



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADOS

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN
OPCIÓN AL GRADO ACADÉMICO DE MAGISTER EN
GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN.**

TEMA:

**“MANEJO DE VERTIDOS DE LA EMPRESA CURTIDURÍA
TUNGURAHUA S.A. EN EL AÑO 2013 Y SU IMPACTO AMBIENTAL.
DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES”.**

Autor:

NARANJO Mantilla, Olga Marisol

Tutor:

LA CALLE Domínguez, Juan José Doctor

LATACUNGA – ECUADOR

Mayo – 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADOS

Latacunga- Ecuador

APROBACIÓN MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado, aprueban el presente informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la dirección de Posgrados; por cuanto, la postulante: Naranjo Mantilla Olga Marisol, con el título de tesis: **“MANEJO DE VERTIDOS DE LA EMPRESA CURTIDURÍA TUNGURAHUA S.A. EN EL AÑO 2013 Y SU IMPACTO AMBIENTAL. DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Defensa de Tesis.

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

Latacunga, Mayo del 2016.

Para constancia firman:

.....
MSc. Renán Lara
PRESIDENTE

.....
PhD. Gustavo Rodríguez
MIEMBRO

.....
PhD. María Isabel Ballesteros
MIEMBRO

.....
PhD. Rafael Hernández
OPOSITOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADOS
Latacunga- Ecuador

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

El proyecto de posgrado denominado: **“MANEJO DE VERTIDOS DE LA EMPRESA CURTIDURÍA TUNGURAHUA S.A. EN EL AÑO 2013 Y SU IMPACTO AMBIENTAL. DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES”**, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando los derechos intelectuales de otros autores, conforme a lo establecido bajo las normas APA 6ta. Edición se citaron las ideas vertidas por terceras personas, cuya fuente se incorpora en la bibliografía.

En ese contexto, este trabajo es de mi autoría. En virtud de esta declaración expresa, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del proyecto de posgrado en mención.

Ing. Marisol Naranjo Mantilla
C.C. 1802470482

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de tesis, empiezo agradeciendo a los personeros de la empresa “Curtiduría Tungurahua”, quienes me facilitaron la consecución de información y la disposición de sus instalaciones, para cumplir con mi propósito.

A mi Director de Tesis, Doctor Juan José La Calle Domínguez, por su valioso aporte y motivación, por compartir generosamente sus conocimientos con amplio criterio y sobre todo por brindarme su íntegra amistad.

Expreso mi agradecimiento al Ingeniero Antonio Espín Iluminatti, considerable amigo, quién a pesar de la distancia me ha brindado sus experiencias profesionales y sus valiosos conocimientos, que me han permitido ampliar mi discernimiento en los temas discutidos.

DEDICATORIA

Pródigamente dedicado a mis hijos Marcelo y Estefanía, impulsores de mi existencia entera.

A mis Padres Enrique y Olguita, por su infinito amor, su guía y apoyo imperecedero en los dificultosos y fructíferos pasajes de la vida.

Mary Sol



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADOS
Latacunga- Ecuador

CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor de la Maestría en GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN, nombrado por el Honorable Consejo Académico de Posgrado.

CERTIFICO:

Que: Analizado el Proyecto de Trabajo de Tesis, presentado como requisito previo a la aprobación y desarrollo de la investigación para optar por el grado de Magister en GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN con el tema: “MANEJO DE VERTIDOS DE LA EMPRESA CURTIDURÍA TUNGURAHUA S.A. EN EL AÑO 2013 Y SU IMPACTO AMBIENTAL. DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES”, presentado por Olga Marisol Naranjo Mantilla, considero que reúne las condiciones académicas para ser sometido al acto de defensa de tesis.

Doctor Juan José La Calle Domínguez

TUTOR

INDICE GENERAL DE CONTENIDO

TEMA	I
APROBACIÓN MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO	II
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA.....	III
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA	V
CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR.....	VI
INDICE GENERAL DE CONTENIDO	VII
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT	XIII
AVAL DE TRADUCCIÓN	XIV
INTRODUCCIÓN	1
SITUACIÓN PROBLÉMICA	1
JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
OBJETO Y PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	4
Objeto de estudio.....	4
Formulación del problema	4
Campo de acción y objetivo general de la investigación	5
Campo de acción	5
Objetivo General	5
Objetivos Específicos.....	5
Sistema de tareas	5
VISIÓN EPISTEMOLÓGICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	8
DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	9
CAPITULO I.....	10
MARCO CONTEXTUAL Y TEÓRICO.....	10
A. Caracterización detallada del objeto de la investigación.....	10
B. Marco teórico de la investigación.....	11
Descripción de los procesos en curtiembres	11
Proceso de ribera	12
Proceso de curtido	13
Proceso de post-curtido	14

Proceso de acabado	14
El sector curtiembre y su impacto ambiental	15
Características de los efluentes líquidos	16
Gestión de los efluentes de curtiembres y su control	18
C. Fundamentación de la Investigación	20
D. Bases teóricas particulares de la Investigación	22
Operacionalización de las variables	24
Definiciones técnicas	26
CAPÍTULO II	30
METODOLOGÍA	30
A. Enfoque	30
B. Modalidad básica de la Investigación.....	31
C. Nivel o Tipo de la Investigación	31
D. Población y Muestra	32
E. Recolección de información	32
F. Aplicación de las técnicas de recolección de información.....	33
G. Aplicación de instrumentos de recolección de información	35
H. Procesamiento y validación.....	36
Plan de procesamiento de la Información	36
Proceso de Validación y confiabilidad.....	37
CAPÍTULO III.....	39
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	39
A. Datos informativos de la empresa	39
B. Generalidades de la empresa	40
C. Descripción de los Procesos Productivos	40
A. Consumos de agua por fuente	44
B. Monitoreo de descargas líquidas	46
C. Resultados de los análisis de los efluentes	52
D. Valoración de impactos ambientales	60
CAPITULO IV.....	63
PROPUESTA.....	63
TÍTULO	63
- Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales.	63
JUSTIFICACIÓN	63
OBJETIVOS	65
Objetivo general.....	65

Objetivos específicos	65
ESTRUCTURA DE LA PROPUESTA.....	65
A. Descripción del sistema propuesto para la planta de tratamiento de aguas residuales.....	66
B. Sistema de reciclado de aguas de pelambre.....	70
C. Sistema de reciclado de aguas de curtido	78
D. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).....	82
E. Operación y control de las unidades de tratamiento	95
Operación de las Rejillas.....	95
Tamización.....	96
Tanque de Homogeneización.....	96
Bombeo	97
Unidad de Coagulación	99
Unidad de Floculación	99
Cronograma.....	113
Costos tentativos del sistema de tratamiento	113
CONCLUSIONES GENERALES	117
RECOMENDACIONES	119
Referencias Bibliográficas	121
A N E X O S	125

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público.	19
Tabla 2. Parámetros de monitoreo de las descargas para Curtiembres.	20
Tabla 3. Operacionalización de la variable independiente.	24
Tabla 4. Operacionalización de la variable dependiente.	25
Tabla 5. Recolección de Información	32
Tabla 6. Formulación para el proceso de pelambre	45
Tabla 7. Formulación para el proceso de curtido	45
Tabla 8. Consumo de agua del proceso de teñido	46
Tabla 9. Consumo total de agua por día.	46
Tabla 10. Muestras de la descarga del proceso de pelambre.	48
Tabla 11. Toma de muestras proceso de pelambre / intervalo de tiempo.	48
Tabla 12. Homogenización de la muestra del proceso de pelambre	49
Tabla 13. Muestras de la descarga del proceso de curtido	50
Tabla 14. Toma de muestras proceso de curtido / intervalo de tiempo.	50
Tabla 15. Homogenización de la muestra del proceso de curtido.	51
Tabla 16. Muestra de la descarga del proceso de teñido.	52
Tabla 17. Análisis del efluente de la descarga del Proceso de Pelambre.	54
Tabla 18. Análisis del efluente de la descarga del Proceso de Curtido.	56
Tabla 19. Análisis del efluente de la descarga del Proceso de Teñido	58
Tabla 20. Matriz de calificación de impactos ambientales	61
Tabla 21. Muestras tomadas en el Sistema Físico-Químico	101
Tabla 22. Cronograma para la construcción de la planta de tratamiento	113
Tabla 23. Costos tentativos de los equipos para la planta de tratamiento.	114
Tabla 24. Costos tentativos de la obra civil para la planta de tratamiento.	116

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo de procesos de Pelambre y Curtido	42
Figura 2. Diagrama de flujo de proceso de Teñido	43
Figura 3. Diagrama de flujo de proceso de Acabado	44
Figura 4. Croquis de localización puntos de muestreo de descargas líquidas	47
Figura 5. Tamiz parabólico auto limpiante	74
Figura 6. Esquema de la propuesta de reciclaje de sal de cromo III	80

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Esquema del flujograma de la unidad de tratamiento de pelambre	126
Anexo 2. Esquema del flujograma de la unidad de tratamiento de curtido	127
Anexo 3. Esquema del flujograma de la unidad de reutilización / segregación de los baños de curtido	128
Anexo 4. Esquema de la unidad de clarificación química	129
Anexo 5. Esquema del tanque de sedimentación de cromo	130
Anexo 6. Esquema del sedimentador tipo Dortmund	131
Anexo 7. Imágenes de las áreas de los procesos productivos “Curtiduría Tungurahua S.A.”	132
Anexo 8. Imágenes de las áreas de producción con vertidos “Curtiduría Tungurahua S.A.”	136



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADOS

Latacunga- Ecuador

TEMA: “MANEJO DE VERTIDOS DE LA EMPRESA CURTIDURÍA TUNGURAHUA S.A. EN EL AÑO 2013 Y SU IMPACTO AMBIENTAL. DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES”

Autor: Olga Marisol Naranjo Mantilla

Tutor: Doctor Juan José La Calle Domínguez

RESUMEN

En el centro del país, Ecuador, concretamente en la provincia de Tungurahua, uno de los más importantes sectores productivos es la industria del cuero. Aproximadamente el 90% de la totalidad de dicha industria, a nivel nacional se encuentra concentrada en esta provincia. El presente trabajo se enmarca en un escenario particular del sector curtiembre, en dónde la generación de los vertidos ocasionados por el flujo de los procesos productivos, constituye el principal problema al que se ven inculcados. Al ser considerada la industria del cuero de alto impacto ambiental, se señalan entre las principales causas; el manejo inapropiado de los vertidos de los procesos de producción, el consumo descontrolado del recurso agua y de químicos, y el tratamiento insuficiente de las aguas residuales. Justificadamente el interés del presente trabajo se circunscribió en analizar el manejo de los vertidos y evaluar el impacto ambiental ocasionado por las actividades de los procesos. Para el análisis del manejo de vertidos se elabora el diagrama de flujo del proceso de entradas/salidas y se sintetiza la descripción del proceso de curtido, a la vez se identifican los aspectos ambientales derivados de las actividades dadas en las etapas de proceso. Respecto a la calificación del impacto ambiental, inicialmente, se describe la línea base, considerando los parámetros ambientales que representen los impactos ambientales significativos derivados del manejo de vertidos, y seguidamente se emplea la matriz de valoración de impactos ambientales del Autor Vicente Conesa, en donde se determinan los impactos ambientales que las distintas acciones generadas por el funcionamiento de las instalaciones y procesos productivos de la empresa, producen sobre los factores del medio y el impacto total de la actividad en el momento estudiado. Se presenta finalmente la propuesta “Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para la empresa Curtiduría Tungurahua”, en donde se describe y se dimensiona el sistema propuesto para la planta de tratamiento de aguas residuales y se plantea la operación y control procedimental de las unidades de tratamiento.

Palabras claves: Vertidos, impacto ambiental, curtiduría, aguas residuales, aspecto ambiental, contaminación, planta de tratamiento.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADOS

Latacunga- Ecuador

SUBJECT: “EFFLUENT MANAGEMENT IN THE TANNERY TUNGURAHUA AND ITS ENVIRONMENTAL IMPACT BY 2013. DESIGN OF A WASTEWATER TREATMENT PLANT”

Author: Olga Marisol Naranjo Mantilla

Tutor: Doctor Juan José La Calle Domínguez

ABSTRACT

In the center area of Ecuador, specifically in the province of Tungurahua, one of the most important productive sectors is the leather industry; approximately 90 % of the total nationwide production is concentrated in this province. This work builds on a long-standing issue in the tanning industry to address the impacts associated with discharging hazardous effluents from the productive process, the main problem in this industry.

The leather industry is considered to have a high environmental impact, due mainly to improper handling of effluents, uncontrolled consumption of water resources and chemicals, and inadequate treatment of wastewater. Therefore, the initial focus of this work was limited to analyse the management of effluents and assess the environmental impact caused by the processes. The tanning process was outlined and the process flow diagram was represented in order to evaluate the management of effluents, and at the same time identify the environmental factors in every stage of the process. Regarding the evaluation of the environmental impact, a baseline was depicted by first considering the impact related to the management of effluents followed by the impact related to the normal functioning of the factory and its processes by using the environmental impact matrix by Vicente Conesa. At the end, a proposal covering the “Design of a wastewater treatment plant” in order to avoid excessive chromium contamination is also presented.

Keywords: Effluents, environmental impact, tannery wastewater, environmental aspect, pollution treatment plant.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADOS

Latacunga- Ecuador

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por la Ingeniera Egresada de la Maestría de Gestión de la Producción: **NARANJO MANTILLA OLGA MARISOL**, cuyo título versa “**MANEJO DE VERTIDOS DE LA EMPRESA CURTIDURÍA TUNGURAHUA S.A. EN EL AÑO 2013 Y SU IMPACTO AMBIENTAL. DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga, mayo del 2016

Atentamente,

MSc. Pablo S. Cevallos
DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS
C.C. 050259237-1

INTRODUCCIÓN

SITUACIÓN PROBLÉMICA

La industria de la curtiembre a nivel mundial es considerada de alto impacto ambiental, debido principalmente a los efluentes productos de los distintos procesos, los mismos que son eliminados al alcantarillado o hacia un cuerpo de agua, en ciertas ocasiones sin tratamiento previo, lo que ocasiona el deterioro de los recursos naturales.

El curtido de pieles consiste en transformar la piel de un animal en cuero. Para el efecto se realiza el proceso de curtido, el mismo que consiste en tres etapas principales denominadas ribera, curtido y post curtido, en las cuales se utilizan como insumos agua, energía y varios productos químicos.

En el proceso de curtido la dosificación de los insumos se realiza de acuerdo a fórmulas elaboradas por técnicos en curtiembres. A pesar de ello, la baja eficiencia de los procesos genera volúmenes considerables de descargas, las mismas que contienen excesos de contaminantes en especial de lodos de cromo. Según, él (Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles, 2003, pág. 35), asevera que por cada tonelada de piel salada que entra al proceso de curtido se necesitan 450 kg de diferentes insumos químicos, obteniendo 255 kg de cuero acabado, 40 kg de solventes emitidos a la atmósfera, 380 kg de residuos sólidos y líquidos que contienen reactivos químicos y, 138 kg de agua que pierde la piel.

Es por ello que la industria de curtiembre tiene varios problemas en los diferentes componentes del medio ambiente, principalmente por los vertidos que se realizan, sin subestimar los residuos sólidos de carácter peligroso que se generan.

Como se ha señalado, la industria del cuero tiene un enorme impacto desde el punto de vista ambiental, dadas las características de los efluentes que eliminan a los cursos de agua. Ello determinó que, en los últimos años, se hicieran importantes esfuerzos para el

desarrollo en el área de insumos químicos, para responder a la demanda creciente por productos menos agresivos y más compatibles con las pautas establecidas por la ecología.

En los últimos años la Autoridad Ambiental ha comenzado a regular con mayor énfasis, de acuerdo a lo estipulado en la legislación ambiental vigente, como es el “Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria” que en el Anexo I del Libro VI de Calidad Ambiental señala los parámetros de descarga de efluentes al alcantarillado y a cuerpos de agua dulce.

En el centro del país el sector del cuero, es uno de los más importantes, específicamente la producción del cuero se realiza en la provincia de Tungurahua en aproximadamente el 90% de la totalidad a nivel nacional. Este dato se relaciona con la información entregada por la Cámara de Calzado de Tungurahua, según la cual existen alrededor de 50 empresas y 1500 locales artesanales dedicados a esta actividad en la provincia mencionada.

Ambato ciudad, está considerada de gran desarrollo industrial y comercial, cuenta múltiples empresas, entre ellas del sector curtiembre, y una de las más importantes es Curtiduría Tungurahua, no obstante, la producción de dicha empresa está asociada a un considerable número de impactos ambientales generados por el uso de químicos y consumo de agua, entre los cuales se pueden mencionar: elevado consumo de agua (30 a 35 l/kg de cuero procesado) y el uso de químicos como sulfuro y sales de cromo trivalente en los procesos de pelambre y curtido respectivamente, los cuales disminuyen considerablemente la calidad del vertido del proceso.

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La industria del curtido, parte de una primera materia prima, que es un subproducto de la industria cárnica y, tiene un reto muy difícil, que es evitar contaminar durante sus procesos productivos, muy complejos (Rivera, Curtición y Acabado).

La meta por alcanzar un mejor desempeño ambiental, no es fácil, en este sector se identifican algunos aspectos ambientales característicos, entre ellos el uso del agua y los

vertidos, constituyen la principal preocupación de la población y de las autoridades reguladoras o de control. Por esta razón se considera necesario trabajar con todos los involucrados en la Industria del Curtido, aportando en este gran reto con planes de mejora, en cada una de las facetas que corresponda y optimizar en lo posible los procesos.

Y una vez optimizados los procesos, la presente investigación tiene interés en analizar el manejo de sus vertidos, los mismos que actualmente pasan a un tratamiento incompleto para luego ser descargados al alcantarillado, y este a su vez descarga en un cuerpo de agua. Con los datos obtenidos del análisis del manejo de vertidos se evaluará el impacto ambiental que ocasiona dicha actividad.

La investigación servirá de base teórica para replicar en empresas del mismo sector, ya que, se describirá y explicará lo que sucede con el manejo de los vertidos de la empresa y se efectuará la evaluación de impacto ambiental, con lo cual se indicará el grado de afectación que ocasiona dicha actividad, por lo tanto orientará a nuevas investigaciones llevadas a cabo sobre el tema planteado.

Tras realizar el análisis del manejo de vertidos y evaluar su impacto ambiental, se propone una solución que contribuye a remediar los problemas ambientales dados por la descarga de sus aguas residuales, y que con la implementación permitirá mejorar la situación actual.

El resultado de la investigación se basa en distintos instrumentos utilizados, tales como; cuestionarios, listas de chequeo, matrices, (señalando la validez de cada uno de ellos), haciendo referencia en su aplicación y resultado, con la finalidad de que pueda ser utilizado en otras investigaciones.

El trabajo de investigación describe la situación real actual respecto al manejo de vertidos y su impacto ambiental, a lo cual se propone dar solución, mediante el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales.

Para el desarrollo del trabajo de investigación, se dispone de los recursos necesarios para alcanzar los objetivos planteados.

La factibilidad se apoya en 3 aspectos: operativo, técnico y económico.

En el ámbito operativo se cuenta con el apoyo de los Directivos y Técnicos de la empresa, quienes han manifestado su disposición para que se realice el presente trabajo, lo cual facilita y permite la recopilación de datos relevantes sobre el tema de estudio.

Técnicamente se cuenta con la capacidad probada y requerida para desarrollar la investigación y entregar resultados que satisfagan las necesidades de la empresa.

Económicamente, haciendo referencia al costo – beneficio, se puede señalar comparativamente que los beneficios sin lugar a duda superarán al coste invertido en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Los resultados del presente trabajo de investigación, en términos de relevancia ambiental son muchos e importantes, ya que parte del proceso investigativo es identificar los posibles impactos ambientales dados de la actividad, con lo cual se disminuirá la contaminación a las aguas superficiales, al aire y al suelo, lo que implica mejorar el bienestar de la comunidad sin afectar al ecosistema.

OBJETO Y PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

Objeto de estudio

Vertidos de la Empresa Curtiduría Tungurahua S.A.

Formulación del problema

¿El manejo actual de los vertidos de los procesos de producción de la Empresa Curtiduría Tungurahua S.A., genera impacto ambiental?

Campo de acción y objetivo general de la investigación

Campo de acción

Gestión Ambiental, mediante el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales para reducir el impacto ambiental.

Objetivo General

Solucionar los impactos ambientales existentes en la actualidad mediante el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales, basado en el análisis del manejo de vertidos de la Empresa Curtiduría Tungurahua S.A.

Objetivos Específicos

- Determinar el análisis del actual manejo de vertidos de la empresa Curtiduría Tungurahua.
- Evaluar el impacto ambiental de las actividades dadas en los procesos productivos de la empresa Curtiduría Tungurahua.
- Realizar el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales.

Sistema de tareas

En el sistema de tareas que a continuación se describe, se señalan los métodos, procedimientos y tareas requeridos para concretar las acciones de cada tarea.

- **Realizar el análisis del actual manejo de vertidos de la empresa Curtiduría Tungurahua.**

TAREA 1

Describir el proceso de curtición dado en la empresa Curtiduría Tungurahua S.A., empleando la técnica de observación estructurada de campo y recurriendo a los instrumentos específicos: diagrama de flujo del proceso de entradas / salidas y la tabla para la descripción detallada del proceso, haciendo énfasis en las etapas de proceso que implican el uso de insumos químicos y volúmenes elevados del recurso agua.

TAREA 2

Identificar los aspectos ambientales significativos dados en el proceso de curtición, mediante la técnica del análisis y utilizando los instrumentos tales como: tabla de datos de consumo de insumos químicos y volumen de agua que se consume en las distintas etapas de proceso, e identificando en el diagrama de flujo de proceso.

TAREA 3

Detallar los puntos críticos del manejo de los vertidos, haciendo uso de la técnica de verificación, y empleando instrumentos como: registro específico de documentación.

- **Evaluar el impacto ambiental de las actividades dadas en los procesos productivos de la empresa Curtiduría Tungurahua.**

TAREA 1

Describir la línea base, haciendo uso de la técnica de observación directa no estructurada y mediante el empleo de instrumentos para registro de datos, como son: fichas de campo, considerando los parámetros ambientales que representen los impactos ambientales significativos.

TAREA 2

Identificar los impactos ambientales positivos y negativos, derivados del manejo de vertidos, recurriendo a la técnica de observación directa estructurada y utilizando el instrumento: matriz de impactos.

TAREA 3

Valorar los impactos ambientales, empleando como técnica el análisis y empleando el instrumento: matriz de evaluación de impactos, considerando los factores afectados y la importancia de los impactos.

- **Determinar el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales.**

TAREA 1

Realizar la caracterización de los vertidos y cotejar los resultados del análisis de laboratorio, con los parámetros de los límites permisibles descrita en la Norma del Anexo I, del libro VI de Calidad Ambiental, del TULSMA, empleando la técnica de análisis de resultados y el instrumento tabla de cotejo.

TAREA 2

Realizar el diseño de la planta de tratamiento, considerando la capacidad y la eficiencia del sistema. La técnica a emplear es el análisis de cálculo mediante el instrumento tabla de las características de los vertidos y las eficiencias obtenibles del proceso.

TAREA 3

Preparar el diagrama de flujo del proceso del sistema de tratamiento y describir el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales.

VISIÓN EPISTEMOLÓGICA DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación procura el desarrollo considerando un enfoque cuantitativo, en donde en primera instancia se ha establecido realizar el análisis del actual manejo de vertidos, considerando cantidades en kilogramos de químicos empleados como insumos y volúmenes de agua en m³, seguidamente se decide conviene utilizar una metodología de valoración del impacto ambiental, del autor: Conesa, V (2009), en donde se lleva a cabo la identificación de factores ambientales susceptibles de ser impactados y su respectiva valoración cuantitativa. Además se tomarán datos de los muestreos de los vertidos de la empresa Curtiduría Tungurahua, para posteriormente realizar el análisis por medio de tablas de cotejo con los parámetros de los límites permisibles de la norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua, que constan en el anexo 1, del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente.

El nivel de investigación al que llegará, es en primera instancia aprehensivo, ya que busca elementos de análisis para entender situaciones como el manejo de vertidos, además se considera el nivel de investigación comprensivo bajo el estudio explicativo en donde se establecen las relaciones causa – efecto en la matriz de evaluación de impacto ambiental.

ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo del presente trabajo investigativo, se analiza el actual manejo de vertidos de la empresa en mención, empleando diagramas de flujo de proceso y descripción del proceso, con lo cual se llega a establecer la cantidad de químicos y volumen de agua utilizados.

Se evalúa el impacto ambiental de las actividades dadas en los procesos productivos, empleando una metodología reconocida a nivel mundial y se llega al diseño de una planta de tratamiento de las aguas residuales.

DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación se desarrolla en cuatro capítulos fundamentales, con sus respectivos sub contenidos, los mismos que entregan una descripción concisa de un trabajo investigativo de corte académico y científico, prevaleciendo el conocimiento e integridad.

En el capítulo I, en la primera parte, se caracteriza el objeto de la investigación en su contexto. En la parte segunda, se realiza una revisión del marco teórico de la investigación, que consta de: proceso de curtido y de las diferentes tecnologías aplicadas al tratamiento de los vertidos generados en este proceso, parámetros o límites permisibles aplicables, de acuerdo a la normativa ambiental vigente en el Ecuador y efectos ambientales.

En el capítulo II, se presenta la metodología para el desarrollo de la investigación, se describe detalladamente el sistema de procedimientos, técnicas utilizadas y los métodos puntuales a seguir, se señalan los instrumentos y se determina la aplicación de los mismos.

En el capítulo III se presentan los resultados de la investigación, como derivación de la ejecución de las técnicas y la aplicación de los instrumentos señalados para el desarrollo de la investigación, empleando la metodología concerniente.

Y finalmente en el capítulo IV se expone explícitamente la propuesta indicada que es, el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales, para el proceso productivo de la empresa Curtiduría Tungurahua S.A., la misma que está basada en un sistema de tratamiento físico químico convencional.

CAPITULO I

MARCO CONTEXTUAL Y TEÓRICO

A. Caracterización detallada del objeto de la investigación

El manejo de vertidos de la empresa Curtiduría Tungurahua S.A., y su impacto ambiental, constituyen factores de atención apremiante desde el punto de vista legal, ambiental y social, pues el proceso de curtido de cuero ha estado desde siempre relacionado con la contaminación del agua, debido a la generación de vertidos, inapropiadamente manejados en los procesos de producción.

Los vertidos provienen principalmente de los procesos de ribera (remojo, pelambre, descarte y dividido), y el resto procede del curtido y lavado final.

En la ribera los vertidos presentan altos valores de pH, considerable contenido de cal y sulfatos libres, así como sulfuros y una elevada DBO debido a la presencia de materia orgánica y grasas animales provenientes de los sólidos suspendidos generados durante este proceso. Mientras que durante el proceso de curtido la principal preocupación es el cromo utilizado, ya que solo entre el 60 y 80% del cromo puede fijarse en el cuero, el restante se pierde en los efluentes líquidos. El panorama descrito plasma su efecto en un impacto ambiental considerable.

Por otro lado al no contar la empresa con un tratamiento suficiente para sus vertidos, arroja como resultado caracterizaciones de los vertidos con valores que superan los límites permisibles de ciertos parámetros, de acuerdo a la Tabla 9 “Límites de descarga al sistema de alcantarillado público”, de la Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes:

Recurso Agua, del Libro VI, Anexo 1, del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).

Además es de relevancia señalar que los consumos del recurso agua son descontrolados, así como el uso de los químicos, con lo cual el volumen de agua dispuesta para ser tratada es elevado, y a esto se suma una carga de residuales con carga contaminante.

B. Marco teórico de la investigación

Para analizar el manejo de los vertidos y su impacto ambiental, es necesario describir brevemente el proceso de curtido.

Descripción de los procesos en curtiembres

El curtido de pieles consiste en transformar la piel de un animal en cuero. Las operaciones de una curtiembre se dividen en cuatro procesos: Ribera, Curtido, Post-curtido y Acabado. (Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles, 2003, pág. 20).

En la etapa de ribera tiene lugar la limpieza y rehidratación de la piel conjuntamente con la eliminación de los pelos al ser tratada en un baño de sulfuro sódico en medio alcalino. (Artiga, 2005, págs. 1-4)

En la etapa de curtido se realiza el acondicionamiento de la piel eliminando el exceso de cal y sometiendo la piel a baños de sales de cromo en medio ácido para aumentar la solubilidad de estas sales y mejorar la penetración en la estructura celular, obteniéndose el cuero curtido o wet blue. (Artiga, 2005, págs. 1-4)

El proceso de post-curtido comprende las operaciones que se efectúan después del curtido como: escurrido, rebajado, neutralizado, recurtido, teñido, engrasado y secado. (Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles, 2003, pág. 31)

Las operaciones de acabado le otorgan al cuero mayor brillo, color, resistencia a la luz, mejorando la calidad del mismo, mediante la incorporación de ciertos aditivos como pigmentos, ligantes acrílicos, cera, penetrante y otros. (Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles, 2003, pág. 32).

Las operaciones que se realizan, pueden variar de una curtiembre a otra. A continuación se describen las operaciones dadas en los procesos de curtiembre, tomado de la bibliografía consultada de: (Emmer & del Campo, 2014, págs. 23-32), (Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles - CPTS, 2003, págs. 20-32), tras haber consultado diferentes referencias teóricas.

Proceso de ribera

El proceso de ribera comprende las operaciones de recepción de piel, salado o curado, remojo y/o lavado, pelambre, descarnado y dividido. En este proceso, la piel es preparada para ser curtido, se realiza el limpiado y acondicionado, asegurándole un correcto grado de humedad. Se calcula que alrededor del 50% del consumo de agua de la curtiembre es empleado en este proceso. A continuación, se describen las etapas del proceso de ribera.

- **Recepción y conservación de las pieles,** La primera etapa en el proceso de una curtiembre corresponde a la recepción de las pieles crudas provenientes de los establecimientos de faenado, las cuales pueden ser frescas, saladas o secas.
- **Remojo,** Tiene como objetivo limpiar su superficie, removiendo los contaminantes, rehidratar su estructura en el caso de los cueros secos o salados, y eliminar las proteínas no estructuradas, de forma de permitir una mejor penetración de los productos químicos utilizados en las siguientes etapas. La utilización de agua en esta etapa puede ser significativa, oscilando entre 200 y 1.000 % respecto al peso de las pieles procesadas, dependiendo principalmente del estado de las pieles (frescas, saladas o secas).
- **Pelambre y sus lavados,** Una vez que se alcanza la hidratación y limpieza adecuada de las pieles, se procede a la operación de pelambre, cuya función es la eliminación de pelos, raíces y epidermis.

- Descarnado y dividido, Es la operación que separa, por corte mecánico, los residuos de carne, grasa subcutánea y tejido conectivo de la piel. En la operación de dividido se emplea una máquina divididora, las pieles son divididas en flor (parte externa) y costra (parte interna).

Proceso de curtido

El proceso de curtido comprende las operaciones de descalcado, purgado, desengrasado, piquelado y curtido.

- Descalcado y purgado, La piel debe ser acondicionada antes de ser sometida a la operación de curtido. Este acondicionamiento comprende las operaciones de descalcado y purgado. Estas dos operaciones pueden realizarse en forma sucesiva o en forma simultánea en el mismo baño de descalcado. El objetivo del descalcado es remover el calcio de la piel. El purgado tiene como objetivo eliminar las proteínas no colágenas, incluyendo algunas raíces de pelo remanentes en la piel, a fin de mejorar la textura del cuero.
- Desengrasado, El desengrasado tiene como objetivo remover las grasas remanentes de la piel, debido a que éstas reaccionan con el cromo para formar jabones insolubles, indeseables en el curtido.
- Piquelado, El piquelado comprende la preparación química de la piel, consiste en llevar las pieles al pH requerido para el curtido (pH final entre 2.8 y 3.5) y, al mismo tiempo, detener cualquier tendencia al hinchamiento ácido.
- Curtido, El curtido consiste en convertir las pieles en materiales no putrescibles, mediante el uso de agentes curtientes que se fijan a las fibras de colágeno logrando su estabilización. En la gran mayoría de las curtiembres se realiza un curtido mineral en base a sales de cromo (+3).

Proceso de post-curtido

A continuación del curtido, se efectúan ciertas operaciones mecánicas que propenden a dar un espesor específico y homogéneo al cuero. Estas operaciones son:

- Exprimido/Escurrecido, ambas operaciones son para eliminar el exceso de humedad, además permite entregarle una adecuada mecanización al cuero para los procesos siguientes.
- Rebajado, es una regulación mecánica del espesor del cuero, en la que se produce, como residuo sólido: virutas con contenido de cromo, que proviene de aquellas pieles que han sido tratadas con este metal pesado.
- Neutralización, es una operación en húmedo para elevar el pH ácido del cuero, mediante la adición de sales como el formiato de sodio o el bicarbonato de sodio.
- Recurtido, es un curtido suplementario que otorga las propiedades finales al cuero. Las operaciones varían dependiente de producto que se desea obtener.
- Teñido, sirve para dar color al cuero. Generalmente se realiza en el mismo baño del recurtido, con agentes químicos como las anilinas, y empleando amoníaco como agente penetrante.
- Engrasado, le da mayor suavidad al cuero. Se usan engrasantes sintéticos y naturales.
- Secado, puede ser realizado al aire libre o por aplicación de calor mediante máquinas.

Proceso de acabado

Las operaciones de acabado le otorgan al cuero mayor brillo, color, resistencia a la luz, mejorando la calidad del mismo.

- Acondicionado, es una operación para rehidratar la piel, de modo que la fibra esté en condiciones para ser sometida a las siguientes operaciones mecánicas.
- Palizonado, es el estirado mecánico de la piel por un breve lapso de tiempo (2 a 3 seg.) y con una gran tensión.
- Tesado, mediante esta operación el cuero se estira, para alisar la superficie del cuero. El tiempo de tesado dependerá de la humedad y la calidad del producto requerido.

- Batanado, es el golpeteo de las pieles para dar una mayor soltura o caída al cuero, deseado generalmente en cueros para vestimenta.
- Pintado, se puede realizar con sistemas de pinturas en spray, a mano, con una máquina de rodillo (roller coater).
- Planchado, es la aplicación de calor a través de una superficie metálica, que alisa el cuero y uniforma la superficie.

El sector curtiembre y su impacto ambiental

Una vez que se han descrito los procesos en curtiembres, cabe analizar la situación de estas en el entorno.

En los últimos años, se ha visto en nuestro país una mayor presión por parte de los grupos de interés y la exigencia de las autoridades ambientales, por mejorar la situación ambiental implementando medidas tendientes a la prevención y control de la contaminación ambiental, sin embargo, tal implementación es aun parcial.

En la Provincia de Tungurahua, toda obra, actividad o proyecto que suponga impacto y/o riesgo ambiental, está en la obligación de obtener el certificado, registro o licencia ambiental, de conformidad con lo establecido por la Autoridad Ambiental Nacional.

En función de la magnitud del impacto ambiental y los riesgos generados al ambiente que generan las curtiembres, la Autoridad Ambiental ha establecido que el trámite corresponde a una Licencia Ambiental, debiendo realizar además un proceso de participación social. En este tema, aún hay empresas que no cuentan con la Licencia Ambiental.

De acuerdo a, (Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles - CPTS, 2003, pág. 15), los principales problemas ambientales que enfrentan las curtiembres, son:

- Contaminación hídrica con materia orgánica, sulfuro y cromo; esto, además, viene acompañado de la inexistencia de sistemas de tratamiento comunes, lo que implica la

necesidad de instalar sistemas individuales de tratamiento de efluentes en cada curtiembre, con altos costos.

- Contaminación atmosférica, debida a la generación de sulfuro de hidrógeno, a la materia orgánica que se descompone, a las sales de amonio que desprenden amoníaco y otros, lo que, además, produce malos olores.
- Disposición de residuos sólidos en sitios indebidos, debido a la falta de sitios de disposición adecuados y a elevadas tasas de aseo.
- Contaminación de suelos y acuíferos en algunas zonas, pues no existe sistema de alcantarillado y los efluentes son vertidos al suelo.
- Ineficiente uso de la energía que produce mayor contaminación ambiental, que la que se produciría bajo condiciones eficientes.
- Límites de descarga líquidas estipulados en la legislación ambiental (sulfuros, cromo, DBO, DQO) muy difíciles de alcanzar.

Características de los efluentes líquidos

El volumen de efluentes generados de las curtiembres, coincide aproximadamente con el total del agua utilizada en los procesos productivos. Es decir que, el agua no queda incorporada en el producto sino que la misma se utiliza como agente para el transporte de los químicos y facilitador para su penetración en la estructura del cuero. (Emmer & del Campo, 2014, pág. 72)

Sin embargo, el caudal efectivo de efluentes vertidos depende de la operación tanto de las unidades productivas como del sistema de tratamiento empleado. (Emmer & del Campo, 2014, pág. 72)

Dadas las características del efluente, este puede ser diferenciado en cinco tipos distintos según los procesos de que provengan:

Efluentes de remojo: estos contienen restos de sangre, estiércol, grasas y otros compuestos orgánicos, así como sal y eventualmente tensoactivos y biocidas. Por tal motivo, esta corriente de efluente tiene una alta carga orgánica, sólidos suspendidos y sedimentables, grasas, cloruros y, si se utilizaron en el proceso, tensoactivos y biocidas. (Emmer & del Campo, 2014, pág. 72)

Efluentes de pelambre: son fuertemente alcalinos y de coloración blanquecina, debido al contenido de cal en exceso. Además presentan grasas, pelos, y otros sólidos suspendidos, mientras que en solución contienen cantidades significativas de carga orgánica, sulfuros, sulfatos, calcio y amonio debido a la degradación de proteínas. (Emmer & del Campo, 2014, pág. 72)

Efluente del resto de las operaciones de ribera y curtido: corresponden a los efluentes de desencalado, piquelado y al resto de las operaciones según el caso, los cuales no reciben un tratamiento separativo específico, ingresando como efluente general al sistema de tratamiento.

Estos poseen altos niveles de nitrógeno amoniacal (desencalado convencional), valores de pH muy bajos (piquelado con ácido sulfúrico) y un contenido significativo de sólidos disueltos. (Emmer & del Campo, 2014, pág. 73)

Efluentes de curtido: contienen principalmente sal, ácidos minerales y orgánicos, cromo o taninos, proteínas y, en algún caso fungicidas. Son efluentes pH ácido y presentan coloración verdosa (curtido al cromo) o marrón oscura (curtido con taninos). (Emmer & del Campo, 2014, pág. 73)

Efluentes de los procesos de terminación: estas presentan cierto contenido de cromo y diversas sales provenientes de la operación de recurtido, y coloración variada debido a los colorantes utilizados en el tintado. En general, el volumen generado de estos efluentes es considerablemente menor al resto de las corrientes. (Emmer & del Campo, 2014, pág. 73).

Gestión de los efluentes de curtiembres y su control

Los procesos más importantes para convertir una piel en cuero, se efectúan en medios acuosos, por lo cual se tiene un gran volumen de efluentes.

En la ciudad de Ambato, y particularmente en el parque industrial Ambato, no cuenta con una planta de tratamiento que reciba los efluentes industriales, y las empresas no tienen sistemas individuales de tratamiento de efluentes y, por lo tanto, descargan sus efluentes sin tratamiento al alcantarillado o hacia cuerpos de agua.

La empresa Curtiduría Tungurahua S.A., descarga sus efluentes hacia el alcantarillado público que atraviesa el Parque industrial Ambato.

En la provincia de Tungurahua, se publicó con fecha de febrero del 2016, la Ordenanza, que regula la gestión ambiental provincial y el ejercicio de sus facultades como Autoridad Ambiental de aplicación responsable en la provincia, una vez que ha sido acreditado ante el Sistema Único de Manejo Ambiental, SUMA, conforme lo establece el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización.

En la Ordenanza, se señala en el Capítulo III. De la calidad ambiental prevención, control y seguimiento, en el Art.10.- Normas técnicas.- Se establecen las normas técnicas de aire, agua, ruido y suelo conforme a lo que establezca la Autoridad Ambiental Nacional. Por lo señalado en el artículo que antecede, se aplica la Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua, descrito en el Anexo 1, del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente.

En la Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua, se establece normas generales para descarga de efluentes al sistema de alcantarillado, en donde se indica que las descargas provenientes de actividades sujetas a regularización, deberán cumplir, con los valores establecidos en la Tabla 9. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público, en la cual las concentraciones corresponden a valores medios diarios. Estos parámetros

Tabla 1. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público.

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Solubles en hexano	mg/l	70.0
Explosivos inflamables	o Sustancias	mg/l	Cero
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5.0
Arsénico total	As	mg/l	0.1
Cadmio	Cd	mg/l	0.02
Cianuro total	CN-	mg/l	1.0
Cinc	Zn	mg/l	10.0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0.5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo	mg/l	0.1
Cobalto total	Co	mg/l	0.5
Cobre	Cu	mg/l	1.0
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0.2
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0.05
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0.5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	DBO ₅	mg/l	250.0
Demanda química de Oxígeno	DQO	mg/l	500.0
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1.0
Fósforo total	P	mg/l	15.0
Hidrocarburos totales de petróleo	TPH	mg/l	20.0
Hierro total	Fe	mg/l	25.0
Manganeso total	Mn	mg/l	10.0
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0.01
Níquel	Ni	mg/l	2.0
Nitrógeno total Kjedah	N	mg/l	60.0
Organofosforados	Especies Totales	mg/l	0.1
Plata	Ag	mg/l	0.5
Plomo	Pb	mg/l	0.5
Potencial de hidrógeno	pH	mg/l	6-9
Selenio	Se	mg/l	0.5
Sólidos Sedimentables		mg/l	20.0
Sólidos Suspendedos Totales		mg/l	220.0
Sólidos totales		mg/l	1600.0
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	400.0

Sulfuros	S	mg/l	1.0
Temperatura	°C	mg/l	< 40.0
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	2.0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1.0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1.0

Fuente: TULSMA. Libro VI. Anexo 1. Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua. Tabla 9.

En la misma Norma de Calidad Ambiental, se señalan, en la Tabla 12, los parámetros de monitoreo sugeridos para las descargas industriales, identificados según el Código Internacional Industrial (CIU).

En función de los parámetros de monitoreo de las descargas industriales, de la tabla 12, y de acuerdo a la Actividad Industrial, para el sector curtiembres, le corresponde:

Tabla 2. Parámetros de monitoreo de las descargas para Curtiembres.

CIU	ACTIVIDAD INDUSTRIAL	PARÁMETROS DE MONITOREO
1910	Curtido y Adobo de pieles	Caudal, DBO, DQO, SST, SAAM, Grasas y aceites, Fenoles, Sulfatos (SO ₄), Sulfuros (S ₂), Cromo (Cr), Cromo hexavalente (Cr ₆), Color.

Fuente: TULSMA. Libro VI. Anexo 1. Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua. Tabla 12.

De acuerdo a lo expresado en la Norma, los parámetros a tomar en consideración para realizar los monitoreos de las descargas industriales, no son todos los parámetros indicados en la tabla 9, sino los parámetros que sugiere la norma y están señalados en la tabla 12.

C. Fundamentación de la Investigación

La investigación se fundamenta categóricamente, puesto que el sector curtiembre atraviesa por múltiples problemas ambientales. Del análisis realizado uno de los principales

problemas está relacionado con el manejo de vertidos, los mismos que al no ser gestionados apropiadamente, se traducen en impacto ambiental.

El volumen de agua que se consume en todo el proceso, desde ribera hasta acabado, y que, por lo tanto, también se elimina en las descargas, oscila entre 15 a 40 m³/t piel fresca. (Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles, 2003, pág. 35)

Según (Emmer & del Campo, 2014, pág. 72), el consumo de agua se encuentra en un rango de 40 a 50 m³/ton pieles frescas.

El manejo de los vertidos en el sector Curtiembre, exige técnicas y métodos para su control, caso contrario el impacto ambiental se vería acrecentado, así como también se reflejaría en el incumplimiento de las normas ambientales vigentes en el territorio ecuatoriano. En este sentido, la propuesta planteada “Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales”, conlleva a reducir la contaminación del agua residual, una vez que se han agotado otras opciones de prevención y reducción de la contaminación, durante los procesos productivos.

Debido a la gran cantidad de residuos que inevitablemente se generan, esta actividad exige aplicar medidas que permitan hacer tratamiento de sus residuos. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006, pág. 80)

Cabe aclarar que el tratamiento de los residuos será más fácil, si los flujos de dichos residuos no han sido mezclados, es decir que se han mantenido separados desde su generación. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006, pág. 80)

Los efluentes líquidos de las curtiembres, son de tipo ácido y básico. Éstos deben mantenerse separados para su procesamiento antes de ser mezclados en el efluente final para evitar la generación accidental de H₂S, considerado un gas venenoso y letal para el ser humano. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006, pág. 80)

El sector curtiembre es de gran importancia en la provincia de Tungurahua, y particularmente en la ciudad de Ambato, y una de las empresas con bastante trayectoria y

experiencia, es justamente la Empresa Curtiduría Tungurahua S.A., en donde poseen la información necesaria y suficiente para desarrollar este tipo de investigación, además cuentan con la capacidad técnica y tecnológica y, que además servirá de base para alcanzar las metas ambientales sugeridas en la Responsabilidad Social de la Empresa.

El estudio tiene viabilidad teórica, debido a que se ha tomado como referencia documentos con suficiente validez, citando sus respectivos aportes, para la consecución del presente investigativo. Y la viabilidad práctica está enmarcada en la metodología empleada para la obtención de los datos e información requerida, para obtener los resultados alineados al cumplimiento de los objetivos, a la vez esta metodología puede ser replicada para posteriores trabajos investigativos de similares características.

D. Bases teóricas particulares de la Investigación

La investigación se lleva a cabo en las instalaciones de la empresa Curtiduría Tungurahua S.A., ubicada en el Parque Industrial Ambato, en el campo de investigación de la Gestión Ambiental, mediante el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales para reducir el impacto ambiental.

La cantidad de residuos que puede producirse en el proceso de curtido y su impacto ambiental, depende muchas veces de: procesos utilizados, tipo de cuero, insumos usados y medidas implementadas para prevenir o reducir la contaminación, entre otros.

Desde el punto de vista ambiental, los procesos de ribera y curtido son importantes por el volumen y la carga contaminante de los efluentes, y los procesos de post-curtido y acabado, por la cantidad de residuos sólidos y emisiones de solventes. (Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles, 2003, pág. 20)

Por metodología de evaluación de impactos ambientales, se entiende el conjunto de reglas o normas y los procedimientos que rigen la realización de las auditorías. La metodología técnica se refiere a los mecanismos, prácticas y medios de evaluación específica y de

auditoría aplicados en el análisis de la política y programas ambientales de las empresas. (Conesa, V. 1997).

El modelo de valoración, determinará los impactos que las distintas acciones generadas por el funcionamiento de las instalaciones y procesos productivos de la actividad, producen sobre los factores del medio y el impacto total de la actividad en cada momento estudiado. (Conesa, V. 1997).

Las variables de estudio, del presente trabajo de investigación, son:

- **Variable independiente:** Manejo de vertidos
- **Variable dependiente:** Impacto ambiental

La operacionalización de las variables, se describen en las tablas presentadas a continuación:

Operacionalización de las variables

Tabla 3. Operacionalización de la variable independiente

Variable Independiente: Manejo de Vertidos					
CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS BÁSICOS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
<p>El manejo de vertidos se conceptúa como:</p> <p>Condición de utilizar los recursos hídricos para diversas actividades de beneficio antrópico, y la disposición de estas aguas en un espacio natural, o a un sistema de alcantarillado.</p>	Proceso de Curtido.	Etapas de procesos de curtido.	1. ¿Cuáles son las etapas del proceso de curtido que se realizan en la empresa?	Observación estructurada de campo.	Diagrama de flujo del proceso - entradas /salidas. Tabla - descripción del proceso.
	Aspectos Ambientales del proceso de curtido.	Consumo de agua. Consumo de químicos. Vertidos de agua.	2. ¿Qué aspectos ambientales se precisan del proceso de curtido?	Análisis	Tabla de consumos. Diagrama de flujo.
	Puntos críticos del manejo de vertidos.	Etapas de proceso que generan vertidos.	3. ¿Dónde se encuentran los puntos críticos del manejo de vertidos?	Verificación	Registro específico de documentación.

Elaboración: Marisol Naranjo M.

Tabla 4. Operacionalización de la variable dependiente

Variable Dependiente: Impacto Ambiental					
CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMES BÁSICOS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Impacto Ambiental se conceptúa como: Efecto o alteración de la línea base del medio ambiente natural como consecuencia de la actividad antrópica dado por cualquier actividad humana o por eventos de tipo natural.	Línea base	Descripción de la línea base.	1. ¿Cuál es la línea base del área de influencia de la empresa?	Observación directa no estructurada.	Registro de datos
	Atributos del impacto ambiental.	Caracterización del impacto ambiental.	2. ¿Qué impactos ambientales se identifican?	Observación directa estructurada.	Matriz de impactos.
	Valoración del impacto ambiental.	Importancia del impacto ambiental.	3. ¿Cuál es el resultado de la valoración de impactos ambientales?	Análisis de valoración de Impacto Ambiental.	Matriz de evaluación de Impacto Ambiental.

Elaboración: Marisol Naranjo M.

Considerando las variables de estudio: manejo de vertidos e impacto ambiental y, la propuesta que es el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales, se precisan las expresiones teóricas técnicas de relevancia, para un mejor entendimiento y desarrollo de la investigación.

Definiciones técnicas

A continuación, se consideran algunas definiciones establecidas en el Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, descritas en el Anexo 1. Del Libro VI, del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma De Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua: (Ministerio del Ambiente, 2015, págs. 2-6)

Carga contaminante: Cantidad de un contaminante aportada en una descarga de aguas residuales, o presente en un cuerpo receptor expresada en unidades de masa por unidad de tiempo.

Caracterización de aguas residuales: proceso destinado al conocimiento integral y estadísticamente confiable de las características del agua residual (doméstica e industrial) e integrado por la toma de muestras, medición de caudal e identificación de los componentes físicos, químicos, biológicos y microbiológicos.

Contaminación del agua: cualquier alteración de las características físicas, químicas o biológicas, en concentraciones tales que la hacen no apta para el uso deseado, o que causa un efecto adverso al ecosistema acuático, seres humanos o al ambiente en general.

Criterio de la calidad del agua: concentración numérica o enunciado descriptivo recomendado sobre parámetros físicos químicos y biológicos para mantener determinado uso benéfico del agua. Los criterios de calidad para diversos usos del agua son la base para determinación de los objetivos de calidad en los tramos de un cuerpo receptor. Esta determinación generalmente demanda un proceso de modelación del cuerpo receptor en

donde se consideran las condiciones más críticas de caudales del cuerpo receptor, las cargas futuras de contaminantes y la capacidad de asimilación del recurso hídrico.

Cuerpo receptor: río, cuenca, cauce o cuerpo de agua que sea susceptible de recibir directa o indirectamente el vertido de aguas residuales.

Depuración o tratamiento de aguas residuales: término usado para significar la purificación o remoción de contaminantes de las aguas residuales.

Descarga de aguas residuales: Acción de verter aguas residuales a un sistema de alcantarillado o cuerpo receptor

Eficiencia de tratamiento: relación entre la masa o concentración removida, de un parámetro específico y la correspondiente masa o concentración en el afluente, para un proceso o planta de tratamiento. Generalmente se expresa en porcentaje.

Efluente: líquido que sale de un proceso o planta de tratamiento de aguas residuales.

Impacto ambiental: cambio o consecuencia al ambiente que resulta de una acción específica o proyecto.

Industria: local o lugar donde a través de la manufactura, elaboración o procesos, produce la transformación de la materia prima y que en sus diferentes etapas generan agua residual que se descarga al alcantarillado público o a cuerpos de agua. Se consideran también los locales que produzcan agua residual en volumen y características diferentes a las del agua residual doméstica (de acuerdo a la Clasificación Internacional Industrial Uniforme CIIU).

Laboratorio acreditado: persona jurídica, pública o privada que realiza los análisis físicos, químicos, bioquímicos o microbiológicos en muestras de agua, que se encuentre acreditado por el Organismo de Acreditación Ecuatoriano (OAE).

Línea base: denota el estado de un sistema en un momento en particular, antes de un cambio posterior. Se define también como las condiciones en el momento de la investigación dentro de un área que puede estar influenciada por actividades industriales o humanas.

Metales pesados: elementos con densidad relativa mayor de 4 o 5, localizados en la tabla periódica con número atómico 22 a 34 y 40 a 52, así como los de la serie de los lantánidos y los actínidos.

Muestra compuesta: formada por mezcla de alícuotas de muestras individuales, tomadas a intervalos y durante un período de tiempo predeterminado.

Norma (estándar) de calidad del agua: documento reconocido en leyes o reglamentos de control de la contaminación del agua, a nivel gubernamental.

Planta de tratamiento de aguas residuales: conjunto de obras, facilidades y procesos, implementados para mejorar las características del agua residual doméstica e industrial.

Punto de muestreo: lugar de extracción para toma de muestras de agua.

Sistema Público de Alcantarillado: conjunto adecuado de conductos subterráneos que sirven para el transporte de agua residual.

Sujeto de control: Persona natural o jurídica de naturaleza pública, comunitaria privada o mixta que descarga su agua residual al alcantarillado público o cuerpos de agua con potencial para afectar a los mismos.

Tratamiento primario: contempla el uso de operaciones físicas para la reducción de sólidos sedimentables y flotantes presentes en el agua residual, como: cribado, desarenado, sedimentación y manejo y disposición final de sólidos generados en este proceso.

Tratamiento secundario: contempla el empleo de procesos biológicos y/o químicos para reducción principalmente de compuestos orgánicos biodegradables, y sólidos suspendidos. El tratamiento secundario generalmente está precedido por tratamiento primario, incluye generalmente procesos de desinfección.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

La metodología de la presente investigación, se plasma siguiendo procedimientos ordenados para obtener informes fehacientes y que sean de validez para el cumplimiento de los objetivos planteados, además se emplean técnicas e instrumentos que coadyuven a la recolección sistemática de los datos necesarios y suficientes, con los cuales posteriormente se realiza el procesamiento y análisis para obtener la interpretación de los resultados.

La metodología descrita a continuación se presenta bajo un esquema que conduce hacia el cumplimiento de los objetivos planteados, y en cada punto se describen los concernientes argumentos.

A. Enfoque

- **Cuantitativo**, en razón de que se busca analizar las variables en estudio, se recolectan datos del proceso de curtido, bajo el esquema de flujograma de proceso con entradas y salidas, para establecer el manejo de vertidos, se cuantifica el nivel

de impacto ambiental, mediante una matriz de calificación de impactos ambientales, en el cual se establece el grado o nivel de importancia de los impactos ambientales, resultado de las actividades dadas en los distintos procesos de la empresa en mención, y asimismo se comparan los resultados de los análisis de laboratorio con los valores de los niveles permisibles de los parámetros señalados en la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua, descrita en el Anexo 1, del Libro VI, del TULSMA.

B. Modalidad básica de la Investigación

- **Bibliográfica documental**, en el presente trabajo de investigación se recolecta preliminarmente la información relacionada al tema de investigación, para fundamentar teóricamente la investigación.
- **De campo**, sistemáticamente se recopila información directamente de la empresa, además las muestras de aguas residuales se las recoge directamente a la salida del proceso para ser enviadas a un laboratorio acreditado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano - SAE.

C. Nivel o Tipo de la Investigación

- **Descriptiva**, puesto que se busca describir el manejo de los vertidos, en la situación real, y analizar cómo se manifiesta mediante la matriz de valoración de impacto ambiental, con lo que esta investigación evalúa los aspectos y dimensiones de las variables de estudio.

- **Asociación de variables**, ya que tiene como propósito medir el grado de relación que existe entre las variables de estudio: manejo de vertidos e impacto ambiental, empleando diversas técnicas y herramientas.

D. Población y Muestra

- La población concerniente para el presente trabajo de investigación constituyen los procesos productivos de la empresa Curtiduría Tungurahua que se realizan los 365 días del año. Para obtener datos referentes al proceso productivo, al mismo que se lo analiza en torno al manejo de los vertidos. Se considera una jornada de operación normal, que es una muestra no probabilística por decisión del investigador.

E. Recolección de información

Tabla 5. Recolección de Información

¿Para qué?	Para alcanzar los objetivos de la investigación
¿De qué empresa?	Empresa "Curtiduría Tungurahua S.A."
¿Sobre qué aspectos?	Manejo de vertidos e impacto ambiental
¿Quién?	Investigadora: Marisol Naranjo Mantilla
¿Cuándo?	Durante el año 2013
¿Dónde?	Planta de producción de la empresa
¿Cuántas veces?	Las veces que sean necesarias
¿Con qué técnicas de recolección?	Observación estructurada de campo Análisis Verificación Observación directa no estructurada Observación directa estructurada Análisis de valoración de Impacto Ambiental.
¿Con qué instrumentos de recolección?	Diagrama de flujo del proceso - entradas/salidas. Tabla - descripción del proceso.

	Tabla de consumos. Diagrama de flujo. Registro específico de documentación. Registro de datos Matriz de impactos. Matriz de evaluación de Impacto Ambiental.
¿En qué situación?	En condiciones normales de operación.

Elaboración: Marisol Naranjo M.

F. Aplicación de las técnicas de recolección de información

Las técnicas que se utilizan en el presente trabajo investigativo, para la recolección de la información son:

Observación estructurada de campo: Consiste en recolectar los datos e información del proceso de curtido in situ, durante un día de operación normal de la empresa “Curtiduría Tungurahua”. La recolección de datos e información se realiza de una forma planificada y metódica, registrando los datos con la mayor precisión en instrumentos técnicos como el diagrama de flujo de proceso de entradas/salidas y una tabla para la descripción del proceso.

Análisis: La técnica de análisis se emplea con el propósito de examinar con detenimiento las operaciones o etapas de proceso susceptibles de marcar aspectos ambientales, para la aplicación de esta técnica se emplean instrumentos como una tabla de consumos y el diagrama de flujo.

Verificación: Mediante esta técnica se pretende reconocer los puntos críticos relacionados al manejo de vertidos, dados durante la ejecución de los procesos productivos, la aplicación de esta técnica requiere la utilización de un registro específico de documentación como instrumento para recolectar la información.

Observación directa no estructurada: Esta técnica compete en recoger, identificar y describir lo que se observa respecto a la línea base del área de influencia de la empresa sujeto de estudio, esta técnica permite ser bastante flexible para la toma de datos. Para la aplicación de esta técnica se emplea como instrumento la ficha de campo.

Observación directa estructurada: Esta técnica consiste en observar directamente al objeto de estudio, en este caso particular se observa las incidencias y eventos como resultado del proceso productivo relacionado a los impactos ambientales. La información se recoge de una forma planificada y específica, y se registra con precisión en instrumento técnico como es la matriz de impactos.

Análisis de valoración de Impacto Ambiental: Es una técnica especializada, en donde se llega a establecer la importancia del impacto en función de los atributos que caracterizan la calificación. En este análisis se valoran los impactos en un instante temporal, el instrumento utilizado para la aplicación de esta técnica es la matriz de evaluación de evaluación de impacto ambiental.

G. Aplicación de instrumentos de recolección de información

Diagrama de flujo del proceso - entradas/salidas: Constituye el punto de partida para conocer el proceso llevado a cabo en la empresa. Se utiliza la técnica de observación estructurada de campo, que consta de la representación gráfica del flujo de proceso de curtido de la empresa Curtiduría Tungurahua. El diagrama ofrece una descripción visual de las etapas de proceso implicadas en el proceso, muestra la relación secuencial entre ellas, lo que facilita la comprensión de cada etapa de proceso o actividad y su relación con las demás, permite además conocer los materiales e insumos utilizados en las entradas, así como también permite conocer en cada etapa de proceso las salidas que se componen de subproductos, residuos, emisiones o vertidos.

Tabla - descripción del proceso: Se elabora una tabla, en donde se describe cada etapa de proceso, con la finalidad de comprender e interpretar el proceso de una manera sencilla, mediante un enfoque estructurado que permita observar en forma clara y sencilla las relaciones entre las etapas de proceso.

Tabla de consumos: La tabla de consumos tiene el objetivo de determinar la cantidad de entradas de agua y otros insumos de relevancia que se consideren para el proceso productivo de curtido. El propósito es diligenciar este formato con la información que se recoja, y es de utilidad para analizarlo durante el desarrollo de la investigación.

Diagrama de flujo: El diagrama de flujo del proceso entradas/salidas diligenciado inicialmente en la presente investigación, sirve de base para precisar los aspectos ambientales del proceso de curtido.

Registro específico de documentación: Este instrumento sirve para registrar precisamente los puntos críticos del manejo de vertidos, en las etapas de proceso.

Registro de datos: Con este instrumento recopilamos información, mediante la técnica de observación directa no estructurada. La información a recopilar es sobre la descripción de la línea base del área de influencia de la empresa.

Matriz de impactos: La matriz de impactos es un instrumento específico para identificar las acciones y los factores del medio que, presumiblemente serán impactados.

Matriz de evaluación de Impacto Ambiental: Este instrumento sirve para identificar los impactos ambientales y para determinar la importancia de dichos impactos ambientales. La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce mediante un modelo propuesto, en función del valor asignado a los atributos del impacto.

H. Procesamiento y validación

Plan de procesamiento de la Información

En el presente estudio, se hizo uso de varias técnicas e instrumentos para recoger la información, las mismas que se complementan para el cumplimiento de los objetivos planteados, La información obtenida a través de técnicas diferentes formará un solo cuadro de la situación objeto de estudio.

Posterior a la recolección de datos, se procesa la información bajo el siguiente plan:

- Revisión crítica del diagrama de flujo del proceso de curtido, para establecer de forma concisa las etapas de proceso.
- Comprensión del proceso, mediante la tabla de descripción del proceso.
- Identificación de los aspectos ambientales que se precisan del proceso de curtido, mediante análisis de datos de consumo y con el apoyo del diagrama de flujo.

- Verificación de los puntos críticos en el manejo de vertidos, se emplea el registro específico de documentación, el mismo que se elabora con la información previamente recolectada.
- Descripción de la línea base, se compone utilizando los datos obtenidos en el registro de datos.
- Caracterización de los atributos del impacto ambiental, recurriendo a la matriz de impactos, que es del tipo causa – efecto, consiste en un cuadro de doble entrada en donde se ingresa verticalmente en cada casilla, las acciones impactantes dadas en las etapas de proceso, y dispuestos en filas los factores ambientales susceptibles de recibir impactos. En las casillas de cruce de la matriz, se colocará la valoración correspondiente a los atributos del impacto ambiental.
- Valoración del impacto ambiental, el valor asignado para la importancia del impacto ambiental, se calcula en función de un algoritmo en el contexto de la calificación dada a cada uno de los atributos del impacto ambiental. El primero corresponde al signo o naturaleza del efecto, el segundo atributo representa el grado de incidencia o intensidad del mismo, y los nueve valores siguientes son los atributos que caracterizan a dicho efecto.
- Establecimiento de conclusiones y recomendaciones.

Proceso de Validación y confiabilidad

- La validación de datos se facilita en cuanto los instrumentos de recolección de datos, se elaboran en la etapa inicial de la investigación, con el suficiente discernimiento y comprensión del tema de investigación para seleccionar el instrumento apropiado, además se analizan de tal forma que permitan recolectar los

datos requeridos para la investigación, contando además que dicha información describe lo observado y percibido. Como último paso se revisan y se pulen, con el propósito de que tengan validez y confiabilidad.

- La validez determina que el contenido permita obtener respuestas a los ítems básicos de las variables independiente y dependiente: manejo de vertidos e impacto ambiental respectivamente. La información recopilada debe ser cierta y precisa, es decir que los instrumentos elaborados y aplicados refieran información certera que el investigador se propone medir.
- La confiabilidad de los instrumentos de recolección de información, conviene determinar que estos, permitan tomar la información que se ha considerado en los ítems básicos, de tal manera que se conciba que al aplicar varias veces, indique el mismo resultado.
- Esta etapa de validación se desarrolla en conjunto con el personal de la empresa. Se realiza, basándose en la información documental recopilada en los instrumentos y la revisión y aprobación por parte de quienes proporcionan dicha información.

CAPÍTULO III

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

A. Datos informativos de la empresa

- Razón Social: Curtiduría Tungurahua S.A
- Nombre Comercial: Curtiduría Tungurahua S.A
- Gerente General: Ing. Gonzalo Callejas /Representante Legal: Ing. Gonzalo Callejas
- Persona de contacto: Ing. Marco Buestán / Cargo: Responsable Ambiental
- E-mail: gcallejas@curtiduriatungurahua.com
- Página en la internet: <http://www.curtiduriatungurahua.com>
- Principales productos o servicios: Cuero para calzado
- Dirección de la Planta Industrial: Parque Industrial, Calle 8 y F. Tercera etapa
- Ciudad: Ambato, Provincia: Tungurahua
- Teléfono: 032434141 / Fax: 032434141 ext. 112
- Dirección de la Oficina Principal: Parque Industrial, Calle 8 y F. Tercera etapa
- Fecha del inicio de funcionamiento de la planta industrial: 12 de diciembre de 1983
- Régimen de funcionamiento: 24 horas/ día. 24 días/ mes. 12 meses/año

B. Generalidades de la empresa

- La Curtiduría Tungurahua mediante los procesos convierte en cuero las pieles de los animales, tales como bovinos, ovinos, porcinos, caprinos y reptiles. En general, las principales etapas o procesos involucrados en el proceso de curtición son el pre-tratamiento y almacenamiento, ribera, curtido, procesos en húmedo y acabado.
- Producción, la Curtiduría Tungurahua S.A. produce cuero para calzado con una producción de 180.000 pieles por año, los cuales son adquiridos por clientes nacionales como internacionales. Al momento se exporta 23% de la producción de cuero terminado, con normas de calidad internacionales.
- Producción Actual de Planta.
 - Cueros para calzado 180.000 pieles
 - Wet blue 7.200 pieles
- El agua utilizada en la planta industrial de la empresa Curtiduría Tungurahua S.A., es captada del canal de riego Latacunga – Salcedo – Ambato, proveniente del Río Cutuchi, estas aguas llegan a la planta industrial sin tratamiento alguno, por lo que la empresa tuvo que implementar una planta de tratamiento de aguas de entrada, para ser utilizados en los procesos productivos, para la obtención de cueros. Curtiduría Tungurahua ha encargado a su empresa aliada Ecotungurahua, la operación del sistema de tratamiento de agua para uso industrial, que permitirá, obtener agua de buena calidad, homogénea en sus parámetros de control, lo que permite tener procesos y operaciones más eficientes.

C. Descripción de los Procesos Productivos

La empresa Curtiduría Tungurahua S.A., tiene establecidos los Procesos Productivos en los siguientes:

- Pelambre – Curtido

- Teñido
- Acabado

Ver Anexo 7. Imágenes de las áreas de los procesos productivos “Curtiduría Tungurahua S.A.”

PELAMBRE

Recepción de pieles, la empresa realiza la recepción de pieles en 3 condiciones, estas pueden ser: frescas, saladas o secas.

Almacenamiento, para conservar las pieles por largos periodos, realizan el salado con sal en grano.

Remojo, pasa la piel entera en pelo a la etapa de remojo, en donde alcanza la hidratación y limpieza adecuada de las pieles.

Pelambre y sus lavados, se procede a la eliminación de pelos, raíces y epidermis.

Descarnado, se realiza una remoción del material graso, con la finalidad de facilitar la penetración de los productos químicos.

Dividido, separa las pieles en 2 partes: flor (parte externa) y descarnado (parte interna).

CURTIDO

Desencalado y lavado, se le prepara a la piel acondicionándole, logrando la apertura de la estructura dérmica de la piel y su preparación para las siguientes etapas.

Piquelado, consiste en llevar a las pieles a un pH ácido (1,5 – 2,8), y evitando el hinchamiento ácido de las pieles.

Curtido, consiste en convertir las pieles en materiales no putrescibles, con la utilización de agentes curtientes, los mismos que se fijan a las fibras de colágeno para conseguir su estabilización.

TEÑIDO

Constituyen las operaciones de post-curtido, que comienzan por el escurrido o exprimido con la finalidad de eliminar el exceso de agua que permanece en el cuero, posteriormente se realiza el raspado para eliminar imperfecciones. Debido a que las pieles curtidas al cromo tienen un elevado contenido de acidez, deben ser sometidos a un proceso de neutralización del pH.

En el teñido, se le proporciona al cuero de color firme y parejo, empleando las anilinas. La siguiente etapa de proceso es el secado, para esta se emplea túneles de secado con secaderos con gancho, y luego se realiza el ablandado.

ACABADO

En las etapas de proceso de acabado se le proporciona al cuero las características superficiales solicitadas por el cliente, entre ellas: color, brillo, resistencia a la abrasión, etc., mediante la utilización de aditivos, como son pigmentos, ligantes, ceras, agentes penetrantes y otros. Estos productos se pueden aplicar por pintado, con la técnica de aspersores, rodillos o máquinas tipo cortina. Finalmente se realiza el planchado para alisar el cuero y uniformizar su superficie.

A continuación se presentan los diagramas de flujo de los procesos productivos que se realizan en la Empresa Curtiduría Tungurahua S.A.

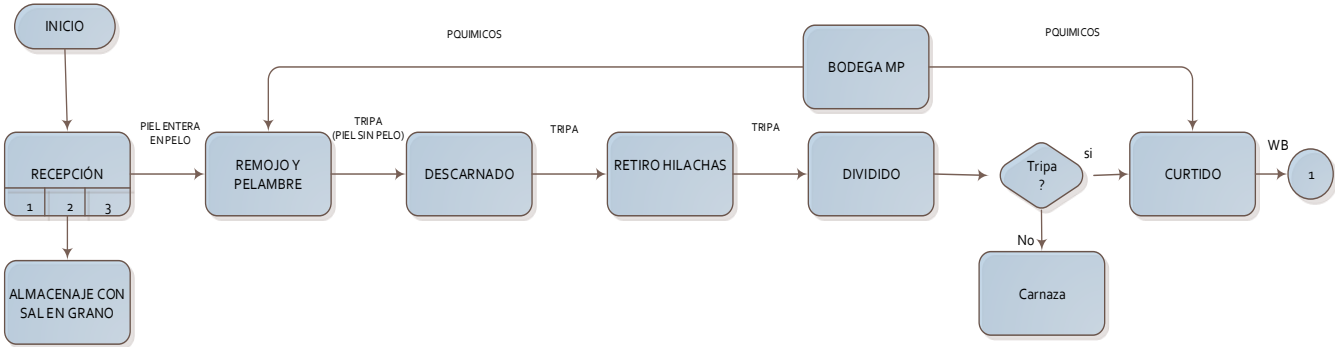


Figura 1. Diagrama de flujo de procesos de Pelambre y Curtido

Fuente: Empresa Curtiduría Tungurahua S.A.
 Elaboración: Marisol Naranjo M.

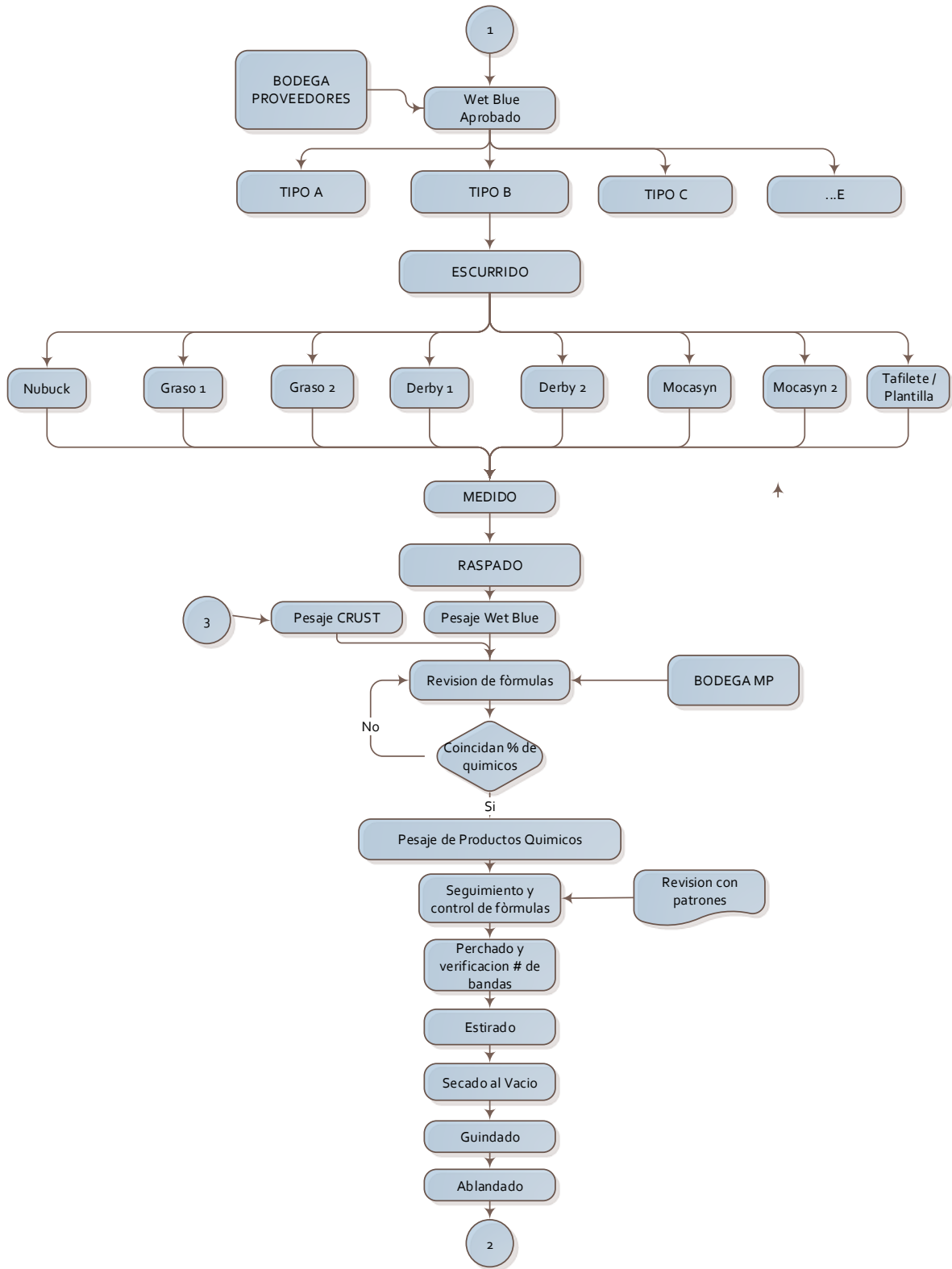


Figura 2. Diagrama de flujo de proceso de Teñido

Fuente: Empresa Curtiduría Tungurahua S.A.

Elaboración: Marisol Naranjo M.

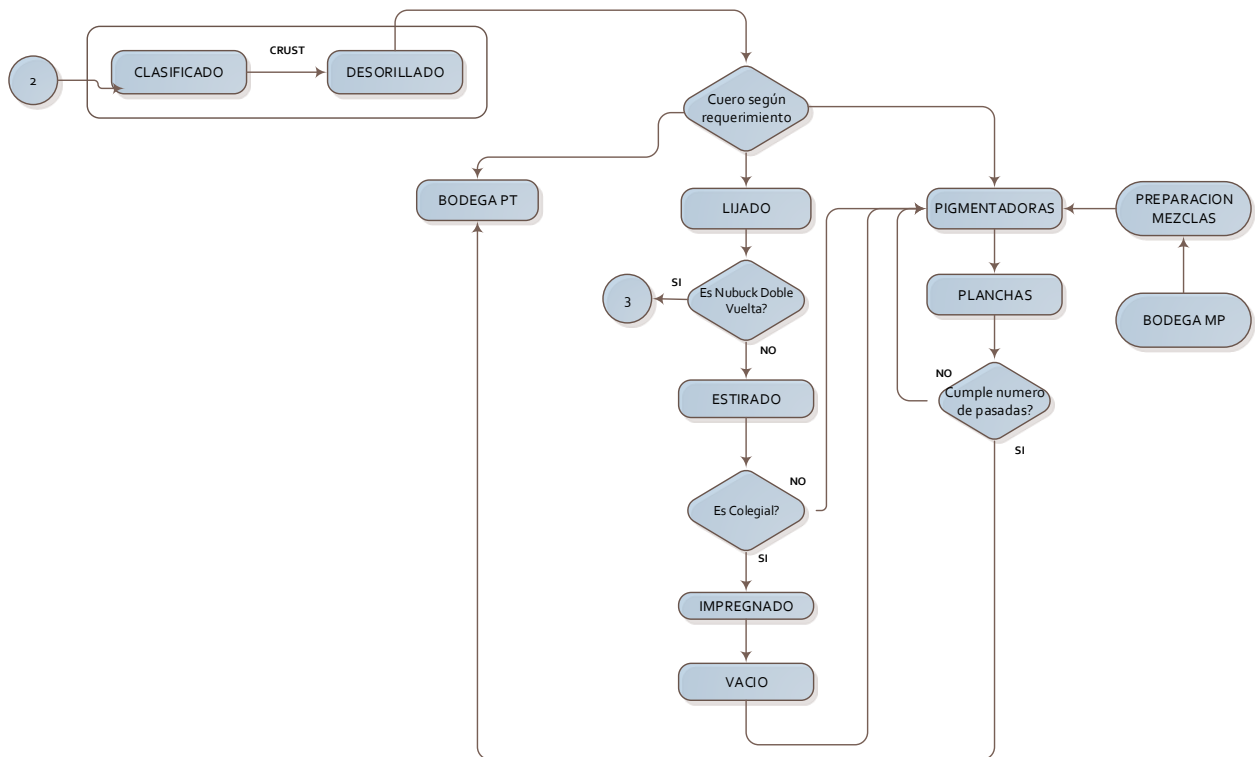


Figura 3. Diagrama de flujo de proceso de Acabado

Fuente: Empresa Curtiduría Tungurahua S.A.
Elaboración: Marisol Naranjo M.

A. Consumos de agua por fuente

El cálculo del consumo de agua por fuente, se realiza en base al peso promedio de la piel, y de acuerdo a la formulación en porcentaje para cada etapa de proceso. Luego al final se expresan los valores del total de agua requerida por día en m³, conociendo que 1 l de agua tiene una masa de 1kg.

El balance de proceso está realizado para 600 pieles, con un peso promedio de la piel de 24,00 kg de peso salado, este aumenta cuando es fresco en un 5 %. El peso total a procesar en el proceso de pelambre es de 14.400 kg.

Tabla 6. Formulación para el proceso de pelambre

PESO MEDIO (14.400 kg.)	Kg. Por piel (24.00)	N° Pieles (600) Unidad kg.
Lavado	125%	18.000
Pre remojo	125%	18.000
Remojo	125%	18.000
Pelambre	70%	10.080
Lavado 2 veces	250%	36.000
TOTAL		100.080

Fuente: Empresa Curtiduría Tungurahua S.A

El cálculo del agua requerida para el proceso de curtido, está basado en un peso medio de 12,5 kg., por banda, es decir 25 kg por piel.

A continuación en la tabla siguiente, se analiza la formulación aplicada en la actualidad.

Tabla 7. Formulación para el proceso de curtido

PESO MEDIO (15.000)	Kg. Por piel (25)	N° pieles (600) Unidad kg.
Lavado	200%	30.000
Pre desencalado	30%	4.500
Desencalado	30%	4.500
2 Lavados	200%	30.000
Piquel	250%	37.500
Curtido ácidos	12%	1.800
Lavado	100%	37.500
TOTAL		145.800

Fuente: Empresa Curtiduría Tungurahua S.A

Para el detalle del agua del teñido se saca los valores de consumo de los artículos más frecuentes y de mayor consumo de agua, el resultado se lo suma a consumo de máquinas y caldero.

A continuación en la siguiente tabla, se indica los valores de consumo de agua, para el caso del teñido con 2 turnos por día.

Tabla 8. Consumo de agua del proceso de teñido

Agua de procesos de teñido	110 m ³
Agua que requieren las máquinas	54 m ³
Aguas de lavados de máquinas	6 m ³
Caldero	30 m ³
Agua de salida	200 m ³

Fuente: Empresa Curtiduría Tungurahua S.A

A continuación se expresan los valores del total de agua requerida por día:

Tabla 9. Consumo total de agua por día

Centro de Producción	Cantidad m ³
Remojo – Pelambre	100
Curtido	145
Teñido	110
Máquinas	90
TOTAL	445

Fuente: Empresa Curtiduría Tungurahua S.A

B. Monitoreo de descargas líquidas

A continuación se describe, el procedimiento de la realización de los monitoreos de descargas líquidas.

Se realizan 3 tomas de muestras de las descargas líquidas, a continuación se indican los puntos de muestreo georeferenciados.

Identificación puntos de muestreo:	GEOREFERENCIACIÓN
IDENTIFICACIÓN	Coordenadas UTM WGS84 17M
1. Descarga Proceso Pelambre	9867689 ; 0768498
2. Descarga Proceso Curtido	9867674 ; 0768506
3. Descarga Proceso Teñido	9867672 ; 0768529

Así mismo se indica la localización de los puntos de muestreo en la empresa Curtiduría Tungurahua S.A., en la siguiente ilustración.



Figura 4. Croquis de localización puntos de muestreo de descargas líquidas

Fuente: Google maps

En lo referente al tipo de muestreo, se ha realizado un muestreo compuesto, para cada proceso.

A continuación se describe el muestreo realizado para cada uno. En detalle:

1. Descarga del proceso de pelambre.
2. Descarga del proceso de curtido.
3. Descarga del proceso de teñido.

1. Descarga del proceso de pelambre

Tabla 10. Muestras de la descarga del proceso de pelambre.

Muestras	Sub procesos
Muestras 1 a 9:	Lavado de Pelambre
Muestras 10 a 12:	Lavado inicial piel salada y Remojo
Muestras 13 a 17:	Pelambre

Fuente: Laboratorio ANAVANLAB CÍA. LTDA.

Se toma 1L de muestra en cada descarga de los procesos en un intervalo de 10 minutos según indica la siguiente tabla:

Tabla 11. Toma de muestras proceso de pelambre / intervalo de tiempo.

Muestra	Hora	Intervalo de tiempo
1	6:00	10 minutos
2	6:10	
3	6:20	
4	6:30	
5	6:40	
6	6:50	
7	7:00	
8	7:10	
9	7:20	
10	15:48	
11	15:58	
12	16:08	
13	16:42	
14	16:52	
15	17:40	
16	17:50	
17	18:00	

Fuente: Laboratorio ANAVANLAB CÍA. LTDA. (2015)

Cálculos:

Al no ser viable la medida del caudal, se homogenizan las submuestras de cada subproceso a un volumen igual. Posteriormente se procede a homogenizar las muestras de los subprocesos según los datos proporcionados por la empresa, para llegar a un volumen de 3L, como se indica a continuación:

Tabla 12. Homogenización de la muestra del proceso de pelambre

Macro- etapa del Proceso	Etapa del Proceso REMOJO PELAMBRE	Efluentes Generados		Volumen (mL)
		por		
		c/ Tonelada de piel		
		m3 / t	% del Total	
PELAMBRE	Lavado inicial piel salada	3	23.08	692
	Remojo	2	15.38	461
	Pelambre	2	15.38	461
	Lavado de Pelambre	6	46.15	1385
	Total m3	13	100.00	2999

Fuente: Laboratorio ANAVANLAB CÍA. LTDA. (2015)

Observaciones:

Las descargas de los subprocesos llegan directamente al alcantarillado en el exterior de la planta.

La alcantarilla tiene 1.50 m., de profundidad aproximadamente. Para tomar las muestras se sumerge una jarra de 3L sujeta a una cuerda, posteriormente se identifica la muestra y se almacena en su respectivo envase y enfriadores (cooler) con bolsa de hielo (ice pack).

2. Descarga del proceso de curtido

Tabla 13. Muestras de la descarga del proceso de curtido

Muestras	Sub procesos
Muestras 1:	Curtido al cromo
Muestras 2:	Lavado previo al desencalado
Muestras 3 y 4:	Agua de desencalado y purga
Muestras 5 a 7:	Lavado de desencalado y purga
Muestra 8:	Piquel + agua de ácidos

Fuente: Laboratorio ANAVANLAB CÍA. LTDA. (2015)

Se tomó 1L de muestra en cada descarga de los procesos en un intervalo de 5 minutos según indica la siguiente tabla.

Tabla 14. Toma de muestras proceso de curtido / intervalo de tiempo.

Muestra	Hora	Intervalo de tiempo
1	6 :00	5 minutos
2	7:00	
3	12:19	
4	12:24	
5	13:00	
6	13:05	
7	13:10	
8	15:03	

Fuente: Laboratorio ANAVANLAB CÍA. LTDA. (2015)

Cálculos:

Al no ser viable la medida del caudal, se homogenizan las sub muestras de cada subproceso a un volumen igual. Posteriormente se procede a homogenizar las muestras de los

subprocesos según los datos proporcionados por la empresa para llegar a un volumen de 3L, como se indica a continuación:

Tabla 15. Homogenización de la muestra del proceso de curtido

Macro-etapa del Proceso	Etapa del Proceso CURTIDO	Efluentes Generados por c/ Tonelada de piel		Volumen (mL)
		m3 / t	% del Total	
CURTIDO AL CROMO	Lavado previo al desencalado	2	30.77	923
	Agua de desencalado y purga	1	15.38	461
	Lavado de desencalado y purga	2	30.77	923
	Piquel + agua de ácidos	0.75	11.54	346
	Curtido al cromo	0.75	11.54	346
	Total m3	6.5	100.00	2999

Fuente: Laboratorio ANAVANLAB CÍA. LTDA. (2015)

Observaciones:

Las descargas de los subprocesos caen directamente al alcantarillado en el exterior de la planta.

La alcantarilla tiene 2.50 m., de profundidad aproximadamente. Para tomar las muestras se sumerge una jarra de 3L sujeta a una cuerda, posteriormente se identifica la muestra y se almacena en su respectivo envase con ice pack y hielo.

La salida de la descarga del Proceso de Curtido coincide con la descarga del Proceso de Pelambre, al ser el caudal del Proceso de Pelambre mayor al de Curtido, no se pueden tomar las dos primeras muestras de Curtido en la salida final; por lo que, las muestras 1 y 2 se toman por personal de la curtiduría directamente de la salida del proceso antes de caer a los canales de desagüe. A partir de la tercera muestra se suspende la descarga de Pelambre y se procede a tomar normalmente las muestras de Curtido en la salida final.

3. Descarga del proceso de teñido.

En este caso se toma directamente del proceso. Se toma 3L de muestra en una sola descarga según se indica en la siguiente tabla.

Tabla 16. Muestra de la descarga del proceso de teñido

Muestra	Hora	Intervalo de tiempo	Caudal (L/s)
1	16:00	N/A	0.65

Fuente: Laboratorio ANAVANLAB CÍA. LTDA. (2015)

Cálculos:

En este caso no son necesarios.

Observaciones:

La muestra se toma directamente de la salida de la planta de tratamiento en un recipiente para posteriormente identificarlo y almacenarlo en su respectivo envase con ice pack y hielo.

La empresa solicita que se debe realizar un muestreo puntual, debido a que es la salida de la planta de tratamiento.

C. Resultados de los análisis de los efluentes

Los análisis de los efluentes, se presentan en las siguientes tablas, para las descargas de pelambre, curtido y teñido.

Los parámetros de análisis considerados son tres: DBO₅, DQO, SST, definidos por ser indicadores de mayor importancia de la calidad de aguas residuales.

La norma de comparación utilizada es la del TULSMA, Acuerdo Ministerial-AM-028, Libro VI, Anexo 1, Tabla 9. Límites descarga al sistema de alcantarillado público.

En las tablas siguientes, se tienen datos sobre tres muestras, tomadas con una periodicidad semestral, la primera muestra se establece como la línea base, y a partir de ésta, se realizan

cálculos para obtener el indicador de desempeño ambiental – IDA referido a la reducción de la contaminación.

Los valores porcentuales de indicadores de desempeño ambiental IDA – reducción de la contaminación, se calculan multiplicando el valor del límite permisible por el valor de la muestra, y se suman los valores de los tres parámetros para obtener el total. Luego, para obtener el valor de ponderación, se divide el valor total del cálculo IDA para el valor total del límite máximo permisible. Y para obtener el porcentaje del IDA - reducción de la contaminación, se establece como punto de partida al valor de ponderación 1, y se obtiene el porcentaje para las muestras 2 y 3, con esto llegamos a establecer el comportamiento del indicador en sentido positivo o negativo.

Tabla 17. Análisis del efluente de la descarga del Proceso de Pelambre

DESCARGA PELAMBRE							
PARÁMETROS TULSMA	Límite Max. Permisible mg/l	MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3	
		Línea base Unidad mg/l	Cálculo IDA (1)	2do. semestre 2014 Unidad mg/l	Cálculo IDA (2)	1er. semestre 2015 Unidad mg/l	Cálculo IDA (3)
DBO ₅	250	11074	2768500	8564	2141000	5235	1308750
DQO	500	17038	8519000	13175	6587500	12910	6455000
SST	220	2724	599280	1256	276320	608	133760
Total	970		11886780		9004820		7897510
		12254,41 <i>Ponderación 1</i>		9283,32 Ponderación 2		8141,76 Ponderación 3	
IDA: Reducción de la contaminación				24%		34%	

Fuente: Curtiduría Tungurahua S.A.

Elaboración: Marisol Naranjo M.

En la tabla anterior, se observa que todos valores de los resultados de los análisis de los tres parámetros de las tres muestras sobrepasan los límites permisibles de la Norma, con lo cual es indudable la inobservancia respecto a la normativa vigente.

Respecto al Indicador de desempeño ambiental IDA- reducción de la contaminación, este tiene un comportamiento positivo, observándose un porcentaje de 24% de reducción de la contaminación para la muestra 2 respecto de la línea base y, también de la muestra 3 con un 34% respecto de la línea base.

Esta reducción se debe principalmente a la implementación de buenas prácticas ambientales en este proceso. No obstante de esta mejora en el indicador de desempeño ambiental, se evidencia claramente que los valores de los parámetros medidos están muy distantes de cumplir con los límites permisibles establecidos en la norma ambiental vigente.

Tabla 18. Análisis del efluente de la descarga del Proceso de Curtido

DESCARGA CURTIDO							
PARÁMETROS TULSMA	Límite Max. Permisible mg/l	MUESTRA 1	Cálculo IDA (1)	MUESTRA 2	Cálculo IDA (2)	MUESTRA 3	Cálculo IDA (3)
		Línea base Unidad mg/l		2do. semestre 2014 Unidad mg/l		1er. semestre 2015 Unidad mg/l	
DBO ₅	250	1790	447500	7497	1874250	3494	873500
DQO	500	9190	4595000	11534	5767000	8800	4400000
SST	220	155	34100	686	150920	686	150920
	970		5076600		7792170		5424420
		5233,61 Ponderación 1		8033,16 Ponderación 2		5592,19 Ponderación 3	
IDA: Incremento de la contaminación				-53%	-7%		

Fuente: Curtiduría Tungurahua S.A.

Elaboración: Marisol Naranjo M.

La tabla anterior, presenta los valores de los resultados de los análisis de los dos parámetros DBO₅ y DQO de las tres muestras, en donde se observa que sobrepasan los límites permisibles de la Norma, lo que señala evidentemente el incumplimiento de la norma ambiental vigente. El parámetro SST, presenta en el resultado de la línea base estar dentro de norma, pero para las siguientes muestras se observa un incremento que triplica el límite máximo permisible.

Respecto al Indicador de desempeño ambiental IDA, este tiene un comportamiento negativo, con lo cual se tiene un incremento de la contaminación, observándose un porcentaje de -53% para la muestra 2 respecto de la línea base y, también de la muestra 3 con un -7% respecto de la línea base.

Este incremento notorio de la contaminación, se debe principalmente a la puesta en marcha y operación completa del proceso de curtido en las nuevas instalaciones en el Parque Industrial. Se evidencia claramente que los valores de los parámetros medidos están distantes de cumplir con los límites permisibles establecidos en la norma ambiental vigente.

Tabla 19. Análisis del efluente de la descarga del Proceso de Teñido

DESCARGA TEÑIDO							
PARÁMETROS TULSMA	Límite Max. Permisible mg/l	MUESTRA 1	MUESTRA 2		MUESTRA 3		Cálculo IDA (3)
		Línea base Unidad mg/l	Cálculo IDA (1)	2do. semestre 2014 Unidad mg/l	Cálculo IDA (2)	1er. semestre 2015 Unidad mg/l	
DBO ₅	250	4392	1098000	757	189250	1297	324250
DQO	500	6757	3378500	1165	582500	2440	1220000
SST	220	242	53240	256	56320	171	37620
	970		4529740		828070		1581870
		4669,84 <i>Ponderación 1</i>		853,68 Ponderación 2		1630,79 Ponderación 3	
IDA: Reducción de la contaminación			82%		65%		

Fuente: Curtiduría Tungurahua S.A.

Elaboración: Marisol Naranjo M.

Se observa en la tabla anterior, que los valores de los resultados de los análisis de los dos parámetros: DBO₅ y DQO, de las tres muestras, que sobrepasan los límites permisibles de la Norma, lo que muestra de manera indiscutible el desacato de la norma ambiental vigente. El parámetro SST, en los resultados de las muestras 1 y 2, presenta valores cercanos al límite permisible, y el valor de la muestra 3 está dentro del límite máximo permisible.

Al analizar el Indicador de desempeño ambiental IDA- reducción de la contaminación, este tiene un comportamiento bastante positivo, observándose un porcentaje de 82% de reducción de la contaminación para la muestra 2 respecto de la línea base y, también de la muestra 3 con un 65% respecto de la línea base.

Esta reducción se debe principalmente a la implementación de buenas prácticas ambientales en este proceso.

Respecto al Indicador de desempeño ambiental IDA, este tiene un comportamiento negativo, con lo cual se tiene un incremento de la contaminación, observándose un porcentaje de -53% para la muestra 2 respecto de la línea base y, también de la muestra 3 con un -7% respecto de la línea base.

Este incremento notorio de la contaminación, se debe principalmente a la puesta en marcha y operación completa del proceso de curtido en las nuevas instalaciones en el Parque Industrial. Se evidencia claramente que los valores de los parámetros medidos están distantes de cumplir con los límites permisibles establecidos en la norma ambiental vigente.

D. Valoración de impactos ambientales

La valoración de impactos ambientales, se ha realizado, empleando la metodología de Vicente Conesa, a la cual se le ha modificado para que ajuste al requerimiento del estudio. La matriz se ha empleado para etapa de operación de la planta de producción de la empresa Curtiduría Tungurahua S.A.


En esta metodología se emplea una matriz de importancia, que consta de atributos que caracterizan el efecto de la actividad, una vez que se han analizado los impactos ambientales perjudiciales derivados de la actividad. Los atributos corresponden a: signo o naturaleza del efecto, intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación, efecto y periodicidad.

Una vez que se han calificado los impactos ambientales, con los valores asignados para los atributos, se plasman estos valores en una ecuación para obtener un número que representa la importancia del impacto, en función del valor asignado a las características del atributo. La importancia del impacto puede tomar valores entre 13 y 100.

La relevancia del impacto alcanza cuatro niveles: los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes, los impactos moderados presentan una importancia entre 25 y 50, los impactos severos tienen una importancia entre 50 y 75, y críticos cuando el valor sea superior a 75.

En la siguiente matriz de calificación de impactos ambientales, se consideran los procesos de pelambre, curtido, teñido y acabado, con sus respectivas actividades, y se ha señalado para cada una de estas el aspecto ambiental y el/los impactos ambientales.

Tabla 20. Matriz de calificación de impactos ambientales

		CURTIDURÍA TUNGURAHUA S.A.				Fecha de Revisión		7/6/2015															
		MATRIZ DE CALIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES				Fecha de Aprobación		7/6/2015															
Estudio N.		001		Evaluador:		Marisol Naranjo Mantilla		Fecha:		7/6/2015													
PROCESO		ACTIVIDAD		ASPECTO AMBIENTAL		IMPACTO AMBIENTAL		CALIFICACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL															RELEVANCIA DEL IMPACTO AMBIENTAL
								Signo	Intensidad (I)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Recuperabilidad (RE)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	IMPORTANCIA				
RIBERA	RECEPCIÓN	Sal impura (sólido reutilizable)		Alteración de las propiedades químicas del suelo		-	2	1	4	4	2	2	1	1	4	2	28	Moderado					
		Recorte de cuero		Alteración de las propiedades químicas del suelo		-	2	1	2	4	2	2	1	4	4	2	29	Moderado					
	ALMACENAMIENTO	Residuo de sal (sólido reutilizable)		Contaminación del recurso agua		-	4	2	4	4	2	4	1	1	4	2	38	Moderado					
		REMOJO	Agua residual (sal, grasas, sangre, sólidos)		Contaminación del recurso agua		-	8	4	4	4	2	4	2	4	4	2	58	Severo				
	PELAMBRE		Agua residual (sulfuros, cal, materia orgánica)		Contaminación del recurso agua		-	8	4	4	4	2	4	4	4	4	2	60	Severo				
		Lodo (pelos)		Contaminación del recurso agua		-	8	4	4	4	2	4	4	4	4	2	60	Severo					
				Alteración de las propiedades químicas del suelo		-	4	2	4	4	2	4	4	4	2	44	Moderado						
				Afectación de la flora		-	4	2	2	2	2	4	4	1	2	35	Moderado						
	LAVADO	Agua residual (sulfuros, cal, materia orgánica)		Contaminación del recurso agua		-	4	4	4	4	2	4	4	4	4	2	48	Moderado					
		DESCARNADO	Agua residual		Contaminación del recurso agua		-	4	4	4	4	2	4	2	4	4	2	46	Moderado				
	DIVIDIDO		Carnazas		Alteración de las propiedades químicas del suelo		-	2	2	4	4	2	4	2	4	4	2	36	Moderado				
		Recortes		Alteración de las propiedades químicas del suelo		-	2	2	2	4	2	4	2	4	4	2	34	Moderado					
CURTIDO	DESENCALADO	Agua residual (amonio)		Contaminación del recurso agua		-	4	4	4	4	2	4	4	4	2	48	Moderado						
	LAVADO	Agua residual (amonio)		Contaminación del recurso agua		-	4	4	4	4	2	4	2	4	4	2	46	Moderado					
	PIQUELADO	Agua residual (sal, ácidos)		Contaminación del recurso agua		-	4	4	4	4	2	4	4	4	2	48	Moderado						
	CURTIDO	Agua residual (sal, cromo, ácidos)		Contaminación del recurso agua		-	8	4	4	4	2	4	4	4	2	60	Severo						
TEÑIDO	ESCURRIDO	Agua residual		Contaminación del recurso agua		-	4	4	4	4	2	4	2	4	2	46	Moderado						
	RASPADO	Virutas, recortes		Alteración de las propiedades químicas del suelo		-	1	2	2	4	2	4	2	4	4	2	31	Moderado					
	NEUTRALIZADO	Agua residual (sales)		Contaminación del recurso agua		-	4	2	4	4	2	4	2	4	4	2	42	Moderado					
	LAVADO	Agua residual		Contaminación del recurso agua		-	4	2	4	4	2	4	2	4	4	2	42	Moderado					
	TEÑIDO	Agua residual (colorantes, aceites)		Contaminación del recurso agua		-	8	4	4	4	2	4	2	4	4	2	58	Severo					
	LAVADO	Agua residual (colorantes, aceites)		Contaminación del recurso agua		-	4	4	4	4	2	4	4	4	2	48	Moderado						
ACABADO	SECADO	Vapor		Contaminación del aire		-	1	1	4	1	1	1	1	1	4	2	20	Irrelevante					
	DESORILLADO	Residuo sólido (recorte en crust)		Alteración de las propiedades químicas del suelo		-	2	2	2	4	2	4	2	4	4	2	34	Moderado					
	LIJADO	Residuo sólido (polvo)		Alteración de las propiedades químicas del suelo		-	2	1	2	4	2	4	2	4	4	2	32	Moderado					
	IMPREGNADO /PIGMENTADO	Residuo sólido (recipientes que contuvieron pigmentos, lacas y disolventes)		Contaminación del aire		-	1	1	4	1	1	1	1	1	4	2	20	Irrelevante					
				Contaminación del suelo		-	1	2	2	4	2	4	2	4	4	2	31	Moderado					
PLANCHADO	Emisiones al aire (solventes orgánicos)		Contaminación del aire		-	1	1	4	1	1	1	2	4	4	2	24	Irrelevante						

En la tabla anterior se obtiene 29 impactos ambientales, derivados de los aspectos ambientales identificados. Estos impactos están calificados de acuerdo a los valores asignados para cada característica del atributo.

Una vez que se han calificado, se calcula la importancia, y se designa la relevancia del impacto, dando como resultado: 4 impactos irrelevantes los mismos que son por contaminación del aire, por emisiones y por olores, lo que quiere decir que estos impactos puntuales, de baja intensidad y reversibles en el corto plazo. El manejo recomendado es control y prevención.

Los impactos ambientales con calificación de moderado se cuentan 20, estos impactos son de intensidad media o alta, generalmente son reversibles en el mediano plazo y recuperable en el mismo plazo. Las medidas de manejo son de control, prevención y mitigación.

Los impactos con calificación de importancia crítico, se refieren 5, estos se han identificado en la etapa de remojo, pelambre, curtido y teñido. Los aspectos ambientales identificados son aguas residuales con características diversas que afectan o contaminan el recurso agua. Estos impactos en general son de intensidad alta, la extensión del impacto en el área de influencia es extenso. Para su manejo requieren medidas de control, prevención, mitigación y hasta compensación. *Ver Anexo 8. Imágenes de las áreas de producción con vertidos “Curtiduría Tungurahua S.A.”*

CAPITULO IV

PROPUESTA

TÍTULO

- **Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales.**

JUSTIFICACIÓN

El parque Industrial Ambato, viene atravesando dificultades por diversos problemas ambientales, siendo los vertidos el problema de relevancia. El agua industrial utilizada en dicho parque industrial, proviene del sistema del canal de riego Latacunga - Salcedo - Ambato, que según señalan estudios y análisis realizados a estas aguas, tienen un carácter altamente contaminante, por lo que este recurso debe ser tratado para ser utilizado por las empresas usuarias de esta prestación, no obstante después de su utilización también debería ser tratado para entregar agua libre de contaminación.

Los procesos dados en la empresa “Curtiduría Tungurahua”, utilizan ingentes cantidades del recurso agua para la producción de cuero, los mismos que generan impactos ambientales ejercidos por los vertidos, que contienen porcentajes elevados de químicos y residuos sólidos generados en las distintas etapas de proceso. No obstante esta empresa se caracteriza por su responsabilidad en el manejo del recurso agua y los residuos generados en la transformación de pieles a cueros, por lo tanto la empresa tiene la firme decisión de

implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales, lo cual permitirá disminuir el impacto ambiental directo e indirecto.

La empresa actualmente procesa en promedio 14.400 pieles mensuales, es decir, una producción equivalente a 600 pieles por día, calculado en base a un régimen de funcionamiento de 24 días por mes.

Las actuales instalaciones de la empresa Curtiduría Tungurahua han sido construidas empleando modernos conceptos de tecnologías limpias, y vienen empleando las mejores técnicas disponibles (MTDs) existentes en la actualidad para el sector Curtiembre, por lo tanto se ha posibilitado la separación de los baños considerando su naturaleza física y química diversa.

La propuesta del diseño de una planta de tratamiento para aguas residuales, tiene el enfoque de evitar la contaminación excesiva de cromo en la línea principal de tratamiento, con un sistema que prevea el aislamiento de las demás líneas que generan vertidos y permita también, a futuro su reutilización, manteniendo un efluente con una muy baja concentración de cromo total que, aliada a las modernas tecnologías limpias, garanticen que el lodo que sale del tratamiento físico químico primario tenga muy bajos contenidos de cromo total que es la suma de cromo III y cromo VI. Respecto al proceso de pelambre la empresa optó por utilizar pelambre con inmunización parcial del pelo y su consecuente remoción continua del proceso de pelambre por medio de filtros de pelos en paralelo al proceso.

La propuesta presentada a continuación, se enmarca de acuerdo al proyecto elaborado por Ecosystems – Consultoria Claas Maia Ltda., por ser un sistema de tratamiento completo y que cuenta con diferentes fases para su implementación.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales para la empresa “Curtiduría Tungurahua”

Objetivos específicos

- Describir el sistema propuesto para la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Dimensionar el sistema de tratamiento de aguas residuales.
- Plantear la operación y control procedimental de las unidades de tratamiento.

ESTRUCTURA DE LA PROPUESTA

La presente propuesta está basada en su totalidad en el Proyecto elaborado por Ecosystems – Consultoria Claas Maia Ltda., propuesta que considera el diseño de una planta para el tratamiento de las aguas residuales de los procesos de producción de cueros salados y frescos de la curtiembre en mención, y consta de los siguientes puntos:

- A. Descripción del sistema propuesto para la planta de tratamiento de aguas residuales.
- B. Dimensionamiento.
- C. Sistema de reciclado de aguas de pelambre.
- D. Sistema de reciclado de aguas de curtido.
- E. Planta de tratamiento de aguas residuales.
- F. Operación y control de las unidades de tratamiento.
- G. Especificación de equipos.
- H. Costos del Sistema de Tratamiento.

A. Descripción del sistema propuesto para la planta de tratamiento de aguas residuales.

La descripción parte señalando un enfoque denominado de Análisis Ambiental Integrado, por lo cual se propone las MTDs que minimicen el gasto hídrico y energético, además de que se evidencie la reducción y minimización del impacto ambiental producto de las actividades propias de la empresa.

El concepto del diseño propuesto incluye la separación de las aguas alcalinas y neutras del proceso de remojo, pelambre y lavados finales del pelambre en una canaleta que aún tenga la posibilidad de separar una vez más el baño de pelambre de los otros baños producidos en los mismos bombos de esta parte de la ribera. La separación adicional deberá ser hecha por medio de compuertas que permitan, una vez terminado el proceso de pelambre, su descarga separada de los otros procesos que vengan a ser conducidos en los mismos bombos.

Adicionalmente en el caso de adoptarse el proceso de pelambre con inmunización del pelo (Hair Saving) deberá tener el respectivo micro filtro para separación del pelo durante el proceso de depilación.

Los baños de pelambre serán dirigidos hacia una trampa de grasas previamente ubicada a un tamiz auto limpiante y de éste, también por gravedad a un tanque de oxidación catalítica de sulfuros residuales. Finalizada la reacción de oxidación los baños oxidados serán bombeados a un sedimentador donde se separan los lodos que serán destinados a producción de abono y el sobrenadante que en principio será descargado en el tanque de homogeneización. En el futuro se podrá estudiar la posibilidad de reutilización de esta agua para el siguiente proceso de pelambre.

La descripción de este segmento del tratamiento de esta agua será descrito en el ítem: Sistema de reciclado de aguas de pelambre.

Los demás baños producidos en este sector de la ribera, es decir, los baños de remojo y lavados pos pelambre, serán conducidos al terreno adyacente donde se deberá ubicar todo el sistema de tratamiento principal. Este tanque de acumulación y bombeo deberá estar ubicado en el patio interno de la curtiembre cerca de una trampa de grasas existente.

Los baños provenientes del proceso de curtido, serán conducidos por una canaleta, hacia una unidad de reutilización de este vertido, la ubicación de este también será en el patio externo cerca de las bodegas de cueros crudos/salados.

El sistema de reutilización de baños de curtido deberá adoptar la tecnología de reciclado directo del baño en el lote siguiente a partir de la etapa de desencale. Por lo tanto ese proceso deberá estar vinculado a tecnología de curtido con bajo contenido de la sal, así como proceso de alto agotamiento. En principio no se adoptará precipitación de cromo a pesar de que en el dimensionamiento está previsto con un tanque adicional de sedimentación compatible con dicha necesidad.

Los demás baños provenientes de las demás etapas del proceso como re-curtido, acabado y laboratorios deberán ser encaminados por una canaleta específica para el tanque de homogenización de aguas generales para, entonces ser tratados en el sector físico químico de la Planta de Tratamiento de aguas residuales (PTAR).

En este tanque de homogeneización habrá un sistema de mezcla y oxigenación capaz de producir mezcla completa de todos los baños generados en el proceso productivo, a excepción de los baños susceptibles de reutilización en las unidades de reciclado, a saber: reciclado de pelambre y reciclado de curtido.

En este tanque, con mezcla completa será producida la oxidación de sulfuros y compuestos de oxidación más sencilla que no requieren una fuerza oxidativa intensa para empezar el proceso de oxidación química. Con esto se garantiza una disminución en la producción de

malos olores en el proceso inicial de tratamiento de aguas residuales, creando una condición óptima para la secuencia del tratamiento.

En este tanque de homogeneización estará previsto el empleo de una bomba helicoidal que será responsable para el mantenimiento de un caudal constante para las etapas de dosificación físico- química y, más adelante, el tratamiento biológico.

Del tanque de homogeneización a caudal constante los efluentes completamente mezclados llegan a un pequeño tanque de ajuste de pH, en donde una sonda electrolítica irá a controlar el pH, haciendo las correcciones necesarias añadiendo álcali u ácido, de acuerdo a los planes operacionales elegidos por el equipo técnico y proveedores de insumos químicos en lo que se refiere a la clarificación química de las aguas residuales. Después, ahora por gravedad, el efluente a pH fijado convergerá en otro tanque de mezcla de efluente con un agente auxiliar de coagulación, normalmente sales de hierro o aluminio que irán a empezar el proceso de coagulación.

Finalmente, aún por gravedad el efluente llega a un tanque de adición de agente de floculación, normalmente un polímero catiónico, antes de ingresar en el tanque de sedimentación primaria.

En este tanque de sedimentación primaria se produce la separación de los lodos producidos en el proceso de clarificación química y el sobrenadante clarificado que, por rebose, desagua como efluente tratado físico-químicamente y/o, finalmente en el reactor biológico para ser sometido a etapa final del tratamiento.

En esta primera etapa el tratamiento finalizará después de la clarificación primaria (físico-química) y la consecuente evacuación-retirada de lodos. La etapa de tratamiento biológico se quedará para una segunda etapa, mientras se logre un acuerdo entre las demás curtiembres con la finalidad de presentar una propuesta de tratamiento biológico secundaria comunal, que incluya a las demás industrias del parque industrial.

Dimensionamiento

Este sistema de tratamiento de aguas residuales industriales de curtiembre se proyecta para una producción diaria de cerca de 1.200 cueros (31.200 cueros vacunos mensuales), considerando la capacidad máxima instalada para la producción, en un régimen de funcionamiento de 26 días por mes, y una generación máxima de 1000 m³ diarios de aguas de proceso, con una estimación inicial de un rango entre 65 % y 70% de este volumen diario de efluentes líquidos.

Para el sistema de reciclado de aguas de pelambre, considerando que solamente se irán a recuperar el baño principal, los efluentes de los lavados pos pelambre serán descargados en el flujo de aguas residuales a tratar en la PTAR. El volumen diario para pelambre y calero será de 100 m³. Se debe destacar que la opción de reutilización de procesos de re uso es una prerrogativa del equipo técnico de la producción de la curtiembre. Se propone las dos opciones para la destinación de estas referidas aguas, o la reutilización integral de este baño o la posibilidad de dosificación de las aguas de pelambre, previamente oxidadas en el tanque de oxidación catalítica en el tanque de homogeneización para proveer condiciones de oxidación complementaria de los sulfuros mientras se hace la neutralización cualitativa y cuantitativa de las aguas generales. Con este procedimiento se garantiza mejores condiciones para que no ocurra producción de malos olores mientras se realice un proceso operacional adecuado.

Para el sistema de reciclado de curtido, también estimado en un volumen máximo de 40 m³, irá a separarse apenas el baño de curtido principal para someterlo a una reutilización directa del baño, con posibilidad de precipitación de hidróxido de cromo apenas del excedente que no pueda ser reaprovechado, pero, con vistas a su reutilización en el curtido de las raspas.

Para el sistema de tratamiento de aguas generales se optó por un sistema de tratamiento convencional en donde, después de una homogeneización y clarificación química, seguida por el proceso de separación del clarificado y los lodos generados en esta clarificación. La

etapa biológica se quedará para un según momento, cuando se cuente con un acuerdo confirmado entre las empresas del parque industrial, solo entonces se hablará de un sistema biológico comunal del tipo lodos activados por su compactibilidad con las características del efluente y disponibilidad de área existente.

B. Sistema de reciclado de aguas de pelambre

Para el sistema de pretratamiento de aguas de pelambre cuando los bombos en donde se procesan pelambres son descargados los efluentes líquidos, por medio de una compuerta estos baños serán descargados en una canaleta de descarga exclusiva de estos efluentes para una trampa de grasas y, de ésta, pasando por un tamiz auto limpiante por gravedad llegan a un tanque donde, serán sometidos a una pre oxidación catalítica de los sulfuros residuales.

Con la presente propuesta de tratamiento, no será permitida la mezcla de baños con naturaleza química diversa. Sin embargo, se ha determinado el aislamiento de este tanque de las aguas de curtido. Así, este tanque deberá ser destinado solamente para acumulación y oxidación de las aguas residuales del proceso de pelambre para direccionar este volumen importante de los efluentes producidos para la unidad de reciclado de pelambre, o para un futuro reaprovechamiento.

Canaleta exclusiva para aguas de pelambre al sistema de oxidación.

- Caudal de pico: 100 m³/h, estimado para máxima expansión (4 bombos de remojo/pelambre de 3X3, totalizando una producción máxima de 33,6 toneladas/día);
- Área ahogada mínima al caudal de pico: 0,045 m²;
- Dimensiones totales del canal: 0,30 m de ancho por 0,50 m de calado;
- Área total del canal: 0,2m²;
- Pendiente de fondo de la canaleta: mínimo 2,0%, deseable 3 %.

- Dimensiones de la canaleta en el punto donde se van a ubicar las rejillas: 0,50 m de profundidad X 0,30 m de ancho;
- Tipo de rejillas adoptado: rejillas de mediano paso;
- Número de rejas: 14 (catorce) con las rejas de 1,0 cm de espesor;
- Ángulo de las rejas con la base de la canaleta: 120° en dirección al flujo de efluentes;
- Material de las rejas: acero inoxidable AISI 304;

Cálculo para canaleta exclusiva para aguas de pelambre:

$$Q = 100 \frac{m^3}{h} \div 3600 \frac{s}{h}$$

$$Q = 0,028 \frac{m^3}{s}$$

$$Q = 28 \frac{l}{s}$$

$$Q = AH * v \rightarrow \textit{Continuidad}$$

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} i^{\frac{1}{2}} \rightarrow \textit{Manning}$$

$$v \rightarrow \textit{Hormigón} \quad n = 0,016$$

$$AH = 0,30 \times 0,20 = 0,06 m^2$$

$$X = 0,20 + 0,30 + 0,20 = 0,70 m$$

$$R = \frac{AH}{X} = \frac{0,06 m^2}{0,70 m} = 0,086 m$$

$$v = \frac{1}{0,016} (0,086)^{\frac{2}{3}} (0,004)^{\frac{1}{2}}$$

$$v = \mathbf{0,768 m/s}$$

$$Q = A \times v$$

$$Q = 0,06 \text{ m}^2 \times 0,768 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$Q = 0,046 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 46 \text{ l/s}$$

Trampa de grasas

- Volumen de la trampa: 40,32 m³;
- Dimensiones totales: 7,5 m X 2,9 m X 1,5 m;
- Profundidad del agua (profundidad útil): 1,3 m;
- Volumen útil: 28,275 m³;
- Tiempo de retención hidráulico: 27,2 min., para primera etapa y 17,25 min., para la máxima producción (1.200 cueros diarios);
- Número de chicanas: 5 (cinco);
- Distancia entre chicanas: la primera y la última deben estar a 0,50 m de distancia cada una de la pared del tanque de la trampa en el eje longitudinal, las demás equidistantes una de las otras, de acuerdo con el dibujo de detalle (cerca de 1,37 m.)

Cálculo para trampa de grasa:

$$Q = 28 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

$$TRH = 24 \text{ min.}$$

$$Q = \frac{V}{t} \rightarrow V = Q \times t$$

$$V = 0,028 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times (24 \text{ min.} \times 60 \frac{\text{s}}{\text{min.}})$$

$$V = 40,32 \text{ m}^3$$

Profundidad 1,00 m.

$$V = A \times H$$

$$40,32 \text{ m}^3 = A \times 1\text{m}$$

$$A = 40,32 \text{ m}^2$$

$$x + 2x = 40,32$$

$$3x = 40,32$$

$$x = \frac{40,32}{3} = 13,44 \text{ m} \approx 14 \text{ m}.$$

Tamiz parabólico auto limpiante:

- Tipo de tamiz: Rotativo parabólico auto limpiante;
- Apertura de las ranuras: 2,0 mm;
- Material constructivo del tamiz: acero inoxidable AISI316L;
- Caudal máximo: 125 m³/h (tomado para agua limpia)
- Potencia del motor: 0,25 hp;
- Área útil del elemento filtrante: 2,5 m²;
- Largo total del tamiz: 3175 mm
- Ancho total del tamiz: 1433 mm;
- Altura del tamiz (de la base al extremo del cepillo de limpieza): 1245 mm;

La figura abajo ejemplifica el tamiz recomendado.

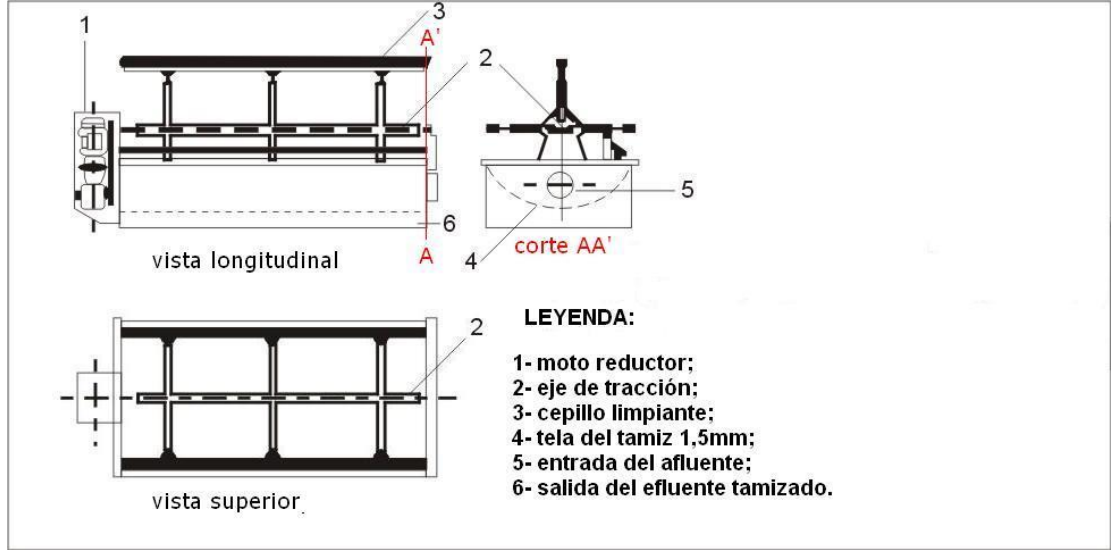


Figura 5. Tamiz parabólico auto limpiante

Fuente: Ecosystems – Consultoria Claas Maia Ltda.

Cálculo para tamiz parabólico auto limpiante:

$$Q_{TRATADO} = 210 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{DISEÑO} = 28 \frac{\text{l}}{\text{s}} = \frac{3600}{1000} = 100,8 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$Q = 210 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$Q_{DISEÑO} = 100,8 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

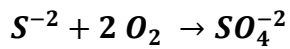
Tanque de acumulación y oxidación catalítica del sulfuro residual:

En este tanque se darán las condiciones de optar por el reciclado directo propiamente dicho o la dosificación para el tanque de homogeneización de la PTAR para oxidación de los

sulfuros residuales, los efluentes desechados por los bombos, después de pasar por la trampa de grasas y el tamiz, aún por gravedad llegan a este tanque para, iniciar la reacción de oxidación simplemente por acción de aireadores superficiales proveedores de oxígeno. Por las actuales recetas se estima un residual alrededor de 0,7% en masa de sulfuros, lo que resulta en una masa de 118 Kg de sulfuros diarios en la primera fase de producción (equivalente a cerca de 600 cueros diarios) pudiendo doblar con la producción máxima prevista de 1.200 cueros diarios. Por esta razón se asumirá un tanque con el volumen definitivo con una capacidad adecuada de oxígeno, sin embargo, proporcional a las dos fases.

- Volumen del tanque: 100,0 m³ (considerando una columna de agua de 3,0 m);
- Dimensiones útiles: 8,0 m X 4,5 m X 3,0 m;
- Condición del tanque: este tanque deberá ser subdividido en dos tanques menores, gemelos, de 50 m³ cada uno;
- Necesidad de mezcla mecánica: 10 HP, sugerencia 2 (dos) aireadores superficiales de 5 HP cada uno, para cada sección del tanque;
- Función de los mezcladores en el sistema: proveer el contenido de oxígeno suficiente para la oxidación parcial de sulfuros, además de proveer mezcla completa, permitiendo la volatilización gradual del amonio, sin daños ambientales, manteniendo un nivel de nitrógeno amoniacal bajo control en el agua de reciclado con, consecuentemente, mejor calidad del baño;
- Caudal de la bomba de recalque: 15 - 20 m³/h, aprovisionada de dos sistemas de accionamiento. Un accionamiento manual, comandado por los operadores de los bombos de pelambre y otro con accionamiento temporizado para el caso de descarte de baños en el tanque de homogeneización;
- Potencia nominal (para el rango de caudal previsto y altura manométrica de 9 m.c.a): 1,0 HP.

Para oxidar el sulfuro a sulfato, la cantidad estequiométrica (teórica) de oxígeno requerida es de 2 g O₂ / g S²⁺, de acuerdo a la siguiente reacción:



$$32 \text{ g/mol} + 2 \times 32 \text{ g/mol} = 96 \text{ g/mol}$$

Tanque de sedimentación de aguas de pelambre

Este dispositivo de sedimentación tiene la finalidad de disminuir el contenido de sólidos del proceso de homogeneización, además de constituirse de un lodo con excelentes propiedades para fabricación de abonos debido a su alto contenido de nitrógeno y carbono, así como de alcalinidad y calcio (para ello habrá que prever la caracterización analítica del mismo y la ausencia de contaminación cruzada, en caso contrario ambientalmente es negativo y requeriría tratamiento adicional muy costoso. Tiene la ventaja que con el empleo de este sedimentador, se tendrá la posibilidad futura de adoptarse el reciclado de estas aguas residuales.

- Tipo de sedimentador: Dortmund cilíndrico cónico;
- Volumen útil: 35,0 m³;
- Diámetro del sedimentador: 3,50 m;
- Altura cilíndrica: 2,75 m;
- Altura del cono: 2,60 m;
- Material del tanque: PRFG - Plastic Reinforced Fiber Glass (fibra de vidrio).

Observación:

En el caso de adoptarse el reciclado de aguas de pelambre sería conveniente trabajar con una bomba más grande para el caudal de agua de regreso del tanque de acumulación hasta los bombos de pelambre, además de que el aireador no deberá quedarse encendido por periodos más grandes que 30 minutos (la sobreoxidación es causa de múltiples problemas, es parámetro crítico). Como el empleo del reciclado será estudiado en el futuro, la elección de la bomba para este fin será hecha después de que el sistema esté operacional por un rango de tiempo significativo con el sistema en la opción oxidativa.

Cálculo para tanque de sedimentación de aguas de pelambre:

$$v_s = \frac{9}{18} \left(\frac{\rho_g - \rho_a}{\mu} \right) (dg)^2$$

$$v_s > v_p \quad t_s < t_p$$

$$v_s = \frac{l}{t_s}$$

$$v_p = \frac{l}{t_p}$$

$$Q = \frac{V}{t} \rightarrow v_s = Q \times t$$

$$v_a = \frac{Q}{A_A}$$

$$v_a < v_s$$

$$v_s = \frac{9,8 \text{ m}^2/\text{s}^2}{18} \left(\frac{2,4 \text{ ton}/\text{m}^3 - 1 \text{ ton}/\text{m}^3}{1 \times 10^{-3} \text{ N-s}/\text{m}^2} \right)$$

$$v_s = \frac{9,8}{18} \left(\frac{(2,4 - 1) 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3}{10^{-3} \text{ N-s}/\text{m}^2} \right) (3 \times 10^{-4} \text{ m})^2$$

$$v_s = 6,86 \times 10^{-2} \text{ m/s}$$

$$v_a = \frac{Q}{A_A} = \frac{0,028 \text{ m}^3/\text{s}}{12,57 \text{ m}^2} = 2,23 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

$v_s > v_a$ SI FUNCIONA EL SEDIMENTADOR

$$6,86 \times 10^{-2} \text{ m/s} > 2,23 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

C. Sistema de reciclado de aguas de curtido

Para el sistema de reutilización de aguas de curtido, deberá ser previsto un sistema de compuertas en el cual sea posible desviar los baños que no son aprovechados para reutilización, como el desencalado y la purga.

Estos baños desviados siguen directamente para el tanque de homogeneización, donde serán mezclados con los demás baños a ser tratados en la PTAR.

Los baños con composición propia para reutilización (baños de curtido) serán segregados de la línea de descarte por este sistema de compuertas y canalizados para un tanque de acumulación de baños de curtido.

El sistema de reciclado propuesto está basado en el reciclado directo de los baños descargados tan pronto esté terminado el proceso de curtido. El proceso de curtido empleado en la planta de la curtiembre Tungurahua, está basado en un proceso de alto agotamiento que produce un baño agotado final con contenido residual de cromo de 500 a 900 mg/L. La sistemática consiste en la recolección de estos baños en un tanque de acumulación para entonces, hacer una dilución con agua nueva (limpia) para completar el volumen del baño necesario para el proceso. Con la dilución, la concentración final de cromo deberá ser de un rango entre 250 a 450 mg/L. En el caso que se busque hacer una precipitación del cromo residual, se deberá prever un tanque de sedimentación y un equipo para dosificación de álcali para la precipitación del cromo trivalente presente en su forma hidróxido insoluble. Este cono de decantación deberá contener un mezclador para adición del álcali, agente de la formación de hidróxido de cromo.

El sobrenadante, pobre en cromo, deberá ser descargado en el tanque de acumulación y bombeo para la PTAR, siguiéndose al tratamiento general con las demás aguas o su eventual reaprovechamiento como lavado final de desencale. El precipitado de cromo deberá ser aprovechado parcialmente en el curtido de la raspa, desde que se realiza la

redisolución del precipitado con ácido sulfúrico hasta que se obtenga la basicidad deseada (midiendo el pH en tiempo real).

En la alternativa de descarte de este lodo precipitado, el precipitado de cromo deberá ser secado y almacenado para posterior disposición técnica en rellenos apropiados para su disposición final, previo a ser sometidos a un proceso de inertización.

Se propone la adquisición de un filtro prensa. En este caso el tanque de sedimentación (cono de decantación) es substituido por un tanque de mezcla en donde se reacciona el cromo residual con un álcali (ejemplo: sosa cáustica) para producción de hidróxido de cromo. La solución es sometida a una mezcla suave con un mezclador a baja rotación. De este tanque, la bomba neumática se encarga de llenar el filtro prensa para un ciclo de producción de tortas de cromo. Este sistema es una ventaja para el caso de que no pretenda reutilizar estas tortas de cromo en el proceso de curtido y simplemente se deberán disponer en un relleno de residuos industriales, (considerando que hay que someterlos a un proceso de inertización y/o contenerización especial con los consiguientes costes). Los efluentes salen del área de producción hasta el área de tratamiento de aguas de cromo por medio de una canaleta de 40 cm X 40 cm.

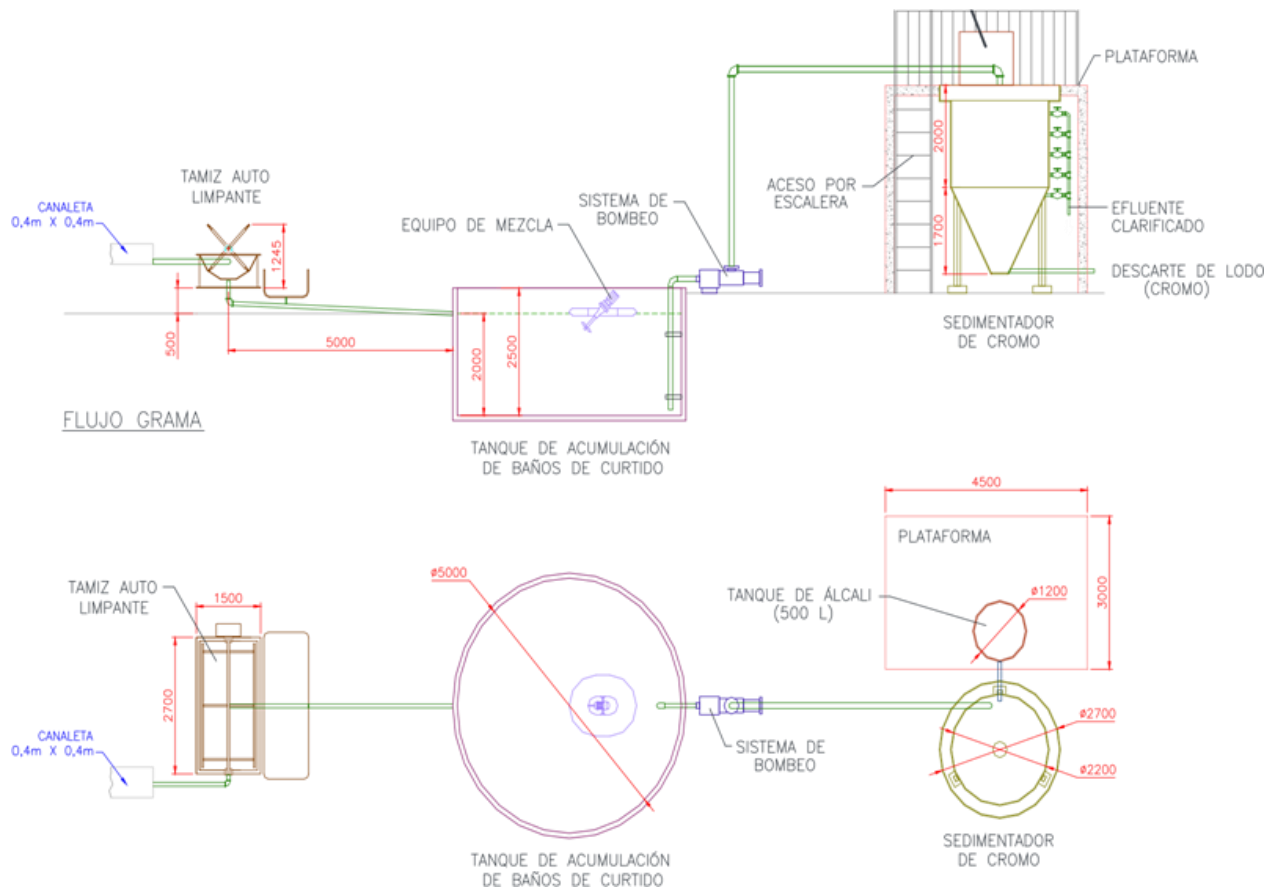


Figura 6. Esquema de la propuesta de reciclaje de sal de cromo III

Tamiz parabólico auto limpiante:

- Tipo de tamiz: Rotativo parabólico auto limpiante;
- Apertura de las rajás: 0,75 mm;
- Material constructivo del tamiz: acero inoxidable AISI316L, de acuerdo a la Norma AISI;
- Caudal máximo: 55 m³/h (tomado para agua limpia);

- Potencia del motor: 0,25 hp;
- Área útil del elemento filtrante: 2,0 m²;
- Largo total del tamiz: 2675 mm
- Ancho total del tamiz: 1433 mm;
- Altura del tamiz (de la base al extremo del cepillo de limpieza): 1245 mm;

Tanque de acumulación de baños de curtido:

- Volumen útil del tanque: 40 m³;
- Dimensiones del tanque: 2,5m de profundidad por 5,0 m de diámetro;
- Material del tanque: Hormigón.

Sistema de mezcla mecánica del tanque de acumulación:

- Tipo de mezclador: sumergido, anódico en acero inoxidable;
- Potencia nominal: 2 HP.

Bomba de recalque:

- Tipo de bomba: centrífuga sumergible rotor semi abierto
- potencia nominal: 1HP.

Tanque para precipitación del excedente de licor de cromo:

- Volumen útil: 10,0 m³;
- Forma del tanque: cilindro tronco cónico;
- Diámetro del tanque: 2,2 m;
- Altura cilíndrica: 2,0 m;
- Altura del cono: 1,70 m;
- Material del tanque: fibra de vidrio PRFV

Tanque para formación de hidróxido de cromo (opcional, sustituye en el caso de adoptarse el filtro prensa):

- Volumen útil: 8,0 m³;

- Forma del tanque: cilíndrico;
- Diámetro del tanque: 2,5 m;
- Altura del tanque (total): 2,5 m;
- Potencia del mezclador: ½ HP;
- Tipo de mezclador: vertical baja rotación.

Filtro Prensa (opcional):

- Tipo: Filtro prensa de placas;
- capacidad volumétrica: 1900 L;
- Formato de las placas: 400X400
- Número de placas: 40 placas;
- Número de ciclos diarios: en la primera etapa se considera uno, y cuando la producción llegue a 1200 cueros diarios, serán necesarios dos ciclos diarios.

D. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

Esta planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), del proceso productivo de la curtiembre Tungurahua está basada en un sistema de tratamiento compuesto por un sistema de tratamiento físico químico convencional.

A continuación se describen las unidades componentes del sistema de tratamiento propuesto.

Después de que los efluentes llegan al tanque de homogeneización, por gravedad desde su punto de generación con un sistema automatizado de bombeo compuesto por llaves boya con posiciones prende/ apaga, los efluentes homogeneizados son bombeados para la unidad de ajuste fino de pH, coagulación y floculación, en la secuencia del tratamiento físico químico propiamente dicho.

A partir de este tanque de homogeneización, entonces, una serie de procesos van a empezar a producir las transformaciones necesarias a fin de dar condiciones de tratabilidad a los efluentes. Esto es fundamental para producir el efluente homogeneizado, característico del

proceso de producción de efluentes, considerando que un porcentaje de los efluentes son sometidos a reutilización, como las aguas de pelambre y de curtido.

También es durante la equalización que los sulfuros residuales son oxidados por la presencia de oxígeno producido por los aireadores superficiales que deberán de estar (en funcionamiento) prendidos 24 horas al día.

De este tanque de homogeneización, también se garantiza el caudal constante por medio de una bomba helicoidal. Los efluentes son bombeados para una secuencia de tres tanques de mezcla, mencionados arriba, son ellos: tanque de ajuste fino del pH, tanque de coagulación y de floculación, que deberán ser mantenidos a una cota horizontal que permita el vertimiento por gravedad entre ellos, hasta el tanque de sedimentación físico química o, simplemente, sedimentador primario.

En la presente propuesta se sugiere, que, para un mejor control del proceso, sea adoptado un sistema de monitoreo y control automático del pH (peachímetro), por intermedio de una sonda electrolítica ya instalada en el propio tanque de ajuste fino de pH, acoplada a un sistema de dosificación de ácido o álcali, de acuerdo a la necesidad de mantenimiento del pH fijado para las pruebas de clarificación.

La dosificación de soluciones ácidas o básicas se da por medio de un conjunto de bombas de dosificación independientes, que serán accionadas de acuerdo a la lectura del pH del efluente en procesamiento. Si el pH estuviera por debajo del padrón establecido por el control electrónico prefijado del peachímetro, automáticamente la bomba de dosificación empieza a bombear álcali hasta alcanzar el pH un rango regulado. Al revés, si el pH estuviera arriba del padrón establecido por el control electrónico, automáticamente la otra bomba de dosificación empieza a dosificar una solución ácida hasta el mantenimiento del patrón.

Para la acidificación de efluentes, las modernas prácticas de tecnologías limpias y de seguridad personal recomiendan el empleo del gas carbónico (CO₂). Como la curtiembre tiene procesamiento completo de cueros, desde cueros salados u crudos hasta terminados, se supone que la necesidad de acidificación no va a ser necesaria. En el caso de que la producción, por cuestiones de mercado, sea predominantemente a partir de cueros en azul, podrá ser regulado el sistema de acidificación de los efluentes por CO₂, cuando venga a ser necesario.

Con el pH ajustado de acuerdo a los patrones ya mencionados, están creadas las condiciones óptimas para empezar el proceso de clarificación química, proceso primordial del tratamiento físico químico propuesto. Aún por gravedad los efluentes siguen para el tanque de coagulación química donde se da la continuidad del proceso de eliminación de cargas electrostáticas superficiales de repulsión y, consecuentemente, creando condiciones físico químicas favorables para el proceso intensivo de formación de flóculos.

Esta condición es producida mediante la adición de un agente coagulante, normalmente sales de hierro o aluminio. Para añadir la solución de agente coagulante se considera adoptar una bomba de dosificación del tipo pistón, que, en función de la necesidad de dosificación concomitante en la etapa siguiente de la clarificación podrá emplearse una bomba de dosificación de doble cabezas.

Este tanque deberá estar provisto de un mezclador de eje vertical de alta rotación porque en esta etapa es más importante la turbulencia de mezcla (vigilando la rotación en rpm), para evitar la rotura de los flóculos en formación.

Aún por gravedad el efluente en intenso proceso de formación de flóculos sigue para el último tanque de mezcla, el tanque de floculación. En este tanque se da la complementación del proceso de clarificación química, más exactamente con el proceso de floculación, añadiéndose una solución de polímeros específicos (polielectrolitos), que van acelerar el proceso de sedimentación de los lodos por ganancia de peso.

Esta etapa complementa el proceso químico de la clarificación pero, en este momento la mezcla mecánica, igualmente necesaria deberá ser hecha por un mezclador a baja rotación para evitar la rotura de los flóculos. Desde este punto, el efluente está listo para la etapa siguiente, cuando se dé la sedimentación de los flóculos de lodo, con producción de un efluente altamente clarificado.

El tanque de sedimentación físico química o primario es una estructura cilindro tronco cónica, dimensionada de acuerdo con el caudal horario ya mantenido constante por la bomba helicoidal, ubicado en el tanque de homogeneización y que garantiza la operabilidad del sistema primario, y teniendo en cuenta la tasa de aplicación superficial, característica por la naturaleza de los flóculos formados.

En este tanque se hará la separación de dos fases: el clarificado superficial que, por rebose, descarga por gravedad para el río Ambato, como efluente clarificado tratado en una etapa inicial del proceso de tratamiento y/o al sistema biológico comunal a futuro, y los lodos sedimentados que serán descargados y bombeados para posterior proceso de evacuación mecánico.

Tanque de homogeneización

En este tanque todos los efluentes combinados empiezan el tratamiento propiamente dicho, los compuestos químicos susceptibles de ser sometidos a oxidación por la presencia de mezcladores del tipo aireadores superficiales proveedores de oxígeno, como sulfuros residuales y compuestos mercaptánicos, son oxidados a compuestos de menor toxicidad para los propios sistemas de tratamiento y medioambiente. Reacciones de neutralización por la mezcla de efluentes con características alcalinas y ácidas y, principalmente, por permitir mezcla completa de los efluentes más diversos, preparándolos para el tratamiento físico químico a seguir, tornan esta etapa una de las más fundamentales para el éxito del

tratamiento de los efluentes líquidos de una curtiembre. De ahí la necesidad de control de olores en estudio olfatométrico posteriormente.

- volumen útil del tanque: 900,0 m³;
- dimensiones totales internas del tanque: 16,0 m X 16,0 m X 4,0 m;
- volumen total: 1024,0 m³;
- equipo de mezcla: aireador aspirado con insuflación de aire en el medio líquido;
- potencia mecánica nominal de aeración: 40 HP;
- número de aireadores necesarios: 2 (dos) aireadores de 20 HP cada uno;
- profundidad mínima y máxima de efluente en el tanque: 1,7 m y 3,5 m respectivamente;

Bomba de recalque de efluente homogeneizado:

Este equipo es fundamental seguir las indicaciones para que esté garantizada la condición de caudal constante.

- tipo: helicoidal, auto aspirante de una fase, rotor 100;
 - presión máxima de trabajo: 6 Kgf/cm²;
 - caudal de proyecto: 48 m³/h;
 - caudal nominal a 200 rpm: 48 m³/h;
 - potencia instalada: 19,8 HP;
- Tubería de bombeo: PVC rígido DN 160 mm u 5,25 pulgadas;

Unidad de clarificación química

En esta etapa el proceso es básico el tratamiento físico químico de los efluentes generados en el proceso productivo de la industria. A partir de ella se crean las condiciones de clarificación química que irán a permitir la operación adecuada del futuro sistema biológico, El sistema propuesto irá a adoptar tres tanques de mezcla distintos: el tanque de ajuste de pH, el de coagulación y el tanque de floculación, en serie, independizados, proveídos de mezcladores propios, alimentados de uno a otro por rebose, a excepción del primero que es alimentado por la bomba de recalque del tanque de homogeneización.

Las soluciones ácidas y básicas, para el ajuste de pH, para la preparación de la coagulación y de la floculación, serán añadidas alternadamente al respectivo tanque de reacción por medio de bombas de dosificación llevando en cuenta especificaciones descritas más adelante para cada etapa del proceso.

Se sugiere ubicar los tanques de ajuste de pH y coagulación y floculación en una plataforma que permita que la alimentación del tanque de sedimentación primaria se dé por rebose.

Los tanques de soluciones químicas podrán ubicarse a nivel del suelo para facilitar las operaciones de preparación de las soluciones ya que todos los equipos de dosificación de productos químicos poseen bombas propias.

Finalizando el sistema físico químico o primario, viene el tanque de sedimentación físico químico, que consiste en un tanque cilíndrico tronco cónico dimensionado de acuerdo con las características físico químicas del efluente floculado.

Al fin de esta etapa se produce dos fases distintas que irán a pasar tratamientos distintos: el clarificado físico químico que será complementariamente tratado en el sistema biológico y los lodos primarios que serán desaguados mecánicamente.

Tanque de ajuste de pH:

- Volumen: 7,50 m³;
- material del tanque: fibra de vidrio reforzada
- tiempo de retención hidráulico: 7 min;
- unidad de monitoreo y control del pH: sonda electrolítica industrial;
- tipo de sistema de mezcla: mezclador vertical rápido con base de fijación;
- potencia nominal del mezclador: ½ HP;

- gradiente de velocidad: de 200 hasta 800 s⁻¹;
- motor eléctrico: TFVE, IPW 55, aislamiento clase B
- especificación de materiales: ejes, arandelas y tornillos acero inoxidable AISI 304;
- tubería de rebose del efluente coagulado: PVC rígido DN 200 mm u 6,5 pulgadas.

Observación: otra alternativa sería utilizar dos tuberías paralelas de 160mm u 5,25”.

Tanque de ajuste de coagulación:

- Volumen: 7,50 m³;
- material del tanque: fibra de vidrio reforzada;
- tiempo de retención hidráulico: 7 min;
- unidad de monitoreo y control del pH: sonda electrolítica industrial.
- tipo de sistema de mezcla: mezclador vertical rápido con base de fijación;
- potencia nominal del mezclador: ½ HP;
- gradiente de velocidad: de 200 hasta 800 s⁻¹;
- motor eléctrico: TFVE, IPW 55, aislamiento clase B
- especificación de materiales: ejes, arandelas y tornillos acero inoxidable, según la Norma AISI 304;
- tubería de rebose del efluente coagulado: PVC rígido DN 200 mm u 6,5 pulgadas.

Observación: otra alternativa sería utilizar dos tuberías paralelas de 160mm u 5,25”.

Tanque de floculación:

- Volumen útil: 7,50 m³;
- Material del tanque: fibra de vidrio reforzada;
- Tiempo de retención hidráulico: 7 min;
- Tipo de sistema de mezcla: floculador mecánico vertical;
- Potencia nominal del mezclador: ½ HP;
- Gradiente de velocidad: de 20 hasta 50 s⁻¹;
- Motor eléctrico: TFVE, IPW 55, aislamiento clase B

- Especificación de materiales: ejes, arandelas y tornillos acero inoxidable según la Norma AISI 304;
- tubería de rebose del efluente coagulado: PVC rígido DN 200 mm u 6,5 pulgadas.

Observación: otra alternativa sería utilizar dos tuberías paralelas de 160mm u 5,25”.

Tanque de solución de álcali:

- Volumen útil: 5000 L;
- Diámetro del tanque: 2,14 m;
- Altura máxima de solución en el tanque: 1,50 m;
- Álcali recomendado: Soda Cáustica (NaOH) 10 %;
- Material del tanque: fibra de vidrio con revestimiento de resina de epóxi;
- Sistema de dosificación: Bomba de dosificación doble cabeza, de doble etapa, presión máxima de 12 Kgf/cm², 600 rpm alcanzando caudal de 150 L/h;
- Potencia de la bomba de dosificación en estas condiciones: 1/10 HP.

Sistema de acidificación (opcional):

- Recomendación 1: para acidificación de los efluentes la sugerencia más moderna es el suministro de gas carbónico (CO₂) por inyección del gas por medio de un Venturi en una tubería de reciclado del efluente del tanque de ajuste del pH. Como se prevé el reciclado de baños de pelambre, es posible que no se aplique este dispositivo en la operación regular de la PTAR.
- Recomendación 2: también es posible utilizar un tanque de solución ácida adoptando una solución de 10% de ácido sulfúrico comercial (H₂SO₄).

Equipo de monitoreo y control del pH:

- Medidor de pH con sonda electrolítica industrial;
- Tipo: digital;
- Modelo: monitor y control;

- Ubicación de la sonda en el sistema: La sonda electrolítica va estar ubicada en el tanque de ajuste de pH y coagulación. Para ahorrar insumos químicos se recomienda el arranque de cualquiera de las bombas de dosificación conjuntamente con el mezclador del referido tanque mediante un dispositivo auto regulable del tipo llave boya;

Observación: Este equipo deberá estar acoplado a las bombas de dosificación de solución alcalina y, en el caso de comprobarse necesario, el sistema de acidificación para que se pueda mantener el pH dentro de un rango establecido como el más conveniente para el proceso de clarificación.

Tanque de solución de agente coagulante:

- Volumen útil: 5000 L;
- Diámetro del tanque: 2,14 m;
- Altura máxima de solución en el tanque: 1,50 m;
- Sal coagulante recomendado: Poli Cloruro de Aluminio 10 %;
- Material del tanque: fibra de vidrio reforzada;
- Equipo de mezcla: mezclador rápido vertical;
- Potencia nominal del mezclador: 1/2 HP;
- Gradiente de velocidad: de 200 hasta 800 s⁻¹;
- Motor eléctrico: TFVE, IPW 55, aislamiento clase B
- Especificación de materiales: ejes, arandelas y tornillos acero inoxidable AISI 304;
- Dosificación del coagulante en el efluente por medio de bomba de dosificación:
 - o Tipo de bomba: de dosificación, de doble cabezas, doble etapas;
 - o Presión máxima: 12 Kgf/cm²;
 - o Caudal máximo a 800 rpm: 190 L/h;
 - o Potencia nominal a 800 rpm: 0,15HP
- Concentración de la solución: 5%, pudiendo llegar hasta 10%;
- Consumo estimado de Poli Cloruro de Aluminio: 500 Kg/día del producto comercial

Tanque de solución de agente floculante:

- Volumen útil: 5000 L;
- Diámetro del tanque: 2,14 m;
- Altura máxima de solución en el tanque: 1,50 m;
- Floculante recomendado: Polímeros aniónicos 0,10 % (debe ser comprobado mediante test de jarras);
- Material del tanque: fibra de vidrio reforzada;
- Equipo de mezcla: floculador mecánico vertical;
- Potencia nominal del mezclador: 1/2 HP;
- Gradiente de velocidad: de 20 hasta 50 s⁻¹;
- Motor eléctrico: TFVE, IPW 55, aislamiento clase B
- Especificación de materiales: ejes, arandelas y tornillos acero inoxidable, según la Norma AISI 304;
- Dosificación del floculante en el efluente por medio de bomba de dosificación:
 - Tipo de bomba: de dosificación, de doble cabeza, doble etapa;
 - Presión máxima: 12 Kg/cm²;
 - Caudal máximo a 800 rpm: 190 L/h;
 - Potencia nominal a 800 rpm: 0,15HP
- Concentración de la solución: 0,10%, pudiendo llegar hasta 0,50%;
- Consumo estimado de Polieletrólito: 5 Kg/día del producto sólido en polvo.

Sedimentador Físico Químico o Primario

Después de lograda la floculación en las etapas anteriores, los flóculos en fase final de formación pueden ser descargados en un tanque donde se van a mantener en baja velocidad de movimiento. Esta baja velocidad es condición importante para permitir que los flóculos precipiten por acción de la fuerza de la gravedad para la sección cónica del tanque, formando el lodo primario y, de allí, por medio de una bomba ser descargado para la unidad de desagüe de lodos. La operación de descarte podrá ser mejorada por medio de automatización con empleo de sistema electrónico de prende / apaga, conectado a una

bomba helicoidal, por ejemplo a descargar 4 a 6 minutos a cada hora. En el caso que no se quiera utilizar este sistema electrónico, una bomba accionada continuamente podrá ser empleada una bomba, la importante operación de evacuación de lodos deberá ser hecha sistemáticamente, con una mayor frecuencia horaria posible.

- Tipo de sedimentador: cilíndrico tronco cónico con puente raspador;
- Caudal afluente: 50 m³/h;
- Tasa de aplicación superficial: 1,0 m³/m².h;
- Área de sedimentación (circular): 50 m²;
- Diámetro interno útil de la pared cilíndrica: 8,0 m;
- Altura del cilindro: 2,4 m (altura total 2,9 m con 0,5 m de borda libre);
- Pendiente del piso cónico: 10° al eje del cuerpo del tanque (cono inverso);
- Altura cónica: 0,60 m;
- Altura total del tanque (junto al eje); 3,50 m;
- Detalles del puente raspador:
 - Rayo del brazo (puente) raspador: 4,00 m;
 - Potencia del motor: 1/3 HP, 1000 Kgm, tracción periférica;
 - Velocidad del puente: 0,1 rpm;
 - Velocidad periférica: 2,5 m/min;
 - Observación: el puente deberá acompañar la pendiente de fondo, mayores detalles vide plano correspondiente.
- Detalles de las tuberías de alimentación y descarga:
 - Tubería de alimentación: PVC rígido DN 200 mm;
 - Tubería de descarte de lodo primario: PVC rígido DN 150 mm;
 - Tubería de descarga de efluente clarificado primario: PVC rígido DN 200 mm.
 - Bomba para descarte continuo (24h/día): helicoidal rotor 50, 6Kgf/cm²; 6,0 m³/h a 200 rpm, 2,47 CV de potencia instalada;
 - Bomba para descarte temporizado (prende/apaga): 5-6 min/h: helicoidal rotor 100, 6Kgf/cm²; 60,0 m³/h a 250 rpm, 25,0 CV de potencia instalada.

- Observación: En ambos los dos casos arriba se recomienda un sistema de bombeo provisto con inversor de frecuencia para ajuste fino de caudal.

Unidad de evacuación de lodos

Esta unidad tiene por objetivo promover el condicionamiento para preparación de la evacuación de los lodos producidos con la operación del sistema de tratamiento. La evacuación permite una reducción significativa del volumen y de la masa de lodos producidos, facilitando su disposición final

Tanque de mezcla de lodos

Función: La finalidad de un tanque de mezcla de lodos es el mantenimiento de solamente un punto de condicionamiento de lodos con vistas a la evacuación de los mismos por un equipo de desagüe mecánico. A excepción de los lodos producidos en las unidades de pelambre y de curtido, donde se tendrá lodos separados de la línea de tratamiento general y que tendrán diferentes destinos, los lodos generales comprenden el lodo del físico químico, puesto que los excesos de lodo biológico serán descartados en el tanque de homogeneización, para que se tenga sólo un material (lodo) con características físico químicas homogéneas;

- Dimensiones del tanque: 5,5 m de diámetro X 3,00 m (con profundidad máxima de lodo de 2,5 m);
- Volumen útil: 59,4 m³;
- Potencia de mezcla: 4 HP, mezclador sumergido;
- Bomba de recalque de lodo: compatible con el sistema de desagüe de lodos adoptado. Se recomienda una bomba neumática;
- Tubería de transporte de lodo: PVC rígido DN 100 mm.

Equipo de evacuación de lodos:

- Consideraciones iniciales: debido al volumen de lodo producido en la operación regular de la PTAR, es fundamental el empleo de un sistema de desagüe mecánico de lodos, en especial debido a las limitaciones de área disponibles, así como los olores que siempre vienen asociados a la manipulación de lodos. Aquí se sugiere dos opciones de sistema de evacuación de lodos considerando ventajas y desventajas de estas dos opciones:

Opción 1 - Decanter Centrífugo:

Este sistema es el que tiene como ventaja una operatividad más sencilla, simplificando la operación de condicionamiento de los materiales a la evacuación, pero, como desventaja se pueden señalar un lodo desaguado (máximo 25% de materia seca es decir demasiado húmedo) y el costo de la inversión y mantenimiento. A seguir describimos el equipo de esta naturaleza necesario para la situación en la Curtiembre Tungurahua:

- Tipo de equipo: Decanter Centrífugo de dos fases;
- Volumen de lodo fresco a desaguar: 120 a 140 m³ diarios (de acuerdo a la clarificación deseada) por ocasión del pico de producción industrial (1200 cueros diarios);
- Contenido de materia seca en el lodo fresco: 3%;
- Capacidad del decanter: hasta 10 m³ de lodo fresco por hora;
- Potencia nominal del decanter: 40 HP;
- Volumen de lodo prensado (25%M.S.): 16800 L, equivalente a 12000 Kg diarios.

Opción 2 – Prensa desaguador continuo: Este sistema tiene la necesidad de floculación del lodo que requiere alguna especialización de los operadores del equipo y aplicación de insumos químicos de mejor respuesta para las características reales del lodo. La ventaja es

que el contenido de materia seca en el lodo desaguado puede llegar a 30% o más, lo que implica en un menor volumen final. La descripción de las características de este equipo es la siguiente:

- Tipo de prensa desaguador: Prensa desaguador de cinta continua;
- Ancho de la cinta: 1,5 m;
- Capacidad de alimentación de lodo húmedo (3% materia seca): 10,0 m³/h;
- Volumen del tanque de floculación: 15 m³;
- Mezclador del tanque de floculación: tipo floculador mecánico vertical;
- Potencia del floculador: 1 HP;
- Bomba de alimentación de la prensa desaguadora: bomba neumática con caudal hasta 12 m³/h;
- Volumen de lodo desaguado (30% M.S.): 14000 L, equivalente a 10000 Kg/día.

E. Operación y control de las unidades de tratamiento

Operación y control del sistema primario (Físico-Químico)

Operación de las Rejillas

La operación y control de la unidad de rejillas es muy sencillo. Basta observar periódicamente si las rejillas se encuentran obstruidas y proceder a su limpieza.

Es importante que las rejillas no permanezcan obstruidas por largos períodos, para evitar atascamiento del efluente en los canales y posibles reboses indeseados .

El material retenido en las rejas puede ser removido a través de grandes ‘tenedores-rastrillos, (semejantes a los usados en jardines), siendo el residuo depositado en un pequeño tamiz que puede ser construido sobre la canaleta con una chapa perforada, solamente con la finalidad de retirar el exceso de agua de los residuos retirados de las rejillas. El agua retirada en estos residuos se pone de vuelta para la canaleta y el residuo sólido es retirado manualmente.

Tamización

La operación y control de los tamices siguen la misma rutina de la unidad de rejillamiento. Son necesarias observaciones periódicas de las mismas para evitar que se acumulen residuos y una posible formación de un filme de grasa sobre la chapa perforada perjudiquen la eficiencia de la unidad.

Cuando ocurra formación de filme de grasa se puede recurrir, eventualmente, al uso de vapor de agua o agua caliente para la limpieza.

No deben ser usados, en esta limpieza, productos químicos que puedan atacar la chapa perforada (ácidos, por ejemplo). Otro punto importante en esta unidad es el recoger los residuos provenientes de la tamización. Se considera importante de que los mismos sean recogidos, por lo mínimo tres veces al día, evitando así una posible generación de malos olores, con el mantenimiento de condiciones de limpieza e higiene de la unidad.

Tanque de Homogeneización

Los cuidados con el tanque de homogeneización deben empezar antes de que el sistema de tratamiento arranque en su operación.

Inicialmente el tanque debe recibir agua limpia hasta 30% de su volumen, es cuando el equipo de aireación/mezcla puede ser accionado. A partir de entonces, el tanque puede pasar a recibir el efluente.

Existen algunas reglas básicas que deben ser seguidas para una buena eficiencia de la unidad, a saber:

- 1° - mantener el equipamiento de aireación/mezcla prendido 24 h/día;
- 2° - mantener un volumen mínimo de 40% de la altura útil en el tanque (volumen pulmón);
- 3° - mantener el pH del tanque en torno de 7,5 – 8,5.

Para cumplirse la primera regla, es necesario mantener equipamientos de reserva, para sustitución en caso de avería. También es esencial un cronograma de mantenimiento preventivo de los equipamientos.

Para cumplirse la segunda regla, la boya de nivel, que prende y apaga la bomba de recalque del efluente del tanque homogeneizador, debe ser fijada a 1,6 m del fondo del tanque en relación a la altura útil.

Para cumplirse la tercera regla, es necesario analizar el pH del efluente del tanque de 5 a 6 veces al día durante el período de mayor número de descarga de baños residuales.

La medida del pH puede ser realizada con cintas con intervalo de 0 a 14. Para corregir el pH, cuando sea necesario, se recomienda no adicionar productos en estado sólido, más sí disolverlos en agua y añadir la solución al tanque de homogeneización.

Bombeo

La operación y control de esta unidad del tratamiento, a pesar de ser bastante simple, deben ser rigurosos. Del control del caudal del efluente bombeado va a depender el buen funcionamiento de las unidades subsiguientes del tratamiento.

Como se puede observar en el ítem referente al dimensionamiento de esta unidad, el recalque del efluente será realizado por bomba helicoidal, con capacidad nominal de 30,0 m³/h, equipada con dispositivo de retorno del exceso de efluente para el tanque de homogeneización (**by-pass**). Este dispositivo permite el ajuste para el caudal de trabajo deseado, conforme el volumen de efluente a tratar.

Por ejemplo: el caudal horario considerado es de aproximadamente 25,0 m³/h, si cambiamos el régimen de trabajo para 16 horas diarias, entonces el dispositivo **by-pass** debe retornar aproximadamente 5,0 m³/h para el tanque de homogeneización.

Ajuste de pH

La eficiencia de operación y control de la unidad de ajuste de pH son de extrema importancia para las operaciones posteriores del tratamiento físico- químico, es decir coagulación y floculación.

La mejor faja de pH a operar en la PTAR debe ser determinada en laboratorio a través de Test de Jarras (**Jar-Test**).

Como está previsto un controlador automático de pH para esta unidad, el valor obtenido en laboratorio debe ser marcado en el aparato (conforme instrucciones del fabricante) y las correcciones serán realizadas automáticamente.

A pesar de este tipo de equipo al ser bastante eficiente, son necesarias las verificaciones periódicas del valor de pH que el aparato registra. Se debe coleccionar una muestra del efluente del tanque y analizarla inmediatamente, en otro aparato de pH, todavía, siendo entonces los resultados confrontados. Si el valor no confiere con el valor del aparato instalado en el tanque, sugerimos realizar una serie de análisis por un cierto período de tiempo (de 4 a 6 horas).

Si el error persiste, se debe entrar en contacto con los responsables por el mantenimiento del aparato para la reparación o cambio del mismo.

Otro factor importante a considerar en esta unidad es el preparado de la solución de álcali y ácido.

Para el preparado de las soluciones alcalinas puede utilizarse óxido de calcio, (la cal) o hidróxido de sodio, todos los productos en estado sólido. Se trabaja con soluciones porcentuales y concentraciones del orden de 5 a 10%, dependiendo del producto utilizado.

Para el preparo de la solución ácida es aconsejable la utilización de ácido sulfúrico en concentraciones del orden de 5 a 10%.

Deben ser observadas las condiciones de seguridad durante el preparado de las soluciones tanto ácidas cuanto alcalinas. Es imprescindible el uso de guantes de goma, anteojos, zapatos de seguridad, camisa de mangas largas y pantalones largos. Así como un correcto uso y almacenamiento de los productos reactivos-químicos con las Normas de Seguridad internacionales aceptadas.

Unidad de Coagulación

Para la eficiencia de la unidad de floculación, una vez se va a depender de los resultados del **Jar-Test**.

El coagulante más empleado es el sulfato de aluminio, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

A título de ejemplo se considera que la dosificación que obtuvo mejor resultado en el test de jarras es de 200 mg/L. Para tratar 40 m³ de efluente serán necesarios 8 kg de sulfato de aluminio por día.

La concentración de la solución no debe ser mayor que 20%.

Unidad de Floculación

La eficiencia de la unidad de floculación, a ejemplo de las unidades de acierto de pH y coagulación, debe contar con el resultado del **Jar-Test o similar**.

A partir de ello, vamos a calcular el caudal de la solución de floculante (poli electrólito) a ser dosificada en el efluente a ser tratado.

Las concentraciones de las soluciones de poli electrólitos deben ser bien bajas, quedando entre 0,01 a 0,05% para productos en estado sólido (polvo) y 0,5% para productos en estado líquido o emulsión.

Para disolver los poli electrólitos, principalmente los que estén en estado sólido, añadir el producto en el agua, muy lentamente, en el vórtice formado por el mezclador del tanque. Se deja mezclando por 30 minutos y se apaga el agitador.

Unidad de Sedimentación

La remoción de lodo del sedimentador es una práctica esencial para el buen funcionamiento de esa unidad. En la presente propuesta se prevé la remoción de lodo automáticamente vía bomba helicoidal. Sin embargo, se debe observar diariamente si la extracción está siendo completa.

Otro cuidado que se debe tener con la operación de los sedimentadores es no dejar el efluente y el lodo en reposo en estas unidades por un tiempo mayor que 4 horas. Para evitar problemas de compactación excesiva de lodo, etc., siempre que, por algún motivo, el sedimentador no fuera alimentado por más de 4 horas, los lodos deben ser removidos y el clarificado agotado lentamente (de acuerdo al caudal) para el tratamiento secundario.

Finalmente, por ser el clarificado merecedor de un riguroso control analítico, es conveniente acordarse de la importancia del registro de datos de la planta de tratamiento.

El control de la PTAR debe ser realizado a cada etapa del tratamiento que promueve algún tipo de remoción de carga contaminante, a fin de evaluar la eficiencia de las mismas. Por lo tanto, en una estación de tratamiento de efluentes de curtiembre, deben ser analizados el efluente bruto homogeneizado, el efluente primario y el efluente secundario (biológico).

Algunas unidades de los sistemas de tratamiento también necesitan de análisis específicos para el control de su buen funcionamiento. La mejor manera de obtenerse el control de la PTAR es a través del control de datos, no solamente los datos analíticos, si no también operacionales.

Para el control del tratamiento físico-químico se sugiere la siguiente tabla, los test a ser realizados en las principales muestras analizadas y la periodicidad de los mismos.

Tabla 21. Muestras tomadas en el Sistema Físico-Químico

Muestras Analices	Efluente Homogeneizado	Efluente Primario	Lodo Primario	Lodo Espesado	Lodo Deshidratado
pH	X ₁	X ₁	X ₁	X ₁	X ₁
Sólidos decantables	X ₁	X ₁			
Sólidos en suspensión	X ₃	X ₃			
Cloruros	X ₃	X ₃			X ₃
DQO	X ₂	X ₂			
DBO ₅	X ₂	X ₂			
Sulfuros	X ₂	X ₂			
Grasas y Aceites	X ₃	X ₃			
Fósforo					X ₃
Nitrógeno Amoniacal		X ₃			X ₃
Nitrógeno orgánico		X ₃			X ₃
Materia seca			X ₃	X ₃	X ₃

X₁ = diaria; X₂ = semanal; X₃ = mensual.

ESPECIFICACIÓN DE EQUIPOS

En este ítem se va a relacionar todos los equipos electro mecánicos necesarios además de los opcionales para la primera parte de implantación del sistema de tratamiento en su fase primaria, es decir, se relacionan los equipos de las unidades de pelambre, curtido y tratamiento físico químico (primario) general, donde se incluye dos opciones para secado de lodos.

Unidad de tratamiento de aguas de pelambre

Tamiz parabólico auto limpiante:

- Tipo de tamiz: Rotativo parabólico auto limpiante;
- Apertura de las ranuras: 2,0 mm;
- Material constructivo del tamiz: acero inoxidable, según la Norma AISI316L;
- Caudal máximo: 125 m³/h (tomado para agua limpia);
- Potencia del motor: 0,25 hp;
- Área útil del elemento filtrante: 2,5 m²;
- Largo total del tamiz: 3175 mm
- Ancho total del tamiz: 1433 mm;
- Altura del tamiz (de la base al extremo del cepillo de limpieza): 1245 mm;

Aireadores proveedores de oxígeno:

- Potencia nominal requerida: 10 HP, sugerencia 2 (dos) aireadores superficiales de 5 HP cada uno, para cada sección del tanque;
- Tipo de aireador: Mecánico flotante con inyección del aire por micro burbujas de flujo descendiente;
- Transferencia de oxígeno: 0,8 Kg O₂/ HP (considerando efluente de curtiembre).

Bomba de recalque del agua oxidada:

- Tipo de bomba: centrífuga auto aspirante de rotor semi abierto de 2 polos (3500 rpm);
- Potencia de la bomba de recalque: 1,5 HP;
- Caudal de diseño: 10,0 m³/h;
- Caudal efectivo de la bomba: 13,6 m³/h (10 m.c.a), proveída de dos sistemas de accionamiento. Un accionamiento manual, comandado por los operadores de los bombos de pelambre y otro con accionamiento temporizado para el caso de descarte de baños en el tanque de homogeneización;

Tanque de sedimentación de aguas de pelambre:

- Tipo de sedimentador: Dortmund cilíndrico cónico;
- Volumen útil: 35,0 m³;
- Diámetro del sedimentador: 3,50 m;
- Altura cilíndrica: 2,75 m;
- Altura del cono: 2,60 m;
- Material del tanque: PRFG - Plastic Reinforced Fiber Glass (fibra de vidrio).

Sistema de reciclaje de aguas de curtido**Tamiz parabólico auto limpiante:**

- Tipo de tamiz: Rotativo parabólico auto limpiante;
- Apertura de las ranuras: 0,75 mm;
- Material constructivo del tamiz: acero inoxidable AISI316L;
- Caudal máximo: 55 m³/h (tomado para agua limpia);
- Potencia del motor: 0,25 HP;
- Área útil del elemento filtrante: 2,0 m²;
- Largo total del tamiz: 2675 mm
- Ancho total del tamiz: 1433 mm;
- Altura del tamiz (de la base al extremo del cepillo de limpieza): 1245 mm;

Sistema de mezcla mecánica del tanque de acumulación:

- Tipo de mezclador: sumergido, anóxico en acero inoxidable;
- Potencia nominal: 2 HP.

Bomba de recalque:

- Tipo de bomba: centrífuga sumergible rotor semi abierto
- potencia nominal: 1HP;
- altura manométrica máxima: 10 mca.

Tanque para precipitación del excedente de licor de cromo:

- Tipo: sedimentador Dortmund;
- Volumen útil: 10,0 m³;
- Forma del tanque: cilindro tronco cónico;
- Diámetro del tanque: 2,2 m;
- Altura cilíndrica: 2,0 m;
- Altura del cono: 1,70 m;
- Material del tanque: fibra de vidrio PRFV

Tanque para formación de hidróxido de cromo (opcional):

- Volumen útil: 8,0 m³;
- Forma del tanque: cilíndrico;
- Diámetro del tanque: 2,5 m;
- Altura del tanque (total): 2,5 m;
- Potencia del mezclador: ½ HP;
- Tipo de mezclador: vertical baja rotación.

Filtro Prensa (opcional):

- Tipo: Filtro prensa de placas;
- capacidad volumétrica: 1900 L;
- Formato de las placas: 400X400
- Número de placas: 40 placas;

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) General**Equipo proveedor de mezcla y oxígeno**

- Tipo: aireador aspirado con insuflación de aire en el medio líquido;
- Potencia mecánica nominal de aeración: 40 HP;
- Número de aireadores necesarios: 2 (dos) aireadores de 20 HP cada uno;
- Profundidad mínima y máxima de efluente en el tanque: 1,7 m y 3,5 m respectivamente.

Bomba de recalque de efluente homogeneizado:

- Tipo: helicoidal, auto aspirante de una fase, rotor 100;
- Presión máxima de trabajo: 6 Kgf/cm²;
- Caudal de proyecto: 48 m³/h;
- Caudal nominal a 200 rpm: 48 m³/h;
- Potencia instalada: 19,8 HP;
- Tubería de bombeo: PVC rígido DN 160 mm u 5,25 pulgadas;

Tanque de ajuste de pH:

- Volumen: 7,50 m³;
- material del tanque: fibra de vidrio reforzada;

- diámetro de la basis: 2,07 m;
- diámetro superior: 2,52 m
- altura total: 1,82 m;
- número de unidades: 1 (una).

Mezclador del tanque de ajuste de pH:

- tipo de sistema de mezcla: mezclador vertical rápido con base de fijación;
- potencia nominal del mezclador: ½ HP;
- gradiente de velocidad: de 200 hasta 800 s⁻¹;
- motor eléctrico: TFVE, IPW 55, aislamiento clase B
- especificación de materiales: ejes, arandelas y tornillos acero inoxidable AISI 304;
- tubería de rebose del efluente coagulado: PVC rígido DN 200 mm u 6,5 pulgadas.
- Observación: otra alternativa seria utilizarse dos tuberías paralelas de 160mm u 5,25''.

Peachímetro:

- Medidor de pH con sonda electrolítica industrial;
- Número de equipos: 01 (uno)
- Tipo: digital (2 ½ dígitos);
- Modelo: monitor y control;
- Escala de medición: 0 a pH 14,0.
- Precisión relativa: 0,5% do fundo de escala;
- Salida: 4 a 20 mA.
- Sonda: do tipo sumergido, desmontable, en polipropileno.
- Electrodo: do tipo combinado con gel de KCl saturado.

El equipo debe ser pródigo de válvula solenoide on/off 220 VAC para instalación no sistema de dosificación de reactivos (álcali y ácido).

Tanque de coagulación:

- Volumen útil: 7,5 m³;
- material del tanque: fibra de vidrio reforzada;
- diámetro de la base: 2,07 m;
- diámetro superior: 2,52 m
- altura total: 1,82 m;
- número de unidades: 1 (una).

Mezclador para tanque de coagulación:

- Tipo de sistema de mezcla: mezclador vertical rápido con base de fijación;
- Potencia nominal del mezclador: ½ HP;
- Gradiente de velocidad: de 200 hasta 800 s⁻¹;
- Motor eléctrico: TFVE, IPW 55, aislamiento clase B
- Especificación de materiales: ejes, arandelas y tornillos acero inoxidable, bajo la Norma AISI 304;
- Número de mezcladores: 01 (uno).

Tanque de floculación:

- Volumen útil: 7,5 m³;
- material del tanque: fibra de vidrio reforzada; Norma Técnica
- diámetro de la base: 2,07 m;
- diámetro superior: 2,52 m
- altura total: 1,82 m;
- número de unidades: 1 (una).

Mezclador para tanque de floculación:

- Tipo de sistema de mezcla: floculador mecánico vertical baja rotación (~170 rpm);
- Potencia nominal del mezclador: ½ HP;
- Gradiente de velocidad: de 20 hasta 50 s-1;
- Motor eléctrico: TFVE, IPW 55, aislamiento clase B
- Especificación de materiales: ejes, arandelas y tornillos acero inoxidable, bajo al Norma AISI 304;
- Número de mezcladores: 01 (uno).

Tanque de solución de álcali:

- Volumen útil: 3000 L;
- diámetro de la base: 1,37 m;
- diámetro superior: 1,81 m
- altura total: 1,71 m;
- material del tanque: fibra de vidrio con revestimiento de resina de epoxi;
- número de tanques: 01 (uno).

Mezclador para tanque de solución de álcali:

- tipo: mezclador rápido vertical;
- potencia nominal del mezclador: 1/3 HP;
- gradiente de velocidad: de 200 hasta 800 s-1;
- motor eléctrico: TFVE, IPW 55, aislamiento clase B
- especificación de materiales: ejes, arandelas y tornillos acero inoxidable mínimo AISI 304.
- número de mezcladores: 01 (uno)

Bomba de dosificación de álcali u ácido:

- tipo: Bomba de dosificación sencilla, presión máxima de 12 Kgf/cm²;
- rotación: 600 rpm;
- caudal: 150 L/h;
- potencia: 1/10 HP.
- número de bombas: 02 (dos).

Tanque de solución de agente coagulante:

- volumen útil: 3000 L;
- diámetro de la base: 1,37 m;
- diámetro superior: 1,81 m
- altura total: 1,71 m;
- material del tanque: fibra de vidrio con revestimiento de resina de epoxi;
- número de tanques: 01 (uno).

Mezclador para tanque de solución de agente coagulante:

- tipo: mezclador rápido vertical;
- potencia nominal del mezclador: 1/3 HP;
- gradiente de velocidad: de 200 hasta 800 s⁻¹;
- motor eléctrico: TFVE, IPW 55, aislamiento clase B
- especificación de materiales: ejes, arandelas y tornillos acero inoxidable mínimo AISI 304.
- número de mezcladores: 01 (uno)

Bomba de dosificación del coagulante y floculante:

- tipo de bomba: de dosificación, de doble diafragma, de doble cabeza, doble etapa;

- presión máxima: 12 Kgf/cm²;
- caudal máximo a 800 rpm: 190 L/h;
- potencia nominal a 800 rpm: 0,15HP
- número de bombas: 01 (una)

Tanque de solución de agente floculante:

- volumen útil: 3000 L;
- diámetro de la base: 1,37 m;
- diámetro superior: 1,81 m
- altura total: 1,71 m;
- material del tanque: fibra de vidrio con revestimiento de resina de epoxi;
- número de tanques: 01 (uno).

Mezclador para tanque de solución de agente floculante:

- tipo: mezclador rápido vertical;
- potencia nominal del mezclador: 1/3 HP;
- gradiente de velocidad: de 200 hasta 800 s⁻¹;
- motor eléctrico: TFVE, IPW 55, aislamiento clase B
- especificación de materiales: ejes, arandelas y tornillos acero inoxidable AISI 304;
- número de mezcladores: 01 (uno)

Brazo raspador mecánico (medio puente raspador)

- rayo del brazo (puente) raspador: 4,00 m;
- potencia del motor: 1/3 HP, 1000 Kgm, tracción periférica;
- velocidad del puente: 0,1 rpm;
- velocidad periférica: 2,5 m/min;
- pendiente del fondo del sedimentador: 10°;

- altura del brazo raspador (del fondo a la superficie del agua): 3,0 m (en el eje) y 2,4 m en el perímetro (vide planta de detalle);
- observación: el puente deberá acompañar la pendiente de fondo, mayores detalles vide plano correspondiente.
- detalles de las tuberías de alimentación y descarga:
 - Tubería de alimentación: PVC rígido DN 100 mm (4 pulgadas);
 - Tubería de descarte de lodo primario: PVC rígido DN 75 mm (3 pulgadas);
 - Tubería de descarga del efluente clarificado primario: PVC rígido DN 100 mm (4 pulgadas).

Bomba de descarte de lodo:

- Bomba para descarte continuo (24h/día): helicoidal rotor 50, 6Kgf/cm²; 6,0 m³/h a 200 rpm, 2,47 CV de potencia instalada;
- Bomba para descarte temporizado (prende/apaga): 5-6 min/h: helicoidal rotor 100, 6Kgf/cm²; 60,0 m³/h a 250 rpm, 25,0 CV de potencia instalada.

Unidad de evacuación de lodos

Tanque de acondicionamiento de lodo

- Dimensiones del tanque: 5,5 m de diámetro X 3,00 m (con profundidad máxima de lodo de 2,5 m);
- Volumen útil: 59,4 m³;
- Potencia de mezcla: 4 HP, mezclador sumergido;
- Bomba de recalque de lodo: compatible con el sistema de desagüe de lodos adoptado. Se recomienda una bomba neumática;
- Tubería de transporte de lodo: PVC rígido DN 100 mm.

Mezclador para tanque de mezcla y acondicionamiento de lodos

- tipo: mezclador sumergido;

- potencia de mezcla: 4 HP;
- motor eléctrico: TFVE, IPW 55, aislamiento clase B
- número de mezcladores: 01 (uno)

Equipo de desagüe de lodos:

Aquí se sugiere dos opciones de sistema de evacuación de lodos considerando ventajas y desventajas de estas dos opciones. Solamente una de ellas deberá ser adoptada:

Decanter Centrífugo:

- tipo de equipo: Decanter Centrífugo de dos fases;
- volumen de lodo fresco a desaguar: 120 a 140 m³ diarios (de acuerdo a la clarificación deseada) por ocasión del pico de producción industrial (1200 cueros diarios);
- contenido de materia seca en el lodo fresco: 3%;
- capacidad del decanter: hasta 10 m³ de lodo fresco por hora;
- potencia nominal del decanter: 40 HP;
- volumen de lodo prensado (25%M.S.): 16800 L, equivalente a 12000 Kg diarios.

Prensa desaguador continuo:

- tipo de prensa desaguador: Prensa desaguador de cinta continua;
- ancho de la cinta: 1,5 m;
- capacidad de alimentación de lodo húmedo (3% materia seca): 10,0 m³/h;
- volumen del tanque de floculación: 15 m³;
- mezclador del tanque de floculación: tipo floculador mecánico vertical;
- potencia del floculador: 1 HP;
- bomba de alimentación de la prensa desaguadora: bomba neumática con caudal hasta 12 m³/h;
- volumen de lodo desaguado (30%M.S.): 14000 L, equivalente a 10000 Kg/día.

Cronograma

Esta es una sugerencia para ejecución de la obra del sistema de tratamiento general de las aguas residuales. El cronograma definitivo es una decisión de la gerencia de la empresa.

Tabla 22. Cronograma para la construcción de la planta de tratamiento

Período Actividades	Primera Fase (Preparación)				Segunda Fase (Biológico)				Tercera Fase (Conclusión)					
	1	2	3	4	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Planeamiento/reuniones	■													
Compra equipos		■	■	■										
Movimientos de tierra/ preparación		■	■	■										
Obra civil			■	■	■	■	■							
Entrega equipos						■	■							
Terraplenaje final							■	■						
Biológico construido								■	■	■				
Montajes de instalaciones										■	■	■		
Acabados/Ajardinamiento											■	■	■	
ETEL concluida													■	■
Biológico estabilizado													■	■
ETEL operacional total													■	■

Observación: los números expresos en la primera fase se refieren a semanas, los demás se refieren a meses.

Costos tentativos del sistema de tratamiento

En este ítem se indica un costo tentativo de los equipos necesarios para la implementación de la Planta de Tratamiento de Aguas residuales. Los costes considerarán valores en el mercado nacional.

La tabla siguiente puede dar una idea del coste de inversión en equipos electro mecánicos componentes del sistema de tratamiento general de efluentes. Nótese que en el ítem de desagüe de lodos hay dos opciones de equipos: relativo a un sistema compuesto por filtro prensa de placas y otro que considera una prensa de desagüe continuo. Las dos opciones

son excluyentes, es decir, solamente una de ellas deberá ser elegida como sistema de desagüe.

Tabla 23. Costos tentativos de los equipos para la planta de tratamiento

Sistema de Oxidación/Reciclo Baños Pelambre			
Equipo/Unidades	Nº de unidades	Costo unitario en U\$	Total parcial en U\$
Tamiz auto limpiante de cepillos rotativos 125 m ³ /h	1	10300,00	10300,00
Bomba centrífuga auto aspirante de 1,5 HP, 13,6 m ³ /h;10mca	1	630,00	630,00
Llave boya	3	90,00	270,00
Aireador aspirado con insuflación de aire en el medio líquido 5,0 HP	2	3450,00	6900,00
Sedimentador Dortmund (opcional en la primera fase), diámetro: 3,5 m	1	18300,00	18300,00
Total reciclo pelambre			36400,00
Sistema de segregación o reciclado de aguas de curtido			
Equipo/Unidades	Nº de unidades	Costo unitario en U\$	Total parcial en U\$
Tamiz parabólico auto limpiante caudal máximo: 55 m ³	1	9100,00	9100,00
Sedimentador Dortmund, diámetro interno: 2,2 m; 10,0 m ³	1	10300,00	10300,00
Mezclador sumergido 2 HP	1	2100,00	2100,00
Bomba centrífuga sumergible; 1,0 HP; caudal máximo 19,9 m ³ /h	1	950,00	950,00
Total Curtido			22450,00
Equipos opcionales para el caso de uso de lodo de cromo			
Tanque de floculación hidróxido de cromo 8 m ³	1	1700,00	1700,00
Mezclador floculador baja rotación 1/2 HP	1	2000,00	2000,00
Tanque de polipropileno: 2,0 m ³	2	500,00	1000,00

Mezclador vertical rápido acero inoxidable AISI316, 1/2 HP	2	1950,00	3900,00
Filtro prensa de 40, placas 400 mm X 400 mm	1	24000,00	24000,00
Total curtido con uso de lodo de cromo			55050,00
Tanque de homogeneización de las aguas generales			
Equipo/Unidades	Nº de unidades	Costo unitario en U\$	Total parcial en U\$
Aireador aspirado con insuflación de aire en el medio líquido, 20 HP.	2	6850,00	13700,00
Bomba helicoidal, rotor 100; caudal 48,0 m ³ /h; 19,8 HP a 200 rpm	2	3950,00	7900,00
Total tanque de homogeneizado			21600,00
Total en equipos hasta homogeneización			80450,00
Total en equipos hasta homogeneización con equipos opcionales para el caso de uso de lodo de cromo			135500,00
Unidad de tratamiento primario general			
Equipo/Unidades	Nº de unidades	Costo unitario en U\$	Total parcial en U\$
Tanque fibra de vidrio 7,5 m ³ ;	3	1750,00	5250,00
Tanque fibra de vidrio 3,0 m ³ ;	3	1050,00	3150,00
Unidad de monitoreo y control del pH	1	4400,00	4400,00
Mezclador vertical rápido con base de fijación, ½ HP;	2	1950,00	3900,00
Mezclador vertical rápido con base de fijación, 1/3 HP;	3	1650,00	4950,00
Floculador mecánico vertical baja rotación (~170 rpm); ½ HP	1	2000,00	2000,00
Bomba de dosificación sencilla, 150 L/h;	2	1675,00	3350,00
Bomba de dosificación de doble diafragma, 190 L/h;	1	2600,00	2600,00

Brazo raspador (puente raspador), 4,0 m diámetro; potencia 1/3 HP	1	10900,00	10900,00
Unidad de evacuación de lodos			
Mezclador sumergido; 5 HP	1	3100,00	3100,00
Decanter centrífugo 10 m ³ lodo/h; 40 HP (opción1)	1	88000,00	88000,00
Prensa desaguador continuo, 1,5 m ancho de cinta; 10,0 m ³ /h (opción2)	1	62900,00	62900,00
Total unidad de tratamiento primario general			43600,00
Total en equipos considerando opción de desagüe 1			131600,00
Total en equipos considerando opción de desagüe 2			106500,00

También se presenta una idea del costo en obras civiles.

Tabla 24. Costos tentativos de la obra civil para la planta de tratamiento

Unidades	Nº de unidades	Costo unitario en U\$	Total parcial en U\$
Unidad de pelambre (trampa de grasas, tanque oxidación, etc.	1	10500,00	10500,00
Tanque de Homogeneización	1	37000,00	37000,00
Unidad físico químico de clarificación	1	25000,00	25000,00
Sedimentador físico químico	1	32500,00	32500,00
Total obras civiles			105000,00

Considerando la opción 1 de desagüe de lodos el total general de inversión considerando solamente equipos y obras civiles, sería de US\$ 236.600,00. Para la elección de la opción 2 como sistema de desagüe de lodos el coste sería de US\$ 211.500,00.

CONCLUSIONES GENERALES

- El actual manejo de los vertidos en la empresa Curtiduría de Tungurahua S.A., presenta ciertas deficiencias dadas durante la operación de los procesos productivos, estas tienen que ver con el uso del agua, entre ellas, se identifican: uso deficiente en ciertas operaciones, pérdidas de agua por derrames y el uso indiscriminado en la limpieza de equipos y pisos, lo que significa en primer lugar una mezcla de sus vertidos y el incremento en el volumen de agua a ser tratada.
- El consumo de agua en la empresa Curtiduría Tungurahua S.A., se encuentra en un rango de 40 a 50 m³/ton pieles frescas, el mismo que constituye la cuota más elevada del volumen de agua a ser tratado.
- Las características de los efluentes, se pueden diferenciar de acuerdo al proceso de donde provengan. Así el efluente de remojo, contiene principalmente: estiércol, restos de sangre, grasas y otros compuestos orgánicos, y según los insumos que se agregan en esta etapa de proceso, pueden tener sal, tensoactivos y biocidas. El efluente del resto de las etapas de proceso de ribera y curtido, posee niveles altos de nitrógeno amoniacal, valores de pH muy bajos y sólidos disueltos. Los efluentes propiamente de la etapa de curtido, contienen sal, ácidos minerales y orgánicos, cromo, pH ácido y el color del efluente es verdoso, característico en esta etapa por la presencia de cromo. Los efluentes del proceso de teñido tienen rezagos de cromo y ciertas sales, la coloración del efluente varía, de acuerdo a los colorantes utilizados. El volumen del efluente en este proceso es significativamente menor al volumen del proceso de remojo y curtido.

- En la valoración de los impactos ambientales, luego de haber calificado y cuantificado la magnitud de impactos producidos por las acciones de los procesos dados en la empresa Curtiduría Tungurahua, se ve la tendencia mayormente impactante en las acciones dadas en las etapas de proceso: remojo, pelambre y curtido.
- Para la determinación del diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales, se consideraron las características de los efluentes líquidos, las instalaciones actuales con que cuenta la empresa, determinando la existencia de infraestructura para la segregación o recomendando en los casos necesarios, con la finalidad de que separen las distintas corrientes de vertidos de agua y diferenciar las características de estos, para proponer el tratamiento más eficiente.

RECOMENDACIONES

- La empresa Curtiduría Tungurahua S.A., lleva a cabo sus procesos productivos con un enfoque de gestión ambiental responsable, responsabilidad que es compartida con Ecotungurahua, que es una empresa aliada creada para atender los requerimientos ambientales tendientes a la gestión ambiental. No obstante es imprescindible que se difunda entre todo el personal el modelo de la mejora continua, con la finalidad de mejorar la eficiencia en cada etapa de proceso, haciendo hincapié en el uso eficiente del agua y la importancia de tratarla antes de ser descargada al sistema de alcantarillado público.
- El actual manejo de vertidos que realiza la empresa, aun no es completo, el volumen de agua utilizado no es óptimo, comparado con valores típicos señalados en la bibliografía, este valor se puede reducir aplicando buenas prácticas ambientales y analizando mejoras tendientes a la optimización y uso eficiente del agua.
- Dadas las diferencias en las características de los vertidos generados en los procesos de curtiembre, es imprescindible contar con la segregación de las distintas corrientes de efluentes generados durante los procesos de producción, con la finalidad de facilitar y optimizar el tratamiento de estos residuales.
- Los efluentes generados durante los procesos productivos requieren además, ser separados de efluentes de tipo doméstico, aguas de lluvia y agua de lavados de pisos, es de suma importancia revisar las vías y canales de los efluentes, y reformar en los casos que amerite, para operar la planta de tratamiento en cuanto entre en funcionamiento, con la mayor eficiencia y optimizando los recursos invertidos para este fin.

- El proyecto para la construcción y puesta en marcha de la planta de tratamiento de aguas residuales, es bastante ambicioso. La propuesta está en el tapete de los Directivos de la empresa, quienes tomarán la decisión más acertada, sin embargo la primera opción al estar la empresa dentro de un parque industrial, hubiese sido una planta de tratamiento comunitaria, con lo cual se abaratarían costos y ampliarían el servicio de tratamiento en el área, con lo cual el impacto ambiental positivo se reflejaría sustancialmente. En este sentido es necesario fortalecer las alianzas estratégicas y acuerdos comunes, entre las distintas instancias tanto públicas como privadas.

Referencias Bibliográficas

LIBROS

- Artiga, P. (2005). *Contribución a la mejora del tratamiento biológico de aguas residuales de la industria de curtidos*. Santiago de Compostela: Lápices4.
- Blanco R., J. H., & Maya M., J. M. (2014). *Fundamentos de Salud Pública. Administración de Servicios de Salud (Tomo II)*. Medellín: Corporación para Investigaciones Biológicas.
- Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles - CPTS. (2003). *Guía Técnica de Producción Más Limpia para Curtiembres*. La Paz.
- Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles. (2003). *Guía técnica de producción más limpia para curtiembres*. La Paz, Bolivia.
- Cevallos, M. (2013). *Plan de manejo de deschos*. Quito.
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Art. 14*. Ecuador.
- Emmer, V., & del Campo, M. J. (2014). *Guía de Producción Más Limpias en el Sector Curtiembres*. Montevideo: FREPLATA.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2006). *Guía Ambiental para la industria del curtido y preparado de cueros*. Bogotá D.C.: Panamericana Formas e Impresos S.A.
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Anexo 1. Del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y de descarga de Efluentes al Recurso Agua*. Quito.

- Mendez, R. Vidal, G. Lorber, K. Márquez, F. (2007). *Producción Limpia en la Industria de curtiembre*. Universidad Santiago de Compostela. Santiago de Compostela: Servizo de Publicación e Intercambio Científico.
- Conesa, V. (1997). *Auditorías Medioambientales. Guía metodológica*. (Segunda edición). España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Escuela de Organización Industrial. (2000). *Prontuario de Gestión Medioambiental*. España: Gráficas Muriel, S.A.
- Romero, J. (2013). *Tratamiento de Aguas Residuales*. (Cuarta reimpresión). Colombia: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Ministerio del Medio Ambiente – Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. (2003). *Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector de curtidos*. España: Centro de Publicaciones Secretaría General Técnica.
- Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales. (2004). *Proyecto Gestión Ambiental en la Industria de Curtiembre en Colombia: Manual Ambiental Sectorial*.
- Comunidad de Madrid - Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio – Dirección General de Evaluación Ambiental – Área de Calidad Hídrica. (2014). *Documentación requerida para la tramitación de informe sobre vertidos líquidos industriales al sistema integral de saneamiento*. Madrid, España.

TRABAJOS DE GRADO

- Galiana, M. (2010). Estudio experimental de minimización de la contaminación de efluentes de la industria de curtidos aplicando reutilización de baños residuales y tratamientos con procesos de membrana y biológicos. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.
- Artiga, P., (2005). Contribución a la mejora del tratamiento biológico de aguas residuales de la industria de curtidos. Tesis Doctorales. Grupo de Ingeniería Ambiental y Bioprosos – USC. Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela, España: Lápicos4.

DOCUMENTOS LEGALES

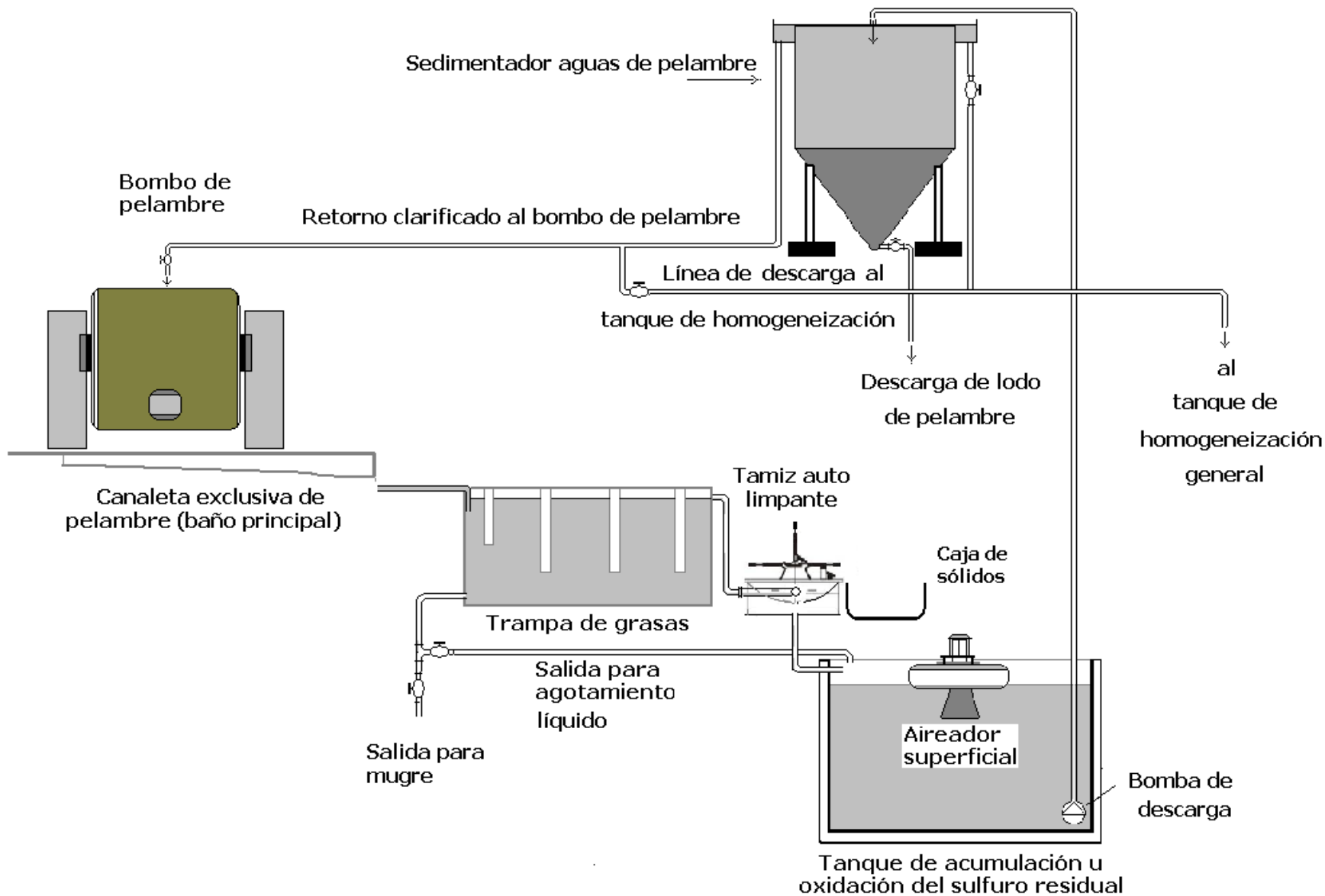
- Libro VI de la Calidad Ambiental del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente - TULSMA (Acuerdo Ministerial No. 028). (Viernes 13 de febrero de 2015).
- Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua. Libro VI. Anexo 1.
- Diario Oficial de la Unión Europea. (2013). Conclusiones sobre las mejores técnicas disponibles (MTD) para el curtido de cueros y pieles conforme a la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre las emisiones industriales.
- Comunidad de Madrid – Dirección General de Educación y Prevención Ambiental. (1997). Legislación sobre vertidos líquidos industriales al sistema integral de saneamiento en la Comunidad de Madrid. Madrid, España: Autor.

DOCUMENTOS ELECTRÓNICOS

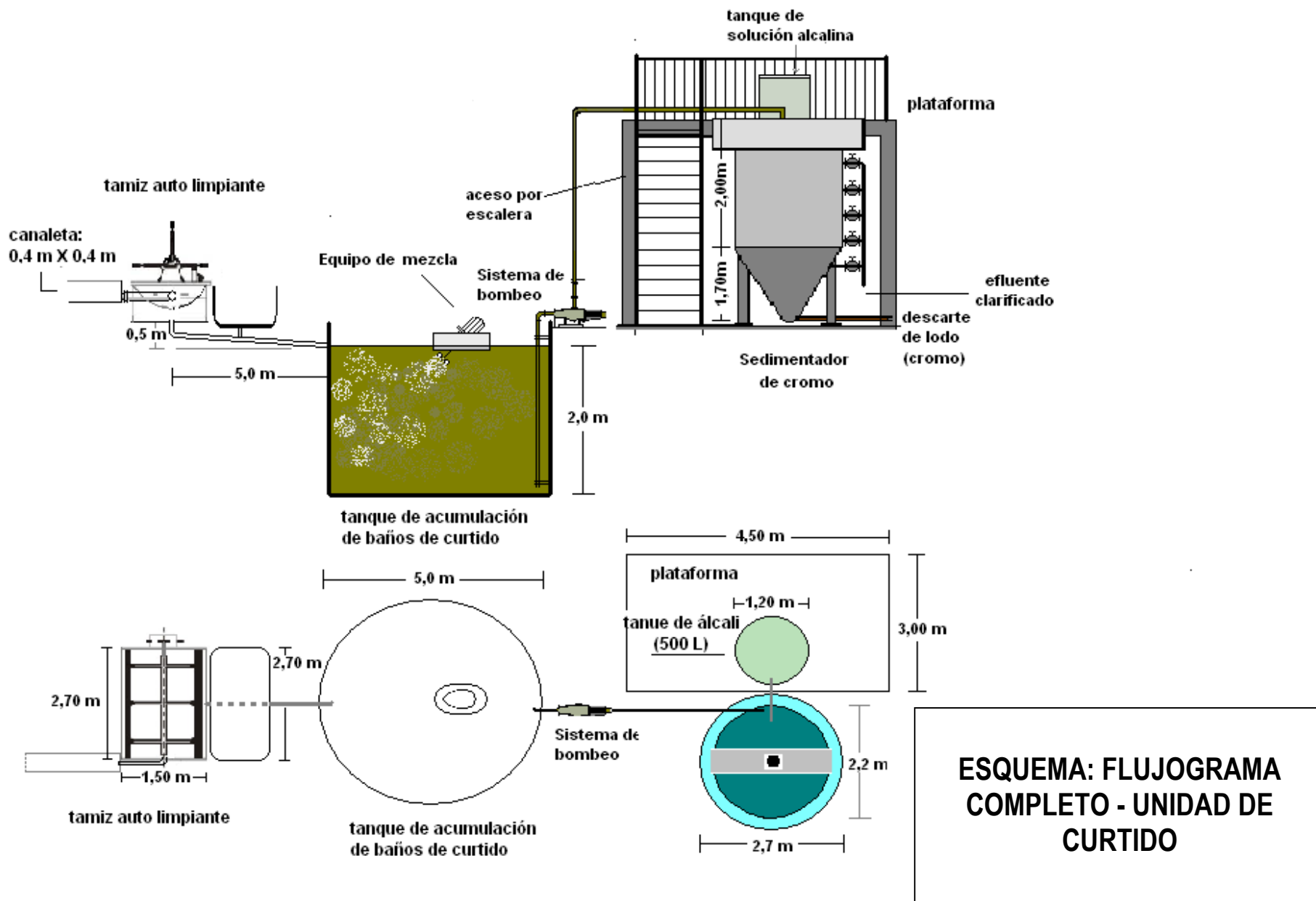
- Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales. (2004). Proyecto Gestión Ambiental en la Industria de Curtiembre en Colombia: Manual Ambiental Sectorial. Colombia. Recuperado de <http://www.tecnologiaslimpias.org/curtiembres/manual.pdf>
- Emmer, V., del Campo, M., Tournier, R., Gallo, L., Horta, M., Mancini, R., Azzato, G.,...Ronchi, M. (2014). Guía de Producción Más Limpia en el Sector Curtiembres. Montevideo, Uruguay: FREPLATA. Recuperado de <http://www.cueronet.com/auqtic/tecnologia/guialimpia.pdf>
- Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles - CPTS. (2003). Guía técnica de producción más limpia para curtiembres. La Paz, Bolivia. Recuperado de <http://www.cpts.org/capacitacion.php>
- Lozano Rivas, W. A. (2012). Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. 46-51. Recuperado de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358039/Modulo_verson_julio_2013.pdf

A N E X O S

Anexo 1. Esquema del flujograma de la unidad de tratamiento de pelambre

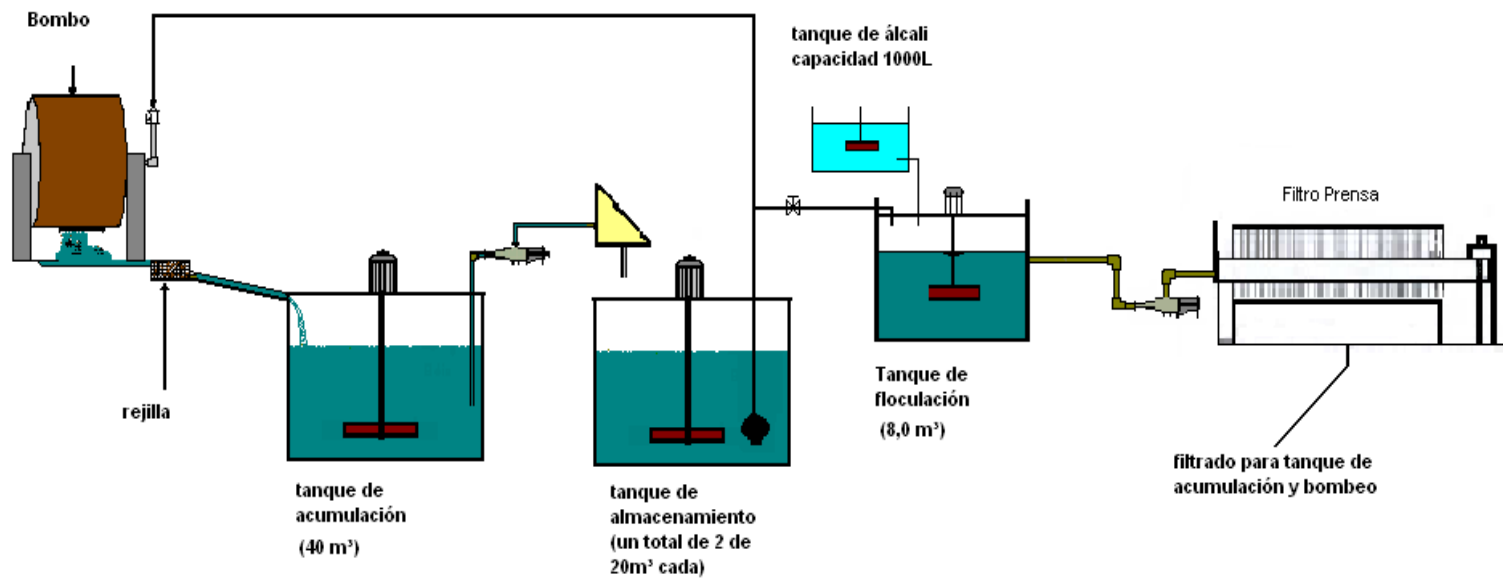


Anexo 2. Esquema del flujograma de la unidad de tratamiento de curtido



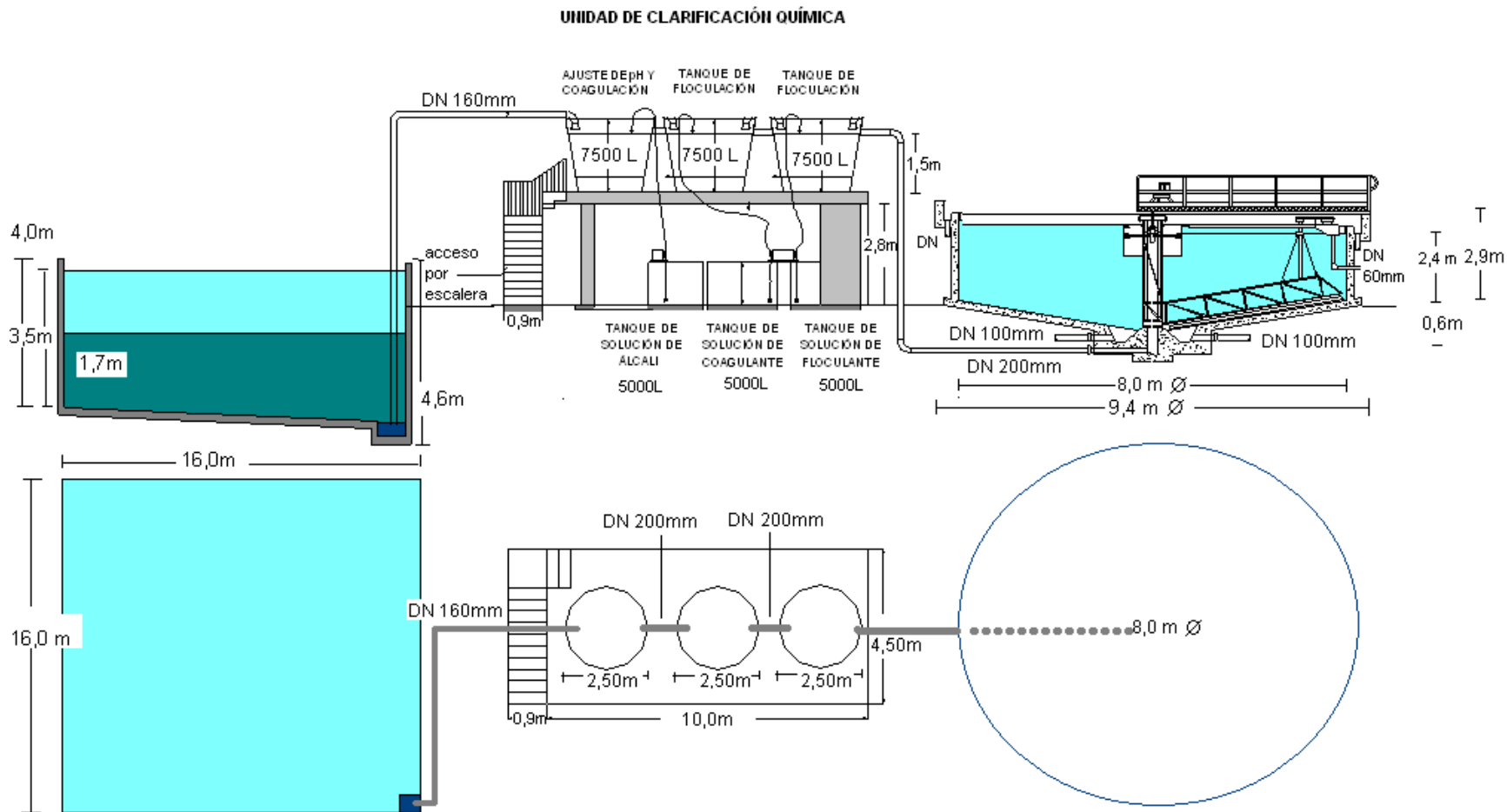
ESQUEMA: FLUJOGRAMA COMPLETO - UNIDAD DE CURTIDO

Anexo 3. Esquema del flujograma de la unidad de reutilización / segregación de los baños de curtido

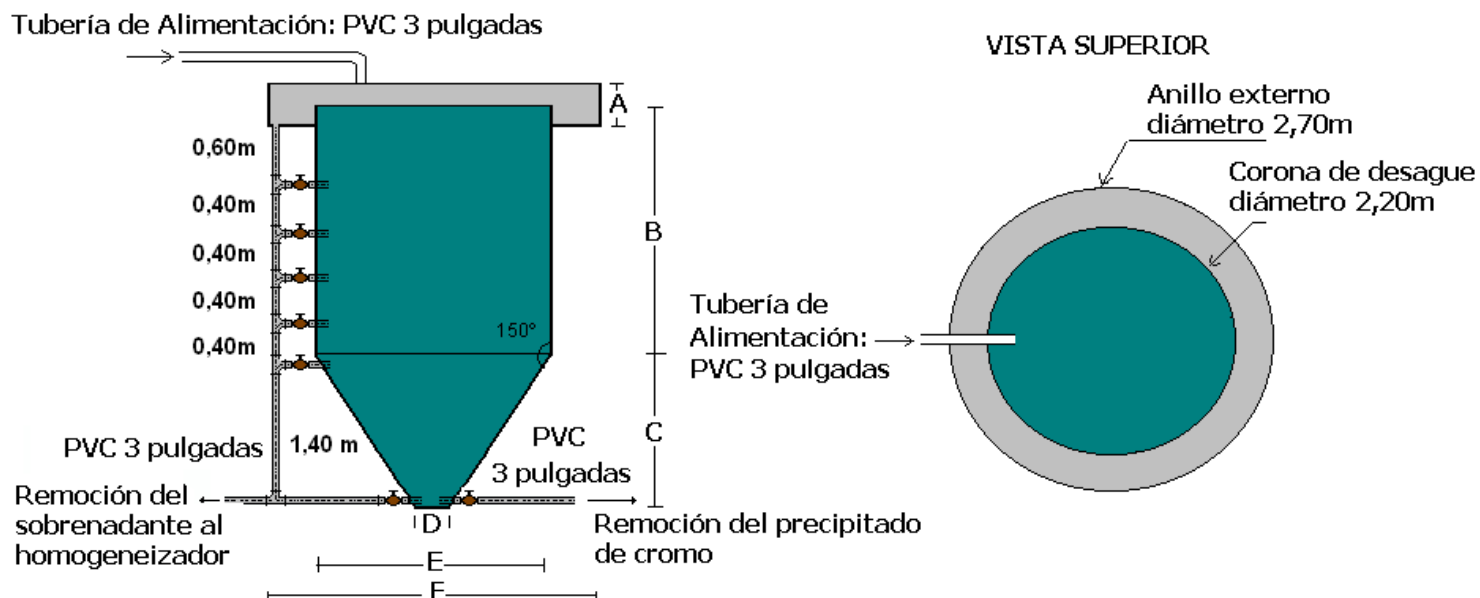


UNIDAD DE REUTILIZACIÓN / SEGREGACIÓN DE BAÑOS DE CURTIDO

Anexo 4. Esquema de la unidad de clarificación química



Anexo 5. Esquema del tanque de sedimentación de cromo



LEYENDA:

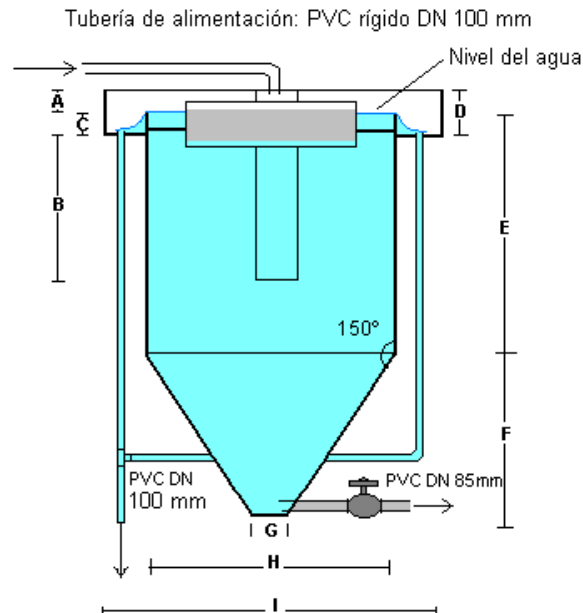
- A = 0,40 m
- B = 2,00 m
- C = 1,60 m
- D = 0,40 m
- E = 2,20 m
- F = 2,70 m

ESQUEMA: DETALLE DEL TANQUE DE SEDIMENTACIÓN DE CROMO

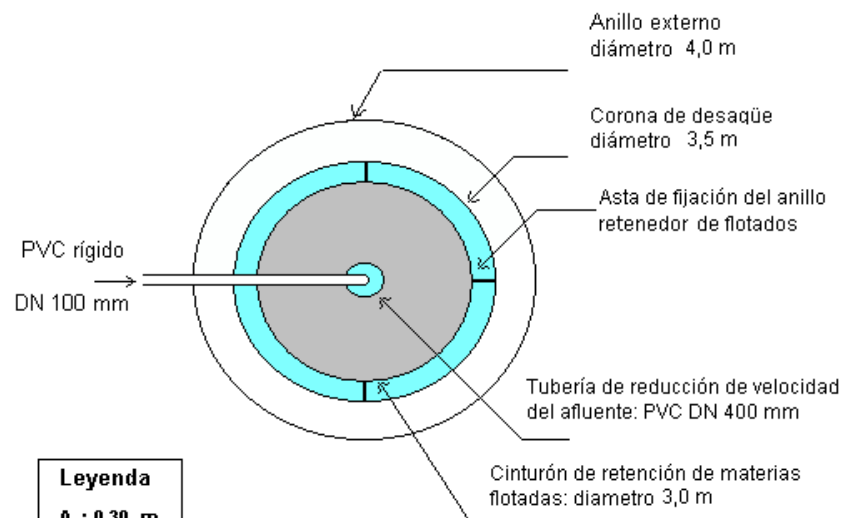
Anexo 6. Esquema del sedimentador tipo Dortmund

SEDIMENTADOR TIPO DORTMUND

CORTE LONGITUDINAL



VISTA SUPERIOR



Leyenda

A	: 0,30 m
B	: 0,80 m
C	: 0,10 m
D	: 0,40 m
E	: 2,75 m
F	: 2,60 m
G	: 0,40 m
H	: 3,50 m
I	: 4,00 m

ESQUEMA: SEDIMENTADOR PELAMBRE

Anexo 7. Imágenes de las áreas de los procesos productivos “Curtiduría Tungurahua S.A.”

PROCESO:
PELAMBRE Y CURTIDO

1. ÁREA DE RECEPCIÓN
Y ALMACENAMIENTO
DE MATERIA PRIMA.



2. ÁREA DE RECEPCIÓN
Y ALMACENAMIENTO
DE MATERIA PRIMA.



3. ÁREA DE REMOJO Y
PELAMBRE.



**PROCESO:
PELAMBRE Y CURTIDO**

4. **ÁREA DE DIVIDIDO.**



5. **ÁREA DE CURTIDO.**



6. **ÁREA DE
ALMACENAMIENTO
DE WET - BLUE.**



PROCESO:
TEÑIDO

1. **ÁREA DE RASPADO.**



2. **ÁREA DE TEÑIDO.**



3. **ÁREA DE SECADO.**



PROCESO: *ACABADO*

1. ÁREAS DE ACABADO.



2. ÁREAS DE ACABADO.



3. ÁREA DE
ALMACENAMIENTO
DE PRODUCTO
TERMINADO.



Anexo 8. Imágenes de las áreas de producción con vertidos “Curtiduría Tungurahua S.A.”

ÁREAS DE PRODUCCIÓN CON VERTIDOS

1. DRENAJE.



2. ÁREA DE TEÑIDO.



3. ÁREA DE TEÑIDO.

