	2	1	1
Consumo de agua	Reversibilidad	2	2	2	2	1	1	1
	Riesgo	3	3	3	3	1	1	1
	Extensión	2	2	2	2	1	1	1
Consumo energético	Reversibilidad	2	2	2	2	1	1	1
	Riesgo	3	3	3	3	3	1	1
	Extensión	1	1	1	1	1	1	1
Consumo de combustibles	Reversibilidad	1	1	1	1	1	1	1
	Riesgo	1	1	1	1	1	1	1
	Extensión	1	1	1	1	1	1	1
Calidad y cantidad de especies vegetales	Reversibilidad	1	1	1	1	1	1	1
	Riesgo	1	1	1	1	1	1	1
	Extensión	1	1	1	1	1	1	1
Calidad y cantidad de especies animales	Reversibilidad	1	1	1	1	1	1	1
	Riesgo	1	1	1	1	1	1	1
	Extensión	1	1	1	1	1	1	1
Afectaciones a la salud de la población	Reversibilidad	2	2	2	2	2	2	2
	Riesgo	2	2	2	2	2	1	3
	Extensión	2	2	2	2	1	1	2
Alteración de la calidad de vida de la población	Reversibilidad	1	1	1	1	1	1	2
	Riesgo	2	2	2	2	1	2	3
	Extensión	2	2	2	2	1	1	2
Riesgos y afectaciones a la seguridad de los trabajadores	Reversibilidad	2	2	2	2	1	1	2
	Riesgo	2	2	2	2	2	1	3
	Extensión	2	2	2	2	1	1	2

Elaborado por: Michael Loor

**Tabla 14:** Matriz para calificar cada componente ambiental

	Desencalado	Purga	Piquelado	Curtido	Rebajado	Bodega de productos químicos	Almacenamiento y transporte
Emisión de vapores, gases, malos olores	ALTO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	CRITICO
Presencia de material particulado	MEDIO	BAJO	BAJO	ALTO	MEDIO	ALTO	CRITICO
Generación de ruido	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	CRITICO	BAJO	BAJO
Calidad del agua	CRITICO	CRITICO	CRITICO	CRITICO	BAJO	BAJO	ALTO
Generación de desechos peligrosos	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Generación de desechos no peligrosos	CRITICO	CRITICO	CRITICO	CRITICO	ALTO	MEDIO	BAJO
Consumo de agua	CRITICO	CRITICO	CRITICO	CRITICO	BAJO	BAJO	BAJO
Consumo energético	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO	BAJO
Consumo de combustibles	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Calidad y cantidad de especies vegetales	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Calidad y cantidad	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO

	Desencalado	Purga	Piquelado	Curtido	Rebajado	Bodega de productos químicos	Almacenamiento y transporte
de especies animales							
Afectaciones a la salud de la población	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	BAJO	BAJO	ALTO
Alteración de la calidad de vida de la población	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	BAJO	BAJO	ALTO
Riesgos y afectaciones a la seguridad de los trabajadores	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	BAJO	BAJO	ALTO

Elaborado por: Michael Loor

En lo que se refiere a impactos significativos por actividad, se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 15:** Impactos significativos por componente ambiental

PROCESOS	Sub-Procesos	Total significativos	Total no significativos
<b>CURTIDO</b>	Desencalado	5	9
	Purgado	4	10
	Piquelado	5	9
	Curtido	5	9
	Rebajado	2	12
<b>OPERACIONES LOGÍSTICAS</b>	Bodega de productos químicos	2	12
	Almacenamiento y transporte	6	8
<b>TOTAL</b>		<b>29</b>	<b>69</b>

Elaborado por: Michael Loor

### **Priorización de Riesgos Ambientales**

Una vez realizado el análisis de los riesgos con base en los aspectos de probabilidad y consecuencia, se utiliza la matriz de priorización que permite determinar cuáles requieren de un tratamiento inmediato.

**Tabla 16:** Matriz de priorización de riesgos ambientales significativos

<b>MATRIZ DE RIESGOS</b>						
<b>PROCESO PRODUCTIVO</b>		<b>PELIGRO IDENTIFICADO</b>		<b>PROBABILIDAD</b>	<b>CONSECUENCIA</b>	<b>ESTIMACIÓN DEL RIESGO</b>
<b>PROCESO</b>	<b>FACTOR</b>	<b>PELIGRO IDENTIFICADO</b>	<b>RIESGO</b>			
<b>CURTIDO</b>						
Desencalado	Recursos	Agua	Consumo excesivo de agua	A	LD	MO
	Recursos	Energía eléctrica	Consumo excesivo de energía eléctrica	A	LD	MO
	Suelo	Desechos sólidos	Materiales orgánicos desprendidos de la piel	B	LD	T
	Agua	Efluentes líquidos	Materia orgánica, sólidos, nitrógeno amoniacal y sulfuros	A	D	I
	Aire	Gases tóxicos	Formación de gases amoniacales y sulfhídricos	M	ED	I
Purgado	Recursos	Agua	Consumo excesivo de agua	A	LD	MO
	Recursos	Energía eléctrica	Consumo excesivo de anergia electricce	A	LD	MO
	Suelo	Desechos sólidos	Materiales orgánicos desprendidos de la piel	B	LD	T

**MATRIZ DE RIESGOS**

PROCESO PRODUCTIVO		PELIGRO IDENTIFICADO		PROBABILIDAD	CONSECUENCIA	ESTIMACIÓN DEL RIESGO
PROCESO	FACTOR	PELIGRO IDENTIFICADO	RIESGO			
	Agua	Efluentes líquidos	Materia orgánica, sólidos, nitrógeno amoniacal	A	D	I
Piquelado	Recursos	Agua	Acidificación del agua <4	A	D	I
	Recursos	Energía eléctrica	Consumo excesivo de energía eléctrica	A	LD	MO
	Suelo	Desechos sólidos	Restos de piel con pH muy bajo <4	B	D	TO
	Agua	Efluentes líquidos	Aguas acidas <4	A	D	I
	Aire	Gases tóxicos	Gases desprendidos de ácido fórmico y sulfúrico	M	ED	I
Curtido	Recursos	Agua	Consumo excesivo de agua	A	LD	MO
	Recursos	Energía eléctrica	Consumo excesivo de energía eléctrica	A	LD	MO
	Suelo	Desechos sólidos	Materiales orgánicos desprendidos del cuero	B	LD	T



<b>MATRIZ DE RIESGOS</b>						
<b>PROCESO PRODUCTIVO</b>		<b>PELIGRO IDENTIFICADO</b>		<b>PROBABILIDAD</b>	<b>CONSECUENCIA</b>	<b>ESTIMACIÓN DEL RIESGO</b>
<b>PROCESO</b>	<b>FACTOR</b>	<b>PELIGRO IDENTIFICADO</b>	<b>RIESGO</b>			
	Agua	Efluentes líquidos	Sales de cromo, acidez y sulfatos	A	D	I
	Aire	Material particulado	Presencia de residuos de cromo en el ambiente	M	D	MO
Rebajado	Ruido	Maquinaria	Maquinaria genera mucho ruido	A	D	I
	Suelo	Desechos sólidos	Materia imputrescible con contenido de cromo	A	D	I
<b>OPERACIONES LOGÍSTICAS</b>						
Bodega de químicos	Aire	Material mezclado	Formación de gases por reacción de productos	B	D	TO
	Aire	Material particulado	Presencia de residuos en el ambiente	B	D	TO
Almacenamiento y transporte	Aire	Material mezclado	Formación de gases por reacción de productos	B	D	TO
	Aire	Material particulado	Presencia de residuos en el ambiente	B	D	TO

MATRIZ DE RIESGOS						
PROCESO PRODUCTIVO		PELIGRO IDENTIFICADO		PROBABILIDAD	CONSECUENCIA	ESTIMACIÓN DEL RIESGO
PROCESO	FACTOR	PELIGRO IDENTIFICADO	RIESGO			
	Agua	Efluentes líquidos	Mezcla de efluentes de diversos procesos	A	D	I
	Salud	Materia Orgánica	Formación de plagas por presencia de materia orgánica	M	D	MO
	Salud	Materia Orgánica	Presencia de roedores (ratas) por acumulación de desechos	A	D	I
	Seguridad	Materia mixta	Fuente de enfermedades	M	D	MO

Elaborado por: Michael Loor

## CAPITULO IV

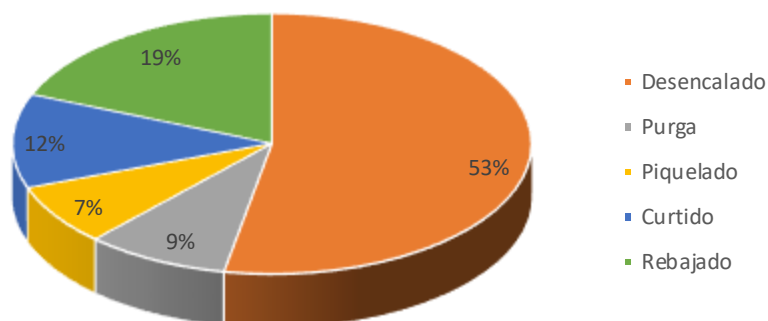
### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### RESIDUOS GENERADOS EN EL PROCESO DE CURTIDO

Para cuantificar los residuos generados en el proceso de curtido que contiene a los sub-procesos de desencalado, purga, piquelado, curtido y rebajado, se realizó en base al peso que iba perdiendo la piel en cada subproceso, como se muestra en la tabla 8. A continuación se muestra la figura representativa:

**Figura 27:** Resumen de los residuos generados en cada sub-proceso

Porcentaje de reducción del peso (%)



**Elaborado por:** Michael Loor

Como se observa en la figura 27 el sub-proceso que más genera residuos es el Desencalado, con un valor del 53% de pérdida de peso inicial, esto se debe al alto contenido de agua y cal que contiene del proceso anterior, que es el pelambre en el cual su objetivo fue provocar un hinchamiento a la piel con la utilización de los insumos de agua y cal, ya en el proceso de desencalado el objetivo es retirar la mayor cantidad de cal y agua del cuero, el residuo generado en este sub-proceso es su mayoría efluente líquido con contenido de cal, y restos de piel.

El sub-proceso de rebajado se generó un 19% de residuos, este tipo de residuos es sólido y genera gran acumulación de sólidos que son enviados al relleno sanitario. En los sub-procesos de purga, piquelado y curtido la pérdida de peso es mucho menor, ya en estas etapas los efluentes generados son menores y en su mayoría son efluentes líquidos.

## CARACTERIZACIÓN DE EFLUENTES LÍQUIDOS

Para caracterizar los efluentes líquidos generados en la curtiduría, se elaboró la tabla 9 que muestra los parámetros químicos, a continuación se muestra la tabla resumen.

**Tabla 17:** Resumen de la caracterización de efluentes líquidos

<b>Parámetro</b>	<b>% Para llegar a la norma</b>	<b>Cumple la Norma</b>
<b>Detergentes</b>	-88	<b>SI</b>
<b>DQO</b>	816	<b>NO</b>
<b>DBO<sub>5</sub></b>	813	<b>NO</b>
<b>Caudal</b>	---	---
<b>Sulfatos</b>	200	<b>NO</b>
<b>Sulfuros</b>	5192	<b>NO</b>
<b>Cromo total</b>	---	---
<b>Cromo hexavalente</b>	-92	<b>SI</b>
<b>Sólidos suspendidos</b>	237	<b>NO</b>
<b>Fenoles</b>	0	<b>SI</b>
<b>Aceites y grasas</b>	-99	<b>SI</b>

**Elaborado por:** Michael Loor

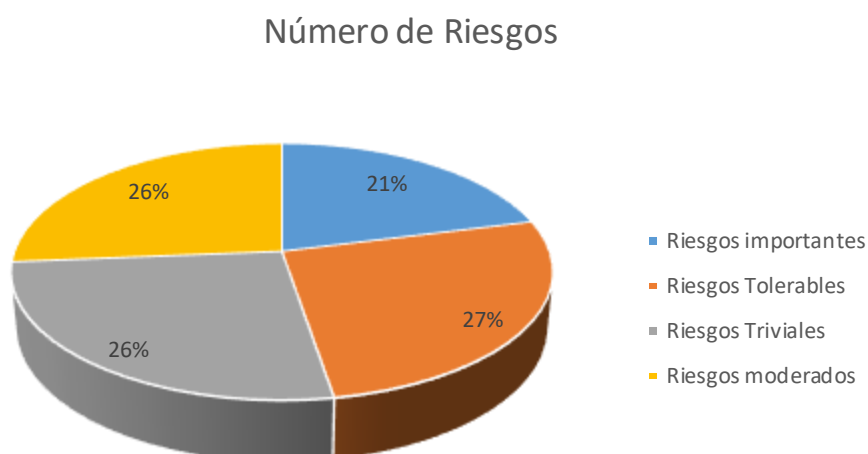
Como se observa en la tabla, de los 17 valores caracterizados solamente cuatro parámetros cumplen la normativa ambiental Ecuatoriana, los 5 valores que no cumplen la norma se encuentran lejos de llegar, esto se debe a la falta de tratamiento de residuos generados en el proceso, de igual forma en la curtiduría se trabaja con productos altamente contaminante y materia prima orgánica (piel de res), un factor

que favorece a la contaminación es el poco conocimiento técnico sobre tecnologías del cuero lo que conlleva a utilizar procedimientos ortodoxos y evitan que se implanten metodologías alternativas que promuevan procesos ecológicos como la utilización de productos biodegradables o aplicación de tecnologías más limpias. Para la reducción de la demanda química de oxígeno (DQO ), y la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), es necesario la instalación de una planta de tratamiento secundario para bajar los niveles de estos parámetros, para minimizar los valores de sulfatos y sulfuros, es necesario la implementación de nuevas tecnológicas que como procesos libres de sulfuros, y minimizar en lo máximo posible la utilización de sales sulfatadas como el sulfato de amonio, de igual forma en la planta de tratamiento tener un sistema de aireación para oxidar los sulfuros presente en los efluentes líquidos.

## RIESGOS EXÓGENOS

Para determinar los impactos ambientales generados por los residuos del proceso de curtido, primeramente se elaboró la matriz de riesgos exógenos como se observa en la tabla # 10. A continuación se muestra el grafico resumen.

**Figura 28:** Resumen de los riesgos Exógenos

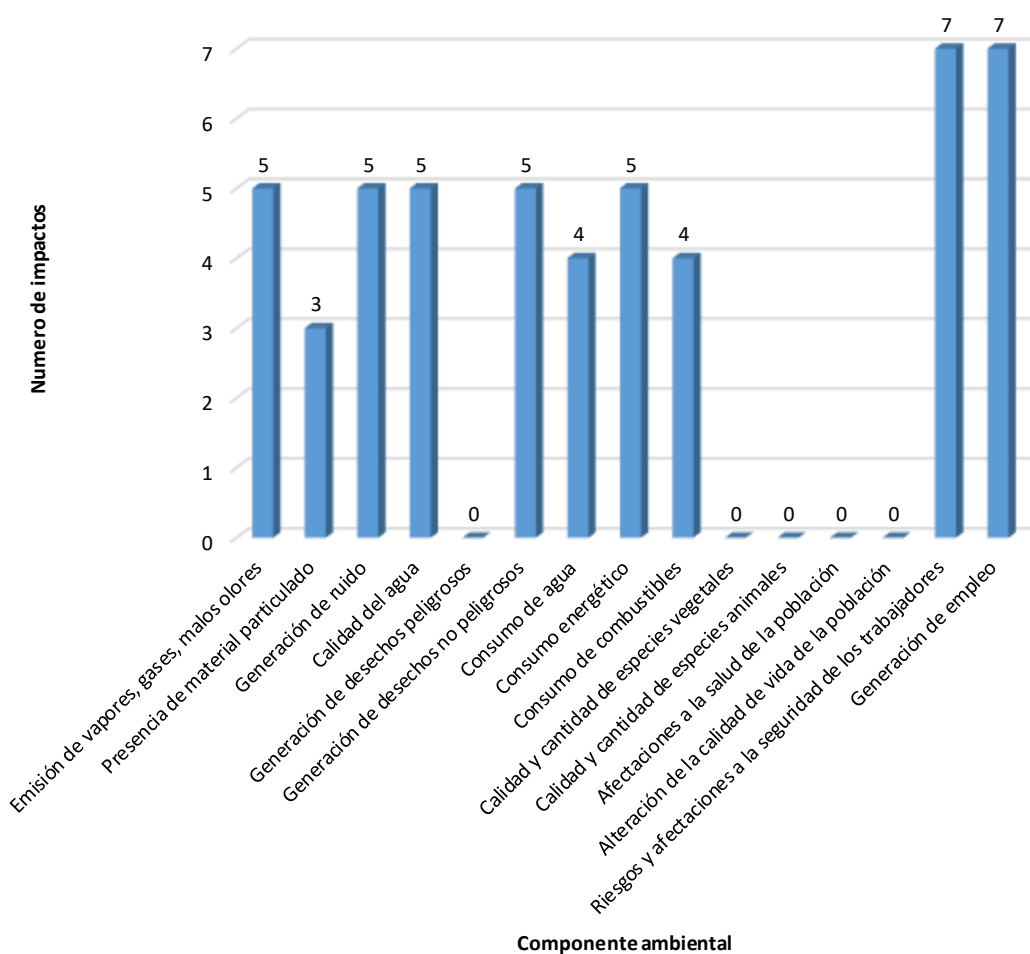


**Elaborado por:** Michael Loor

Como se muestra en la figura 28 existe una mayor cantidad de riesgos tolerables con un 27%, y con un valor mínimo de riesgos importantes con un valor de 21%, el mayor porcentaje representar al posible factor de movimientos telúricos provocados por la presencia de volcanes que puedan ocasionar la saturación de los sistemas de aguas de procesos y ocasionar un derramamiento de efluentes contaminados dentro de la curtiembre, Los riesgos triviales representan a la posible mezcla de los residuos líquidos con la ceniza, que en el caso que sucediera no ocasionaría ninguna reacción peligrosa,

En la tabla 11 se muestra la matriz de identificación de impactos. A continuación se muestra la figura resumen.

**Figura 29:** Resumen de los riesgos Exógenos



**Elaborado por:** Michael Loor

## IMPACTOS SIGNIFICATIVOS Y NO SIGNIFICATIVOS

Los componentes ambientales que generan mayor impacto es el riesgos y afectaciones a la seguridad de los trabajadores y la generación de empleo, como se observa se identificaron como impacto positivo la generación de empleo ya que la curtiduría al ser una empresa artesanal, necesita de la mano de obra y de un número de personas adecuadas para llevar los procesos productivos, el riesgo ambiental negativo es la afectación a la seguridad de los trabajadores esto se debe a la exposición constantes con maquinaria peligrosa y el manejo de sustancias altamente toxicas, peligrosas y contaminantes.

En la tabla 13 se observa la calificación de impactos a los diferentes componentes analizados. A continuación se muestra la tabla resumen

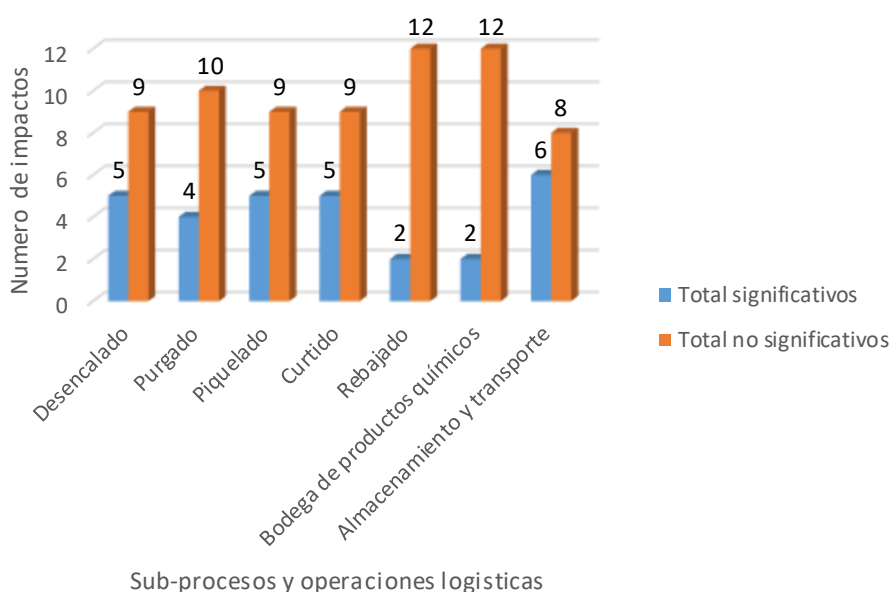
**Tabla 18:** Resumen de los impactos significativos y no significativos por componentes ambientales

			IMPACTO SIGNIFICATIVO	IMPACTO NO SIGNIFICATIVO
MEDIO FÍSICO	AIRE	Emisión de vapores, gases, malos olores	4	3
		Presencia de material particulado	3	4
	RUIDO	Generación de ruido	1	6
	AGUA	Calidad del agua	5	2
	SUELO	Generación de desechos peligrosos	0	7
		Generación de desechos no peligrosos	5	2
	RECURSOS	Consumo de agua	4	3
		Consumo energético	4	3
		Consumo de combustibles	0	7
	MEDIO BIÓTICO	FLORA	Calidad y cantidad de especies vegetales	0
FAUNA		Calidad y cantidad de especies animales	0	7
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	SALUD	Afectaciones a la salud de la población	1	6
		Alteración de la calidad de vida de la población	1	6
	SEGURIDAD	Riesgos y afectaciones a la seguridad de los trabajadores	1	6
		TOTAL		29

Elaborado por: Michael Loor

Como se observa en la tabla existen en total 98 impactos dentro de la curtiduría, de los cuales 29 son considerados significativos, para estimar cuales son los riesgos significativos en la tabla 14 se observa cuáles son los que se encuentran en el valor de alto o crítico y los no significativos los que se encuentran den el valor de bajo o medio, los que son de riesgo alto y critico necesitan mayor atención al momento de minimizarlos o mitigarlos, el mayor número de impactos encontrados son en la calidad del agua y la generación de desechos no peligrosos, esto se ve en todos los subprocesos del curtido que necesitan del insumo agua, y la generación de los desechos no peligrosos, se observa que no existe riesgos en generación de desechos peligrosos ya que ningún de los residuos generados en el proceso de curtido son considerados peligrosos dentro de la legislación ambiental Ecuatoriana, de igual forma no se encuentra afectada la flora o fauna porque la curtiduría no se encuentra en un ecosistema frágil o que se encuentre en un lugar que este bajo protección.

**Figura 30:** Resumen de los impactos significativos y no significativos por sub-procesos y operaciones logísticas



**Elaborado por:** Michael Loor

En el análisis de los impactos significativos por sub-procesos y operaciones logísticas se observa que en el almacenamiento y transporte existe la mayor cantidad de riesgos significativos con un valor de seis, esto se debe a que en el almacenamiento se acumula por un periodo de 3 a 4 días los residuos generados en



la curtiduría, lo cual provoca acumulación de materia orgánica que fácilmente se va descomponiendo y va generando malos olores, desprendimientos de materiales particulados así como la generación de roedores como ratas que promueven la proliferación de bacterias y enfermedades, los sub-procesos generan impactos significativos principalmente por los residuos que producen y por la utilización de insumos químicos que se utiliza, resulta un riesgo elevado para el operador así como las reacción que se provocan por la mezcla de insumos que producen gases y generación de material articulado que es absorbido por el operador.

**Tabla 19:** Priorización de los riesgos significativos

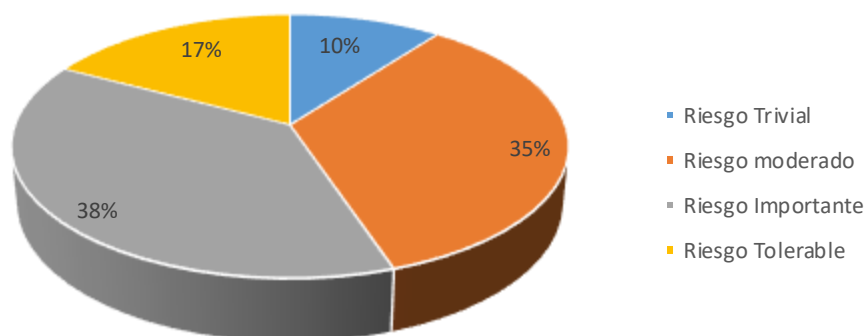
<b>SUB-PROCESO</b>	<b>RIESGO</b>	<b>ESTIMACIÓN DEL RIESGO</b>
<b>CURTIDO</b>		
Desencalado	Consumo excesivo de agua	MO
	Consumo excesivo de energía eléctrica	MO
	Materiales orgánicos desprendidos de la piel	T
	Materia orgánica, sólidos, nitrógeno amoniacal y sulfuros	I
	Formación de gases amoniacaes y sulfhídricos	I
Purgado	Consumo excesivo de agua	MO
	Consumo excesivo de energía eléctrica	MO
	Materiales orgánicos desprendidos de la piel	T
	Materia orgánica, sólidos, nitrógeno amoniacal	I
Piquelado	Acidificación del agua <4	I
	Consumo excesivo de energía eléctrica	MO
	Restos de piel con pH muy bajo <4	TO
	Aguas acidas <4	I
	Gases desprendidos de ácido fórmico y sulfúrico	I
Curtido	Consumo excesivo de agua	MO
	Consumo excesivo de energía eléctrica	MO

SUB-PROCESO	RIESGO	ESTIMACIÓN DEL RIESGO
<b>CURTIDO</b>		
Curtido	Materiales orgánicos desprendidos del cuero	T
	Sales de cromo, acidez y sulfatos	I
	Presencia de residuos de cromo en el ambiente	MO
Rebajado	Maquinaria genera mucho ruido	I
	Materia imputrescible con contenido de cromo	I
<b>OPERACIONES LOGÍSTICAS</b>		
Bodega de químicos	Formación de gases por reacción de productos	TO
	Presencia de residuos en el ambiente	TO
Almacenamiento y transporte	Formación de gases por reacción de productos	TO
	Presencia de residuos en el ambiente	TO

Elaborado por: Michael Loor

Figura 31: Resumen de la priorización de los riesgos significativos

### NÚMERO DE RIESGOS



Elaborado por: Michael Loor

Se realizó un análisis de los riesgos significativos dentro de la curtiduría, en su mayor porcentaje están los riesgos importantes con un 38% que se representan en todos los sub-procesos y operaciones logísticas, estos riesgos son por la formación de gases tóxicos, así como los residuos que se genera en la curtiduría, los malos olores y la presencia de roedores transmisores de enfermedades como las ratas, los riesgos moderados representan el 35% estos riesgos se representan en todos los sub-procesos y su principal causa es el uso excesivo de agua para los procesos productivos y el consumo de energía eléctrica que utilizan los bombos de curtido y la maquina rebajadora de cueros, los riesgos tolerables con un 17% se representan en las operaciones logísticas de bodega, almacenaje y transporte de residuos, estos riesgo son por la formación de gases por la mezcla de productos químicos y la presencia de residuos en el ambiente que provocan malos olores por la descomposición de materia orgánica, y atrae a roedores como ratas. Los riesgos triviales con un 10% se representan por los materiales orgánicos desprendidos de las pieles.

En caracterización de residuos generados se podría implementar capacitaciones con personal técnico calificado para realizar un reproceso en la etapa de curtido para minimizar los impactos generados.

Con la existencia de riesgos exógenos y en los subprocesos que contienen el proceso de curtido se debería realizar capacitaciones para un mejor manejo de residuos.

La utilización de insumos biodegradables disponibles en el mercado ayudaría en gran medida, a la disminución del impacto generado en la curtiduría.

## **CONTRASTE CON OTRAS INVESTIGACIONES**

De las investigaciones realizadas se tomó como referencia la tesis realizada en la Universidad Central del Ecuador del proyecto de investigación realizado por Álvaro Portilla (2013), con el tema “Análisis técnico ambiental del proceso de la curtiduría serrano de la ciudad Ambato y diseño de la planta de tratamiento de las Aguas residuales”, que concluye, que los residuos generados en el rebajado del cuero considerados residuos sólidos, pueden ser vendidos para la fabricación de ladrillos, a la ladrillera Zurita, en contraste con el estudio técnico realizado se plantea un destino utilitario al rebajado del cuero como relleno para material de construcción, ya que así se evita que sea almacenado y enviado al relleno sanitario obteniendo así un beneficio económico, y disminución del impacto ambiental ocasionado por el sub-proceso de rebajado, y las operaciones logísticas de almacenamiento y transporte.

Del proyecto de tesis realizado por: Bianca Mella. (2013), con el tema: “Remoção do cromo de banhos residuais de curtimento através de precipitação química e electrocoagulação”, concluye que las curtidurías se interesan en la implementación de nuevas tecnologías limpias con el objetivo de reducir la demanda de agua y consecuentemente el volumen de residuo líquido generado que tiene que ser tratado, lo que comprueba este raciocinio es la práctica del reciclaje parcial de los residuos líquidos, En contraste con el estudio realizado se observó que existe una gran cantidad de residuos líquidos generados en el proceso de curtido, que pueden ser reutilizados en los sub procesos de desencalados y lavado obteniendo una disminución de residuos líquidos, aplicando las tecnologías necesarias para no interferir con la calidad del cuero. .

Del proyecto de tesis realizado por Nidia Ortiz (2013), con el tema “Recuperación y reutilización de cromo de las aguas residuales del proceso de curtido de curtiembres de san Benito (Bogotá), mediante un proceso sostenible y viable tecnológicamente” se resume que se puede utilizar sulfato de cromo recuperado mezclado con sulfato de cromo, siendo la más conveniente la proporción 40% a 60% respectivamente, porque consume más cromo recuperado y menos sulfato de

cromo nuevo, obteniendo cueros con parámetros de calidad requeridos, en contraste con el estudio realizado se determinó que el sub-proceso de curtido genera 5 impactos significativos, aplicando la metodología de recuperación de los baños de cromo se conseguiría la reducción de insumos químicos que generan grandes cantidades de residuos líquidos y una mayor facilidad al momento de tratar menor cantidad de agua, de igual forma se reducen los impactos generados por una menor manipulación de estos insumos en el sub-proceso de curtido y operaciones logísticas de mantenimientos y transporte.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Conclusiones

- En la cuantificación de los residuos generados en el proceso de curtido se determina que la mayor cantidad de residuos generados son líquidos, el desencalado es el sub-proceso donde se genera residuos en estado líquido con una cantidad de 385 kg, en 130 bandas procesadas, y en el rebajado se genera la mayor cantidad de residuo sólido con un valor de 137 kg, en los residuos del desencalado se encuentran restos en solución, residuos como: sales amoniacales, cal, sulfuro de sodio, mientras que en el rebajado el residuo son las virutas de cromo.
- En la caracterización de los residuos, no se cumplen los parámetros establecidos por la ley de gestión ambiental Ecuatoriana, existen valores fuera de la norma en: Demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, sulfatos, y solidos suspendidos, debido a los insumos utilizados en los procesos de curtido.
- Los impactos identificados por componentes ambientales dentro de la curtiduría fueron en total 50, que engloba el proceso de curtido y las operaciones logísticas, de los cuales 7 son considerados impactos positivos por la generación de empleo los 43 restantes son impactos que se generan en cada sub-procesos y son considerados como impactos negativos.

- Los impactos identificados por proceso de curtido y operaciones logísticas son en total 98 de los cuales 29 son considerados significativos con un valor de alto o crítico, una vez encontrado los impactos significativos se realizó su priorización para la toma de medidas dependiendo de su estimación de riesgo, se determinó en mayor porcentaje los riesgos importantes en todos los sub-procesos y operaciones logísticas, esto debido al trabajo con sustancias tóxicas que generan gases peligrosos por su reacción, así como la acumulación de residuos que genera gases, malos olores, y la proliferación de roedores transmisores de enfermedades.
- Se concluye que, existe falta de conocimiento técnico para la aplicación de nuevas tecnologías menos contaminantes y procesos que minimicen la contaminación ambiental, por lo que se convendría usar insumos biodegradables, o la aplicación de tecnologías limpias.

## Recomendaciones

- Tomar en cuenta la cantidad de residuos generados en cada sub-proceso para tomar medidas correctivas en la cantidad que se genera residuos líquidos y sólidos dependiendo del sub-proceso, llevar un registro de los cambios que se pueden ir haciendo para obtener un proceso más eficiente con la utilización de insumos que necesiten menos agua, sean menos contaminantes y no representen un riesgo elevado para el operador, como por ejemplo el uso de ácidos orgánicos que evita la utilización de ácidos sulfúrico que es altamente corrosivo y peligroso.
- Implementar tecnologías con las maquinarias que eviten el contacto directo entre operador e insumos peligrosos de igual forma, tener más control en el uso de equipos de seguridad en los operadores de maquinaria para evitar posibles contactos así como los lugares que sean más ventilados para minimizar la concentración de gases que se forman en los sub-procesos.
- Realizar capacitación con entidades especializadas en el manejo de residuos e instalaciones de plantas de tratamiento para minimizar el impacto ambiental negativo y estar dentro de la normativa ambiental ecuatoriana.
- Utilizar insumos biodegradables amigables con el ambiente, para minimizar los impactos generados



## BIBLIOGRAFÍA

- **Barronio, Neimar. 2009.** *TECNOLOGIA DO COURO I*. Estancia Velha : s.n., 2009.
- **Cooper, M, Guterrez, M y Marcilio, N. 2011.** *Remoção de cromo de banhos residuais de curtimento através de precipitação química e electrocoagulação*. Porto Alegre : s.n., 2011, Brazilian Leather Book.
- **Gomez, Cano. 1996.** *Evaluación de Riesgos Laborales*. España : s.n., 1996. 211-96-013-5.
- **GUTERRES. 2011.** CURTIMENTO AL CROMO AINDA É PREDOMINANTE. *JORNAL EXCLUSIVO NH*. 2011.
- **HOINACKI, EUGENIO. 1994.** *Peles e Couros*. Porto Alegre : s.n., 1994.
- **Kraemer, M.E.P. 2013.** Centro Científico Conhecer. [En línea] 01 de Diciembre de 2013. [Citado el: 22 de 04 de 2017.] <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2013b/CIENCIAS%20AGRARIAS/raproveitamento.pdf>.
- **Moreira, Marina Vergillo y Canovas, Regina. 2003.** *Estado da arte Tecnológico em processamento do Couro*. Porto Alegre : FINEP, 2003.
- **Moya, Fernando. 2015.** *Estudio de Impacto Ambiental Ex Post de las actividades de Curtiduría Hidalgo*. Ambato : s.n., 2015.
- **Sanmarco, U y Guterrez, M. 2006.** *Processo Inovador de curtimento com excelente esgotamento*. Porto Alegre : s.n., 2006.
- **Souza, Carla Núbia de. 2007.** *Tratamento primário de efluentes brutos de curtume quimicamente aprimorado por Sedimentação*. MATO GROSSO DO SUL : s.n., 2007.

# **ANEXOS**

**Anexo 1:** Bombos de curtido donde se realiza el proceso de curtido



**Elaborado por:** Michael Loor

**Anexo 2:** Almacenamiento de residuos sólidos y lodos del proceso



**Elaborado por:** Michael Loor

**Anexo 3:** Muestra para caracterización de residuos generados en el proceso



**Elaborado por:** Michael Loor

**Anexo 4:** Residuo generado en el sub-proceso de curtido ya precipitado



**Elaborado por:** Michael Loor

Anexo 5: Formulación estándar del proceso de curtido

CURTIDURIA HIDALGO			BOMBO # 1				
CURTIDO			TR07				
TIPO:	CURTIDO		Fecha Inicio				
CANT.	130 Bandas						
PESO	1105 KLG (8,500 Kgs)		TECNICO RESPONSABLE				
CALIBRE	3-3,3		PROVEEDOR:				
PROCESOS	%	PRODUCTOS	PESO	TIEMPO	°C	PH	OBSERVACIONES
LAVAR	100,00%	AGUA TIBIA	1105,000 kg		40 °C		
	0,20%	DESENCALANTE COMERCIAL	2,210 kg				
	0,05%	TENSOACTIVO	0,553 kg				
	0,50%	SULFATO DE AMONIO	5,525 kg	30 '			
<b>ESCURRIR BAÑO</b>							
DESENCALAR	80,00%	AGUA TIBIA	884,000 kg		38 °C		
	0,05%	TENSOACTIVO	0,553 kg				
	0,70%	BISULFITO DE SODIO	7,735 kg				
	1,00%	SULFATO DE AMONIO	11,050 kg	40 '			
PH 8.0-8.5	1,00%	DESENCALANTE COMERCIAL	11,050 kg	30 '			PH=
<b>TH2O=35C-38C</b>							
PARA CONTROL	30,00%	AGUA TIBIA	331,500 kg		40 °C		TH2O=.....
TEMP DE AGUA Y PH		0,50%	BISULFITO DE SODIO	5,525 kg	5 '		
		↓					
	0,08%	PARA BAJAR EL PH CUIREXON 3F	0,884 kg	30 '			
<b>ESCURRIR</b>							
LAVAR	200,00%	AGUA FRIA	2210,000 kg	10 '			TAPA CERRADA
LAVAR	200,00%	AGUA FRIA	2210,000 kg	30 '			TAPA REJILLA
<b>BOTAR CUERO</b>							
PIQUEL	40,00%	AGUA FRIA	442,000 kg				
7-8 Be	5,00%	SAL	55,250 kg	5 '			Be=.....
	1,00%	ACIDO FORMICO (1:10)	11,050 kg	4/15'			
	1,15%	AC. SULFURICO (1:20)	12,708 kg	4/45'			PH = 3 PH=.....
<b>REPOSA LA NOCHE</b>				90 '			SI Ph mayor a 3 poner 0.2% de acido sulfurico
<b>Al día siguiente</b>							
	8,00%	<b>DISMINUIR EL BAÑO</b>	88,400 kg				
	3,00%	SULFATO DE CROMO	33,150 kg	30 '			
	3,00%	SULFATO DE CROMO	33,150 kg				
	0,15%	FUNGICIDA	1,658 kg				CONTROLAR EL Ø CORTE
	0,50%	FORMIATO DE SODIO	5,525 kg	120 '			20' - 30'
	0,40%	OXIDO DE MAGNESIO	4,420 kg	8 HORAS			PH=3.7 - 3.8; PH=..... TH2O=38C - 40C; TH2O=.....
		RODAR 20 MINUTOS					
	200,00%	AGUA TIBIA A 45 C	2210,000 kg	20 '	45 °C		SE LAVA EN CASO QUE
Al día siguiente							LA TEMP DEL H2O, HAYA
LAVAR							TERMINADO MENOR A 35C
							SI TERMINA EN UNA TEMP
		PERCHAR					MAYOR NO ES NECESARIO
		PERCHAR					SI TERMINA EN UNA TEMP
							MAYOR NO ES NECESARIO
<b>OBSERVACIONES GENERALES</b>							

Elaborado por: Michael Loor