



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**

**CARRERA DE INGENIERIA DE MEDIO AMBIENTE**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“RIESGO AMBIENTAL POR LA UTILIZACIÓN DEL CROMO EN  
CURTIPIEL CASTRO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”.**

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero  
en Medio Ambiente

**Autora:**

Quishpe Molina Leila Jhasmin

**Tutor:**

Ing. Porras Angulo Alicia Mercedes Mg.

**LATACUNGA – ECUADOR**

**2016**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Leila Jhasmin Quishpe Molina declaro ser autora del presente proyecto de investigación: **“RIESGO AMBIENTAL POR LA UTILIZACIÓN DEL CROMO EN CURTIPIEL CASTRO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, siendo la **Ing. Alicia Mercedes Porras Angulo** directora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

.....

Leila Jhasmin Quishpe Molina

**C.I. 050254413-3**

## **AVAL DEL DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Directora del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“RIESGO AMBIENTAL POR LA UTILIZACIÓN DEL CROMO EN CURTIPIEL CASTRO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, de Quishpe Molina Leila Jhasmin, de la carrera de Ingeniera de Medio Ambiente, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Julio 2016

La Directora

---

Ing. Alicia Mercedes Porras Angulo Mg.  
**DIRECTORA**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Quishpe Molina Leila Jhasmin con el título de Proyecto de Investigación: “Riesgo Ambiental por la utilización del cromo en Curtipiel Castro, Provincia de Tungurahua” han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Julio 2016

Para constancia firman:

---

**Lector 1 (Presidente)**  
**Nombre:** Msc. Patricio Clavijo  
**CC:** 050144458-2

---

**Lector 2**  
**Nombre:** Ing. Alexandra Tapia  
**CC:** 050266175-4

---

**Lector 3**  
**Nombre:** Ing. Cristian Lozano  
**CC:** 060360931-4



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**UNIDAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y HUMANÍSTICAS**

**Latacunga – Ecuador**

**AVAL DE TRADUCCIÓN**

En calidad de Docente de la Carrera de Ciencias de la Educación, mención Inglés de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO QUE**: La traducción del resumen del Proyecto de Investigación al idioma Inglés presentado por la estudiante: **QUISHPE MOLINA LEILA JHASMÍN**, cuyo título versa **“RIESGO AMBIENTAL POR LA UTILIZACIÓN DEL CROMO EN CURTIPIEL CASTRO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto pudo certificar en honor a la verdad y autorizo a la peticionaria hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Julio 2016

Atentamente,

Lic. MSc. Patricia Mena V.

C.C. 0501574297

**DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero dar gracias a Dios, por haberme dado la vida, la inteligencia y las fuerzas para poder concluir con este trabajo investigativo, dando así un paso más en mi vida profesional.

A mis padres que han sido pilar fundamental e incondicional en todo momento; a mi esposo por no dejar que desmaye ante las adversidades, a mi hermana por su apoyo moral, a mi hijo por ser la inspiración para dar todo de mí y mi sobrino por alegrarme en cada momento de tristeza a fin de concluir con éxito esta investigación.

A tan ilustre maestra Ing. Alicia Mercedes Porras Angulo que en el curso de estos años de estudio en la Universidad Técnica de Cotopaxi ha impartido sin condición alguna todos sus conocimientos, que ha sido más que amiga, confidente un gran apoyo moral, marcando diferencia de un antes y un después en mi vida como profesional.

Por último agradecer a la Universidad Técnica de Cotopaxi, por habernos acogido y así permitiéndome haber sido parte de esta prestigiosa institución.

A todos ustedes, mis más sinceros agradecimientos.

***Leila Jhasmin Quishpe Molina***

## **DEDICATORIA**

A mis padres, por brindarme su amor, apoyo y sacrificio en todo este tiempo transcurrido, gracias a ustedes me he convertido en lo que soy y he logrado llegar hasta aquí.

Gracias padres amados.

A mi esposo e hijo por darme fuerza y no dejarme decaer en esta difícil etapa de mi vida, por su apoyo moral e incondicional y su amor infinito. Tu Hijo mío eres la principal motivación en mí.

A mi hermana y mi sobrino que en alma y vida me han apoyado incondicionalmente para culminar este trabajo.

A mis maestros y amigos quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento entre muchas alegrías y tristezas que durante estos años de estudios estuvieron a mi lado apoyándome para lograr este anhelado sueño.

Gracias a todos ustedes.

***Leila Jhasmin Quishpe Molina***

## UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

### UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TITULO:** “RIESGO AMBIENTAL POR LA UTILIZACIÓN DEL CROMO EN CURTIPIEL CASTRO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”.

**Autora:** Quishpe Molina Leila Jhasmin

#### RESUMEN

La investigación se realizó en la curtiembre “CURTIPIEL CASTRO”, ubicada en la panamericana norte Km 7, entrada a Macasto en el año 2016, el objetivo fue determinar la presencia de cromo (Cr) en el agua residual generada en el proceso de curtición de pieles, para lo cual se realizó un diagnóstico al proceso de curtido de pieles el mismo que utiliza como agente curtiente al Cr, el tiempo que dura este proceso es de 7 horas con sus respectivas paradas, donde el consumo de agua es aproximadamente de 12800 L/seg para un lote de producción de 200 pieles, equivalente a 25 Kg. Posteriormente in situ se determinó los puntos de contaminación del agua por la utilización del Cr, punto que se identificó específicamente en el agua residual que se genera en la fase en mención. Para conocer la cantidad de Cr presente en el agua residual del proceso de curtido se realizó el análisis de laboratorio, determinando la presencia de Cr en 2643,208 mg/L, valor que sobrepasa los límites máximos permisibles establecidos en la normativa ambiental TULSMA, Libro VI, Anexo I, Tabla 11, dice que los Límites permisibles de Cr para descargar al sistema de alcantarillado público es 0,5 mg/L. Finalmente se elaboró una estrategia que permita vertir al Cr al sistema de alcantarillado público; la estrategia planteada es la Precipitación Química a base del Hidróxido de Sodio Na (OH) al 0,1 g/L con relación al caudal obtenido de acuerdo a la utilización del agua para el proceso de curtido es 0,000147m<sup>3</sup>/seg, ya que a menor concentración la reacción es más eficiente, con la aplicación de esta técnica se logra sedimentar el Cr en forma de Hidróxido Crómico Cr (OH)<sub>3</sub>, al mismo que se lo acidifica con Ácido Sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), para luego ser vertido al sistema de alcantarillado público. Estrategia que mitiga la contaminación del agua y minimizara el riesgo ambiental generado por el Cr en el recurso hídrico.

**Palabras clave:** Acidificación, Agente curtiente, Curtiembre, Cromo, Límites permisibles Precipitación química, Reutilizar, Sedimentación, Sub proceso.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**

**TOPIC:** “ENVIRONMENTAL RISK FOR THE USE OF CHROMIUM IN CASTRO TANNERY, TUNGURAHUA PROVINCE”.

**Author:** Quishpe Molina Leila Jhasmin

**ABSTRACT**

The research was done in the “CASTRO CURTIPIEL”, located in Panamerican Highway north, Macasto entrance in 2016, the objective was to determine the presence of chromium (Cr) in the wastewater generated in the process of leather tanning, for which a diagnosis to tanning process the same as that uses like agent is carried chrome tanning agent to the chromium, the duration of this process is of 7 hours with its respective stops, where the water consumption is about 12,800 L/sec for a production lot of 200 pixels, equivalent to 25 Kg. Subsequently in situ points water contamination was determined by using Cr, point is specifically identified in the wastewater generated in the phase in mention. To know the amount of Cr present in the wastewater from the tanning process the laboratory analysis was performed, determining the presence of Cr in 2643,208 mg/L, Value exceeding the maximum permissible limits of TULSMA environmental regulations, VI book, I appendix, 11 table, says the allowable limits for discharge Cr public sewer system is 0.5 mg/L. Finally a strategy that allows to reverse the Cr in the tanning process to public sewer system is made; The proposed strategy is based Chemical precipitation of Na Sodium Hydroxide (OH) 0.1 g/L relative to the flow rate obtained according to the use of water for the tanning process is 0,000147m<sup>3</sup>/sec, since at lower concentration the reaction is more efficient, with the application of this technique is achieved to sediment the Cr in form of Chromic hydroxide Cr (OH)<sub>3</sub>, the same as it acidified with sulfuric acid (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), before being discharged into the public sewer system. Strategy that mitigates water pollution and minimizes environmental hazard caused by Cr on water resources.

**Keywords:** Acidification, tanning agent, Tannery, Chrome, Permissible limits, Chemical precipitation, Reuse, Sedimentation, Sub process.

## ÍNDICE

<b>DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....</b>	<b>II</b>
<b>AVAL DEL DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>III</b>
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....</b>	<b>IV</b>
<b>AVAL DE TRADUCCIÓN.....</b>	<b>V</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>VI</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>VII</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>VIII</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>IX</b>
<b>1. INFORMACIÓN GENERAL .....</b>	<b>14</b>
<b>2. RESUMEN DEL PROYECTO.....</b>	<b>15</b>
<b>3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>15</b>
<b>4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....</b>	<b>16</b>
<b>5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:.....</b>	<b>16</b>
<b>6. OBJETIVOS:.....</b>	<b>17</b>
6.1    GENERAL.....	17
6.2    ESPECÍFICOS.....	17
<b>7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS:.....</b>	<b>17</b>
<b>8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA .....</b>	<b>19</b>
8.1    CURTIEMBRE .....	19
8.1.1    Proceso de producción del Cuero .....	19
8.1.2    La Contaminación de las Curtiembres .....	21
8.2    EL CROMO.....	22
8.3    QUÍMICA AMBIENTAL DEL CROMO.....	23
8.4    ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES.....	24
8.4.1    Aspecto Ambiental .....	24
8.4.2    Impacto Ambiental .....	25
8.5    ESTIMACIÓN GLOBAL DE RESIDUOS Y SU IMPACTO AMBIENTAL .....	25
8.5.1    Efectos sobre cuerpos de agua .....	25
8.5.2    EFECTOS SOBRE LA CALIDAD DEL AIRE.....	25
8.5.3    EFECTOS SOBRE LA CALIDAD DEL SUELO.....	26
8.6    INDICADORES AMBIENTALES PARA LA INDUSTRIA DE CURTIEMBRES .....	26
8.7    TOXICOLOGÍA DEL CROMO (Cr).....	26
8.8    TOXICOCINÉTICA .....	27
8.9    VALORES PERMISIBLES DE EXPOSICIÓN .....	27
8.10    EFECTOS NOCIVOS EN LA SALUD POR EXPOSICIÓN AL CROMO (Cr) .....	28
<b>9. HIPOTESIS: .....</b>	<b>29</b>
<b>10. METODOLOGÍAS A APLICAR EN LA INVESTIGACION Y MATERIALES UTILIZADOS .....</b>	<b>29</b>

10.1	METODOLOGÍAS A APLICAR EN LA INVESTIGACIÓN .....	29
10.1.1	Identificación del área de estudio: .....	29
10.1.2	Reconocimiento del área de estudio: .....	29
10.1.3	Toma de muestras: .....	29
10.2	MATERIALES UTILIZADOS: .....	30
<b>11.</b>	<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS: .....</b>	<b>30</b>
11.1	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LA ETAPA DEL PROCESO DE CURTICIÓN DE PIELES .....	30
11.1.1	Características del proyecto .....	30
11.1.2	Localización y habilitación de la superficie .....	31
11.1.2.1	Área de Bombos.....	31
11.1.2.2	Sistemas de tratamiento de agua.....	32
11.1.3	Descripción de las actividades del proceso .....	33
11.1.3.1	Proceso de Curtido.....	33
11.1.3.2	Residuos líquidos generados .....	34
11.2	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE LABORATORIO DEL AGUA RESIDUAL CON RESPECTO AL CROMO. ....	35
11.2.1	Calidad de Aguas .....	35
<b>12.</b>	<b>IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS) .....</b>	<b>36</b>
12.1	ACTIVIDADES DEL PROYECTO .....	36
12.1.1	Componentes ambientales .....	37
12.1.2	Identificación de Impactos Ambientales .....	37
<b>13.</b>	<b>PROPUESTA DE UNA ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN EN EL PROCESO DE CURTICIÓN DE PIELES GENERADA POR LA CONTAMINACIÓN DEL CROMO (Cr) EN EL RECURSO AGUA.....</b>	<b>36</b>
13.1	PRECIPITACION QUÍMICA A BASE DE HIDROXIDO DE SODIO .....	39
13.1.1	Primera etapa.....	39
13.1.2	Segunda etapa .....	39
13.1.3	Tercera etapa.....	39
13.2	Descripción del flujograma del tratamiento del agua residual con cromo.....	40
13.2.1	Filtración .....	41
13.2.2	Sedimentación.....	42
13.2.3	Aguas residuales tratadas .....	42
13.3	Cálculos para el diseño del Sedimentador para el Tratamiento de Cromo (Cr) .....	42
<b>14.</b>	<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO .....</b>	<b>45</b>
<b>15.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>45</b>
15.1	CONCLUSIONES .....	45
15.2	RECOMENDACIONES .....	46
<b>16.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>46</b>
<b>17.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>48</b>
17.1	CURRICULUM VITAE DEL POSTULANTE .....	48
17.2	CURRICULUM VITAE DE LA TUTORA .....	49
17.3	ANEXO DEL RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LABORATORIO .....	51
17.4	ANEXOS FOTOGRAFÍAS .....	52

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>GRÁFICO 1.</b> CICLO AMBIENTAL DEL CR. ....	23
<b>GRAFICO 2.</b> FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE CURTIDO. ....	34
<b>GRAFICO 3.</b> COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LABORATORIO CON LA NORMATIVA TULSMA.....	36
<b>GRÁFICO 4.</b> DIAGRAMA EH-PH PARA ESPECIES DE CROMO EN SOLUCIÓN ACUOSA .....	38
<b>GRÁFICO 5.</b> FLUJOGRAMA DEL TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL CON CROMO (CR).....	40
<b>GRÁFICO 6.</b> DISEÑO DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL CON CROMO (CR).....	44

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1. MAQUINARIA UTILIZADA EN LA EMPRESA.....</b>	<b>31</b>
<b>TABLA 2. DIMENSIONES DEL SEDIMENTADOR.....</b>	<b>32</b>
<b>TABLA 3. CONSUMO DE AGUA.....</b>	<b>34</b>
<b>TABLA 4. CARGA CONTAMINANTE DEL AGUA POR CADA 200 PIELES PROCESADAS DE 25 KG DE PESO (ESTIMADOS).....</b>	<b>35</b>
<b>TABLA 5. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LABORATORIO DEL AGUA RESIDUAL.</b>	<b>35</b>

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

**Título del Proyecto:** “RIESGO AMBIENTAL POR LA UTILIZACIÓN DEL CROMO EN CURTIPIEL CASTRO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”.

**Fecha de inicio:** 12 de Octubre del 2015.

**Fecha de finalización:** 22 de Julio del 2016.

**Lugar de ejecución:** Industria ‘CURTIPIEL CASTRO’.

**Unidad Académica que auspicia:** Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

**Carrera que auspicia:** Ingeniería de Medio Ambiente.

**Proyecto de investigación vinculado:** Ingeniería de Medio Ambiente.

### **Equipo de Trabajo:**

Ing. Alicia Mercedes Porras Angulo Mg. (Profesora Tutor).

Leila Jhasmin Quishpe Molina (Estudiante).

**Área de Conocimiento:** Ingeniería, industria y construcción.

**Línea de investigación:** Línea 7 Gestión de la Calidad y Seguridad Laboral.

**Sub líneas de investigación de la Carrera:** Salud, Seguridad y Ambiente.

## **2. RESUMEN DEL PROYECTO**

La investigación se realizó en la curtiembre “CURTIPIEL CASTRO”, ubicada en la panamericana norte Km 7, entrada a Macasto en el año 2016, el objetivo fue determinar la presencia de cromo (Cr) en el agua residual generada en el proceso de curtición de pieles, para lo cual se realizó un diagnóstico al proceso de curtido de pieles el mismo que utiliza como agente curtiente al Cr, el tiempo que dura este proceso es de 7 horas con sus respectivas paradas, donde el consumo de agua es aproximadamente de 12800 L/seg para un lote de producción de 200 pieles, equivalente a 25 Kg. Posteriormente in situ se determinó los puntos de contaminación del agua por la utilización del Cr, punto que se identificó específicamente en el agua residual que se genera en la fase en mención. Para conocer la cantidad de Cr presente en el agua residual del proceso de curtido se realizó el análisis de laboratorio, determinando la presencia de Cr en 2643,208 mg/L, valor que sobrepasa los límites máximos permisibles establecidos en la normativa ambiental TULSMA, Libro VI, Anexo I, Tabla 11, dice que los Límites permisibles de Cr para descargar al sistema de alcantarillado público es 0,5 mg/L. Finalmente se elaboró una estrategia que permita vertir al Cr al sistema de alcantarillado público; la estrategia planteada es la Precipitación Química a base del Hidróxido de Sodio Na (OH) al 0,1 g/L con relación al caudal obtenido de acuerdo a la utilización del agua para el proceso de curtido es 0,000147m<sup>3</sup>/seg, ya que a menor concentración la reacción es más eficiente, con la aplicación de esta técnica se logra sedimentar el Cr en forma de Hidróxido Crómico Cr (OH)<sub>3</sub>, al mismo que se lo acidifica con Ácido Sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), para luego ser vertido al sistema de alcantarillado público. Estrategia que mitiga la contaminación del agua y minimizara el riesgo ambiental generado por el Cr en el recurso hídrico.

## **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

La Constitución de la República del Ecuador en el Capítulo Segundo de los Derechos del Buen Vivir, Sección Segunda sobre un Ambiente sano manifiesta en el Art. 14.- El Estado reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el Buen Vivir; y en el Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo

impacto.

El estudio abarca el macro proceso de Curtido, desde el punto de vista ambiental este proceso es importante y determinante por el volumen de materia prima involucrada y a su vez la carga contaminante generada con respecto a los efluentes. Además el proceso en mención involucra el uso del Cr como insumo.

Por otra parte, los sistemas de alcantarillado de aguas residuales en el área de estudio no posibilitan la separación de los efluentes urbanos e industriales, dando como consecuencia a que las aguas residuales de las zonas urbanas sean de tipo mixto, sumado a esto que las aguas procedentes del sistema de saneamiento son depositados directamente sin tratamiento en cursos hídricos cercanos.

Es así que la investigación está enfocada a la realidad del proceso de curtición de pieles y el uso de Cr, por lo que se ha visto necesario indagar mediante referencias bibliográficas, normativas vigentes, el cómo altera al recurso agua la presencia de Cr, para de esta manera plantear estrategias de mitigación de la contaminación generada por el uso de Cr en la etapa del proceso de Curtición.

#### **4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

Con la presente investigación se beneficiarán:

- La Industria “CURTIPIEL CASTRO”.
- Trabajadores de la Industria alrededor de 10 personas.
- Habitantes del sector aledaño a la Industria, Barrio Atahualpa, alrededor de 80 familias.

#### **5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:**

El cromo (Cr) es uno de los elementos que se puede encontrar en las aguas residuales de la industria curtiembre, su toxicidad depende del estado de oxidación y concentración en que se encuentre, siendo de especial importancia la eliminación de Cr en el sistema acuoso antes de ser vertido al sistema de alcantarillado o a cursos naturales de agua, ya que por su carácter cancerígeno los efectos secundarios pueden ser evidenciados en la alteración de la salud de las personas y la muerte

de la flora y fauna acuática.

El límite exigido por la legislación ambiental Europea para el vertido de Cr en aguas residuales es actualmente de 2 mg Cr/L, mientras que en el Ecuador el límite permisible es de 0.5 mg/L según la Normativa Vigente TULSMA.

En los sistemas acuosos el Cr se encuentra principalmente en el estado de oxidación (+3) y/o (+6), el Cr trivalente es un elemento esencial potencialmente requerido en cantidades traza para el metabolismo de los mamíferos, aunque a altas concentraciones del mismo pueden ser sumamente tóxicos, mientras que el ( $\text{Cr}^{+6}$ ) es la forma química más tóxica por sus características cancerígenas.

La contaminación de las aguas residuales por la presencia de Cr, en la actualidad obliga a las empresas o industrias a aplicar tecnologías de prevención de la contaminación, estrategia que permitirá que la institución siga produciendo.

## **6. OBJETIVOS:**

### **6.1 General**

Determinar el riesgo ambiental generado por la utilización del cromo en la curtiembre “CURTIPIEL CASTRO” para la identificación de los efectos en el agua, aire y suelo.

### **6.2 Específicos**

- Diagnosticar la situación actual en la etapa del proceso de Curtición de pieles.
- Identificar los puntos de contaminación del agua por la utilización del cromo.
- Elaborar estrategias de mitigación de la contaminación generada por el uso de cromo en el proceso de Curtición para el recurso agua.

## **7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS**

**PLANTEADOS:**

<b>Objetivo 1</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado de la actividad.</b>	<b>Descripción de la Metodología por actividad</b>
Diagnosticar la situación actual en la etapa del proceso de Curtición de pieles.	-Recopilar información necesaria para elaborar el levantamiento del proceso de curtido.	-Diagrama de entradas y salidas del proceso de curtido.	Para realizar el diagrama del proceso de curtido se aplicó un trabajo de campo mediante la verificación de los insumos aplicados al proceso.  Instrumentos: Ficha de campo.
<b>Objetivo 2</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Descripción de la metodología por actividad</b>
Identificar los puntos de contaminación del agua por la utilización del cromo.	-Observación directa del proceso de Curtición de las pieles. -Muestreo del agua utilizado en el proceso de Curtición de pieles.	-Análisis de laboratorio para comparar con la normativa vigente.	Para la toma de muestras se utilizara la técnica de la observación directa, y se las llevara a cabo in situ para inmediatamente trasladarlas al laboratorio para su análisis. Los resultados serán interpretados y comparados con la normativa ambiental aplicable.  Instrumentos: matrices de interpretación y análisis.
<b>Objetivo 3</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Descripción de la metodología por actividad</b>
Elaborar estrategias de mitigación de la contaminación generada por el uso de cromo en el proceso de Curtición para el recurso agua.	Planteamiento de estrategias de mitigación del Cr del agua residual del proceso de Curtición de pieles.	Propuesta de estrategias de mitigación.	Trabajo de gabinete utilizando como base las matrices de interpretación y análisis de los resultados de laboratorio.  Instrumentos: propuesta de estrategias de mitigación, material bibliográfico.

## **8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

### **8.1 Curtiembre**

El término curtiembres, es un sinónimo de la palabra curtiduría que viene a definir al lugar donde se realiza el curtido o lo que es lo mismo el proceso mediante el cual las pieles de diversos animales son convertidas en cuero.

Es, por tanto, la industria o taller donde se llevan a cabo las diversas tareas que componen el mencionado procedimiento de transformación. En concreto, el mismo se compone de cuatro fases: la limpieza, el curtido, el recurtimiento y el acabado.

Así mismo es muy importante descubrir que las pieles pueden llegar de muy diversas formas a la curtiembre lo que supondrá que en función de ello sea necesario iniciar el mencionado procedimiento con unas u otras tareas. De esta forma lo habitual es que llegue de dos formas: bien recién sacado del animal lo que se conoce como “cuero fresco” o bien después de un proceso de salado mediante el cual tiene lugar la deshidratación del mismo (Aida, F. (1992).

A partir de ese momento comenzará todo un singular proceso que tiene un claro objetivo: convertir a las pieles en cueros duraderos y que no se descomponga ni por acción de mecanismos fisiológicos ni tampoco por mecanismos de tipo físicos. Por ello es habitual el uso de una serie amplia de sales y productos ácidos de diversa índole (Aida, F. (1992).

#### **8.1.1 Proceso de producción del Cuero**

Los cueros son tratados con sal por el lado de carne, con este proceso se evita la putrefacción y así lograr una concentración razonable, es decir, existe una conservación adecuada para cada uno de los procesos y usos para posteriormente ser sometido el cuero (Aloy, M. et al, & Lyon, Fracia 1976).

Cuando los cueros son trasladados a la curtiembre, son debidamente almacenados en el saladero hasta que llegue el momento de procesarlos en las siguientes etapas:

### ➤ **Ribera**

En esta etapa el cuero es preparado para ser curtido, limpiado y acondicionado asegurándole un correcto grado de humedad. Existen pasos intermedios, que son:

- **Remojo:** proceso para rehidratar la piel, eliminar la sal y otros elementos como sangre, excretas y suciedad en general.
- **Pelambre:** proceso que se disuelve el pelo utilizando cal y sulfuro de sodio, produciéndose además, al interior del cuero, el desdoblamiento de fibras a fibrillas, que prepara el cuero para la posterior curtición.
- **Desencalado:** proceso donde se lava la piel para remover la cal y luego aplicar productos neutralizantes.
- **Descarnado:** proceso de eliminación mecánica de la grasa natural, y del tejido conjuntivo, esencial para las operaciones secuenciales posteriores hasta el curtido.
- **Purga enzimática:** el efecto principal del rendido tiene lugar sobre la estructura fibrosa de la piel, pero existen una serie de efectos secundarios sobre la elastina, restos de queratina de la epidermis y grasa natural de la piel.
- **Piquelado:** Es el proceso de la preparación química de la piel para el proceso de curtido, mediante la utilización de ácido fórmico y sulfúrico principalmente, que hacen un aporte de protones, los que se enlazan con el grupo carboxílico, permitiendo la difusión del curtiente hacia el interior de la piel sin que se fije en las capas externas del colágeno (Aloy, M. et al, & Lyon, Fracia 1976).
- **Curtido:** La etapa de curtido comprende las operaciones y procesos que preparan la piel para ser curtida y transformada en cuero; genera un efluente con pH bajo al final de la etapa. Los procesos de desencalado, desengrase y purga eliminan la cal, el sulfuro y las grasas contenidas en la piel y limpian los poros de la misma. El consumo de agua no es tan alto como en la etapa de ribera. Los dos últimos procesos de esta etapa consumen el menor volumen de agua; el piquelado en un medio salino y ácido prepara la piel para el curtido con agentes vegetales o minerales. Al final de esta etapa se tiene el conocido "wetblue", que es clasificado según su grosor y calidad para su proceso de acabado, que es la etapa de recurtido (SANTIAGO C.; 1999).

### ➤ **Procesos mecánicos de post-curtición**

Una vez ya realizado el curtido, se efectúan ciertas operaciones o pasos mecánicos que tienden a dar un espesor específico y homogéneo al cuero, estas son:

- Desaguado mecánico para eliminar el exceso de humedad, además permite entregarle una adecuada mecanización al cuero para los procesos siguientes:
  - Dividido o partido del cuero para separar el lado flor del lado carne de la piel.
  - Raspado para dar espesor definido y homogéneo al cuero.
  - Recortes, proceso por el cual se elimina las partes del cuero que no van a tener una utilización posterior (Aloy, M. et al, y Lyon, Fracia 1976).

### ➤ **Procesos húmedos de post-curtición**

Consiste en un reprocesamiento del colágeno ya estabilizado, propendiendo a modificar sus propiedades para adecuarlas a diversos artículos. Este objetivo es logrado agregando otros curtientes en combinación o no con el Cr (Aloy, M. et al, y Lyon, Fracia 1976).

### ➤ **Secado y terminación**

Los cueros, ya re-curtidos, son desaguados y retenidos para eliminación del exceso de humedad, los mismos que son estirados y preparados para posteriormente ser secados. El proceso final consta del tratamiento mecánico del lado flor y el descarne, seguido de la aplicación de las capas de terminado. La terminación consiste en anilinas o pigmentos dispersos en un binder, típicamente caseína o polímeros acrílicos o poliuretánicos, los que son aplicados por felpa, pistola o rodillo, lacas nitrocelulósicas o uretánicas pueden ser aplicadas con solventes orgánicos como capas de superficie (Aloy, M. & Lyon, Fracia 1976).

## **8.1.2 La Contaminación de las Curtiembres**

Para realizar el proceso del curtido son necesarios alrededor de 500 kilos de productos químicos para el procesamiento de una tonelada de cuero crudo; la estimación es que un 85% no se incorporan en el cuero acabado. En la producción requiere eliminar la mayoría de componentes de la piel cruda, de la misma se termina aprovechando exclusivamente el 20% del peso; el otro 80% se

descarta como residuo. Como consecuencia directa, generan importantes volúmenes de residuos, sólidos o como efluentes líquidos con una mezcla extremadamente compleja de compuestos orgánicos e inorgánicos que hace que la industria sea altamente contaminante (Aso S. et al., 2005). Es posible identificar los principales impactos ambientales del proceso de producción del curtido de cueros centrado en:

- La utilización del metal pesado ( $\text{Cr}^{+3}$ ) con la posible oxidación a ( $\text{Cr}^{+6}$ ). El Cr y sus formas son difícilmente biodegradables, por lo cual son una carga para el ambiente debido a su persistencia, acumulación en el tiempo y efectos impredecibles sobre la vida acuática. En el caso del ( $\text{Cr}^{+6}$ ) es un comprobado cancerígeno humano (Aso S. et al., 2005).
- La inadecuada disposición de los residuos (pelo, recortes y virutas de cuero, restos de pinturas y envases) los cuales quedan inutilizables para compostaje u otros métodos de aprovechamiento o disposición, como consecuencia del uso de químicos (Aso S. et al., 2005).
- Luego del curtido, dependiendo del artículo final deseado, serán teñidos o re-curtidos.
- La etapa de terminación involucra una cantidad de sustancias químicas, como por ejemplo ciertos pigmentos que contienen metales pesados (plomo, cadmio, cromo, etc.); productos químicos fluorados y polímeros que le dan repelencia al agua y la suciedad; ésteres de ftalato, algunos de los cuales pueden ser disruptores endocrinos, utilizados como plastificantes en el acabado de las películas; compuestos orgánicos de estaño como catalizadores para las películas de poliuretano y desengrasantes como el percloroetileno y tricloroetileno, ambos altamente tóxicos (Aso S. et al., 2005).
- Uso ineficiente del agua: aproximadamente 1000 litros por cuero empleados de modo ineficiente, generan grandes volúmenes de efluentes vertidos diariamente (Aso S. et al., 2005).

## 8.2 El Cromo

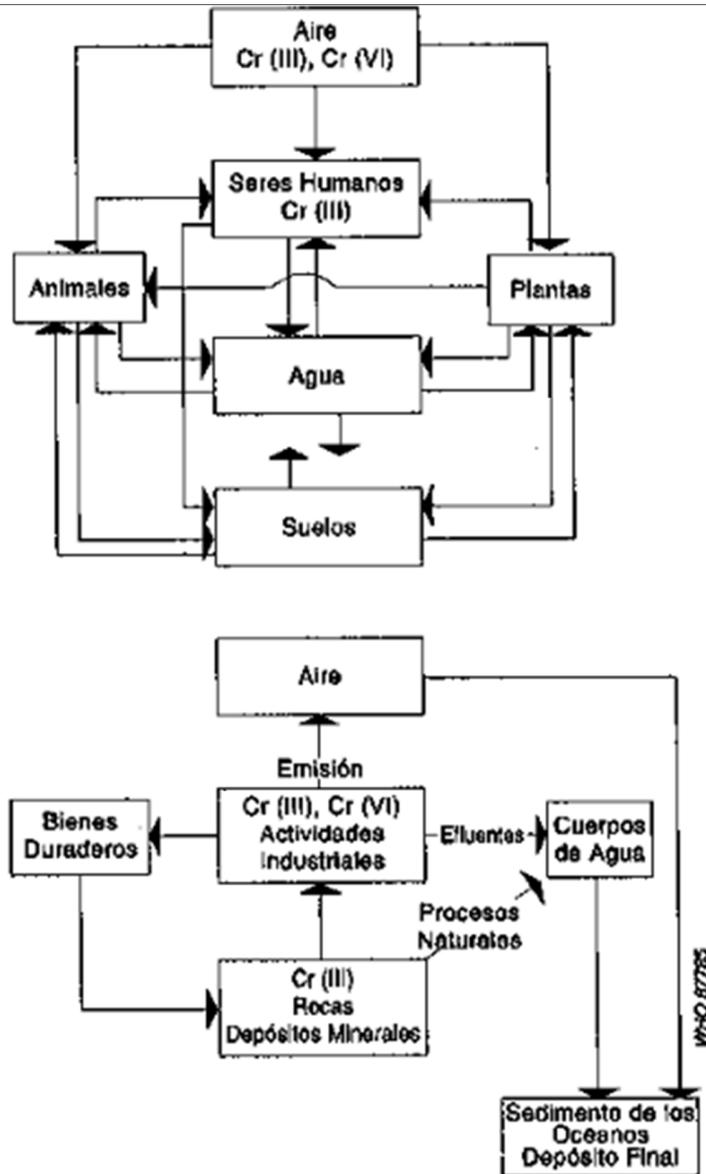
El Cromo Cr es un metal, número atómico 24, del grupo VIB de la tabla periódica y peso molecular 51,996 mg/mol. Blanco plateado, brillante, duro y quebradizo, resistente a la corrosión. El estado hexavalente ( $\text{Cr}^{+6}$ ) el más importante toxicológicamente, lo presentan los cromatos, dicromatos y el ácido crómico. (Amdur MO et al., 1991).

**Sus principales propiedades físicas son:** peso atómico: 52g/mol; Densidad: 7.19 g/cm<sup>3</sup>; punto de fusión: 1.857°C; punto de ebullición: 2.672°C.

### **8.3 Química Ambiental del Cromo**

Los efluentes que contienen Cr se incorporan a las aguas y, eventualmente, llegan al océano, la forma química dependerá de la presencia de materia orgánica en las aguas pues, si está presente en grandes cantidades, el (Cr<sup>+6</sup>) se reducirá a (Cr<sup>+3</sup>), el cual se podrá absorber en las partículas o formar complejos insolubles. Estos pueden permanecer en suspensión cerca del sitio de entrada al ambiente, ser transportados al océano, o bien, precipitar y ser incorporados a los sedimentos (Amdur MO et al., 1991).

**Gráfico 1: Ciclo Ambiental del Cr.**



Fuente: (Amdur MO et al., 1991).

#### 8.4 Aspectos e Impactos Ambientales

El proceso de curtición en la industria de cueros desde sus inicios ha estado relacionado con el alto impacto ambiental, por lo cual ha generado mucha polémica, por la alta contaminación que han generado la producción de cuero, por consiguiente la norma ISO 14000 los definió así.

##### 8.4.1 Aspecto Ambiental

Es un elemento de las actividades, productos y servicios de una organización que puede o tiene un impacto positivo o negativo sobre el medio ambiente.

#### **8.4.2 Impacto Ambiental**

Es cualquier alteración del medio ambiente que resulta de cualquier forma total o parcial de las actividades, productos o servicios de una organización esta alteración puede ser positiva o negativa, y por ende, puede beneficiar o perjudicar al medio ambiente (Diario El Tiempo,. 1998 “Curtiembres la mayor contaminación”. Periódico El Tiempo).

#### **8.5 Estimación global de residuos y su impacto ambiental**

El porcentaje de residuos que se produce en el proceso de curtido depende muchas veces de procesos utilizados, tipo de cuero, insumos usados y medidas implementadas para prevenir o mitigar la contaminación (Diario El Tiempo,. 1998 “Curtiembres la mayor contaminación”. Periódico El Tiempo).

##### **8.5.1 Efectos sobre cuerpos de agua**

Un cuerpo de agua provoca efectos negativos en la vida acuática y en los usos subsecuentes de estas aguas, cuando las aguas residuales son descargadas directamente. Un cuerpo de agua contaminado disminuye el valor de su uso como bebida o para fines agrícolas e industriales. Fundamentalmente y en forma resumida, los componentes específicos que causan problemas en los cursos de agua son Cr, sulfuro y carga biológica (Diario El Tiempo,. 1998 “Curtiembres la mayor contaminación”. Periódico El Tiempo).

##### **8.5.2 Efectos sobre la calidad del aire**

Los materiales particulados y sulfuro de hidrógeno son las dos descargas gaseosas potenciales significativas. Los malos olores como consecuencia de inadecuadas o inexistentes prácticas de limpieza, también afectan la calidad del aire (Diario El Tiempo,. 1998 “Curtiembres la mayor contaminación”. Periódico El Tiempo).

### **8.5.3 Efectos sobre la calidad del suelo**

Los desechos que contienen Cr deben evaluarse con ánimo crítico. Son residuos peligrosos, teniendo en cuenta especialmente el comportamiento de esta sustancia en los estratos del subsuelo debajo de los rellenos sanitarios. Se estima que en un ambiente alcalino, los cromatos permanecen estables hasta 50 años y que son capaces de atravesar incluso suelos viscosos para migrar hasta las napas subterráneas. Además, en contacto con la naturaleza el Cr hexavalente es capaz de causar daños irreversibles tanto en la salud de los animales y el hombre como en la vegetación, el agua, la tierra y el aire (Diario El Tiempo,. 1998 “Curtiembres la mayor contaminación”. Periódico El Tiempo).

### **8.6 Indicadores Ambientales para la Industria de Curtiembres**

El sistema de indicadores, se vinculan directamente con el procesamiento de la piel hasta cuero en azul, crust o terminado.

1. Consumo de agua por piel inicial procesada.
2. Cantidad total de químicos utilizado por piel inicial procesada.
3. Absorción de cromo por piel inicial procesada.
4. Consumo de energía por piel inicial procesada.
5. Consumo de combustible por piel inicial procesada.
6. Sub-productos generados por piel inicial procesada.
7. Parámetros del agua residual de las curtiembres.
8. Cantidad de residuos sólidos generados por piel inicial procesada.

(Jasch, Christine et al., 1999).

### **8.7 Toxicología del Cromo (Cr)**

La toxicidad se debe a los derivados ( $\text{Cr}^{+6}$ ) que, contrariamente a los ( $\text{Cr}^{+3}$ ) penetran en el organismo por cualquier vía con mayor facilidad. El ( $\text{Cr}^{+6}$ ) es considerado carcinógeno del grupo I por la International Agency for Research on Cancer (IARC). El ( $\text{Cr}^{+3}$ ) no ha sido comprobado como carcinogénico (International Agency for Research on Cancer (IARC).

## 8.8 Toxicocinética

El Cr es absorbido por vía oral, respiratoria o dérmica. Se distribuye a nivel de médula ósea, pulmones, ganglios linfáticos, bazo, riñón, e hígado. La absorción del ( $\text{Cr}^{+3}$ ) es menor que la del ( $\text{Cr}^{+6}$ ). El ( $\text{Cr}^{+3}$ ) no atraviesa las membranas celulares, uniéndose directamente a la transferrina. El ( $\text{Cr}^{+6}$ ) es rápidamente tomado por los eritrocitos e integrado a otras células por el sistema transportador de sulfatos (International Agency for Research on Cancer (IARC)).

**Metabolismo:** El ( $\text{Cr}^{+6}$ ) se reduce rápidamente a ( $\text{Cr}^{+3}$ ) intracelularmente a nivel de mitocondrias y el núcleo. A nivel del citoplasma por reductores intracelulares como el ácido ascórbico, el glutatión, flavo enzimas y riboflavinas. La reducción intracelular genera intermediarios reactivos como ( $\text{Cr}^{+5}$ ), ( $\text{Cr}^{+4}$ ) y ( $\text{Cr}^{+3}$ ), así como radicales libres hidroxilo y oxígeno. Estas formas reactivas del Cr son susceptibles de alterar el ADN (International Agency for Research on Cancer (IARC)).

**Eliminación:** Se lo realiza por vía renal el 60 %, en menor grado por heces (vía biliar), cabello, uñas, leche y sudor. En la orina encontramos fundamentalmente ( $\text{Cr}^{+3}$ ) formando un complejo con el glutatión, pues el ( $\text{Cr}^{+6}$ ) es reducido en gran parte a ( $\text{Cr}^{+3}$ ) (International Agency for Research on Cancer (IARC)).

## 8.9 Valores permisibles de exposición

Un aspecto importante a tener en cuenta desde tiempos pasados es cuando se aborda el estudio de la toxicología del Cr, son las especies químicas que presenta y la doble relación que a través de ellas ejerce sobre la salud del individuo. Por una parte el Cr en su valencia 3+ (trivalente), se comporta como un elemento esencial para la vida, al intervenir en procesos bioquímicos y fisiológicos indispensables. Por otra parte en su estado de valencia 6+ (hexavalente), se comporta como un elemento no esencial altamente tóxico para la salud del individuo (Marrett LD et al., 1986).

El ( $\text{Cr}^{+6}$ ) y sus compuestos, son sustancias que se han venido estudiando desde hace aproximadamente 30 años en varios países, en relación con los potenciales efectos adversos en la salud del individuo al entrar en contacto con ellas especialmente en el medio ocupacional, se han

presentado informes sobre efectos adversos en la salud, de personas no expuestas ocupacionalmente al Cr, si no por exposiciones de carácter ambiental. El Cr es un elemento altamente tóxico para el ser humano y está clasificado por la IARC (International Agency for Research on Cancer) en el grupo I (cancerígeno comprobado en humanos) ya que en exposición ocupacional produce cáncer en el sistema respiratorio y algunas afecciones a nivel ocular (Marrett LD et al., 1986).

#### **8.10 Efectos nocivos en la salud por exposición al Cromo (Cr)**

El Cr tiene una doble relación con el organismo humano como oligoelemento en su forma trivalente y como elemento altamente tóxico en su forma hexavalente, en su forma trivalente es un elemento biológicamente esencial e indispensable para la vida, ya que participa en diversos procesos bioquímicos y fisiológicos del ser humano, dentro de los que se destacan su participación en el metabolismo de la glucosa, los ácidos grasos y el colesterol; está involucrado en reacciones enzimáticas tromboplastinas y betaglucoronidasa y ha sido señalado como un coactor en la iniciación de la acción periférica de la insulina. Una vez en el organismo, penetra rápidamente la membrana celular de los hematíes, uniéndose a la fracción globina de la hemoglobina, localizándose luego en el hígado, el bazo, el riñón, los tejidos blandos y el hueso (Marrett LD et al., 1986).

El (Cr<sup>+6</sup>) posee dos características que explican su alto grado de toxicidad: en primer lugar las membranas celulares son permeables al (Cr<sup>+6</sup>), pero no al (Cr<sup>+3</sup>) y en segundo aspecto el (Cr<sup>+6</sup>) se reduce a (Cr<sup>+3</sup>) en el interior de las células de las mitocondrias y el núcleo. Los efectos adversos del Cr en la salud pueden dividirse en efectos no cancerígenos y efectos cancerígenos (Marrett LD et al., 1986).

El (Cr<sup>+6</sup>) es probablemente más tóxico por inhalación que por ingestión. Existen confirmaciones como cancerígenos pulmonares a los cromatos, el cromato de calcio y el cromato de estroncio y como muy sospechosos el cromato de plomo, los dicromatos alcalinos y el ácido crómico, que aparece después de 15 a 20 años de exposición ocupacional (De la Comisión del Medio Ambiente (IUE) de la Unión Internacional de Sociedades de Tecnólogos y Químicos de la Industria del Cuero (IULTCS). Marzo 2005).

## **9. HIPOTESIS:**

¿El cromo total presente en el agua residual del proceso de curtido del cuero sobrepasa los límites máximos permisibles establecidos en la normativa aplicable?

## **10. METODOLOGÍAS A APLICAR EN LA INVESTIGACION Y MATERIALES UTILIZADOS**

### **10.1 Metodologías a aplicar en la investigación**

#### **10.1.1 Identificación del área de estudio:**

Se identificó el área de estudio a base de una entrevista al propietario y trabajadores de la curtiembre en estudio.

#### **10.1.2 Reconocimiento del área de estudio:**

Mediante una visita y trabajo de campo se determinó el punto donde se realizó la toma de muestras de agua: (proceso de curtido).

#### **10.1.3 Toma de muestras:**

- Colocación del equipo de protección personal para tomar la muestra.
- Verificación del punto de muestreo con la ayuda del propietario y un operador.
- Tomamos la muestra aplicando el triple lavado del frasco con la misma agua a ser recolectada, finalmente se llena el envase por completo.
- Aplicamos 10 gotas de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) para conservar la muestra.
- Se etiquetó el envase, con los siguientes datos: fecha, hora, lugar, número de muestra, nombre del responsable del muestreo, tipo de análisis y destino de la muestra.
- Se colocó la muestra en el cooler, para conservar las características ambientales requeridas para su transporte al laboratorio.

- Se entregó las muestras al laboratorio antes de las 24 horas establecidas por la normativa aplicada.

El muestreo está regido a la normativa INEN 2169:2013, Agua, calidad del agua, muestreo, manejo y conservación de muestras.

## **10.2 Materiales Utilizados:**

- Libro de campo
- EPP: Casco, mandil, mascarilla, botas de caucho, guantes.
- Cooler
- Frascos de vidrio templado (proporcionado por el laboratorio de la Empresa Publica Metropolitana de agua potable y saneamiento: laboratorio central de control de calidad EPMAPS con acreditación N° OAE LE 2C 06-003)
- Hojas de custodia para la toma de muestra
- Cámara fotográfica
- Materiales de oficina: Lápiz, esfero, borrador
- Vehículo para transporte.

## **11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS:**

### **11.1 Diagnóstico de la situación actual en la etapa del proceso de Curtición de pieles**

#### **11.1.3 Características del proyecto**

“CURTIPIEL CASTRO” se dedica a la producción de cueros y pieles sin curtir. Las operaciones de la curtiembre se dividen en cuatro macro procesos: ribera, curtido, post-curtido y acabado.

Desde el punto de vista ambiental las dos primeras son determinantes por el volumen y carga contaminante de los efluentes, y las dos últimas, por la cantidad de residuos sólidos solventes generados en las distintas operaciones para obtener el cuero acabado.

Actualmente la empresa produce 200 pieles mensuales en varios acabados. En el siguiente cuadro se detalla un listado de la maquinaria con la que cuenta la empresa y la producción anual.

**Tabla 1. Maquinaria utilizada en la empresa**

LISTA DE MAQUINARIA					
Maquinaria	Modelo	Vida Util	Frecuencia de Mantenimiento	Capacidad Máxima	Estado Actual
Bombo 1		3 años	Cada 2 meses	1200 Bandas al mes	Funcionando
Bombo 2		5 años	Cada 2 meses	1000 Bandas al mes	Funcionando
Bombo 3		5 años	Cada 2 meses	1500 Bandas al mes	Funcionando
Zaranda		5 años	6 meses	700 Bandas al mes	Funcionando
Escurreidora	Rizzi	8 años	Cada año	300 Bandas al mes	Funcionando
Divididora	Boston Mass	5 años	Cada 4 meses	1700 Bandas al mes	Funcionando
Raspadora	Gozzini 1971	8 años	Cada año	700 Bandas al mes	Funcionando
Prensa	Svit	10 años			

**Fuente:** CURTIPIEL CASTRO

Cabe indicar que la jornada de trabajo inicia a las 08h00 am y culmina a las 17h00 pm.

### **11.1.1 Localización y habilitación de la superficie**

“CURTIPIEL CASTRO” se encuentra localizada en la Panamericana Norte Km 7, entrada a Macasto, en la Parroquia Atahualpa, Cantón Ambato, Provincia Tungurahua.

#### **11.1.2.1 Área de Bombos**

En el área de bombos se encuentran los fullones utilizados en pelambre (1 bombos), curtido y engrase (2 bombos). Éstos se encuentran dentro de un cubeto, que recolecta las aguas y las dirige hacia las rejillas y sedimentadores. También posee un pequeño bombo para pruebas.

**Fotografía 1. Bombos**



**Fotografía 2. Bombo de prueba**



Cabe señalar que el área del bombo de pruebas no se encuentra impermeabilizado.

#### **11.1.2.2 Sistemas de tratamiento de agua**

No se ha realizado aún un tratamiento técnico de las aguas, sólo se dispone rejillas y sedimentador. Los sedimentos se limpian de manera quincenal o mensual, dependiendo del tiempo trabajado.

**Fotografía 3. Sedimentador**



**Tabla 2. Dimensiones del Sedimentador**

<b>Ancho</b>	<b>1,00 m.</b>
<b>Altura</b>	<b>1,10 m.</b>
<b>Largo</b>	<b>1,50 m.</b>
<b>Tiempo de retención</b>	<b>2 Horas</b>

### **11.1.3 Descripción de las actividades del proceso**

#### **11.1.3.1 Proceso de Curtido**

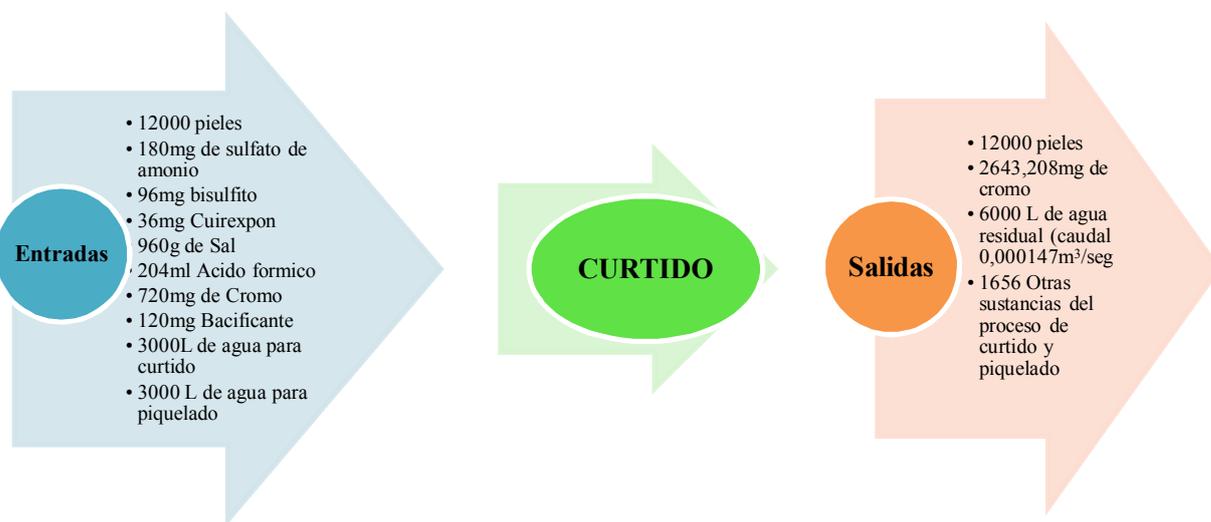
El curtido tiene el propósito de convertir las pieles en material no putrescible. Los agentes curtientes se fijan en la fibra del colágeno, estabilizándolas a través de uniones cruzadas (es decir, uniones químicas entre fibras). Dependiendo del tipo y cantidad del curtiente añadido a las pieles, se producen diferentes tipos de cuero.

La Curtiembre usa para la curtición mineral al Cr, mismo que se realiza, en el mismo baño de piquelado. Por esta razón, el pH al inicio del curtido tiene el mismo valor que el de la solución de piquelado.

Para una óptima fijación del Cr en el colágeno, el pH final de la solución debe alcanzar valores de 3.8 a 4.2, con incremento paulatino de pH, por lo que es necesario neutralizar los ácidos de piquelado durante el curtido, empleando para ello un agente basificante. El agente curtiente utilizado es sulfato básico de cromo.

El proceso dura 7 horas con sus respectivas paradas. Además se realizan dos lavados con 2m<sup>3</sup> de agua cada uno.

**Grafico 2. Flujograma del proceso de curtido (7 Horas).**



**Elaborado por:** Quishpe, L. 2016

**Tabla 3. Consumo de Agua**

ETAPA	CURTIDO
Actividades	<b>Volumen de agua utilizada (L)</b>
Desencalado-purgado	3000
Lavado desencalado	3000
Piquelado	2800
Lavado	2000
Lavado	2000
<b>Volumen de agua utilizada en Curtido</b>	<b>12800</b>

**Fuente:** CURTIPIEL CASTRO

### 11.1.3.2 Residuos líquidos generados

En lo que se refiere a desechos líquidos, se han estimado las siguientes cargas contaminantes, en base a los volúmenes de agua utilizados, concentración de contaminantes acorde a los análisis de laboratorio, y tipos de contaminante generados por etapa.

**Tabla 4. Carga contaminante del agua por cada 200 pieles procesadas de 25 Kg de peso (estimados).**

<b>CONTAMINANTES (estimado para 200 pieles procesadas)</b>										
<b>Etapa</b>	<b>Volumen de agua (L)</b>	<b>SST (kg)</b>	<b>SS (kg)</b>	<b>DBO (kg)</b>	<b>DQO (kg)</b>	<b>Aceites y grasas (g)</b>	<b>Cromo hexavalente (g)</b>	<b>Sulfuro (g)</b>	<b>Nitratos (kg)</b>	<b>Sulfatos (kg)</b>
<b>Ribera</b>	17500	4	31	36	384			5		110
<b>Curtido</b>	12800						0,64		9	
<b>Post-Curtido</b>	11000					111				
<b>Volumen total</b>	41300									

**Fuente:** CURTIPIEL CASTRO

## **11.2 Análisis e interpretación de resultados de laboratorio del agua residual con respecto al cromo.**

### **11.2.1 Calidad de Aguas**

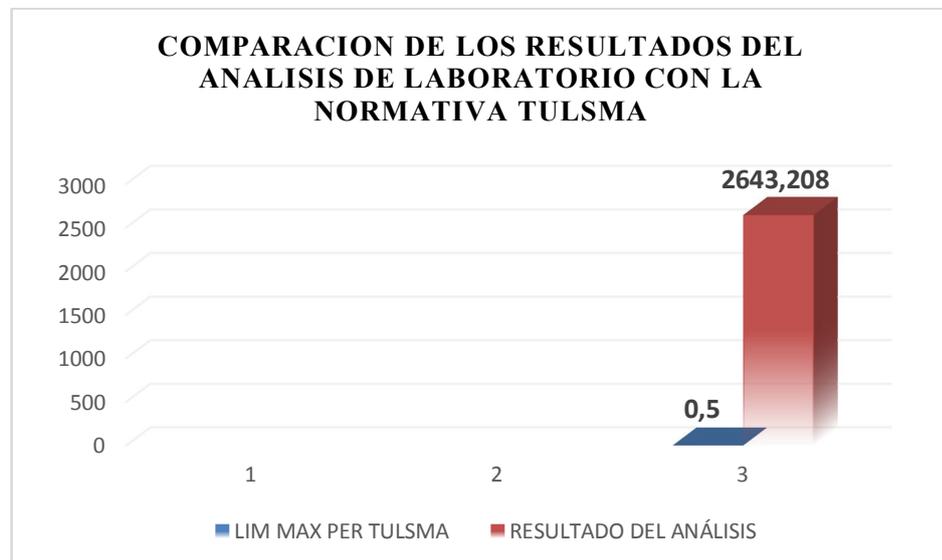
Se ha realizado el análisis de las descargas líquidas del proceso, y se hallan parámetros que sobrepasan los valores máximos permisibles:

**Tabla 5. Resultados del análisis de laboratorio del agua residual.**

<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>LIM MAX PER TULSMA</b>	<b>RESULTADO DEL ANÁLISIS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	
				<b>CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
<b>CROMO TOTAL</b>	mg/L	0,5	2643,208		X

**Elaborado por:** Quishpe, L. 2016

**Grafico 3. Comparación de los resultados del análisis de laboratorio con la Normativa TULSMA**



**Elaborado por:** Quishpe, L. 2016

De los resultados del análisis de laboratorio del agua residual generada en el proceso de curtido de pieles, se compararon con los límites máximos establecidos en la normativa ambiental TULSMA, Libro VI, Anexo I, Tabla 11, donde especifica el límite permisible del Cr para descargas al sistema de alcantarillado público es de 0,5 mg/L y el valor del análisis de laboratorio es de 2643,208 mg/L, valor que sobrepasa los límites permisibles.

## **12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)**

El procedimiento que se utilizó para la identificación y evaluación de los impactos ambientales tiene como actividad previa, por un lado, la desagregación de las actividades que se llevan a cabo durante las operaciones de la curtiduría y, por otro, la determinación de los componentes ambientales que son afectados.

La identificación y evaluación de los impactos ambientales permite identificar y cuantificar los impactos de cada una de las acciones ejecutadas en la curtiduría.

### **12.1 Actividades del Proyecto**

Las actividades del proyecto que generan impactos a los componentes ambientales del área de

influencia del proyecto son los siguientes:

- Etapa de Curtido
- Desencalado– Purgado
- Lavado desencalado
- Piquelado
- Curtido

### **12.1.1 Componentes ambientales**

De acuerdo a las características de la zona y a las actividades del proyecto, se ha considerado los siguientes componentes ambientales:

Medio Físico

- ❖ Agua
- ❖ Recursos

Medio Socio-económico

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

### **12.1.3 Identificación de Impactos Ambientales**

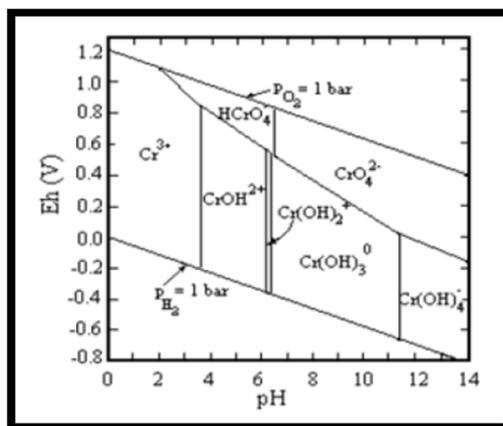
Para realizar la identificación de impactos ambientales se ha procedió al análisis de los resultados del laboratorio, donde la cantidad de cromo presente en el agua residual altera la calidad del recurso hídrico, y en base a la bibliografía revisada el contacto con este tipo de agua genera impactos negativos a la flora y fauna acuática.

## **13. PROPUESTA DE UNA ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN EN EL PROCESO DE CURTICIÓN DE PIELES GENERADA POR LA CONTAMINACIÓN DEL CROMO (Cr) EN EL RECURSO AGUA**

Para realizar el proceso del curtido son necesarios alrededor de 500 kg de productos químicos para el procesamiento de una tonelada de cuero crudo es así que la industria de curtido de pieles constituye una de las mayores fuentes de contaminación por Cr debido a que sus descargas líquidas contienen concentraciones de este metal que van desde 2000 hasta 10000 mg/L. La mayoría de Cr empleado en esta industria es trivalente, sin embargo es fácilmente oxidado a Cr hexavalente por lo

que es indispensable establecer un tratamiento convencional, el cual se destaca el tratamiento de Precipitación Química, que permitirá remover al Cr eliminando los iones solubles de los metales y luego recuperarlos como hidróxido metálico, que a menor concentración de hidróxido de sodio, se obtiene mayor compactación del precipitado de hidróxido de Cr. Los menores porcentajes en volumen de precipitado son más convenientes porque liberan mayor cantidad de agua para su posterior reutilización y proporcionan la sal de Cr que será regenerada a partir del precipitado con menor proporción de agua. Este proceso es controlado por medio del pH, usando un diagrama de Pourbaix (Eh-pH).

**Gráfico 4. Diagrama Eh-pH para especies de cromo en solución acuosa**



**Fuente:** Revista Politécnica, 2010, Vol. 31(1): 117–122

Un diagrama de Pourbaix, traza un equilibrio estable en las fases de un sistema electroquímico acuoso. Los límites de iones predominantes son representados por líneas, se lo conoce también como (Eh-pH) debido a la rotulación de los ejes, siendo el eje vertical “Eh” para el potencial de voltaje con respecto al electrodo estándar de hidrógeno (SHE), La “h” significa hidrogeno.

Debido a las propiedades tóxicas del Cr, es necesario disminuir las concentraciones del mismo cumpliendo así con la Normativa Ambiental vigente TULSMA, Libro VI, Anexo I, Tabla 11, dice que los Límites permisibles de Cr para descargar al sistema de alcantarillado público es 0,5 mg/L. Para lo cual se propone el método de precipitación química:

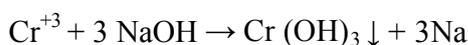
## **13.1 PRECIPITACION QUÍMICA A BASE DE HIDROXIDO DE SODIO**

### **13.1.1 Primera etapa**

Se determina el pH inicial, mediante el análisis químico del efluente, se determina la concentración del Cr, empleando espectroscopia de absorción atómica.

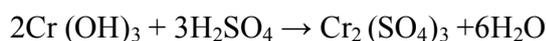
### **13.1.2 Segunda etapa**

En la precipitación química se realiza un ensayo utilizando soluciones de 0.1 hasta 7 g/L de hidróxido de sodio (NaOH) para un caudal de 0,000147m<sup>3</sup>/seg, como agente precipitante, añadiéndole lentamente y con agitación continua en el tanque precipitador, hasta obtener un pH entre 7 y 9, se trabajará con agitación de 500 rpm durante 5 h, en este intervalo de pH el Cr precipita en forma de hidróxido (Cr (OH)<sub>3</sub>), lo que facilitará la recuperación de este metal. A partir de esta prueba se podrá especificar el agente precipitante y el valor de pH de trabajo, que permitirá obtener los mejores resultados de precipitación de Cr del efluente.



### **13.1.3 Tercera etapa**

La recuperación de Cr precipitado mediante acidificación que al finalizar el proceso de precipitación, el efluente se filtrará y el Cr precipitado se recuperará como Cr (OH)<sub>3</sub> empleando ácido sulfúrico concentrado, el cual se adicionará hasta obtener un pH entre 2.5 y 3.0. Se obtendrá sulfato de Cr que podría ser recirculado al proceso de curtido de pieles o a su vez expulsado al sistema de alcantarillado.

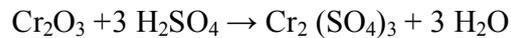


Es necesario redisolverlo para introducirlo nuevamente al proceso de curtido, para este objeto se seguirá el siguiente procedimiento:

Disolver el precipitado filtrado Cr (OH)<sub>3</sub> con ácido sulfúrico concentrado. La adición de ácido debe

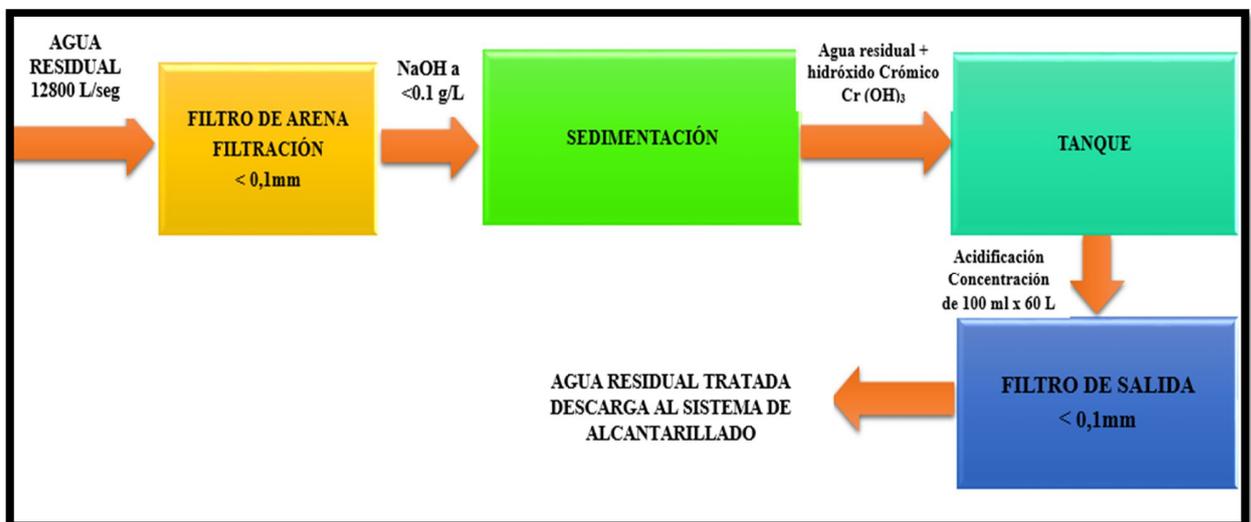
hacerse con agitación permanente hasta alcanzar el pH ya mencionado. La

a) reacción que se verificará es:



b) La solución de sulfato de Cr obtenida puede ser reciclada en el proceso de curtición reemplazando hasta un 30% de las sales de Cr frescas.

**Gráfico 5. Flujograma del tratamiento del agua residual con cromo (Cr)**



Elaborado por: Quishpe, L. 2016

### 13.2 Descripción del flujograma del tratamiento del agua residual con cromo

La industria del curtido de pieles ha sido siempre considerada como una actividad obscena y contaminante, principalmente por los vertidos de aguas que conlleva y que, históricamente, han acabado en los cauces de los ríos. Por el contrario, en los últimos diez o veinte años, la aplicación de tecnologías limpias y sistemas de recuperación y reciclaje de subproductos está cambiando tanto la imagen como la realidad.

El proceso del curtido empleado en la actualidad de la mayoría de las instalaciones consiste en someter a las pieles, recibidas en estado salado húmedo o seco, a un tratamiento de desalado,

descarnado, remojado, tratado con cal, aireado, fleshing, retirada de cal, lavado y curtido químico basado en el empleo de compuestos de Cr. En todo este proceso se emplean, en uno u otro momento, sustancias como cal, carbonato sódico, cloruro sódico, sulfuro sódico, ácido sulfúrico, sulfato amónico, sulfato de cromo, grasas, alcohol, aceites y tintes, que en mayor o menor medida se incorporan a las aguas residuales, los cuales deben ser retirados antes de su vertido.

En general, los productos contaminantes que arrastra el agua residual, son sales, estiércol y tierra procedentes de pieles sucias, materia orgánica disuelta procedente de grasas, pelo, queratina, restos de carne, piel y proteínas disueltas de los animales, así como restos de productos como curtientes, sintéticos, grasa, colorantes empleados en el curtido, además de sales minerales empleadas en la conservación y curtido.

### **13.2.1 Filtración**

Se denomina filtración al proceso unitario de separación de sólidos en una suspensión a través de un medio mecánico poroso, también llamados tamiz, criba, cedazo, filtro. En una suspensión en un líquido mediante un medio poroso, retiene los sólidos mayores del tamaño de la porosidad y permite el paso del líquido y partículas de menor tamaño de la porosidad.

Los filtros trabajan a baja carga, con muy poco desnivel, y están basados en una pantalla giratoria de acero o material plástico a través de la cual circula el agua. Las partículas sólidas quedan retenidas en la superficie interior del micro-filtro que dispone de un sistema de lavado continuo para mantener las mallas limpias. Se han utilizado eficazmente para separar algas de aguas superficiales y como tratamiento terciario en la depuración de aguas residuales. Según la aplicación se selecciona el tamaño de malla indicado. Con mallas de acero pueden tener luces del orden de 30 micras y con mallas de poliéster se consiguen buenos rendimientos con tamaños de hasta 6 micras.

### **13.2.2 Sedimentación**

La sedimentación es el proceso por el cual el sedimento en movimiento se deposita. Un tipo común de sedimentación ocurre cuando el material sólido, transportado por una corriente de agua, se deposita en el fondo de un río, embalse, canal artificial, o dispositivo construido especialmente para tal fin. Toda corriente de agua, caracterizada por su caudal, tirante de agua, velocidad y forma de la sección tiene una capacidad de transportar material sólido en suspensión y otras moléculas en disolución.

Se realiza en tanques ya sean rectangulares o cilíndricos en donde se remueve de un 60 a 65% de los sólidos sedimentables y de 30 a 35% de los sólidos suspendidos en las aguas residuales. En la sedimentación primaria el proceso es de tipo floculento y los lodos producidos están conformados por partículas orgánicas.

Un tanque de sedimentación primaria tiene profundidades que oscilan entre 3 y 4m y tiempos de detención entre 2 y 3 horas. En estos tanques el agua residual es sometida a condiciones de reposo para facilitar la sedimentación de los sólidos sedimentables. El porcentaje de partículas sedimentadas puede aumentarse con tiempos de detención más altos, aunque se sacrifica eficiencia y economía en el proceso; las grasas y espumas que se forman sobre la superficie del sedimentador primario son removidas por medio de rastrillos que ejecutan un barrido superficial continuo.

### **13.2.3 Aguas residuales tratadas**

Aguas procesadas en plantas de tratamiento para satisfacer los requisitos de calidad en relación a la clase de cuerpo receptor a que serán descargadas.

## **13.3 Cálculos para el diseño del Sedimentador para el Tratamiento de Cromo (Cr)**

$$\text{Caudal} = 12.800 \text{ L/seg}$$

$$Q = 12.800 \text{ L/seg} = \frac{12.800 \text{ L} \times 1\text{L}}{86.400 \text{ seg}}$$

$$Q = \frac{0,148 \times 3600}{1000} = 0,532 \text{ m}^3/\text{hora}$$

$$Q = 0,000147 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Af = \frac{0,532 \text{ m}^3/\text{hora}}{0,20 \text{ m}^3/\text{hora}}$$

$$Af = 2,66 \text{ m}^2$$

$$Af = 3 \text{ m}^2$$

$$A = r^2 \times \pi$$

$$3 \text{ m}^2 = r^2 \times 3,1416$$

$$\frac{3}{3,1416} = r^2 = 0,955 \text{ m}$$

$$r = \sqrt{0,95 \text{ m}^2}$$

$$r = 0,97 \text{ m}$$

$$r = 1,00 \text{ m}$$

$$\vartheta_s > \vartheta_a$$

**Temperatura media** = 16,1 °C

**Cromo** = Desde 0,1 ml y 0,2 ml

**Cromo Floculado** = 500 micras = 0,5 = 0,0005 m

**Viscosidad dinámica** =  $1,139 \times 10^{-3}$  (N-s/m<sup>2</sup>)

**Densidad** = 7,19 g/ml = 7.190 kg/m<sup>3</sup>

**Diámetro del Grano** = 0,0005 m =  $5 \times 10^{-4}$

$$\vartheta_s = \frac{g}{18} \times \left( \frac{\rho_g - \rho_a}{\mu} \right) (d_g^2)$$

$$\vartheta_s = \frac{g}{18} \times \left( \frac{(7,19-1) \times 10^3 \text{ kg/m}^3}{1,139 \times 10^{-3}} \right) \times (5 \times 10^{-4})^2$$

$$g_s = \frac{9,8}{18} \times \left( \frac{6,19 \times 10^3 \text{ kg/m}^3}{1,139 \times 10^{-3} \text{ N s/m}^2} \right) \times 25 \times 10^{-8} \text{ m}^2$$

$$g_s = 0,54 (5,43 \times 10^{-6}) \times 25 \times 10^{-8}$$

$$g_s = 73,30 \times 10^{-2}$$

$$g_s = 0,073 \text{ m/seg}$$

$$g_a = \frac{Q}{AAs}$$

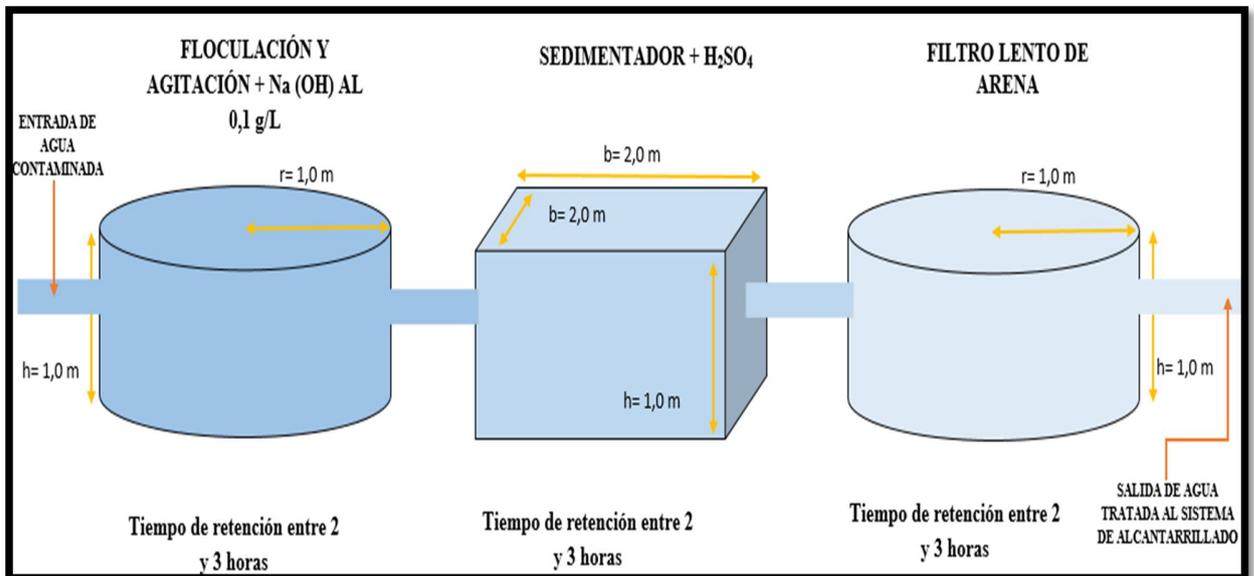
$$g_a = \frac{0,000147 \text{ m}^3/\text{seg}}{4 \text{ m}^2}$$

$$g_a = 0,00004 \text{ m/seg}$$

$$g_s > g_a$$

$$0,073 > 0,00004$$

**Gráfico 6. Diseño de los procesos de tratamiento del agua residual con cromo (Cr).**



#### 14. PRESUPUESTO REFERENCIAL PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (USD)	PRECIO TOTAL (USD)
Diseño del sistema de tratamiento	Plano	1	\$ 100	\$ 100
Construcción del Filtro	Unidad	2	\$ 500	\$ 1000
Construcción del Sedimentador	Unidad	1	\$ 500	\$ 500
Hidróxido de sodio (0,1 g/L)	g	1280	\$ 0,50	\$ 640
Ácido sulfúrico (1N)	ml	500	\$ 36,50	\$ 36,50
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 2276,50</b>	

#### 15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

##### 15.1 Conclusiones

Del diagnóstico realizado al proceso de curtido de pieles se concluye que el agente curtiente utilizado es el Cr, proceso que dura 7 horas con sus respectivas paradas, donde el consumo de agua es de aproximadamente 12800 L/seg para un lote de producción de 200 pieles, equivalente a 25 Kg.

El agua residual que se genera en el proceso de curtido es recolectado por un sistema de canal abierto, el mismo que traslada el recurso hacia un tanque sedimentador, para luego ser vertido al sistema de alcantarillado público, es necesario manifestar que el mantenimiento del sedimentador se hace en base a la producción que generalmente es cada 15 días.

Mediante trabajo de campo in situ de acuerdo al análisis del proceso la contaminación del agua por la utilización del Cr, en el área del proceso de curtido, específicamente en el agua residual que se genera en la fase en mención. Del análisis de laboratorio del agua residual generada en el proceso de curtición, se determinó la presencia de Cr en 2643,208 mg/L, valor que sobrepasa los límites

máximos permisibles establecidos en la normativa ambiental TULSMA, Libro VI, Anexo I, Tabla 11, dice que los Límites permisibles de Cr para descargas al sistema de alcantarillado público es 0,5 mg/L.

Finalmente se elaboró la propuesta que permita mitigar la concentración de Cr presente en el agua residual del proceso de Curtición; la estrategia planteada es la Precipitación Química a base del Hidróxido de Sodio Na (OH) al 0,1 g/L, ya que a menor concentración la reacción es más eficiente, con la aplicación de esta técnica se logra sedimentar el Cr en forma de Hidróxido Crómico Cr (OH)<sub>3</sub>, al mismo que se lo acidifica con Ácido Sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), para luego ser recirculado en el proceso o expulsado al sistema de alcantarillado.

## **15.2 Recomendaciones**

Se recomienda a los propietarios de la industria de la curtiembre, dar apertura para el desarrollo de este tipo de investigaciones, ya que contribuirán al mejoramiento continuo del proceso productivo.

Se debe socializar los resultados de la investigación a todo el personal involucrado de la empresa, así mismo hacer conocer a todos los miembros de la asociación de pequeñas curtiembres de la Provincia de Tungurahua ASOCUR.

También se recomienda al gerente de la curtiembre “CURTIPIEL CASTRO” hacer un análisis profundo al presente documento, especialmente a la propuesta planteada, análisis que permitirá definir la factibilidad de implementación en la empresa.

## **16. BIBLIOGRAFIA**

- ✓ Abb, M.; Heinrich, T.; Sorkau, E. and Lorenz, W. (2009) Phthalates in house dust.
- ✓ Adams, W.J. & Chapman, P.M. (2006) Assessing the hazard of metals and inorganic metal substances in aquatic and terrestrial systems. ISBN: 1420044400. CRC Press.
- ✓ Aida, F. (1991) Tecnología del cuero, Buenos Aires, Argentina, Editorial Albatros.
- ✓ Aloy, M. et al, (1976), “Tannerie et Pollution”, Centre Technique du Cuir, Lyon, Francia.

- ✓ Amdur MO, Doull J and Klaassen CD. (eds.) (1991).
- ✓ Amdur MO, Doull J and Klaassen CD. (eds.) (1991) Casarett and Doull's Toxicology. The Basic Science of Poisons. 4a. ed., McGraw-Hill, Inc., New York. Pp: 638-639)
- ✓ Amdur MO, Doull J and Klaassen CD. (eds.) (1991) Casarett and Doull's Toxicology. The Basic Science of Poisons. 4a. ed., McGraw-Hill, Inc., New York. Pp: 638-639)
- ✓ Aso, S., Ehara, H., Miyata, K., Hosyuyama, S., Shiraishi, K., Umamo, T. and Minobe, Y. (2005) A twogeneration reproductive toxicity study of butyl benzyl phthalate in rats.
- ✓ Aso, S., Ehara, H., Miyata, K., Hosyuyama, S., Shiraishi, K., Umamo, T. and Minobe, Y. (2005) A twogeneration reproductive toxicity study of butyl benzyl phthalate in rats.
- ✓ Biología.(s/a)Curtido al cromo.Recuperado
- ✓ CUERONET (2010), ECOSYSTEM. (2010) y ESPARZA E - GAMBOA N. (2001).
- ✓ Diario El Tiempo. "Curtiembres la mayor contaminación". Periódico El Tiempo, 24 de enero de (1998).
- ✓ Environment International 35(6): 965-970).
- ✓ (International Agency for Research on Cancer (IARC).
- ✓ Jasch, Christine. (1999) "Environmental performance evaluation and indicators". Journal of Cleaner Production 8 (2000) 79-88.)
- ✓ Journal of Toxicological Sciences 30(SI): 39-58.
- ✓ Marrett LD, Hartge P, Meigs JW. Bladder Cancer and Occupational Exposure to Leather. Br J Ind Med (1986); 43:96-100.) (Télez J, Carvajal RM, Gaitán AM. Aspectos Toxicológicos Relacionados con la Utilización del Cromo en el proceso Productivo de Curtiembres. Revista Facultad de Medicina Universidad Nacional de Colombia (2004);52(1):50-61.)
- ✓ 45 Revista Ingenierías Universidad de Medellín, vol. 9, No. 17, pp. 41-50 - ISSN 1692-3324 - julio-diciembre de (2010)/228 p. Medellín, Colombia.
- ✓ RINEHART W. E., y GAD S. C. (1986), LENNTECH (2008) y RAJESH N., y YOGESH K., (2001).
- ✓ Revista Politécnica, 2010, Vol. 31(1): 117-122
- ✓ SANTIAGO C.; 1999.

## 17. ANEXOS

### 17.1 CURRICULUM VITAE DEL POSTULANTE

#### 1.- DATOS PERSONALES

**Nombres** : Leila Jhasmin  
**Apellidos** : Quishpe Molina  
**Fecha de Nacimiento** : 17 de Agosto de 1992  
**Edad** : 23 años.  
**Cedula de Identidad** : 050254413-3.  
**Estado Civil** : Casada.  
**Dirección** : Barrio – Sur Centro – Calle Principal – Curaray  
**Teléfono** : 032 812-758 **Cel:** 0992665745  
**Correo Electrónico** : merliss92@hotmail.com



#### 2.- ESTUDIOS REALIZADOS

**Educación Primaria:** ESCUELA FISCAL “ANA PÁEZ”  
**Educación Secundaria:** INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR “SIMÓN RODRIGUEZ”  
**Título Obtenido:** BACHILLER EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS.  
**Educación Superior:** UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

#### 3.- SEMINARIOS REALIZADOS

- Taller de Manejo de Cobayos.
- Educación Ambiental.
- II Seminario Internacional América Latina Cambio o Desarrollo.
- Foro Nacional “Yasuní más allá del Petróleo”.
- Seminario de “Desastres Naturales”.
- Seminario de “Agroecología”.
- Capacitación por el Día Mundial del Medio Ambiente.
- Evaluación de Impacto Ambiental.

- Seminario Internacional "Agroecología y Soberanía Alimentaria".
- I Congreso de la Prevención y Control Ambiental.
- Fundamentos de Gestión de Espacios Naturales.
- Seminario Internacional de Geoquímica Ambiental.

## 17.2 CURRICULUM VITAE DE LA TUTORA

### 1.- DATOS PERSONALES

**Nombres y Apellidos:** Alicia Mercedes Porras Angulo

**Fecha de Nacimiento:** 22 de Febrero de 1976

**Cedula de Ciudadanía:** 050227947-4

**Estado Civil:** Soltera

**Números Telefónicos:** 2 260285 - 0984481188

**E-mail:** alicia.porras@utc.edu.ec - alidepo\_76@hotmail.es



### 2.- ESTUDIOS REALIZADOS

**Nivel Primario:** ESCUELA IGNACIO FLORES HERMANO MIGUEL

**Nivel Secundario:** COLEGIO NACIONAL "SALCEDO"

**Nivel Superior:** UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

**Posgrado:** UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**3.- TÍTULOS**

<b>NIVEL DE EDUCACIÓN</b>	<b>REGISTRO SENESCYT</b>	<b>INSTITUCIÓN QUE OTORGA EL TÍTULO</b>	<b>MENCIÓN DEL TÍTULO</b>
TERCER NIVEL	1020-06-719374	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	INGENIERO EN MEDIO AMBIENTE
4TO NIVEL - DIPLOMADO	1020-08-684846	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	DIPLOMA SUPERIOR EN AUDITORIA Y GESTIÓN ENERGÉTICA
4TO NIVEL - MAESTRÍA	1010-15-86060760	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO	MAGISTER EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE

17.3 ANEXO DEL RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LABORATORIO

**EMPRESA PUBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO**  
**LABORATORIO CENTRAL DE CONTROL DE CALIDAD**  
**INFORME DE RESULTADOS**



EMPRESA PUBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EPMAPS

ISO/IEC  
17025  
REV 02  
Reg 5.10.1

INF. NUMERO: 16-170

CLIENTE:	CLIENTE EXTERNO
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	
TIPO DE MUESTRA:	AGUA RESIDUAL R4
FECHA DE MUESTREO:	15/06/2016
FECHA INGRESO DE LA MUESTRA:	15/06/2016
FECHA INICIO DE ANALISIS:	16/06/2016
FECHA FIN DE ANALISIS:	16/06/2016 07:10:33
PLAN DE MUESTREO:	SN
N° DE ORDEN DE TRABAJO:	R-00446



Servicio de Acreditación Ecuatoriano

Acreditación N° OAE LE 2C 06-003  
LABORATORIO DE ENSAYOS

**1. Resultados:**

			OREXX-02385	
Parámetros	Nombre / del Método / Referencia	Límite de de la Norma Vigente	PANAMERICAN A NORTE KM7 ENTRADA A MACASTRO/CURTIPIEL CASTRO	Unidad
<b>METALES</b>				
*CROMO TOTAL	SM 3111 B		2643,208	mg/l

**2. Responsables**

Muestreo: CHICAIZA CHACHA SANDRA ROCIO

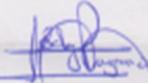
Análisis: AGUAS RESIDUALES P

**Nota:**

El L3C se encuentra acreditado por el SAE bajo la Norma ISO/IEC 17025: OAE LE 2C 06-003  
 El L3C garantiza los resultados obtenidos de las muestras que han sido ensayadas  
 Los ensayos marcados (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE  
 (—) No se solicitó análisis en este punto

Incidumbw: As(U) 18%; Fe (U) 16%; Mn(U) 23%; Co(U) 6%; Li(U) 6%; Ag(U) 8%; Zn(U) 6%  
 Benzo(a) pireno(U) <30%; Benzo (K) fluoranteno(U) <30%; Benzo(b) fluoranteno) (U) <30%; indeno(1,2,3-cd)pireno(U)<30%

Verificado y aprobado por:



Dr. Edgar Pazmiño Salazar

JEFE DE DEPARTAMENTO DE CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA  
 Dirección L3C: Sector el Batán, Parque Metropolitano Planta Bellavista

**17.4 ANEXOS FOTOGRAFIAS**

**Fotografía 1.** Pozo de Remojo de pieles



**Fotografía 2.** Bombos



**Fotografía 3.** Bombo de pruebas



**Fotografía 4.** Divididora



**Fotografía 5.** Ecurrido



**Fotografía 6.** Rebajadora



**Fotografía 7.** Secado de cuero pigmentado



**Fotografía 8.** Área de pigmentado



**Fotografía 9.** Saranda



**Fotografía 70.** Reservorio de Agua



**Fotografía 81.** Sedimentador



**Fotografía 92.** Tanque a leña



**Fotografía 13.** Identificación del punto de muestreo



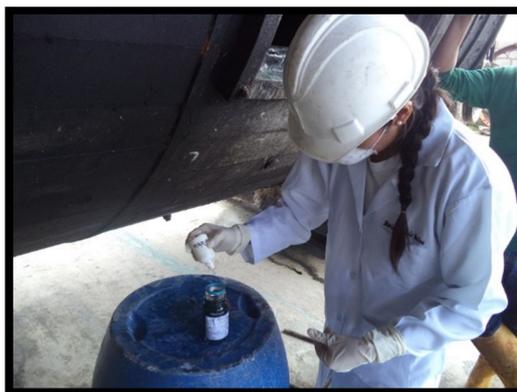
**Fotografía 14.** Preparación del frasco para el muestreo



**Fotografía 15.** Triple lavado



**Fotografía 16.** Colocación de ácido nítrico



**Fotografía 17.** Muestra lista para su análisis

