

**ESTUDIO DE CASO PARA LA APLICACIÓN DEL PROYECTO DE NORMA DE
PARÁMETROS DE VERTIMIENTO VERSION 5.0 ELABORADO POR EL
MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE EN UNA
INDUSTRIA DEL SECTOR CURTIDO DE PIELS.**

**RAUL TAFUR ALZATE
HENRY JAVIER SUESCA MARROQUIN**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA
ESPECIALIZACION EN INGENIERÍA AMBIENTAL
BUCARAMANGA**

2013

**ESTUDIO DE CASO PARA LA APLICACIÓN DEL PROYECTO DE NORMA DE
PARÁMETROS DE VERTIMIENTO VERSION 5.0 ELABORADO POR EL
MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE EN UNA
INDUSTRIA DEL SECTOR CURTIDO DE PIELES.**

**RAUL TAFUR ALZATE
HENRY JAVIER SUESCA MARROQUIN**

Monografía para optar el título de
Especialista en Ingeniería Ambiental

**Director
ESP. RICHARD DIAZ GUERRO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA
ESPECIALIZACION EN INGENIERÍA AMBIENTAL
BUCARAMANGA**

2013

AGRADECIMIENTOS

Gracias Ingeniero Carlos Álvarez e Ingeniero Juan Carlos Calderón por su apoyo y aporte a nuestro proceso de información.

DEDICATORIA

Dedicamos esta monografía nuestros queridos hijos Jerónimo y Santiago a nuestras esposas Claudia y Sandra, gracias por su inmenso amor compañía y apoyo.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION.....	17
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
1.1. OBJETIVOS.....	18
1.1.1. OBJETIVO GENERAL	18
1.1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	18
2. MARCO TEORICO	20
2.1. INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL.....	20
2.2. LA DIVERSIDAD DE INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL.....	21
2.3. INSTRUMENTOS DE REGULACIÓN DIRECTA	22
2.4. NORMAS DE CALIDAD AMBIENTAL Y ESTÁNDARES DE EMISIÓN.....	22
3. MARCO REGULATORIO.....	26
4. DISEÑO METODOLOGICO.....	27
4.1. ESTUDIO DE CASO.....	27
4.2. ACTIVIDADES PARA DESARROLLAR LA METODOLOGIA.....	28
5. RESULTADOS.....	30
5.1. NUEVA ESTRUCTURA Y ANTECEDENTES DEL PROYECTO DE NORMA PARÁMETROS DE VERTIMIENTOS V 5.0.....	30
5.1.1. Aplicar estándares y reglamentos objetivos y realistas.....	30
5.1.2. Equilibrar los instrumentos económicos y reglamentarios.	30
5.1.3. Aplicar el control de la contaminación del agua en el nivel apropiado más bajo.....	32
5.1.4. Establecer mecanismos de integración multisectorial.....	33
5.1.5. Fomentar la participación de todos los interesados.	34
5.1.6. Garantizar libre acceso a la información sobre contaminación del agua. ..	35
5.1.7. Identificación y clasificación de los cuerpos de agua.....	35
5.1.8. Línea base de usuarios y cargas	36
5.1.9. Objetivos de calidad y metas de reducción de cargas contaminantes.....	36

6. PROYECTO DE NORMA PARAMETROS Y VALORES LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES EN VERTIMIENTOS	38
7. DESCRIPCION PROCESO PRODUCTIVO	42
7.1. DIVIDIDO	46
7.1.1. Lavado, desencalado y purga	46
7.1.2. Piquelado	47
7.2. CURTICIÓN	47
7.2.1. Curtido	47
7.2.2. Escurrido, rebajado y desorillo	48
7.3. RECURTICIÓN	49
7.3.1. Recurtido.....	49
7.3.2. Teñido	50
7.3.3. Engrase y Lavado	50
7.4. ACABADO	51
7.4.1. Ablandado.....	51
7.4.2. Estirado.....	51
7.4.3. Esmerilado	52
7.4.4. Pintura.....	52
7.4.5. Planchado.....	53
8 BALANCE DE MATERIALES.....	54
8.1. LISTADO DE PROCESOS	55
8.2. BALANCE DE MATERIALES POR PROCESO	55
8.3. BALANCE DE AGUA	67
9. CARACTERIZACION DE LOS VERTIMIENTOS GENERADOS EN EL SECTOR.....	68
9.1. CARACTERÍSTICAS DEL EFLUENTE.....	68
9.1.1. DESENCALADO A PURGA.....	68
9.1.2. PICKELADO A ENGRASE.....	69
10. TECNOLOGÍA AMBIENTAL ACTUALMENTE USADA	70
10.1. SISTEMA FÍSICO-QUÍMICO	70

10.2. SISTEMA BIOLÓGICO	71
11. NECESIDADES DE BUENAS PRÁCTICAS TECNOLOGÍA Y COSTOS DE APLICACIÓN	73
11.1. CAPACITACION	73
11.2. MEDICION Y REGISTRO	74
11.3. PRODUCCION LIMPIA.....	75
11.3.1. Desencalado	75
11.4. CURTICION.....	76
11.5. TEÑIDO	77
11.6. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	78
12. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	79
13. CONCLUSIONES	84
14. RECOMENDACIONES	87
BIBLIOGRAFIA.....	88

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Diagrama de proceso para el dividido de la piel.	56
Figura 2 Diagrama de proceso para el lavado 1.	56
Figura 3 Diagrama de proceso para el desencalado.....	57
Figura 4 Diagrama de proceso para la purga.....	58
Figura 5 Diagrama de proceso para el lavado (2).....	59
Figura 6 Diagrama de proceso para piquelado y curtido.....	60
Figura 7 Diagrama de proceso para el reposo.....	61
Figura 8 Diagrama de proceso para el escurrido.....	61
Figura 9 Diagrama de proceso para el rebajado.....	62
Figura 10 Diagrama de proceso para el desorillado.....	63
Figura 11 Diagrama de proceso para hidratación, recurtido, teñido, engrase, incluye lavados.	64
Figura 12 Diagrama de proceso para el reposo.....	65
Figura 13 Diagrama de proceso para el secado.....	66
Figura 14 Sistema de humedales artificiales.....	72

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Normatividad ambiental que regulan el manejo del recurso hídrico en Colombia.....	26
Tabla 2 Valores Límite Máximos Permisibles en los Vertimientos Puntuales de los Parámetros de pH y Temperatura.....	39
Tabla 3 Parámetros a monitorear en vertimientos puntuales de aguas residuales de generadores de artículos de piel, curtido y adobo de pieles.	40
Tabla 4 Resumen de balance de materia para 100 pieles descarnadas.	66
Tabla 5 Consumos y vertimientos de agua para 100 pieles.....	67
Tabla 6 Vertimientos del proceso en la empresa.....	68
Tabla 7 Caracterización inicial de los efluentes del proceso de curtido de pieles .	70
Tabla 8 Caracterización final de los efluentes del proceso de curtido de pieles luego del tratamiento físico-químico.....	71
Tabla 9 Resultados promedio de las caracterizaciones de aguas residuales de curtiembres en Villapinzón utilizando procesos tradicionales.....	80
Tabla 10 Resultados promedio de caracterizaciones en curtiembre Villapinzón..	81
Tabla 11 Caracterización final de los efluentes del proceso de curtido de pieles luego del tratamiento físico-químico.....	82
Tabla 12 Eficiencia del sistema biológico implementado por los curtidores de Villapinzón que hacen BPM.....	82
Tabla 13 Comparación parámetros de remoción Vs norma, Versión 5.0.....	83
Tabla 14 Parámetros para cumplir los objetivos de calidad.	86

LISTA DE DE FICHAS

	Pág.
Ficha 1 Buenas prácticas de manufactura-capacitación	73
Ficha 2 Buenas prácticas de manufactura - Medición y registro.....	74
Ficha 3 Tecnologías limpias desencalado	75
Ficha 4 Tecnologías limpias curtición	76
Ficha 5 Tecnologías limpias para teñido.....	77
Ficha 6 Tratamiento de aguas residuales industriales	78

LISTA DE DIAGRAMAS

	Pág.
Diagrama 1 Flujo grama estudio de caso.....	27
Diagrama 2 Diagrama de proceso desarrollada en curtiembres de Villapinzón....	43

TITULO: ESTUDIO DE CASO PARA LA APLICACIÓN DEL PROYECTO DE NORMA DE PARÁMETROS DE VERTIMIENTO VERSION 5.0 ELABORADO POR EL MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE EN UNA INDUSTRIA DEL SECTOR CURTIDO DE PIELS.

AUTORES: RAUL TAFUR ALZATE
HENRY JAVIER SUESCA MARROQUIN

PALABRAS CLAVES: Proyecto de Norma, Vertimientos, Curtiembre, Ordenamiento del recurso hídrico, Normas de control de contaminación.

CONTENIDO:

El crecimiento de la ciudad y el equipamiento de infraestructura para la prestación de Los países en desarrollo se han basado en políticas de fomento a la industrialización para lograr las altas tasas de crecimiento económico requeridas para aumentar el bienestar social de sus poblaciones. Los flujos crecientes de vertimientos contaminantes a los ríos, playas y lagunas que se han generado como consecuencia de estas políticas han llevado a un aumento proporcional en los impactos y costos externos de la contaminación. Surgen problemas en la salud pública, cae el turismo internacional, los ecosistemas tropicales se deterioran, y los costos de producción y tratamiento del agua se incrementan constantemente.

Los niveles de contaminación alcanzan niveles cada día más preocupantes, los modelos actuales de comando y control vía establecimiento de normas de control de contaminación presentan una deficiencia en cuanto a la forma de valorar el cumplimiento o no de norma y los parámetros impuestos para seguimiento ambiental. Actualmente en los diferentes sectores económicos hay una informalidad que lleva a que los costos de producción entre una y otra sean diferenciados debido a que algunas industrias internalizan sus costos ambientales y otras.

El gobierno nacional plantea la necesidad de evaluar el nuevo proyecto de norma que definirá los niveles permitidos para vertimientos reemplazando los existentes planteados por el Decreto 1594 de Junio 26 de 1984 del ministerio de ambiente y agricultura. Para esta monografía usamos la información disponible en cuanto al tema en las curtiembres del municipio de Villapinzon en Cundinamarca Colombia.

* Monografía de Grado

** Especialización en Ingeniería Ambiental, Universidad Industrial de Santander, Directora: Richard Diaz Guerrero.

TITLE: CASE STUDY FOR THE IMPLEMENTATION OF THE DRAFT VERSION OF PARAMETERS OF DUMPING 5.0 PREPARED BY THE MINISTRY OF ENVIRONMENT AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN AN INDUSTRY SECTOR TANNING

AUTHORS: RAUL TAFUR ALZATE
HENRY JAVIER SUESCA MARROQUIN

KEY WORDS: Draft Standard, Dumps, Tanneries, Water resource management, Pollution control Standards.

CONTENT:

The growth of the city and infrastructure equipment to provide developing countries have relied on policies to promote industrialization to achieve high rates of economic growth required to increase the welfare of their populations. The increasing flows of dumping pollutants into rivers, beaches and lagoons that have been generated as a result of these policies have led to a proportional increase in the impacts and external costs of pollution. Problems arise in public health, international tourism falls, tropical ecosystems deteriorate, and production costs and increase water treatment constantly.

Pollution levels reach increasingly worrisome levels, current models of command and control via establishment of pollution control standards are deficient in terms of how to assess compliance or non-standard and tax parameters for environmental monitoring. Currently in the different economic sectors there is an informality that leads to production costs between the two are distinct because some industries internalize environmental costs and others.

The national government raises the need to evaluate the new draft standard will define the permitted levels for replacing existing discharges posed by Decree 1594 of 26 June 1984 the ministry of environment and agriculture. For this paper we use the information available on the subject in tanneries Villapinzón Township in Cundinamarca Colombia.

* Monograph willingly

** Specialization in Environmental Engineering, Industrial Santander's University, Director: Richard Diaz Guerrero.

INTRODUCCION

Como reglamentación del decreto 2811 de 18 de diciembre de 1974 “por el cual se dicta el código nacional de los recursos naturales y la protección del medio ambiente” el pasado Junio 26 de 1984 se expide el decreto 1594 que determinó los usos del recurso hídrico y residuos líquidos, además en sus artículos 72,73 y 74 fijo los parámetros de calidad del vertimiento que deben cumplir usuarios nuevos y existentes a cuerpos de agua superficiales y a alcantarillados, fijo en ese entonces unos parámetros de control y unos de interés sanitario, a partir de allí el control a generadores de vertimientos se realiza determinando la concentración de vertimiento antes de la planta de tratamiento y luego de la planta de tratamiento determinando así el porcentaje de remoción el cual no distingue entre valores altos o bajos de concentración.

Las diferentes situaciones registradas por las autoridades ambientales Colombianas referentes a dificultades de control en los generadores de vertimientos bajo este modelo, la necesidad de equiparar nuestro estándar a los internacionales que son modelo global y la definición de lineamientos en el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 “Prosperidad para todos”, en la política Nacional para la gestión del recurso Hídrico Marzo 2010 llevan al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible a proponer una nueva propuesta para establecer parámetros y valores de control. Nuestro trabajo permite revisar las bases para la elaboración del mencionado proyecto y su aplicación en un sector industrial muy marcado por su reputación ambiental, verifica su estado actual de vertimientos y las necesidades para cumplir el proyecto de norma.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con el desarrollo de esta monografía, proponer el siguiente interrogante: ¿es viable el cumplimiento de los parámetros establecidos en el proyecto de norma versión 5.0 para vertimientos en el sector de curtiembres desde el punto de vista técnico económico y ambiental?

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. OBJETIVO GENERAL

Estudiar un caso para la aplicación del proyecto de norma de parámetros de vertimiento Versión 5.0, elaborado por el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible en una industria del sector curtido de pieles.

1.1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Conocer la nueva estructura y antecedentes del proyecto de norma de parámetros de vertimientos Versión 5.0, elaborado por el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible.
- Identificar el proceso productivo en una industria de curtido de pieles tradicional en términos de entradas y salidas
- Caracterizar los diferentes vertimientos generados en cada parte del proceso del curtido de pieles tradicional.
- Realizar una revisión de la tecnología ambiental actual usada para tratar los vertimientos generados por una industria del curtido de pieles tradicional.

- Definir las necesidades en términos de tecnología y costos aproximados de implementación de la misma para una industria del curtido de pieles tradicional que desea cumplir con los parámetros de vertimientos establecidos en el proyecto de norma para límites de vertimientos Versión 5.0.

2. MARCO TEORICO

2.1. INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL

La política Nacional para la gestión del recurso Hídrico Marzo 2010 ofrece un conjunto de opciones para responder a los problemas ambientales. Se puede considerar que los instrumentos son neutros y que, en últimas, los propósitos específicos perseguidos les otorgan su razón de ser.

La decisión sobre cuáles instrumentos o combinación de ellos pueden usarse para alcanzar los fines propuestos en las políticas nos conduce al tema de los planes. Un plan es la combinación de uno o más actividades, así como de otras actividades que pueden incluir obras físicas de conservación, prevención o restauración. Es decir, se definen aquí los instrumentos de política, como un medio para atacar y los planes como su combinación en diversas dosis, con el propósito de alcanzar los objetivos perseguidos por las políticas.

Diversos estudios han subrayado que el grado de éxito de un instrumento de política particular depende de la interacción compleja de un conjunto de factores, un hecho que ha sido constatado en la presente investigación. Entre los factores que inciden en la eficacia y la eficiencia de un instrumento particular se destacan: la naturaleza de los problemas ambientales abordados; los actores involucrados y sus visiones sobre la relación sociedad-medio ambiente; las condiciones económicas, políticas y sociales; el contexto legal; las capacidades de gestión para desplegar el instrumento; las necesidades de coordinación y unión de voluntades para incorporar las distintas sensibilidades de los actores; y la integración y vinculación con otros instrumentos¹ Son conclusiones que indican a los formuladores de política los peligros que se corren al mitificar un instrumento

¹ Sabatier y Jenkins, 1993; Fiorino, 1995

particular, y la necesidad de entender las condiciones que explican su éxito en lugares concretos antes de adoptarlo en su medio. Resulta entonces imperativo determinar a cabalidad los objetivos para los cuales se diseñan los instrumentos, resolver la manera de abordarlos y establecer si existen las condiciones básicas para alcanzar el éxito, y de no existir, hasta qué punto es factible crearlas.

2.2. LA DIVERSIDAD DE INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL

Los instrumentos de gestión utilizados en los países de América Latina tienen diversos orígenes y naturaleza. Algunos de ellos se utilizan desde tiempo atrás y han sido actualizados en los últimos años (ej. regulación directa, educación). Otros, en cambio, son de más reciente promoción, como es el caso de los instrumentos económicos. Los instrumentos se clasifican en cuatro grandes categorías:

1. Los instrumentos de regulación directa, denominados de comando y control, basados en la promulgación de normas y en la ecuación coerción sanción; es decir, se trata de la forma tradicional de hacer cumplir la ley llevada al campo de la conducta ambiental.
2. Los instrumentos administrativos consistentes en el otorgamiento de licencias permisos y demás modos de adquirir el derecho a usar los recursos naturales previstos en las diferentes legislaciones. La licencia ambiental ha sido el instrumento predominante dentro de esta categoría.
3. Los instrumentos económicos que están dirigidos a hacer que las fuerzas del mercado sean las principales propiciadoras del cumplimiento de las metas ambientales de la sociedad.
4. La educación, la investigación, la asistencia técnica y la información ambiental conforman la cuarta categoría.

2.3. INSTRUMENTOS DE REGULACIÓN DIRECTA

Los instrumentos de regulación directa (comando y control) consisten en la promulgación y obligatoriedad de leyes y normas que prescriben objetivos de calidad ambiental y de manejo y conservación de los recursos naturales renovables y del medio ambiente. Se basan en la ecuación coerción-sanción, y constituye una de las principales formas de intervención, con la que cuentan los Estados y la comunidad internacional, para ejercer control normativo en los diferentes ámbitos de la sociedad.

Los instrumentos de regulación directa y los administrativos, o de comando y control, predominan en la gestión ambiental. Los instrumentos económicos juegan un papel aún menor en el control de las emisiones y en la conservación de los ecosistemas naturales, no obstante los interesantes avances que se han hecho en la última década.

Una de las estrategias más utilizadas para prevenir y controlar la contaminación y en general, el deterioro ambiental, es la promulgación de normas orientadas a establecer controles de calidad ambiental, de emisión, de vertimiento y de concentración de residuos sólidos, cuyo incumplimiento genera la imposición de sanciones. Con este mismo fin, se formulan normas sobre productos, procesos de producción y estándares tecnológicos. Las regulaciones pueden también referirse a la prohibición o restricción cuantitativa en el uso de los recursos naturales renovables y del medio ambiente.

2.4. NORMAS DE CALIDAD AMBIENTAL Y ESTÁNDARES DE EMISIÓN

Las normas de calidad ambiental establecen un conjunto de condiciones ambientales, entendidas como los niveles aceptables que deben cumplirse para asegurar la protección ambiental y la salud de la población en un territorio dado.

Estas normas señalan niveles de calidad de agua, aire y suelo principalmente. Las normas o estándares de emisión corresponden al establecimiento de condiciones ambientales medidas en el efluente de la fuente emisora y aplicables al aire, agua y residuos sólidos, que deben ser cumplidas por quienes generan la contaminación.

Los estándares se definen en función del cumplimiento de los propósitos de la calidad ambiental.

La determinación de los parámetros de calidad ambiental, se realiza con base en criterios físicos, químicos y biológicos. Dichos parámetros consideran la dinámica de los procesos y elementos que los afectan, y la capacidad del recurso o del ecosistema, para soportar las presiones y recuperar su estado de equilibrio. Los parámetros de calidad se fijan de manera diferenciada, de conformidad con los diversos usos a los que se va a destinar el recurso. Por ejemplo, la norma de calidad de agua para consumo humano es diferente a la exigida para riego u otros usos agropecuarios.

Las normas de calidad establecidas para los diferentes usos del recurso, operan como límite para determinar la cantidad, la clase y los requisitos para verter, emitir o arrojar sustancias o elementos en ellos. El propósito de la norma es el de asegurar que aquellos elementos que representan algún grado de peligro para el ambiente se encuentren por debajo de los límites de tolerancia establecidos².

Idealmente tanto en la fijación de normas primarias, que se relacionan con la salud de la población humana, como en el establecimiento de las secundarias, destinadas a proteger el medio ambiente o la naturaleza, se requiere información sólida, confiable y validada. Precisamente la carencia o la insipiente del conocimiento sobre la capacidad de recuperación de los ecosistemas ha sido con

² Espinoza et al., 1998; Ponce De León, 2001

frecuencia causa del establecimiento de normas que no expresan las condiciones nacionales, regionales y locales. Ello ha llevado, en muchos casos, a importar o adoptar normas de calidad ambiental de los países desarrollados, sin que medie su adaptación o validación previa a las condiciones particulares del sitio en el cual se van a aplicar, situación que se presentó con particular fuerza durante los primeros años de la gestión ambiental, pero que se ha ido corrigiendo en la medida en que ha mejorado la información. Las normas de emisión se refieren a contaminación física, química o biológica y pueden versar sobre todos los recursos naturales incluyendo el paisaje. Mediante estas normas, se busca señalar estándares permisibles para cada elemento contaminante o fuente de contaminación, de modo que si son excedidas se sancione al infractor. Los estándares se definen en función del cumplimiento de los propósitos de la calidad ambiental. Los estándares de emisión tienen como propósito controlar los efluentes con el fin de mantener la calidad ambiental deseada, limitando la descarga de contaminantes para prevenir el potencial deterioro de un medio. Las normas de emisión pueden establecerse dentro del contexto de un programa de dictación de normas o dentro del ámbito más específico de un plan de descontaminación o de prevención, y tienen relación directa con las normas de calidad ambiental.

La fijación de normas y los valores en los diferentes territorios de la región no han tomado con frecuencia en cuenta las condiciones sociales, económicas y políticas particulares. En particular, los niveles deseables de intervención de la naturaleza o de aceptación de riesgos para la salud de la población no se han evaluado suficientemente.

Además su fijación no siempre ha tomado en consideración la realidad socioeconómica de los países o de los grupos objeto de la norma³.

³ Espinoza et al., 1998

Este instrumento de comando y control es de amplia utilización y antigüedad en la región, siendo uno de los primeros mecanismos introducidos en los países para fines de gestión del agua y control de la calidad del aire entre los principales usos. Si bien es uno de los instrumentos predominantes, se plantean muchos interrogantes sobre su utilidad en los países o en las regiones o localidades que han adoptado estándares internacionales sin validación previa, o que cuentan con una gran insuficiencia de mecanismos de retroalimentación para ajustar los valores a sus situaciones particulares. Además, la capacidad de fiscalización para verificar su cumplimiento no es suficiente en relación con las necesidades en ninguno de los países de la región.

3. MARCO REGULATORIO

Tabla 1 Normatividad ambiental que regulan el manejo del recurso hídrico en Colombia

NORMA	ALCANCE
Constitución política de Colombia 1991.	Disposiciones acerca de los derechos colectivos y el medio ambiente, el Estado es responsable de la protección del medio ambiente y del derecho de las personas a gozar de un ambiente sano, así como responsabilizar los dueños de actividades productivas que puedan afectar la salud o el medio ambiente.
Decreto 2811 de 18 de diciembre de 1974.	"por el cual se dicta el código nacional de los recursos naturales y la protección del medio ambiente"
Decreto 1594 Junio 26 de 1984.	"determinó los usos del recurso hídrico y residuos líquidos".
Decreto 3930 25 de octubre de 2010	"usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones".
Resolución 0075 del 24 de enero de 2011	"Por el cual se adopta el formato de reporte sobre el estado de cumplimiento de la norma de vertimiento puntual al alcantarillado público".
Decreto 4728 de 23 de diciembre de 2010	"Por la cual modifica parcialmente el decreto 3930 de 2010".
Resolución 1401 de 16 de agosto de 2012	"Por la cual se señala el criterio para definir la autoridad ambiental competente para aprobar el plan de contingencia del transporte de hidrocarburos o sustancias nocivas".
Resolución 1514 de 2012	"Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Plan de Gestión del riesgo para el manejo de vertimientos".

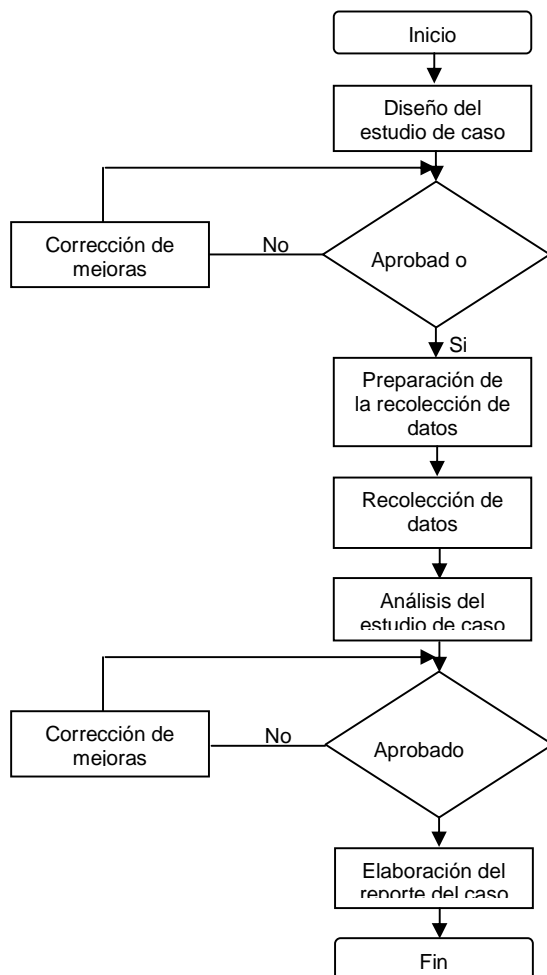
Fuente: Los Autores

4. DISEÑO METODOLOGICO

4.1. ESTUDIO DE CASO

Para analizar el contexto y los procesos implicados en el tema objeto de estudio, se usará el estudio de caso, el trabajo será desarrollado con un estudio de caso en las curtiembres del municipio de Villa pinzón, para esto se seguirá la siguiente estructura:

Diagrama 1 Flujo grama estudio de caso



Fuente: Los Autores

4.2. ACTIVIDADES PARA DESARROLLAR LA METODOLOGIA

Objetivo 1

- Conocer la nueva estructura y antecedentes del proyecto de norma parámetros de vertimientos versión 5.0, Se realizará una entrevista con el profesional responsable del proyecto de norma en el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible con el fin de recolectar información sobre los antecedentes, metodología y estructura usada para el desarrollo del proyecto de norma.

Objetivo 2

- Identificar el proceso productivo en una industria de curtido de pieles tradicional en términos de entradas y salidas, usando el diagrama de entradas y salidas para determinar los puntos de proceso con generación de vertimientos.

Objetivo 3

- Caracterizar los diferentes vertimientos generados en cada parte del proceso del curtido de pieles tradicional, recopilando información de campo y análisis de control interno o los realizados por laboratorios acreditados de caracterizaran los vertimientos generados por las actividades del proceso típico del curtido de pieles.

Objetivo 4

- Realizar una revisión de la tecnología ambiental actual usada para tratar los vertimientos generados por una industria del curtido de pieles tradicional, recopilación de información de campo en la industria típica del curtido de

pieles se verificara con que tecnologías se cuenta actualmente para cumplir la norma de vertimientos hoy impuesta y vigente.

Objetivo 5

- Definir la necesidades en términos de tecnología y costos aproximados de implementación de la misma para una industria del curtido de pieles tradicional que desea cumplir con los parámetros de vertimientos establecidos en el proyecto de norma para límites de vertimientos Versión 5.0, realizando una revisión de las necesidades técnicas ambientales y los costos en que se incurre para dar cumplimiento al proyecto de norma de parámetros de vertimientos.

5. RESULTADOS

5.1. NUEVA ESTRUCTURA Y ANTECEDENTES DEL PROYECTO DE NORMA PARÁMETROS DE VERTIMIENTOS V 5.0

Los siguientes ítems muestran un conjunto de elementos tenidos en cuenta para el desarrollo del proyecto de norma:

5.1.1. Aplicar estándares y reglamentos objetivos y realistas.

Un elemento importante de una estrategia de control de la contaminación del agua es la formulación de estándares y reglamentos realistas. Sin embargo, los estándares deben ser realizables y los reglamentos deben cumplirse. Los estándares poco realistas y los reglamentos que no se cumplen quizá hagan más daño que no tener estándares y reglamentos, ya que crean una actitud de indiferencia hacia las reglas y reglamentos entre contaminadores y administradores. Los estándares y reglamentos deben adaptarse a la capacidad económica y administrativa y deben ajustarse gradualmente a medida que se logre un progreso en el desarrollo general y en la capacidad económica del sector privado. Por lo tanto, el entorno de estándares y reglamentos debe ser un proceso iterativo y continuo⁴.

5.1.2. Equilibrar los instrumentos económicos y reglamentarios.

Hasta la fecha, los gobiernos de la mayoría de los países han dependido en gran medida de instrumentos de regulación y reglamentos para controlar la contaminación del agua. Los instrumentos económicos, generalmente en forma de

⁴ PNUMA, 1999

tarifas y multas por la descarga de aguas residuales, han sido introducidos en menor grado y principalmente en los países industrializados.

Comparado con los instrumentos económicos (impuestos, sanciones económicas) la ventaja del enfoque normativo para el control de la contaminación del agua es que brinda un grado predecible de reducción de la contaminación, es decir, ofrece a las autoridades control sobre las metas ambientales que pueden alcanzarse y cuándo pueden alcanzarse⁵. La desventaja principal del enfoque normativo es su falta de eficiencia económica.

Los instrumentos económicos (impuestos, sanciones económicas) tienen la ventaja de incentivar a los contaminadores para que modifiquen su comportamiento a favor del control de la contaminación y además proporcionan ingresos para realizar actividades de control y para combatir las fuentes no puntuales de contaminación. Los precios y cobros son cruciales para el éxito de los instrumentos económicos. Si los cobros son demasiado bajos, los contaminadores pueden optar por contaminar y pagar, pero si son muy altos pueden inhibir el desarrollo económico.

Según el autor, frente a estos antecedentes, parece apropiado que la mayoría de países aplique una mezcla de instrumentos reglamentarios y económicos para controlar la contaminación del agua. En países en desarrollo, donde los recursos financieros y la capacidad institucional son muy limitados, los criterios más importantes para equilibrar los instrumentos económicos y reglamentarios deben ser los de la eficiencia en función de los costos (aquellos que logran los objetivos al menor costo) y la factibilidad administrativa.

En el caso colombiano, a la implementación de la Política Nacional de Producción más limpia (Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible, 1997), dentro de la

⁵ Bartone y otros, 1994

cual se instrumentó la aplicación de los cargos por contaminación, le hizo falta avanzar en el fortalecimiento institucional, pero de manera muy especial en la conformación de equipos de gestión del recurso hídrico idóneos, permanentes y más motivados en la misión (Castro, 2001).

5.1.3. Aplicar el control de la contaminación del agua en el nivel apropiado más bajo.

De acuerdo con PNUMA (1999), el nivel apropiado puede ser definido como aquel en el que se experimentan impactos significativos. Si, por ejemplo, un aspecto específico de la calidad del agua solo tiene un impacto en una comunidad, el nivel comunitario es el nivel apropiado. Si los impactos ambientales afectan una comunidad vecina, el nivel de manejo apropiado será un nivel más alto, por ejemplo, el nivel de la cuenca del río.

En una escala más amplia, el nivel apropiado de manejo puede ser el nivel nacional para masas de agua importantes donde no se anticipan impactos significativos para los estados vecinos. Cuando se producen impactos adversos en varias naciones, el nivel de manejo apropiado es el internacional (es decir, una comisión internacional de la cuenca del río). Lo importante es que las decisiones o acciones para controlar la contaminación del agua se tomen, en la medida de lo posible, con la participación de los afectados y que los niveles administrativos superiores permitan que los niveles inferiores se encarguen del manejo descentralizado. Sin embargo, cuando se considera que un nivel administrativo es apropiado para ciertas funciones de control de la contaminación del agua, también debe tomarse en cuenta la capacidad real para ejecutar esas funciones (o la posibilidad de formularlas) en ese nivel. Así, este principio guía propicia la descentralización de las funciones del control de la contaminación del agua y la adaptación a la realidad administrativa y técnica. (PNUMA, 1999).

La mejor manera de aplicar este principio en el caso Colombiano, es cuando el ordenamiento del recurso hídrico se presenta como un resultado lógico de la formulación del PLAN DE ORDENAMIENTO DE LA CUENCA – POMCA, pues es allí donde se maneja el concepto de la territorialidad integral, permitiendo desagregar zonas hidrogeográficas clasificándolas de acuerdo a los niveles de afectación de los ríos y sus estructuras hídricas subterráneas de acuerdo con su orden y su recorrido.

De todas formas, este concepto se puede manejar con mucho criterio a través del proceso de identificación, clasificación y priorización de los cuerpos de agua para el ordenamiento, conforme a lo establecido en el Decreto 3930 de 2010.

5.1.4. Establecer mecanismos de integración multisectorial.

A fin de asegurar la coordinación de los esfuerzos para controlar la contaminación del agua se deben establecer mecanismos formales y medios de cooperación e intercambio de información entre los sectores relacionados, tales como salud y agricultura. Estos mecanismos deben:

- Permitir que quienes formulan las políticas de los diferentes sectores tengan influencia sobre la política de contaminación del agua.
- Promover en su propio sector el establecimiento de iniciativas y planes con impactos sobre la calidad del agua.
- Propiciar la discusión de ideas y planes establecidos por otros sectores. Se podría establecer, por ejemplo, un comité permanente con representantes de los sectores involucrados.

Las funciones y responsabilidades de este organismo multisectorial incluirían al menos lo siguiente:

- Coordinación para la formulación de políticas sobre control de la contaminación del agua.

- Establecimiento de criterios y estándares nacionales de calidad del agua y sus reglamentos.
- Revisión y coordinación de los planes de desarrollo que afectan la calidad del agua.
- Resolución de conflictos entre organismos gubernamentales sobre aspectos de contaminación del agua que no pueden ser resueltos en un nivel más bajo.

5.1.5. Fomentar la participación de todos los interesados.

El enfoque de participación busca incrementar la conciencia sobre la importancia del control de la contaminación del agua entre quienes toman decisiones y el público en general. Las decisiones deben tomarse en consulta con el público y con los grupos afectados por la planificación e implementación de las actividades de control. Esto significa que al público debe dársele la oportunidad de expresar sus opiniones, conocimiento y prioridades, y debe ser evidente que sus opiniones son tomadas en cuenta. Existen diversos métodos para motivar la participación pública, tales como entrevistas, audiencias de información al público, paneles de expertos y visitas al lugar. El método más apropiado para cada situación debe considerar los factores locales, sociales, políticos, históricos, culturales y otros. Por ejemplo, en muchos países en desarrollo solo los expertos profesionales y científicos tienden a participar y los otros grupos se excluyen del proceso. La participación pública puede tomar tiempo pero incrementa el apoyo del público a la decisión o resultado final e, idealmente, contribuye a crear consenso entre el público, autoridades gubernamentales e industria sobre prioridades ambientales y medidas de control de la contaminación.

Inspirado en este principio esencial de participación, el Ministerio de ambiente y desarrollo territorial estableció como requisito en el decreto 3100 de 2003, que el establecimiento de metas de reducción de cargas puntuales, solo se podía hacer, una vez establecidos los objetivos de calidad para la cuenca, tramo o cuerpo de

agua seleccionado mediante una consulta pública con los interesados. De todas formas, las evaluaciones recientes demuestran que las Autoridades Ambientales Colombianas deben fortalecer más el proceso de participación a través del establecimiento de agendas informativas y de discusión pública en torno al estado y avance de la calidad de los cuerpos de agua, como resultado de la aplicación de éstos y los demás instrumentos utilizados en la gestión de la calidad, la oferta y la demanda hídrica (MAVDT, 2009)

5.1.6. Garantizar libre acceso a la información sobre contaminación del agua.

Este principio se relaciona directamente con el principio de participación del público en el proceso de toma de decisiones, ya que una precondition para la participación es que las autoridades públicas ofrezcan acceso libre a la información. El acceso libre a la información propicia el contacto y estimula las discusiones y sugerencias para solucionar problemas de calidad del agua. En muchos países, particularmente los países en transición económica y países en desarrollo, no existe el acceso libre a la información ambiental. Lamentablemente, esta actitud restringe cualquier cooperación internacional que se requiera.

5.1.7. Identificación y clasificación de los cuerpos de agua

El ordenamiento del recurso hídrico se fundamenta en el establecimiento de objetivos de calidad de los cuerpos de agua, en la medida en que se trata de un instrumento de planificación con mucho énfasis en la recuperación de los cuerpos de agua y en mantener su potencial de acuerdo a las opciones y vocaciones de uso definidas para cada cuerpo de agua o parte de él. En este sentido, las Autoridades Ambientales Colombianas deben tener presente la identificación y la clasificación de esos recursos, estableciendo con mucha claridad cuáles son sus condiciones de usos actuales y sus destinaciones al corto, mediano y largo plazo.

5.1.8. Línea base de usuarios y cargas

El establecimiento de metas de reducción de cargas contaminantes aportadas, tanto actuales como proyectadas al corto, mediano y largo plazo, por los agentes puntuales y difusos a los cuerpos de agua, acuíferos, o a las aguas marinas, parte necesariamente de un reconocimiento a detalle de los actores generadores, discriminando las sustancias aportadas, sus cargas y las frecuencias. De esta forma será posible establecer a ciencia cierta, cuanto es el aporte de cada sustancia al cuerpo de agua o fracción de él y por tanto, poder establecer relaciones de causalidad aplicando modelos de simulación de capacidad de asimilación con lo cual, las AAC podrá establecer los topes y referentes a ser autorizados en los respectivos permisos de vertimiento, como lo establece el Decreto 3930 de 2010 del Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible.

De acuerdo con el nuevo marco normativo para el control de la calidad de los cuerpos de agua y los límites de descargas líquidas puntuales, todo apunta a dejar claramente establecidos en los respectivos actos administrativos de cada AAC, orientados a otorgar los respectivos Permisos de Vertimientos, la relación entre la carga permitida y el límite máximo para cada descarga puntual.

Para llegar a este nivel de resolución en los permisos, se requiere llegar a un nivel muy perfeccionado de aplicación de los Límites permisibles, las cargas individuales y las metas globales e individuales de cargas definidas por cuerpo de agua o tramos, es decir, se debe lograr una adecuada sincronización entre la norma de vertimientos, el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH y la norma que reglamenta los cargos por contaminación en los casos en los cuales estos ya han sido implementados.

5.1.9. Objetivos de calidad y metas de reducción de cargas contaminantes

Los objetivos de calidad se define como el escenario de calidad del cuerpo de agua o fracción de él para un periodo de tiempo determinado, mientras que las metas de reducción de cargas, corresponden al esfuerzo que deben hacer los agentes responsables de las descargas puntuales de quienes utilizan ese cuerpo de agua como receptor de sus vertimientos líquidos.

El cumplimiento de las metas se controla directamente en los puntos de descarga de los implicados y su logro, depende del compromiso de los actores generadores de la contaminación, sumado al ejercicio de autoridad y la capacidad de gestión de las AAC.

Aunque el logro de las metas de reducción de cargas está directamente relacionado con el logro de los objetivos de calidad, su materialización en este caso si depende absolutamente del nivel de organización, conceptualización, planificación y capacidad de gestión de la AAC.

6. PROYECTO DE NORMA PARAMETROS Y VALORES LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES EN VERTIMIENTOS

Este proyecto de norma hace parte del compendio de procedimientos y métodos diseñado por el Ministerio de ambiente y Desarrollo Sostenible MADS para apoyar a las Autoridades ambientales Colombiana AAC en la tarea de hacer una implementación más expedita de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, pero en especial, del Decreto 3930 de 2010 en lo que respecta su capítulo III, donde se definen los alcances del ordenamiento y la reglamentación de los cuerpos de agua.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible desarrollo durante el año 2012 el proyecto de norma versión 5 “Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a sistemas de alcantarillado público, y se dictan otras disposiciones.” En el plantea los siguientes requerimientos que podrán ser aplicables a la industria de curtido de pieles:

“Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a sistemas de alcantarillado público, y se dictan otras disposiciones:

1. Que la concentración en Unidades Formadoras de Colonias (UFC/100 mL) de *Escherichia coli* en el vertimiento, sea menor o igual a $1,0 \cdot 10^5$.
2. Que la concentración en Unidades Formadoras de Colonias (UFC/100 mL) de *Escherichia coli* en el vertimiento, sea menor o igual a la concentración presente en el cuerpo de agua receptor, medida aguas arriba antes del punto de descarga del vertimiento y por fuera de la influencia de la zona de mezcla.

ARTÍCULO 24. Valores Límite Máximos Permisibles en los Vertimientos Puntuales de los Parámetros de pH y Temperatura. Los valores límites máximos permisibles en los Vertimientos Puntuales de los parámetros de pH y temperatura, de acuerdo con el sistema receptor, son:

Para vertimientos puntuales a un cuerpo de agua superficial son los siguientes:

Tabla 2 Valores Límite Máximos Permisibles en los Vertimientos Puntuales de los Parámetros de pH y Temperatura

PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
pH	Unidades de pH	6,0 a 9,0
Temperatura	°C	<p>40,0 °C Y</p> <p>El cambio de temperatura en todo momento en la zona de mezcla del cuerpo de agua superficial receptor, debe ser menor a 7,5 °C en función valor absoluto.</p> <p>La determinación se hace tomando como referencia la temperatura del cuerpo de agua superficial aguas arriba antes del punto de descarga del vertimiento y por fuera de la influencia de la zona de mezcla.</p>

Fuente: Proyecto De Norma Parámetros Y Valores Límites Máximos Permisibles En Vertimientos

ARTÍCULO 50. Fabricación de artículos de piel, curtido y adobo de pieles. Parámetros a monitorear en los vertimientos puntuales de aguas residuales de generadores que desarrollan actividades del Código CIU integrados con la fabricación de artículos de piel, curtido y adobo de pieles.

➤ Sección C. Industrias manufactureras.

- Clases
 - 1511. Curtido y recurtido de cueros; recurtido y teñido de pieles.
 - 1512. Fabricación de artículos de viaje, bolsos de mano y artículos similares elaborados en cuero, y fabricación de artículos de talabartería y guarnicionería.

- 1513. Fabricación de artículos de viaje, bolsos de mano y artículos similares; artículos de talabartería y guarnicionería elaborados en otros materiales.
- 1521. Fabricación de calzado de cuero y piel, con cualquier tipo de suela.
- 1522. Fabricación de otros tipos de calzado, excepto calzado de cuero y piel.
- 1523. Fabricación de partes del calzado.

Tabla 3 Parámetros a monitorear en los vertimientos puntuales de aguas residuales de generadores de artículos de piel, curtido y adobo de pieles.

PARÁMETRO	UNIDADES	VALORES LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES	
		CUERPO DE AGUA SUPERFICIAL	ALCANTARILLADO PÚBLICO
Generales			
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O ₂	1.500,0	3.500,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L O ₂	750,0	1.750,0
Sólidos Suspendedos Totales (SST)	mg/L	700,0	700,0
Sólidos Sedimentables (SSED)	mg/L	2,0	10,0
Grasas y Aceites	mg/L	80,0	100,0
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	mg/L	5,0	8,0
Hidrocarburos			
Hidrocarburos Totales (HTP)	mg/L	5,0	10,0
Nutrientes			
Fósforo Total (P)	mg/L	5,0	10,0
Compuestos Nitrogenados			
Nitrógeno Total (N)	mg/L	100,0	100,0
Iones			
Cloruros (Cl)	mg/L	5.000,0	5.000,0
Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg/L	3.000,0	3.000,0
Sulfuros (S ²⁻)	mg/L	3,0	5,0
Metales y Metaloides			
Cromo (Cr)	mg/L	1,0	1,0

Fuente: Proyecto De Norma Parámetros Y Valores Límites Máximos Permisibles En Vertimientos

Parágrafo. Debe realizarse el análisis de los siguientes parámetros en toda(s) la(s) muestra(s) puntual(es), compuesta(s) ó integrada(s) representativa(s) obtenida(s) de la caracterización del vertimiento y aplicando lo establecido en el Protocolo para el Monitoreo de los Vertimientos, contemplado en el artículo 34 del

Decreto 3930 de 2010 y debe reportarse el resultado en los informes de cada caracterización realizada de acuerdo con el Plan de Monitoreo contemplado:

- Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) (mg/L)
- BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno) (mg/L)
- Compuestos Orgánicos Halogenados Adsorbibles (AOX) (mg/L)

7. DESCRIPCION PROCESO PRODUCTIVO

De las tres capas básicas que constituyen la piel animal: epidermis, corium y tejido subcutáneo, únicamente puede ser transformada en cuero la capa central, que por absorción y combinación de diferentes materiales curtientes se logra durante los procesos de curtición una estabilización de su estructura, pasando de un material putrescible a un material perenne que se conoce como cuero.⁶

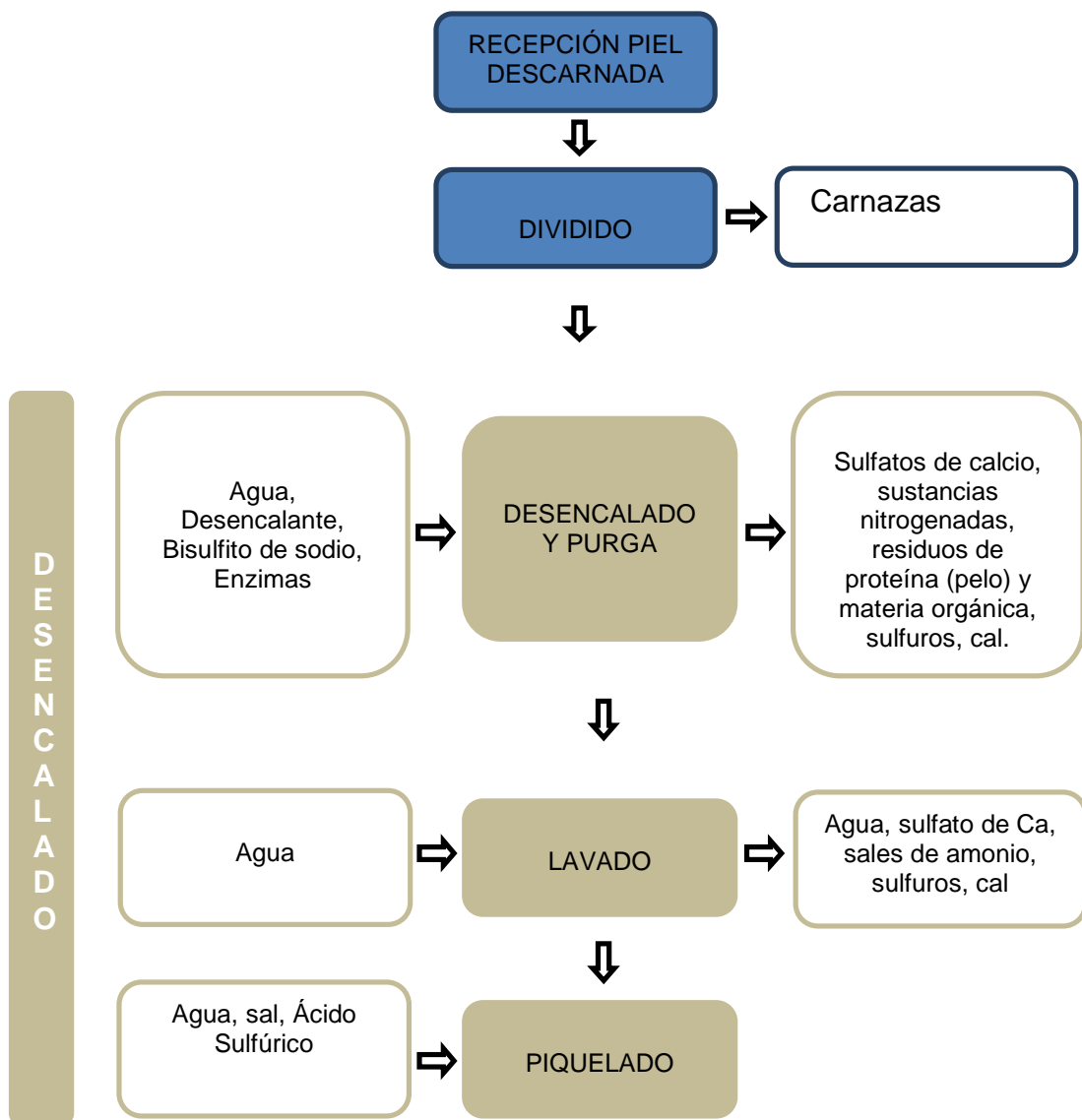
En la obtención del cuero interesa únicamente el corium desprovisto de cuantos componentes no fibrosos le acompañan y que no son susceptibles de ser transformados en cuero. Antes del proceso de curtición deben eliminarse la epidermis (pelo, pezuñas, tejidos glandulares, etc.), el tejido subcutáneo de estructura floja y acompañado frecuentemente de tejido graso, sangre, linfa y de proteínas solubles en agua y en sales neutras. Así mismo debe limpiarse la piel en bruto de estiércol, barro y otras sustancias extrañas que le acompañan, eliminando también la sal u otros productos empleados en su conservación.

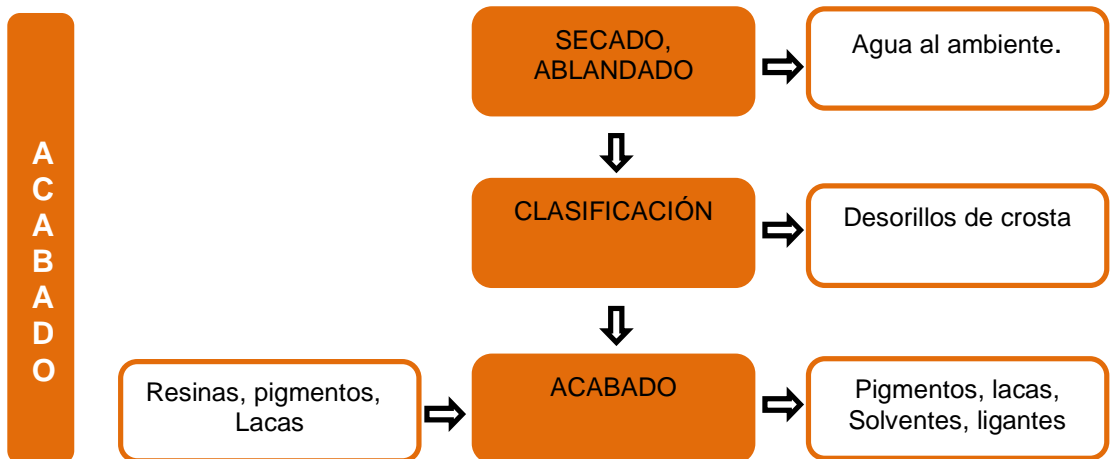
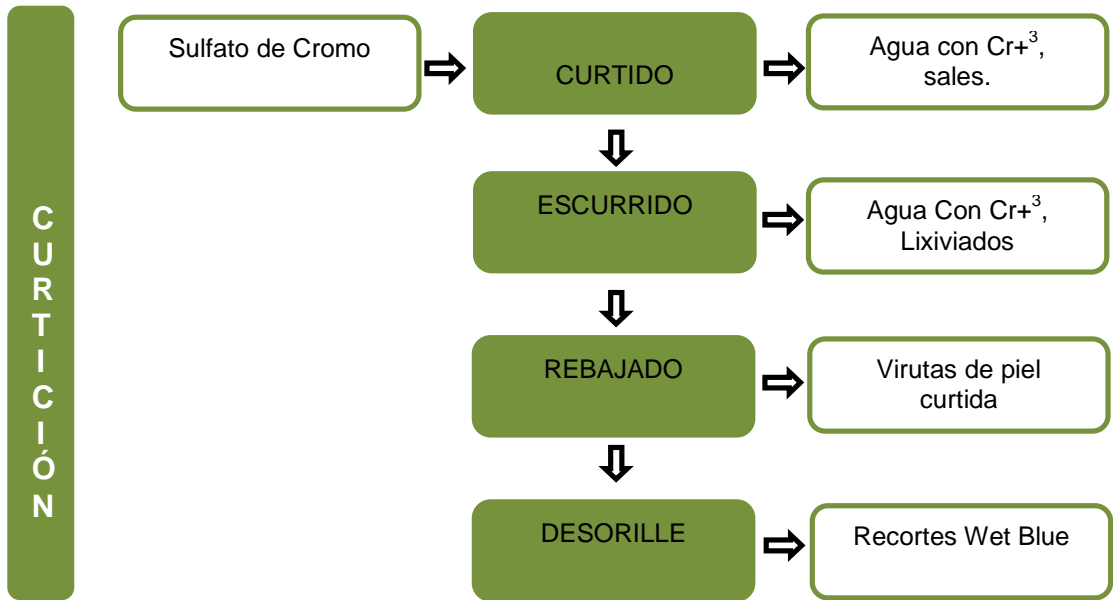
El conjunto de operaciones mecánicas y procesos químicos, fisicoquímicos y enzimáticos, cuyo objetivo es preparar la estructura de la piel para la curtición, para obtener un material utilizable en la industria del calzado, marroquinería, tapicería y relacionadas, es un proceso complejo que para efectos de este documento se describirá con la mayor claridad posible.

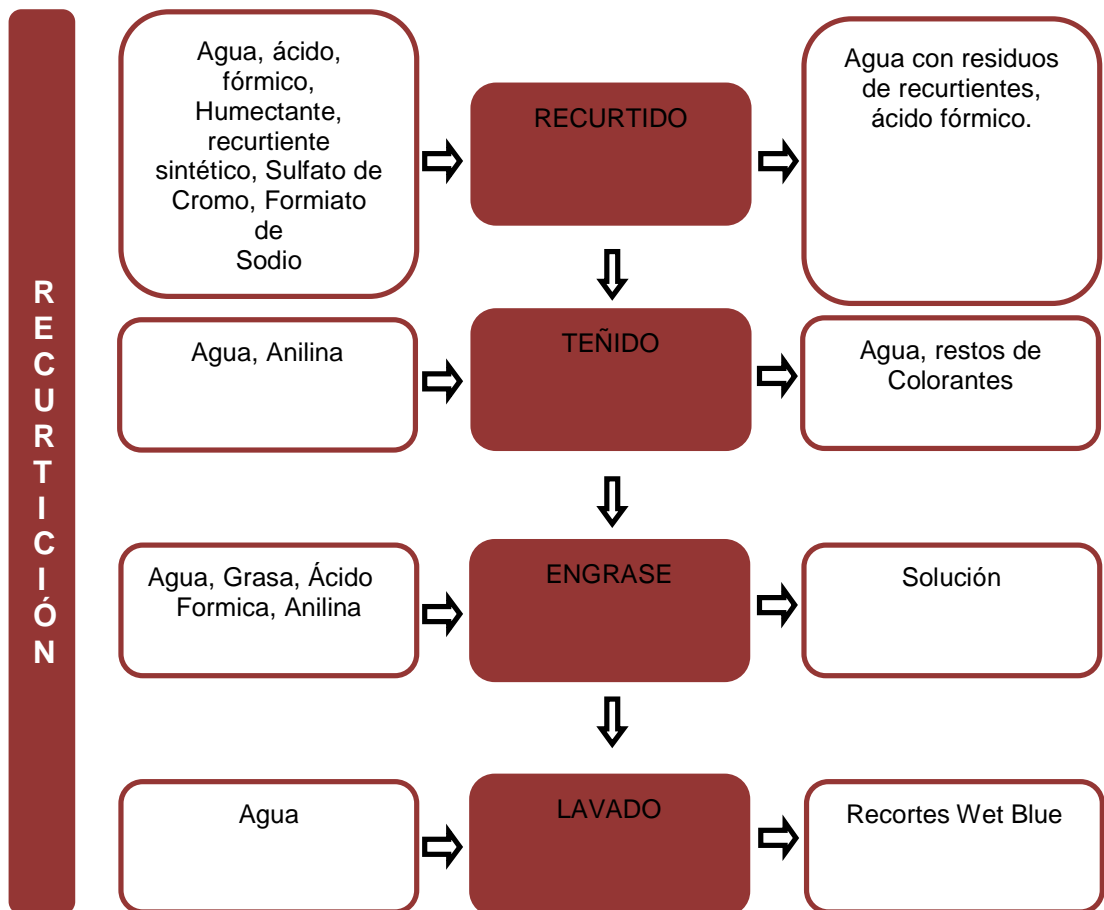
El proceso realizado por los curtidores de Villapinzón se divide en cinco etapas principales las cuales agrupan diversos procesos menores. Dichas etapas son: desencalado, curtición, recurtición, acondicionado y acabado. En la Figura 2, se encuentra el diagrama de proceso general.

⁶ Gratacos B, Tecnología Química del Cuero 1982.

Diagrama 2 Diagrama de proceso desarrollada en las curtiembres de Villapinzón







Fuente: Los Autores

Normalmente se compra pieles descarnadas, ya que por el tipo de producto que elabora (piel para tapicería), necesita una materia prima con características especiales (buena selección, que no tenga jiba, etc.) que hacen necesaria la compra de material seleccionado. Normalmente un equipo de personas de las empresas entren para escoger las pieles que sirven para el proceso se desplaza hasta el proveedor (otro curtidor) revisa pieles descarnadas, selecciona el material

y lo transporta en una volqueta hacia la empresa prestadora del servicio de dividida, iniciando así el proceso.

7.1. DIVIDIDO

En el dividido una maquina con una cuchilla sin fin y mecanismos apropiados separan la flor (dermis) o parte superior del cuero de la carnaza (epidermis). De la operación de dividido resultan como subproductos los tejidos conjuntivos (carnazas) junto con otras partes de la piel, que por su forma o tamaño no son adecuadas para obtener cuero (orejas, rabo, puntas, recortes); estas se utilizan como materia prima en la elaboración de colas y gelatinas. La flor es dividida a un calibre predeterminado y llevada en volquetas hasta la bodega para seguir el proceso del curtido, mientras que la carnaza y los recortes son vendidos a CARNACOL (Carnazas de Colombia).

7.1.1. Lavado, desencalado y purga

Una vez recibidas las pieles divididas se pesan y se cargan al fulón de desencalado o directamente a los fulones de curtido (se reparten de acuerdo con el peso y la capacidad de los fulones). Inicialmente a las pieles se les realiza un lavado para limpiarlas, humectarlas y darles flexibilidad, ya que en el proceso de descarnado y dividido se alcanzan a reseca algunas zonas que pueden afectar la calidad del producto. En este lavado se les adiciona un 200% de agua sobre el peso de la piel dividida, se rueda 20 minutos con tapa cerrada y se escurren. Se prosigue luego con el desencalado.

En el desencalado se adiciona agua fría en un 50% sobre el peso dividido de la piel, 1,6 a 2,0 % de desencalante y 0,3 a 0,4% bisulfito de sodio, se rueda entre una y dos horas hasta lograr la disolución de la cal de la piel en el agua, observando que el pH del corte esté por debajo de 9,0 controlando con solución

de fenolftaleína; se escurre 50% del baño y pasa a la purga adicionando un 50% de agua a 45 °C y enzimas proteolíticas. Después de una hora se hacen las pruebas necesarias (Huella, porosidad, etc.) para comprobar que la etapa se ha realizado satisfactoriamente. Se escurre y se efectúan dos lavados con 200% de agua sobre el peso dividido de la piel, se escurre y se continúa con el proceso de curtición.

7.1.2. Piquelado

En esta parte del proceso la piel es preparada para ser transformada en cuero. Inicialmente se realiza un proceso de piquelado, cuya finalidad es someter las pieles descalcadas y purgadas a la acción de ácidos orgánicos e inorgánicos y dejarlas listas para que reciban un curtiente. El piquel básicamente prepara las fibras colagénicas para una fácil penetración de los agentes curtientes; allí ocurren fenómenos tales como una complementación del descalcado, la deshidratación de las pieles y la interrupción de la actividad enzimática. Al cuero se le adiciona agua a un 50% aproximadamente, sal del 6% al 8% para controlar el grado de hinchamiento liotrópico del colágeno (El baño debe tener entre 6 y 8 Grados Baume), y ácidos sulfúrico y fórmico del 1% al 1,5% con relación al peso de las pieles divididas; esta mezcla se rueda aproximadamente por una hora hasta alcanzar un pH en el baño y la piel de 3 a 3,5. El control se ejerce tomando muestra del baño y con un PH-metro o con cinta se mide el grado de acidez; el corte se evalúa con solución de verde de bromocresol.

7.2. CURTICIÓN

7.2.1. Curtido

La piel ya piquelada es adicionada con sales de cromo de 5% a 8% sobre el peso de las pieles, se rueda de 2 a 3 horas, se adiciona el neutralizante (normalmente

óxido de magnesio del 0,3% al 0,4%), se deja rodar aproximadamente 3 horas, efectuándose la neutralización, fácilmente detectable pues el baño se calienta (25°C – 30°C). Luego con el fin de agotar el cromo del baño y fijarlo en el cuero, se inyecta vapor de agua saturado a 80 psi a los fulones por el cacho mientras este rueda hasta obtener una temperatura de proceso de 46°C, se desconecta el vapor y se continúa rodando entre 6 y 8 horas más hasta obtener el punto final tanto de pH del corte como del TG (Temperatura de encogimiento o gelatinización en agua hirviendo); finalmente el pH del baño deberá estar entre 4 – 4,2 y la temperatura final del baño entre 36 - 40 °C. Después se procede a hacer el control de curtido mediante la prueba de TG o temperatura de gelatinización.

El cuero curtido al cromo toma una coloración azul verdosa y por ese motivo se le conoce como Wet blue. Luego de haber fijado el cromo y haber pasado los controles se procede a descargarlo de los fulones y se deja reposar al menos por 24 horas sobre caballetes o estibas, con el fin de permitir que terminen las reacciones químicas de curtición, cuya cinética es más bien lenta (de 24 a 72 horas).

El cuero ya curtido y reposado en caballetes se procede a clasificarlo de acuerdo con su nivel de defectos (rayones, garrapatas, huecos, etc.) y calibre y así mismo es almacenado en el patio de WET BLUE para su posterior tratamiento.

7.2.2. Escurrido, rebajado y desorillo

- **Calibrado:** Esta etapa es un proceso totalmente mecánico en el cual la piel se llevará a un grosor predeterminado de acuerdo con el tipo de cuero que se va a producir (ejl: tapicería 1,2 mm, marroquinería floater 1,6 mm). Se incluyen tres pasos. El primero es la escurrida donde la piel se pasa por una máquina que tiene dos rodillos de felpa que al presionar uno contra otro con el cuero en medio, exprimen la piel dejándole una humedad apropiada para llevarla al

siguiente paso que es la rebajada. En este paso la piel se lleva a una maquina donde un rodillo de cuchillas desbasta la piel por el revés hasta el calibre deseado. Finalmente en el tercer paso, se lleva la piel a una mesa donde se le retiran los bordes no utilizables operación comúnmente llamada desorillo, quedando lista para el pesaje y la carga al fulón de recurtido No. 1 o 2 dependiendo de la cantidad y el peso de las pieles a procesar.

7.3. RECURTICIÓN

7.3.1. Recurtido

Antes de describir esta etapa es conveniente aclarar que existen tantos recurtidos como tipos de cuero existe en el mercado, porque esta etapa particulariza las características finales del cuero, por lo tanto se describirá de manera algo general el proceso de recurtido resaltando que un cambio en un producto químico adicionado o una mezcla de ellos en diferente proporción cambia también el producto obtenido. Inicialmente el cuero es pesado y cargado a los fulones, se procede a un lavado-hidratado adicionando 200% de agua sobre el peso del cuero rebajado, 0,2 % de tensoactivo y 0,2 % de ácido orgánico (fórmico o acético); se rueda 60 minutos y se escurre retirando residuos de ripio y sales cristalizadas. Posteriormente se adiciona 100% de agua a 40°C y un a mezcla de recurtientes sintéticos que usualmente llega a 5%; se rueda 60 minutos y se procede a desacidular con formiato de sodio entre el 1 y el 2 % hasta obtener un pH de 4,6 a 4,8. En este punto se decide si se necesita una desacidulación más fuerte, dependiendo del tipo de material, del teñido y engrase posterior, si es necesario se adiciona el baño con una sal más fuerte como el bicarbonato de sodio o de amonio hasta obtener un pH mayor que oscila entre 5,0 y 5,8 en el baño. Se escurre y se adiciona un 80% de agua caliente, así como el resto de los recurtientes que incluyen acrílicos entre 2 y 4%, melamínicos entre 3 y 6% y vegetales entre 4 y 8%, se rueda 60 minutos y el cuero está listo para recibir el teñido.

7.3.2. Teñido

Se realiza normalmente en el mismo baño anterior, para ahorrar algo de agua, y para aprovechar la carga eléctrica de los recurtientes y su poder de penetración en la piel. Se adiciona anilina (1% - 2%); esta anilina depende del color a obtener y su cantidad de la intensidad y del grado de atravesamiento. Se rueda una hora y se hace un control de color determinando la fijación del color, tono, atravesamiento, agotamiento, etc., además, existen productos auxiliares que se utilizan en pequeñas cantidades para ayudar a penetrar la anilina, fijarla y agotarla. Una vez el teñido está listo se fija con ácido fórmico entre el 1 y el 2 % y el cuero queda listo para el engrase.

7.3.3. Engrase y Lavado

Su principal finalidad es dar suavidad al cuero. Con esta operación las fibras del cuero quedan envueltas por el material de engrase, que funciona como lubricante evitando la aglutinación de las mismas durante el secado. Se aumenta la resistencia al desgarre, el cuero se torna suave y elástico, y se mejoran las condiciones físico- mecánicas.

Después del teñido el cuero se escurre y se adiciona generalmente en un baño del 100% de agua a una temperatura de 65 °C, los aceites son emulsionados previamente, los cuales al entrar en contacto con el cuero rompen la emulsión en el interior de éste. Los aceites se adicionan entre un 4% a un 14 % del peso del cuero rebajado y se dejan rodar entre 60 y 90 minutos, tiempo después del cual se realizan pruebas de agotamiento y de grasa residual en el baño. Cuando sean satisfactorias dichas pruebas se procede a fijar las grasas logrando un pH de 4 – 4,2; adicionando un ácido orgánico. En este punto se escurre todo el baño, se hace un lavado con 150% de agua y finalmente se descarga. El cuero se deja en

reposo por 12 horas en caballete y se cuelga para su secado al ambiente hasta lograr una humedad del 33%. Esta se obtiene entre 3 y 5 días.

7.4. ACABADO

El proceso de acabado permite darle al cuero sus características finales de percepción organoléptica (tacto, brillo, color, etc) y las que además le darán durabilidad y elegancia. El acabado se puede resumir en varias etapas, a saber: Ablandado, estirado, esmerilado, pintura y planchado.

7.4.1. Ablandado

Las pieles secas se descuelgan y son llevadas al fulón de abatanado para darles suavidad; allí se ruedan entre 30 y 60 minutos hasta obtener la blandura deseada, se descargan y pasan al siguiente paso.

7.4.2. Estirado

Después de ablandado el cuero se lleva a la templadora, esta es una maquina compuesta por 12 marcos de 3,0 x 4,0 m en malla, que como gavetas entran en un cajón hermético de madera y aislantes en el cual dos ventiladores hacen circular aire que se calienta con un radiador convirtiendo al vapor de agua en fuente de calor, el cual es arrastrado por el aire circulante. En la templadora el cuero se extiende sobre los marcos, se pinza y luego un mecanismo de extensión abre las dos partes que conforman el marco quedando el cuero sometido a un estiramiento y una temperatura de entre 60 y 80 grados centígrados por 45 minutos, tiempo suficiente para alargar las fibras del cuero y obtener una superficie muy plana apta para el tratamiento siguiente.

7.4.3. Esmerilado

Una vez los cueros están estirados se procede a pulirlos tanto por revés como por la capa de flor. Esta operación se hace en el esmeril el cual posee un rodillo con un papel de lija el cual es rodado sobre la superficie del cuero dejando la gamuza fina y uniforme por el revés y disminuyendo los defectos, si se pasa por la flor. Es de aclarar que no todos los cueros se pasan por el esmeril, ya que en algunos que no presentan defectos se hace innecesaria esta operación, pero normalmente un 40% de los cueros empleados necesita el esmerilado. Los cueros sobre los que no se aplica esta operación pasan directamente de estirado a pintura.

7.4.4. Pintura

En el proceso de pintura con el acabado se mejora el brillo, el toque y algunas características físico-mecánicas tales como impermeabilidad al agua, resistencia a la fricción, solidez a la luz, entre otras. Además podrán ser eliminadas o compensadas ciertas deficiencias naturales; en este proceso son aplicadas al cuero capas sucesivas de mezclas a base de ligantes y pigmentos cuya composición puede ser modificada de acuerdo al soporte y a las cualidades de las películas deseadas. De este modo, pueden ser aplicadas capas de fondo, capas de pigmentación, capas de laca o brillo. Una composición de acabado puede presentar los siguientes componentes: ligantes, pigmentos, plastificantes, solventes, lacas e hidrolacas. Las técnicas para la aplicación de estas sustancias incluyen felpas y pistolas; el felpeado se realiza en una mesa de manera manual, siendo después llevado el cuero a las cabinas de pintura o a la máquina de pintar donde una o varias pistolas pulverizan el acabado, después de seca al ambiente o en un túnel cuando se pinta en la máquina y pasa a la siguiente fase.

7.4.5. Planchado

Esta operación tiene como fin reticular todas las capas de acabado que se aplicaron con anterioridad, usualmente se aplican unas capas, se plancha, se aplican otras y se vuelve a planchar hasta obtener el resultado deseado. La reticulación de los materiales se logra aplicando en la prensa presión y temperatura, lo cual activa componentes que son termoplásticos dejando además un grabado en la superficie del cuero. Finalmente el producto terminado es medido, llevado a control de calidad, almacenado y distribuido.

8 BALANCE DE MATERIALES

Se realizó una consulta en campo para verificar balances de materiales, los siguientes detallan los balances de materiales en la caracterización global del proceso. Con este fin se realizó el seguimiento en cada una de las etapas para el procesamiento de una cochada de pieles, efectuando las medidas y pesajes pertinentes de insumos químicos, agua y piel.

La cantidad de insumos empleados fue pesada previamente al igual que las pieles que salen de cada etapa. Este proceso se realiza por cochadas, al igual que el tratamiento de los efluentes líquidos producidos.

Para efectos de aproximación al manejo real que se da en los procesos de la empresa es necesario tomar una base de cálculo apropiada, que sea representativa y sobre la cual estarán soportados todos los balances.

Por esta razón se tomarán como base 100 pieles descarnadas, que corresponden a un lote común, el cual fue procesado de manera normal en las curtiembres (aunque con ciertos cuidados en los pesajes luego de cada proceso).

Es importante destacar que en el presente balance se muestra también el comportamiento de los insumos que intervienen en algunos procesos como el desencalado y la curtición; es por esta razón que se han incluido algunas de las reacciones que tienen lugar para explicar el origen de ciertos productos y subproductos dentro de dichos procesos. Sin embargo, en otras etapas subsecuentes como por ejemplo en el teñido, la alta complejidad y variabilidad en los mecanismos de reacción no permite realizar una aproximación real del proceso.

8.1. LISTADO DE PROCESOS

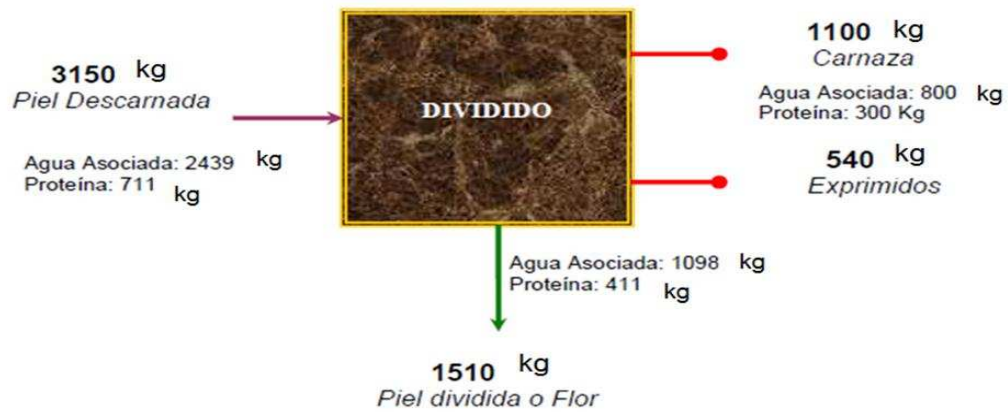
Como se mencionó con anterioridad, en las curtiembres se consideran 5 grupos principales de procesos que son: desencalado, curtición, recurtición acondicionado y acabado. Dentro de estos grupos, solo serán incluidos en los balances de materiales los siguientes procesos, que son los más representativos para cuantificar los productos obtenidos y por los volúmenes de agua empleados:

- ✓ Dividido
- ✓ Lavado (1)
- ✓ Desencalado
- ✓ Purga
- ✓ Lavado (2)
- ✓ Piquelado y Curtición
- ✓ Reposo
- ✓ Escurrido
- ✓ Rebajado
- ✓ Desorillo
- ✓ Recurtido, teñido y engrase
- ✓ Reposo
- ✓ Secado al ambiente

8.2. BALANCE DE MATERIALES POR PROCESO

- ✓ **DIVIDIDO:** En este proceso se utiliza una máquina provista de una cuchilla sin fin que separa la flor de la carnaza en las pieles descarnadas.

Figura 1 Diagrama de proceso para el dividido de la piel.

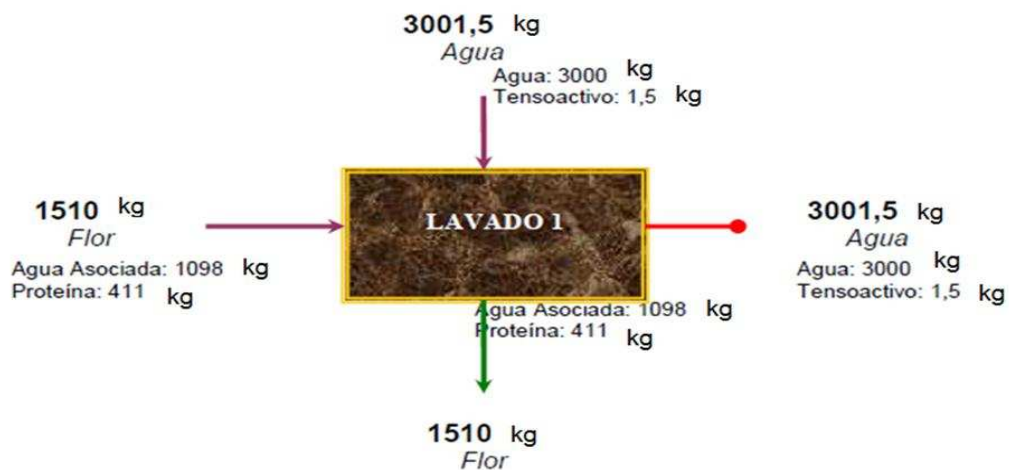


Fuente curtidores de Villapinzón

Manejo de Subproductos: Las carnazas obtenidas son vendidas.

- ✓ **LAVADO (1):** A partir de este proceso la base de cálculo serán los 1.510 kg de flor obtenidos en la etapa anterior. Luego se cargan las pieles en el fulón respectivo y sobre esta base se procede a adicionar un 200% de agua. (ver Figura 2).

Figura 2 Diagrama de proceso para el lavado 1.

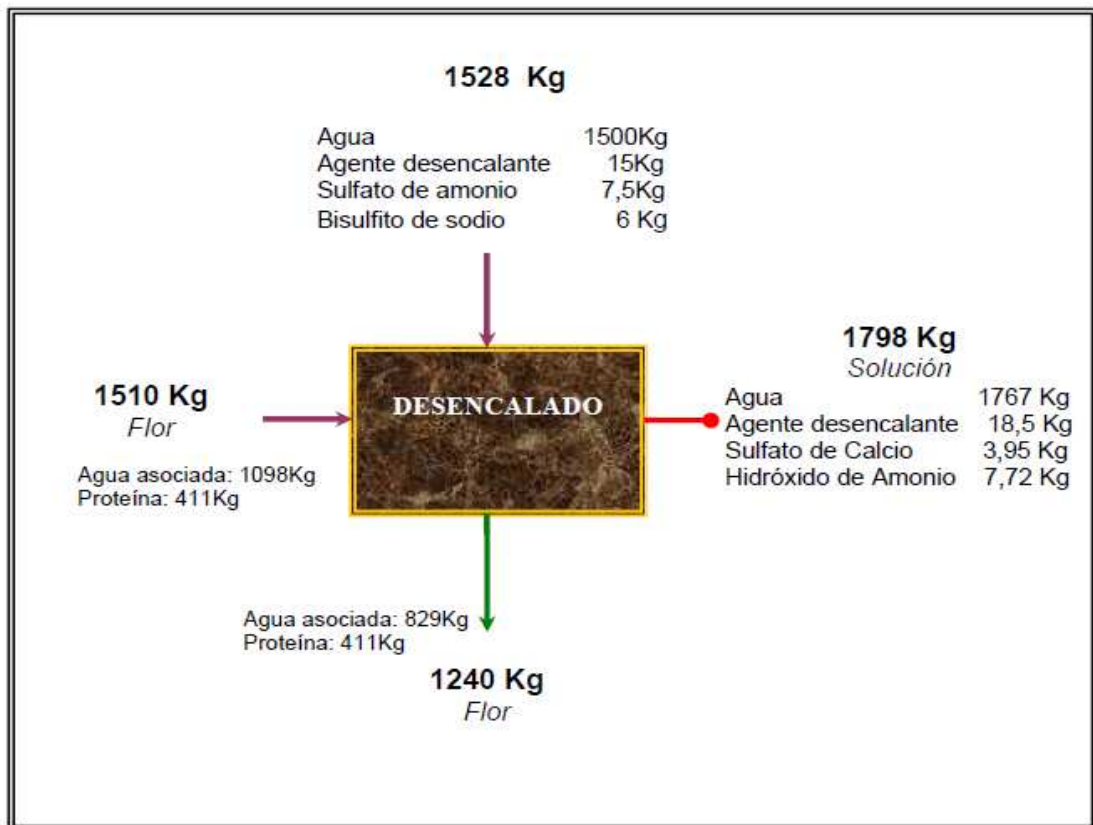


Fuente curtidores de Villapinzón

Manejo de Subproductos: las descargas de líquidos o soluciones de lavado residuales obtenidas son conducidas al tanque para la recolección de los residuos líquidos de carácter alcalino.

- ✓ **DESENCALADO:** Sobre la base de cálculo del peso de la flor se adiciona un 100% de agua, 1,5% de agentes desencalantes y un 0,4% de Bisulfito de Sodio. Para cuantificar las cantidades de productos obtenidos así como la eficiencia del proceso.

Figura 3 Diagrama de proceso para el desencalado

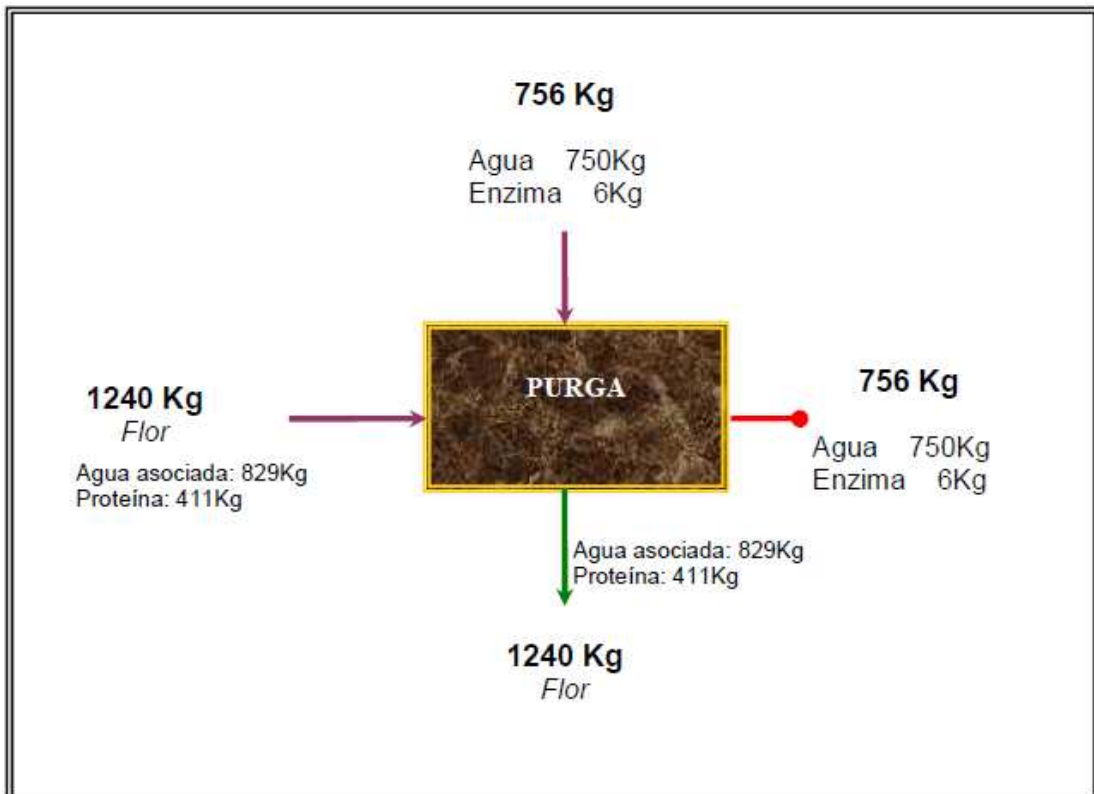


Fuente curtidores de Villapinzón

Manejo de Subproductos: La solución obtenida al final del proceso es conducida al tanque para la recolección de los residuos líquidos de carácter alcalino.

- ✓ **PURGA:** este proceso hace parte de la preparación que tienen las pieles para la etapa de piquelado y curtido. Sobre el fulón cargado con las pieles se adiciona un 50% de agua y 0,3% de enzima proteolítica (BC: peso flor).

Figura 4 Diagrama de proceso para la purga.

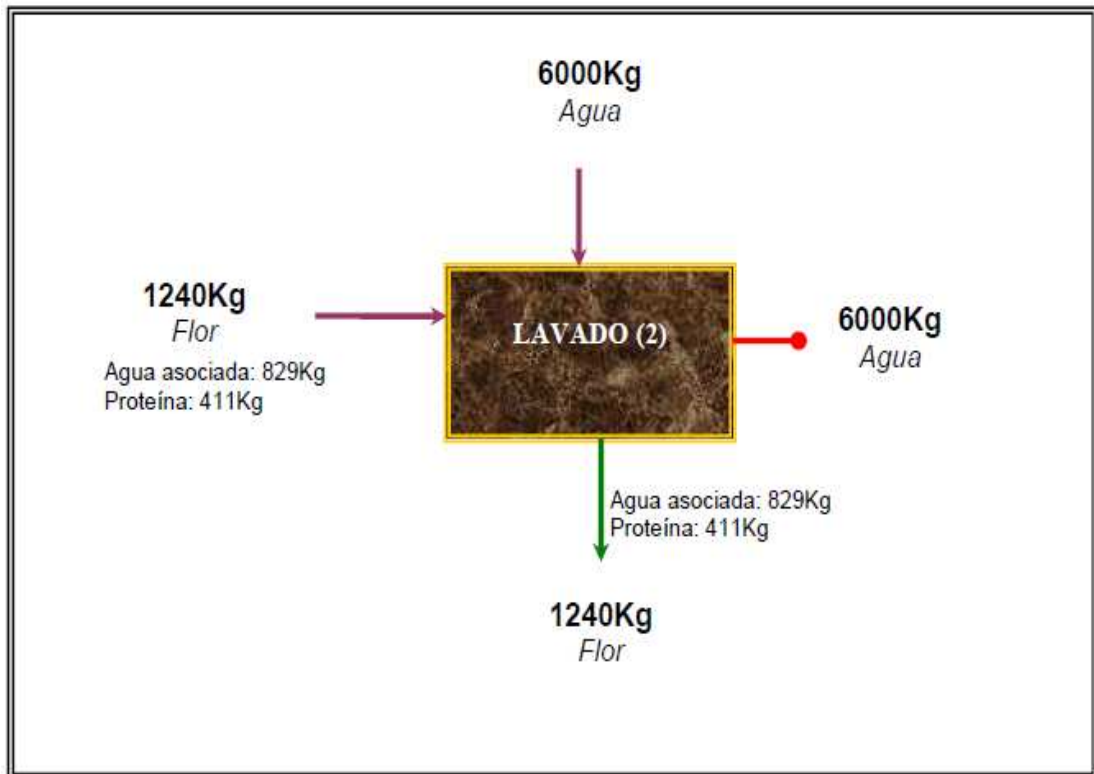


Fuente curtidores de Villapinzón

Manejo de Subproductos: En este proceso no se realizan descargas de ningún tipo y constituye solo una operación de preparación para las etapas posteriores.

- ✓ **LAVADO (2):** Esta es la segunda etapa de preparación antes de iniciar el piquelado. Consiste en adicionar un 400% de agua en dos ciclos sobre la misma base de cálculo manejada hasta este punto.

Figura 5 Diagrama de proceso para el lavado (2)

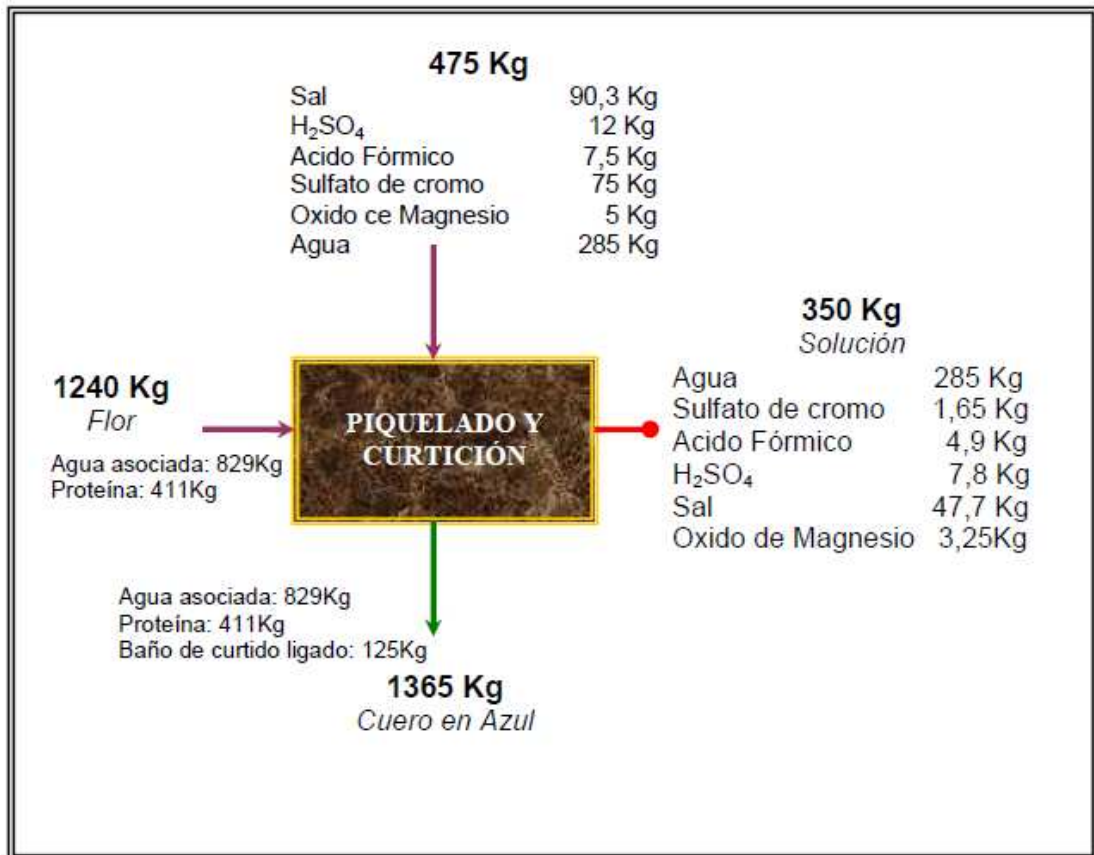


Fuente curtidores de Villapinzón

Manejo de Subproductos: las descargas de líquidos o soluciones de lavado residuales obtenidas son conducidas al tanque para la recolección de los residuos líquidos de carácter alcalino,

- ✓ **PIQUELADO Y CURTIDO:** Sobre el peso inicial de las pieles divididas, se adiciona al fulón un 6% de Sal, 1,0% de Ácido Sulfúrico, 0,5% de Acido fórmico y un 5% de Sulfato de Cromo.

Figura 6 Diagrama de proceso para piquelado y curtido.



Fuente curtidores de Villapinzón

Manejo de Subproductos: las descargas de los vertimientos líquidos o soluciones residuales producidas ricas en cromo son conducidas a un tanque para su posterior precipitación y reutilización de los clarificados como baño de curtido.

REPOSO: Luego de curtir las pieles se extraen del fulón y se deja que escurran la mayor cantidad de agua en los burros. Se elimina aproximadamente un 10% de su peso en líquidos que drenan hacia la planta de tratamiento a través del circuito ácido.

Figura 7 Diagrama de proceso para el reposo.



Fuente curtidores de Villapinzón

Manejo de Subproductos: las soluciones residuales producidas escurren sobre el piso y luego van hacia las piscinas de los fulones de curtido. De allí son conducidas al tanque para la recolección de los residuos líquidos de carácter ácido.

- ✓ **ESCURRIDO:** Utilizando la máquina escurridora es posible eliminar hasta un 20% del agua libre que se encuentra en las pieles.

Figura 8 Diagrama de proceso para el escurrido.



Fuente curtidores de Villapinzón

Manejo de Subproductos: las aguas residuales producidas escurren sobre el piso y luego van hacia las líneas de conducción (tuberías y cajas) que terminan en el tanque para la recolección de los residuos líquidos de carácter ácido,

- ✓ **REBAJADO:** Utilizando la máquina rebajadora se ajusta el calibre de los cueros de acuerdo con el producto deseado (tapicería, marroquinería, etc). Las virutas obtenidas son de aproximadamente el 30 % del peso del material entrante.

Figura 9 Diagrama de proceso para el rebajado.



Fuente curtidores de Villapinzón

Manejo de Subproductos: La viruta o ripio producido se empaca en sacos y se almacena para venderlos a empresas que fabrican cuero aglomerado.

- ✓ **DESORILLO:** En esta operación manual se retiran los bordes de las zonas que no son aprovechables. Las pérdidas en peso pueden oscilar alrededor del 10%, de acuerdo con la técnica del operario.

Figura 10 Diagrama de proceso para el desorillado.



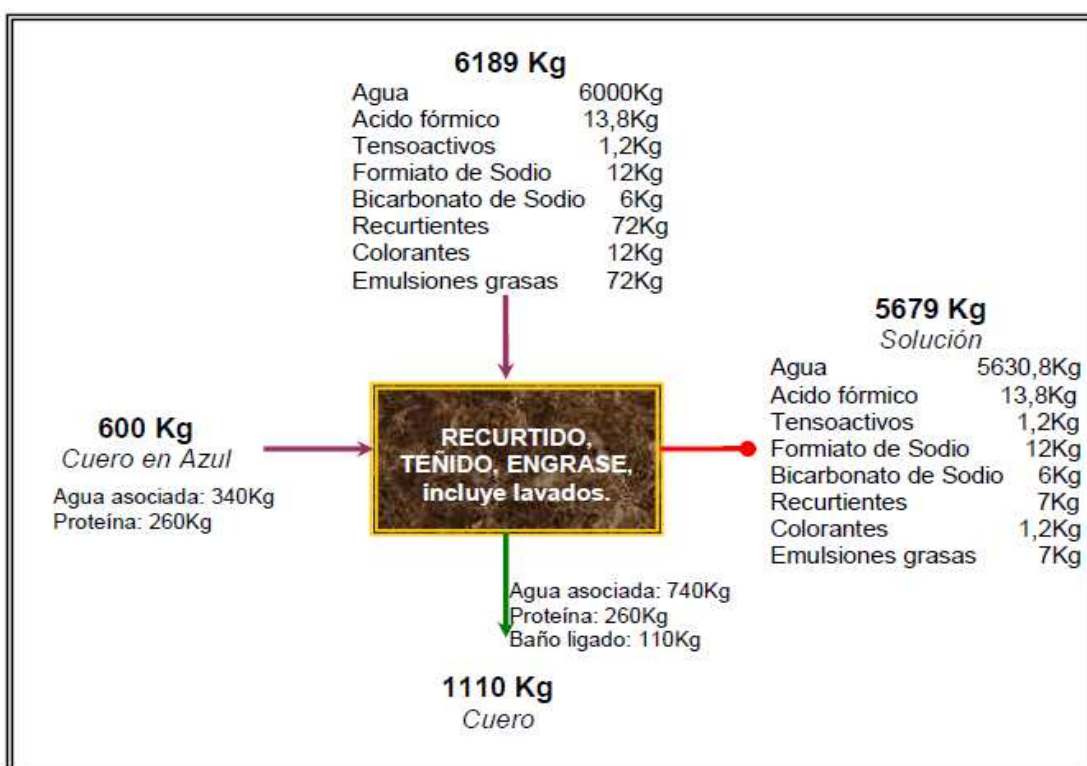
Fuente curtidores de Villapinzón

Manejo de Subproductos: Los recortes producidos son empacados en sacos y almacenados hasta acumular la cantidad suficiente para que una empresa gestora de residuos haga la disposición final.

- ✓ **RECURTIDO, TEÑIDO Y ENGRASE:** En este proceso, los cueros desorillados se humectan, se recorren, se tiñen y se engrasan, aquí se incluyen algunos subprocesos como la humectación, los lavados y la neutralización. Se inicia mediante la adición de 1000% de agua en varios ciclos, lo mismo que 0,2 % de tensoactivo, del 2 al 2,5 % de ácido fórmico en varias tomas. Posteriormente se neutraliza el PH llevándolo hasta un 5 adicionando 2% de formiato y 1% de bicarbonato de sodio. En este punto el cuero está listo para recibir de nuevo materiales curtientes que le son adicionados en una dosis del 12% junto con un 2% de colorantes. Una vez absorbidos por el cuero estos materiales se fijan y se procede a engrasar las fibras del cuero con la adición de un 12% de emulsiones de aceites que en aproximadamente una hora son fijadas en el cuero. Finalmente se lavan las pieles y se sacan del fulón a un banco de reposo. Todo este proceso se

lleva a cabo en un mismo fulón usualmente el No. 4 o de recurtido. Estos porcentajes se manejan sobre la base de 600 Kg del cuero en azul obtenido en la etapa de rebajado anterior. Con el objeto de efectuar un balance real y de acuerdo con datos obtenidos en la práctica se acepta un porcentaje de absorción de los materiales ofrecidos de un 90%.

Figura 11 Diagrama de proceso para hidratación, recurtido, teñido, engrase, incluye lavados.

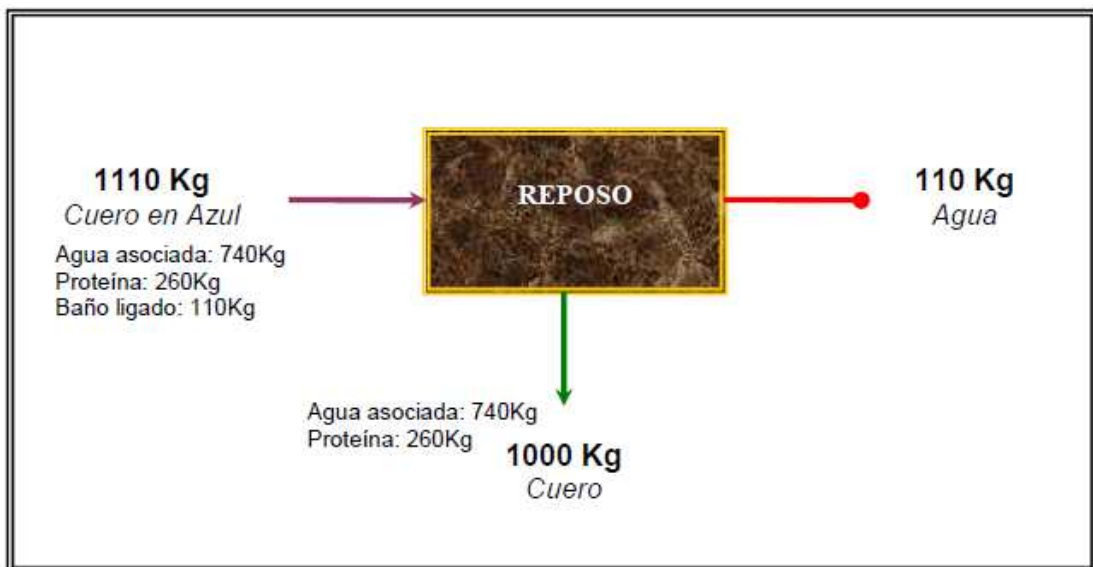


Fuente curtidores de Villapinzón

Manejo de Subproductos: las descargas de los vertimientos líquidos o soluciones residuales producidas en el proceso son conducidas al tanque para la recolección de los residuos líquidos de carácter ácido.

- ✓ **REPOSO:** Después de engrasar los cueros y sacarlos del fulon, estos son apilados en un burro, donde se les deja por un periodo mínimo de 12 horas con el fin de que las reacciones terminen y los productos adicionados se fijen definitivamente al cuero.

Figura 12 Diagrama de proceso para el reposo.

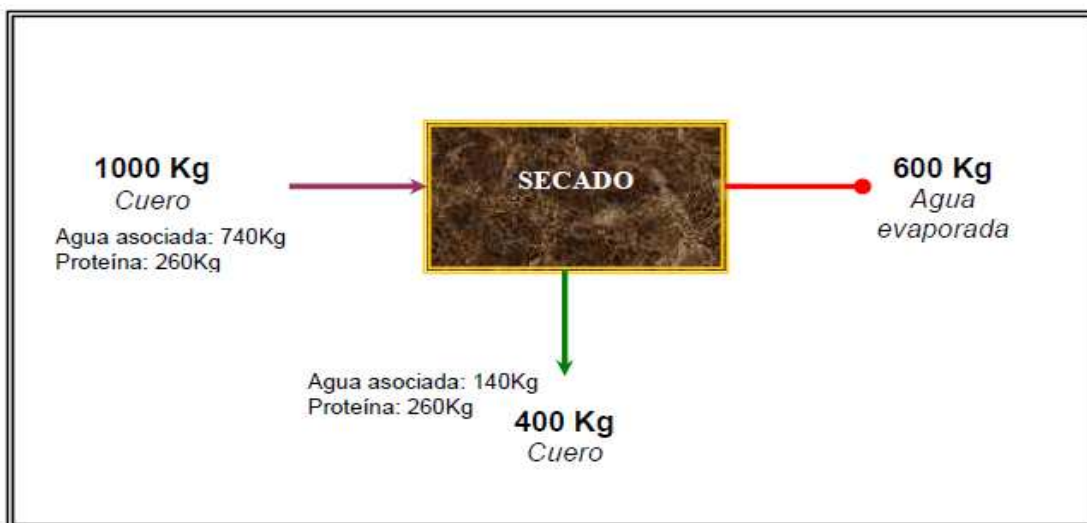


Fuente curtidores de Villapinzón

Manejo de Subproductos: las soluciones residuales producidas escurren sobre el piso y luego van hacia las piscinas de los fulones de curtido. De allí son conducidas al tanque para la recolección de los residuos líquidos de carácter ácido.

- **SECADO AL AMBIENTE:** Después del reposo los cueros son llevados a la zona de secado al ambiente donde son colgados con varas a la estructura del techo. Después de cuatro días se obtiene el porcentaje de agua deseado y se procede a descolgarlos y alistarlos para la fase de acondicionado.

Figura 13 Diagrama de proceso para el secado.



Fuente curtidores de Villapinzón

Manejo de Subproductos: En esta etapa no se generan subproductos, pues el agua que pierde el cuero pasa directamente al ambiente.

Tabla 4 Resumen de balance de materia para 100 pieles descarnadas.

PROCESO	ENTRADAS		SALIDAS	
	INSUMO	CANTIDAD Kg POR CADA 100 PIELES	PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS	CANTIDAD Kg POR CADA 100 PIELES
DIVIDIDO	Piel	3150	Piel Carnaza Exprimidos	1510 1100 540
LAVADO (1)	Piel Agua Tensoactivo	1510 3000 1.5	Piel Agua Cal	1510 3000 1.5
DESENCALADO	Piel Agua Desencalado Bisulfito Sulfato de amonio	1510 1500 15 6 7.5	Piel Agua Desencalado Hidróxido de amonio Sulfato de calcio	1240 1767 18.5 7.72 3.95
PURGA	Piel Agua Encima	1240 750 6	Piel Agua Encima	1240 750 6
LAVADO (2)	Piel Agua	1240 6000	Piel Agua	1240 6000
PIQUELADO Y CURTICION	Agua Piel Sal Ácido sulfúrico Ácido fórmico Sulfato de corno Oxido de magnesio	285 1240 90.3 12 7.5 75 5	Agua Piel Sal Ácido sulfúrico Ácido fórmico Sulfato de corno Oxido de magnesio	285 1365 47.7 7.8 4.9 1.32 3.25
REPOSO	Piel	1365	Piel	1240

PROCESO	ENTRADAS		SALIDAS	
	INSUMO	CANTIDAD Kg POR CADA 100 PIELES	PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS	CANTIDAD Kg POR CADA 100 PIELES
			Agua	125
ESCURRIDO	Piel	1240	Piel Agua	950 290
REBAJADO	Piel	950	Piel Viruta	660 290
DESORILLADO	Piel	660	Piel Orillos	600 60
RECURTIDO TEÑIDO ENGRASE	Piel Agua Ácido fórmico Tensoactivo Formiato de sodio Bicarbonato de sodio Recurtientes Colorantes Emulsiones grasas	600 6000 13.8 1.2 12 6 72 12 72	Piel Agua Ácido fórmico Tensoactivo Formiato de sodio Bicarbonato de sodio Recurtientes Colorantes Emulsiones grasas	1110 5630.8 13.8 1.2 12 6 7 1.2 7
REPOSO	Piel	1110	Piel Agua	1000 110
SECADO	Piel	1000	Piel Agua	600 400

Fuente: Curtidores de Villapinzón

8.3. BALANCE DE AGUA

De los balances anteriores pueden extraerse los resultados relacionados con el consumo y vertimiento de agua, los cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 5 Consumos y vertimientos de agua para 100 pieles

OPERACIÓN	CONSUMO AGUA (L)	%	VERTIMIENTO (L)	%
Lavado (1)	3000	14.3	3001,5	13,9
Desencalado	1500	7.1	1798	8,3
Purga-Lavado (2)	6750	32.1	6756	31,3
Piquelado y curtido	285	1.4	350	1,6
Reposo	---	---	125	0,6
Escurreido	---	---	290	1,3
Recurtido, teñido y engrase	6000	28.5	5630,8	26,1
Reposo	---	---	110	0,5
Lavado Planta	3500	16.6	3500	16,2
TOTAL	21035	100	21561,3	100

Fuente: Curtidores de Villapinzón

9. CARACTERIZACION DE LOS VERTIMIENTOS GENERADOS EN EL SECTOR

El problema de contaminación generado en los efluentes líquidos, se debe principalmente a la cantidad de productos químicos y agua que se utilizan en el proceso. La mayoría de los procesos necesarios para la transformación de la piel se efectúan en presencia de grandes volúmenes de agua, como puede observarse detalladamente en la Tabla No. 5.

Pero para efectos de esta investigación se considerará la producción de 1200 pieles mensuales con los vertimientos correspondientes que se observan en la siguiente tabla:

Tabla 6 Vertimientos del proceso en la empresa

	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	ANUAL
VOLUMEN EN M³	10,7	64,2	256,8	2825

Fuente: Curtidores de Villapizón

9.1. CARACTERÍSTICAS DEL EFLUENTE

Las características de los efluentes de cada una de las partes del proceso se señalan a continuación:

9.1.1. DESENCALADO A PURGA

Las aguas de vertimiento de desencalado, purga y lavado se caracterizan por un alto contenido de sólidos, además se supone la presencia de sulfatos y altos

contenidos de grasas y aceites, como consecuencia de la degradación de la piel. Al utilizarse compuestos amoniacales, el efluente debe verse afectado por la presencia de nitrógeno, aumentando el pH y la demanda química de oxígeno. Pero aún los cueros por su misma naturaleza química se degradan y generan compuestos con alto contenido de nitrógeno de manera inevitable.

9.1.2. PICKELADO A ENGRASE

En los procesos de piquelado y curtición se utilizan sales de cromo, óxidos metálicos, sal y ácidos orgánicos e inorgánicos, por lo cual se hace inevitable la presencia de cloruros, sulfatos, cromo y un incremento en la demanda de oxígeno del vertimiento.

En el recurtido y lavado se emplean compuestos grasos, curtientes metálicos y vegetales, anilinas y sales, razón por la cual se presentan altos contenidos de sólidos disueltos y suspendidos, cromo, grasas y un crecimiento en la demanda de oxígeno del vertimiento.

10. TECNOLOGÍA AMBIENTAL ACTUALMENTE USADA

10.1. SISTEMA FÍSICO-QUÍMICO

Normalmente se cuenta con sistemas físico químico y de humedales artificiales para su tratamiento y disposición final sobre las fuentes hídricas aledañas como parte inicial del proyecto fue necesario realizar una caracterización de los efluentes para determinar el grado de contaminación de los mismos; además fue necesario separarlos de acuerdo con su carácter alcalino o ácido para facilitar el proceso de tratamiento. Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 7 Caracterización inicial de los efluentes del proceso de curtido de pieles

PARAMETRO	AGUAS ALCALINAS	AGUAS ACIDAS
DQO (mg/L)	11873	6170
DBO ⁵ (mg/L)	4169	2340
Sólidos Totales (mg/L)	16230	6668
Sólidos Suspendidos (mg/L)	2174	181
Sólidos Sedimentables 1hr (ml/L)	1	3,75
pH (unidades)	12,06	4,5
Turbiedad (NTU)	1830	190
Sulfuros (mg/L)	570	***
Tensoactivos (mg/L)	3,1	***
Grasas y aceites (mg/L)	329	***
Cromo Total (mg/L)	***	10,43

*** No aplica medición.

Fuente: Curtidores de Villapizón

Las aguas que se denominan alcalinas corresponden a los efluentes de los procesos de lavado, desencalado, purga y lavado. Por su parte, las aguas ácidas provienen de los procesos de curtido, piquelado y recurtido básicamente.

Tabla 8 Caracterización final de los efluentes del proceso de curtido de pieles luego del tratamiento físico-químico.

PARAMETRO	AGUAS ALCALINAS Coagulante 7787 Floculante A100		AGUAS ACIDAS Coagulante 9072 Floculante N100		% DE REMOCIÓN	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Alcalina	Acida
DQO (mg/L)	11873	3443	6170	2900	71	53
DBO ⁵ (mg/L)	4169	1417	2340	772	66	67
Sólidos Totales (mg/L)	16233	4382	6668	2200	73	67
Sólidos Suspendidos (mg/L)	2174	434	181	34	80	81
Sólidos Sedimentables 1hr (ml/L)	1	0,06	3,75	0,15	94	96
pH (unidades)	12,06	12,06	4,5	4,5	---	---
Turbiedad (NTU)	1830	933	190	59	49	69
Sulfuros (mg/L)	570	188	***	***	67	---
Tensoactivos (mg/L)	3,1	1,6	***	***	47	---
Grasas y aceites (mg/L)	329	263	***	***	20	---
Cromo Total (mg/L)	***	***	10,43	1,35	---	87

*** No aplica medición.

--- porcentaje no aplicable.

Fuente: Curtidores de Villapizón

10.2. SISTEMA BIOLÓGICO

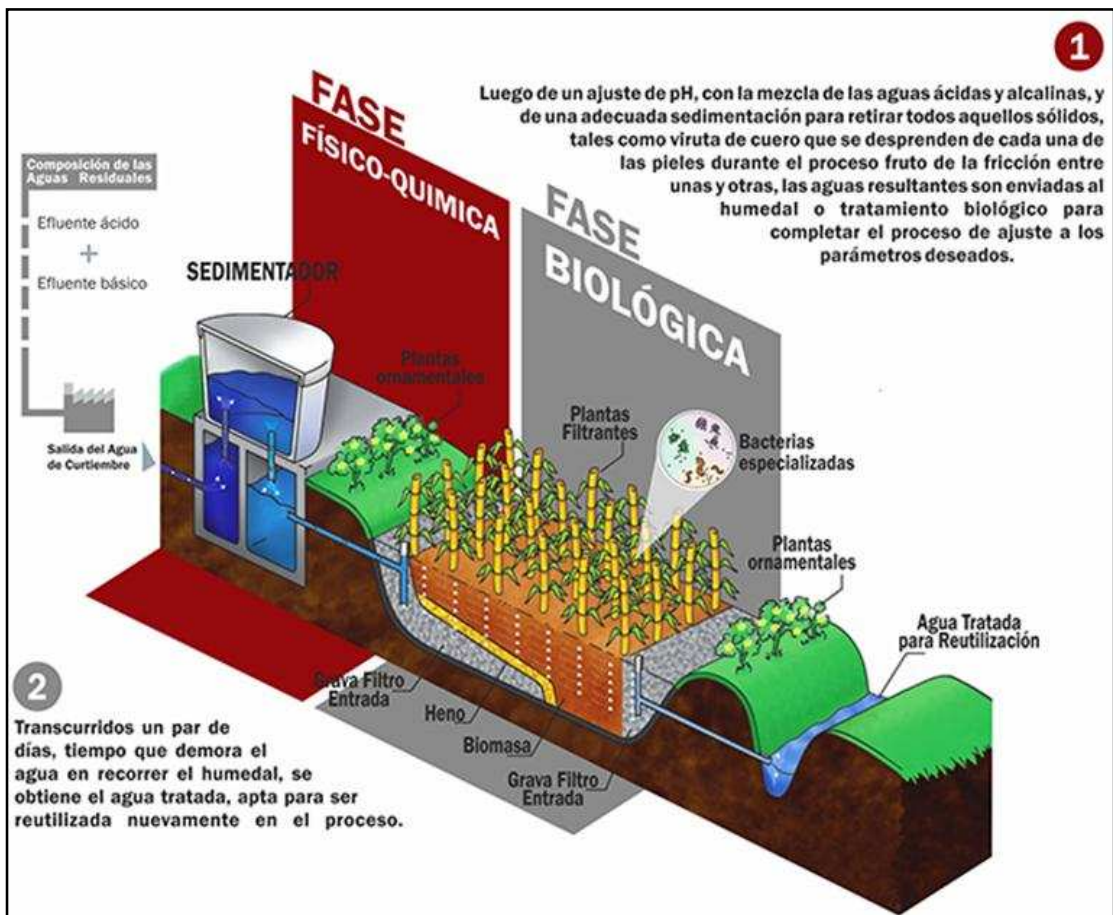
Es una combinación de un sistema de filtrado conformado por un sustrato de crecimiento y la planta *Phragmites Australis* o carrizo, que tiene como ventaja el uso de cada una de sus secciones para realizar la remoción de los contaminantes presentes en las aguas residuales (sistema con flujo subsuperficial).

Dicho sustrato está generalmente constituido por material inerte como roca, grava, arena y biomasa. La permeabilidad del sustrato, junto con el gradiente hidráulico, contribuye a determinar el régimen hidráulico y las condiciones necesarias para mantener el flujo en el sistema.

Adicionalmente, permite una acción de filtración mecánica y conforma además con el conjunto de raíces de las plantas, el sustrato para la adherencia de una película biológica integrada por bacterias, hongos, protozoos, pequeños metazoos

(alrededor de 1000 bacterias/gr), responsable de la depuración, aprovechando así la alta actividad biológica de la planta *Phragmites Australis*

Figura 14 Sistema de humedales artificiales



Fuente: QUIMICA IT

11. NECESIDADES DE BUENAS PRÁCTICAS TECNOLOGÍA Y COSTOS DE APLICACIÓN

11.1. CAPACITACION

Es necesario contar con personal que sea capaz de aplicar las formulaciones desarrolladas y realizar un seguimiento efectivo de los procesos, con el fin de tecnificar la actividad del curtido de pieles.

Ficha 1 Buenas prácticas de manufactura-capacitación

ACTIVIDAD IMPACTO	CAPACITACIÓN					
	TIPO DE IMPACTO		CAUSA DE IMPACTO		ELEMENTO AFECTADO	
Deterioro innecesario del entorno y alteración de las fuentes hídricas aledañas	Negativo		Bajo desarrollo de procesos con producción limpia que no son ambientalmente sostenible,		Cultural, tradiciones y estilo de vida. Personal directamente relacionado con el proceso productivo.	
Tipo de Medida	Prevención	Protección	Control	Mitigación	Recuperación	Compensación
			X	X		
OBJETIVO	<ul style="list-style-type: none"> • Ambiental: Dar a conocer alternativas de producción más limpia entre los curtidores de la región. • Generar una cultura de respeto por el medio ambiente. • Económico: Aprovechamiento integral de las materias primas. • Estandarización de procesos productivos. • Minimización de los volúmenes de residuos para tratar. 					
ALCANCE	Implementar las formulaciones desarrolladas por las industrias de curtido. Tener personal capacitado responsable de los procesos, conscientes de las posibles consecuencias de su desempeño.					
PLAN OPERATIVO						
Acción	Responsable	Tiempo de ejecución		Indicador de gestión		
Se organizan capacitaciones sobre buenas prácticas de operación	EMPRESARIO	PERMANENTE		Aprobación de exámenes prácticos para el personal operativo		
Se realizan reuniones periódicas con el personal de la empresa para el mejoramiento de la misma	EMPRESARIO Y OPERARIOS	PERMANENTE: cada vez que sea necesario.		Detección de los puntos donde sea posible mejorar la actividad de la empresa		
CUANTIFICACION Y COSTOS						
DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	SUBTOTAL		
Actividades de capacitación	Horas	\$80.000	6	\$480.000		
TOTAL EN PESOS 2012				\$480.000		

Fuente: Curtidores de Villapinzón

11.2. MEDICION Y REGISTRO

Con el fin de evitar el uso excesivo de agua e insumos se realizan las mediciones necesarias siguiendo una formulación planteada.

Ficha 2 Buenas prácticas de manufactura - Medición y registro

ACTIVIDAD	CAPACITACIÓN					
IMPACTO	TIPO DE IMPACTO		CAUSA DE IMPACTO		ELEMENTO AFECTADO	
Cambio en la calidad fisicoquímica de las aguas	Negativo		El no pesar las pieles, en el proceso para establecer una relación estequiométrica genera el uso excesivo de agua e insumos químicos.		Agua superficial del cuerpo de agua donde se efectúe el vertimiento.	
Tipo de Medida	Prevención	Protección	Control	Mitigación	Recuperación	Compensación
			X	X		
OBJETIVO	<ul style="list-style-type: none"> Ambiental: suministrar los insumos químicos necesarios para los procesos evitando la contaminación por vertimientos que contienen químicos que no reaccionan. Económico: lograr la optimización de los procesos y por tanto disminuir los costos de producción sin afectar la calidad del producto final. 					
ALCANCE	Desarrollar formulaciones basadas en el peso de la piel, para estandarizar y controlar más eficientemente los procesos.					
PLAN OPERATIVO						
Acción	Responsable	Tiempo de ejecución		Indicador de gestión		
Pesar las pieles antes de cargarlas al bombo	EMPRESARIO Y OPERARIOS	PERMANENTE: antes de iniciar los procesos		Tener el peso de las pieles para ser usado como base de cálculo		
Escribir detalladamente las condiciones de cada uno de los procesos (pH, temperaturas, tiempos)	EMPRESARIO Y OPERARIOS	PERMANENTE: cada vez que sea necesario.		Obtener las formulaciones basadas por kilogramos de piel que entra al proceso.		
Registrar en cada lote los insumos y materias primas utilizados	EMPRESARIO Y OPERARIOS	PERMANENTE: antes de iniciar los procesos		Se obtiene los gramos de insumo por kg de piel cargada, así como los m ³ de agua por kg de piel cargada.		
CUANTIFICACION Y COSTOS						
DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	SUBTOTAL		
Báscula 500 Kg	Kg	\$800.000	2	\$1.600.000		
Báscula 250Kg	Kg	\$350.000	1	\$350.000		
Balanza 3 Kg y balanza digital 2 Kg (2 cifras decimales)	Kg	\$650.000	1	\$650.000		
Motobomba 3HP para alimentar bombos	unidad	\$1.200.000	1	\$1.200.000		
TOTAL EN PESOS 2012				\$3.800.000.00		

Fuente: Curtidores de Villapinzón

11.3. PRODUCCION LIMPIA

Con el fin de reducir las cargas contaminantes de los efluentes se han venido desarrollando acciones encaminadas a minimizar dichas cargas de los baños agotando en los fulones los materiales adicionados. De esta forma se logró mejorar la calidad final de los vertimientos disminuyendo los costos y facilitando su posterior tratamiento.

11.3.1. Desencalado

Ficha 3 Tecnologías limpias desencalado

ACTIVIDAD	CAPACITACIÓN					
IMPACTO	TIPO DE IMPACTO		CAUSA DE IMPACTO		ELEMENTO AFECTADO	
Cambio en la calidad fisicoquímica de las aguas	Negativo		Bajo control en las dosificaciones de productos químicos y en el proceso como tal.		Agua superficial del cuerpo de agua donde se vierta.	
Tipo de Medida	Prevención	Protección	Control	Mitigación	Recuperación	Compensación
			X	X		
OBJETIVO	<ul style="list-style-type: none"> Ambiental: Sustituir y disminuir la cantidad de productos químicos tóxicos haciendo más eficientes los procesos, sustentado en estudios químicos y de tecnologías más limpias. Económico: Disminuir la carga contaminante de los vertimientos y así bajar los costos de tratamiento. Mejorar la calidad de la materia prima (piel). 					
ALCANCE	Aplicar tecnologías limpias disponibles en el mercado y adecuarlas al proceso de la empresa.					
PLAN OPERATIVO						
Acción	Responsable		Tiempo de ejecución		Indicador de gestión	
Utilizar otros gents Desencalantes diferentes al Sulfato de Amonio.	EMPRESARIO Y OPERARIOS		PERMANENTE: antes de iniciar los procesos		Tener un registro detallado del consumo de productos para manejo eficiente de inventarios.	
CUANTIFICACION Y COSTOS						
DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	SUBTOTAL		
TOTAL EN PESOS 2012				\$0		

Fuente: Curtidores de Villapinzón

11.4. CURTICION

Ficha 4 Tecnologías limpias curtición

ACTIVIDAD	CAPACITACIÓN					
IMPACTO	TIPO DE IMPACTO		CAUSA DE IMPACTO		ELEMENTO AFECTADO	
Cambio en la calidad fisicoquímica de las aguas	Negativo		Bajo control en las dosificaciones de productos químicos y en el proceso como tal.		Agua superficial del río Bogotá.	
Tipo de Medida	Prevención	Protección	Control	Mitigación	Recuperación	Compensación
			X	X		
OBJETIVO	<ul style="list-style-type: none"> Ambiental: Sustituir y disminuir la cantidad de productos químicos tóxicos haciendo más eficientes los procesos, sustentado en estudios químicos y de tecnologías más limpias. Económico: Disminuir la carga contaminante de los vertimientos y así bajar los costos de tratamiento. Mejorar la calidad de la materia prima (piel). 					
ALCANCE	Aplicar tecnologías limpias disponibles en el mercado y adecuarlas al proceso de la empresa.					
PLAN OPERATIVO						
Acción	Responsable		Tiempo de ejecución		Indicador de gestión	
Aplicar la tecnología adecuada llevando un registro por cochada de insumos adicionados.	EMPRESARIO Y OPERARIOS		PERMANENTE: antes de iniciar los procesos		Tener un registro detallado del consumo de productos para manejo eficiente de inventarios.	
Aplicación de cromo autobasificante y verificar su agotamiento mediante el control de pH, temperatura y tiempo.	EMPRESARIO Y OPERARIOS		PERMANENTE		Indicadores ambientales.	
CUANTIFICACION Y COSTOS						
DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	SUBTOTAL		
Balanzas	***	***	***	***		
Caldera	***	***	***	***		
Termómetros	unidad	\$150.000	2	\$300.000		
pH-metro	unidad	\$250.000	1	\$250.000		
TOTAL EN PESOS 2012				\$550.000.00		

*** Elementos incluidos en la ficha No 2

Fuente: Curtidores de Villapinzón

11.5. TEÑIDO

Ficha 5 Tecnologías limpias para teñido

ACTIVIDAD	CAPACITACIÓN					
IMPACTO	TIPO DE IMPACTO		CAUSA DE IMPACTO		ELEMENTO AFECTADO	
Cambio en la calidad fisicoquímica de las aguas, contaminación con metales.	Negativo		Utilización de tinturas con complejos metálicos.		Agua superficial del río Bogotá.	
Tipo de Medida	Prevención	Protección	Control	Mitigación	Recuperación	Compensación
			X	X		
OBJETIVO	<ul style="list-style-type: none"> Ambiental: Agotar los baños de teñido hasta eliminar el color presente en ellos. Económico: Eliminar metales pesados para evitar altos costos en los tratamientos. 					
ALCANCE	Verter aguas con la mínima coloración posible.					
PLAN OPERATIVO						
Acción	Responsable		Tiempo de ejecución		Indicador de gestión	
Dosificar apropiadamente el colorante con base en el peso del cuero en azul	EMPRESARIO Y OPERARIOS		PERMANENTE: antes de iniciar los procesos		Formulación y planilla de control por lote.	
Dejar las pieles en el fulón el tiempo que sea necesario para su agotamiento.	EMPRESARIO Y OPERARIOS		PERMANENTE		Reducción del color en el agua del baño.	
CUANTIFICACION Y COSTOS						
DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	SUBTOTAL		
Balanzas	***	***	***	***		
Termómetros	***	***	***	***		
TOTAL EN PESOS 2012					\$0	

*** Elementos incluidos en la ficha No 4

Fuente: Curtidores de Villapinzón

11.6. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

Diseñar e implementar un sistema físico químico y de humedales artificiales para su tratamiento y disposición final sobre las fuentes hídricas aledañas.

Ficha 6 Tratamiento de aguas residuales industriales

ACTIVIDAD	CAPACITACIÓN					
IMPACTO	TIPO DE IMPACTO		CAUSA DE IMPACTO		ELEMENTO AFECTADO	
Cambio en la calidad fisicoquímica de las aguas superficiales.	Negativo		Vertimientos de las aguas residuales producidas sin su respectivo tratamiento, como consecuencia de la actividad productiva.		Agua superficial del río Bogotá.	
Tipo de Medida	Prevención	Protección	Control	Mitigación	Recuperación	Compensación
			X	X		
OBJETIVO	<ul style="list-style-type: none"> Ambiental: Reducir las cargas contaminantes con el fin de no afectar en lo posible el medio ambiente. Económico: Evitar las sanciones ambientales por el incumplimiento de la normatividad. 					
ALCANCE	Reducir las cargas contaminantes de las aguas residuales para dar cumplimiento a la normatividad ambiental, mediante la construcción de una planta de tratamiento.					
PLAN OPERATIVO						
Acción	Responsable		Tiempo de ejecución		Indicador de gestión	
Construcción de la Planta físico-química De Tratamiento de aguas residuales industriales.	EMPRESARIO		Dos meses a partir de la aprobación del MA por la CAR.		Planta operando. Análisis de aguas óptimos.	
Rediseño y adaptación de la PTAR tipo humedal construido.	EMPRESARIO		Dos meses a partir de la aprobación del MA por la CAR.		Planta operando. Análisis de aguas óptimos	
CUANTIFICACION Y COSTOS						
DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	SUBTOTAL		
Materiales y construcción	Global	\$25.000.000	1	\$25.000.000		
Asesoría y mano de obra calificada.	Global	\$35.000.000	1	\$35.000.000		
Análisis de aguas residuales.	Global	\$5.000.000	1	\$5.000.000		
TOTAL EN PESOS 2013				\$65.000.000.00		

Fuente: Curtidores de Villapinzón

12. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Este ejercicio en particular nos permite ver que en la actualidad existe informalidad del sector lo que genera una reputación negativa para el proceso industrial en el tema ambiental. Existe en el país experiencias que sirvieron como ejemplo para la construcción del proyecto de norma Versión 5.0 que en el caso de las curtiembres la aplicación de tecnologías limpias es pieza fundamental para alcanzar los nuevos límites de control proyectados.

Las acciones siguientes son las que se han definido como estratégicas para alcanzar los resultados impuestos en cuanto a calidad del vertimiento:

- Contar con un proceso de desencale en el cual se reemplace parcialmente el Sulfato de Amonio por sales que no producen amoníaco.
- Uso de cromo autobasificante para el cual se puede verificar su agotamiento a través de seguimiento en el pH y temperatura. Para este propósito se puede utilizar un procedimiento mediante el cual se optimiza la absorción del cromo por la piel con el fin de minimizar las cargas contaminantes en el baño efluente por el uso del cromo y el procedimiento convencional. Se busca mantener la oferta de un 2,5% de óxido de cromo sobre peso de piel en tripa, ya que de acuerdo a la experiencia con una baja oferta de cromo, por ejemplo 1,6% a 1,7% de óxido de cromo, es difícil alcanzar la resistencia al agua hirviendo y conseguir una distribución uniforme transversalmente.

Con el uso de este procedimiento que incluye alcanzar una temperatura específica mediante la adición de vapor saturado seco a 80 psi al bombo durante la reacción de basificación se consiguen baños residuales con bajo contenido de óxido de Cromo para evitar posteriores tratamientos químicos, ya que se han alcanzado

eficiencias por encima del 90%. De esta forma se consigue hacer un uso más racional del cromo, evitando su elevada concentración en las aguas residuales. Además la empresa efectúa un reciclaje del baño de curtido que ayuda a minimizar la salida de cromo hacia la PTAR.

Con base en las mediciones del contenido de cromo en los baños efluentes del proceso de curtido (promedio 1000 ppm ver anexo 2) y por la elevada eficiencia del proceso que es cercana al 98%, se concluyó que recircular estos baños, no aportaría cromo pero si el resto de sales presentes en el baño.

Para el proceso de teñido los cueros rebajados son pesados y sobre esta base se realizan las formulaciones pertinentes de colorantes como de auxiliares, evitando así el uso indiscriminado de insumos que afectan las aguas residuales producidas. Por esta razón, se utilizan colorantes y auxiliares de bajo impacto ambiental por ser de alto agotamiento y libres de Benzidina.

En esta sección se mostrarán los resultados obtenidos con la aplicación de las tecnologías limpias descritas con anterioridad. Para este fin en la Tabla No.9 se observan los parámetros usuales en las cargas contaminantes para la industria de las curtiembres en Villapinzón.

Tabla 9 Resultados promedio de las caracterizaciones de aguas residuales de curtiembres en Villapinzón utilizando procesos tradicionales.

PARAMETRO	AGUAS ACIDAS	AGUAS ALCALINAS
DQO (mg/L)	40800	24272
DBO ⁵ (mg/L)	22250	12000
Sólidos Totales (mg/L)	32110	31736
Sólidos Suspendidos (mg/L)	742	6700
Sulfuros (mg/L)	1,36	1007
Cromo Total (mg/L)	2250	***

Fuente: CAR Las Curtiembres Artesanales de Villapinzón.

En la siguiente tabla se pueden apreciar los resultados promedio en las caracterizaciones de las aguas residuales del sector luego de la aplicación de dichas tecnologías.

Tabla 10 Resultados promedio de las caracterizaciones en curtiembre Villapinzón.

PARAMETRO	AGUAS ACIDAS	AGUAS ALCALINAS
DQO (mg/L)	6170	11873
DBO ⁵ (mg/L)	2340	4169
Sólidos Totales (mg/L)	6660	16233
Sólidos Suspendidos (mg/L)	181	2174
Sólidos Sedimentables (mg/L)	3,75	1
pH	4,5	12
Turbiedad (NTU)	190	1830
Sulfuros (mg/L)	***	570
Tensoactivos (mg/L)	***	3,1
Grasas y aceites (mg/L)	***	329
Cloruros (mg/L)	625	3800
*Cromo Total (mg/L)	1000	***

*La medida se efectuó a la salida del fulón luego de un proceso de curtido.

*** No aplica medición.

Fuente: Muestreo de las empresas del sector.

Al comparar los resultados obtenidos se ve claramente que un proceso manejado con PML obtiene mejores parámetros de los efluentes a boca de bombo sin afectar la calidad del material producido.

-Pasemos ahora a tener en cuenta los resultados que se obtienen iniciando a tratar los efluentes corregidos con prácticas de producción más limpia.

Al iniciar el tratamiento conforme se explicó anteriormente se recogen por separado las aguas acidas y básicas para luego someterlas a proceso físico químico, veamos los resultados obtenidos:

Tabla 11 Caracterización final de los efluentes del proceso de curtido de pieles luego del tratamiento físico-químico.

PARAMETRO	AGUAS ALCALINAS Coagulante 7787 Floculante A100		AGUAS ACIDAS Coagulante 9072 Floculante N100		% DE REMOCIÓN	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Alcalina	Acida
DQO (mg/L)	11873	3443	6170	2900	71	53
DBO ⁵ (mg/L)	4169	1417	2340	772	66	67
Sólidos Totales (mg/L)	16233	4382	6668	2200	73	67
Sólidos Suspendidos (mg/L)	2174	434	181	34	80	81
Sólidos Sedimentables 1hr (ml/L)	1	0,06	3,75	0,15	94	96
pH (unidades)	12,06	12,06	4,5	4,5	---	---
Turbiedad (NTU)	1830	933	190	59	49	69
Sulfuros (mg/L)	570	188	***	***	67	---
Tensoactivos (mg/L)	3,1	1,6	***	***	47	---
Grasas y aceites (mg/L)	329	263	***	***	20	---
Cromo Total (mg/L)	***	***	10,43	1,35	---	87

*** No aplica medición.

--- porcentaje no aplicable.

Fuente: Curtidores de Villapinzón

Se continúa con un proceso del tipo biológico comentado anteriormente obteniendo así los siguientes resultados finales en que será hecho el vertimiento final al cuerpo de agua:

Tabla 12 Eficiencia del sistema biológico implementado por los curtidores de Villapinzón que hacen BPM

PARAMETRO	AGUAS ALCALINAS		AGUAS ACIDAS		% DE REMOCIÓN
	Inicial	Final	Inicial	Final	Promedio
DQO (mg/L)	11873	541	6170	541	94
DBO ⁵ (mg/L)	4169	158	2340	158	95
Sólidos Totales (mg/L)	16233	8320	6668	8320	27
Sólidos Suspendidos (mg/L)	2174	117	181	117	90
Sólidos Sedimentables 1hr (ml/L)	1	0	3,75	0	100
pH (unidades)	12	7	4,5	7	---
Turbiedad (NTU)	1830	26,4	190	26,4	97
Sulfuros (mg/L)	570	4,6	***	4,6	99
Tensoactivos (mg/L)	3,1	0,2	***	0,2	93
Grasas y aceites (mg/L)	329	105	***	105	68
Cromo Total (mg/L)	***	ND	10,43	ND	100

Fuente: información suministrada por las curtiembres

Comparando finalmente con el proyecto de norma versión 5.0 tenemos lo siguiente:

Tabla 13 Comparación parámetros de remoción Vs norma, Versión 5.0

PARAMETRO	AGUAS ALCALINAS		AGUAS ACIDAS		PROYECTO DE NORMA
	Inicial	Final	Inicial	Final	Valor
DQO (mg/L)	11873	541	6170	541	1500
DBO ⁵ (mg/L)	4169	158	2340	158	750
Sólidos Totales (mg/L)	16233	8320	6668	8320	-
Sólidos Suspendidos (mg/L)	2174	117	181	117	700
Sólidos Sedimentables 1hr (ml/L)	1	0	3,75	0	2
pH (unidades)	12	7	4,5	7	5-9
Turbiedad (NTU)	1830	26,4	190	26,4	-
Sulfuros (mg/L)	570	4,6	***	4,6	3
Tensoactivos (mg/L)	3,1	0,2	***	0,2	5
Grasas y aceites (mg/L)	329	105	***	105	80
Cromo Total (mg/L)	***	ND	10,43	ND	1

Fuente: información suministrada por las curtiembres

En general, el éxito del manejo ambiental en el sector está ligado tanto a la aplicación de tecnologías limpias como al tratamiento que se realiza a las aguas residuales en la Planta de Tratamiento. Se puede observar cómo se logra con la aplicación de tecnologías limpias una reducción del 80% en la contaminación de las aguas de carácter ácido, quedando tan solo un 20% que ingresa a la PTAR.

13. CONCLUSIONES

- Las necesidades actuales del país en cuanto a la calidad y cantidad del recurso hídrico lleva a las autoridades del orden nacional al desarrollo de una nueva norma luego de hacer 5 intentos de cambios del decreto 1594 de 1984, es inminente la adecuación de los diferentes sectores económicos en particular el caso de industria de la curtiembre del cuero.
- El interés del país para adquirir nuevos tratados de libre comercio TLC y en particular el interés del gobierno nacional por ingresar a la Organización Económica de estados desarrollados OCDE exige un marco más fuerte en normas de contaminación ambiental.
- El sector económico y el gobierno nacional deben hacer esfuerzos por terminar la ilegalidad en el sector para eliminar del mercado aquellos industriales que no quieren migrar su inadecuadas prácticas de producción y ambientales.
- El camino más viable para el cumplimiento de la nueva propuesta de norma para calidad del vertimientos es la generación de planes de reconversión tecnológica con el fin de implantar modelos de prácticas como los anteriormente mostrados dándole así al sector una gradualidad en el tiempo de más de dos años para la implementación de la nueva norma luego de su expedición oficial.
- Los usuarios generadores de vertimientos de este sector deben implementar sistemas de tratamiento para tener el cumplimiento de la norma logrando así legalizar vía instrumento de comando y control vertimientos.

- La práctica de “casa limpia” entre otros permite a los industriales del sector una mejor gestión de materias primas, insumos, producción y finalmente menores cantidades de vertimiento a tratar. Una combinación de tratamientos fisicoquímicos y biológico logran resultados de cumplimiento de normas de vertimientos, es poco probable que usando solo un sistema por separado sea físico químico o biológico se logren los resultados esperados.
- Con sistemas de tratamiento como los implementados ya en el municipio de Villapinzón si es posible obtener el cumplimiento del proyecto de norma Versión 5.0.

Podemos decir que en Colombia los usos del agua de los cuerpos hídricos fueron reglamentados, con base en su calidad físico-química y bacteriológica, a través del Decreto 1594 de 1984 del Ministerio de Agricultura. Posteriormente, la Corporación Autónoma de Cundinamarca CAR reglamento los usos potenciales del agua del río Bogotá y los objetivos de calidad esperados para el año 2020 mediante el Acuerdo 43 de 2006. En el Cuadro 4 se observan los criterios de calidad físico-química para el uso del recurso hídrico, según las regulaciones nacionales y regionales vigentes.

Para desarrollo de los programas estratégicos establecidos en el POMCA, la CAR expidió el Acuerdo 43 de 2006, documento que constituye marco legal del control de la calidad del recurso hídrico en su área de Jurisdicción.

Los objetivos de calidad de la cuenca del río Bogotá, se fundamentan en los principios de: i) Sostenibilidad de la oferta del recurso hídrico, ii) Uso eficiente del recurso, iii) Equidad, iv) racionalidad económica, v) Sostenibilidad financiera, v) Planeación y vi) Participación y coordinación. A continuación en el Cuadro 24 se expresan los valores establecidos en el Acuerdo CAR 43 de 2006 para los

parámetros de DBO5 y Coliformes Totales, para cada una de las clases de usos del agua definidos para el río Bogotá.

Tabla 14 Parámetros para cumplir los objetivos de calidad.

CLASE	Valor más restrictivo	
	DBO ₅ (mg/L)	Coliformes totales (NMP/100mL)
I	7	5000
II	7	20000
III	20	5000
IV	50	20000
V	70	No reporta

Fuente: los autores

Así las cosas el industrial de la industria de curtiembre ubicada en la cuenca alta del río Bogotá no tendría claridad sobre la aplicación del nuevo proyecto y en particular la norma impuesta de vertimientos mediante el acuerdo 043.

En este caso luego de que ocurra la firma y comunicación oficial de lo que hoy es el proyecto de norma las ACC tiene un plazo de 2 años para hacer revisión de los permisos de vertimientos otorgados mediante actos administrativos con el fin de ajustar los parámetros de vertimientos, lo que se espera que ocurra es que la Corporación Autónoma de Cundinamarca CAR ajuste su parámetros de vertimiento de 7mg/l acogiéndose al nuevo valor que incluya la norma nacional. Para esto la recomendación para el sector es que en tanto se ponga en firma legalmente la nueva norma conminen una solicitud a cada AAC con el fin de que sean revisadas las normas impuestas para vertimientos.

14. RECOMENDACIONES

Este ejercicio fue desarrollado con análisis de información de la oficina provincial de Choconta de la Corporación autónoma regional de Cundinamarca CAR para las curtiembres del municipio de Villa Pinzón, la actividad económica allí se desarrolla bajo un método cotidiano de producción, vale la pena traslapar este ejercicio a curtiembres que usan otro tipo de tecnología incluso con mayor escala de producción, para valorar su impacto actual, control de contaminación en vertimientos y su estado frente al mencionado proyecto de norma.

Se debe hacer un esfuerzo para lograr establecer planes de reconversión tecnológica que permitirán el uso de herramientas de producción más limpias o buenas prácticas industriales con el fin de diseñar planes de cumplimiento que lleven a los industriales del cuero a establecer su legalidad y además llegar en una gradualidad a cumplir el proyecto de norma de vertimientos, existen muchas fuentes de información que ya han trabajado entidades como el Instituto de estudios ambientales de la Universidad Nacional de Colombia, el Centro nacional de la producción más limpia, la Cámara de Comercio de Bogotá, estas entidades se han encargado de establecer buenas prácticas de manufactura encaminadas primero a la reducción del vertimiento, segundo a tratar de manera costo beneficio la problemática de vertimientos.

BIBLIOGRAFIA

Ángel Maya A (2000) Ética, sociedad y medio ambiente. Rev. Gestión y Ambiente. 5: 9Z16. Cámara de Comercio de Bogotá CCB (2004 Implementación de Planes de Manejo Ambiental y Empresarial en las Curtiembres de Villapinzón y Chocontá. Resultados finales del proyecto de implementación de planes de acción ambiental y empresarial en las curtiembres de Villapinzón y Chocontá fase I. Bogotá, Colombia. 4Z6 pp

Centro Nacional de Producción más Limpia (CNPML). Sitio en Internet. Disponible en: <http://www.cnpml.org>

Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH). Sitio en Internet. Disponible en: <http://www.acgih.org/>

European Commission, Directorate General JRC (Joint Research Center), Institute for Prospective Technological Studies (Seville), Technologies for Sustainable Development European IPPC Bureau.(2001). Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on Best Available Techniques for the Tanning of Hides and Skins

Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo. Sitio en Internet. Disponible en: [Territorial.http://www.minambiente.gov.co/](http://www.minambiente.gov.co/)

Oficina Europea de Químicos (ECB). Sitio en Internet. Disponible en: <http://ecb.jrc.it/>

SALAZAR A. ÁLVARO. Contaminación de Recursos Hídricos – Modelos y Control. Medellín: AINSA. 1984.

Sanz, M. (2010) D4.2.2 Bringing together diverse groups to clean up the Bogota River: The case of micro-tanneries in Villapinzon Colombia. Instituto de Estudios Ambientales IDEA Universidad Nacional de Colombia - SWITCH Project