UNIVERSIDAD CENTRAL˝ MARTA ABREU˝ DE LAS VILLAS

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

TESIS PRESENTADA EN OPCION AL GRADO CIENTIFICO DE MASTER EN INGENIERIA EN SANEAMIENTO AMBIENTAL

Titulo: Alternativas tecnológicas que permitan alcanzar producciones más limpias en el Establecimiento 101, Tenería ˝Patricio Lumumba˝ del Municipio Caibarien.

Autora: Ing. Pastora de la C. Martínez Nodal.

Tutora. Dra. Belkis F. Guerra Valdés.
Consultante: Ing. Gretel González López.

CURSO. 2003 – 2004

˝Año de Gloriosos Aniversarios de Martí y del Moncada˝.

A la memoria de los que no están y siempre tuvieron fé en mí.

A Yanara, Jorge y Ricardo con el deseo de haber hecho algo útil.

A mi madre.

Resumen

El sector del curtido tiene un nuevo reto que afrontar, minimizar el impacto medioambiental mediante la evaluación del proceso de producción desde un nuevo punto de vista, es decir, detectar las causas de la ineficacia y asumir que se pueden obtener beneficios económicos añadidos reduciendo la contaminación generada. Los tratamientos caros a final de línea y las limpiezas *a posteriori* deberían substituirse o, por lo menos, complementarse con medidas de carácter preventivo, a fin de reducir costos y riesgos, y ganar en competitividad.

El presente trabajo se llevó a cabo en el Establecimiento 101 Tenería" Patricio Lumumba" del Municipio Caibarién, encaminado a la búsqueda de alternativas para lograr producciones más limpias que permitan reducir la contaminación existente.

Se realizó un diagnóstico ambiental, mediante el análisis de ciclo de vida (ACV) como herramienta y la aplicación de la metodología existente, que permite conocer el estado actual de los impactos generados en el proceso. En este caso se centró la atención en la Etapa de Ribera, por ser la mas contaminante. A partir del mismos se proponen opciones para mejoras en el proceso y declarar la entidad como industria más limpia.

Las medidas tomadas están encaminadas a realizar modificaciones internas en el proceso, mejoras tecnológicas y al tratamiento de residuales líquidos, que trae consigo una mejoría en el desempeño ambiental de la entidad. Estas variantes permiten un ahorro de productos químicos, disminución del consumo de agua y un tratamiento integral de los residuales líquidos y sólidos generados en el proceso.

Se realizo un análisis técnico, económico y ambiental, mediante el cual se seleccionaron las alternativas mas factibles y económicamente viables.

Indice

Introducción.		1
Capítulo I. Revisión bibliográfica.		
1.	Contaminación ambiental vs desarrollo.	4
2.	Prevención de la contaminación.	6
2.1.	Consideraciones generales.	6
2.1.1.	Repaso histórico.	6
2.1.2.	Experiencias internacionales de producción más limpia.	7
2.2.	Beneficios obtenidos con la aplicación de producción más limpia.	8
2.2.1	Barreras de producción más limpia.	8
2.2.2	Beneficios de producción más limpia.	8
2.3.	¿Por qué una estrategia?	9
2.4.	Concepto de producción más limpia.	10
2.5.	Herramientas de producción más limpia.	10
2.5.1.	Concepto.	10
2.5.2.	Clasificación.	11
2.6.	Aplicación de la producción más limpia por las industrias.	13
2.6.1.	Factores a tener en cuenta en la aplicación de medidas de prevención de la contaminación o P+L.	13
2.6.2.	Responsable de la producción más limpia.	14
2.6.3.	Operaciones preventivas.	15
2.7.	Ciclo de vida y ecodiseño.	18
2.7.1.	Repaso histórico de la metodología del análisis del ciclo de vida (ACV).	18
2.7.7.1.	Concepto.	19
2.7.1.2.	Aplicación, esencia e importancia de la metodología del ACV.	20
2.7.1.3.	Metodología del ACV.	20
2.7.2.	Ecodiseño.	21
2.7.2.1.	Origen del ecodiseño.	21
2.7.2.2.	El ecodiseño.	21
2.7.2.3.	Importancia y esencia del ecodiseño.	21
2.7.2.4.	Estructura del ecodiseño.	22
2.8.	El concepto de producción más limpia y su relación con el ecodiseño.	23
2.9.	Producción más limpia en el sector del curtido.	23
2.9.1.	¿Por qué la necesidad de una estrategia de producción más limpia en el sector del curtido?	23
2.9.2.	Retos y resultados de la estrategia.	24
2.10.	Conclusiones parciales.	27
Capítulo II. Diagnostico ambiental.		
3.1.	Datos generales del establecimiento 101. tenería "Patricio Lumumba".	28
3.1.2.	Condiciones naturales y socioeconómicas.	29
3.1.3.	Desempeño ambiental de la entidad.	30
3.2.	Descripción del proceso de curtimbre e identificación de sus residuos por etapa.	30
3.2.1.	Residuales líquidos. Caracterización.	34
3.2.2.	Residuos sólidos. Gestión.	36
3.3.	Balance de flujo de materiales fundamentales en la etapa de Rivera.	37
3.3.1.	Balance general de materia en la etapa de Rivera.	37
3.3.2.	Balance parcial de materia. Etapa de Rivera.	43
3.4.	Emisiones de ruido.	44
3.5.	Materias primas.	46
3.5.1.	Agua.	46

3.5.1.1. Caracterización del agua de abasto. 48
3.5.2. Productos químicos. 49
3.5.2.1. Política de compra y consumo. 49
3.5.3. Electricidad y portadores energéticos. 50
3.6. Identificación y valoración de los impactos ambientales que genera la entidad. 52
3.7. Conclusiones parciales. 55
Capítulo III. Alternativas tecnológicas para reducir la contaminación.
4. Medidas y procedimientos necesarios para la implementación de las alternativas. 57
4.1. Control dentro de las plantas y cambios de procedimiento. 57
4.1.1. Uso de cuero o pieles en fresco. 58
4.1.2. Conservación libre de productos químicos. 59
4.1.3. Batanado de pieles saladas antes del Remojo. 59
4.1.4. Descarnado en verde. 59
4.1.5. Pelambre con recuperación de pelo. 60
4.1.6. Reciclaje de las aguas residuales del pelambre. 60
4.1.7. Separación de baños residuales del pelambre. 61
4.1.8. Reciclaje de alta tecnología del sulfuro. 61
4.1.9. Segregación del sulfuro de los efluentes. 62
4.1.10. Serraje vacuno en tripa. 62
4.1.11. Reducción del uso de amonio en el desencalado. 63
4.2. Prevención de la contaminación mediante Buenas Prácticas Ambientales. 63
4.2.1. Gestión just in time. 64
4.2.2. Limpieza periódica para controlar olores. 64
4.2.3. Control y uso del agua del proceso. 65
4.3. Mejoras de las instalaciones externas complementarias. 65
4.3.1. Reutilización del subproducto del descarnado en verde. 66
4.3.2. Reciclaje de residuos para la producción de fertilizantes. 66
4.3.3 Recuperación de carnaza y recortes encalados. 67
4.4. Análisis de factibilidad de las alternativas. 67
4.4.1. Alternativas encaminadas al control de las plantas y cambios de procedimiento. 67
4.4.2. Prevención de la contaminación mediante Buenas Prácticas Ambientales. 69
4.4.3. Mejoras de las instalaciones externas complementarias. 70
4.4.4. Medidas correctoras derivadas de la EIA. 71
4.5. Propuestas dirigidas al tratamiento de los residuales. 71
4.5.1. Proceso de tratamiento de las aguas residuales de la etapa de rivera. 72
4.5.1.1. Fase 1. Línea 1. Planta de recuperación de pelo. 72
4.5.1.2. Fase 1. Línea 2. Planta de tratamiento de pelambre. 73
4.5.1.3. Fase 1. Línea 3. Planta de tratamiento de las aguas residuales. 73
4.5.1.4. Fase 3. Línea 5. Planta de tratamiento de las aguas residuales. 74
4.6. Análisis económico de las alternativas seleccionadas. 74
4.7. Conclusiones parciales. 77
Conclusiones. 79
Recomendaciones. 80
Bibliografía. 81
Anexos

INTRODUCCION

La insuficiente atención y control de los problemas ambientales generados por la actividad productiva ha sido identificada como una de las carencias más importantes del quehacer ambiental en los últimos años. Las necesidades individuales y sociales pueden y deben ser cubiertas utilizando métodos que sean compatibles con los ecosistemas. Esto requiere un replanteamiento radical de cada actividad social para que las mismas no sean contaminantes, preserven la diversidad natural, social y cultural y aseguren la capacidad de las generaciones venideras para cubrir sus necesidades.

Para la consecución de este objetivo resulta imprescindible perfeccionar las prácticas actuales de producción, de forma tal que se garantice un mejor uso de los recursos naturales, materias primas y productos, la minimización y tratamiento adecuado de los residuales o desechos que en ella se generan y el aprovechamiento económico de los mismos, en los casos en que sea factible.

La implementación del enfoque preventivo para el control y reducción del impacto ambiental de la producción de bienes y servicios, en lugar del "tratamiento al final del tubo", ha recibido nombres como Producción más Limpia (P+L), Waste Minimization, Ecoeficiencia o Prevención de la Contaminación. La Producción más Limpia está orientada a alcanzar un desarrollo industrial sostenible, a través de una eficiencia económica con un impacto ambiental negativo mínimo.

En los últimos años, la minimización de residuos se ha convertido en una necesidad para las industrias. Motivadas por el incremento en los costos de disposición, las responsabilidades legales potenciales y las regulaciones más estrictas; las industrias están cambiando el foco de atención de los tratamientos de efluentes sólo al final de las tuberías, hacia la implementación de técnicas de minimización de residuos. Un enfoque de descargas cero está siendo tomado por muchas industrias para lograr esta meta. Muchas industrias están realizando acciones para lanzar e implementar exitosamente los procesos de minimización de residuos.

En Cuba existen fuentes puntuales de contaminación, donde el 70% de las mismas corresponden a instalaciones industriales y agropecuarias, destacándose la industria azucarera y sus derivados, la actividad agropecuaria y las industrias básica y alimenticia, como sectores productivos de mayor incidencia, en el deterioro del saneamiento ambiental y de las condiciones ambientales en los diferentes territorios.

Basado en la importancia que nuestro país le ha dado a estos problemas, se ha venido trabajando en una Estrategia Ambiental Nacional como concepción integral para el logro del desarrollo sostenible en el país, constituyendo la base sobre la cual se proyectarán las acciones en el campo de la Producción Más Limpia, por lo que deberá incluir explícitamente este concepto y promover su aplicación sistemática, para fortalecer los programas y esfuerzos nacionales de

lucha contra la contaminación, mejora la gestión ambiental y económica de las empresas. La integración y potenciación de los instrumentos de gestión ambiental vigentes en el país constituyen un elemento imprescindible para su implementación exitosa

Las Estrategias Sectoriales y Territoriales, en las cuales se identifican los principales problemas ambientales y se establecen los planes y programas de acción en cada sector de la economía y territorio, respectivamente, deberán introducir este nuevo enfoque como vía para disminuir las cargas contaminantes emitidas al medio ambiente y mejorar la eficiencia económica de las empresas.

Como resultado de esta estrategias se ha visto la necesidad de aunar esfuerzos para darle solución a los problemas existentes en el municipio Caibarién ya que en el mismo existen proyecciones de desarrollo turístico en gran escala, con todas las características invasoras y modificadoras del medioambiente natural y social, que traen consigo en un municipio pequeño en extensión y con un ecosistema frágil. Además existen en el mismo sectores productivos que han vertido y vierten al medio ambiente grandes cargas contaminantes, con el consiguiente deterioro del mismo.

Conforme a lo anteriormente expuesto, resulta necesario diseñar un nuevo enfoque de trabajo en la gestión ambiental, que permita introducir y aplicar el concepto de producción más limpia de forma integral y sistémica dentro del sector productivo, haciendo énfasis en la prevención de la contaminación, la minimización y el aprovechamiento económico de los residuales, como principales opciones para reducir las cargas contaminantes dispuestas al medio ambiente en las condiciones de nuestro país.

El presente trabajo pretende ser una herramienta que facilite la gestión de los residuos en la Etapa de Ribera, del Establecimiento 101 Tenero “Patricio Lumumba” del municipio Caibarién, aportando medidas orientadas a minimizar los flujos de residuos y emisiones, tanto en cantidad, como en peligrosidad.

Hipótesis del trabajo:

Es factible, desde el punto de vista técnico y económico, la búsqueda de alternativas tecnológicas que permitan reducir paulatinamente los impactos negativos sobre el medioambiente, de una de las etapas mas contaminantes del proceso de curtición, en el Establecimiento 101 Tenero “Patricio Lumumba” del municipio Caibarién.

Objetivo general de la investigación.

Lograr minimizar los flujos de residuos y emisiones en la etapa de Ribera, mediante la implantación de alternativas tecnológicas, ambiental y económicamente viables.

Objetivos específicos.

1. Conocer la situación ambiental del Establecimiento 101 tenería “Patricio Lumumba” mediante la realización de un diagnostico ambiental empresarial
2. Utilizar los resultados obtenidos para proponer medidas en los procesos o en la organización de la empresa que permita minimizar la cantidad de residuos y emisiones industriales.
3. Analizar y evaluar preliminarmente cambios tecnológicos en función de lograr producciones mas limpias.
4. Realizar un análisis técnico, económico y ambiental, para seleccionar las alternativas mas factibles.

Planificación de las tareas

Etapa I: Revisión y actualización bibliográfica

1. Recuperar y ordenar la información sobre temas medioambientales, tecnológicos y de P+L existente en la empresa.
2. Realizar búsqueda bibliográfica sobre P+L

Etapa II: Diagnostico.

1. Realizar un diagnostico ambiental en la empresa, según la metodología existente.
   - Recopilación de información, que permita la caracterización de la empresas que se analiza.
   - Cuantificación y caracterización de los residuales generados (líquidos, sólidos y gaseosos) en el proceso productivo, enfatizando en la etapa de Ribera.
   - Cuantificación de las materias primas, materiales y portadores energéticos.
   - Balance de materiales en la etapa de Ribera.
   - Valoración del nivel de ruido al que están expuestos los trabajadores.
   - Identificación y valoración de los impactos ambientales que genera La entidad.
2. Confección de un plan de acción
3. Valorar diferentes alternativas o cambios tecnológicos que permitan una P+L en la empresa.

Etapa III: Evaluación económica.

1. Análisis económico preliminar de las diferentes alternativas o cambios tecnológicos

Revisión Bibliográfica

1.Contaminación Ambiental vs desarrollo sostenible

La temática ambiental ha rebasado en los últimos años los marcos académicos y las visiones conservacionistas. Lo ambiental concebido como la interacción entre los sistemas naturales y sociales, y como un conjunto de las relaciones bióticas, abióticas, socioeconómicas y tecnológicas que constituyen el soporte vital de la sociedad humana, se ha introducido en todas las esferas de la humanidad.(***López, 2000***)

Posiblemente ningún tema ha concitado tanto interés y comprometimiento mundial como el relacionado con los problemas del medio ambiente. El cuidado y la utilización de los componentes de este, tiene implicaciones políticas, económicas, sociales, éticas y morales que no escapan a ningún habitante del planeta, es una realidad insospechable que el medioambiente nos pertenece a todos, nos afecta a todos y por tanto nos concierne a todos.(***Delgado, 1999***)

El desarrollo impetuoso de las fuerzas productivas ha implicado el incremento de los riesgos ambientales y el desarrollo vertiginoso de la industria ha creado desechos que durante un tiempo se pensó que se podrían depositar en basureros, bien en tierra o en mar sin causar ningún perjuicio. Todos somos conscientes de que las actividades industriales tienen una marcada incidencia dual sobre el medio ambiente, generando una serie de efectos que son calificados como positivos o negativos en función de quien los evalúe. Crean empleo, bienes, servicios y manufacturas que han mejorado ostensiblemente nuestro nivel de bienestar, pero también dan lugar a problemas derivados de la contaminación, el aumento registrado de la producción de residuos y el uso masivo, a menudo poco racional, de materias primas, agua y energía. (***Chico,. 2000***)

A partir de la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD) se conocieron las voluntades políticas de la gran mayoría de los países para definir líneas de acción dirigidas a alcanzar el desarrollo sostenible, concepto que recibió el reconocimiento mundial en este foro; aunque con anterioridad, en la Estrategia Mundial para la conservación, editada de conjunto por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, estableció por primera vez el termino ***desarrollo sostenible,*** íntimamente ligado al desarrollo social, económico y a la protección y conservación del medio ambiente, pero no es hasta la Cumbre de Río que este alcaza su verdadera dimensión y es aceptado por todos.

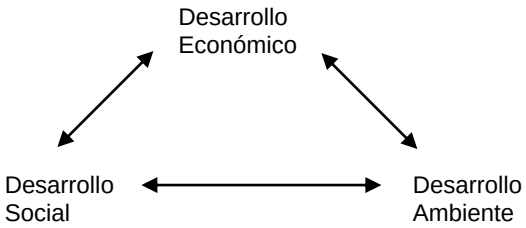
El desarrollo sostenible es un procesos dinámico que implica trabajar de forma simultanea en dos vertientes: la del desarrollo, como mejora constante de todo y de todos y la de la sostenibilidad como garantía de que las futuras generaciones de seres humanos puedan

disfrutar del medio ambiente y de los recursos naturales de que disponemos en la actualidad.(***Delgado, 1999, Agenda 21, 1992, López, 2000***)

Se plantea por algunos especialistas que el desarrollo sostenible presenta básicamente seis aspectos fundamentales:

1. La satisfacción de las necesidades básicas.
2. La solidaridad de las futuras generaciones.
3. La participación conjunta de la población.
4. La preservación de los recursos naturales.
5. La elaboración de un sistema social que garantice el empleo, la seguridad social y el respeto a otras culturas.
6. La efectividad de los programas educativos.(***González, 1998***)

(***CECODE, 1996***)***.*** Plantea que: "***la humanidad tiene la habilidad de hacer un desarrollo sostenible para asegurar que se suplan las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de generaciones futuras de suplir sus propias necesidades".*** El triángulo del desarrollo sostenible empresarial que se presenta a continuación, ilustra como este concepto depende del equilibrio a largo plazo de tres variables: manejo adecuado de recursos materiales, equidad social y desarrollo económico. El manejo entre esta tres variables se lograra a través de un proceso de mejoramiento continuo buscando garantizar una mejor calidad de vida para las generaciones presentes y futuras.



Triángulo del desarrollo sostenible empresarial

Los principales problemas ambientales del mundo tienen su base en estructuras y modelos de desarrollo económico y social que tendrán que ser modificados. Alcanzar patrones de producción y consumo sostenibles es una tarea a largo plazo, que lleva implícito cambios estructurales en la economía global, en los sistemas sociales y en los estilos de vida. La cultura, la tecnología, la economía y las instituciones son factores que deben interactuar de conjunto y no como antes aislados. Es necesario definir claramente cual es el papel de cada uno de los actores, así como sus posibles interacciones. (***Delgado, 1999, Juárez, 1995, ONU, 1992.***)

Para lograr un desarrollo sustentable, Cuba debe resolver los problemas ambientales existentes; la contaminación ambiental, la degradación de los suelos, la perdida de la diversidad biológica, el

deterioro del saneamiento y lograr evitar nuevos problemas, a partir de un proceso inversionista adecuado.

Son objetivos de la Estrategia Ambiental Nacional indicar las vías idóneas para preservar y desarrollar los logros ambientales alcanzados por la revolución, superar los errores e insuficiencias detectadas e identificar los principales problemas del medio ambiente en el país que requieran de una mayor atención en las condiciones actuales, sentando las bases para un trabajo mas efectivo, en aras de alcanzar, las metas de un desarrollo económico y social sostenible. (***Suárez, 1995, González, 1998, Agenda 21,1992.***)

La creciente complejidad de la vida, asociada a los avances tecnológicos y al aumento de una actividad económica, desvinculada de las necesidades sociales y la protección ambiental, a menudo generan en las comunidades y personas una sensación de inseguridad y de pérdida de control sobre sus existencias. El agitado ritmo urbano, los cambios de paisaje y la enorme gama de mensajes e informaciones que recibimos a través de la prensa, radio, televisión, INTERNET y la publicidad son una avalancha nada fácil de manejar. Por ello, es necesario que las comunidades y organizaciones sociales necesiten información clara, precisa, relevante y honesta que las ayuden a entender los procesos y agentes que influyen y transforman su entorno más cercano, o sea, una información que permita tomar decisiones rápidas y seguras.(***Guerra, 2000***)

2. Prevención de la contaminación o Producción más limpia (P+L)

2.1. Consideraciones generales

2.1.1. Repaso histórico

La expresión de tecnologías limpias fue utilizada hace unos 20 años por la Comisión de la Comunidad Económica Europea con el fin de poner en marcha en toda Europa un movimiento en la investigación industrial que tuviera por objetivo la búsqueda y desarrollo de procesos industriales más limpios por medio de tecnologías alternativas. En aquella época, estos procedimientos se consideraban solamente como una buena practica económica para la obtención de un producto vendible en lugar de un residuo, así como para lograr una reducción de costes en materias primas, intentos que continuaron ya entrado el siglo XX. (***Mc. Grau-Hill, 2000, Von Amsberg, 1997, Heidemann, 2000.***)

Actualmente las políticas de control de la contaminación ambiental han cambiado sustancialmente, hacia nuevas tendencias preventivas que reformulan la pregunta ***"¿Qué hacemos con los residuos ?"*** y ***"¿Qué podemos hacer para no generar residuos ?"***. Sobre este replanteamiento surge el tema de producción limpia (P+L), Waste Minimización, Ecoeficiencia o Prevención de la Contaminación., esta expresión indica realmente una producción ambientalmente más limpia, para generar un "*producto final más respetuoso con el*

medio ambiente", como resultado de un proceso que incorpora en cada una de las fases del ciclo de vida de los productos las *"mejores prácticas ambientales"*.(***Dasgupta, 1995, Hettig, 1998, García, 2002***)

2.1.2. Experiencias internacionales en producción más limpia

Los avances que en materia de programas y políticas de producción más limpia se han adelantado, en los últimos cuatro años, son aplicaciones de los lineamientos, objetivos y compromisos que se establecieron en la Cumbre para la Tierra de 1992, donde se hace referencia a algunos tópicos relacionados con el tema.

En los países desarrollados el trabajo en este tema se enfoca hacia la implementación de estrategias preventivas de la contaminación, a partir del desarrollo de tecnologías más limpias que optimizan el consumo de recursos, materias primas y minimizan la generación de residuos en todas sus formas, mientras que en los países en vías de desarrollo, como el caso de los latinoamericanos, se identifican algunos elementos comunes, que muestran cómo pese a la rápida expansión de las políticas ambientales locales, la experiencia específica en el tema es reciente y los esfuerzos han sido aislados. Como ejemplo de países latinoamericanos que han implementado estrategias en producción mas limpia tenemos a: Argentina, El Salvador, Brasil, Guatemala, Bolivia, México, Colombia, Nicaragua, Costa Rica, Paraguay, Cuba, Republica Dominicana, Chile y Ecuador. Los sectores que más la han aplicado son: Alimentos, Lácteos, Café, Curtiembres, Destilerías, Farmacéuticos, Fundición, Hospitales, Textil, Metalmecánica, Madera, Químico, etc. (***Sánchez, 2000, P+L, Colombia, 2000***)

2.2. Beneficios obtenidos con la aplicación de producción más limpia

A continuación relacionamos los beneficios que se han obtenido mediante la implementación de una estrategia de producción mas limpia en algunos sectores de Latinoamérica. (***Sánchez, 2000***)

Sector de curtiembres:

- 46% Ahorro de agua
- 67% Disminución en DBO
- 76% Disminución en SST
- 84% Reducción de cromo
- 71% Reducción de sulfuros
- 6 meses recuperación inversión.

Sector de café:

- 90% Ahorro de agua
- 95% Reutilización residuos
- 12% Recuperación producto
- 9 meses recuperación inversión

Sector de galvanoplastia

- 30% de ahorro de agua
- 35% Ahorro de energía
- 10% Ahorro de materias primas
- 20% Reducción de emisiones
- 32% Reducción del níquel
- 9meses recuperación inversión.

Sector de hospitales:

- 17% Ahorro de agua
- 18% Ahorro gas natural
- 26% Ahorro energía
- 18% Reducción residuos
- 12 meses recuperación inversión

2.2.1. Barreras de producción más limpia.

A lo largo de los años, la experiencia adquirida en la implementación de políticas y proyectos de producción más limpia ha logrado identificar también las principales barreras y obstáculos que se pueden encontrar. (***Labrador, 2003***)

La lenta aceptación de producción más limpia tiene sus orígenes en factores humanos más que en teóricos. Entre los factores que impiden la implementación y aceptación de producción más limpia se destaca:

- El enfoque de ***final del tubo*** ha sido utilizado por muchos años, por lo tanto es muy conocido y aceptado por la industria y los ingenieros.
- Las normas y políticas ambientales existentes en los países, por lo general están diseñadas y orientadas a soluciones al final del tubo.

2.2.2. Beneficios de producción más limpia.

La política de producción más limpia identifica una serie de beneficios para el sector publico y privado del país, derivados de implementar producción más limpia en los procesos productivos. Estos beneficios son:

- **Beneficios Financieros**

- Reducción de costos, por optimización del uso de las materias primas.
- Ahorro, por mejor uso de los recursos (agua, energía, etc.).
- Menores niveles de inversión asociados a tratamiento y/o disposición final de desechos.
- Aumento de las ganancias.

- **Beneficios Operacionales**

- Aumenta la eficiencia de los procesos.
- Mejora las condiciones de seguridad y salud ocupacional.
- Mejora las relaciones con la comunidad y la autoridad.
- Reduce la generación de los desechos.
- Efecto positivo en la motivación del personal.

- **Beneficios Comerciales**

- Permite comercializar mejor los productos posicionados y diversificar nuevas líneas de productos.
- Mejora la imagen corporativa de la empresa.
- Logra el acceso a nuevos mercados.
- Aumento de ventas y margen de ganancias.

- **Beneficios ambientales**

- Estrategia encaminada al desarrollo sustentable.

- Ayuda a cumplir la normatividad ambiental.
- Es base fundamental para garantizar el mejoramiento continuo de la gestión ambiental. (***¿Que es..,2000***)

2.3. ¿Por que una estrategia?

Por mucho tiempo se ha visto como un ideal el hecho de que la producción de bienes y servicios no tenga una producción simultánea de residuos y desechos, pero no es algo que los planificadores tomen muy en serio. Siempre se consideró la idea como antieconómica y existía suficiente espacio disponible donde depositar los materiales no deseables.

Con el paso del tiempo, hemos tomado conciencia, paulatinamente, de la presión que ejerce la contaminación sobre nuestros recursos naturales y nuestra salud. Europa, por ejemplo, produce más de 2 000 millones de toneladas de desechos sólidos cada año. Veinte millones de toneladas de estos desechos se consideran peligrosos.

Los métodos tradicionales para manejar tal volumen de desechos no siempre tienen éxito y la consecuente contaminación del agua y la tierra ha contribuido para que se presione más a la industria y se mejore esta situación.

Para las aguas residuales y las emisiones de las fábricas, la situación es muy parecida. Cada vez son más los impactos ambientales que se consideran como inaceptables. Los estándares se vuelven más estrictos y los costos de disposición aumentan. Actualmente, con el fin de escapar de esta encrucijada, las autoridades y la industria están tratando de encontrar, de manera más seria, la forma de evitar totalmente la producción de desechos.

Esta revisión sucede en un momento en que el crecimiento de la competencia mercantil exige a las empresas, de alguna manera, que hagan mejoras en la eficiencia de su productividad y busquen medidas para reducir los costos. Cálculos sencillos del valor mercantil de los químicos que se han vertido en los desagües, apoyan la idea que tanto han sostenido los ecologistas sobre el hecho de que las emisiones, las aguas residuales y otros residuos, aparte de ser contaminantes, son un recurso no aprovechable. (***P+L, Colombia, 2000***)

De pronto, la minimización de desechos, la prevención de la contaminación, y el reciclaje están presentes en nuestras actividades cotidianas. En otras palabras, por fin estamos razonando de manera más seria en producir sin desperdicios. Ya pensamos en una ***producción más limpia.***

Este cambio de actitud se volvió más evidente durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) en 1992. En la ***Agenda 21, 1992***, la CNUMAD le dio prioridad a la introducción de los métodos de P+L y a las tecnologías de prevención y reciclaje, con el fin de alcanzar un desarrollo sostenible.

2.4. Concepto de Producción más limpia

La ***"producción más limpia"*** es una estrategia preventiva e integral aplicada a procesos, productos y servicios para incrementar la eficiencia y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente. Referido a los procesos la producción más limpia incluye el uso eficiente de materias primas y energía, además de la reducción de contaminantes en la fuente. Para productos y servicios, los puntos estratégicos se centran en la reducción de los efectos negativos al ambiente a lo largo de todo el ciclo de vida del producto, desde el diseño y uso hasta su disposición final. La experiencia con producción más limpia demuestra que se pueden implementar mejoras en el proceso industrial, con costos relativamente bajos y en algunos casos nulos, (***Rigola, 1998***). Se pone en práctica con gran éxito por medio de un enfoque sistemático del ciclo de vida aplicado a la producción, y toma en cuenta:

- el diseño del producto;
- tecnologías que produzcan pocos desechos;
- uso eficiente de la energía y de la materia prima;
- optimización de las tecnologías existentes, y
- alto nivel de seguridad en las operaciones.

La filosofía preventiva de la *producción más limpia* es la antítesis del antiguo enfoque del "tratamiento al final del tubo", donde se limpiaba la contaminación después de que ésta se había generado.

El ***National Pollution Prevention Roundtable*** **(NPPR)** de los EE.UU. ofrece esta definición sobre **Prevención de la Contaminación.**

Prevención de la contaminación es la reducción o eliminación de la contaminación desde su punto de origen en vez de al fin del tubo. Prevención de la contaminación ocurre cuando se usan materias primas, agua, energía, y otros recursos de una forma más eficiente, cuando se substituye substancias menos peligrosas, y cuando se elimina el uso de substancias tóxicas en el proceso productivo. Cuando se reduce el uso y la producción de substancias peligrosas, y cuando se mejora la eficiencia de operaciones, protegemos la salud pública, fortalecemos la economía, y conservamos el medio ambiente.

2.5. Herramientas de producción mas limpia

2.5.1. Concepto

Una herramienta es una técnica concreta para acceder y combinar información que nos permita tomar decisiones sobre cambios en la operación de una institución.

Para el caso de las herramientas de producción más limpia que apoyan las estrategias y sistemas ambientales de las empresas, una herramienta es un instrumento que permite definir el

estado ambiental de un proceso o producto, bien sea administrativo o productivo, y con base en el análisis de estos resultados establecer los objetivos ambientales del Sistema de Gestión Medio Ambiental (SGMA), apoyar la implementación del mismo, y verificar los resultados.

2.5.2. Clasificación

Existen varias formas de clasificar las herramientas, dependiendo de su función, de la parte del proceso productivo que analiza, o del tipo de resultados que se establece.

- **Dependiendo de la unidad de análisis:**

Herramientas enfocadas a la entidad como un todo*:* Estas herramientas analizan la totalidad de la empresa, estableciendo información general de su desempeño ambiental. Las auditorias ambientales y los indicadores de desempeño son ejemplos de este tipo de herramientas.

Herramientas enfocadas hacia el entorno*:* Estas herramientas analizan el efecto de una actividad sobre su entorno, y se diferencian de las anteriores porque el análisis se centra en el impacto de la Empresa, y no sobre su desempeño interno. Algunos ejemplos de este tipo de herramientas son el análisis de riesgos, el análisis de tecnologías, los análisis sociales y el análisis de impacto ambiental.

Herramientas enfocadas al proceso*:* Estas herramientas analizan las unidades físicas de producción, cuantificando los impactos ambientales que generan. Dentro de este tipo de herramientas se encuentran los eco-balances, los diagramas de procesos y los árboles de procesos.

Herramientas enfocadas al producto*:* El objetivo de estas herramientas es identificar las entradas y salidas, tanto de materiales como de energía, de una unidad funcional de un producto en uso. Dentro de esta clasificación se encuentran las herramientas que estudian el ciclo de vida de un producto y las guías de eco-diseño. En general los resultados de estas herramientas son relativos (es decir, no cuantifican las entradas y salidas de cada unidad, sino que comparan las entradas y salidas de las distintas unidades).

Herramientas enfocadas a la cadena de producción*:* Estas herramientas estudian un producto durante toda o parte de la cadena de producción, es decir, pueden llegar a analizar el impacto desde la producción de materias primas hasta la disposición final del producto ya utilizado. Dentro de estas herramientas se encuentra el análisis de flujos y el análisis de ciclo de vida.

- **Dependiendo del tipo de resultado:**

Las herramientas también se pueden clasificar de acuerdo con el tipo de resultado que producen. En esta clasificación existen dos categorías:

***Herramientas cuantitativas**:* Estas herramientas permiten cuantificar los impactos de un producto o un proceso. Entre esta categorías existen dos subcategorías, que son:

- *Herramientas que producen datos absolutos*, estableciendo por ejemplo indicadores de contaminación, utilización de recursos naturales, utilización de energía, etc.
- *Herramientas que producen datos relativos,* comparando el desempeño ambiental de la unidad de análisis (por ejemplo un componente del producto o una etapa del proceso) con el desempeño ambiental general de la empresa (por ejemplo la totalidad del producto o del proceso).

Herramientas cualitativas**:* Estas herramientas identifican los impactos, más no los cuantifican. Dentro de esta categoría se encuentran los EIA y las matrices de resumen de producto. (CAR/PL.2000, UNEP 2000, Berkel I-II 1997, UNIDO 301,302,304,601***)

- **Herramientas de la Producción Más Limpia**

Los especialistas ambientales en los últimos años han desarrollado herramientas y habilidades que pueden ayudar en la implementación general de acciones de producción más limpia.

La implementación de ***producción más limpia*** puede llevarse a cabo en muchos puntos del ciclo de vida de un producto o de un proceso. Contribuyen muchas profesiones y funciones diferentes, pero cada una tiene variadas opciones de intervención. Cada participante utiliza diferentes herramientas para hacer un diagnóstico, evaluar e intervenir.

Debido a que las evaluaciones, los diagnósticos y las auditorias, por lo general, son básicas para tomar decisiones de modo efectivo, existen algunos procedimientos clave que ayudan a emprender las iniciativas de *producción más limpia*.

Estos procedimientos son:

- Evaluación del Impacto Ambiental (EIA). ***Evaluación de los aspectos ambientales***
- Evaluación de Ciclo de Vida (ECV). ***Evaluación desde la cuna hasta la tumba.***
- Evaluación de Tecnología Ambiental (ETA). ***Efectos de la tecnología sobre el medioambiente.***
- Evaluación Química. ***Daño potencial de un químico al medioambiente.***
- Auditoria de desechos. ***Evaluación de la generación de desechos.***
- Auditoria de energía. ***Consumo energéticos y costos asociados.***
- Auditoria de riesgos. ***Identificación de peligro y areas vulnerables.***
- Auditoria ambiental. ***Evaluación periódica de efectos ambientales.***

2.6. Aplicación de la producción más limpia por las industrias

Estos conceptos se están incorporando gradualmente en las operaciones industriales, como por ejemplo en la industria de la galvanoplastia y de la fundición en México, no con la rapidez deseada porque existen obstáculos para su aplicación, no obstante, estos no son absolutos. La tendencia mundial es que el mayor obstáculo es el factor humano por el conservadurismo y la falta de motivación. La falta de conciencia y de información sobre las opciones y la carencia de nuevas tecnologías apropiadas, también constituyen razones contribuyentes.

En ocasiones, el mercado, obliga a una empresa a continuar operando con un proceso antiguo o a fabricar un producto tradicional, aunque nuevas opciones más limpias se encuentren disponibles. Las nuevas tecnologías tienen mucha importancia porque en muchos casos, la tecnología, de hecho es una gran ayuda para la prevención de la contaminación pero esto no quiere decir que no se pueda hacer nada sin las nuevas tecnologías.

La experiencia en E.U es que aproximadamente la mitad de la contaminación generada a nivel nacional podría evitarse con mejoras en las prácticas de operación y simples cambios de procesos. En Europa, Canadá, E.U. y Australia una vez que se ha obligado a los fabricantes a hacer cambios en el proceso con el fin de reducir la contaminación, por lo general tienen una línea de producción más eficiente y barata. (***Guerra, 2000; Bravo, 1996; García,2000; PNUMA, 1999***)

2.6.1. Factores a tener en cuenta en la aplicación de medidas de prevención de la contaminación o P+L

- **Cultura organizativa**

En primera instancia, la reducción del impacto medioambiental del un proceso se relaciona en parte con la creación de una sólida base cultural sobre la productividad y la minimización de residuos entre el personal de todos los niveles de la empresa.

Además, la aplicación de algunas medidas preventivas dependerá de la participación consciente y constante del personal. A largo plazo, una empresa no debería aplicar solamente una o dos medidas de prevención de la contaminación, sino toda una serie. Este tipo de decisiones sólo se podrán aplicar eficazmente si se apoyan en un fuerte compromiso cultural y en la promoción de técnicas respetuosas con el medio ambiente.

- **Conciencia del problema**

Una toma de conciencia del problema a todos los niveles, con empresas concretas dirigiendo la atención de sus empleados hacia los problemas medioambientales potenciales e identificando las oportunidades de actuación y las acciones a seguir para resolver estas cuestiones, sería de

gran ayuda para la aplicación de medidas de prevención de la contaminación y su aceptación por parte del personal de las empresas.

- **Difusión de información**

Se puede favorecer el proceso asegurándose de que la información pertinente se difunde de un modo adecuado en el ámbito interno, y que las medidas efectivas de prevención de la contaminación se desarrollan, se aplican y se integran en la práctica diaria de la empresa.

- **Posibles inversiones económicas**

Los requisitos para poder aplicar cualquier medida de prevención de la contaminación dependerán en gran medida del tipo de instalaciones y de esfuerzos que sean necesarios para aplicar cada opción específica. Algunas técnicas pueden aplicarse de una forma muy directa, sin que sea preciso hacer ningún gasto adicional, mientras que otras requieren hacer inversiones especiales, ampliar las instalaciones. Dependiendo del tipo concreto de medida adoptada, su aplicación puede ser muy económica o relativamente cara. De todos modos, los empresarios deberían ser conscientes de que la mayoría de las estrategias de prevención de la contaminación resultan económicamente interesantes a largo plazo, ya que, si se aplican adecuadamente, permiten obtener beneficios económicos.(***CAR/PL, 2001***)

2.6.2. Responsable de la Producción más limpia

En la figura 1 se muestran las diferentes fases para la aplicación de la producción más limpia.

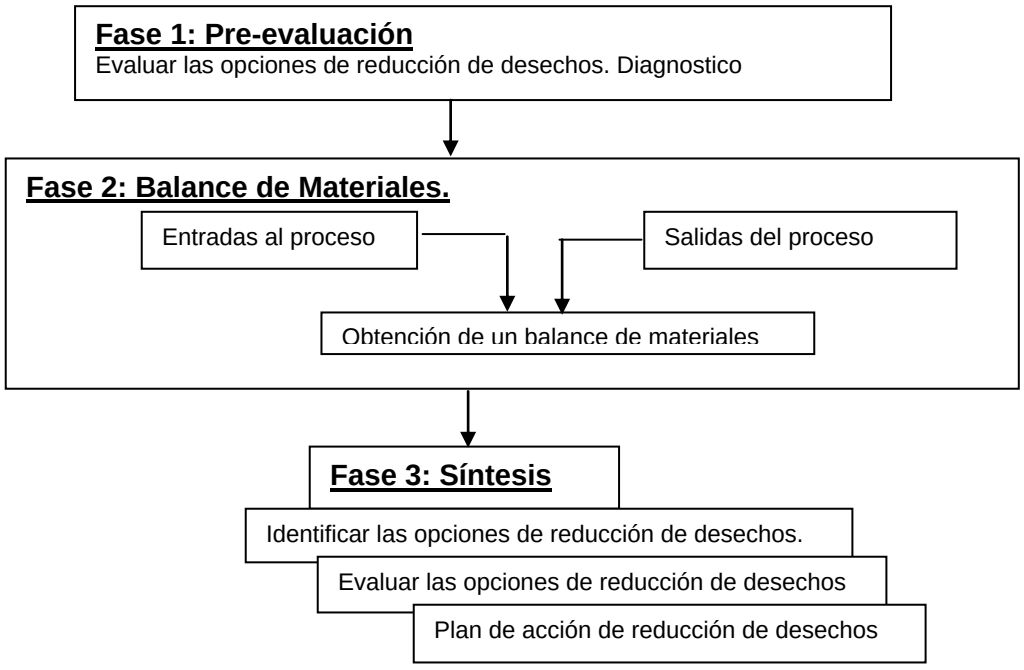


Figura 1.1. Aplicación de la producción más limpia en las industrias.

La responsabilidad primordial de la producción más limpia no recae en los especialistas ambientales, los principales contribuyentes son los que están relacionados con la producción, la distribución o el consumo de los servicios y productos industriales. Es necesario que proveedores y clientes estén conscientes de las implicaciones que tienen sus decisiones en los productos.

2.6.3. Opciones preventivas

Con los registros de la planta y otros datos, se prepara un balance de materiales de químicos, agua y tal vez energía. Con un balance de materiales de calidad se puede determinar donde se encuentran las principales fuentes de desechos. A pesar de que es simple como concepto, la información necesaria para un buen balance de materiales o masa, es por lo general, difícil de obtener. Muchas empresas no tienen buenos registros de químicos o descargas.

En la fase de síntesis se estudia el balance de materiales y se proponen las medidas apropiadas para reducir o prevenir las pérdidas de materiales. Se utilizan todos los medios necesarios para identificar las opciones de producción más limpia. Las ideas pueden provenir de: búsqueda bibliográfica; conocimiento personal; conversatorio con los proveedores; ejemplos de otras empresas; bases de datos especializadas, o Investigación y Desarrollo adicionales.

El procedimiento de las tres fases analizado anteriormente puede extenderse a cinco o más fases, cada una con un mayor número de pasos. Por ejemplo, en el Proyectos Holandés PRISMA utiliza dicha expansión cuando se manejan evaluaciones de plantas más grandes. Los pasos adicionales ayudan a resolver situaciones complejas pero los principios básicos son los mismos:

- una etapa de preparación;
- una etapa de evaluación de planta; y
- una etapa de síntesis donde se generan las opciones.

Estas opciones se agrupan en función de las cuestiones medioambientales sobre las que repercuten en mayor medida. Por lo tanto, las medidas preventivas propuestas se dividen en las siguientes cuatro categorías:

- ***Aguas residuales***
- Técnicas que requieran utilizar una menor cantidad de agua;
- Métodos que limiten la cantidad de productos químicos utilizados en el proceso;
- Productos químicos menos nocivos que limiten el impacto medioambiental de las aguas residuales generadas.
- ***Residuos sólidos***
- Métodos para reciclar todos los residuos sólidos generados;

- Prácticas que limiten la cantidad de productos químicos contenidos en los residuos sólidos generados.

➢ ***Contaminación atmosférica***

- Productos químicos que reduzcan la contaminación atmosférica;
- Uso de energías renovables para reducir el nivel de contaminación del aire.

Durante el proceso de diagnostico, pudo haberse identificado un número de posibilidades obvias para mejoras inmediatas (figura 1) Para profundizar, es en ocasiones útil dividir el proceso de manera conceptual en varios elementos esenciales, como se muestra en la figura 2.

El proceso de generación de opciones considera de manera individual a cada elemento.

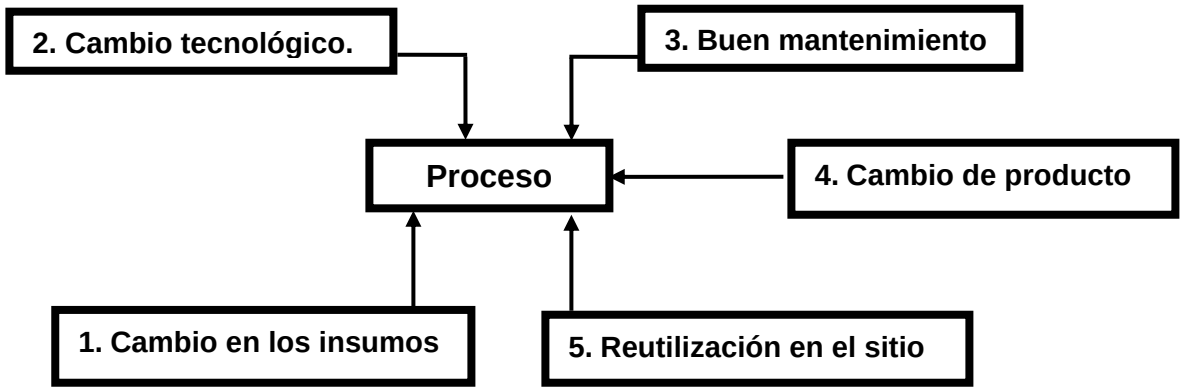


Figura 1.2. Elementos esenciales del proceso de generación de opciones.

1. Cambios de los insumos.

La producción más limpia se logra realizando cambios de insumos, reduciendo o eliminando los materiales peligrosos que ingresan en el proceso de producción. Pueden realizarse los cambios de insumos para evitar la generación de desechos peligrosos dentro de los procesos de producción.

Los cambios de insumos incluyen:

- purificación del material;
- sustitución del material.

2. Cambios tecnológicos.

Están orientados hacia las modificaciones de proceso y equipo para reducir desechos, principalmente en una línea de producción.

Los cambios tecnológicos pueden ir desde las modificaciones menores, las cuales pueden instalarse en cuestión de días y a un bajo costo, hasta la sustitución de procesos, lo cual requiere de un gasto de capital más grande.

Estos incluyen lo siguiente:

- cambios en el proceso de producción;
- disposición del equipo o cambios en las tuberías;
- uso de automatización;
- cambios en las condiciones de procesamiento: tales como la cantidad de flujos, temperaturas, y tiempo de residencia.

3. El buen mantenimiento incluye medidas de procedimiento administrativas o institucionales que puede utilizar una empresa para minimizar desechos. Muchas se usan para mejorar la eficiencia y como buenas prácticas de manejo. Estas buenas prácticas de mantenimiento a menudo son a bajo costo. Pueden ser aplicadas en todas las áreas de la planta, incluyendo producción, operaciones de mantenimiento y en el almacén de materias primas y almacenaje de productos.

Las Buenas Prácticas de operación incluyen lo siguiente: programa de producción más limpia; prácticas de gerencia y el personal; prácticas de manejo del material y el inventario; prevención de pérdidas; separación de desechos; prácticas de contabilidad de costos, y programación de la producción.

Las prácticas de gerencia y el personal incluyen capacitación para los trabajadores, incentivos, bonos y otros programas que estimulen a que los trabajadores de manera consciente reduzcan desechos.

Las prácticas de manejo de material y de inventario incluyen programas para reducir la pérdida de insumos que se dan por manejo inadecuado, materiales caducos de vida corta y buenas condiciones de almacenaje.

La prevención de pérdidas minimiza las pérdidas al evitar que hayan fugas en equipos y derrames.

Las prácticas de separación de desechos reducen el volumen de los mismos al prevenir su mezcla con los que no lo son.

Las prácticas de contabilidad de costos incluyen programas para atribuir los costos de tratamiento de desechos y de disposición directamente al departamento o a los grupos que la generan, en vez de cargar estos costos a las cuentas generales de la empresa. Esto hace que los departamentos o grupos que generan desechos se vuelvan más conscientes de los efectos de sus prácticas de tratamiento y disposición y tienen un incentivo financiero para minimizarlos.

La frecuencia de limpieza del equipo y los desechos resultantes pueden reducirse al tener un horario apropiado en las corridas de producción por lotes. En esta etapa, se considera la eficiencia energética del proceso y de las operaciones generales de la planta.

4 Cambios en el producto

Los cambios en el producto se realizan por el fabricante con la intención de reducir los desechos que se den como resultado de la utilización de un producto.

Estos cambios en el producto incluyen: la sustitución del producto; conservación del producto y cambios en la composición del producto.

5 Reutilización en el sitio.

El reciclaje y/o la reutilización involucra el regreso del material de desecho, ya sea al proceso de origen como insumos sustituto o para otro proceso como insumo.

Después de generadas las opciones, debe hacerse una selección inicial, considerando: disponibilidad; qué tan adecuado es ; efectos ambientales, y viabilidad económica.

La selección inicial debe suceder antes que la opción de producción se someta a una evaluación más exhaustiva.

Durante la fase de viabilidad, la evaluación resultará en una selección de opciones para su aplicación.

Después de la fase de implementación debe haber un seguimiento de cambios, inherentes al concepto de producción más limpia, después se realiza la auditoria, la cual se utilizará para identificar nuevas opciones para la producción más limpia y verificar el cumplimiento de la implementación de las opciones .

Este último paso cierra la cadena de mejoramiento continuo.(***PNUMA,1999; Guerra,2003***)

2.7. Ciclo de vida y eco diseño

2.7.1. Repaso histórico de la metodología del análisis del ciclo de vida (ACV)

El término Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es todavía joven, el primer estudio en este terreno fue desarrollado por *Coca-Cola en 1969* con el objetivo de analizar los empaques de los refrescos. (***Lambert, 2000***)

A pesar de que el ACV se ha tomado en cuenta con especial atención desde el principio de los años 90, los primeros desarrollos metodológicos datan de los años 60. Los primeros trabajos de esta época se enfocaban básicamente en la demanda de energía en los sistemas productivos.

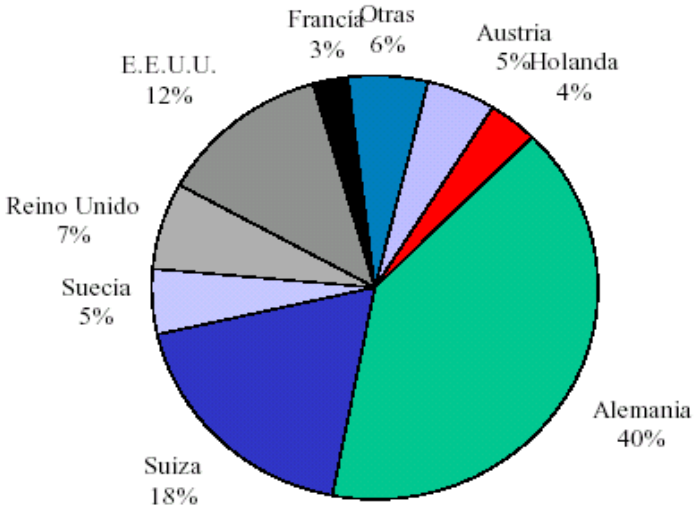
Esta clase de estudios relacionados con la energía recibió mayor atención a partir de la crisis energética en los años 70. El término utilizado en el momento fue “Análisis de Perfil Ambiental y de Recursos” (REPA) (***Universidad de Los Andes, 1997***)

En Europa, los primeros estudios de comparación ecológica de productos, que en ese entonces eran llamados ecobalances, fueron realizados en 1974 en Suiza. Luego, en 1984 la agencia

Suiza de Protección al Medio Ambiente publicó un boletín de ecobalance para materiales de empaque. Este estudio también presentaba una propuesta de una metodología que evaluaba las ventajas y desventajas de los diferentes sistemas de empaque.

Uno de los países en donde se desarrollaron más casos de ACV fue Alemania. Los primeros casos de ACV desarrollados, datan de 1984/85, y fueron establecidos para envases de bebidas y papel higiénico.

La **Figura 1.3** muestra el porcentaje de participación de los países en los cuales los estudios de ACV fueron iniciados.



Luego de varios años de trabajo continuo, en mayo de 1997, el grupo 5 del comité técnico ISO/TC 207 pasó la ***norma ISO 14040: Análisis del Ciclo de Vida, Principios y Aplicaciones, la cual fue aprobada por 60 países.*** El ACV es ahora la herramienta de análisis ambiental más utilizada que posee un estándar internacional.

2.7.1.1. Concepto

El Análisis de Ciclo de Vida es una de las ***herramientas de la Producción más Limpia*** que permite establecer estrategias de mercadeo y planear actividades preventivas concretas para la aplicación de una Producción Más Limpia en la industria.

Se basa en una ***estructura sistémica enfocada a productos***, en la cual se analizan todos los ***impactos ambientales*** producidos en todas las etapas y actividades que conforman su ciclo de vida ***"desde la cuna hasta la tumba".***

2.7.1.2. Aplicación, esencia e importancia de la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV).

El creciente reconocimiento de la importancia de la protección ambiental y los posibles impactos asociados con los productos fabricados y consumidos, ha aumentado el interés en el desarrollo de métodos para comprender mejor y reducir esos impactos. Una de las técnicas que se están desarrollando para este propósito es el Análisis del Ciclo de Vida (ACV).

El ACV es una técnica para evaluar los aspectos ambientales y los impactos potenciales asociados con un producto, mediante: la recopilación de un inventario de las entradas y salidas relevantes del sistema producto; la evaluación de los impactos ambientales potenciales asociados con estas entradas y salidas; la interpretación de los resultados de las fases del análisis del inventario y evaluación del impacto de acuerdo con los objetivos del estudio.

El ACV estudia los aspectos ambientales y los impactos potenciales a lo largo de la vida del producto, (es decir, de la cuna a la tumba), desde la adquisición de las materias primas hasta la producción, uso y disposición. Las categorías generales de aspectos ambientales que precisan consideración incluyen el uso de recursos, la salud humana y las consecuencias ecológicas.

El ACV puede ayudar en:

- la identificación de oportunidades de mejora de los aspectos ambientales de los productos en varios puntos de su ciclo de vida;
- la toma de decisiones en la industria, las organizaciones gubernamentales o no gubernamentales (ej. planificación estratégica, establecimiento de prioridades, diseño o rediseño de productos o procesos); y
- la selección de indicadores de desempeño ambiental relevantes, incluyendo técnicas de medición; el marketing (ej. afirmaciones ambientales, esquemas de eco etiquetado, declaraciones ambientales relativas a un producto)

2.7.1.3. Metodología del Análisis del Ciclo de Vida En general un Análisis de Ciclo de Vida consiste de 4 componentes: (***UNEP, 1996, Zarol, 2000***)

1. Definición del objetivo y alcance
2. Inventario
3. Cálculo de impactos
4. Definición de mejoramientos

Definición de objetivos y alcance: se debe precisar los objetivos que motivan el estudio, así como los límites del sistema a analizar e identificar los componentes del ciclo de vida (ej. extracción, transporte, almacenamiento, producción, consumo, reciclaje, disposición final de residuos, etc) **Análisis de inventario**: se desarrolla aquí los balances de materia y energía a través de los diferentes componentes del ciclo de vida.

Evaluación de los impactos ambientales potenciales: debe considerar la salud y seguridad de las personas, y las cargas ambientales. Se debe identificar y caracterizar, previamente, los compartimentos ambientales a incluir en el análisis y su relación con las etapas del ciclo de vida del producto.

Interpretación: en base al análisis anterior, se debe identificar y evaluar medidas de mejoramiento que permitan reducir aquellos impactos de mayor relevancia.

2.7.2. Eco diseño.

2.7.2.1. Origen del Eco diseño

La metodología de eco diseño tiene su origen en Holanda y se desarrolló como resultado de una gran cantidad de proyectos piloto en la industria. Inicialmente la metodología se ha aplicado en tres programas empezando con proyectos piloto en 8 empresas holandesas en el periodo de 1992 - 1994 (***Ministerio del..,1997***).

Posteriormente durante el período de 1994 a 1997, se realizaron aproximadamente 500 proyectos, en diferentes empresas pequeñas y medianas (PYMES) en Holanda. Simultáneamente se desarrollaron 20 proyectos en países como la India, China, Tanzania, Costa Rica, Honduras, Guatemala y Nicaragua.

2.7.2.2. El Eco diseño como aplicación del ACV y la innovación

El Análisis de Ciclo de Vida ha sido una metodología aplicada al diseño o rediseño de productos, a partir del cual ha nacido un ***método para el desarrollo de nuevos productos, el Ecodiseño***. Este método ofrece una estructura práctica para identificar, desarrollar e implementar mejoramientos competitivos en los productos, teniendo en cuenta las prioridades ambientales y el fortalecimiento de las oportunidades en la empresa.

El eco diseño ofrece una metodología práctica para identificar, desarrollar e implementar mejoramientos competitivos en los productos, tomando en cuenta las prioridades ambientales con el fin de fortalecer las oportunidades de la empresa (***Universidad Tec..., 1997***)

2.7.2.3. Importancia y esencia del Eco diseño

La importancia del ecodiseño radica en que es una estrategia fuerte, aplicable a la prevención de la contaminación y la disminución de costos. El ecodiseño exige considerar estrategias y alternativas cuando se toman decisiones en el desarrollo del producto con el objetivo de disminuir las consecuencias ambientales negativas. Algunas maneras de alcanzar estas metas son, por ejemplo, la selección de materiales con un impacto menor (aplicación de material reciclado), procesos de producción menos contaminantes (optimizar la eficiencia del proceso), y

disminuir los requerimientos en el consumo de energía; aumentar las posibilidades de reuso o reciclaje del producto (empaques de sólo un material).

Las distintas experiencias muestran que la aplicación de este concepto permite reducciones entre el 30 y 50% del impacto ambiental del producto en un corto plazo, así como una reducción significativa en los costos de producción.

Desde el punto de vista ambiental el objetivo del ecodiseño es el desarrollo de productos sostenibles por un largo tiempo, buscando soluciones estructurales y radicales.

La factibilidad de la implementación de las estrategias de mejoramiento depende no solo de la prioridad ambiental sino también de la coherencia con la estrategia de la empresa, la factibilidad técnica, económica, de mercado y otros factores externos de la empresa como la infraestructura, los competidores, etc.

2.7.2.4. Estructura del Eco diseño

La metodología de ecodiseño da un orden específico y concreto al desarrollo de alternativas adecuadas para el mejoramiento integral (impacto ambiental, funcionamiento, y comercialización) de los productos y empaques. Dentro de la metodología de ecodiseño se utilizan varias herramientas para encontrar el balance óptimo y específico de los aspectos económicos, técnicos, comerciales y ambientales de la innovación. Los pasos de ecodiseño describen la aplicación de las herramientas en un orden específico.

Las herramientas utilizadas dentro de la metodología de ecodiseño son según ***Dama, 1997***:

1. **Análisis de Ciclo de Vida:** identifica oportunidades de innovación a partir de las prioridades del impacto ambiental del sistema completo. • El Análisis de Debilidades y Fortalezas, de la empresa; y de Oportunidades y Amenazas en el mercado (FODA) para determinar que las oportunidades de la innovación sean coherentes con la estrategia empresarial y las tendencias en el mercado.
2. **Análisis de la Contabilidad Ambiental**: se aplica durante el Ciclo de Vida ("Life Cycle Costing LCC") con el fin de analizar la factibilidad económica de las oportunidades de innovación en el sistema completo.
3. **Rueda de Ecodiseño** con sus 8 diferentes estrategias definine la dirección de la innovación hacia el Producto Verde.
4. **Guías de diseño:** eco-eficientes para concretar las estrategias escogidas en un prototipo del Producto Verde.

2.8. El concepto de producción más limpia y su relación con el Ecodiseño

El término de ***Producción Más Limpia*** **(P+L)** fue aceptado en ***la Conferencia Mundial de Río como un paso importante hacia el desarrollo sostenibl*****e**. Es uno de los puntos de partida

más importantes y prácticos para lograr un desarrollo industrial sostenible. Su principio básico es: la contaminación que no existe no necesita eliminarse. La experiencia ha demostrado que una producción más limpia a menudo es un ejercicio rentable. La Producción Más Limpia es la aplicación sistemática de una estrategia ambiental para la reducción del impacto ambiental negativo que generan las empresas a través de un uso más eficiente de sus recursos. Aunque la producción más limpia abarca tanto los procesos de producción como los productos mismos, comúnmente hace más énfasis en los procesos.

El ecodiseño salva esta brecha, concentrándose en él, todo el ciclo de vida del producto, desde la extracción de la materia prima hasta que el producto final se desecha, lo cual enriquece y complementa el enfoque de la producción más limpia. En el concepto de producción más limpia se practica el reciclado interno, la modificación del producto y la modificación de los procesos, esta última práctica significa comúnmente sustitución de insumos, implementar buenas prácticas en los procesos y cambios tecnológicos. La modificación del producto se traduce en una reducción del impacto ambiental del producto a lo largo de todo su ciclo de vida, es decir desde la producción de la materia prima utilizada hasta que se desecha el producto final. Tanto ecodiseño como producción más limpia da como resultado ahorros económicos substanciales para la industria y también un ambiente más limpio.

2.9. Producción más limpia en el sector del curtido

2.9.1. ¿Porque la necesidad de una estrategia de P+L en el sector del Curtido?

La aplicación rigurosa de disposiciones legales para controlar las emisiones industriales en los países desarrollados ha provocado que algunas industrias, sobre todo las más contaminantes, cierren sus puertas o se trasladen a otros países que les brindan facilidades para el desarrollo de sus actividades productivas. En América Latina, la falta de legislación ambiental y el bajo costo de la mano de obra propiciaron la instalación de estas industrias, lo que ha afectado negativamente la calidad ambiental de la Región de América Latina y el Caribe.

Un sector característico de este proceso de transferencia industrial es el de las curtiembres. Este sector tradicional y de amplia cobertura en América Latina requiere de urgente atención para minimizar la generación y el impacto de sus desechos.

El curtido de cueros es una industria contaminadora que descarga al ambiente altos contenidos de materia orgánica y concentraciones que pueden alcanzar niveles tóxicos de sustancias tales como sulfuro y cromo trivalente, si el proceso de curtido es mineral. En caso de curtido vegetal, aún se estudia el impacto ambiental de los taninos.

En la Región se produce principalmente cueros de origen vacuno. Como resultado, la literatura registra mayormente trabajos sobre minimización de residuos en la industria que trabaja este tipo

de piel. Los países que más han desarrollado investigaciones en este sector son Argentina, Brasil y México.

2.9.2. Retos y resultados de la estrategia.

Hoy en día, el sector del curtido tiene un nuevo reto que afrontar: minimizar el impacto medioambiental mediante la evaluación del proceso de producción desde un ***nuevo*** punto de vista, es decir, detectar las causas de la ineficacia y asumir que se pueden obtener beneficios económicos añadidos reduciendo la contaminación generada. Los tratamientos caros a final de línea (EOP) y las limpiezas *a* ***posteriori*** deberían substituirse o, por lo menos, complementarse con medidas de carácter preventivo, a fin de reducir costos y riesgos, y ganar en competitividad.

Para llevar a cabo esa estrategia se han establecidos diferentes convenios entre ellos tenemos:

convenio entre el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) y la Agencia de Cooperación Técnica (GTZ) de la República de Alemania para desarrollar Proyectos de Manejo de Residuos Peligrosos y Minimización de Residuos Industriales, permitiendo al CEPIS, efectuar el primer estudio de caso aplicando el principio de minimización de residuos en la industria del cuero. El estudio de caso se realizó entre mayo de 1990 y abril de 1993 en una curtiembre de Lima, Perú, que procesa pieles de ganado ovino y caprino. (***Heidemann, 2000; OPS/ CEPIS/ POB, 1996***)

Actualmente los esfuerzos innovadores en este tipo de industria, están dirigidos a brindar soluciones en dos líneas fundamentales: lograr disminuir la contaminación en el origen (P+L) y la otra, orientada a la reducción de la contaminación en el proceso, coincidiendo esta última con el estudio de patente realizado y cuyos resultados se darán a continuación.

Para una mejor comprensión de la información recopilada se dividió la misma en dos partes:

1- Tecnologías para el tratamiento de los residuales de cromo líquido en el proceso de curtido.
2- Tecnologías empleadas durante el proceso de pelambre.

Un elemento importante a considerar en el análisis de estas tecnologías en el tratamiento del curtido con cromo es que, el 65% de la información que se genera esta vinculada a los productos químicos que se utilizan, lo que constituye un indicativo de su influencia en la calidad de los cueros. En esta industria son las sales de cromo y sulfuro las que por excelencia se emplean en el proceso de curtición, sin embargo es conocida la alta agresividad y toxicidad de los efluentes de esta industria debido a la presencia de dichas sales (cromo hexavalente y sulfuros inorgánicos).(***Resolución 87/99***)

- **Tecnologías para el tratamiento de los residuales de cromo líquido en el proceso de curtido**.

Como resultado del análisis de la información se encontraron ocho variantes fundamentales sobre las que se proponen las patentes en este sector.

Temática	**# Solns. técnicas**	**% del total**
Disminución de la carga contaminante por adición de otras sustancias al proceso.	4	9.7
Destrucción electroquímica de los contaminantes.	2	4.8
Tecnologías para la precipitación/sedimentación.	10	24.4
Tecnologías para la precipitación del cromo	14	34.14
Recuperación del cromo de cenizas	3	7.3
Recuperación del cromo sin dañar el colágeno	2	4.8
Proceso enzimático de recuperación de proteínas y cromo en residuales.	3	7.3
Otros	3	7.3

Como resultado de este estudio se destacan Alemania con el 18%, Estados Unidos 38%, Italia 11%, Japón con 7%, España y China con el 5% y Rusia con el 6%, quedando el 16% del total restante entre Rusia, Hungría, Polonia, Grecia, Francia, entre otros.

- **Tecnologías aplicadas durante el proceso de pelambre**

En este sector fueron encontradas cuatro variantes tecnológicas referidas al proceso de curtido o dehairing:

Temática	**# Solns. técnicas**	**% del total.**
Métodos enzimáticos para el depilado	10	29.4
Método químico enzimático para el depilado	7	20.6
Método químico	5	14.7
Método de residuales convencionales como el sulfuro y/o proteínas	10	29.4
Otros	2	5.9

Estas soluciones técnicas por temáticas fueron encontradas en el período 1970 y 2000.

Como resultado de este estudio se destacan Alemania con el 34%, Estados Unidos Con un 18%, Dinamarca y China con el 9% y Rusia con el 6%. Siendo Alemania la puntera en los métodos para el depilado de pieles siguiéndole los Estados Unidos, independientemente de la variante tecnológica que se trate.(***Evaluación del...,2001***)

Sin embargo, el problema reside en una evaluación razonable de las propuestas, ya que lamentablemente, no siempre se dispone de datos claros sobre la introducción práctica y factible y la experiencia técnica necesaria, que sólo la pueden tener realmente, especialistas muy experimentados, observando los procesos en el sitio donde se aplican.

Las siguientes opciones de prevención de la contaminación en el sector del curtido, si se aplican eficazmente, no solo reportan beneficios medioambientales, sino otros tipos de beneficios: ganancias económicas, ahorro de recursos, etc.

1. Enfriamiento de la piel para conservarla sin la utilización de sal.
2. Procesos que benefician el pelo para disminuir la carga contaminante.
3. Depilado enzimático para ahorrar productos químicos y disminuir carga contaminante.

4. Desencalado con dióxido de carbono para sustituir sales amoniacales.
5. Curtición al cromo con alto agotamiento.
6. Recirculación del cromo después de precipitación y disolución.
7. Sustitución parcial o total del cromo.
8. Disminución de productos químicos en la etapa de acabado.
9. Utilización de la variante tecnológica conocida como cuero en blanco húmedo o *Wet White* para disminuir los desperdicios de curtidos al cromo.
10. Utilización racional de los residuos sólidos.

Además, adoptando medidas de prevención de la contaminación, las empresas curtidoras, pueden reducir la cantidad de contaminación generada hacia la comunidad, mejorando de este modo la imagen de la empresa y de sus productos ante los consumidores, los proveedores, los vecinos y las autoridades legales.(***CAR/PL,2001***)

Conclusiones parciales

1- La producción más limpia es una opción más sostenible y eficiente, que eliminar o mitigar la contaminación una vez que se ha producido.

2- La implementación de una estrategia nacional, dirigida a la introducción del concepto de producción más limpia, es una necesidad del desarrollo, pues, además de fortalecer los programas y esfuerzos nacionales de lucha contra la contaminación, mejora la gestión ambiental y económica de las industrias.

3- El análisis de ciclo de vida (ACV), es la herramienta de producción más limpia (P+L), que más se utiliza actualmente, para el análisis ambiental en la industria y poder a partir de este, establecer estrategias y aplicar medidas preventivas concretas, para la aplicación de P+L en las mismas.

4- El eco diseño, es una estrategia aplicable a la prevención de la contaminación y disminución de costos que teniendo como herramienta al ACV y aplicado conjuntamente con la P+L, dan como resultado ahorros económicos para la industria y un ambiente más limpio.

5- En el sector del curtido se hace necesaria la aplicación eficaz de opciones o alternativas para la prevención de la contaminación, por ser una industria altamente contaminadora.

6- Es importante la aplicación de todas estas herramientas y opciones de P+L en el Establecimiento 101 Tenería “Patricio Lumumba” del municipio Caibarien, teniendo en cuenta el desarrollo turístico en gran escala, que se prevee llevar a cabo.

Capitulo IIDiagnóstico ambiental

Para la realización del diagnóstico ambiental en el establecimiento 101 Tenería" Patricio Lumumba" se tuvieron en cuenta los aspectos contenidos en la "*Metodología para la ejecución de los diagnósticos ambientales y la verificación del cumplimiento de los indicadores establecidos en la resolución CITMA 27/2000 para la obtención del Reconocimiento Ambiental Nacional" (RAN),* correspondiente al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Agencia de Medio Ambiente y Centro de Información, Gestión y Educación ambiental (Enero 2003), los componentes esenciales del análisis del ciclo de vida (ACV) y diferentes herramientas de producción más limpia (***UNEP, 1996, Zaror, 2000***).

El diagnóstico se realizó de manera general para conocer los principales focos contaminantes, pero se particularizó en la etapa de Rivera por ser objetivo del trabajo ya que la misma es considerada la más contaminante dentro del proceso de curtido, debido fundamentalmente a un alto consumo de agua, generación de residuos líquidos con alta carga orgánica y contenido de sulfuro que presenta riesgo de formación de gas sulfhídrico, el que, en baja concentración, genera olor desagradable y en alta concentración puede ser muy tóxico, además contiene productos químicos corrosivos e irritantes.

Si tenemos en cuenta que con las tecnologías actualmente empleadas el 80% de la demanda biológica de oxígeno (DBO_5) del efluente generado por una curtiembre de cueros vacunos curtidos al cromo se origina en sus ***baños de pelambre*** (Etapa de Ribera), es razonable que en los últimos años el interés de los investigadores se haya centrado en la posibilidad de reducir la carga contaminante de dichos licores de depilado.(***CEPIS/OPS, 2001, CAR/PL, 2000, Carabias, 1999 OPS/CEPIS/POB, 1996, CEPIS.1996***).

3.1. Datos generales de el establecimiento 101 Tenería "Patricio Lumumba"

El establecimiento 101 Tenería "Patricio Lumumba" perteneciente al MINIL es una de las tres unidades productivas con que cuenta la empresa nacional de Tenería "TENEVIC", su función es la producción de cuero semielaborado, cuero y rebajo (guantes). A partir del procesamiento de pieles frescas y saladas con destino fundamentalmente al mercado nacional e internacional. Se encuentra localizado en la carretera de Caibarien a Remedios Km 3½ Municipio Caibarien y su creación esta avalada por la resolución 199 del 14 de Diciembre de 1979 dictada por la Ministra de la Industria Ligera en funciones en dicha fecha, Nora Fromet y, subordinados directamente a la Unión de Empresa del Cuero y Calzado.

Dentro del establecimiento 101 se encuentran:

- Almacén de saladero.

- Brigada de piso húmedo.
- Brigada de operación en azul.
- Brigada de preacatado.
- Brigada de acabado
- Brigada de mantenimiento.
- Brigada operativa.

Se ubica dentro del perímetro de la empresa y cuenta con varias áreas fundamentales aledañas al mismo, como son:

- Laboratorio de control de proceso.
- Oficinas del establecimiento (grupo de organización, producción, grupo industria, grupo de control económico y la dirección del establecimiento.
- Unidad abastecedora.
- Almacén de productos químicos
- Almacén de materiales indirectos y el taller automotriz
- Comedor.

Cuenta con una plantilla de 124 trabajadores, siendo el desglose por categoría ocupacional; el siguiente: Dirigentes: 10, Técnicos: 18, Administrativos: 1, Servicios: 8 y Obreros: 87.

La empresa a la cual pertenece el establecimiento tiene una contabilidad certificada y hace dos años se encuentra en perfeccionamiento empresarial. El cumplimiento del plan técnico económico de los tres últimos años se encuentra en el **Anexo A. Tabla 2.1, Gráfico 2.1**, donde se puede observar, que la producción ha tenido un incremento a partir del 2002, esto se debe a la estabilidad de los contratos y al perfeccionamiento empresarial[

3.1.2. Condiciones naturales y socioeconómicas.

Dentro de las condiciones naturales a tener en cuenta por su influencia en el entorno, se encuentra el clima que por lo general se caracteriza por tener dos periodos bien determinados Mayo – Octubre y Diciembre – Marzo con dos meses de transición que son Abril y Noviembre.

Las lluvias son escasas y están asociadas por ”brisote sucio” que en ocasiones producen lluvias con acumulados importantes.

Los fenómenos mas peligrosos son los ciclones y tormentas locales severas, responsables de vientos fuertes e inundaciones. A continuación se relacionan algunos datos importantes a tener en cuanta , ellos son:

- Promedio de precipitación anual histórico: 1315.5 mm
- Mes mas lluvioso (Octubre): 207.6 mm.

- Mes mas lluvioso (Diciembre): 31.0 mm.
- Temperatura media anual histórica: 24.4 ^{0}C.
- Mes mas cálido (Julio – Agosto): 31.1^0 C.
- Mes mas frío: (Febrero): 17.5 ^{0}C

El municipio Caibarien se encuentra situado al noreste de la provincia de Villa Clara. Este municipio ocupa un área de 274 Km^2 , con una población de 40 798 habitantes, 20 118 hombres y 20 690 mujeres, para 148.89 habitantes por Km^2.

En Caibarien existen proyecciones de desarrollo turístico en gran escala, con todas las características invasoras y modificadoras del medio ambiente natural y social que traen consigo en un municipio pequeño en extensión geográfica y de un ecosistema frágil además, posee características habitacionales, constructivas y ambientales deficientes, y una población insuficientemente preparada para enfrentar este reto.(***Leiva 2003***)

3.1.3. Desempeño ambiental de la entidad.

A partir del concepto de sostenibilidad y teniendo en cuenta los objetivos de la Política Ambiental Nacional, de lo establecido en las legislaciones vigentes y en particular las practicas de minimización de residuos y P+L, en la entidad se han llevado a cabo acciones encaminadas a una mayor gestión ambiental. Entre ellas podemos citar:

- Definición de una política ambiental e instrumentación de una estrategia con un plan de acción con metas y objetivos específicos, teniendo en cuenta las principales problemáticas ambientales detectadas que deben resolverse para disminuir la carga contaminante.
- Introducción de mejoras tecnológicas y aprovechamiento de algunos residuos que representan ingresos considerables a la empresa por este concepto.
- Programas encaminados a la educación ambiental de sus trabajadores.
- Creación del cargo de especialista en Ciencia, Innovación Tecnológica y Medio Ambiente.
- Existencia y conocimiento de documentos normativos y rectores de las actividades ambientales.

3.2. Descripción del proceso de Curtimbre e Identificación de sus residuos por etapas.

Desde el punto de vista físico químico, la piel animal, la dermis en particular, es una materia coloidal fuertemente hidratada. Para que se convierta en producto aprovechable, es necesario que la variación de la humedad y la acción de los microorganismos no la afecten ni la inhabiliten para su posterior empleo. Por tanto, para llevar a cabo el proceso de curtición es necesario, en primer lugar, que la piel llegue en buen estado de conservación a la industria, es por esto la necesidad de conservar las pieles antes de entrar al proceso tecnológico, la cual tiene como

objetivo detener el proceso natural de descomposición y mantener las pieles en el mejor estado posible desde el desuello hasta que comience su manipulación en la tenería. Esta conservación puede llevarse a cabo por diferentes métodos, salado normal, tratamiento con salmuera, salado en bombo o conservación por secado. (***Chico.2000,Gutiérrez. 1999***).

En la fábrica objeto de estudio las pieles se que se procesan, son conservadas, por salado normal. Este tipo de salado consiste en extender la sal en grano sobre el lado de carne de la piel fresca y dejarla el tiempo necesario para su disolución y posterior difusión hacia el interior de la piel.

Una vez aplicados los métodos de conservación, comienza el procesado de las mismas. Para insensibilizar la piel frente a los factores negativos ya descritos, se aplica el proceso de curtición que la transforma en cuero. Las pieles, luego de ser limpiadas de sus grasas, carnazas, y pelos o lanas, son sometidas a la acción de diferentes agentes químicos que interaccionan con las fibras del colágeno para obtener un cuero estable y durable.

Piel + curtiente $\xrightarrow{\text{curtición}}$ **CUERO**

El proceso de curtición se inicia con la recepción de las pieles que pueden llegar en sal, o simplemente secas. (.**Anexo B. Fotos)** y a partir de ese momento comienza la fase húmeda. El mismo es discontinuo y se puede clasificar, básicamente en cuatro etapas:

- **Etapa de Rivera (Fase húmeda)**

La etapa de Rivera compone de las siguientes operaciones, las cuales se llevan cabo en los tambores giratorios o bombos .**Anexo B. Fotos.**

1. Clasificación de las pieles por peso.
2. Remojo de las pieles saladas.
3. Apelambrado de las pieles.
4. Descarnado de las pieles en tripa.
5. Recortado de las pieles en tripa.
6. Desencalado de las pieles en tripa.
7. Rendido de las pieles en tripa.

Estas operaciones permiten la limpieza y devuelven el estado húmedo inicial a aquellas pieles que se conservaron antes de ser llevadas a la curtiembre; también permite la desinfección de éstas antes de comenzar el proceso de pelambre, y su clasificación por peso y tamaño.(**Anexo C. Fotos**)

En esta etapa se eliminan todos los componentes de la piel que no son transformables en cuero, como sales de sodio, pelo y material proteico. Este proceso emplea sulfuro de sodio y cal para

eliminar la epidermis de la piel, además, del pelo que la recubre. Antes de comenzar con la etapa de curtido se procede al descarne, donde se separan las grasas y carnazas todavía unidas a la parte interna de la piel. Los procesos de desencalado, desengrase y purga eliminan la cal, el sulfuro y las grasas contenidas en la piel y limpian los poros de la misma.

Los principales residuos que genera esta etapa son:

Residios sólidos: restos de piel que contienen carnaza, grasas y excremento, sal producto de la conservación (operación de clasificación por peso) y residuos sólidos de carnaza y grasas con gran porcentaje de humedad (operación de descarne).

Residuos líquidos: grandes volúmenes de agua que arrastran consigo tierra, cloruros y materia orgánica, así como sangre y estiércol, hidróxido de sodio y desengrasantes (operación de remojo), desencalantes, sales de amonio, bisulfito de sodio y cloruro de sodio (desencale y rendido). Además de la presencia de productos químicos, el efluente tiene un elevado pH = 11 a 12.

Este proceso emplea un gran volumen de agua y la descarga de sus efluentes representa el mayor aporte de carga orgánica.

- **Etapa de curtido (Fase húmeda)**

La etapa de curtición comprende las siguientes operaciones :

1. Piquelado de las pieles en tripa
2. Curtición de las pieles en tripa.
3. Neutralización de los cueros curtidos.
4. Exprimido de los cueros curtidos.
5. Selección en azul.
6. Divido de los cueros curtidos.
7. Calibrado de los cueros curtidos.
8. Recortado de los cueros curtidos.

Esta etapa comprende las operaciones y procesos mediante los cueles se logra imprimir estabilidad química y física a la piel evitando su putrefacción y haciéndolo resistente a cambios de temperatura y humedad. En el curtido se utilizan materiales de origen vegetal (Curtido Vegetal) o sales inorgánicas, especialmente sales de cromo (Curtido en Cromo). La piel curtida se denomina cuero azul o con el termino ingles conocido como "wet blue", que es clasificado según su grosor y calidad para su proceso de acabado.

Los residuos que se generan en esta etapa son líquidos que contienen diferentes tipos de sales de cromo trivalente (Cr^{+3}) en varias proporciones. El efluente de la operación de piquelado,

contiene elevadas concentraciones de cloruros y ácidos (sulfúrico y fórmico), que le confieren una elevada acidez pH entre (2.5 a 3)

- **Etapa de Recurtido, Teñido y Engrase "RTE" (Fase húmeda)**

Esta etapa consta de las siguientes operaciones:

1. Recurtición mineral de los cueros curtidos.
2. Teñido de los cueros curtidos.
3. Recurtición mixta (vegetal-sintética).
4. Engrase de los cueros curtidos.
5. Escurrido de los cueros.
6. Estirado y devenado de los cueros.
7. Secado de los cueros.

En ella se logra que el cuero adquiera suavidad, color y otras características que son necesarias para fabricar artículos comerciales.

En esta etapa se generan principalmente residuos sólidos como el aserrín que contiene Cr+3 en aquellos cueros que han tenido un curtido mineral. Representa la mayor generación de residuos sólidos con alto contenido de humedad y pequeñas cantidades de residuos líquidos con contenidos de sales de cromo y cloruros.

- **Etapa de acabado. (Fase mecánica)**

Esta etapa comprende de las siguientes operaciones:

1. Remojo de los cueros.
2. Suavizado de los cueros.
3. Selección en crota.
4. Esmerilado de los cueros.
5. Despolvado de los cueros.
6. Acabado de los cueros.
   - Pintado
   - Laqueado
   - Satinado
7. Selección de los cueros.
8. Medición de los cueros.
9. Enfarde de los cueros.

Estas operaciones y procesos le dan al cuero las características especificas que el mercado impone a cada tipo de producto, como puede ser grabado, color y tacto entre otros.

Genera restos de cuero terminado, los que aportan retazos de cuero con contenido de Cr+3 cuando el curtido ha sido al cromo.

De acuerdo a las especificaciones que se requieren imprimir a cada producto de cuero, se utilizan diversos materiales como lacas, pigmentos, etc.(***Gutiérrez 1999***)

El producto terminado es empacado y almacenado hasta su comercialización. (**Anexo C. Fotos**)

El diagrama de flujo correspondiente al proceso productivo del establecimiento 101 se encuentra detallado en el **Anexo D**.

3.2.1.- Residuales líquidos. Caracterización.

Para realizar un estudio de los principales contaminantes que caracterizan un agua residual y poder tomar decisiones en cuanto a:

- Factibilidad de tratamiento.
- Adaptación de nuevas tecnologías
- Aprovechamiento de residuos sólidos y sud-productos.
- Minimización de residuos, etc

Es necesario realizar primeramente una caracterización de los residuales porque, la composición de los mismos depende del tipo de industria, y las variaciones están en dependencia de la tecnología empleada, materias primas, utilización de corrientes de desechos, etc. De aquí que sea prácticamente imposible generalizar.

Es recomendable que si la industria tiene varias fuentes de emisión de residuales (lo cual es muy común), se trate de caracterizar estas por separado, para dar una visión completa de la situación existente y permitir un análisis integral de las diferentes variantes a seguir. En el A**nexos E** aparecen los esquemas simplificados de las zanjas estudiadas donde se señalan los principales procesos que contribuyen a la composición del residual en cada zanja colectora.

- **Procedimiento analítico**

Los procedimientos analíticos empleados, así como su simbología, unidades de medición y fundamento de método son reportados en la **Tabla 2.2 del Anexo F.** . Según, ***Standard Methods for Water and Wastewater Examination. 1985.***

- **Muestreo.**

Para realizar la caracterización se tomaron muestras compuestas, pero los resultados obtenidos durante los días de muestreo no se corresponden con los valores máximos detectados por este tipo de instalación para la máxima capacidad de producción, no resultando suficientes para el diseño de una planta de tratamiento. Es por esto que se decide tomar muestras puntuales de los vertimientos directos de las operaciones básicas del proceso, a fin de estudiar la carga máxima generada por este tipo de establecimiento. En el **Anexo G, en las Tablas 2.3, 2.4 y 2.5** aparecen los resultados obtenidos. En la **taba 2.3. Anexo G** aparecen los resultados de las muestras compuestas y según la norma ***NC XX.2001 (Proyecto)***, de los parámetros evaluados solo el pH y Pt están por debajo del valor máximo permisible, ,por lo que es necesario una planta de tratamiento de residuales, la aplicación de buenas practicas ambientales y la implantación de producción mas limpia que mitiguen el impacto causado por el vertimiento al mar de los residuales.

Consideraciones sobre el tratamiento de las aguas residuales

Las aguas residuales del establecimiento 101 “Patricio Lumumba” carecen de tratamiento y los mismos son vertidos directamente a la bahía de Caiberién. En la propuesta de tratamiento para estas aguas residuales, realizadas por los especialistas del MINIL en Ciudad de la Habana, se proponen tres etapas de tratamiento:

- Tratamiento mecánico
- Tratamiento físico – químico
- Tratamiento biológico

Además en esta propuesta se plantean la recirculación de las aguas de pelambre previo tamizado y la recuperación de cromo, previa separación y tratamiento, así como un tratamiento aeróbico.

Los residuales del proceso tenero, de acuerdo con lo reportado en la literatura y por sus características, evidenciadas en las relaciones DBO/DQO, Nt/Pt y SSF/SSV, son tratables por estos procesos. Resulta evidente que el mayor reto esta en lograr la solución al tratamiento de estos residuales de forma económica y efectiva, y de ser posible con un proyecto por etapas, acorde a las disponibilidades de recursos, donde se logre alcanzar el tratamiento total en un tiempo aceptable.

Basado en la diversidad de soluciones que pueden darse de acuerdo con los aspectos antes manejados, es que la solución mas sabia consiste en un ***estudio de factibilidad*** del sistema de tratamiento de residuales , bajo las premisas establecidas por la entidad tenera, donde se evalúen diferentes alternativas de proyectos y en el que cualquier solución no convencional sea sometida a los ensayos escalonados requeridos para su validación industrial. De lo contrario, se

estaría corriendo el riesgo de acometer una inversión, sin el aval técnico que garantice su funcionamiento adecuado. (***Caracterización 1998,Degremon.1979,Díaz. 1987, Ramírez. 1992, Muñoz. 1992.***)

3.2.2.- Residuos sólidos. Gestión.

La producción de cuero es una industria que genera una gran cantidad de desechos sólidos que afectan al Medio Ambiente. Mediante estudios recientes realizados por la entidad se conocen los Kg/dia de residuos sólidos generados en las diferentes etapas del proceso, por cada Tonelada de piel salada procesa. **Anexo H. Tabla 2.6. Grafico 2.2.**

La mayoría de los esfuerzos en la entidad, han estado y están dirigidos a disminuir las cantidades de estos residuos o a hacerlos mas aprovechables, sobre todo en aquellos procesos que generan la mayor cantidad de residuos sólidos. Es por ello que se han llevado a cabo trabajos encaminados al aprovechamiento de estos residuos, como son:

- Los recortes en sal son contratados con accesorios de calzado para la fabricación de colas, a $240/t.
- La viruta de cromo es utilizada por la entidad en un 40 % y el resto se vende a accesorios de calzado para conglomerados a $300.00/t
- La carnaza extraída del descarne y los recortes en cal, son sometidos a cocción para disolver las grasas que contiene y separarla del resto de los deshechos, de este proceso se obtiene el llamado sebo, el cual es utilizado en la misma fábrica para el engrase del rebajo guante hidrofugado. Los residuales líquidos generados en esta operación son altamente contaminantes (29950 mg/l de DBO_5), y vertidas a la zanja # 2, sin ningún tratamiento, por lo que esta no puede ser la solución definitiva.
- El recorte de cuero terminado se vende para la confección de objetos artesanales, a $200.00/t.
- El sub producto refraccionado y centro cromo se vende a $240.00/t.
- La sal proveniente del saladero (125 Kg/día), es recuperada y reincorporada al proceso (Piquelado) Una caracterización de la misma aparece en el (**Anexo I**)

Del total de sólidos generados (2311.84 Kg/día), existe en plan la reutilización o la venta a gestor autorizado de 2244.44 Kg. para un 97%. En la práctica esto no se comporta de esta forma por el incumplimiento en los contratos, permaneciendo esos residuos en las áreas exteriores e interiores de la instalación, provocando malos olores, contaminación por lixiviación, entre otros impactos negativos al medio ambiente.

3.3.- Balance de flujos de materiales fundamentales en la Etapa de Ribera

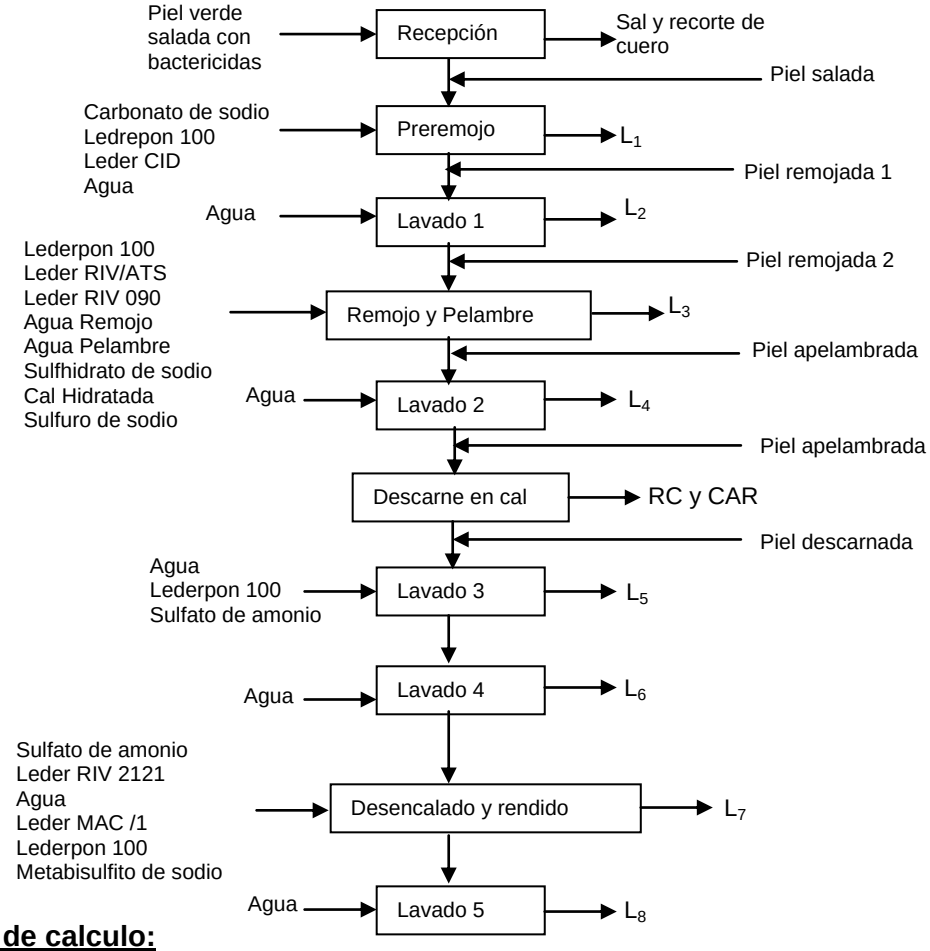
Este estudio estará encaminado a la etapa de Rivera, por ser la más contaminante y donde es necesario la aplicación de medidas encaminadas a disminuir los impactos que ocasiona al medio ambiente.

Para el balance se utilizaron las hojas de cálculo o formula suministrada por la firma CENTRALKIMICA (**ANEXO. I - A**) y datos suministrado por el laboratorio de control de proceso.

La descripción del proceso por operación, aparece en el **ANEXO. I - A**

3.3.1.Balance general de materia en la etapa de Rivera atendiendo a los consumo de agua y generación de aguas residuales con contenido de productos químicos utilizados.

- **Diagrama de bloque de la Etapa de Rivera**



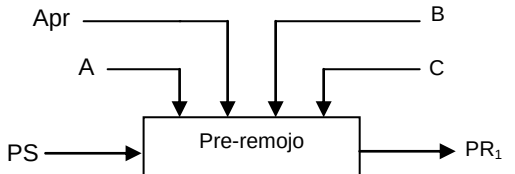
Base de calculo:

La cantidad en Kg esta referida a un bombo.

Ciclo de producción : 3 bombos/día.

Balance 1. Operación Pre - remojo

Objetivo: El objetivo del pre - remojo es eliminar en gran medida las materias extrañas y sal producto del proceso de conservación de la piel.



Entrada al bombo (datos) :

- Cantidad de piel salada : 2800 kg **(PS)**
- Cantidad de agua : 6300 Kg **(Apr)**
- Cantidad de carbonato de sodio : 2.8 Kg **(A)**
- Cantidad de Lederpon 100: 2.8 Kg **(B)**
- Cantidad de Leder CID: 0.28 Kg **(C)**

Salida del bombo:

- Humedad de la piel remojada %: 5
- Cantidad de piel remojada: 2800 Kg * 1.05 = 2940 Kg **(PR_1)**
- Densidad:1000 Kg/m^3 **(d_{licor})**

Balance total

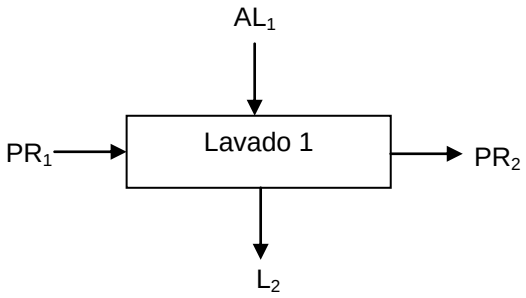
$PS + Apr + A + B + C = PR_1 + L_1$

L_1 = 6165.88 Kg = 6165.88 Kg / 1000 Kg/m^3 = 6.165 m^3

- Volumen del licor: 6.165 m^3 **(L_1)**

<u>Balance 2</u>. **Operacion lavado**

Objetivo: Que la piel quede lo mas limpia posible para la operación de remojo y pelambre



Entrada al bombo :

- Cantidad de piel a la entrada : 2940 Kg **(PR_1)**
- Cantidad de agua : 15250 Kg **(AL_1)**

Salida del bombo (datos):

- Humedad de la piel remojada %: 8
- Cantidad de piel remojada: 2940 Kg * 1.08 = 3175.2 Kg **(PR_2)**
- Densidad: 1000 Kg/m^3 **(d_{licor})**

Balance total

$PR_1 + AL_1 = PR_2 + L_2$

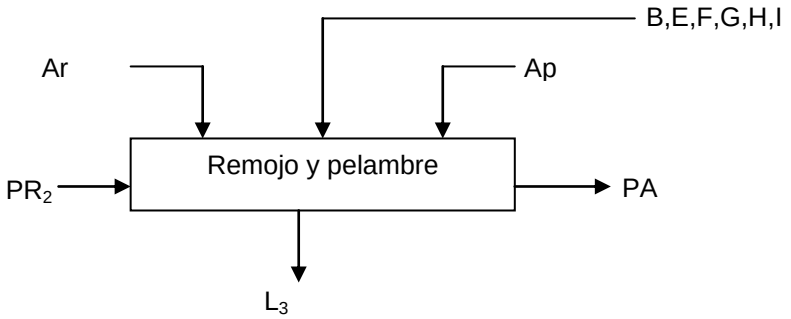
L_2 = 15014.8 Kg = 15014.8 Kg / 1000 Kg/m^3 = 15.01m^3

- Volumen del licor: 15.01m^3 **(L_2)**

<u>Balance 3</u> Operación Remojo y pelambre

Objetivo: El objetivo del remojo y pelambre es limpiar las pieles de todas las materias extrañas, devolverles la hidratación e hinchamiento que tenían cuando eran pieles frescas y eliminar del

corium la epidermis con el pelo y producir un aflojamiento de la estructura fibrosa del colágeno con el fin de prepararla para los procesos de curtición.



Entrada al bombo :

- Cantidad de piel a la entrada : 3175.2 kg **(PR_2)**
- Cantidad de agua remojo:1890 Kg **(Ar)**
- Cantidad de agua pelambre:1290 Kg **(Ap)**
- Cantidad de Lederpon 100: 5.6 Kg **(B)**
- Cantidad de Leder RIV A/TS: 30.8 Kg0 **(E)**
- Cantidad de Leder RIV 090: 19.6 Kg **(F)**
- Cantidad de sulfhidrato de sodio: 28 Kg **(G)**
- Cantidad de cal hidratada: 196 Kg **(H)**
- Cantidad de sulfuro de sodio: 42 Kg **(I)**

Salida del bombo :

- Humedad de la piel remojada %: 44
- Cantidad de piel apelambrada = 4012.29 Kg **(PA)**

$PA = PR_2 * \%H - P = 3175.2\ Kg * 1.44 - 560 = 4012.29\ Kg$

- Densidad: 1025Kg/m^3 **(d_{licor})**
- La cantidad de pelo representa de un 17 – 20 %, de la piel salada **(PS)**
- Cantidad de pelo = 560 Kg **(P)**

$m_{pelo} = 2800 * 0.2 = 560\ Kg$

Balance total

$PR_2 + Ar + B + E + F + Ap + G + H + I = PA + L_3$

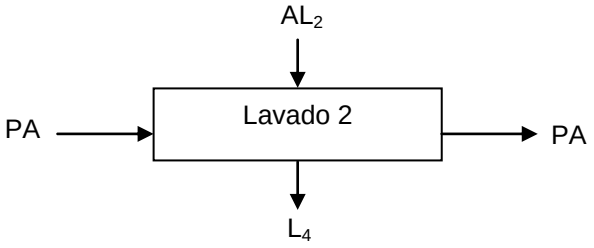
$L_3 = 2664.91\ Kg / 1025\ Kg/m^3 = 2.60 m^3 = 2600\ L$

- Volumen del licor = 2.60 m^3 **(L_3)**
- Concentración de pelo en L_3 **(C_{PL})**

$$C_{PL} = \frac{560\,Kg}{2600\,L} = 0.215\,Kg/L$$

<u>Balance 4</u> Operación de lavado.

Objetivo: Que la piel quede lo mas limpia posible para la operación de descarne



Entrada al bombo :

- Cantidad de piel apelambrada = 4012.29 Kg **(PA)**
- Cantidad de agua : 7250 Kg **(AI_2)**

Salida del bombo :

- Cantidad de piel que sale: 4012.29 Kg **(PA)**
- Densidad:1000 Kg/m^3 **(d_{licor})**

Balance total

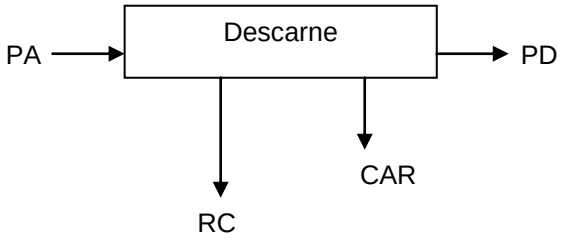
$PA + Al_2 = PA + L_4$

L_4 = 7250Kg = 7250 Kg / 1000 Kg/m^3 = 7.25 m^3

- Volumen del licor: 7.25 m^3**(L_4)**

Balance 5. Operación de descarne

Objetivo: El principal objetivo de esta operación es la limpieza de la piel eliminando el tejido subcutáneo y adiposo.



Entrada al bombo :

- Cantidad de piel apelambrada = 4012.29 Kg **(PA)**

Salida del bombo :

- Por datos industriales la carnaza representa el 30.6% del cuero que entra y el recorte de carnaza representa el 1.5%
- Cantidad de carnaza: 856.8 Kg **(CAR)**

CAR = PS * 0.306 = 2800 * 0.306 = 856.8 Kg

- Cantidad de recorte carnaza: 42 Kg **(RC)**

RC = PS * 0 .015% = 2800 * 0.015 = 42 Kg

- Cantidad de piel descarnada: 3113.48 kG **(PD)**

Balance total

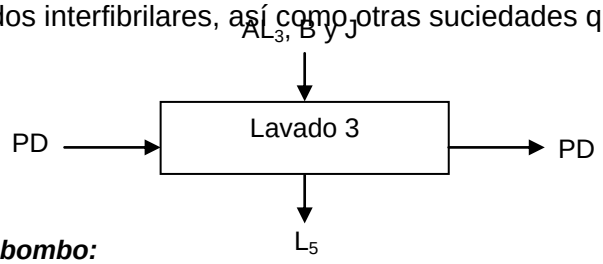
PA = PD + CAR + RC

PD = PA – CAR – RC

PD = 3113.48 Kg

Balance 6. Operación de lavado

Objetivo: Eliminarle los restos de cal y sulfuros que se depositan sobre las fibras y las disueltas en los líquidos interfibrilares, así como otras suciedades que traen los procesos anteriores



Entrada al bombo:

- Cantidad de piel descarnada = 3113.48 Kg **(PD)**
- Cantidad de agua : 4800 Kg **(Al_2)**
- Cantidad de Lederpon 100 = 1.6 Kg **(B)**
- Cantidad de Sulfato de amonio = 3.3 Kg **(J)**

Salida del bombo:

- Cantidad de piel salida: 3113.48 Kg **(PD)**
- Densidad:1000 Kg/m^3 **(d_{licor})**
- Volumen del licor: 4,8 m^3**(L_5)**

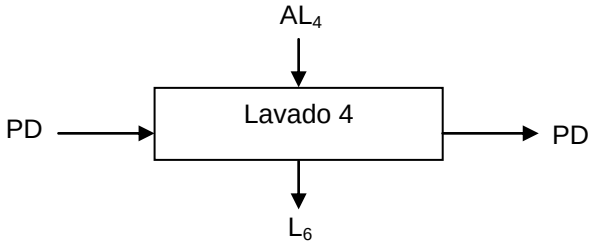
Balance total

$PD + Al_3 = PD + L_5$

L_5 = 4804.8Kg = 4804.8 Kg / 1000 Kg/m^3 = 4.8 m^3

Balance 7. Operación de lavado

Objetivo: Eliminar los restos de productos químicos del proceso anterior.



Entrada al bombo :

- Cantidad de piel descarnada = 3113.48 Kg **(PD)**
- Cantidad de agua : 8000 Kg **(Al_4)**

Salida del bombo :

- Cantidad de piel salida: 3113.48 Kg **(PD)**
- Volumen del licor: 8.0 m^3**(L_5)**

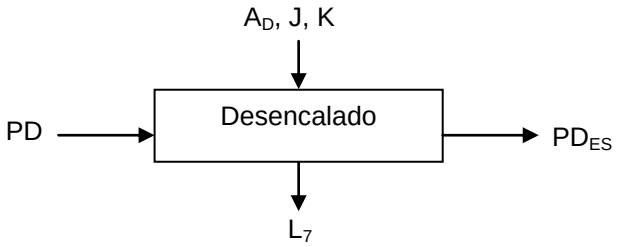
Balance total

$PD + Al_4 = PD + L_6$

L_5 = 8000 Kg / 1000 Kg/m^3 = 8.0 m^3

Balance 8. Operación desencalado

Objetivo: Eliminar la cal y productos alcalinos del interior de la piel, y por lo tanto la eliminación del hinchamiento alcalino de la piel apelambrada



Entrada al bombo :

- Cantidad de piel descarnada = 3113.48 Kg **(PD)**
- Cantidad de agua : 4000 Kg **(A_D)**
- Cantidad de Leder RIV 2121 = 32 Kg **(K)**

- Cantidad de Sulfato de amonio = 64 Kg **(J)**

Salida del bombo :

- Cantidad de piel salida: 3113.48 Kg **(PD)**
- Densidad = 1000 Kg/m^3 **(d_{licor})**
- Volumen del licor = 4.096 m^3**(L_7)**

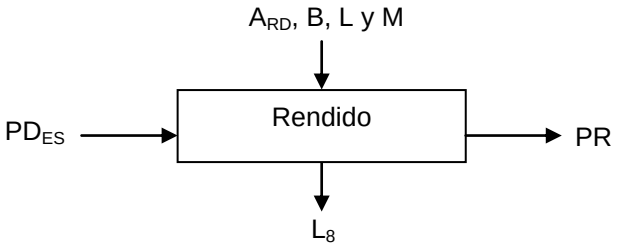
Balance total

$PD + Al_3 = PD + L_5$

L_5 = 4096 Kg = 4096 Kg / 1000 Kg/m^3 = 4.096 m^3

Balance 9. Operación de rendido

Objetivo: Lograr por medio de enzimas proteolíticas un aflojamiento y ligera peptización de las estructuras del colágeno, al mismo tiempo se introduce una limpieza de la piel del resto de la epidermis, pelo y grasas, que no han sido eliminadas en las operaciones anteriores.



Entrada al bombo:

- Cantidad de piel descarnada = 3113.48 Kg **(P_{DES})**
- Cantidad de agua : 875 Kg **(A_D)**
- Cantidad de Leder MAC 1 = 1.6 Kg **(B)**
- Cantidad de Lederpon 100 = 3.2 Kg **(L)**
- Cantidad de metabisulfito de sodio = 6.4 Kg **(M)**

Salida del bombo:

- Cantidad de piel salida: 3113.48 Kg **(PD)**
- Densidad = 1000 Kg/m^3 **(d_{licor})**
- Volumen del licor = 0.886 m^3**(L_8)**

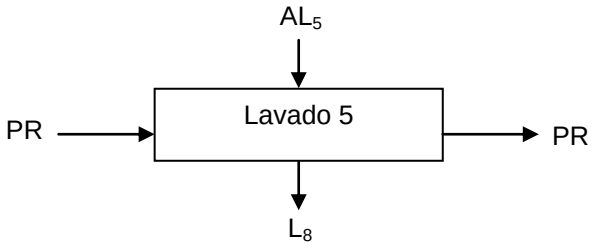
Balance total

$P_{DES} + A_{RD} + B + L + M = PR + L_8$

L_9 = 886.2 Kg = 886.2 Kg / 1000 Kg/m^3 = 0.886 m^3

Balance 10. Operación de lavado

Objetivo: Eliminar los restos de productos químicos del proceso anterior.



Entrada al bombo :

- Cantidad de piel rendida = 3113.48 Kg **(PR)**
- Cantidad de agua :7250 Kg **(Al_5)**

Salida del bombo :

- Cantidad de piel salida: 3113.48 Kg **(PR)**
- Volumen del licor: 7.25 m^3**(L_9)**

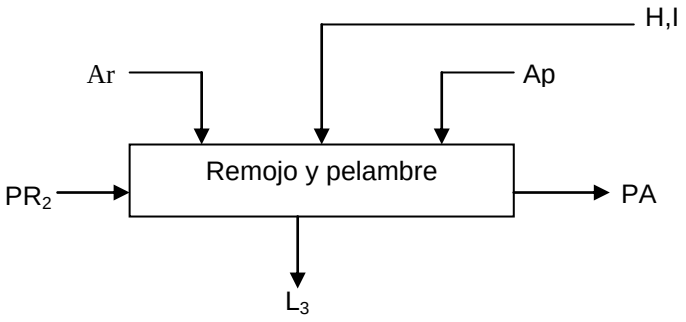
Balance total

$PR + Al_4 = PR + L_9$

$L_5 = 7250\ Kg / 1000\ Kg/m^3 = 7.25\ m^3$

3.3.2.- Balance parcial de materia. Etapa de Rivera.

- **Balance de sulfuro y cal. Operación Remojo – Pelambre**



Entrada al bombo (datos):

- Cantidad de piel remojada = 3175.2 kg **(PR_2)**
- Cantidad de cal hidratada = 196 Kg **(H)**
- Cantidad de sulfuro de sodio = 42 Kg **(I)**
- Cantidad de agua remojo =1890 Kg **(Ar)**
- Cantidad de agua pelambre =1290 Kg **(Ap)**
- Densidad del licor: 3.8^0 B_e a Temp. ambiente = 1025 Kg/m^3 **(d_{licor})**
- Por datos obtenidos en el laboratorio y por estudios realizados se ha comprobado que un 65 – 70 % del sulfuro de sodio que entra al bombo se fija a la piel y 30 – 35% del restante sale en el licor como sulfato de calcio (CaS)
- La concentración de sulfuro en PR_2 es cero = $PR_2 * C_{SE} = 0$

- **Balance de sulfuro**

Entrada al bombo:

- Cantidad de piel remojada: 3175 Kg **(PR_2)**
- Cantidad de sulfuro : 42 Kg **(I)**
- Concentración de sulfuro: 0.0132 Kg/L **(C_{SE})**

$m_E = A_r + A_p = 1890\ L + 1290\ L = 3180\ L$ **(m_E)**

$$C_{SE} = \frac{m_{SE}}{m_E} = \frac{42 Kg}{3180 L} = 0.0132 Kg / L$$

Salida del bombo:

- Volumen del licor = 2664.91 Kg / d_{licor} = 2.6 m^3 **(L_3)**
- Masa de sulfuro en el L_3: 42 Kg * 0.3 = 12.6 Kg **(m_{SL})**
- Cantidad de piel apelambrada: 4012.29 Kg **(PA)**
- Concentración de sulfuro en L_3 = 4.84. 10^{-3} Kg /L = 4.84 g/L **(C_{SL})**

$$C_{SL} = \frac{m_{SL}}{L_3} = \frac{12.6 Kg}{2077 L} = 6.066.10^{-3} Kg / L$$

- Concentración de sulfuro en PA **(C_{SPA})**

$PR_2 * C_{SE} + m_E * C_{SE} = PA * C_{SPA} + L_3 * C_{SL}$
$m_E * C_{SE} = PA * C_{SPS} + L_3 * C_{SL}$
$C_{SPA} = m_E * C_{SE} – L_3 * C_{SL} / PA$
C_{SPA} = (3180 Kg *0.0132 Kg/L – 2664.91 Kg* $4.84.10^{-3}$ Kg/L) / 4012.29 Kg = $7.24.10^{-3}$ Kg/L
C_{SPA} = 7.24 g/L

- **Balance de Cal**

Entrada la bombo:

- Cantidad de piel remojada = 3175 Kg **(PR_2)**
- Cantidad de cal = 196 Kg **(H)**
- Cantidad de agua = 3180 Kg **(m_E)**
- Concentración de cal en la entrada = 0.0616 Kg/L

$$C_{CE} = \frac{m_{CE}}{m_E} = \frac{196\,Kg}{3180\,L} = 0.0616\,Kg/L$$

Salida del bombo:

- Volumen del licor (L_3) = 2664.91 Kg / d_{licor} = 2.6 m_3 **(L_3)**
- Por datos obtenidos en el laboratorio y por estudios realizados se ha comprobado que un 60 % de la Cal que entra al bombo se fija a la piel.
- Masa de Cal en el L_3: 196 Kg * 0.4 = 78.4 Kg **(m_{CL})**
- Cantidad de piel apelambrada: 4012.29 Kg **(PA)**
- Concentración de Cal en L_3**(C_{SL})** = 0.03 Kg/l = 30 g/L

$C_{CL} = \frac{m_{CL}}{L_3}$ = 0.030 Kg/L

Concentración de Cal en PA **(C_{CPA})**

$PR_2 * C_{CE} + m_E * C_{CE} = PA * C_{CPA} + L_3 * C_{CL}$
$m_E * C_{CE} = PA * C_{CPA} + L_3 * C_{CL}$
$C_{CPA} = m_E – L_3 * C_{CL} / PA$
C_{CPA} = (3180 Kg * 0.0616 Kg/L – 2664.91 Kg * 0,03 Kg/L)/ 4012.29 Kg = 0.0289 Kg/L
C_{CPA} = 0.0289 Kg/L

Un resumen del balance de materiales, aparece en la **Tabla 2.7 del Anexo J.**

3.4.- Emisiones de ruidos

Las mediciones de ruido se realizaron según la norma cubana ***NC–019–01–04***. Ruido. Requisitos generales higiénicos sanitarios, o ***NC–019–001–14***.Metodología de medición en los puestos de trabajo, la cual establece el procedimiento para efectuar las mediciones.

Las mediciones fueron realizadas fueron realizadas con el empleo de un sonómetro CESVA SC - 20 C integrador – premediador clase 1 de gran fiabilidad y fácil utilización. Fueron seleccionados aquellos sitios donde se encuentran los equipos cuya actividad generan ruidos. Estos son:

1. Sierra
2. Cepillo
3. Péndulo
4. Sierra – Cepillo – Péndulo
5. Maquina de descarnar
6. Área de bombos pre – curtido y pelambre
7. Área de bombo piso
8. Maquina de exprimir

9. Molliza
10. Lijado. Aletti

Como variables para evaluar el nivel de ruido al que están expuestos los trabajadores, en cada una de las áreas seleccionadas, se emplearon las siguientes:

L_{eq} T – Nivel equivalente continuo fluctuante o nivel de presión sonora continuo equivalente.

L_{ma} – Nivel sonoro máximo. Es el valor extremo por exceso del nivel sonoro (pico) según perfil cronológico.

L_{90} – Percentil 9. Son los valores que se han superado un 90% del tiempo de la medición de la L_{MAX} en decibeles. Como ponderación de frecuencia se utilizo A, con el objetivo de obtener un reflejo de la audición humana dB (A).

El resultado promedio de las mediciones se encuentran en la **Tabla 2.8. Grafico 2.3. Anexo K.** Según las mediciones realizadas podemos observar que:

1. Solo en el área de bombo piso, los niveles sonoros son inferiores a 85 dB que es el valor permitido por la norma de ruido (NC 19 – 01- 04) (82,8 dB contra 85 dB por norma)
2. El resto de las áreas con niveles superiores a 85 dB se consideran ruidosas y con riesgo de la perdida auditiva del trabajador.
3. El área de mayor nivel sonoro es la de péndulo.
4. En la etapa de Ribera el área de mayor nivel sonoro es donde se encuentra la maquina de descarnar y el área de bombos de pre-curtido.

3.5.- Materias primas.

3.5.1. Agua

El agua es una de las materias primas mas utilizada en el proceso de curtido, debido fundamentalmente a que sus operaciones consumen gran volumen; como es el caso de las operaciones de lavados que son las que generan mayor cantidad de agua, pues generalmente se realizan en forma continua.

La entidad en estos momentos no posee metro contador, por lo que el consumo de agua en el proceso se determinó mediante un estudio realizado por el personal técnico de la empresa. El mismo se realizo teniendo en cuenta el diámetro de las tuberías, el caudal, tiempo de bombeo y las fórmulas o cartas de cálculo para tipo de piel LD – L grueso facilitada por la firma suministradora CENTRAlKIMICA **(ANEXO. I – A**), obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 2.9. Consumo de agua general de agua del establecimiento

Fecha	**Consumo (m^3)/año**	**Precio (USD)/m^3**	**Gasto (USD)**

2000	93200	0.30	27960
2001	80640	0.30	24192
2002	51120	0.30	15336

Base de cálculo: 11 meses: 264 días

1mes: 24 días laborables.

Consumo diario para 2000 = 93200 m^3 /11 meses = 8472.72 m^3 /mes = 353.03 m^3 /día

Consumo diario para 2001= 80640 m^3 /11 meses = 7330.91 m^3 /mes = 305.45 m^3 /día

Consumo diario para 2002 = 51120 m^3 /11 meses = 4647.27 m^3 /mes = 193.64 m^3 /día

Se obtuvo que como promedio el consumo total diario del establecimiento es de 353.03 m^3/día, 305 m^3 /día y 193.64 m^3 /día en el 2000, 2001 y 2002 respectivamente, utilizando como fuente de abasto el pozo G-5 (aguas subterráneas). El agua es recepcionada inicialmente en 5 depósitos (a los cuales no se le realiza limpieza), posteriormente es bombeada (por un total de 14 bombas) a toda las áreas de la entidad.

La distribución de las bombas es la siguiente:

Agua industrial ---------- 2 Insumo ---------- 3

Mostardini ---------- 1 Calderas---------- 4

Carrara ---------- 1 Comprensor ---------- 1

Laboratorio ---------- 1 Tanque cisterna ---------- 1

El costo de consumo de agua para los años 2000, 2001 y 2002 se calculan de la siguiente forma:

Para 2000 = 353.03 m^3/días * 264 días * 0.30 = $ 27959.98 USD / m^3

Para 2001 = 305.45 m^3/días * 264 días * 0.30 = $ 24191.64 USD / m^3

Para 2002 = 193.64 m^3/días * 264 días * 0.30 = $ 15336.30 USD / m^3

El balance general de toda la entidad no se pudo realizar por no poseer metro contadores; sin embargo, el estudio realizado aporto los siguientes resultados. Desde el 2000 al 2002 el promedio del consumo real aproximado de agua es de 284.04 m^3/día, pero es de destacar que el consumo del 2002 es 1.8 veces menor que el 2000, debido a un plan de medidas con vistas a reducir el consumo de agua.

Del consumo real aproximado de agua (m^3/día), en el proceso (fase húmeda) se consumen 198.24 m^3/día y 56.8 m^3/día en las operaciones de limpieza y el resto en otros servicios (comedor, oficinas, servicios sanitarios y otros)

Tabla 2.10.. Consumo de agua por proceso. (Para 2800 Kg de peso de piel/ bombo).

Proceso Pelambre			
Operación	Consumo(l)	Consumo (m^3)/bombo/dia	% que representa del consumo total del proceso
Pre-remojo	6300	6.3	16

Lavado 1	15250	1525	38.7
Remojo	1890	1.89	4.8
Pelambre	1290	1.29	3.27
Lavado 2	7125	7.13	18.1
Total	**31855**	**31.86**	

Tabla 2.11. Consumo de agua por proceso (Para 3100 Kg de peso de piel/ bombo).

Proceso pre-Curtido y Curtido			
Operaciones	Consumo(l)	Consumo (m^3)/bombo/dia	% que representa del consumo total del proceso
Lavado 3	4800	4.8	21.6
Lavado 4	8000	8.0	23.37
Desencalado	4000	4.0	11.68
Rendido	875	0.875	2.23
Lavado 5	7250	7.250	32.61
Piquelado	-	-	-
Curtido	-	-	-
Neutralización	1400	1.4	6.3
Lavado 6	7250	7.250	32.61
Agua para dilución	650	0.650	2.92
Total	**34225**	**34.225**	

Del análisis realizado del consumo de agua por proceso, el total de consumo de agua en la ***fase húmeda*** (Pelambre, Pre - curtido y Curtido) es de 66.08 m^3/día (para un bombo), de ese total, el proceso de Pelambre consume el 48.21 %, Pre - curtido el 337.72 % y Curtido el 14.07 %. La operación que mayor agua consume es el lavado. y la etapa mayor consumidora es la de Ribera con 48780 l/día para un 73.81 %

3.5.1.1. Caracterización del agua de abasto

El agua de abasto al establecimiento 101 es fundamentalmente del Pozo G-5 cuyas coordenadas son:

- N – 298.33
- E – 656.57

Al agua se le realizo una caracterización en Enero de 1995

Tabla 2.12.. Resultados promedio de los análisis realizados a las muestras tomadas.

Determinación	**Resultados**	**Unidades**
pH	7.25	U de pH
Conductividad	1893.5	μs/cm
CO_3	36	mg/l
NO_3	40.75	mg/l
COH_3	395.5	mg/l
Cl	345.5	mg/l
SO_4	55.6	mg/l

Ca	163.3	mg/l
Mg	31.83	mg/l
K	3	mg/l
Na	187.75	mg/l
SST	1232.6	mg/l
NO_2	0.002	mg/l
NH_4	0.031	mg/l
Color	< 10	U de color
Dureza total	540	mg/l

De acuerdo a la caracterización se infiere, que las mismas son aguas extremadamente duras, correspondiendo según su caracterización a aguas bicarbonatadas cálsicas magnesianas. De acuerdo a la alcalinidad que presentan las mismas, se deduce que la dureza es debida a bicarbonatos oplo que usualmente se conoce como dureza temporal, correspondiendo al umbral de la alcalinidad de 3905 mg/l . En este caso esta dureza temporal es eliminada por procesos de calentamiento, los cuales son llevados en el proceso, formándose incrustaciones en las tuberías y mucho sedimento en los domos de las calderas, debido a que los carbonatos y bicarbonatos precipitan después de un periodo largo de calentamiento. Siendo necesario el empleo de un tratamiento, ya que esas aguas en general presentan esas condicionales..

3.5.2. Productos químicos.

3.5.2.1. Política de compra y consumo

El trabajo en las industrias químicas presenta una serie de riesgos de origen y consecuencias muy variadas, relacionados básicamente con las instalaciones, ***los productos que se manipulan y las operaciones que se realizan con ellos***. Con respecto a los productos, debe tenerse en cuenta que suelen ser en ocasiones muy peligrosos, porque se emplean en grandes cantidades y de manera continua. Es por ello que las firmas suministradora venden sus productos con las fichas de seguridad para cada uno de ellos . En el (**Anexo L**) aparece una ficha de seguridad de un producto utilizado en el proceso.(***Mac Cann. 2000***)

Para reducir el aporte adicional a la carga contaminante que ocasiona el consumo de productos químicos, la entidad tiene una política definida con respecto a la adquisición de productos no dañinos al medio ambiente, siempre que el proceso y las características del mismo lo permitan, se han ido sustituyendo productos agresivos al medio ambiente por otros menos tóxicos, teniendo en cuenta la calidad del producto final, ***la piel.***

La evaluación del consumo de productos químicos en el proceso de curtimbre se llevo a cabo mediante el análisis comparativo del consumo real de los 6 últimos meses del 2003, con relación

a la carta de calculo o formula suministrada por le proveedor de los mismos (***CENTRALKIMICA.1999***.)

En la T**abla 2.13 Anexo M** aparecen los valores de consumo de productos químicos correspondientes a los meses Marzo - Septiembre/2003.

En los meses evaluados el consumo de productos químicos se comporta por encima según lo refleja la **Tabla 2.14 Anexo N**, significando esto un sobre gasto tanto material como económico. En el orden material el sobre consumo fue de 9252.82 Kg y en el orden económico significo un sobre gasto de $8298.24/ Kg,.

Productos con mayor sobre consumo.

- Cal hidratada
- Ácido sulfúrico.
- Sulfato de amonio.
- Sulfhidrato de sodio .
- Hidróxido de sodio.
- Retanal A 42.
- Ácido fórmico.
- Leder CID, respectivamente.

Causas del sobre consumo.

- Ajuste de fórmula por falta de productos químicos.
- Roturas en la máquina de descarnar.
- Por sustitución de productos químicos.
- Pruebas técnicas por déficit de producto químico.
- Instalación de un nuevo tacho para cocinar la carnaza.
- Introducción de un nuevo curtiente para producir Wet – White, con cero cromo

En el orden ambiental el sobre consumo de productos químicos representa un aporte adicional a la carga contaminante que se emite al medio ambiente durante el proceso productivo.

3.5.3. Electricidad y portadores energéticos

Las principales fuentes de energía utilizadas en el proceso son:

- Energía eléctrica
- Energía térmica.

La energía eléctrica se consume en los siguientes puntos principales:

- Motores de maquinaria del proceso productivo.
- Compresores de aire.
- Sala de calderas.
- Bombeo de agua de pozo.
- Alumbrado.
- Otros consumidores menores.

➢ **Energía eléctrica. Emisiones atmosféricas.**

La electricidad constituye el portador energético de mayor demanda, con un consumo para la alimentación a 110 volt y 220 volt.

El consumo de electricidad del establecimiento 101 durante los años 2000, 2001 y 2002 se comporto de la siguiente forma:

Tabla 2.15. Consumo de electricidad en el Establecimiento 101 tenero "Patricio Lumumba"

Año	Consumo MWh/año	Precio USD	Gasto USD
2000	996.7	102	101663.4
2001	932.4	102	95104.8
2002	814.23	102	83051.46

Considerando los 3 últimos años evaluados en el orden económico significo un gasto considerable en USD y en el orden ambiental aporto un valor significativo indirecto de dióxido de azufre (SO_2), de nitrógeno (NO_2 y de carbono (CO_2), además de otras emisiones a la atmósfera ya que según (***Debon, 2003***) teóricamente, cada 1000 Kwh de electricidad generada, se emiten a la atmósfera 8 lbs. de SO_2, 5 lbs. de NO_2 y mas de 1400 lbs de CO_2 de emisiones gaseosas; contribución indirecta significativa al calentamiento global y formación de lluvias ácidas.

Tabla. 2.16. Emisiones gaseosas producto del consumo de electricidad

Año	Consumo MWh/año	NO_2.lbs	SO_2 .lbs	CO_2 .lbs
2000	996.7	7973.6	4983.5	1395380
2001	932.4	7459.2	4662.0	1305360
2002	814.23	6513.84	4071.15	1139922

- **Energía térmica. Emisiones atmosféricas.**

El establecimiento 101 utiliza como combustible en sus calderas el Fueloil para la generación de vapor, que es utilizado en diferentes operaciones del proceso. En estos momentos se dispone de 2 calderas de vapor piro tubulares que proporcionan vapor a todo el establecimiento. De las 2 calderas, solo una, esta operativa (Modelo NKM 6.5), que trabaja un promedio de 6 horas diarias.

En la **Tabla 2.17.** aparecen los valores de consumo de Fueloil correspondiente a los años 2000, 2001 y 2002. Donde se puede apreciar que el consumo es considerable, como considerable son los valores de SO_2, NO_2 y CO_2 emitidos a la atmósfera. Teóricamente 1 Kg de Fueliol que se quema emite 3.2 Kg de CO_2, 0.0179 Kg de SO_2, y 0.0114 Kg de NO_2. Una tonela de Fueloil cuesta $219.00 USD.

Tabla 2.17. Emisiones gaseosas producto del consumo de Fueloil

Año	Consumo ton/año	NO_2.t/año	SO_2.t/año	CO_2 t/año	Gatos(USD)
2000	460.1	5.24	8.24	1472.32	100761.9
2001	413.4	4.71	7.4	1322.88	90534.6
2002	309.4	3.53	5.53	990.08	67758.6

De todos los gases emitidos a la atmósfera, el de mayor impacto es el CO_2, por ser uno de los principales gases invernaderos, ya que según (***Zaror. 2000***), tiene una contribución actual al efecto invernadero de un 50%. Si esto lo unimos a la poca vegetación existente en las áreas aledañas a la entidad, resulta mayor el desequilibrio, aumenta la concentración media de CO_2 en la atmósfera y por tanto mayor será el aporte al efecto invernadero.

Este mismo efecto lo provoca el NO_2, pero su contribución al efecto invernadero es un 6%, por lo tanto su impacto es menor.

Otros portadores energéticos no fueron analizados atendiendo a que en la entidad su consumo es mínimo.

3.6. Identificación y valoración de los impactos ambientales que genera la entidad

En general el término de impacto indica la alteración que la ejecución de un proyecto introduce en el medio, expresada por la diferencia entre la evaluación de este ***sin*** y ***con*** proyecto. Su significación ambiental interpretada en términos de salud y bienestar humano, es lo que define el impacto ambiental. (***Gómez . 1994***)

Se dice que hay impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en algunos de los componentes del medio.

Los residuos de las curtiembres pueden causar efectos negativos y positivos sobre el ambiente. La disposición de los residuos líquidos y sólidos, así como las emisiones gaseosas sobre cuerpos de agua, suelo y aire degradan la calidad ambiental de estos últimos y ocasionan daños muchas veces irreversibles.

Como resultado de la revisión medioambiental actual del Establecimiento tenero 101 y del análisis de los principales aspectos ambientales que tienen una incidencia directa e indirecta sobre el medio ambiente, se elaboro una relación de acciones impactantes y factores impactados que se tuvieron en cuenta para la identificación y valoración de los impactos ambientales que genera el proceso productivo.

Acciones impactantes

A_1 – Generación y emisión de residuos gaseosos

A_2 – Generación y emisión de residuos líquidos

A_3 – Generación y emisión de residuos sólidos.

A_4 – Nivel de ruido

A_5 – Aprovechamiento de residuos sólidos

A_6 – Insuficientes medios de protección e higiene del trabajo.

A_7 – Transporte, almacenamiento y manipulación de los insumos químicos

A_8 – Consumo y sobre consumo de agua (salideros)

A_9 – Capacitación del personal.

A_{10} – Nivel ocupacional.

Factores impactados

F_1 – Atmósfera

F_2 – Suelo

F_3 – Aguas subterráneas

F_4 – Fauna

F_5 – Flora

F_6 – Bahía

F_7 – Factor humano

F_8 – Condiciones socioeconómicas del territorio

Para la identificación de los impactos se tuvo en cuenta algunos de los parámetros matriciales fundamentales de acuerdo a la matriz de importancia que propone la *Guía metodológica de Evaluación de impactos ambientales* de (***Conessa, 1993***), ellos son:

Características de los impactos

- Naturaleza (- o +)
- Intensidad (I)
- Extensión (Ex)
- Momento (Mo)
- Persistencia (Pe)
- Reversibilidad (Rv)

La descripción de los impactaos aparece en el **Anexo O**

Matriz de importancia de los aspectos ambientales

Naturaleza Impacto beneficioso (+) Impacto perjudicial (-)	**Intensidad (I)** Baja 1 Media 2 Alta 4 Muy alta 8 Total 12
Extensión (Ex) Puntual 1 Parcial 2 Extenso 4	**Momento (Mo)** Largo plazo 1 Medio plazo 2 Inmediato 4

Total 8 Critica (+4)	Critico (+4)
Persistencia (Pe) Fugas 1 Temporal 2 Permanente 4	**Reversibilidad (Rv)** Corto plazo 1 Medio plazo 2 Irreversible 4
Importancia (Imp) **Imp = ± (3I + 2Ex + Mo + Pe + Rv)**	**Medidas correctoras** - En proyecto. - En obra. - En funcionamiento. - Sin posibilidad.

Teniendo en cuenta los aspectos matriciales fundamentales evaluados se obtiene la siguiente matriz de importancia:

	Acciones impactantes										
Factores impactados	**A_1**	**A_2**	**A_3**	**A_4**	**A_5**	**A_6**	**A_7**	**A_8**	**A_9**	**A_{10}**	**Total**
F_1	-32	-13	-13	*	*	*	*	*	+10.	*	48
F_2	-26	-30	-20	*	+13	*	*	-12	+10	*	65
F_3	-14	-22	-16	*	+8	*	*	-16	+10	*	50
F_4	-16	-20	-10	*	+9	*	*	-9	+10	*	36
F_5	-16	-20	-10	*	+9	*	*	-9	+10	*	36
F_6	-8	-22	*	*	*	*	*	-18	+10	*	46
F_7	-8	-8	*	-22	*	-24	-16	*	+10	+22	46
F_8	-20	-16	*	*	*	*	*	-15	+10	+15	26
Total	-140	-151	-69	-22	39	-24	-16	79	80	37	

Como resultado de este análisis se llega a la conclusión que los factores mayormente impactados son: el suelo, la atmósfera, las aguas subterráneas, el hombre y la bahía y las acciones mas impactantes son: las emisiones de residuos líquidos, gaseosos, sobre consumo de agua y emisiones de residuos sólidos respectivamente.

3.7. Conclusiones parciales.

1. El volumen total de efluentes líquidos generados en la etapa de Ribera es de 56.05 m^3 por cada 2800 kg de piel salada procesada (capacidad operacional de un bombo), con un aporte de carga orgánica de 794.18 Kg/operación de DQO y 229.7 Kg/operación de DBO_5, que son vertidos a la zanja # 1, que descargan al mar, por carecer el establecimiento de planta de tratamiento de residuales.

2. El volumen total de residuos sólidos generados en la etapa de Ribera es de 1098,74 Kg/dia, de ellos solo se utiliza eficazmente la sal proveniente del saladero, con un ahorro de $1335.00/año. A la carnaza proveniente del descarne, es necesario buscarle una solución eficaz por la gran carga orgánica que aportan sus residuos líquidos.

3. Del balance de materiales realizado en la etapa de Rivera, podemos concluir que el aporte porcentual de los principales procesos al volumen total de las aguas residuales es el siguiente:

   - Hasta Remojo 37,6%
   - Remojo y pelambre 4.62%
   - Antes de curtido 57.68%

   Donde se puede apreciar, que el mayor aporte porcentual al volumen total, esta en los procesos donde se realizan lavados.

4. Las operaciones de la etapa de Ribera son consideradas ruidosas porque sus niveles sonoros están por encima de los 85 dB que es el valor permisible que establece la norma. Solo en el área de bombo piso, los niveles son inferiores (82 dB), pero muy cercanos al valor limite.

5. El consumo total promedio de agua en el establecimiento 101 es de 284.04 m^3/día, con un gasto promedio de $ 85.2 USD/día.

6. En la etapa de Ribera se consume un total de 170.35 m^3/día , lo cual representa el 60% del consumo total promedio de agua por día. Siendo un consumo considerable ya que el suministro de agua principal proviene de aguas subterráneas, que son fuentes limitadas.

7. La operación de mayor consumo de agua, es el lavado, con un 18% del consumo total promedio diario y un 31% del consumo total de la etapa de Ribera.

8. Existe un sobre consumo de productos químicos es debido fundamentalmente a ajustes de formula, roturas de equipos, etc, representando una carga adicional contaminante.

9. Por consumo de electricidad y quema de combustibles se emiten a la atmósfera indirecta y directamente, cantidades considerables de CO_2, SO_2 y NO_2, que contribuyen al calentamiento global y formación de lluvias ácidas.

10. Los factores mayormente impactados son: el suelo, la atmósfera, las aguas subterráneas, el hombre y la bahía y las acciones mas impactantes son: las emisiones de residuos líquidos, gaseosos, sobre consumo de agua y emisiones de residuos sólidos respectivamente.

11. La educación, información y capacitación ambiental del personal productivo es insuficiente para implementar tareas de producciones más limpias y lograr una debida disciplina tecnológica.

12. En la entidad se han llevado a cabo algunas acciones encaminadas a una mayor gestión ambiental y practicas de minimización y P+L, aunque insuficiente, teniendo en cuenta la información y preparación del personal técnico de la empresa.

Alternativas tecnológicas para reducir la contaminación

Después de realizar el diagnóstico medioambiental en el Establecimiento 101 Tenería "Patricio Lumumba", se analizaran, en este capítulo algunas alternativas ambientales y económicamente viables, que pueden ser implementadas, con el objetivo de prevenir la contaminación y ayuden a reducir las cargas contaminantes generadas en la Etapa de Rivera.

Para la aplicación de la mayoría de estas alternativas o procedimientos, se tiene que tener en cuenta que las mismas se verán influidas por diferentes factores, como son:

- Tecnología disponible.
- Factibilidad económica.

Estas alternativas están encaminadas a la minimización, que incluyen la reducción de la contaminación en origen y el reciclaje interno, formando parte de una estrategia de producción más limpia, que incluiría otras medidas complementarias respetuosas con el medio ambiente, como los tratamientos a final de línea.

Es importante señalar que estas alternativas si se aplican eficazmente, no sólo reportan beneficios medioambientales, sino que también pueden aportar otros tipos de beneficios, tales como:

- Reducción de costos / ganancias económicas.
- Ahorro de recursos vitales o escasos.
- Aumento de la calidad.
- Entorno laboral más sano. (***Bueno,1996; Sachin,2000***)

4. Medidas y procedimientos necesarios para la implementación de las alternativas

Estas medidas se dividen en cuatro grupos fundamentales:

1. Control dentro de las plantas y cambios de procedimiento.
2. Prevención de la contaminación mediante buenas prácticas ambientales.
3. Optimización de las instalaciones externas complementarias.
4. Propuestas dirigidas al tratamiento de los residuales.

4.1. Control dentro de las plantas y cambios de procedimiento (*CAR/PL, 2001*)

Se llevan a cabo, sobre todo, para minimizar las descargas contaminantes en el medio ambiente y obtener así beneficios económicos mediante la optimización de los procesos, lo cual conlleva a un ahorro de materias primas, una reducción en la generación de corrientes residuales, etc. Este control se puede conseguir aplicando algunas de las categorías descritas a continuación:

a) Cambios de procedimiento

Los cambios de procedimiento son las modificaciones aplicadas a las operaciones básicas de producción de una tenería. Los principales objetivos, aparte de estos cambios, se realizan para minimizar el impacto medioambiental, reduciendo las materias primas o el consumo de agua mediante la aplicación de nuevos procedimientos.

b) Recuperación y reciclaje de materias

Se aplican las medidas de recuperación y/o reciclaje de materiales para reducir los costos de producción y los niveles de contaminación. Esto puede representar a la larga un éxito ya que se minimizan los gastos y el impacto medioambiental.

c) Sustitución de productos químicos

El objetivo de la sustitución química es reemplazar unos productos químicos que tienen un potencial contaminante elevado o características tóxicas por otros que causen un menor impacto medioambiental. Normalmente, el costo de sustitución de los productos químicos es menor que el costo de desechar los tóxicos contaminantes desde unas instalaciones de descarga a través del tratamiento a final de línea. De todas maneras, se tienen que evaluar los productos químicos para cerciorarse de que no se sustituya un problema de contaminación por otro. Además, se debe tener en cuenta que cualquier sustitución química puede influir en la calidad del producto final, que es el cuero. (***Cerda, 1992; Colten, 1989; CAR/PL, 2001)***

4.1.1. Uso de cueros o pieles en fresco

Categoría: Cambio de procedimiento.

Descripción: Las pieles frescas, en el caso de disponer de ellas, se conservan sin el uso de sal y se consigue un importante ahorro de agua ya que se evita la operación de remojo. Además las carga contaminante de las aguas residuales se reduce al disminuir la cantidad de productos químicos usados, sobre todo la sal (ión Cloruro), el cual es difícil de remover en las plantas de tratamiento y su escasa remoción comprende un gasto elevado en dinero.

Aspectos a considerar

• Los mataderos deben estar cerca de la industria del curtido para evitar transportes largos y costosos;

• Los cueros deben tratarse en el momento ya que no pueden almacenarse. Se debe tener un sistema eficiente de recogida o conservación en frigorífico durante 72 horas como máximo.

Beneficios medioambientales

- Reducción del consumo de agua;
- Reducción de la generación de aguas residuales;
- Reducción de productos químicos en los efluentes.

4.1.2. Conservación libre de productos químicos y sales

Categoría: Cambio de procedimiento.

Descripción: Los mataderos suelen usar grandes cantidades de sales y, a veces, de productos químicos para preservar las pieles o cueros de posibles proliferaciones de bacterias. La sal y el uso de productos químicos, necesarios para la conservación, afectan al medio ambiente al ser vertidos en las descargas de aguas residuales en la fase del remojo.

Aspectos a considerar

- Los largos períodos de refrigeración pueden ser muy caros y poco factibles;

- Puede necesitarse más espacio para un almacén adecuado con su maquinaria (por ej. Compresores, etc);
- Los cueros secados por conservación pueden perder calidad por ataque bacteriano.

Beneficios medioambientales

- Reducción del consumo de agua;
- Reducción de la generación de aguas residuales;
- Reducción de los productos químicos utilizados.

4.1.3. Batanado de pieles saladas antes del remojo

Categoría: Cambio de procedimiento y recuperación de material (sal).

Descripción: Reducción de la presencia de sales libres en exceso en pieles saladas para limitar la salinidad de las aguas residuales generadas durante el remojo. Para disminuir la salinidad, se realiza un agitado de los cueros a mano antes del mismo. Esta sencilla operación disminuye hasta un 30% el contenido de sal en las pieles. Existen métodos avanzados basados en el uso de un "bombo perforado" con agitación interna.

Aspectos a considerar

- El principal problema es la gestión posterior de la sal como residuo, aunque se considera la posibilidad de su reutilización en otras operaciones del proceso;
- Se debe agitar los cueros con cuidado para evitar posibles daños en la materia prima (ej. el despedazado de pieles en pelo).

Beneficios medioambientales

- Reducción del consumo de agua;
- Reducción del nivel de productos químicos en los efluentes.

4.1.4. Descarnado en verde

Categoría: Cambio de procedimiento

Descripción: El descarnado de pieles en pelo después del remojo, reduce el peso total de estas y así, reduce también la cantidad de productos químicos necesarios y de agua requeridos en las etapas posteriores. Con este procedimiento se elimina entre un 14 – 18 % del peso de la piel. Este método tiene la ventaja de que el subproducto obtenido, al no tener productos químicos, es útil para la producción de grasas (triglicéridos), de proteínas o para abonos.

Aspectos a considerar

- Este método debe aplicarse con cuidado ya que puede provocar posibles daños mecánicos en la piel de animales pequeños, al no regularse lo suficiente la presión de la máquina, o si se descarnan pieles mal lavadas y con estiércol pegado.

Beneficios medioambientales

- Reducción del consumo de agua;
- Reducción de la generación de aguas residuales;
- Reducción del nivel de productos químicos dentro de los efluentes;

- Reducción de residuos sólidos peligrosos.

4.1.5. Pelambre con recuperación de pelo

Categoría: Cambio de procedimiento.

Descripción: La eliminación del pelo en forma sólida reduce sustancialmente el nivel de contaminación causado por el pelo (por ej. sólidos en suspensión, DBO, DQO, etc) de las aguas residuales. Esta iniciativa permite también un reciclaje más fácil de las aguas residuales. Con esta práctica pueden obtenerse disminuciones de la DQO del orden del 40 %, en los baños de ribera, con respecto al método convencional de pelambre a pelo perdido.

Aspectos a considerar

- Se necesita un mayor control y una vigilancia adicional;
- Evitar disolver el pelo en productos químicos, realizar una buena selección de productos químicos y usar filtros mecánicos para sacar el pelo de las aguas residuales.

Beneficios medioambientales

- Reducción del consumo de agua;
- Reducción de la generación de aguas residuales;
- Reducción del nivel de productos químicos en los efluentes;
- Reducción de los fangos y residuos sólidos peligrosos. (***Resolución 87/99. Basilea***)

4.1.6. Reciclaje de las aguas residuales del pelambre

Categoría: Cambio de procedimiento / recuperación de material

Descripción: Se puede reciclar el agua de aclarados y de lavados en otros procesos donde la concentración de productos químicos sea baja, y no afecte el procedimiento en curso.

El lavado del calero puede reciclarse para empezar con un nuevo licor de cal. Esta operación puede reducir considerablemente el consumo de agua.

Otra idea es realizar un reciclado directo de la cal / licores de sulfuro con licores perdidos después de cada ciclo. Este sistema puede aplicarse, principalmente, si se efectúa una decantación y se usa un filtro cepillado, para sacar los desechos sólidos y de pelo. Se puede llegar hasta un 40% de ahorro de sulfuro y un 60% de ahorro de cal.

Aspectos a considerar

- Su aplicación, en el caso de tenerías antiguas o pequeñas puede encontrar dificultades, a pesar de ello, pueden incorporarse fácilmente si se crean las condiciones necesarias.
- Es importante tener en cuenta que con una criba eficaz, la concentración proteínica en el reciclaje de licor no supone un gran problema. Es aconsejable vigilar atentamente el procedimiento. El uso de este reciclado no necesita un tratamiento posterior. De vez en cuando, seguirá siendo necesario descargar licores.

Beneficios medioambientales

- Reducción del consumo de agua;

- Reducción de la generación de aguas residuales;
- Reducción de los productos químicos usados.

4.1.7. Separación de baños residuales del pelambre

Categoría: Cambio de procedimiento.

Descripción: La separación de los baños residuales del pelambre evitan la generación accidental de H_2S, considerado un gas sumamente letal que puede causar daños graves en la salud de los seres humanos. Por lo que se recomienda separar los baños residuales después del pelambre. Cualquier mezcla accidental de este baño con residuales líquidos ácidos generaría un gas muy tóxico: sulfuro de hidrógeno (H_2S), siempre que el pH descienda de 7,5.

$$S^{-2} + 2\ H_2O \longrightarrow 2\ H_3O^{+} + H_2S$$

Se propone diseñar, un conducto de aguas residuales, de tal manera que asegure la separación de corrientes.

Aspectos a considerar

- Se necesita espacio para colocar estas instalaciones;
- Se recomienda verter los dos baños en lugares diferentes para evitar cualquier mezcla accidental.
- Los baños de sulfuro pueden ser fácilmente oxidables con peróxido, meta bisulfito sódico o bisulfito sódico.

Beneficios medioambientales

- Reducción y eliminación de la formación de gases peligrosos.

4.1.8. Reciclaje de alta tecnología del sulfuro

Categoría: Recuperación de material.

Descripción: Reciclar el sulfuro usado, encontrado en las aguas residuales, puede limitar el impacto medioambiental del efluente.

Se puede resumir este procedimiento de eliminación de la siguiente manera: los licores se acidifican y el gas H_2S que se libera, se recoge en una solución de sosa cáustica para su siguiente utilización.

Aspectos a considerar

- Este sistema requiere instalaciones inoxidables para evitar cualquier fuga de gas letal, y un gran control;
- Se puede aplicar más fácilmente este sistema en instalaciones nuevas que tengan un espacio adecuado.

Beneficios medioambientales

- Reducción del consumo de agua;
- Reducción de la generación de aguas residuales;
- Reducción del nivel de los productos químicos en de los efluentes;
- Reducción de olores nocivos.

4.1.9. Segregación del sulfuro de los efluentes

Categoría: Cambio de procedimiento

Descripción: La disminución de las concentraciones de sulfuros de los efluentes permite limitar la corrosión de las tuberías, reduce los olores y previene accidentes provocados por la mezcla de licores de otros efluentes.

La solución de sulfuro-cal y los lavados del pelambre pueden recolectarse sin la contaminación de otras soluciones. Estos residuos recolectados pueden almacenarse en cubas y los sulfuros pueden oxidarse por aire con un catalizador de sulfato de manganeso. Es un método eficaz, ya que puede destruir el contenido de sulfuro entre 4 y 8 horas. La solución de cal, sin sulfuros, puede usarse para neutralizar los residuos de ácido ajustando el pH a un nivel aceptable.

Aspectos a considerar

La vigilancia del transporte de los licores del pelambre debe ser muy estricta para evitar que se mezclen con los licores de cromo y para evitar la generación de vapores H_2S.

Beneficios medioambientales

- Reducción del nivel de los productos químicos encontrados en los efluentes;
- Reducción de los olores nocivos.

4.1.10. Serrajes vacunos en tripa

Categoría: Cambio de procedimiento.

Descripción: El dividido de las pieles en tripa justo después del pelambre mejora la capacidad de absorción química de los productos químicos usados, lo que conlleva un ahorro en las cantidades de estos en las etapas posteriores. Además hay una disminución de las necesidades de agua, del volumen de aguas residuales y de los residuos sólidos con cromo.

Aspectos a considerar

- Asegurarse de que la calidad del curtido corresponde a las necesidades de los clientes ya que el dividido realizado en las etapas iniciales puede afectar a la textura final del producto y a su resistencia.

Beneficios medioambientales

- Reducción del consumo de agua;
- Reducción de la generación de aguas residuales;
- Reducciones de los niveles de productos químicos encontrados en los efluentes;
- Reducción de los residuos sólidos.

4.1.11. Reducción del uso de amonio en el desencalado

Categoría: Sustitución química.

Descripción: Mediante la sustitución de sales de amonio, se reduce el nivel de amoniaco en las aguas residuales.

Se puede llevar a cabo una serie de alternativas para limitar el uso de sales de amonio. Con ello mejorará la calidad final y reducirá el nivel de nitrógeno en los efluentes. Se pueden usar

ácido bórico, lactato de magnesio, ácidos orgánicos, como el ácido láctico, el ácido fórmico, etc, para sustituir al amonio usado.

Otra técnica consiste en la utilización de dióxido de carbono (CO_2) en el desencalado para limitar el uso de las sales de amonio. Esta operación permite disminuir hasta un 75% el nitrógeno amoniacal. Además de las disminuciones de nitrógeno, los agentes del curtido al cromo funcionan mejor con pieles desencaladas con gas carbónico que con las sales, ya que reducen la cantidad de los residuos de cromo en los efluentes del curtido. El CO_2 forma ácidos carbónicos que disuelven la cal residual.

Aspectos a considerar

- Evitar las entradas intermitentes de gas que forman carbonato;
- Añadir bisulfito para evitar la formación de H_2S.

Beneficios medioambientales

- Reducción del nivel de los productos químicos en los efluentes;
- Reducción de los residuos sólidos peligrosos;
- Reducción de olores nocivos.

4.2. Prevención de la contaminación mediante buenas prácticas ambientales(BPA)

Aparte de las alternativas expuestas anteriormente, se puede llevar a cabo, la prevención de la contaminación aplicando buenas prácticas ambientales, que tienen la ventaja de conseguir objetivos similares (por ej. reducción de la generación de aguas residuales, reducción del consumo de agua, reducción de la generación de residuos sólidos, de la contaminación atmosférica, etc) con ahorros considerables y con inversiones prácticamente nulas.

Las buenas medidas ambientales se basan en prácticas generales de gestión y en decisiones de sentido común que pueden aplicarse fácilmente en una instalación.(***CAR/PL,2000; CAR/PL,2001***)

4.2.1. Gestión just-in-time

Categoría: Buenas prácticas.

Descripción: La aplicación de esta estrategia permite disminuir las cantidades de productos químicos y de pieles y cueros almacenados. Se consigue, de esta manera, la reducción de olores y de accidentes debidos al excesivo almacenamiento de productos químicos y de pieles o cueros. No solamente se obtienen ventajas medioambientales, sino que también se consigue un ahorro de espacio al disminuir la zona de almacén hasta llegar al que se necesita realmente. Esta técnica se efectúa asegurándose de que los productos necesarios para la producción de curtido se reciben en el momento de su uso y no se almacenan durante largos períodos de tiempo.

Aspectos a considerar

- Asegúrese de que los proveedores realizan un seguimiento estricto de las necesidades de los clientes y de las materias primas disponibles. Esta estrategia optimizará y acortará el tiempo necesario para la producción del curtido y asegurará que las materias primas estén siempre disponibles cuando se necesiten.

Beneficios medioambientales

- Reducción de los olores nocivos.

4.2.2. Limpieza periódica para controlar problemas de olores

Categoría: Buenas prácticas.

Descripción: Si se realiza una limpieza periódica de los equipos, se limitará el nivel de olores generados por la acumulación de residuos o por los vertidos de las aguas residuales.

Un ejemplo para aplicar este método consiste en adquirir un recolector del descarnado, bueno y eficaz, situado al lado de la máquina de descarnar. Este sistema dará lugar a una mejor recogida del descarnado gracias a la disminución del lavado innecesario y de la generación de olores. Asimismo, un lavado periódico del equipo reducirá los olores provocados por la acumulación de residuos o por los vertidos de aguas residuales.

Aspectos a considerar

- Hay que limpiar el equipo regularmente. Aunque la limpieza se deba realizar en determinados momentos, no debe, por ello, molestar el trabajo de los empleados (por ej. la limpieza de la máquina de descarnado, cuando hay otros empleados trabajando al lado, puede provocar accidentes.)

Beneficios medioambientales

- Reducción de los olores nocivos.

4.2.3. Control y usos del agua del proceso

Categoría: Buenas prácticas.

Descripción: Se puede reducir hasta un 50% el consumo de agua y la generación de aguas residuales si se efectúa un buen mantenimiento y un control de los usos del agua.

- Se debe tener un control estricto y periódico de las instalaciones para evitar pérdidas accidentales en el manejo de los lotes de productos químicos y supervisión de la red de vertidos.
- Realización de las reparaciones que deban realizarse y el mantenimiento adecuado.
- Control para asegurar la reducción de la suciedad en las áreas de producción por medios no acuosos previo a la limpieza con agua. De esta manera, se evitarán: Lavados innecesarios.
- Limpiezas y lavados a puerta cerrada y en discontinuo.
- Se pueden tener en cuenta otras medidas para reducir el uso del agua, como la utilización de nuevas tecnologías de control, diseñadas para reducir el consumo del agua con controladores de los niveles de líquido, indicadores de corrientes, el control de la dureza del agua y válvulas automáticas para cortar el paso del agua.

Aspectos a considerar

- El control adicional de los procesos debería limitarse a las verificaciones necesarias. (Consumo del agua, calidad del agua, controles de escapes, etc.)

Beneficios medioambientales

- Reducción del consumo de agua;
- Reducción de la generación de aguas residuales.

4.3 Mejora de las instalaciones externas complementarias

Teniendo en cuenta que solamente entre el 20 y el 25% del peso inicial de las pieles en pelo son transformadas en piel, el 75 - 80% restante corresponde a agua o residuos sólidos generados durante los procedimientos de curtición. El vertido de dichas cantidades de residuos puede considerarse como un impacto adicional en el medio ambiente, sobre todo en el caso de algunos residuos sólidos como: recortes, virutas cromadas y residuos sólidos provenientes de las operaciones de los bombos. (***Bravo, 1996; CAR/PL, 2001***)

4.3.1. Reutilización de subproductos del descarnado en verde

Categoría: Recuperación de material.

Descripción: Se pueden volver a utilizar los subproductos del descarnado verde como materias primas en otras industrias. Por ejemplo, para la obtención de grasas o alimentación animal. Esta alternativa reducirá la cantidad total de residuos sólidos generados en las tenerías.

Los residuos sólidos generados en el descarnado verde no contienen, normalmente, ningún producto químico y pueden utilizarse como materia prima en la industria de la obtención de grasas industriales u otras alternativas de empleo.

Aspectos a considerar

- Para maximizar la calidad de la materia prima, se deben separar los residuos sólidos necesarios para la industria de obtención de grasas, de los residuos generados en otras etapas (por ej. recortes, arena, otros desperdicios, etc).
- Se puede conseguir un método de bajo costo para la recogida de todo el descarnado verde que minimice los gastos de transporte.

Beneficios medioambientales

- Reducción de los residuos sólidos;
- Reducción de los residuos sólidos peligrosos.

4.3.2. Reciclaje de residuos para producción de fertilizantes

Categoría: Recuperación de material.

Descripción: Los subproductos generados en el descarnado pueden reutilizarse para otros fines. Esta medida reduce la cantidad total de residuos sólidos. Algunos residuos sólidos del curtido pueden tener propiedades útiles que podrían mejorar la calidad del suelo. Por lo tanto, ciertos residuos sólidos pueden usarse como fertilizantes en el sector agrícola. Ejemplo: **r**esiduos sólidos provenientes del descarnado verde que pueden utilizarse en: producción de grasas y plantas de compost.

Aspectos a considerar

- Para maximizar la calidad de la materia prima, se separan los residuos sólidos requeridos para la industria de fertilizantes de los otros tipos de residuos generados

en otras etapas y que no se necesitan (por ej. rebajaduras con cromo, recortados con cromo, etc).

- Se puede disponer de un sistema de bajo costo para la recogida de los residuos sólidos a fin de minimizar los costos de transporte. Instalar la producción de cola, lo más cerca posible de las industrias del curtido;
- Debido a la posible descomposición de los subproductos del descarnado, la conservación de estos residuos sólidos podría causar algunos problemas si no se utilizan rápidamente.

Beneficios medioambientales

- Reducción de los residuos sólidos.

4.3.3. Recuperación de carnazas y recortes encalados

Categoría: Recuperación de material.

Descripción: Otra opción para reducir el nivel de residuos sólidos generados en el curtido consiste en recuperar las carnazas y los recortes encalados para la producción de cola y grasa.

Los productores de cola pueden utilizar el descarnado y los recortes generados después del pelambre como materia prima para la producción de cola y grasa.

Aspectos a considerar

- Para maximizar la calidad de la materia prima, se tiene que separar los residuos sólidos para la industria de la cola de los otros residuos generados en las otras etapas (por ej. recortes con cromo, y otros desperdicios como las rebajaduras, etc).
- Se puede disponer de un sistema barato para la recogida de todo el descarnado y los recortes encalados para minimizar los costes de transporte. Instalar la producción de cola lo más cerca posible de las industrias del curtido.

Beneficios medioambientales

- Reducción de los residuos sólidos;
- Reducción de los residuos sólidos peligrosos.(***CAR/PL,2001; Carabias,1999; OPS/CEPIS/POB,1996; Comisión….,1997; Elementos.....,1999; Iglesias,1997; PNUMA/ROLAC,2000***)

4.4. Análisis de factibilidad de las alternativas

Para el análisis de factibilidad se tuvieron en cuenta criterios técnicos, económicos y ambientales. El mayor peso se les da a los aspectos ambientales a partir del análisis de la tecnología disponible y de la factibilidad económica, ya que el objetivo fundamental es reducir la carga contaminante con la implementación de producciones más limpias y así minimizar los impactos con el menor gasto posible.

4.4.1. Alternativas encaminadas al control de las plantas y cambios de procedimiento

- **Uso de cueros o pieles en fresco y conservación libre de productos químicos y sales**

Estas alternativas no son factibles porque:

1. Los mataderos están lejos del establecimiento, aumentándose los gastos por concepto de transportación.
2. Se necesitaría una inversión considerable en la construcción de un frigorífico para una buena conservación de las pieles.
3. Los períodos de conservación pueden resultar caros y las pieles pueden perder calidad por ataque bacteriano.

- **Batanado de pieles o cueros salados**

Este procedimiento es factible aplicarlo porque:

1. La sal recuperada es incorporada al proceso, (**Anexo I**) en un 1.2% por peso de piel en tripa, con un ahorro de $1335 USD / año por concepto de transportación y compra.
2. Desde el punto de vista ambiental se logra reducir el 30% de los residuos de cloruro en los baños con una consiguiente reducción de productos químicos en el efluente.
3. Se logra humanizar la operación mediante la introducción de bombos, ya que la misma se realiza en estos momentos a mano.

Ahorros: $27 755.00 / año (Variante I)

- **Descarnado en verde**

Con este cambio de procedimiento se logra:

1. Utilizar aproximadamente el 45% de la carnaza producida actualmente en la producción de grasas y como abono.
2. Se pude recuperar la proteína al no estar presente el sulfuro, resultando más barato el procedimiento y desde el punto de vista ambiental se logra reducir la DBO aproximadamente en un 40%.

La introducción de este procedimiento a corto plazo no lleva inversión alguna y es de gran importancia porque: actualmente la carnaza, más los recortes en cal se someten a una cocción con vapor, donde solo se aprovecha el cebo industrial y los residuos líquidos son vertidos sin tratar a la zanja 2 que vierte directamente al mar con un alto contenido de sólidos 15 187.5 mg/l, una DQO de 41 695mg/L y una DBO de 29 950 mg/l.

Ahorros: $ 153286.76 / año (Variante I)

- **Pelambre con recuperación de pelo, segregación y reciclaje de las aguas residuales del pelambre y segregación de los sulfuros de los efluentes.**

Estos procedimientos están muy ligados entre si por ser residuos del proceso de pelambre. La aplicación de estos procedimientos, es de gran importancia para la entidad porque:

1. Se lograría desde el punto de vista medioambiental disminuir los sólidos, la DQO y la DBO, pero conllevaría un cambio en la tecnología (recuperación de pelo) porque es necesario realizar el proceso de pelambre con enzimas, para disminuir el sulfuro, evitando así la disolución del pelo.
2. Se logra reducir la carga contaminante orgánica entre un 5 y 15 % del total.

Para la aplicación de este procedimiento se necesita una inversión considerable, pero la misma se justifica por ser el pelambre el que mayor carga aporta 134.1 Kg de DQO y 89.7 Kg de DBO. Esto constituiría la **Fase 1** del proceso de tratamiento de pelambre, según propuesta de STUDIO DELTA**. (Anexo P)**

Ahorros: $ 48356.88 / año (Variante I)

- **Reciclaje de alta tecnología de sulfuro**

Este procedimiento es aplicable y conlleva una inversión considerable. La misma se realizaría en la **Fase 2**, trayendo grandes beneficios ambientales y recuperación del producto.

Ahorros: $ 8514 / año. (Variante II)

- **Serrajes vacunos en tripa**

Este cambio de procedimiento es aplicable y no trae aparejado una inversión y si grandes beneficios ambientales y de productos químicos. Solo se debe tener en cuenta las necesidades del cliente.

Ahorros: $29159.00 / año. (Variante I) y 145422.79 (Variante II)

- **Reducción del uso de amoniaco en el desencalado**

Esta sustitución química es importante realizarla a corto plazo, mediante pruebas técnicas con la aplicación de alguno de los productos recomendados.

De reducirse los niveles de amoniaco, la entidad no tendría que realizar el montaje de la **Fase 4**, necesaria para reducir los niveles de nitrógeno a valores permisibles.

Ahorros: $112 700 / año (Variante I y variante II)

Después de haber realizado el análisis de las alternativas encaminadas al control de las plantas y cambios de procedimientos, pasaremos al análisis de la aplicación de las buenas prácticas ambientales para prevenir la contaminación.

4.4.2. Prevención de la contaminación mediante buenas prácticas ambientales

- **Gestión just in time**

Esta práctica ambiental se aplica regularmente en el establecimiento, ya que los productos químicos son sacados del almacén en las cantidades necesarias para llevar a cabo el proceso, en el momento de su uso. Para una mayor efectividad se deben tomar las siguientes medidas.

1. Mayor seguimiento por parte del departamento de comercialización con los proveedores para que los productos no falten y evitar las sustituciones por productos más contaminantes.
2. Mayor exigencia en el control del procesos y evitar el sobre consumo de productos químicos.
3. Mantenimiento adecuado de los equipos, fundamentalmente de los bombos y máquina de descarnar, ya que una rotura en los mismos trae aparejado un sobre consumo de productos químicos con su consiguiente carga adicional a los efluentes.

Ahorros: $15005.9 / año (variante I) y $15220.37 (variante II)

- **Limpieza periódica para controlar problemas de olores**

La limpieza de los equipos en el establecimiento se realiza al terminar la jornada laboral, pero es necesario aplicar las siguientes medidas para reducir los malos olores.

1. Adquirir o fabricar un recolector del descarnado bueno, eficaz y situarlo al lado de la máquina de descarnar.
2. La limpieza de las zanjas debe hacerse semanalmente.

- **Observar y controlar los usos del agua**

Para un mejor control del uso del agua en el establecimiento se deben tomar las siguientes medidas:

1. Instalación de metro contadores en los diferentes procesos y reparación o sustitución de tuberías en mal estado para evitar los salideros existentes.
2. Instalación de válvulas automáticas para controlar el paso del agua en caso de salideros o roturas.
3. Control de la dureza del agua ya que su principal fuente de abasto son aguas subterráneas.

Para la implementación de las medidas 1 y 2 la entidad tiene que realizar una inversión de $.145959.66 en proyecto ejecutivo, equipamiento, construcción y montaje para la sustitución de redes hidráulicas. El cumplimiento de estas medidas son fundamentales para la aplicación eficiente de las alternativas tecnológicas analizadas y propuestas anteriormente.

La entidad tiene una política definida con relación al consumo de agua, fundamentalmente en el proceso, es por ello que se adquirieron bombos italianos que permiten realizar lavados discontinuos a puerta cerrada y así reducir el 60 % el agua que se utiliza en los lavados continuos, que son, los mayores consumidores .

Ahorros:

1. Por lavados discontinuos. $ 66211.2 (variante I y II)
2. Por reparación de salideros: $ 19376.36 (variante I y II)

4.4.3. Mejora de los resultados de las instalaciones externas complementarias

Este análisis no es necesario ya que es el Capitulo II. Residuos sólidos y en el análisis del procedimiento Descarnado en verde se analizó su aplicación en detalle. Los beneficios ambientales se constataran con la aplicación de esos procedimientos.

Después de haber efectuado el análisis de las diferentes alternativas o procedimientos, de la implementación de buenas practicas y mejoras en las instalaciones externas complementarias, encaminados todos, a la reducción de la contaminación y por ende a la disminución de los impactos y teniendo en cuenta las características del residual a tratar, es que se describen las propuestas dirigidas al tratamiento de las aguas residuales.

Ahorros:

1. Recorte en sal: $ 60000 / año. (Variante I y II)
2. Viruta de Cromo: 101145 / año. (Variante II)
3. Subproducto defraccionado: $ 395498.11 /año. (Variante II)

4.4.4. Medidas correctoras derivadas de la evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

1. Buen control de las operaciones en el proceso.
2. Tratar correctamente los efluentes y darle una correcta disposición y gestión.
3. Tratamiento eficiente (segregación y recuperación) a los residuales líquidos, teniendo en cuenta las sustancias tóxicas, porque las mismas pueden interferir en el tratamiento biológico de la futura planta de tratamiento.
4. Especial cuidado en le transporte, almacenamiento y manipulación de los productos (sulfuro de sodio, sales de cromo, bases, ácidos, etc.).
5. Buen manejo de los insumos químicos, en el interior de la industria, mediante un programa de control de producción industrial.
6. Especial manejo de los de los residuos dentro de la industria.
7. Uso adecuado de los medios de protección individual.
8. Mayor aprovechamiento de los residuos sólidos.
9. Capacitación ambiental eficiente, al personal productivo.
10. Plan de medidas que permitan a corto, mediano, y largo plazo, la eliminación de salideros y la instalación de metro contadores por operación, sobre todo las mas consumidoras.
11. Reforestación integral en las arreas aledañas al establecimiento.
12. Plan de medidas para la disminución de portadores energéticos y el uso de energía renovable (calentadores solares)

4.5. Propuestas dirigidas al tratamiento de residuales.

Después de haberle proporcionado los datos necesarios a STUDIO DELTA, la misma propone diferentes líneas de tratamiento que corresponden con los intereses de la entidad y tiene en cuenta las alternativas seleccionadas anteriormente en el epígrafe 3.3. Ellas son:

- Línea 1. Planta de recuperación de pelo y tratamiento de pelambre.
- Línea 2. Planta de Tratamiento de pelambre.
- Línea 3. Planta de tratamiento biológico de las aguas residuales del primer estadio.
- Línea 4. Planta de recuperación del cromo.
- Línea 5. Planta de tratamiento biológico de aguas residuales del segundo estadio.
- Línea 6. Planta de tratamiento de lodos.

Estas líneas fueron agrupadas en cuatro por fases, para la ejecución paulatina del proyecto teniendo en cuenta los procesos que mayor carga orgánica y mayor impacto tienen (Etapa de Ribera, dentro de ella el proceso de Pelambre), estas son:

- **Fase 1**

⇒ Recuperación de pelo

⇒ Tratamiento de pelambre

⇒ Tratamiento de las aguas. Primer estadio (tratamiento biológico)

- **Fase 2**

⇒ Recuperación del cromo.

⇒ Abatimiento del gas sulfhídrico (Piquelado)

⇒ Tratamiento de lodos

- **Fase 3.**

⇒ Tratamiento de las aguas residuales del segundo estadio (tratamiento biológico)

- **Fase 4.**

⇒ Tratamiento de las aguas residuales finales. Se aplicara si es necesario para disminuir el nitrógeno proveniente del las sales de amonio a niveles permisibles.

A continuación describiremos solo el proceso de tratamiento de las aguas residuales de la Etapa de Rivera, por ser la etapa objeto de estudio.

4.5.1. Proceso de tratamiento de las aguas residuales provenientes de la Etapa de Rivera

4.5.1.1. Fase 1. Línea 1. Planta de recuperación de pelo.

Esta instalación permite separar el pelo previamente inmunizado en el baño de pelambre, desde las aguas del mismo baño en el curso de la primera parte del pelambre.

El agua se recicla entre el bombo y el tamiz por un tiempo de 45 a 60 minutos, en este periodo de tiempo el pelo que se separo del cuero queda retenido en el tamiz donde se compacta y descarga en un deposito para su posterior eliminación. Con esta operación se logra disminuir una carga grande de contaminantes orgánicos cerca del 5 al 15 % del total.

Posteriormente las aguas utilizadas en el pelambre diferentes veces son enviadas a la planta de tratamiento de pelambre, donde después de ser oxidadas siguen su tratamiento en la planta de preoxidación biológica de la planta de tratamiento de pelambre.

- **Tamizado.**

Las aguas descargadas desde los bombos de pelambre llegan por medio de un drenaje a dos rejillas autolimpiadoras que permiten la separación del pelo y su compactación. Sucesivamente al tamizado las aguas siguen dos cursos:

1. Se bombean a los bombos para continuar el pelambre
2. Se dejan ir al tratamiento del pelambre o al tratamiento de las aguas residuales del primer estadio.

- **Acondicionamiento**

Las aguas del filtrado llegan a un tanque soterrado o cisterna de estabilización, donde existen reguladores de nivel que envían la señal a una bomba, la cual alimenta por medio de un sistema de tuberías y válvulas los bombos de la operación de pelambre. En la línea de alimentación de los bombos existen válvulas para desviar los baños agotados a la planta de tratamiento de pelambre. Ver en anexos el ***Diagrama de bloque del tratamiento de pelambre y aguas residuales del primer estadio y Diagrama de flujo recuperación de pelo Fase 1.***

4.5.1.2. Fase 1. Línea 2. Planta de tratamiento de pelambre

Los baños agotados del pelambre y los lavados se envían a la planta de tratamiento. El tratamiento tiene el objetivo de reducir la mayor cantidad de sólidos suspendidos, de sulfuros y una fracción de la DQO, mediante una oxidación catalítica.

- **Oxidación catalítica.**

Las aguas llegan al tanque donde se produce la oxidación catalítica cuando existe la cantidad necesaria de residual, mediante el suministro de aire en presencia de sulfato de manganeso ($Mn\ SO_4$) suministrado mediante una bomba dosificadora.

- **Sedimentación.**

Las aguas oxidadas llegan al sedimentador donde se obtiene una separación del lodo, que por sus características (alto contenido de cal). Se compacta en el fondo del sedimentador con una concentración elevada (6 y 10 % de sustancia seca). Las aguas clarificadas son enviadas al planta de tratamiento biológico del primer estadio.

4.5.1.3. Fase 1. Línea 3. Planta de tratamiento de las aguas residuales (tratamiento biológico aerobio). Primer estadio.

A esta planta son enviadas las aguas procedentes de los baños de remojo, los lavados y los baños de pelambre tratados.

El tratamiento tiene el objetivo disminuir lo mas posible la DQO, sólidos suspendidos y el sulfuro remanente de la oxidación catalítica presente en las aguas clarificadas. Las aguas tratadas llegan por gravedad al tanque estabilizador del tratamiento de aguas residuales del segundo estadio.

- **Tamizado.**

Las aguas de remojo y de los lavados provenientes de los bombos llegan a la planta por medio de un drenaje al canal, donde esta colocado un tamiz con una rejilla que se limpia automáticamente, separando y sacando los sólidos gruesos contenidos en las aguas descargadas.

- **Oxidación biológica.**

En la planta de oxidación biológica se tratan las aguas de los baños de remojo, los lavados y las aguas de pelambre tratadas en la oxidación catalítica.

Aquí se les permite a las bacterias biodegradar los contaminantes en solución pasándolos a una forma mas fácilmente asimilable (lodos). En esta parte de la planta se calcularon los parámetros operacionales que garanticen obtener el resultado deseado con el menor consumo de energía eléctrica.

Tiempo de retención = V/Q = 400 m^3/ 195 m^3 / día = 49 horas.

Observación: los volúmenes y caudales son mayores porque, de realizarse la inversión el establecimiento 101 asumiría la producción del 103.

El suministro de oxigeno se efectuara por medí de compresores a baja presión y difusores de burbuja fina para aumentar la eficiencia en la transferencia de oxigeno y permitir un bajo consumo de energía eléctrica.

Las aguas tratadas en este proceso son bombeadas al proceso de sedimentación.

- **Sedimentación biológica. Primer estadio.**

En esta fase se separan las aguas de los lodos que se depositan en el fondo del sedimentador.

Los lodos sedimentados se transportan por un puente barredor en los tanques de almacenamiento, de ahí son bombeados a los tanques de oxidación nuevamente o al tanque de espesamiento de lodo para su eliminación. Las aguas clarificadas llegan a la planta de aguas residuales del segundo estadio por gravedad. Ver en anexos el ***Diagramas de bloque y diagrama de flujo de la planta de tratamiento de aguas residuales Fase 1*.(Anexo Q)**

4.5.1.4. Fase 3. Línea 5. Planta de tratamiento de las aguas residuales. Segundo estado estadio.

Esta línea tiene el mismo sistema de funcionamiento que la línea 3 de la fase 1 (tratamiento biológico aerobio). En la misma son tratadas todas las aguas residuales provenientes de las diferentes líneas, mediante una oxidación biológica hasta alcanzar los valores establecidos en el proyecto (DQO 398 mg\l) en la descarga final. Ver en anexos ***Diagrama de bloque y diagrama de flujo del tratamiento de aguas residuales del segundo estadio y lodos. Fase 3. (*Anexo Q)**

4.6. Análisis económico de las alternativas seleccionadas.

El análisis de rentabilidad de la inversión propuesta se realizo a través de los métodos dinámicos de análisis, mediante el calculo de los indicadores de rentabilidad VAN (valor actual neto) y TIR (tasa interna de rentabilidad). Para lograr esto, es necesario el valor de la inversión, el costo de producción para cada año de explotación de la planta, tiempo útil del proyecto, capital disponible por la empresa, el préstamo que se obtiene del banco y el periodo que se paga dicho préstamo.

Para el análisis se tuvo en cuenta que la empresa no cuenta con el capital para la inversión, obteniéndose el mismo por un préstamo a pagar en un periodo, según convenios, utilizándose una tasa de interés de un 12%. La vida útil de para una planta se considera de 10 años según ***Peter, 1968***.

El valor de la inversión se tomó, teniendo en cuenta la aplicación de las diferentes alternativas analizadas, para la implementación de producciones mas limpias y la oferta realizada por STUDIO DELTA, en cuento a :

- Cambio de procedimiento.
- Reciclaje y sustitución de productos químicos
- Tratamiento de residuales al final del tubo

y además los beneficios por medidas internas y por daños evitados al medioambiente.

El valor de la inversión según la oferta realizada por ESTUDIO DELTA aparece en el **Anexo R.** por fases, así como su valor total.

De acuerdo a la oferta, la empresa tendría que asumir una inversión con un valor de $1279666.21en el caso de realizar esta inversión en su totalidad, partiendo de esto proponemos dos variantes a analizar:

1. Para la inversión solo de la planta de tratamiento de las aguas residuales provenientes de la Etapa de Rivera (Fase 1. Línea 2. Planta de tratamiento de pelambre y Fase 1. Línea 3. Planta de tratamiento de las aguas residuales (tratamiento biológico aerobio. Primer estadio.). **Variante I**
2. Para la inversión de la planta de tratamiento completa (Fases 1 – 4). **Variante II**

Con la aplicaron de las alternativas planteadas anteriormente, la empresa tendrá ahorros por concepto de:

- Cambio de procedimiento, reciclaje y sustitución de productos químicos.
- Medidas internas
- Daños evitados.

➢ **Variante I**

Por cambio de procedimiento, reciclaje, y sustitución de productos químicos	$ 371257.99/año
Por medidas internas	$ 160593/año
Por daños evitados	$ 25000
Ahorro de la inversión	$ 556851.45/año

➢ **Variante II**

Por cambio de procedimiento, reciclaje, y sustitución de productos químicos	$ 650458.24/año
Por medidas internas	$ 556643.11/año
Por daños evitados	$ 25000
Ahorro de la inversión	$ 1232101.35/año

Los costos de producción para las dos variantes aparecen en e l **Anexo S**

En el **Anexo T** se presentan los cálculos para la **Variante I** considerando un 12 % de interés. El valor del **VAN** es de $ 679179.42, que es un valor aceptable para esta inversión, el **TIR** es de38 % y el período de recuperación de la inversión (**PRD**) es de 3.1 años lo que constituye un valor razonable, máxime si consideramos los beneficios ambientales asociados a la inversión.

En la **Variante II**, **Anexo U,** se obtienen los resultados para un 12 % de interés, el VAN es $559175.42, el TIR de 9% y un PRD de 6 años. Note que los resultados no son atractivos para realizar la inversión, por lo que consideramos que la misma no se justifica económicamente en estos momentos.

Se recomienda la implementación de la **Variante I**, que es el tratamiento de la etapa del proceso mas contaminante (Etapa de Rivera), por ser mucho más atractiva, disminuirían los daños ambientales (reducción de la carga contaminante) y aumentarían los ahorros por daños evitados, por concepto de cambio de procedimiento, reciclaje y sustitución de productos, trayendo implícito mayores ingresos y la reducción del PRD, además permitiría a

la empresa su recuperación y pedir al banco facilidades de créditos mas blandos (4-6%), y posteriormente la realización de un nuevo análisis de la esta variante.

Con el funcionamiento de la planta recomendada en la **Variante I**, se aumenta la eficiencia del proceso fabril y se adquiere la experiencia tecnológica necesaria para enfrentar la construcción, puesta en marcha y funcionamiento eficiente de una tecnología novedosa y con alto grado de complejidad como lo es la **Variante II**. Con las condiciones técnicas, económicas y ambientales, que deben existir en la planta una vez que entre la **Variante I** en funcionamiento, es posible que la **Variante II,** pueda ser tomada como una alternativa viable.

4.7. Conclusiones parciales

1. De todas las alternativas analizadas, las mas factibles desde el punto técnico,, económico y ambiental son:

- Batanado de pieles antes de pelambre
- Pelambre con recuperación de pelo.
- Reciclaje de aguas residuales de pelambre.
- Separación de baños residuales de pelambre
- Reciclaje de alta tecnología de sulfuro.
- Segregación del sulfuro de los efluentes.
- Serraje vacuno en tripa.
- Reducción del uso de amonio en el encalado
- Aplicación de buenas prácticas ambientales.
- Mejoras de las instalaciones externas complementarias.

2. Es factible desde el punto de vista técnico, económico y ambiental las alternativas propuestas.
3. La inversión propuesta para la variante I, es factible desde el punto de vista técnico, económico, porque que para una tasa de interés de un 12%, los indicadores dinámicos son: VAN $679179.42, TIR 38% y un periodo de recuperación de la inversión de 3,1 años.
4. Desde el punto de vista ambiental la variante I es factible, pues con la misma se logra disminuir la DQO desde 3375 Kg/dia hasta 239 Kg/dia para un 93% de remoción.
5. Actualmente no es factible económicamente la Variante II porque para una tasa de interés de un 12% el VAN $559175.42, TIR 9% y PRD de 6 años.
6. Es imprescindible realizar la inversión para la sustitución de las redes hidráulicas y la instalación de metrocontadores, antes de acometer la ejecución del proyecto de la variante I.

.

Conclusiones

1. En el sector del curtido, específicamente en el Establecimiento 101 Tenería "Patricio Lumumba" del municipio Caibarien, se hace necesaria la aplicación eficaz de opciones o alternativas para la prevención de la contaminación, por ser una industria altamente contaminadora y la aplicación de una estrategia de producción más limpia, constituye una opción más sustentable y eficiente, que eliminar o mitigar la contaminación una vez que se ha producido.

2. Del diagnóstico ambiental realizado se concluye que:

- El establecimiento 101 Tenero **"**Patricio Lumumba" es uno de los principales focos contaminantes del municipio de Caibarien y dentro del mismo la etapa de Ribera, con un aporte de carga orgánica de 794.18 Kg/operación de DQO y 229.7 Kg/operación de DBO_5 .
- Del balance de materiales realizado en la etapa de Rivera, podemos concluir que el aporte porcentual de los principales procesos al volumen total de las aguas residuales es el siguiente:

  - Hasta Remojo — 37,6%
  - Remojo y pelambre — 4.62%
  - Antes de curtido — 57.68%

- En la etapa de Ribera se consume un total agua de 170.35 m^3/día , lo cual representa el 60% del consumo total promedio.
- Las operaciones de la etapa de Ribera son consideradas ruidosas porque sus niveles sonoros están por encima de los 85 dB que es el valor permisible que establece la norma.
- Existe un sobre consumo de productos químicos que es debido fundamentalmente a ajustes de fórmula, roturas de equipos, etc, representando una carga adicional contaminante.
- Por consumo de electricidad y quema de combustibles se emiten a la atmósfera indirecta y directamente, cantidades considerables de CO_2, SO_2 y NO_2, que contribuyen al calentamiento global y formación de lluvias ácidas.
- Los factores mayormente impactados son: el suelo, la atmósfera, las aguas subterráneas, el hombre y la bahía y las acciones más impactantes son: las emisiones de residuos líquidos, gaseosos, sobre consumo de agua y emisiones de residuos sólidos respectivamente.

3. Las alternativas propuestas, son factibles desde el punto de vista técnico, económico y ambiental y están encaminadas a:

- Mejoras en el proceso por cambio de procedimiento, reciclaje, sustitución y ahorro de productos químicos, lo que reportaría un beneficio de $650 457.24/ año.
- Mejoras por medidas internas, donde se ahorrarían $556 643.11/ año.

4. El análisis de rentabilidad realizado arrojó como resultado que los indicadores de la inversión son factibles para la variante I, donde: VAN $679179.42, TIR 38% y PRD de 3,1 años.

5. Desde el punto de vista ambiental la variante I es factible, pues con la misma se logra disminuir la DQO desde 3375 Kg/día hasta 239 Kg/día para un 93% de remoción.

6. Actualmente no es factible económicamente la Variante II porque para una tasa de interés de un 12% el VAN $559175.42, TIR 9% y PRD de 6 años.

7. Si se pretende acometer la inversión de la planta de tratamiento de residuales en su totalidad, según oferta de STUDIO DELTA se deben mejorar las tasas de interés entre un 4 y un 6%, para obtener resultados atractivos de los indicadores de rentabilidad.

8. Con las alternativas tecnológicas propuestas para la implementación de producciones más limpias se logran minimizar los flujos de residuos y emisiones en la etapa de Ribera.

Recomendaciones

1. Realizar una caracterización de los residuales líquidos, para evaluar los resultados obtenidos por la aplicación de las alternativas tecnológicas propuestas.
2. De los hongos caracterizados mediante el análisis microbiológico de la sal recuperada, determinar mediante un estudio de pH su influencia en calidad de las pieles.
3. Realizar un estudio que permita recuperar las proteínas de las corrientes residuales del tacho de carnaza, permitiendo obtener beneficios económicos y ambientales.
4. Generalizar este estudio a las demás etapas del proceso de curtición.
5. Se debe continuar incrementando la cultura medioambiental y el dominio técnico de las producciones más limpias por parte de todo el personal técnico y productivo.

Bibliografía

1. Agenda, 21. Conferencia de la ONU sobre medio ambiente y desarrollo. Río de Janeiro. 1992.
2. Bambanaster, Y. Gestión Ambiental en la Industria Azucarera. Trabajo de Diploma. UCLV. 1998 – 1999.
3. Bart Van. H, Profesor de la Universidad de Los Andes. Introducción en Producción más Limpia. (PML) Unidad de aprendizaje , Bogotá D.C., Julio 2000.
4. Berkel, Van R, Willems. E, and Lafleur; M. Development of an Industrial ,ecology toolbox for the introduction of industrial ecology in enterprises - I. Journal of Cleaner Production Vol. 5 Nº 1-2, 1997.
5. Berkel, Van R, and Lafleur; M. Development of an Industrial ecology toolbox for the introduction of industrial ecology in enterprises – II. Journal of Cleaner Production Vol. 5 Nº 1-2, 1997.
6. Bueno, Julio. Contaminación e Ingeniería Ambiental, España, 1996.
7. Caracterización de las aguas residuales de los establecimientos teneros “Patricio Lumunba” y “Hermanos Heredia” en Caibarien. Villa Clara. Dirección Provincial de Recursos Hidráulicos. Departamento de Protección de cuencas y aguas. Villa Clara. Enero 1998.
8. CAR/PL. Diseño y aplicación de un programa de buenas prácticas ambientales en la industria. Centro de actividades regionales para la producción más limpia, España, 2000.
9. CAR/PL. Oportunidades de prevención de la contaminación en el sector del curtido en la región mediterránea – KIT-. España. 2001.
10. CECODES.” Cambiando el rumbo”. Consejo Empresarial Colombiano para el desarrollo sostenible. Santa Fe. Bogotá. Colombia, 1996.
11. Centralkimica. Productos Químicos para la fase húmeda y el acabado de la piel. 1999.
12. CEPIS. Guía técnica para la minimización de residuos en curtimbre. Resumen Ejecutivo, 1996.
13. CEPIS/OPS. Opciones de tratamiento y disposición. Guía para el tratamiento, almacenamiento y disposición de residuos de curtimbres, Octubre 2001.
14. Carabias. L, Julia y colaboradores. Manual de Procedimientos para el Manejo Adecuado de los Residuos de la Curtiduría. Instituto de Ecología. SEMARNAP. México. Primera edición, 1999.
15. Cerdá, Instituto, Manual de Minimización de residuos y emisiones industriales.1992.
16. Chico, I. José M. Inspección medioambiental de actividades industriales. Segunda Edición. Dykinson. 2000.
17. Colten, C.E. “Historical Development of Waste Minimization”. The enviromental professional. Vol. 111 , 1989.

18. Comisión para la cooperación Ambiental. Prevención de la contaminación en la Industria Curtidora. Cueros Industrializados del Bajío. S.A. 1997.
19. Conessa, F. Vitola. Guía metodológica para la evaluación Ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, 1993.
20. Cuba. Ministerio de Ciencia Tecnología y Medioambiente. Estrategia Ambiental Nacional. Reimpresión. Ciudad de La Habana, 1999.
21. DAMA. Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente, "La gestión ambiental en Santa fe de Bogotá 1995-1997", Alcaldía Mayor de Santa fe de Bogotá. Colombia, 1997.
22. Dasgupta, S. A. Mody, S. Roy, and D. Wheeler, "Environmental Regulation and Development: A Cross-Country Empirical Analysis," World Bank Policy Research Department Working Paper, No. 1448, Marzo 1995.
23. Devon, M. Plan propuesta para la minimización de residuos en la fábrica de muebles clínicos Heriberto Mederos. UCLV. Trabajo de diploma. 2003.
24. Degremont. Water Treatament Handbook. Fifth Editation, Francia 1979.
25. Delgado, D. Jesús. Cuba Verde en busca de un modelo para la sustentabilidad en el siglo XXI. Selección, compilación y edición científica. 1999.
26. Díaz, Molina, M. Análisis de proceso en función de una propuesta de tecnología más limpia en la obtención del Bioactivo G-O. UCLV. Tesis para optar por el grado de Master en Análisis de Proceso. 2000.
27. Díaz, B. Raúl. Tratamiento de aguas y aguas residuales. La Habana. Editorial ISPJAE, 515p, 1987.
28. Elementos metodológicos para la introducción de prácticas de producción más limpias. Alternación para el aprovechamiento económico de residuales, 1999.
29. Enrique, B, M. Flora Hernández. Manual de capacitación de minimización de residuos. World Environment Center. New York. Noviembre 1996.
30. Evaluación del estado de la técnica sobre tecnologías para el tratamiento de residuales del cromo y el proceso de pelambre en tenerías. Sección de la Oficina Cubana de la Propiedad Industrial. Villa Clara..Volumen I. Febrero 2001.
31. Fernández, D. Ramón. La explosión del desorden. Editorial fundamentos, 1993.
32. Francisco, I. López y col. Departamento de Química, Escuela de Ciencias, Universidad de Oriente, Cumaná. Centro de Investigaciones Químicas. Facultad de ingeniería, Universidad de Carabobo. Valencia. Escuela de Química, Facultad de Ciencias U.C.V: Caracas Venezuela. Recuperación de Cromo presente en aguas de tenerías,1999.
33. García, Ochoa, S. Félix. La ingeniería ambiental entre el reto y la oportunidad. Prevención de la contaminación. El factor ambiental en los procesos industriales. España 2002.
34. Gestión de Producción más limpia .Estrategia Necesaria, Julio 2003.

35. Gómez, O. Domingo. La evaluación del Impacto Ambiental. Editorial Agrícola Española. Madrid, 1994.
36. Gonzáles, N. Teresita y García Díaz. Ignacio. Cuba. su medio ambiente después de Medio Milenio. Editorial Academia y Editorial Científico - Técnica. La Habana. 1998.
37. Gonzáles, N. T; García, I. Cuba su medio ambiente después de Medio Milenio. Editorial Academia y Editorial Científico – Técnica. La Habana. 1998.
38. Graz Klagenfurt. Eco ganancias. Producción más limpia y reducción de desechos,1995.
39. Guerra, V. Belkis F. y Esperanza P. G. La minimización, una vía para la disminución del vertimiento de residuos. Centro de Estudios de Química Aplicada. UCLV, 2000.
40. Guerra, V. Belkis F. Monografía. Prevención de la contaminación ambiental. CEQA. UCLV.2003
41. Gutiérrez, M. Manual de procedimientos para el manejo adecuado de los residuos de la curtiduría .Instituto Nacional de Ecología/ Dirección de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas. México. Noviembre, 1999.
42. Heidemann. E. Tecnologías limpias en tenerías. Las hay en realidad ?. 2000.
43. Hettige, H, M. Mani and D. Wheeler. “Industrial Pollution in Economic Development: Kuznets Revisited,” World Bank Development Research Group Working Paper, No. 1876, January 1998.
44. Huq, M., and D. Wheeler, “Pollution Reduction Without Formal Regulation: Evidence from Bangladesh,” World Bank Environment Department Working Paper, No. 1992-39, 1992.
45. Iglesias E. “La industria del Cuero y del Calzado en México”. Facultad de Economía, 1997.
46. ISO/TR 14049. 2001. Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Ejemplo de aplicación de la NC ISO 14041 para la definición del objetivo y alcance y análisis del inventario.
47. Juárez, G. Romero T. Contaminación y Medio Ambiente. La Habana. Editorial Científico Técnica. 1995.
48. Labrador, G, R. Desarrollo de una tecnología más limpia en la fabrica oleohidráulica de Cienfuegos. Trabajo de diploma. UCLV. Curso 2002 – 2003.
49. Lambert, F.“Lenenscyclusanalyse (LCA), articulo de la universidad Técnica de Eindhoven, Departamento de Ingeniería Industrial, Holanda, 2000.
50. Leiva Mas. Jorge. Evaluación de la contaminación en un municipio costero. Alternativas de solución para su saneamiento. CESEM. CITMA. VC. Septiembre 2003.
51. Ley 81, Ley de Medio Ambiente. Gaceta Oficial de la Republica de Cuba. 11 de Julio 1997.
52. López, B. Eduardo. Curso Metodologías para la realización de estudios de impacto ambiental y auditorias ambientales. Centro de estudios de energía y medio ambiente. Universidad de Cienfuegos. Cuba 2000.

53. Ministerio del Medio Ambiente, “Política Nacional de Producción más Limpia”, Propuesta presentada al Consejo Nacional Ambiental, Santa fe de Bogotá, Colombia, 1997.
54. Muñoz, Hernández, A. Depuración de aguas residuales. 3ra Edición. Colección Senior Nº 9. Colección de texto. 1992.
55. Mc. Grau-Hill. Michael D. La Greg. Phillip L. Buckingham. Jeffrey. C. Evans. Gestión de residuos Tóxicos. Tratamiento, eliminación y recuperación de suelos. España 2000.
56. Mc. Cann, Michael. Cuero, pieles y calzado. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. 2000.
57. Noyes. R. Unit Operations in environmental engineering. Noyles Publications, 1994.
58. NC 19 – 01 – 04 - 80. Ruido. Requisitos generales higiénico sanitarios.
59. NC 19 – 01 – 14 - 83. Ruido. Método de medición en los puestos de trabajo.
60. NC 93 – 11 – 86. Requisitos de calidad y protección sanitaria de las fuentes de abasto de agua destinada al consumo humano.
61. NC 93 – 00 – 001. Sistemas de Normas para la Protección del Medio Ambiente, (SNPMA).
62. NC 27:1999. Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones.
63. NC 93 – 02 – 1975. Agua potable. Requisitos sanitarios y de muestreo.
64. NC ISO 14041.2000. Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Definición del objetivo, alcance y análisis de inventario.
65. NC ISO 14042. 2001. Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Evaluación del impacto del ciclo de vida.
66. NC ISO 14043. 2001. Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Interpretación del ciclo de vida.
67. NC ISO 14040: 1999. Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y estructura.NC XX 2001. (Proyecto). Vertimiento de aguas residuales a las costas y aguas marinas. Especificaciones.
69. ONU. Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Río de Janeiro1992.
70. OPS/ CEPIS/ POB: “Informe técnico sobre minimización de residuos en una curtimbre”. 1996.
71. PNUMA / ROLAC. Producción limpia en la Industria del curtido de pieles. Ejemplo de acciones de minimización de residuos y emisiones. Departamento de Medio Ambiente. Centro de Iniciativas para la producción más limpia. Ministerio de Medioambiente. España, 2000.
72. PNUMA. Producción más limpia. Un paquete de recursos de capacitación. Primera edición en Español. Febrero 1999.

73. Programa de Naciones Unidas para el medio ambiente .Declaración Internacional sobre la Producción más Limpia. Noviembre 2001.
74. P+L en Colombia. Programa de producción más limpia. Ministerio del Medio Ambiente. Colombia. 2000.
75. ¿Que es producción más limpia?. Documento INTERNET 2000.
76. Ramírez, C. Tratamiento de aguas residuales industriales. UNUM. Colección de texto, 1992.
77. Resolución 87/99. Basilea. Regulaciones para el ejercicio de las funciones de la Autoridad Nacional y Punto de Contacto del Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos y su Eliminación y otras Disposiciones para la gestión ambientalmente racional de estos desechos".
78. Resolución 27/2000 Sistema Nacional de Reconocimiento Ambiental.
79. Resolución 77/99. Cuba. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental.
80. Resolución N^{o}130/95. Reglamento para la realización y aprobación de las evaluaciones de impacto ambiental estatal. La Habana 1996.
81. Rigola, M. Factores de soporte de la producción más limpia (P+L). Universidad de Girona, 2000.
82. Rossiter, A. Waste Minimization Through Process Design. McGraw-Hill. New York 1995.
83. Sachim, V. Ing. Ambiental Msc. Solange G. Ing. Civil Químico. Prevención de la contaminación. Tendencias Internacionales y ejemplos, 2000.
84. Sánchez, S. R. Producción más Limpia. PNUMA / ROLAC. Argentina, Octubre, 2000.Soler, A. Manual de gestión de medio ambiente. Editorial Ariel, S.A. Barcelona España, 1997.
86. Suárez, G y Rivero. T. Contaminación y Medio Ambiente. Editorial Científico- Técnica. La Habana,1995.
87. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 16 Edition. 1268p, 1985.
88. Tamayo, S ; Carlos M. Coordinador Programa Producción más Limpia. Evaluación de las necesidades, capacidades y prospectivas de producción más limpia en Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. Colombia, 2000.
89. UNEP. United Nations Enviroment Program. Cleaner Production and Eco-efficiency. Complementary Approaches to Sustainable Development. Cuadernillo de las Naciones Unidas. Marzo 2000.
90. UNEP “Life Cycle Assesment ; what it is and how to do it”, United Nations Publication, first edition, ISBN 92-807-1546-1, 1996.
91. UNIDO. Enviromental Policy Framework. UNIDO ESID Training kit. Learning Unit 5: Analytical Tools for Identifying Cleaner Production Opportunities. Waste Reduction Audit. http:/www.unido.org/ssites/env/emblema/lufive301.html

92. UNIDO. Enviromental Policy Framework. UNIDO ESID Training kit. Learning Unit 5: Analytical Tools for Identifying Cleaner Production Opportunities. Environmental Compliance. Audit. http:/www.unido.org/ssites/env/emblema/lufive 302.html
93. UNIDO. Enviromental Policy Framework. UNIDO ESID Training kit. Learning Unit 5: Analytical Tools for Identifying Cleaner Production Opportunities. http:/www.unido.org/ssites/env/emblema/lufive304.html.
94. UNIDO. Enviromental Policy Framework. UNIDO ESID Training kit. Learning Unit 5:Analytical Tools for Identifying Cleaner Production Opportunities. Environmental Auditing. http:/www.unido.org/ssites/env/emblema/lufive601.html.Universidad Técnica de Delft, (1997), "Milieugerichte productontwikkeling", Departamento de Diseño Industrial, Sección Diseño para el medioambiente. Holanda,2000.Universidad de Los Andes."Memorias de la semana de la competitividad Ambiental", Universidad de Los Andes, Facultad de Ingeniería, Bogotá, 1997.U.S. EPA .Pollution Prevention News, Enero/Febrero, 1991.
98. U.S. EPA. Enviromental Protection Agency. Report to Congress. Minimizatien of Hazardous Waste. EPA: Octubre, 1986.
99. U.S. EPA. Federal Register. "PollutionPrevention Policystatement". Enero, 1989.
100. Von Amsberg, J. Brazil. Managing Pollution Problems, The Brown Environmental Agenda," World Bank Report No. 16635-BR, June 1997.Zaror, Z .C. A. Introducción a la ingeniería ambiental para la industria de procesos. Diciembre, 2000.

Sitios consultados. INTERNET.

http:/www.ubp.edu.pr/todo ambiente
http:/www.redpml.cu/home.htm
http:/www.cepis.ops-oms.org/eswww/fulltex
http:/www.wbcsd.org
http:/www.gov.ar/acciones/produccionlimpia

ANEXO A

Tabla 2.1 Indicadores económicos de los tres últimos años, del Establecimiento 101 Tenero “Patricio Lumumba”.

Indicadores	**U. Med**	**Año 2000**	**Año 2001**	**Año 2002**
Producción Bruta **(PB)**	Mp	10912.1	11089.3	11587.1
Costos de Producción Bruta **(CPB)**	Mp	8956.9	9834.8	9747.9
Producción mercantil **(PM)**	Mp	10903.1	10867.8	11380.1
Costos de Produc. Mercantil **(CPM)**	Mp	8947.9	9613.3	9540.9
Servicios recibidos	Mp	172.3	204.2	607.9
Servicios prestados	Mp	-	12.2	-
Valor agregado	Mp	3514.9	3444.8	3701.7
Ventas – Produc. con impuesto	Mp	10016.4	10028.4	9363.8
- Impuestos por las ventas	Mp	46.0	28.6	183.7
+ Subsidio a productos	Mp	1052.8	1109.4	2063.3
= Ventas netas productivas	Mp	11023.2	11109.2	11243.4
- Costo de venta – Producción	Mp	9109.4	9551.3	9640.8
= Útil. bruta en ventas **(UBV)**	Mp	1913,8	1557.9	1602.6
- Gastos de Distrib. y ventas	Mp	71.3	117.6	122.9
= Útil. neta en ventas **(UNV)**	Mp	1842.5	1440.3	1479.7
Útil. del periodo antes de imp.	Mp	952,9	640.0	677.4
Total de ingresos	Mp	-	11364.2	11648.3
Total de gastos	Mp	-	10742.3	10970.9
Gasto material total	Mp	7224.9	7452.5	7277.5
De ello: Mat. primas directas	Mp	6393.5	6657.3	6693.8
Materiales auxiliares	Mp	599.2	562.4	385.8
Combustible total	Mp	123.2	129.0	118.6
De ello : Gasolina	Mp	19.4	19.1	13.5
Diesel	Mp	31.9	32.5	36.4
Energía eléctrica	Mp	109.0	103.8	79.3
Salario devengado	Mp	1318.2	1684.8	1589.1
Promedio trabajador total	uno	448	424	390
Costo por peso comedor obrero	peso	0.833	0.941	0.901
Índice de intens. Energética	Kg/pm	96.1	93.0	82.9
Ingresos por ventas en divisas	Musd	2623.1	2839.1	2529.8
De ello: Export. Wet – Blue	Mm^2	130.1	168.9	255.1
Export. Wet - Blue	Musd	938.6	1224.2	1351.3
Producción Pieles normales	Mm^2	530.4	540.1	596.8
Producción Pieles normales	Mp	8921.1	8862.8	8146.7

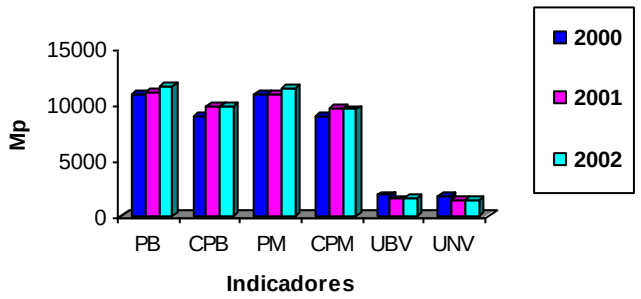


Grafico.2.1 Análisis comparativo de los principales indicadores económicos.

ANEXO I

Caracterización del cloruro de sodio recuperado.

Análisis físico – químico.

- % Humedad a 105^0c = 3.17.
- % De materias insolubles en agua = 1.71
- % De pureza (en base seca) = 97.1

Análisis microbiológico

Para el análisis microbiológico se tomaron muestras de sal recuperada, provenientes del saladero, con el objetivo de determinar que microorganismos están presentes en la misma que puedan ser perjudicial para el hombre.

El análisis microbiológico se realizo en el CBQ por la NC 26 – 121 – 1993. Medicamentos. Medicamentos no estériles. Determinaciones microbiológicas.

Procedimiento:

Para la determinación se utilizó el método de diluciones seriadas 1/10 en tubos Mueller Hinton con lectura a los 7 días y temperatura de incubación de 37^oC.

1. Pesar 10g de sal recuperada, añadir 80ml de buffer de fosfato y 10ml de tween 80.
2. En un elermeyer añadir 80ml de buffer 10ml de tween 80 y esterilizar.
3. Añadir 9ml de medio de cultivo TS en caldo a tubos de 15 por 150.
4. De la muestra, tomar 1ml realizando diluciones sucesivas de 1/10.
5. En placas con tripsona soya agar y sabouran agar se tomo 1ml de la disolución 10^6, 10^8, 10^{10}, 10^{12}.

Resultados:

A los 7 días se observaron 2.10^6 Ufc/ml de colonias de hongos filamentosos del género Bdellospora (hongo medo ambiental), el cual no es patógeno para el hombre.

Ufc – unidades formadoras de colonias

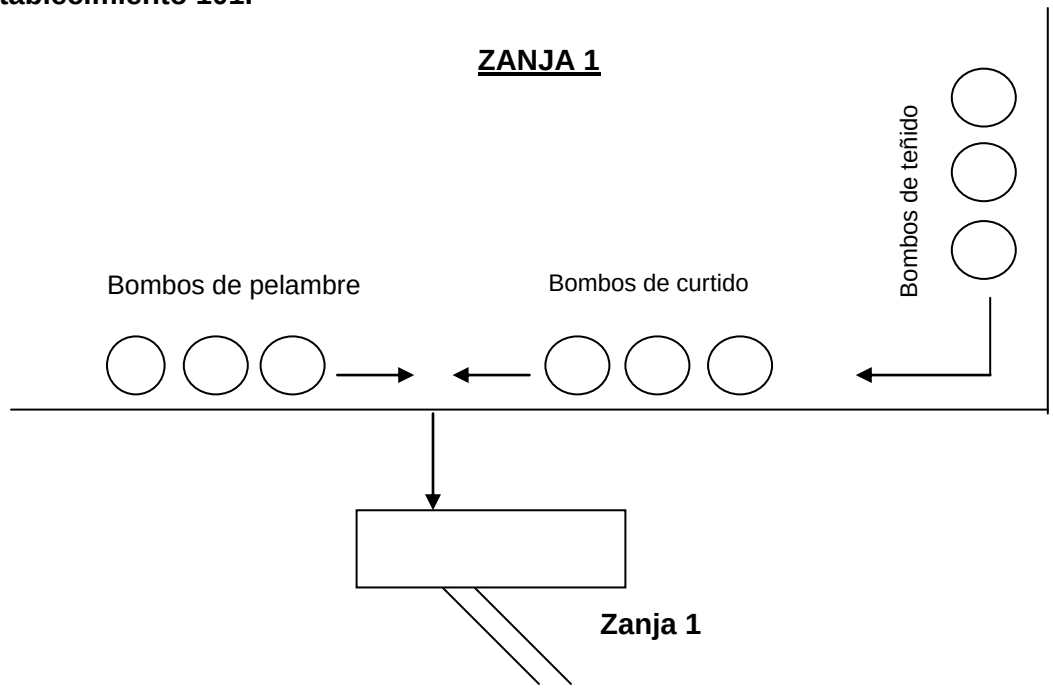
.

Colonias de Hongo filamentoso del genero Bdellospora

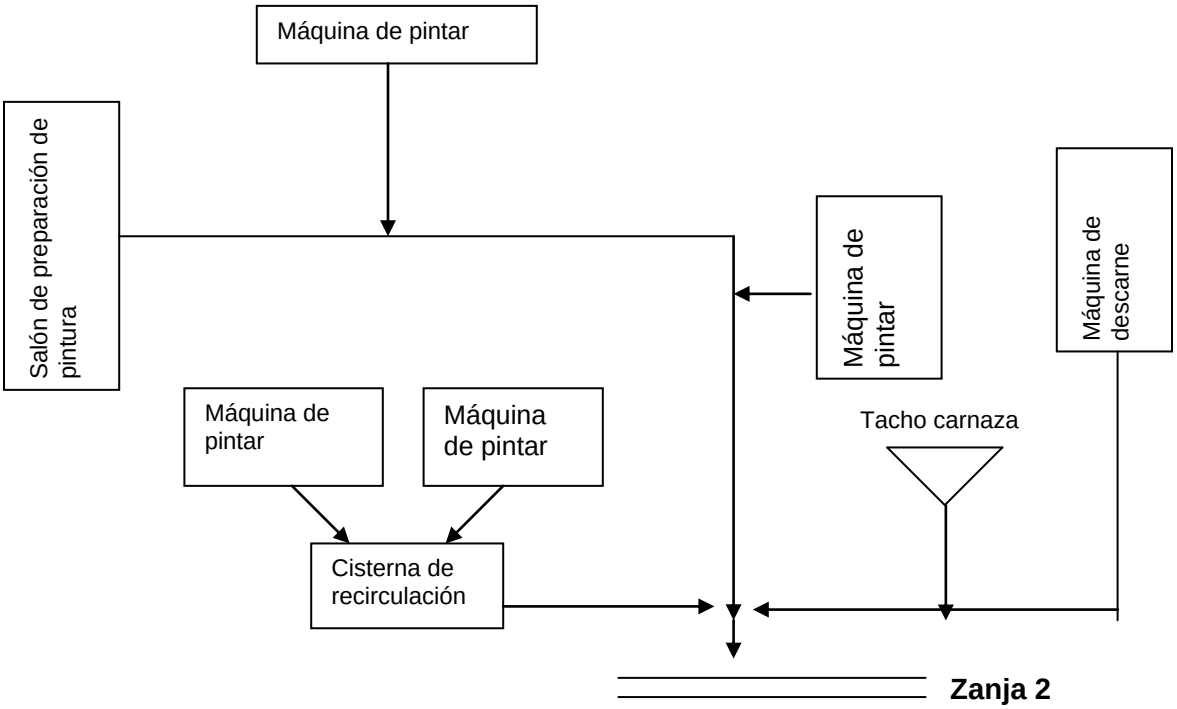
ANEXO E

Esquemas simplificados de las fuentes generadoras de residuales. Establecimiento 101.

ZANJA 1



ZANJA 2



ANEXO F.

Tabla 2. 2 Tipo de determinación analítica, simbología y unidades empleadas.

Determinación	Simbología	Unidades	Fundamento del método
Potencial de hidrógeno	pH	U de pH	Método potenciométrico
Cond. Elect. a 25^0 C	CE	µs/cm	Método conductimétrico
Demanda química de oxigeno al dicromato	DQO	mg O_2/l	Valoración redox con Ag_2So_4 como catalizador
Demanda biológica de oxigeno a 20^0C/ 5 días.	DBO_5	mg O_2/l	Incubación y determinación de oxigeno disuelto
Nitrógeno total	Nt	mg-N/l	Digestión en medio ácido y valoración ácido - base
Nitrógeno amoniacal	$N\text{-}NH_4$	mg-N/l	Destilación a pH básico y valoración ácido – base.
Fósforo total	Pt	mg-P/l	Digestión ácida y colorimetría con molibdato de amonio.
Cloruros	Cl	mg Cl^-/l	Remoción de color y método de Volhart.
Sulfuro expresado como azufre	S	mg-S/l	Método yodo métrico
Sólidos totales	ST	mg/l	Método gravimétrico.
Sólidos totales volátiles	STV	mg/l	Método gravimétrico
Sólidos totales fijos	STF	mg/l	Por diferencia.
Sólidos suspendidos totales	SST	mg/l	Método gravimétrico
Sólidos suspendidos volátiles	SSV	mg/l	Método gravimétrico
Sólidos suspendidos fijos	SSF	mg/l	Por diferencia
Sólidos sedimentables	SS	mg/l	Método gravimétrico
Grasa	Grasa	mg/l	Sovlhef (extracción en CCl)
Cromo total	Cr	mg/l	Método por AAS
Alcalinidad total	AlK	mg-HCO_3/l	Valoración ácido - base

ANEXO G.

Tabla 2.3 Resultados promedio de los análisis realizados a las muestras compuestas. (5 días de muestreo)

Determinación analítica	Zanja 1	Zanja 2
pH	7.64	7.9
CE	12340	4113
Ca	151	435
ALK	410	1640
DQO	3033	11247
DBO_5	468	5718
Nt	97.56	120
$N\text{-}NH_4$	555	33
N-org	21.47	44.4
Pt	1.3	10.5
S	122	122
Cl	1734	829.5
Grasa	2200	3998.3
Cr (total)	180	0
ST	5681.8	8369.5
STV	1534.4	3166.3
STF	4147.4	5203.2
SST	1133.4	2299.5
SSF	412.8	1697.8
SSV	720.6	601.7
SD	4548.4	6070
SS	29.5	23.8

Tabla 2.4 Aporte de masa contaminante por los bombos.

	PROCESO (Kg/operación)			
	Remojo	Pelambre	Curtido	Teñido
V_r (m^3)	9.54	9.54	7.42	3.27
DQO	107.19	189.85	64.87	149.8
DBO_5	48.41	126.95	8.9	39.34
Ca	1.62	15.26	0	0.62
S	0	12.59	0	0
Cr	0	0	20.33	1.96
ST	*	318.53	*	25.44
STV	*	89.73	*	9.77
STF	*	43.81	*	1.77
SST	*	57.97	*	6.55
SSV	*	25.71	*	5.37
SSF	*	43,81	*	1.77
SS	*	0.14	*	0.07
Grasa	6.06	9.54	*	2.63
Cl	293.8	91.82	*	0

ANEXO G. (continuación)

Tabla 2.5. Resultados promedio de los análisis realizados a las muestras puntuales

	P	R	O	C	E	S	O	
Determinación analítica	**Remojo**	**Pelam-bre.**	**Des y Rend.**	**Curtido**	**Recurt..**	**Teñido**	**Laq y Pint**	**Tacho carnaza**
pH	7.06	11.5	9.1	3.3	6.05	5.2	705	9.5
CE	54066.7	37437.5	10000	80150	10000	12870	1050	3675
Ca	127.5	650	1240	*	*	190	40	190
ALK	667.5	3306.3	6345	*	*	*	250	367.5
DQO	9442	12685	20800	8742	350	45810	960	41695
DBO_5	3935	8363	16200	1200	101	12031	490	29950
Nt	143.4	270.5	536.4	*	5903	*	0	390.5
$N\text{-}NH_4$	*	*	206.5	*	*	*	0	85
N-org	*	*	329.9	*	*	*	0	305.5
Pt	19.3	12.33	40	*	0.4	*	1.2	2.05
S	0	784	200	*	0	*	*	172
Cl	23800	7872.5	3500	19216	1400	*	*	700
Grasa	568.3	829.3	7239	*	*	803	527	8551.5
Cr (total)	*	*	*	*	*	*	*	0
ST	27624	22391.2	34657	*	*	*	1034	15187.5
STV	4595.5	5378	5734	*	*	*	280	5708.5
STF	23028.5	17653.5	29223	*	*	*	754	9479
SST	1257.5	4472.8	9031	*	*	*	896	5040.5
SSF	636	3178.8	2931	*	*	*	207	1797
SSV	621.5	1294	6100	*	*	*	689	3243.5
SD	26366.5	18483.8	25626	*	*	*	138	10147
SS	5.35	102.5	7	*	*	*	0.4	47.5

ANEXO H.

Tabla 2.6 Residuos sólidos generados en las diferentes etapas del proceso para 2800 Kg/día.

Operaciones	Piel (Kg/dia)	Rebajo (Kg/dia)
Recorte en sal	86.1	*
Carnaza (Descarne)	955	*
Recorte cal	55.64	*
Viruta cromo	193.5	*
Recorte azúl	48.5	*
Polvo lija	18.9	*
Sub- producto defraccionado	*	708.2
Centro cromo	*	142
Viruta de cromo	*	104
Recorte de rebajo terminado	*	*
Total	**1357.64**	**954.2**

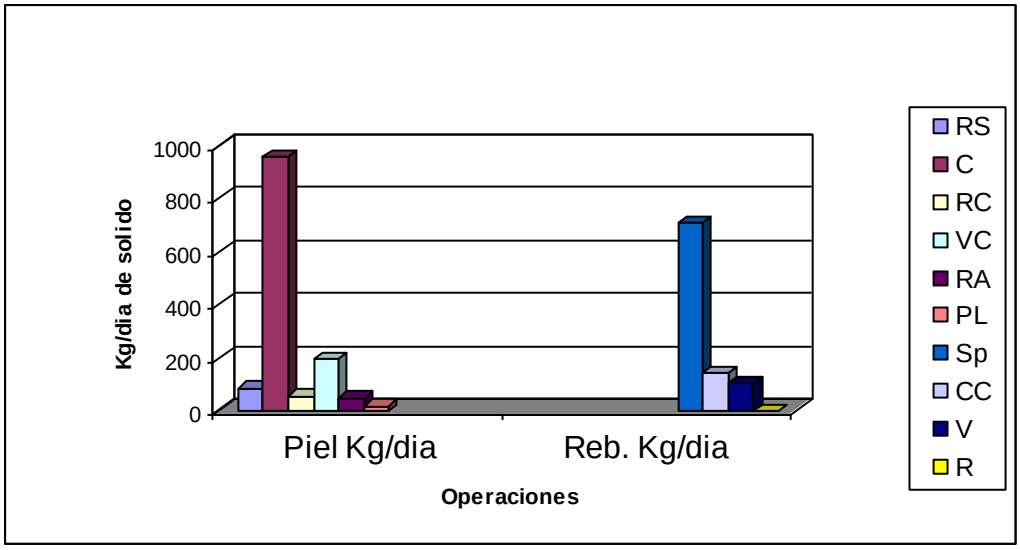


Grafico 2.2. Residuos sólidos generados en el proceso.

Leyenda

RS Recorte en sal.
C Carnaza (Descarne)
RC Recorte cal.
VC Viruta cromo.
RA Recorte azúl.
PL Polvo lija.
Sp Sub- producto defraccionado.
CC Centro cromo.
R Recorte de rebajo terminado.

ANEXO I - A

Carta de cálculo	Tipo de piel	LD - L Grueso CUBA 16 -19 y 19 - 22 kg
PIEL SALADA	peso para el calculo	
PIEL EN TRIPA	Kg. 2800	Fecha : 27-09-00
PIEL CALIBRADA		Inicio hora : 15,00

Operación	%	kg	Producto	T°C	Rot.	Control
Lavado	**200.000%**	5600	Agua ambiente			
	0.100%	2.8	Sulfuro de sodio			
	0.100%	2.8	LEDERPON 100			
	0.010%	0.28	LEDER CID		60'	PH = 9 -
Lavado					20'	Entrada y salida
Drenar rotando						
Remojo	**60.000%**	1680	Agua Ambiente			Piel y agua a igual nivel
	0.100%	2.8	LEDERPON 100			
	0.500%	14	LEDER RIV A/TS			
	0.700%	19.6	LEDER RIV 090		180'	después de 3h parar y
						cada 2h rotar 10' min.
						hasta el otro día (mínimo.10h)
Por la mañana						pH 9-9,5 - Bè 5-5,5 -T°28
						Corte/Blanco
Adicionar	**40.000%**	1120	Agua ambiente		10'	Bé: 3,8 - 4,2
Adicionar	**0.600%**	16.8	LEDER RIV A/TS		30'	Bé: 3,8 ca. pH 10,5-T°28
Pelambre						
	1.000%	28	SULFHIDRATO DE S.			
	2.000%	56	CAL Hidratada-liq.			
	0.100%	2.8	LEDERPON 100		40'	Después parar 60' pH = 11,5
Adicionar	**1.500%**	42	SULFURO de Sodio			
	5.000%	140	CAL Hidratada-liq.		60'	Después parar 60'
						Ajustar el baño
						La piel debe quedar bien
						cubierta
					60'	Después parar 60'
						Rotar 10' cada 2h
						durante 10 - 12 h
Por la mañana						
Lavado del pelambre			Control y limpieza		60'	Rotar con reja
						hasta piel en seco
Lavado	**250.000%**	7000	agua ambiente			Hasta el eje
					10'	Con tapa
			Agua entrada y salida		20-30'	Lavar con reja
Descarnar						Control y Descargue

ANEXO I – A (continuación)

Carta de cálculo		Tipo de piel				Ligero delgado -entero
						Ligero grueso-fraccionado
PIEL SALADA		peso para el calculo				Mediano delgado y grueso
PIEL EN TRIPA	OK	Peso kg:	3200			Grande y pesado
PIEL CALIBRADA						Pelambre E208-E308 yE 408
		La piel aumenta ca. del 15%				

Operación	%	kg	Producto	T°C	Rot.	Control
Lavado	**150.000%**	4800	Agua ambiente			
	0.050%	1.6	LEDERPON 100			
	0.100%	3.2	Sulfato de amonio	27-28°	30'	Drenar
Lavado					10'	con Tapa
					15'	con Reja
Drenar al máximo						y continuar en el mismo
Desencalado						baño
	40-50%		baño anterior			
	1.000%	32	Sulfato de amonio			
	0.500%	16	LEDER RIV 2121		30'	pH =.9,0
Adicionar	**1.000%**	32	Sulfato de amonio			
	0.500%	16	LEDER RIV 2121		35-60'	pH = 8,2
						Prueba Fenoftaleina
Rendido	**25.000%**	800	Agua ambiente			
	0.050%	1.6	LEDER MAC / 1			
	0.100%	3.2	LEDERPON 100			
	0.200%	6.4	Metabisulfito de Sod.		35'-50'	pH 8,5-T°28-29
						Prueba Fenoftaleina
						Blanco completo
Drenar, Lavar					10'	con tapa
					15'	con reja
						Drenar lo máximo

ANEXO J.

Tabla 2.7 Tabla resumen de los balances de materiales.

Símbolo	**Denominación de las corrientes**	**Cantidad (Kg)**
Apr	Agua de pre-remojo	6300
A	Carbonato de sodio	2.8
B	Lederpon 100	13.2
C	Leder CID	0.28
Ps	Piel salada	2800
PR_1	Piel remojada a la salida de pre-remojo	3175.2
L_1	Licor de salida de pre-remojo	6165.88
AL_1	Agua de lavado	15250
L_2	Licor de salida de lavado 1	15014.8
Ar	Agua de remojo	1890
Ap	Agua de pelambre	1290
Pr_2	Piel remojada a la salida de lavado 1	3175
E	Leder RIV A/TS	30.8
F	Leder RIV 090	19.6
G	Sulfhidrato de sodio	28
H	Cal hidratada	196
I	Sulfuro de sodio	42
PA	Piel apelambrada	4012.29
P	Pelo	560
L_3	Licor de salida de remojo y pelambre	2664.91
AL_2	Agua de lavado 2	7250
L_4	Licor de salida de lavado 2	7250
PD	Piel descarnada	3113.48
RC	Recorte carnaza	42
CAR	Carnaza	856.8
AL_3	Agua de lavado 3	4800
J	Sulfato de amonio	67.2
L_5	Licor de salida de lavado 3	4804.8
AL_4	Agua de lavado 4	8000
L_6	Licor de salida de lavado 4	8000
A_d	Agua de desencalado	4000
K	Leder RIV 2121	32
L_7	Licor de salida del desencale	4096
PD_E	Piel desencalada	3113.48
A_{rd}	Agua de rendido	875
L	Leder MAC 1	1.6
M	Metabisulfito de sodio	6.4
PR	Piel rendida	3113.48
L_8	Licor de salida de rendido	886.2
Al_5	Agua de lavado 5	7250
L_9	Licor de salida de lavado 5	7250

ANEXO K

Tabla 2.8 Resultado promedio de las mediciones de ruido.

Puesto de trabajo	L_{eq} M	L_{90} M	L_{50} M	L_{10} M	L_{cp} K M
Sierra **(S)**	98.65	86.3	98.3	101.75	114.0
Cepillo **(C)**	97.5	88.92	95.62	99.44	93.32
Péndulo **(P)**	106.7	93.3	105.2	110.65	125.7
Sierra – Cepillo – Péndulo **(SCP)**	104.85	91.9	103.85	108.45	121.15
Maquina de descarnar **(MD)**	85.4	82.83	84.0	82.23	105.26
Área de bombos pre – curtido **(AB)**	**(82.8)**	83.13	82.83	83.4	102.4
Bombo piso **(BP)**	90.16	86.9	90.23	91.03	107.1
Maquina de exprimir **(ME)**	85.6	84.43	85.56	86.5	107.53
Molliza **(M)**	87.9	86.05	87.65	89.45	111.1
Lijado. Aletti **(LA)**	83.83	83.36	83.73	84.26	107.53

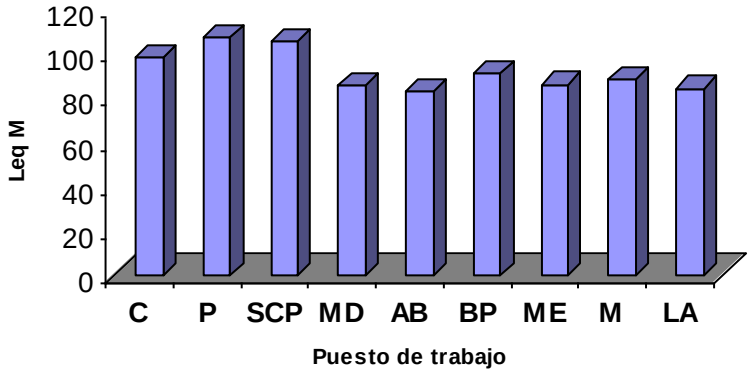


Gráfico 2.3 .Análisis comparativo de niveles sonoros por puestos de trabajo.

Leyenda

C Cepillo.
P Péndulo.
SCP Sierra – Cepillo – Péndulo.
MD Máquina de descarnar.
AB Área de bombos pre – curtido.
BP Bombo piso.
ME Máquina de exprimir.
M Molliza.
AL Lijado Aletti.

ANEXO M

Tabla 2.13.. Análisis del consumo de productos químicos

Productos Químicos	Precio USD	Consumo en Kg/mes (2003)											
		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Septiembre	
		fórmula	real	fórmula	real	fórmula	real	fórmula	real	fórmula	real	fórmula	real
Carbonato de Sodio	0.58	5.3	43	195	301.5	189.5	241	184	34	195	141	155	155
Lederpon 100	1.92	39.8	12	777	465	786	362.6	771	622	816	588	557	566
Leder CID	2.17	0.53	0.53	19.4	19.98	19.02	19.26	18.25	18.63	19.4	17.96	17.9	24.7
Leder RIIV/ ATS	1.19	53	0	1964	1273	1900.5	1144	1835	1568	1944	1541	1422	1421
Leder RIV 090	1.78	42	0	1571	1000	1521	950	1469	1250	1556	1200	1038	1039
Sulfihidrato de Sodio	0.86	37	80	1375	820	1332	850	1285	825	1361	800	1250	1139
Cal Hidratada	0.1069	212	304	7862	81880	7610	7842	7341	7490	7776	7941	7154	7244
Sulfuro de Sodio	0.82	69	0	2555	2227	2472	2360	2385	2325	2527	2332	2324	2280
Hidróxido de Sodio	0.245	0	74	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0
Humertol Rapid	1.52	0	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Celesal CN	2.01					0	95	0	43	0	0	0	0
Sulfato de Amonio	0.192	473	650	3787	3900	4344	1762	3490	185	4693	4340	4210	4394
Reder RIV 2121	1.37	166	0	1540	1150	1520	950	1431	1125	1643	1075	1007	1007
Leder MAC 1	5.52	11.7	0	95.2	55	108.5	34	98.2	62.4	117.2	96.5	110.17	110.17
Meta bisulfito de Sodio	0.73	53	0	414	0	489	0	520.5	0	539	0	0	0
Sal	0.0452	1419	1068	11357	9582	13036	11929	11865	11200	14082	11557	12326	11655
Ácido Fórmico	1.33	142	120	1136	950	1304	900	1285	550	1410	1141	1227	1104
Ácido Sulfúrico	0.0877	377	422	2789	2884	3282	3428	2739	3230	3409	3268	3162	3432
Sulfato de Cromo	0.9316	1419	1225	11357	9625	13036	10500	10419	8750	14082	10525	12326	11633
Leder Cid 160	26.06	11.7	0	95.2	0	108.5	33	91	101.6	117.2	102.5	101.23	101.23
Plenatol SRB 2	0.7509	284	225	2270	1850	2607	1975	2083	1850	2816	600	2545	2545
Tripsol Doble	1.1609	0	25	0	0	0	350	0	0	0	0	0	0
Aceptante B. F	6.45	0	23.5	0	187.3	0	99.2	0	0	0	0	0	0
Borax	0.99	0	19	0	85	0	75	0	0	0	0	0	0
Cloruro de Amonio	0.5226					0	2897	0	3461	0	0	0	0
Aceptante DMC	3.06					0	30.5	0	0	0	0	0	0
Leder CID 210	12.84							0	47	0	0	0	0
Bicarbonato de Sodio	0.5118							0	50	0	2390	0	0
Retanal A 42	1.3238							964	980	0	0	0	0

ANEXO N

Tabla 2.14.. Análisis del sobre gasto de productos quimicos en el Establecmento 101.Teneria “Patrcio Lumumba”.

Productos Químicos	Sobre consumo en Kg/mes (2003)						Sobregasto real en USD					
	Marzo	**Abril**	**Mayo**	**Junio**	**Julio**	**Sept**	**Marzo**	**Abril**	**Mayo**	**Junio**	**Julio**	**Sept**
Carbonato de Sodio	-0.3	– 43.5	-73.5	-150	-54.0	9.0	*	*	*	*	*	5.22
lederpon 100	-27.0	-312.0	-423.4	-149	-228.0	9.0	*	*	*	*	*	17.28
Deder CID	0	0.58	0.06	0.38	-1.44	6.8	*	1.258	0.13	0.82	*	14.75
Leder RIVl ATS	-53.0	-691	-756.5	-267.0	-403.0	-1.0	*	*	*	*	*	*
Leder RIV 090	-42.0	-571.0	-571.0	-219.0	-356.0	1.0	36.98	*	*	*	*	1.78
Sulfhidrato de Sodio	43.0	-555.0	-482.0	-460.0	-561.0	-111.0	9.33	7912.6	24.8	15.92	17.64	9.62
Cal Hidratada	92.0	74018	232	149	165	90	*	*	*	*	*	*
Sulfuro de Sodio	-69	-328	-112	-60	-195	-44	*	*	*	*	*	*
Hidróxido de Sodio	-18	- 7.35	0	0	0	0	18.13	7.35	*	*	*	*
HumeTol Rapid	- 54	0	0	0	0	0	*	*	*	*	*	*
Celesal CN	2.01	0	- 95	-43	0	0	*	*	*	*	*	*
Sulfato de Amonio	177	113	-2582	-3305	-353	184	33.98	21.7	*	*	*	35.33
Leder RIV 2121	-166	-390	-570	-306	-568	0	*	*	*	*	*	*
Leder MAC 1	-11.7	-40.2	-74.5	-35.8	-20.7	0	*	*	*	*	*	*
Meta bisulfito de Sodio	-53	-414	-489	-520.5	-539	0	*	*	*	*	*	*
Sal	-351	-1775	-1107	-665	-2525	-671	*	*	*	*	*	*
Ácido Fórmico	-22	-186	-404	-735	-269	-123	3.95	8.33	12.8	43.66	*	23.68
Ácido Sulfúrico	45	95	146	491	-141	270	*	*	*	*	*	*
Sulfato de Cromo	-194	-1702	-2536	-1669	-3557	-693	*	*	*	*	*	*
Leder Cid 160	-11.7	-95.2	-75.5	10.6	-14.7	0	*	*	*	*	*	*
Plenatol SRB 2	-59	-420	-632	-233	-2216	0	*	*	*	*	*	*
Tripsol Doble	- 25	0	- 350	0	0	0	*	*	*	*	*	*
Aceptante B. F	- 23.5	-187.3	- 99.2	0	0	0	*	*	*	*	*	*
Borax	- 19	- 85	- 75	0	0	0	*	*	*	*	*	*
Cloruro de Amonio	0	0	- 2897	- 3461	0	0	*	*	*	*	*	*
Aceptante DMC	0	0	- 30.5	0	0	0	*	*	*	*	*	*
Leder Cid 210	0	0	0	- 47	0	0	*	*	*	*	*	*
Bicarbonato de Sodio	0	0	0	- 50	- 2390	0	*	*	*	*	*	*
Retanal A 42	0	0	0	16	0	0	*	*	*	21.18	*	*
Total	**297**	**7226.6**	**378.06**	**640.38**	**165.0**	**569.8**	**102.87**	**7951.2**	**37.73**	**80.99**	**17.64**	**107.86**

Sobre consumo =consumo real – fórmula.
Sobre gasto = sobre consumo *x* precio.

Anexo P.

STUDIO DELTA

Studio Delta tiene una experiencia de más de 20 años, dedicada a la planeación, construcción, suministro y dirección de Plantas de Tratamiento de Residuales Líquidos, ya sea manejadas por tenerías privadas o por Consorcios (Plantas Centralizadas). Nuestras intervenciones están enmarcadas en la necesidad de resolver problemas técnicos, permitiendo una reducción de los costos ejecutivos y los impactos ambientales de las plantas.

Entre nuestras referencias es posible encontrar algunas plantas de consorcio, donde una re-planificación del sistema existente tenía que ser considerada para reducir los costos de tratamiento. Como una referencia podemos mencionar la Planta de Santa Croce Sull´Arno, donde se efectuaron los cambios necesariamente a las estructuras anteriores. El trabajo está en progreso y cerca de ser completada. El principal objetivo es la reducción de los costos de dirección a través de la optimización de los ciclos biológicos y de la maquinaria usada en varias fases. Con esta operación se logra una reducción drástica de productos químicos y la producción relativa de exceso de residuos.

Nosotros adaptamos el mismo criterio para las plantas de la mayoría de las compañías, donde proyectamos e instalamos una Planta de Tratamiento y, en particular, para la de Castelfranco di Soto. Esta planta ha estado trabajando alrededor de 20 años y fueron las bases de las alternativas hechas por Studio Delta y Consorcio de Depuración de Santa Croce Sull´Arno para obtener una reducción, esperando que sea no menos de 15-20% en comparación con los presentes costos de dirección y cumpliendo con las regulaciones legales.

El know how aplicado por Studio Delta, universalmente conocida y reconocida, es la peculiaridad de su sistemas para resolver los problemas del agua contaminada de una forma barata y fácil. La verdadera tecnología, ya existente en el campo civil, son transferidas y hechas disponibles para el manejo de las aguas contaminadas de la producción tenera. Este método, por supuesto no es patentable, pero muy eficaz y eficiente.

Studio Delta también se preocupa del manejo de las Plantas de Tratamiento de Residuales líquidos, verificando constantemente la eficiencia y la conformidad con que planifican, en lo referente a las legislaciones existentes.

Nos gustaría enfatizar que, cuando se diseña un proyecto ejecutivo, Studio Delta busca soluciones que reducen los volúmenes de lodo y consecuentemente los productos químicos, con los resultados consecuentes de una reducción de los costos generales y un mínimo de impacto ambiental.

Nosotros somos además capaces, cuando y donde sea necesario, diseñar plantas que tengan un control remoto y un monitoreo automático, con el objetivo de optimizar l proceso, minimizando los impactos ambientales.

En resumen, nuestra intervención es desarrollada para ejecutar un proyecto preliminar que tenga los siguientes resultados:

- flexibilidad administrativa
- reducción de los volúmenes de desechos y una mejora de la calidad de estos.
- reducción de los costos administrativos

- reducción de las sustancias inhibidoras (sulfuros) para el proceso nitro-desnitrificación.
- reducción del impacto ambiental.
- solución de los problemas ambientales con lo que respecta a las leyes existentes.

El 27 de Noviembre del 2001 Studio Delta obtuvo el certificado de la ISO 9001. Decidimos adherirnos a esta red de certificación internacional para confirmar a nuestros clientes la seriedad y justicia de su actividad.. Nuestro laboratorio, también certificado por la ISO 9001, es reconocido por el Ministro Italiano de la Universidad y el centro de investigación científico y tecnológico. En nuestro laboratorio hacemos todas las pruebas relacionadas a la aplicación de las nuevas tecnologías, unido a la optimización continua de nuestros resultados.

N.B. Studio Delta no sólo está interesada en la planificación: nuestra actividad incluye el suministro de maquinarias y las plantas completas para el tratamiento de aguas residuales.

Anexo R

OFERTA ECONOMICA

FASE 1		
RECUPERACIÓN DEl PELO **TRATAMIENTO PELAMBRE** **TRATAMIENTO AGUAS 1° ESTADIO (Tratamiento biológico)**		
– Proyecto con diseños – Maquinarias (FOB) – Asistencia en el montaje	**Precio** **€**	**200.850,00**

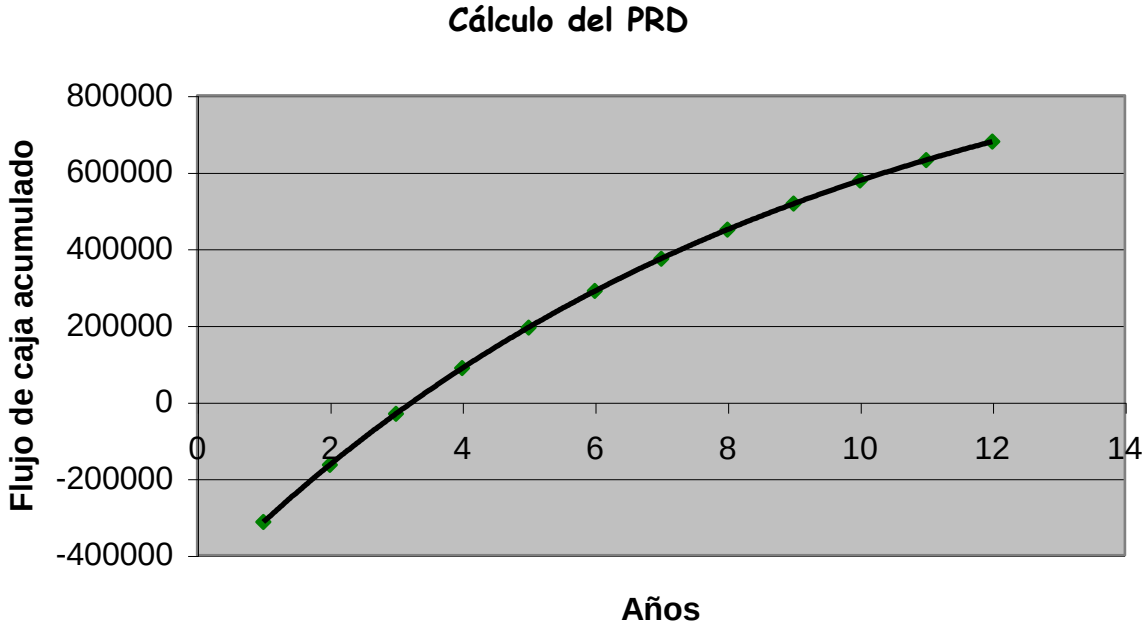
FASE 2		
RECUPERACIÓN DEL CROMO **ABATIMIENTO GAS SULFIDRICO (Piquelado)** **TRATAMIENTO LODOS**		
– Proyecto con diseños – Maquinarias (FOB) – Asistencia en el montaje	**Precio** **€**	**255.250,00**

FASE 3		
TRATAMIENTO AGUAS 2° ESTADIO (Tratamiento biológico)		
– Proyecto con diseños – Maquinarias (FOB) – Asistencia en el montaje	**Precio** **€**	**142.450,00**

FASE 4		
TRATAMIENTO AGUAS 3° ESTADIO (Tratamiento biológico) **TRATAMIENTO TERCIARIO**		
– Proyecto con diseños – Maquinarias (FOB) – Asistencia en el montaje	**Precio** **€**	**112.700,00**

- Costo total de la oferta = $ 714250.00 euros Esto incluye proyecto con diseño, maquinarias y asistencia en el montaje.
- Proyecto ejecutivo de la planta = $ 41000.00 euros.
- Proyecto ejecutivo de la parte civil, hidráulica y eléctrica.= $ 18861 USD + 92503.60 MN.
- Construcción y montaje = $ 505555.21 USD + 631577.3 MN
- Total = $ 1279666.21 USD.

ANEXO T (continuación)

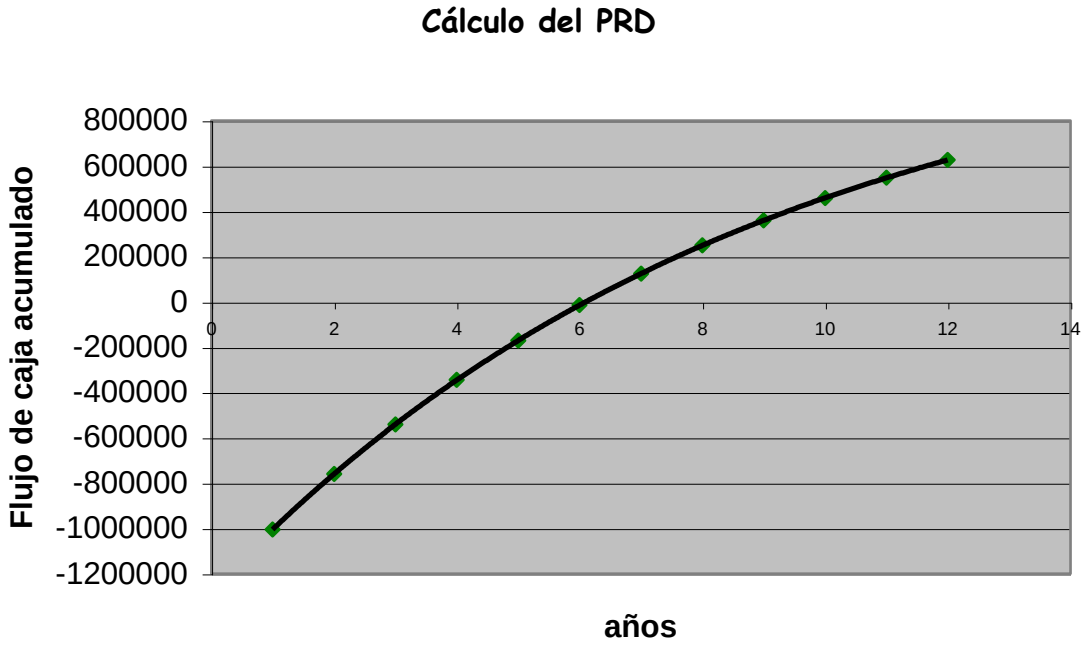


VAN	**$679179,42**
TIR	**38%**
PRD	**3,1 años**

ANEXO T

TABLA DE FLUJO DE CAJA VARIANTE I													
CONCEPTO	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
INGRESOS		556851,4	556851,4	556851,4	556851,4	556851,4	556851,4	556851,4	556851,4	556851,4	556851,4	556851,4	556851,4
COSTOS OPERACIONALES		349912,4	349912,4	349912,4	349912,4	349912,4	349912,4	349912,4	349912,4	349912,4	349912,4	349912,4	349912,4
BENEFICIOS OPERACIONALES		206938,9	206938,9	206938,9	206938,9	206938,9	206938,9	206938,9	206938,9	206938,9	206938,9	206938,9	206938,9
DEPRECIACION		43255,8	43255,8	43255,8	43255,8	43255,8	43255,8	43255,8	43255,8	43255,8	43255,8	43255,8	43255,8
BENEFICIOS ANTES DE IMPUESTOS		163683,1	163683,1	163683,1	163683,1	163683,1	163683,1	163683,1	163683,1	163683,1	163683,1	163683,1	163683,1
IMPUESTOS		19641,9	19641,98	19641,98	19641,98	19641,98	19641,98	19641,98	19641,98	19641,98	19641,98	19641,98	19641,9
BENEFICIOS DESPUES DE IMPUESTOS		144041,7	144041,2	144041,2	144041,2	144041,2	144041,2	144041,2	144041,2	144041,2	144041,2	144041,2	144041,2
INVERSION	-480620	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FLUJO DE CAJA	-480620	187297,0	187297,0	187297,0	187297,0	187297,0	187297,0	187297,0	187297,0	187297,0	187297,0	187297,0	187297
FLUJO DE CAJA AL DESCONTADO	-480620	167229,4	149312,0	133314,3	119030,6	106277,3	94890,49	84723,65	75646,11	67541,17	60304,62	53843,41	48074,4
FLUJO DE CAJA AL DESCONTADO ACUMULADO	-480620	-313390,5	-164078,5	-30764,19	88266,44	194543,7	289434,2	374157,9	449804,0	517345,2	577649,8	631493,2	679567,7

ANEXO U (continuación)



VAN	**$559.175,42**
TIR	**9%**
PRD	**6 años.**

ANEXO U

TABLA DE FLUJO DE CAJA VARIANTE II													
CONCEPTO	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
INGRESOS		1232101,4	1232101,4	1232101,4	1232101,4	1232101,4	1232101,4	1232101,	1232101,	1232101,4	1232101,4	1232101,	1232101,4
COSTOS OPERACIONALES		898159,46	898159,46	898159,46	898159,46	898159,46	898159,46	898159,4	898159,4	898159,46	898159,46	898159,4	898159,46
BENEFICIOS OPERACIONALES		333941,94	333941,94	333941,94	333941,94	333941,94	333941,94	333941,9	333941,9	333941,94	333941,9	333941,9	333941,94
DEPRECIACION		115169,96	115169,96	115169,96	115169,96	115169,96	115169,96	115169,9	115169,9	115169,96	115169,9	115169,9	115169,96
BENEFICIOS ANTES DE IMPUESTOS		218771,98	218771,98	218771,98	218771,98	218771,98	218771,98	218771,9	218771,9	218771,98	218771,9	218771,9	218771,98
IMPUESTOS		26252,637	26252,63	26252,63	26252,63	26252,63	26252,63	26252,63	26252,63	26252,63	26252,63	26252,63	26252,63
BENEFICIOS DESPUES DE IMPUESTOS		192519,3	192519,3	192519,3	192519,3	192519,3	192519,3	192519,3	192519,3	192519,3	192519,3	192519,3	192519,3
INVERSION	-1279666,21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FLUJO DE CAJA	-1279666,21	307689,3	307689,3	307689,3	307689,3	307689,3	307689,3	307689,3	307689,3	307689,3	307689,3	307689,3	307689,30
FLUJO DE CAJA AL DESCONTADO	-1279666,21	274722,5	245288,0	219007,1	195542,1	174591,1	155884,9	139183,0	124270,5	110955,8	99067,72	88453,39	78976,18
FLUJO DE CAJA AL DESCONTADO ACUMULADO	-1279666,21	-1004943,6	-759655,59	-540648,42	-345106,30	-170515,13	-14630,158	124552,8	248823,4	359779,25	458846,9	547300,2	626276,47

Anexo S

Determinación del costo de producción

Variante I (Fase 1 y Fase 3)

Inversión total = $ 480620 / año.

Inversión fija = $ 432558 / año.

- **Costos totales de producción (CTP)**

A – Costos de fabricación

I – Costos directos de producción

Costos	**$/año**
Materia prima	104 973
Mano de obra	11862
Supervisión	1779.4
Utilidades	52486
Mantenimiento	25953.48
Suministros	3893.02
Laboratorio	1779.9
Patentes	104973.6

II – Cargos fijos.

Cargos	**$/año**
Depreciación	43255.8
Impuestos	8651.16
Seguro	2595.35

Costos fijos = $ 54502.31 / año

Costos directos = $ 213226.52 / año

III – Costos indirectos = $ 23757.23 / año

Costos de fabricación = $ 291486.06 / año

B – Gastos generales

Costos	**$/año**
Administrativos	5939.31
Distribución y venta	34991.2
Investigación y desarrollo	17495.6
imprevistos	14418.8

Costo total de producción (CTP) = $ 349912 / año

Variante II (Toda la planta)

Inversión total = $ 1279666.21 / año.

Inversión fija = $ 1151699.59 / año.

- **Costos totales de producción (CTP)**

A – Costos de fabricación

I – Costos directos de producción

Costos	**$/año**
Materia prima	269447.84
Mano de obra	23725
Supervisión	3558.75
Utilidades	134723.92
Mantenimiento	69101.97
Suministros	10365.29
Laboratorio	3558.75
Patentes	26944.78

II – Cargos fijos.

Cargos	**$/año**
Depreciación	115169.96
Impuestos	23033.99
Seguro	11516.99

Costos fijos = $ 149719.95 / año

Costos directos = $ 541426.3 / año

III – Costos indirectos = $ 57831.43 / año

Costos de fabricación = $ 748977.68 / año

B – Gastos generales

Costos	**$/año**
Administrativos	14457.86
Distribución y venta	98915.95
Investigación y desarrollo	44907.97
Imprevistos	38389.98

Costo total de producción (CTP) = $ 898159.46 / año

ANEXO D

Diagrama de flujo del proceso

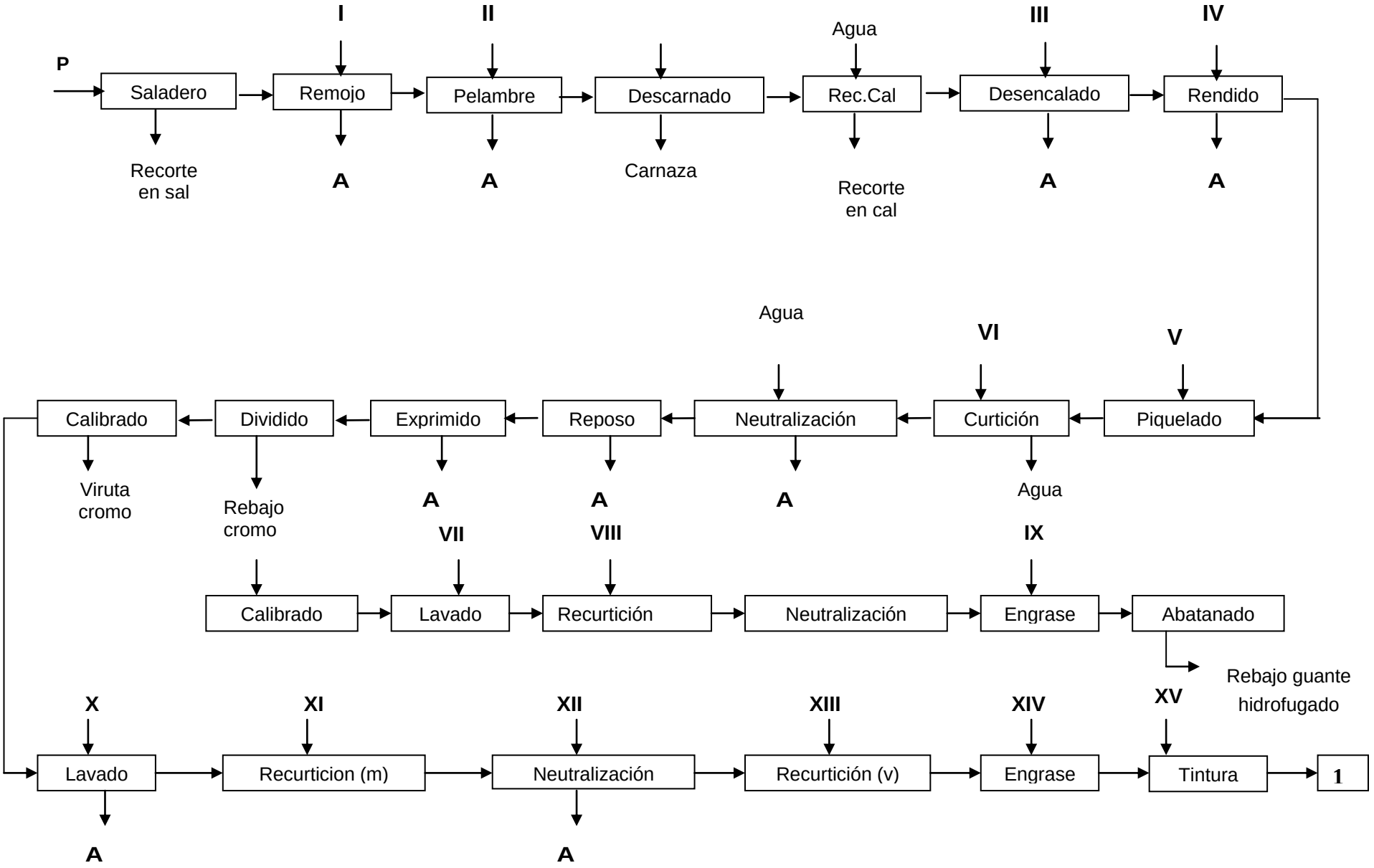
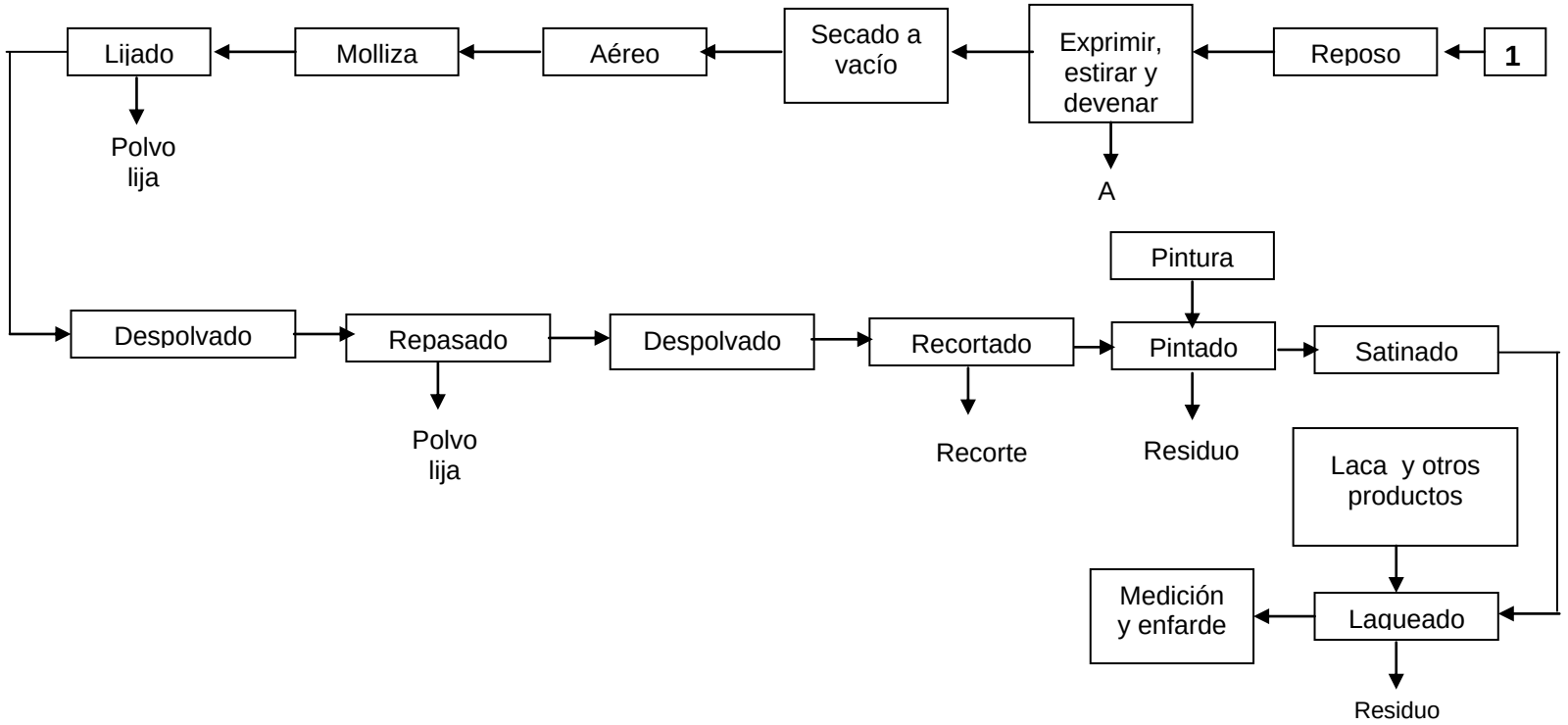


Diagrama de flujo del proceso. (continuación)



Leyenda

A – AGUA RESIDUAL
I – CARBONATO, DESENGRASANTE, AMINA, ENZIMA Y AGUA
II – SULFHIDRATO, SULFURO, CAL, DESENGRASANTE
III – DESENGRASANTE, AMONIO Y AUXI. DESNC
IV – DESENGARASNTE, META BISULFITO, RINDENTE Y AGUA
V – SOL. ÁCIDO SULFÚRICO Y FORMICA
VI - VIII – CROMO Y FUNGICIDA
VII – ÄCIDO FÓRMICO, DESENGRASANTE Y AGUA
IX – ÁCIDO FORMICO Y GRASA
X – DESENGRASANTE, ÁCIDO FORMICO Y AGUA
XI – SINTÉTICO CROMO, CARBONATO Y AGUA
XI – SINTÉTICO CROMO, CARBONATO Y AGUA
XII – NEUTRALIZANTE Y AGUA
XIII – RECURTIENTES VEGETALES Y AGUA
XIV – GRASA, ÁCIDO FORMICO Y RELLENO
XV – ANILINA Y ÁCIDO FÓRMICO

ANEXO O

Estudio de impacto

- **Atmósfera (F_1)**

(A_1). La emisión de residuos y emisiones de residuos gaseosos, influye negativamente en la atmósfera. El mismo es provocado por las emisiones de sulfuro provenientes del pelambre, de las emisiones de amoniacos, solventes provenientes del desencale y acabado y emisiones gaseosas producto de la generación de vapor (sala de calderas).

(A_2). Las emisiones de residuos líquidos tienen un efecto negativo en la atmósfera provocados por los malos olores procedentes de la materia orgánica presentes en las mismas.

(A_3). La generación de residuos sólidos tiene un efecto negativo sobre la atmósfera debido fundamentalmente a los malos olores, la carnaza y grasas provenientes del descarne, de las pieles saladas y recortes.

(A_9). La capacitación del personal influye positivamente pues aportarían soluciones para evitar el deterioro de la atmósfera.

- **Suelo (F_2).**

(A_1). La emisión de gases afecta el suelo negativamente, debido a que los gases provenientes de los diferentes procesos permanecen suspendidos, y al ocurrir las precipitaciones son incorporados al suelo.

(A_2). Los residuales líquidos generados afectan negativamente al suelo, ya que los mismos son vertidos a zanjas (1 y 2) que se unen al final en una zanja principal (hasta su vertimiento al mar); la misma no tiene recubrimiento por lo que se erosiona el suelo, se saliniza y contamina por los contenidos de cromo, y otros productos químicos que contienen esos residuales.

(A_3). Los residuos sólidos afectan el suelo negativamente provocado fundamentalmente por insuficiente disposición de los mismos en las áreas exteriores, que al ocurrir precipitaciones, por lixiviación, pasan al suelo los contaminantes que poseen los mismos, deteriorando su estructura.

(A_5). El aprovechamiento de los residuos sólidos incide positivamente en el suelo porque las soluciones que se le han dado a algunos de esos residuos, disminuyen su cantidad y por tanto su poder contaminante mediante la lixiviación y percolación.

(A_8). El sobre consumo y consumo de agua tiene un efecto negativo sobre el suelo, porque son mayores las emisiones de residuos líquidos, pero disminuye su intensidad porque los contaminantes están más diluidos.

(A_9). Una elevada capacitación del personal técnico incide positivamente, pues ha permitido que en la medida de sus posibilidades, identifiquen los problemas medioambientales y actúen sobre

ellos logrando que las afectaciones sean menores, aunque se debe señalar que en los obreros es insuficiente su capacitación.

- **Aguas Subterráneas (F_3).**

(A_1, A_2, A_3). La emisiones gaseosas, líquidas y sólidas afectan la calidad de las aguas subterráneas, ya que los contaminantes que contienen las mismas pasan por lixiviación y percolación a través del suelo al manto freático, afectando el uso futuro de esas aguas o contaminando los pozos que se encuentren en su radio de acción. Además se debe tener en cuenta que en este municipio existen problemas con el agua, por ser sus fuentes de abasto limitadas (aguas subterráneas).

(A_5). El aprovechamiento de los residuos sólidos incide positivamente en las aguas subterráneas porque, las soluciones que se le han dado a algunos de esos residuos, disminuyen su cantidad y por tanto su poder contaminante mediante la lixiviación y percolación.

(A_8). El sobre consumo y consumo de agua tiene un efecto negativo sobre las aguas subterráneas, porque son mayores las emisiones de residuos líquidos, pero disminuye su intensidad porque los contaminantes están más diluidos.

(A_9). La capacitación del personal incide positivamente de acuerdo a lo planteado anteriormente.

- **Flora y Fauna (F_4 y F_5).**

(A_1). Las emisiones de residuos gaseosos a la atmósfera provocan que los contenidos de CO_x, SO_x, NO_x, etc aumenten, provocando lluvias ácidas que afectan la flora y a su vez la fauna afectando negativamente el desarrollo y permanencia de especies biológicas acuáticas y terrestres.

(A_2, A_3). Los residuos líquidos y sólidos por la carga contaminante que poseen, inciden negativamente en la flora y la fauna, ya que la vegetación cercana a estos vertidos es escasa y no confiable para el consumo animal.

(A_5). El aprovechamiento de los residuos sólidos incide positivamente en la flora y la fauna porque, las soluciones que se le han dado a algunos de esos residuos, disminuyen su cantidad y por tanto su poder contaminante.

(A_8). El sobre consumo y consumo de agua tiene un efecto negativo sobre la flora y la fauna porque son mayores las emisiones de residuos líquidos, pero disminuye su intensidad porque los contaminantes están más diluidos.

(A_9). La capacitación de todo el personal incide positivamente en el beneficio y cuidado de la flora y la fauna, pues se buscan soluciones para dar una disposición correcta a esos residuos.

- **Bahía (F_6).**

(A_1). Los gases emitidos a la atmósfera y suspendidos en el aire, son incorporados a la bahía por las precipitaciones ocurridas en el período lluvioso, aunque por la distancia su intensidad es menor.

(A_2). La carga contaminante de los residuales líquidos alteran los ecosistemas de la bahía provocando un efecto negativo.

(A_9). La calificación de la fuerza de trabajo contribuye a evitar la incorporación de residuales a la bahía mediante soluciones técnicas.

(A_8). El sobre consumo provocado por los salideros y el alto consumo de agua característico en este tipo de industria tiene un efecto negativo sobre la bahía, pero disminuye la intensidad del impacto, porque hace posible que se diluyan los contaminantes presentes en las aguas residuales.

- **Factor Humano (F7).**

(A_1). Las emisiones gaseosas afectan negativamente la salud de los trabajadores provocando desmayos y fatigas, provocadas fundamentalmente por las emisiones de sulfuro, potenciales formadoras de gas sulfhídrico en el proceso de pelambre y de vapores de solventes en al etapa de acabado que son nocivos para la salud, si son inhalados por largos períodos de tiempo.

(A_2). La emisión de residuos líquidos incide negativamente en la salud de los trabajadores, porque generan malos olores, producto de la descomposición de la materia orgánica, así como el sulfuro presente en los mismos, por ser potenciales formadores de gas sulfhídrico, los cuales son inhalados por ellos durante toda la jornada laboral.

(A_4). El ruido afecta la salud y calidad de vida de los trabajadores que trabajan en las áreas consideradas ruidosas porque corren el riesgo de perdida de la audición.

(A_6). La insuficiencia de los medios de protección e higiene del trabajo incide negativamente en la salud del trabajador ya que la exposición a todos los factores adversos a los que son sometidos, pueden ocasionarles enfermedades profesionales a mediano y largo plazo.

(A_7). El transporte, almacenamiento y manipulación de los insumos químicos pueden causar daños a la salud de los trabajadores, demandando por tanto un especial cuidado. El sulfuro de sodio, las sales de cromo, las bases o álcalis, los ácidos, así como los solventes y pesticidas son algunos de los insumos que requieren un manejo cuidadoso, porque pueden causar intoxicaciones o accidentes a los trabajadores expuesto a ellos.

(A_9). La calificación de la fuerza de trabajo contribuye mediante el aporte de soluciones técnicas a evitar la incorporación de residuales a la bahía.

(A_{10}). El nivel ocupacional incide positivamente, ya que contribuye a elevar el nivel de vida de los trabajadores.

- **Condiciones socioeconómicas del territorio (F_8).**

(A_1, A_2). La generación y emisión de residuos gaseosos y líquidos con alta carga orgánica afectan negativamente la salud de la población y las condiciones de vida, dado fundamentalmente por la contaminación del aire y de sus playas. Además se debe tener en cuenta, que en el municipio Caibarien, existen proyecciones de desarrollo turístico en gran escala que traen modificaciones del medio ambiente natural y social.

(A_8). El consumo y sobre consumo de agua afecta indirectamente a la población de forma negativa porque su principal fuente de abasto son aguas subterráneas, siendo las mismas limitadas.

(A_{10}). El nivel ocupacional incide positivamente ya que genera empleo en el sector industrial para el municipio de Caibarien.

ANEXO L

PERFIL DE SEGURIDAD
NORMATIVA CEE Junio de 2001

1. DENOMINACIÓN COMERCIAL

LEDERPON 100

Sociedad: **KLF Tecnokimica S.r.l.** - Tel. 0039/0571/471090 Fax 0039/0571/471089

2. COMPOSICIÓN - INFORMACIONES SOBRE LOS INGREDIENTES

Identificación de la sustancia: Isononilfenolo, etossilato
Numero CAS: 37205-87-1
Denominación INCI: NONOXYNOL–9

3. INDICACIONES DE PELIGRO

Riesgos por la salud: El producto no es irritante para la piel. El contacto con los ojos puede provocar lesiones graves. La ingestión puede provocar irritación del primero rasgo del aparato digestivo. La inhalación del producto pulverizado puede provocar irritación del aparato respiratorio. Posibilidad de efectos persistentes sobre los ojos.

Riesgos por el entorno: Puede provocar a largo plazo efectos negativos por el entorno acuático.

4. MEDIDAS DE PRIMER SOCORRO

Contacto con los ojos: Lavar enseguida y abundantemente con agua y consultar al médico.

Contacto con la piel: El producto puede provocar irritación. Remover las prendas contaminadas y lavar abundantemente con agua.

Ingestión: no provocar absolutamente vómito. RECURRIR ENSEGUIDA A. VISITA MÉDICO.

Inhalación: El producto no es volátil. Si en particulares condiciones, por ejemplo en caso de incendio, fueran inhalados humos o aerosol, transportar el paciente en lugar bien ventilado y llamar a un médico.

Notas para el médico: El producto es un tensioactivo no iónico a través de espumante, si tuviera que ser practicada el lavado gástrico usar antischiuma siliconico (dimeticone).

5. MEDIDAS INCOMBUSTIBLES

Informaciones generales: El producto no es combustible con elevada temperatura de encendido.

Medios de extinción adaptas: Agua pulverizada, espuma alcohol resistente, polvo químico seco, anhídrido carbónico.

Medios de extinción inadecuada: Espuma no alcohol resistente.

Riesgos específicos. No notas.

Equipo especial: En caso de implicación en un incendio vestir el respirador.

6. MEDIDAS EN CASO DE DERRAME ACCIDENTAL

Precauciones individuales: Evitar el contacto directo con el producto. Vestir prendas protectoras aptas, guantes y botas de goma, pantalla facial. Evitar la presencia de manantiales de igniciones, no fumes.

Precauciones ambientales: Circunscribir las pérdidas con tierra o arena. Recoger el material en aptos contenedores absorbiéndolo, si necesario, sobre materiales inertes. Eliminar según las prescripciones de las leyes vigentes. En caso de flujo en alcantarillado de cantidades importantes. Informar las autoridades locales.

Modalidad de limpieza: Lavar el área contaminada con abundante agua. Si fuera producida espuma excesiva, derribarla con antischiuma siliconico.

7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAJE

Manipulación: Evitar el contacto con el producto. Vestir guantes en goma o PVC y pantalla facial. Evitar la formación accidental de aerosol.

Almacenaje: Materiales compatibles: Acero inoxidable, acero dulce, aluminio (T < 50°C), polietileno. Temperatura aconsejada: 25 + 30°C. Por almacenajes prolongados en tanque es recomendable mantener el producto bajo atmósfera de nitrógeno para evitar que se desarrolla una eventual coloración indeseada.

8. CONTROL DE LA EXPOSICIÓN - PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Medidas precaucionales: Se sugiere la instalación de pilas lava ojos. No consumas comida ni bebidas en los entornos de trabajo.

Protecciones personales: En la manipulación usar guantes en goma o PVC y pantalla facial.

Límites de exposición: TLV establecido.

9. PROPIEDAD QUÍMICO-FÍSICAS

Aspecto a 20°C	Líquido límpido incoloro o débilmente amarillo
Olor	Ligero característico
Concentración nominal	~100% m/m
Masa molecular media	**~**615
Solubilidad a 20°C	
- En agua	Soluble
- En etanol	Soluble
- **De acetona**	Soluble
- De hidrocarburos alifatici	Escasamente soluble
Masa volumica a 25°C	~1.060 g/cm3
Viscosidad a 25	~250 mPa.s.
Intervalo de fusión	0 + 5°C
Temperatura de ebullición a 100k Pa	Superior a 250°C
Presión de vapor a 20°C	Inferior a 0,15Pa(0,001 mmHg)
Densidad de los vapores (aire=1)	Superior a 1
Pica de inflamabilidad (PMcc)	Superior a 125°C
Pica de autoencendido	No disponible
Pica de descomposición	Superior a 200°C
pH 15 en agua	5 + 7
Propiedades explosivas	No pertinente al producto
Propiedades comburentes	No pertinente al producto

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Producidos de descomposición peligrosa: No notas. En caso de incendio puede desarrollarse monóxido de carbono.

Condiciones de evitar: Estable a la calefacción hasta a 200°C por tiempos breves.

Materias de evitar: Contacto con fuertes oxidantes.

Empleo y transformación: Ingrediente de auxiliares empresarios, no es destinado a padecer transformaciones químicas.

11. INFORMACIONES TOXICOLÓGICAS

Posibles calles de penetración: Ingestión y contacto.

Ingestión: LD50 oral agudo: >2.000 mg/kg (ratto).

Contacto con los ojos: Irritante. Pericolo di effetti persistenti sugli occhi.

Contacto con la piel: Irritante.

Inhalación: La inhalación sólo es como posible aerosol. Puede irritar las calles respiratorias.

12. INFORMACIONES ECOLÓGICAS

Reparto ambiental: Usted características químico-físicas del producto indican el agua como su reparto natural.

Biodegradabilidad primaria: >90% (Prueba de confirmación OECD). Lo tensioactivo cumple a los requisitos de biodegradabilidad primaria mínima solicitada del Directivo CE/82/242 y de la Ley italiana 136-26.02.1983.

Biodegradabilidad fácil: 70% (DOC Prueba Die away, NOSOTROS 92/69).

Degradabilità abiotica: No disponible.

Pregunta teórica de O2 (ThOD): 2,23 mg O2/mg.

Pregunta química de O2 (COD): 2,17 mg O2/mg.

Eco toxicidad:

- **LC50, pez, 96h: 7,1 mg/l (Brachydanio rerio).**
- **EC50, Daphnia, 48h:** 15 mg/l
- **IC50, alga, 72h:** 30 mg/l (Scenedesmus subspicatus).

Toxicidad por las bacterias: EC10 (Pseudomas putida > 10g/l–16h–prueba de inhibición de la proliferación de las células–DIN 38412 Teil B.

Toxicidad terrenal: Animales, LC50 (Eisenia foetida) > 1000 mg/kg–14 d–NOSOTROS 88/302

Log P o/w: No aplicable, sustancia tensioactiva.

BCF: No disponible. El producto ha sido clasificado según las recomendaciones CESIO.

13. CONSIDERACIONES SOBRE LA LIQUIDACIÓN

Eliminar en lugares / modos lícitos en observancia de las vigentes leyes. Puede ser oportunamente enviado a una instalación de termodistruzione controlado. No disperses en el entorno.

14. INFORMACIONES SOBRE EL TRANSPORTE

Transporto fuera tierra vial / ferroviario (RID/RID):

Transporte marítimo (IMDG):

Transporto avión (ICAO/IATA):

15. NORMATIVA

Etiquetas según las Directivas CEE:

Símbolos de peligro:	**Xi**	Irritante
Frases R:	**36/38**	Irritante por los ojos y la piel
	53	Puede provocar a largo plazo efectos negativos por el entorno acuático.
Frases S:	**26**	En caso de contacto con los ojos lavar enseguida y abundantemente con agua y consultar al médico.
	28	En caso de contacto con la piel lavarse enseguida y abundantemente con agua.
	39	Protegerse los ojos / la cara.
	61	No disperses en el entorno. Referirse a las instrucciones especiales / fichas informativos en materia de seguridad.

16. ULTERIORES INFORMACIONES

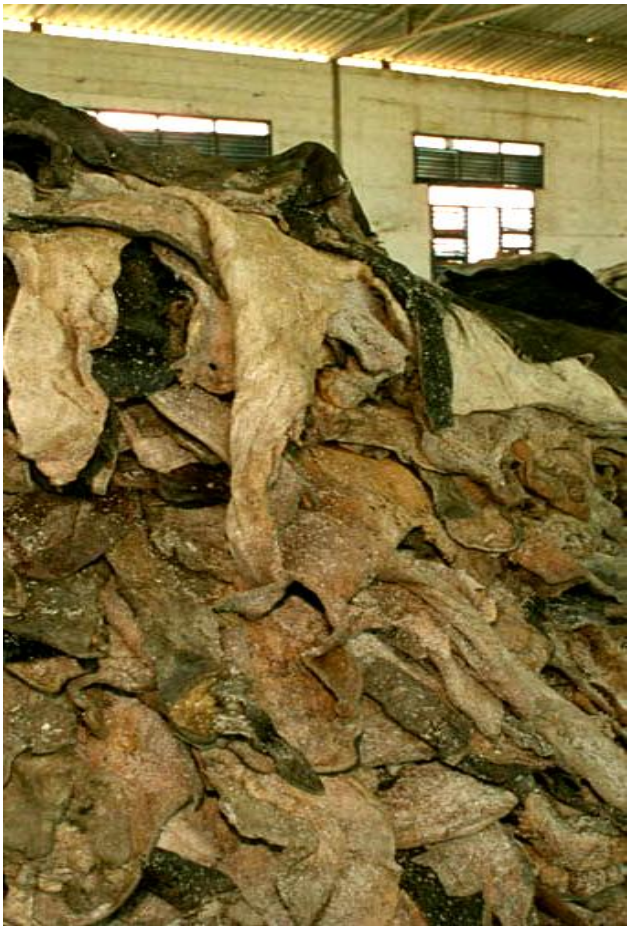
Las informaciones contenidas se basan en nuestros actuales conocimientos y no tienen que ser consideradas como garantía de propiedades específicas.

Las normas y las disposiciones en vigor tienen que ser respetadas por el destinatario de nuestros productos bajo la misma responsabilidad.

Este producto tiene que ser conservado, manejado y utilizado según las normas de higiene y seguridad de buena práctica a empresario y en conformidad con las vigentes normas de ley: Esta ficha integra el boletín técnico sin reemplazarlo: Usted informaciones contenidas se refieren a los conocimientos del producto a la fecha del envío. Considerando sin embargo las numerosas posibilidades de empleo y las eventuales interferencias de elementos no disponibles del proveedor, no son posible asumir alguna responsabilidad respecto a las indicaciones indicadas.

ANEXO B

Baterías de bombos donde se realizan las operaciones de la fase húmeda, del Establecimiento 101. Empresa Tenera. TENEVIC.



Recepción de piel salada en el Establecimiento 101. Empresa Tenera. TENEVIC.

ANEXO C

Producción terminada del Establecimiento 101. Empresa Tenera. TENEVIC

Lotes de piel salada clasificadas para ser procesadas. Establecimiento 101. Empresa Tenera. TENEVIC.