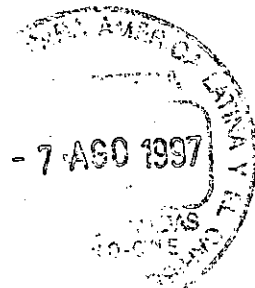


COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE – CEPAL



DOCUMENTOS DE TRABAJO

**LA INDUSTRIA DEL CUERO Y DE LA CARNE:
TECNOLOGÍAS LIMPIAS Y SU RELOCALIZACIÓN
DEBIDO A RESTRICCIONES AMBIENTALES**

EL CASO DE CHILE

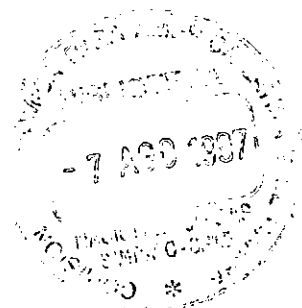
**Hernán Durán de la Fuente
Patricia Ilabaca**

**Documento de Trabajo N° 44
Junio de 1997**



NACIONES UNIDAS

COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE



LA INDUSTRIA DEL CUERO Y DE LA CARNE:
TECNOLOGÍAS LIMPIAS Y SU RELOCALIZACIÓN
DEBIDO A RESTRICCIONES AMBIENTALES

EL CASO DE CHILE

Hernán Durán de la Fuente *
Patricia Habaca **

Documento de Trabajo N° 44
Junio de 1997



386400073

Documento de Trabajo - CEPAL, N° 44 Junio
1997 C. 1

* Funcionario de la CEPAL, experto principal del proyecto CEPAL/GTZ "Políticas para la gestión ambientalmente adecuada de los residuos urbanos e industriales".

** Consultora del proyecto CEPAL/GTZ.

*** Los trabajos incluidos en esta serie tienen por finalidad dar a conocer los resultados de las investigaciones de la CEPAL en forma preliminar, a fin de estimular su análisis y la formulación de sugerencias para su revisión. Esta publicación no es un documento oficial, por lo tanto no ha sido sometido a revisión editorial. Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la Organización.

ÍNDICE

	<u>Página</u>
Resumen	v
INTRODUCCIÓN	1
I. ESTUDIO SOBRE LA APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS EN LAS CURTIEMBRES	5
A. PRESENTACIÓN DEL SECTOR INDUSTRIAL	5
B. LOS RESIDUOS GENERADOS EN EL PROCESO	7
1. Breve descripción de los residuos	7
2. Efectos en el medio ambiente	7
C. MINIMIZACIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS	8
D. RESULTADOS OBTENIDOS	11
Alternativa 1: Instalar una planta recuperadora de cromo	11
Alternativa 2: Instalar la planta recuperadora de cromo y adoptar el cambio de pelambre con menos sulfuro y con recuperación del pelo	12
Alternativa 3: Alternativa con planta de tratamiento	13
II. ESTUDIO SOBRE LA REDISTRIBUCIÓN DE LA INDUSTRIA DE PROCESAMIENTO DE ANIMALES EN CHILE	14
A. PRESENTACIÓN DEL SECTOR INDUSTRIAL	14
B. LOS RESIDUOS GENERADOS EN EL PROCESO	18
1. Breve descripción de los residuos	18
2. Efectos en el medio ambiente	18
C. MINIMIZACIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS	19
D. RESULTADOS OBTENIDOS	19
1. Proyecto de redistribución de los mataderos	19
2. Proyecto de redistribución de las curtiembres	22
III. CONCLUSIONES	24
Notas bibliográficas	26
ANEXO	27

Resumen

Este documento contiene la síntesis de dos estudios referidos a los sectores industriales de las curtiembres y de los mataderos en Chile. En el primero de ellos se hizo una evaluación técnico-económica de alternativas no contaminantes para las curtiembres en Chile. En el segundo se evaluaron alternativas para determinar la mejor redistribución de las curtiembres y los mataderos a nivel nacional. En ambos casos el objetivo consiste en maximizar los beneficios y minimizar los impactos ambientales negativos, simultáneamente.

En el primer estudio se concluyó que para las curtiembres ubicadas en Santiago era un buen negocio modernizarse y pasar a utilizar tecnologías limpias en su proceso productivo. Sin embargo, en caso de pretender cumplir toda la normativa de la Superintendencia de Servicios Sanitarios, provisoria desde 1993, la modernización no era rentable, ya que para que el efluente cumpla con la normativa es necesario agregar a la línea de producción, además de las tecnologías limpias señaladas, plantas de tratamiento. Estas requieren, entre otras cosas, terrenos amplios, si se considera el elevado costo del terreno en Santiago, la solución termina siendo inviable y, por lo tanto, las curtiembres no pueden funcionar de manera rentable y al mismo tiempo cumplir con la normativa, a pesar de la modernización tecnológica. Como por razones ambientales y de sanidad la normativa no puede ser más blanda de lo que es, la industria sencillamente no es factible.

Con este antecedente y ante el hecho de que en el país la producción de ganado vacuno se realiza fundamentalmente en el Sur y que la carne se procesa y se consume en una proporción importante en la zona central, pareció pertinente mirar el problema en términos globales y enfocar la industria del procesamiento animal con los criterios de un segmento industrial. Para ello fue necesario determinar la ubicación económica y ambientalmente óptima de los distintos componentes de los segmentos de esa industria. En el punto de partida la industria del matadero tenía su centro de gravedad en Chillán y la del procesamiento de la carne y curtiembre en Santiago. Se determinó que la ubicación de los mataderos era independiente de la de las curtiembres, por cuanto los costos de transporte no compensaban los de las otras variables. Se estimó razonable pasar de más de 200 a 14 mataderos para todo el país y que estos tenían distribuciones distintas, según las variables de preferencia. Para los mataderos se concluyó que era totalmente factible y rentable su funcionamiento en Melipilla.

Este informe reúne estos dos casos y presenta los principales resultados y conclusiones en conjunto de los temas analizados.

INTRODUCCIÓN

En Chile el sector industrial de los mataderos y las curtiembres plantea un grave problema de contaminación a través de las aguas residuales de sus procesos. En ambas industrias, las operaciones generan una carga de materia orgánica en sus residuos industriales líquidos (RILES), la cual produce una gran demanda bioquímica del oxígeno (DBO) de las aguas en que se vierten. Además, en el caso de las curtiembres, los RILES también contienen productos químicos tales como el cromo (que es el curtiente más utilizado) y los sulfuros, que pueden producir efectos tóxicos en el medio ambiente.

La emisión y eliminación de estos residuos ha comenzado a regularse en Chile con la elaboración de una norma técnica que fija límites para las descargas a sistemas de recolección de aguas servidas y a cursos y masas de aguas superficiales y subterráneas. Esta norma está vigente en forma provisoria desde febrero de 1993. En vista de esta situación, las curtiembres comenzaron a analizar soluciones para cumplir con los límites establecidos (1993-1994) y ya han incorporado cambios en los procesos y en el tratamiento final de los RILES, a los efectos de cumplir con la normativa vigente.

En este contexto se desarrolló un primer estudio para evaluar económicamente tecnologías limpias aplicables a la industria del cuero en Chile. El objetivo fue esquematizar un caso modelo y evaluar las alternativas de tecnologías limpias que pudieran aplicarse al proceso y considerar, además, la inversión en una planta de tratamiento para cumplir con los límites que exige la norma sobre los RILES. La aplicación de estas tecnologías limpias resultó rentable considerándolas como proyecto marginal y con ellas se obtiene una disminución de la carga contaminante, facilitando así la operación en el tratamiento final de las aguas. Sin embargo, la adopción de la solución integral para el caso de las curtiembres en Santiago no es rentable. Como se sabe, la planta de tratamiento es una inversión irrecuperable.

La solución que actualmente deben adoptar la mayoría de los curtidores en Santiago para cumplir con la norma establecida es un sistema de tratamiento primario de las aguas residuales. Se trata de una primera medida, debido a los elevados montos de inversión que se requieren y al espacio disponible en cada empresa. Este factor del uso del espacio influye en forma importante en la toma de decisiones, por lo que el tema de la relocalización del sector ha estado en el tapete de la discusión de las políticas de desarrollo industrial, tanto por parte del sector privado como del sector público. Para los curtidores aparece como una posibilidad el traslado de la parte del proceso que genera la mayor contaminación, es decir, la parte húmeda. Para ello sería necesaria la asociación de varias curtiembres, que se instalarían en un centro ubicado en una zona fuera de la ciudad, donde haya espacio para construir una planta de tratamiento que recibiría las aguas residuales para tratarlas adecuadamente.¹ Para el sector público constituye una interesante alternativa, que incentivaría la redistribución espacial de una industria altamente concentrada en la ciudad de Santiago.

Por lo tanto, considerando el tema de la relocalización y como primer paso del análisis de la industria del procesamiento animal (IPA), se desarrolló un segundo estudio,² que tuvo por objeto determinar la mejor ubicación, a nivel nacional, de los sectores de curtiembres y mataderos en condiciones ambientales y de rentabilidad satisfactorias. En países desarrollados el enfoque que analiza la integración de las industrias que forman parte de un segmento industrial o una cadena se denomina, en la literatura anglosajona y francesa, "cluster" o "filière", respectivamente.

La IPA se encuentra concentrada en la actualidad en la Región Metropolitana. Esta región está altamente poblada, por lo que los costos del terreno son bastante superiores en comparación con otras regiones del país. Esto último, junto a la aparición de nuevas técnicas para el transporte de las carnes, favorecen la factibilidad de la relocalización de esta industria.

En este segundo estudio se realizó primero un análisis del mercado de la IPA, para después generar alternativas de centros de tratamiento. Se consideraron 14 mataderos para la reubicación, número que corresponde aproximadamente a los que hoy controlan el 80% de la producción del país. De las curtiembres se consideraron unas 37, que pertenecen a la Asociación de Curtidores de Chile. Se definieron los polos de desarrollo para los centros de producción, entre la regiones V y X, zona que representa el 60% de la población actual del país.

Los resultados obtenidos muestran en primer lugar que la relocalización de ambos sectores (curtiembres y mataderos) a un mismo lugar no es óptimo. Para los mataderos se obtuvo como mejor alternativa la distribución que ubica a 10 en Los Ángeles y 4 en San Bernardo. Para las curtiembres, la alternativa óptima es moverlas en conjunto a Melipilla (véase el capítulo II).

El resultado más fácil de llevar a la práctica es el de las curtiembres, por la falta de espacio antes mencionada, que restringe las posibilidades de solución en sus actuales ubicaciones; el caso de los mataderos es por ahora un resultado teórico. En cuanto a la formación de centros de tratamiento de los animales, es decir, integrar a las curtiembres con los mataderos, se ve que no existen grandes incentivos. Las curtiembres, por razones estratégicas, prefieren estar más cerca de los productores de artículos de cuero que de los mataderos. Para la formación de grandes centros de procesamiento, es más interesante integrar a otras receptoras de los subproductos.

Un balance más completo del impacto ambiental de esta industria debiera incorporar otras variables asociadas al impacto ambiental de la producción de los animales y evaluar otras alternativas.

Por otra parte, también debieran considerarse otras variables técnicas que permitieran analizar la calidad del producto en función de la ubicación de las distintas partes del proceso. Es un tema pendiente.

Al igual que otros estudios que se han realizado en la CEPAL (véase el anexo), la conclusión más importante del trabajo es que para muchos sectores industriales es posible cumplir con la normativa ambiental en rangos de rentabilidad aceptables y obtener beneficios derivados de la modernización. Para el gobierno, la principal conclusión debiera ser facilitar el cambio, exigiendo el pronto cumplimiento de la normativa y generando los incentivos para la relocalización. Los estudios realizados sobre curtiembres y mataderos son un aporte en ese sentido; sus conclusiones definitivas sobre el lugar preciso de relocalización del sector deben analizarse más detalladamente.

Los trabajos aquí sintetizados se realizaron en el contexto del proyecto CEPAL/GTZ "Políticas para la gestión ambientalmente adecuada de los residuos urbanos e industriales". El tema de tecnologías limpias en curtiembres se trató previamente en el documento del proyecto durante la fase II.³

La realización de estos estudios se vio favorecida por el hecho de que el experto principal del proyecto, en su calidad de profesor guía del Departamento de Ingeniería Industrial de la Escuela de Ingeniería de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, dirigió las memorias de Patricia Ilabaca y Cristián González sobre la industria del cuero y la industria del procesamiento de animales, respectivamente, donde se exponen en profundidad las conclusiones y metodología de dichos estudios.

I. ESTUDIO SOBRE LA APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS EN LAS CURTIEMBRES

A. PRESENTACIÓN DEL SECTOR INDUSTRIAL

En 1992 la industria curtidora chilena estaba compuesta por aproximadamente 40 curtiembres, agrupadas en la Asociación de Curtidores de Chile, alrededor del 70% de ellas ubicadas en la Región Metropolitana. Se estima que el número de trabajadores bordea los 2000, según datos de la misma Asociación.

La producción anual de pieles que se elabora en el país se acerca al millón para bovinos, alrededor de 700.000 para caprinos y 500.000 para ovinos.

El abastecimiento de la demanda de cueros en Chile presenta dificultades por el bajo volumen de masa ganadera y, en consecuencia, por el déficit en la matanza de animales. En el cuadro 1 se presenta el número de cabezas de ganado beneficiado en los últimos cinco años.

Cuadro 1
GANADO BENEFICIADO
(número de cabezas)

AÑO	BOVINOS	OVINOS	PORCINOS	EQUINOS	CAPRINOS
1990	1.010.741	955.345	1.666.679	50.367	13.739
1991	941.649	830.062	1.700.746	54.453	13.302
1992	795.193	774.395	1.754.811	45.923	19.412
1993	891.509	853.445	1.844.589	33.343	17.723
1994	964.285	802.289	1.992.533	32.196	11.788

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Compendio estadístico 1995, Santiago de Chile, 1995.

De la demanda anual de pieles bovinas, aproximadamente un 20% se importa y el abastecimiento del resto está a cargo del mercado nacional, así como también prácticamente toda la demanda de otros tipos de pieles.

La mayor parte de las pieles procesadas están destinadas al mercado interno, en el cual la manufactura de calzado demanda alrededor del 93% de los cueros producidos. A su vez, las manufacturas de cuero, especialmente en los rubros de calzado y vestimenta, están accediendo al mercado internacional en volúmenes importantes. Se estima que existen cerca de 240 establecimientos manufactureros de calzado y cerca de 40 que producen otros artículos de cuero en Chile.⁴

La exportación de calzado ha tenido un crecimiento importante en los últimos años, debido a un aumento de la calidad de los productos. Las manufacturas de otros artículos de cuero abarcan un mercado menor que el del calzado.

Sin embargo, y tal como se indica en el cuadro 2, en el comercio exterior la industria del cuero representa un porcentaje relativamente pequeño con respecto al total de la industria nacional. Cabe destacar que la balanza comercial para este sector ha cambiado de positiva a negativa de 1990 a 1994. Se observa que las exportaciones no han variado mayormente en el último año con respecto a 1990, en cambio las importaciones han sufrido un aumento considerable. En ambos casos, es la variación en los montos de manufactura de calzado la que ha provocado esta situación.

Cuadro 2
IMPORTACIONES Y EXPORTACIONES DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA
Y EL SECTOR DEL CUERO
(millones de dólares)

AÑO		IMPORTACIONES	EXPORTACIONES	SALDO
1990	INDUSTRIA ^{a/}	3.852,9	2.842,5	(1.010,4)
	SECTOR CUERO ^{b/}	20,1	34,3	14,2
1994	INDUSTRIA	6.661,4	5.226,7	(1.434,7)
	SECTOR CUERO	111,9	36,1	(75,8)

Fuente: Banco Central de Chile, *Boletín mensual*, Santiago de Chile, 1994.

Base de Datos del Comercio Exterior de América Latina y el Caribe (BADECEL), CEPAL.

a/ Importaciones de bienes de consumo y de bienes intermedios destinadas a la industria.

b/ Curtiembres, talabarterías, cueros y pieles, calzado.

B. LOS RESIDUOS GENERADOS EN EL PROCESO

1. Breve descripción de los residuos

La industria del cuero genera aguas residuales que incluyen lodos, residuos sólidos curtidos (con cromo) y no curtidos (sin cromo) y emanaciones gaseosas. De estos tres tipos de residuos, las aguas residuales representan el problema de mayor importancia para las curtiembres.

Los residuos líquidos presentan una alta carga contaminante, producto de la materia prima y los insumos químicos utilizados. Además, el proceso entraña un uso intensivo de agua; el consumo medio por kg de piel curtida puede variar desde 25 lt/kg hasta 80 lt/kg para tecnologías aparentemente similares.⁵ En Chile el consumo medio para el curtido de pieles de vacuno es de 40 a 50 lt/kg, lo que implica un gasto de agua de 1000 a 1200 lt/cuero (el peso de las pieles de bovino varía de 15 a 40 kg, el de las pieles ovinas entre 1 y 3 kg y el de las porcinas entre 2 y 4 kg. En este caso se consideran las pieles de bovino con un peso medio de 25 a 30 kg. Como valor indicativo, se puede decir que el consumo de agua per cápita en Chile es de 200 lt/día).

Las sustancias que necesariamente deben eliminarse de los residuos líquidos antes de descargarlos son los sulfuros, las sales de cromo, los aceites y grasas, la materia orgánica (DBO 5,20),⁶ el pH elevado, la dureza y todo lo que sea material sedimentable.

2. Efectos en el medio ambiente

El impacto ambiental de la carga de los efluentes líquidos de una curtiembre se puede clasificar en tres tipos: físico, químico y biológico.

Principalmente se producen efectos en:

- ***Aguas superficiales:*** la descarga de aguas residuales de una curtiembre puede producir un rápido deterioro de las cualidades físicas, químicas y biológicas de las aguas superficiales. De los desechos pueden emanar olores nocivos, producto de la descomposición de la materia orgánica. Esta descomposición agota el oxígeno disuelto en las aguas, vital para la vida acuática presente. El agua puede adquirir características de salinidad y dureza debido a la presencia de sales inorgánicas y algún nivel de toxicidad proveniente del cromo, el sulfuro y el amoníaco contenidos en los desechos.
- ***Aguas subterráneas:*** la contaminación de las aguas subterráneas ocurre cuando las aguas residuales y productos químicos se filtran a través del suelo desde estanques sin contornos, cañerías y desagües o desde vertederos y derrames. Las aguas subterráneas pueden tardar un largo tiempo en autodepurarse, ya que se mueven lentamente y no están en contacto con el aire.
- ***En alcantarillados y en la operación de plantas de tratamiento de aguas servidas:*** además de la deposición de sólidos, la materia no sedimentada puede causar incrustaciones de carbonato de calcio en las cañerías. El excesivo contenido de sulfuro, por otro lado, puede acelerar la corrosión y el deterioro del concreto o cemento, así como altos niveles de sulfato. Las sustancias tóxicas, tales como el cromo, pueden interferir con el proceso biológico de una planta de tratamiento de aguas servidas.

C. MINIMIZACIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS

En la actualidad en Chile todas las industrias que vierten efluentes líquidos contaminantes están obligadas a preocuparse concretamente de este problema y darle una solución. Desde febrero de 1993 está vigente una norma técnica con carácter provisorio, aunque ya se ha elaborado un proyecto de norma definitiva sobre las descargas de RILES. Esta norma de la Superintendencia de Servicios Sanitarios controla las descargas a los sistemas de recolección de aguas servidas y a los cursos y masas de aguas superficiales y subterráneas. En 1995, la discusión para formalizarla estaba en su última etapa. Además, ya se cuenta con los resultados de un Catastro Nacional de Descargas de Residuos Industriales Líquidos, cuyo objetivo es identificar las principales fuentes contaminantes de los cursos y masas de aguas para establecer sistemas de control adecuados.

Por otro lado, para tener una visión de la situación en que se encontraban las curtiembres respecto de sus efluentes líquidos antes de todo este proceso de cambio (1991), se sintetizan a continuación los resultados de un estudio realizado por la Asociación Chilena de Químicos y Técnicos Curtidores en 1991.⁷ Se consultaron un total de 14 curtiembres, de diferente tamaño, ubicadas mayoritariamente en la Región Metropolitana. Las principales conclusiones de este trabajo fueron:

- respecto de la existencia de alguna clase de tratamiento de las aguas residuales, se averiguó que el 85% de las curtiembres encuestadas realizaban una eliminación primaria de los sólidos en suspensión de mayor tamaño, para luego pasarlos a una decantación solo por acción de la gravedad y posteriormente verterlos a la red de alcantarillado. Los barros y los otros sólidos eran retirados por empresas de terceros que prestan tales servicios.
- respecto de los insumos químicos, el 93% de las curtiembres no recuperaban el cromo residual de los baños, lo que implica un gran daño ecológico y una pérdida de insumos que pueden ser reutilizados. Además, había una excesiva eliminación de sulfuros, cuyos valores en las descargas superaban en gran medida los límites establecidos en las normas internacionales.
- el 64% de las curtiembres encuestadas carecían del espacio físico para la construcción de plantas de tratamiento, lo que constituye una gran limitante, especialmente en la Región Metropolitana.

Se midieron distintas descargas en las diferentes curtiembres y se obtuvieron valores medios para una descarga final, los cuales se presentan en el cuadro 3, junto con los valores límites de la norma técnica chilena y un rango de valores de normas internacionales para algunos de los parámetros que se consideraron en la descarga media.

Cabe destacar que no es fácil caracterizar los residuos líquidos de una curtiembre, pues el contenido depende de las etapas del proceso, de los productos utilizados y del consumo de agua, que obviamente puede variar de una curtiembre a otra.

Cuadro 3
DESCARGA MEDIA DE LAS CURTIEMBRES DE CHILE
(valores en mg/lit)

PARÁMETROS	VALORES MEDIOS	RANGO DE VALORES DE NORMAS INTERNACIONALES	NORMA TÉCNICA CHILENA	
			a/	b/
Cromo trivalente	134	0.5-5	0.5	0.5
Sulfuros libres	100	0.01-5	5	3
Sulfatos	2200	150-1000	600	1000
DBO	1500	5-250	300	-
Sólidos no filtrables	637	-	-	-
Aceites y grasas	110	5-50	150	50
Sólidos sedimentables	59		20 ml/lit	20 ml/lit
Sólidos suspendidos		30-1000	300	100
PH	7.2	5-10	5.5-9.0	5.5-9.0
Temperatura descarga	19 °C	25-40 °C	35 °C	35 °C
Conductividad	2380	-	-	-
Sólidos filtrables	4396	-	-	-
Tanino	5	-	-	-
Turbiedad	5	-	-	-

Fuente: José Corbalán, Las curtiembres y el tratamiento de sus aguas, Santiago de Chile, Asociación Chilena de Químicos y Técnicos Curtidores (ACHIQTEC), 1991; Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Tanneries and the Environment: A Technical Guide to Reducing the Environmental Impact of Tannery Operation, París, 1991, p. 81. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: 91.III.D.1

Estos rangos de valores máximos permitidos corresponden a países como Alemania, Brasil, Dinamarca, EE.UU., Francia, Hungría, India, Italia, Japón, Reino Unido.

a/ Valores correspondientes a las descargas a sistemas de recolección de aguas servidas.

b/ Valores correspondientes a las descargas a cursos y masas de aguas superficiales y subterráneas.

Dada la situación descrita respecto de los residuos líquidos de las curtiembres y el cambio en el escenario legislativo, los empresarios han iniciado un proceso de búsqueda de soluciones. Se han realizado reuniones y contactos con expertos internacionales (1993-1994), con el fin de analizar los problemas en la práctica. También se han planteado inquietudes en cuanto a los valores de la norma técnica en conversaciones con las autoridades.

Existen tecnologías convencionales de tratamiento de efluentes, es decir, tecnologías correctivas, y tecnologías preventivas o limpias, destinadas a mejorar los procesos con el fin de disminuir la carga contaminante que se genera en cada etapa.

Los cambios que se han aplicado en países desarrollados al proceso de curtido con el fin de lograr una producción más limpia apuntan principalmente a:

- el aumento de la eficiencia en la utilización de los productos químicos,
- la reducción del consumo de agua o energía, y
- la recuperación o el reciclaje de materiales desechados.

Las tecnologías limpias que se han probado son:

- el enfriamiento de la piel para conservarla sin emplear sal,
- procesos que benefician el pelo, con el fin de que las aguas residuales no resulten tan contaminadas,
- depilado apoyado enzimáticamente, a efectos de ahorrar productos químicos de pelambre agresivos o tóxicos, sobre todo sulfuro,
- descalcado con dióxido de carbono, con el fin de evitar las sales amoniacales,
- curtición al cromo de alto agotamiento,
- recirculación de los baños de cromo,
- recirculación del cromo después de la precipitación y redisolución,
- curticiones alternativas,
- sustitución parcial del cromo, y
- acabados con pocos disolventes.

Los efluentes de una curtiembre contienen distintos productos químicos que necesitan ser tratados. Existen diferentes opciones para cada proceso y la elección final depende de las características de la curtiembre y de los estándares de descarga que existan.

Las tecnologías de tratamiento que se conocen son:

- pretratamiento: rejas mecánicas para remover el material grueso;
- tratamiento primario: incluye remoción de los sulfuros desde los baños de pelambre, la remoción del cromo desde los baños de curtido, la igualación de flujos (homogeneización) y el tratamiento físico-químico para disminuir la DBO y neutralizar;
- tratamiento secundario: generalmente es un tratamiento biológico;
- tratamiento terciario: incluye nitrificación y desnitrificación; y
- sedimentación y manejo de barros.

En el estudio realizado⁸ se presentan las alternativas factibles para las curtiembres en Chile. Dada la situación de las curtiembres y las posibilidades que existen para aplicar cambios en el proceso y tratar posteriormente las aguas residuales con el fin de cumplir los límites que establece la norma en vigencia, se consideraron las siguientes alternativas:

- realizar un proceso de pelambre con menos sulfuro y sin destrucción del pelo,
- instalar una planta recuperadora de cromo, e
- instalar una planta de tratamiento primario de las aguas residuales.

Se han considerado estas tecnologías limpias, ya que en el proceso de curtido las etapas que generan la mayor parte de la carga contaminante en los residuos líquidos son la etapa de rivera y la etapa de curtido. Posteriormente, las aguas residuales deben ser tratadas para eliminar y reducir al máximo todos los componentes que deben cumplir con los límites impuestos; este tratamiento se facilita con las medidas de minimización aplicadas.

D. RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se presentan las alternativas evaluadas, considerando sus principales características y resultados.

Para **todas las alternativas** se consideraron las siguientes variables: un horizonte de 10 años, flujos anuales, un año cero para poner en marcha el proyecto, una producción media de 350 cueros por día, un peso medio de 25 kg por cuero y una cantidad de jornadas trabajadas de 22 por mes. Asimismo, se incluyen en los cuadros el valor neto actualizado (VNA) y la tasa de rentabilidad interna (TRI).

Alternativa 1: Instalar una planta recuperadora de cromo

- Volumen de baños de curtido: 7 m³/día

Cuadro 4
RESULTADOS ALTERNATIVA 1

ALTERNATIVA 1: RECUPERACIÓN DE CROMO	MONTOS
INGRESOS DEL PROYECTO	(en dólares al año)
Ahorros en el consumo de sales de cromo	57.600
EGRESOS DEL PROYECTO	(en dólares al año)
Inversiones (año 0)	113.000
Costos operaciones	27.500
	(en dólares)
VNA (12%)	81.280
VNA (15%)	58.724
VNA (18%)	40.775
TRI	28.97%

El período de recuperación de la inversión con un flujo del proyecto de 35.085 dólares al año resulta aproximadamente de tres años. Estos resultados demuestran que este proyecto es rentable, pero hay que considerar que es sólo una parte de la solución total.

Alternativa 2: Instalar la planta recuperadora de cromo y adoptar el cambio de pelambre con menos sulfuro y con recuperación del pelo

- Volumen medio de efluentes: 437,5 m³

Cuadro 5
RESULTADOS ALTERNATIVA 2

ALTERNATIVA 2: RECUPERACIÓN DE CROMO Y PELAMBRE CON MENOS SULFURO	MONTOS
INGRESOS DEL PROYECTO	(en dólares al año)
Ahorros en el consumo de sales de cromo	57.600
Ingresos adicionales	122.451
Total ingresos	180.051
EGRESOS DEL PROYECTO	(en dólares al año)
Inversiones (año 0)	113.000
Costos operaciones	45.162
	(en dólares)
VNA (12%)	530.627
VNA (15%)	447.442
VNA (18%)	380.005
TRI	109.82%

El período de recuperación de la inversión con un flujo del proyecto de 124.156 dólares al año resulta de un año.

Esta alternativa también es rentable y soluciona en gran medida el problema de la descarga de elementos contaminantes en las etapas de pelambre y curtido, ya que disminuye considerablemente el contenido de sulfuros y de cromo en las aguas residuales que posteriormente deberán ser tratadas.

Alternativa 3: Alternativa con planta de tratamiento

- Volumen medio de efluentes: 428,5 m³/día

Cuadro 6
RESULTADOS ALTERNATIVA 3

ALTERNATIVA 3: PLANTA DE TRATAMIENTO	MONTOS
INGRESOS DEL PROYECTO	(en dólares al año)
Ahorros en el consumo de sales de cromo	57.600
Ingresos adicionales	122.451
Valor residual planta (año 10)	166.670
EGRESOS DEL PROYECTO	(en dólares al año)
Inversiones tecnología limpia (año 0)	113.000
Inversión planta	547.232
Costos operaciones	125.727
VNA (12%)	(en dólares) (80.760)
VNA (15%)	(141.032)
VNA (18%)	(186.900)
TRI	8.96%

En esta alternativa, el VNA resulta negativo y la tasa de rentabilidad interna no sobrepasa la tasa de rentabilidad mínima. Esta inversión no es rentable económicamente para una curtiembre en las condiciones descritas, lo que resulta inevitable ya que la inversión en la planta de tratamiento no tiene rentabilidad, debido, fundamentalmente, al alto costo de los terrenos necesarios. La evaluación de esta alternativa se hizo para dimensionar la situación considerando la adopción de tecnologías limpias y el tratamiento.

II. ESTUDIO SOBRE LA REDISTRIBUCIÓN DE LA INDUSTRIA DE PROCESAMIENTO DE ANIMALES EN CHILE

A. PRESENTACIÓN DEL SECTOR INDUSTRIAL

El sector agropecuario en general está sujeto a desequilibrios por el carácter esencial de los bienes que produce, la fuerte incidencia en el presupuesto familiar y la rápida saturación que se registra en los mercados.

El mercado de la carne está compuesto por tres mercados parciales: el mercado del ganado en pie, el mercado de la carne en vara y el mercado de la carne en corte.

Se puede decir que las existencias pecuarias no han variado significativamente en los últimos 20 años. En el cuadro 7 aparece el número de cabezas por especie de 1990 a 1994.

Cuadro 7
EXISTENCIAS PECUARIAS POR ESPECIE
(número de cabezas)

AÑO	BOVINOS	OVINOS	EQUINOS	PORCINOS
1990	3.403.850	4.800.930	345.400	1.250.780
1991	3.460.530	4.688.610	338.790	1.225.940
1992	3.557.480	4.628.810	331.010	1.287.910
1993	3.691.730	4.649.140	334.710	1.407.486
1994	3.814.242	4.625.323	348.338	1.489.990

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Compendio estadístico, Santiago de Chile, 1995.

En los cuadros 8 y 9 se observa el ganado beneficiado por especie y la producción de carne para los últimos cinco años.

Cuadro 8
GANADO BENEFICIADO
(número de cabezas)

AÑO	BOVINOS	OVINOS	PORCINOS	EQUINOS	CAPRINOS
1990	1.010.741	955.345	1.666.679	50.367	13.739
1991	941.649	830.062	1.700.746	54.453	13.302
1992	795.193	774.395	1.754.811	45.923	19.412
1993	891.509	853.445	1.844.589	33.343	17.723
1994	964.285	802.289	1.992.533	32.196	11.788

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Compendio estadístico, Santiago de Chile, 1995.

Cuadro 9
PRODUCCIÓN DE CARNE POR ESPECIE
(carne en vara, en toneladas)

AÑO	TOTAL CARNE EN VARA	BOVINOS	OVINOS	PORCINOS	EQUINOS	CAPRINOS
1990	391.537	242.452	14.880	123.171	10.807	227
1991	383.808	229.790	13.451	128.835	11.533	199
1992	360.098	199.971	12.786	137.571	9.514	256
1993	391.564	224.099	13.372	147.282	6.582	229
1994	419.917	239.615	12.180	160.814	7.162	146

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Compendio estadístico, Santiago de Chile, 1995.

En lo referente a la producción de carne, se observa un crecimiento en cuanto a toneladas en los últimos años. En 1993 el consumo por habitante de carnes (incluidas las de bovinos, porcinos, ovinos, aves y otros) fue de 50 kg/año. Este valor representa un aumento del 15% con respecto a 1992 y sitúa al país en niveles más parecidos a los de un país desarrollado (80 kg/hab/año) que a los de un país en desarrollo (16 kg/hab/año).

En el cuadro 10 aparecen las variaciones del consumo aparente de carne total.

Cuadro 10
CONSUMO APARENTE DE CARNE TOTAL
 (consumo unitario anual)^{a/}

AÑO	Kg/habitante
1978	30,9
1985	28,0
1990	37,6
1991	38,7
1992	43,5
1993	50,0

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Estadísticas agropecuarias, Santiago de Chile, 1993.

^{a/} Consumo de todos los tipos de carnes (de aves, bovinos, porcinos y otros).

Las existencias ganaderas se concentran en la zona sur. El número de plantas faenadoras y mataderos autorizados existentes en el país se aproxima a 220, que se distribuyen en la VIII región (14,4%), la IX región (14,8%) y la X región (14,8%); estos porcentajes se refieren al total de mataderos del país y no a su producción. No obstante, el faenamamiento se concentra significativamente en doce mataderos industriales, con cerca del 70% de la producción total del país y de los cuales el 43% se ubica en la Región Metropolitana. El centro de gravedad del faenamamiento para los bovinos se encuentra a unos 100 km al sur de Chillán y para los porcinos, a 30 km al norte de Linares. Para el conjunto, el centro se encuentra prácticamente en Chillán (datos calculados a partir de información sobre distribución del INE).

En el caso de la carne de vacuno, la matanza no ha sufrido gran variación y si bien muchas plantas faenadoras tenderán a desaparecer producto de la nueva legislación, ello no incidirá mayormente en el mercado, ya que las grandes faenadoras pueden absorber sin problemas este margen.

En cuanto al comercio exterior, la contribución del sector de la carne no es de gran importancia. Las importaciones son en su mayoría de carne bovina, suministrada por países con los cuales hay acuerdos comerciales, negociados en el marco de la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI), hace más de una década. Para los otros tipos de carnes, los volúmenes son despreciables. En el cuadro 11 aparecen los montos importados en los últimos cinco años.

Cuadro 11
IMPORTACIÓN DE CARNE BOVINA

AÑO	CANTIDAD (toneladas)	MONTO (millones de dólares)
1990	2.288	4,1
1991	9.180	19,4
1992	27.917	62,6
1993	35.018	74,0
1994	40.936	88,8

Fuente: Banco Central de Chile, Indicadores de comercio exterior, Santiago de Chile, diciembre de 1994.

Respecto de las exportaciones, hay volúmenes apreciables en el tipo de carne porcina, pero es en el tipo de carne ovina en que Chile puede considerarse exportador neto. Esta es producida, faenada y exportada desde la región de Magallanes. En los siguientes cuadros aparecen las exportaciones de los últimos cinco años para ambos tipos de carne.

Cuadro 12
EXPORTACIÓN DE CARNE PORCINA Y OVINA

AÑO	CARNE PORCINA		CARNE OVINA	
	CANTIDAD (toneladas)	MONTO (millones de dólares)	CANTIDAD (toneladas)	MONTO (millones de dólares)
1990 ^{a/}	-	-	6.953	8,0
1991	7.569	10,5	4.358	5,5
1992	6.059	9,5	2.389	3,4
1993	3.367	7,0	3.494	5,1
1994	4.113	10,3	3.927	6,4

Fuente: Banco Central de Chile, Indicadores de comercio exterior, Santiago de Chile, diciembre de 1994.

^{a/} Sólo hay datos para la carne ovina.

En general el mercado internacional de la carne en Chile no es tan significativo respecto del total de la industria manufacturera. Según los valores del cuadro 2, las exportaciones de carne (considerando carnes ovinas y porcinas) representaban aproximadamente 0,28% del total de exportaciones de la industria manufacturera en 1990 y un 0,32% en 1994.

B. LOS RESIDUOS GENERADOS EN EL PROCESO

1. Breve descripción de los residuos

Los desechos de la IPA son generalmente altos en demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), sólidos suspendidos, material flotante, grasas y materias inorgánicas tales como fosfatos, nitratos, nitritos y sales. Las siguientes materias se desechan: sangre, carne y grasas, contenido de barrigas, estiércol, pelo y suciedad. La temperatura está en un promedio de 32°C y puede llegar a valores de 38°C durante el período de matanza y bajar hasta los 27°C durante el lavado. El pH de las aguas residuales está entre 6,5 y 8,5. Las bacterias también están presentes. La forma usual de medirlas es en forma de coliformes y para éstas, el número más probable está en un rango de 2 a 4 millones por 100 ml.

El agua se usa para la limpieza y remoción de materias de desecho. Las principales operaciones y procesos en donde se originan las aguas residuales son:

- corrales,
- matanza y
- limpieza.

2. Efectos en el medio ambiente

Las aguas residuales de los mataderos pueden producir un rápido deterioro de las cualidades físicas, químicas y biológicas de las aguas en que son vertidas. De los desechos pueden emanar olores nocivos producto de la descomposición de la materia orgánica. Esta descomposición origina importantes reducciones del oxígeno disuelto en los cursos de agua, creando así condiciones anaeróbicas que favorecen la producción de algunos gases nocivos como el hidrógeno sulfurado, dióxido de carbono y metano. La presencia de grasa implica también una gran demanda de oxígeno.

En el cuadro 13 se muestra el resultado de un estudio de varios mataderos de la Región Metropolitana.

Cuadro 13
CARACTERÍSTICAS DE LOS DESECHOS DE LOS MATADEROS
 (gr/tonelada de peso vivo)

TIPO DE ANIMAL BENEFICIADO	DBO ₅	SÓLIDOS SUSPENDIDOS	NITRÓGENO	GRASAS
Cerdos	13,7	10,5	1,62	1,52
Vacunos	15,4	12,9	1,7	0,62
Mezclados	15	11,5	1,76	2,02
Promedio	14,7	11,6	1,69	1,39

Fuente: Marcos Derpich, Estudio de los residuos orgánicos de los mataderos y alternativas de tratamiento, Santiago de Chile, 1980.

C. MINIMIZACIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS

Para los mataderos, al igual que para las curtiembres, la elaboración y puesta en vigencia de la norma técnica relativa a la descarga de RILES (a partir de 1993) ha inducido el proceso de búsqueda de soluciones al problema causado por las aguas residuales.

Las tecnologías para tratar los RILES de mataderos son las siguientes:

- **Tratamiento primario:** las operaciones más comunes son la igualación de flujos, y la separación de los sólidos diluidos y en suspensión. También se usa la sedimentación y la flotación de aire disuelto para remover los sólidos.
- **Tratamiento secundario:** la mayoría son tratamientos biológicos y los sistemas más utilizados son el tratamiento en una laguna anaeróbica seguida por una laguna de aireación y una fuente de estabilización, y los sistemas de lodos activados y aplicación en tierra.

D. RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se presentan las principales características y resultados de las alternativas de redistribución evaluadas tanto para el sector de mataderos como para el de curtiembres.

1. Proyecto de redistribución de los mataderos

Los distintos tipos de animales están repartidos en forma desigual en el país, razón por la cual se definieron dos polos de desarrollo. No existe tampoco la especialización por especie, es decir, no se faena un solo tipo de animal.

Los polos se consideraron como grupos de mataderos independientes y el número de estos se determinó en la evaluación de las alternativas de distribución.

Estos dos puntos se ubicaron entre la regiones V y X, zona que concentra el 60% de la población del país. Las ciudades para los polos se eligieron considerando una población mínima que determine un sistema de alcantarillado que pueda recibir los volúmenes de RILES tratados. Para los centros de consumo se consideraron todas las ciudades sobre las que había información.

Para las alternativas evaluadas la información relevante es la siguiente:

- se consideraron 14 mataderos (que concentran más del 80% de la matanza) y se incluyeron sólo bovinos y porcinos;
- para determinar el tamaño de los mataderos y el volumen de efluentes, se estimó la demanda futura, utilizando la elasticidad ingreso, calculada según el consumo de los 10 últimos años y la variación del ingreso se hizo fluctuar entre 0% y 6% anual;
- el sistema de tratamiento de las aguas residuales se adoptó sobre la base de información de trabajos anteriores (un estudio citado en Cristián González, "Redistribución de la industria de procesamiento de animales en Chile"), según la cual el sistema de filtros percoladores resultó apropiado para mataderos ubicados en ciudades;
- sobre la base de otros trabajos ya citados sobre el tema, el horizonte considerado para evaluar fue de 20 años.

Los cálculos previos para determinar las características de los mataderos se encuentran detallados en el trabajo mencionado.⁹ En el cuadro 14 se presentan los datos obtenidos para la producción media por matadero para el año 20 del proyecto.

Cuadro 14
PRODUCCIÓN MEDIA POR MATADERO
(cabezas/matadero)

	ANUAL	MENSUAL	DIARIA
VACUNOS	65.270,2	5.439,2	272,0
CERDOS	89.343,5	7.445,3	372,3
TOTAL	154.613,6	12.884,5	644,2

Fuente: Elaborado por el autor sobre la base del punto de estimación de la demanda y Cristián González, "Redistribución de la industria de procesamiento de animales en Chile", Santiago de Chile, Universidad de Chile, 1995.

La evaluación se hizo en forma marginal, considerando sólo los costos diferentes entre una alternativa y otra. Se consideró la inversión en terreno y en la planta de tratamiento. La superficie requerida para las instalaciones se calculó sobre la base de las dimensiones determinadas para la producción media por matadero.

Con las características descritas, se evaluaron las combinaciones factibles para instalar los mataderos, es decir, se hicieron las evaluaciones para todas las combinaciones de ciudades y número de mataderos. De estas se seleccionaron las tres mejores alternativas de cada sensibilización. La elección se hizo con miras a minimizar el valor actualizado, ya que el proyecto no tiene ingresos.

La alternativa global que obtuvo el menor valor actualizado fue la compuesta por un polo de 10 mataderos en Los Ángeles y 4 en San Bernardo, en segundo y tercer lugar resultaron las combinaciones que se muestran en el cuadro 15.

Cuadro 15
ALTERNATIVA ECONÓMICA GLOBAL

TASA DE CRECIMIENTO 0-6%	
Los Ángeles 10	- San Bernardo 4
Valdivia 8	- San Bernardo 6
Valdivia 9	- San Bernardo 5

Con este resultado la actual ubicación del centro de gravedad no sufre mayores variaciones, por lo que las ubicaciones óptimas de otras industrias ligadas a los mataderos no cambiarían desde un punto de vista global.

Las alternativas evaluadas se sensibilizaron considerando la variación de la tasa de crecimiento, la variación del costo del terreno, la incorporación de los costos por los lodos y la incorporación de la venta de los subproductos.

Los resultados obtenidos en estas sensibilizaciones muestran que la mejor alternativa es la misma, excepto en los casos de incorporar la venta de subproductos y considerar el valor del terreno nulo. En estas dos últimas condiciones cambia toda la distribución; ésta se muestra en los cuadros 16 y 17.

Cuadro 16
ALTERNATIVA VALOR TERRENO NULO

VALOR DEL TERRENO NULO	
Santiago 4	- Temuco 10
Temuco 9	- San Bernardo 5
Temuco 10	- San Bernardo 4

Cuadro 17
ALTERNATIVA VENTA DE SUBPRODUCTOS

ALTERNATIVA CONSIDERANDO VENTA DE LOS SUBPRODUCTOS
Santiago 4 - Temuco 10 Temuco 9 - San Bernardo 5 Temuco 10 - San Bernardo 4

2. Proyecto de redistribución de las curtiembres

Para realizar esta evaluación se consideró que el total de curtiembres, 37 aproximadamente, se van a ubicar en conjunto, pero actuando en forma independiente.

Para la ubicación se consideró el mismo terreno potencial que para los mataderos, incluyendo además los terrenos adyacentes a los ríos. Para la selección de las ciudades se tomó en cuenta la ubicación actual de las curtiembres y para los pueblos la cercanía de ríos que permitan aceptar los efluentes tratados que serían vertidos.

Además, se consideró el traslado de toda la curtiembre o sólo su parte productiva (que implica las operaciones del proceso hasta la etapa de curtido).

El tamaño de las curtiembres y el volumen de efluentes para evaluar las alternativas se calcularon usando valores medios sobre la base de la producción del último año considerado en el estudio (1993), tomando un crecimiento de la demanda de 0% a 50% en 10 años. Se adoptó este método porque, dados los antecedentes históricos, se estimó imposible proyectar la demanda. En el cuadro 18 se presenta la producción diaria por tipo de cuero.

- Cuadro 18
PRODUCCIÓN TOTAL DIARIA
(número de cueros)

TIPO DE CUERO	ANUAL	DIARIA
VACUNO	820.000	3.147
OVINO	980.000	4.083
CAPRINO	335.000	1.396
TOTAL	2.135.0000	8.896

Fuente: CEPAL, sobre la base de Patricia Ilabaca, "Análisis económico de alternativas no contaminantes para curtiembres en Chile", tesis de grado, Santiago de Chile, Universidad de Chile, 1995.

De los datos estimados anteriormente se calculó la producción media diaria de las curtiembres por tipo de cuero y el número de curtiembres por tipo de cuero; estos datos aparecen en el cuadro 19.

Cuadro 19
PRODUCCIÓN MEDIA POR CURTIEMBRE Y NÚMERO DE CURTIEMBRES
(cabezas/matadero)

TIPO DE CUERO	ANUAL	MENSUAL	DIARIA	NÚMERO DE CURTIEMBRES
VACUNO	40.000,0	3.333,3	166,7	20,5
OVINO	67.586,2	5.632,2	281,6	14,5
CAPRINO	167.500,0	13.958,3	697,9	2,0
TOTAL	57.702,7	4.808,6	240,4	37,0

Fuente: CEPAL, sobre la base de Patricia Ilabaca, "Análisis económico de alternativas no contaminantes para curtiembres en Chile", tesis de grado, Santiago de Chile, Universidad de Chile, 1995.

^{a/} El número de curtiembres no se indica en cifras enteras debido a que algunas curtiembres se dedican a más de un tipo de cuero.

Para evaluar el traslado de las curtiembres se debe incluir el costo de tratar las aguas residuales. En este trabajo se consideraron las alternativas de tecnologías limpias y el sistema de tratamiento que ya fueron evaluados en el primer estudio.

Para todas las alternativas se consideró que los curtidores deben comprar los terrenos, aunque les pertenezcan en la actualidad.

En las condiciones descritas, la solución óptima fue la ubicación de todas las curtiembres en Melipilla, considerando el traslado de toda la empresa. El sistema mixto, o sea el traslado de sólo una parte, no resulta conveniente, incluidos los costos por los lodos, ya que en esas condiciones mejoran las opciones de trasladarse por completo a ciudades.

Se hizo una sensibilización de las evaluaciones considerando la variación del nivel de producción, la variación del capital de trabajo y la variación del valor del terreno. No se consideró en estos cálculos el costo por los lodos, ya que afecta a todas las alternativas por igual.

Los resultados para todas las variaciones muestran que el proyecto resulta afectado en forma negativa.

III. CONCLUSIONES

En la solución al problema de los residuos líquidos industriales, en este caso de las curtiembres y los mataderos, se deben aplicar los siguientes factores:

- ubicación de las instalaciones,
- tecnologías de producción,
- tecnologías de tratamiento,
- recuperación de residuos, efluentes y desechos y
- eliminación de efluentes y desechos sólidos.

En las áreas urbanas, donde el espacio es escaso y caro, se necesitan tecnologías aptas para producir efluentes que puedan eliminarse en los sistemas de alcantarillados. De lo contrario se debe evaluar la posibilidad de la relocalización. En el caso de las curtiembres de Santiago, en mayor medida que los mataderos, la ubicación es uno de los factores que más influyen en la toma de decisiones, ya que en su mayoría las curtiembres se encuentran en lugares con escaso espacio disponible para construir los sistemas de tratamiento requeridos para tratar los RILES.

En el trabajo sobre relocalización de la IPA, se pensó en un comienzo en la construcción de un modelo general que, con algunas modificaciones, pudiera aplicarse a otros países. Lo anterior no fue posible debido a la complejidad de las variables involucradas. Además existen características propias de Chile que afectan a estas industrias, como por ejemplo el uso de terrenos para desarrollar la ganadería en lugar de la agricultura, el cual depende de las relaciones de precios que existan, así como un nivel de producción de carne deficitario.

De los resultados obtenidos para relocalizar los mataderos, se advierte que, si bien hoy éstos están ubicados de una forma distinta de la propuesta, el centro de gravedad de ambos (propuesto y actual) es el mismo. Es decir, si se representa a los mataderos como uno solo, tendrían que estar en el mismo lugar en que están.

Sin embargo, todas las soluciones obtenidas al evaluar las alternativas de relocalización muestran siempre una repartición de los mataderos y no la concentración en un solo lugar. Esto se debe tener en cuenta si se quiere pensar en grandes centros de procesamiento que integren curtiembres e industrias de subproductos.

Para las curtiembres la solución óptima es desplazarlas a Melipilla. Si bien en la realidad los curtidores están pensando en esta posibilidad, también consideran otros lugares, siempre en las cercanías

de Santiago. La opción que se analiza es la alternativa mixta, es decir, trasladar sólo la parte del proceso que vierte los RILES.¹⁰

Por otra parte, los países que participan en el comercio internacional del cuero tienden a dividirse en dos tipos, que se organizan de la siguiente manera:

- *Países desarrollados:* poseen una industria de la carne bien desarrollada, lo que permite obtener cueros de buena calidad; en ella existe una integración vertical entre los criadores y los mataderos. Exportan principalmente cueros crudos o semiprocesados.
- *Países en vías de desarrollo:* se pueden dividir a su vez en dos tipos. En algunos países el cuero es importado crudo o semiprocesado y se encargan sólo de transformarlo en cuero para exportarlo a algún país donde es manufacturado. En otros existe algún grado de integración entre las curtiembres y los fabricantes de productos de cuero. Estos países son grandes importadores de cuero crudo o semiprocesado.

Si bien existen alternativas intermedias, la mayoría de los países se pueden clasificar en alguno de los tipos antes mencionados.

Para Chile las opciones son integrar las curtiembres a los mataderos o a los fabricantes.

La integración curtiembre-matadero no presenta incentivos para los industriales, debido a las dificultades en el abastecimiento de pieles y en la calidad de éstas. Además, el resultado de las evaluaciones muestra que el lugar óptimo para curtiembres y mataderos resulta distinto.

La segunda opción es factible, ya que las curtiembres presentan algún grado de integración con la manufactura del cuero, por lo que van a estar interesadas en situarse muy cerca de este sector; este hecho se debe a que la apertura del país hacia el comercio internacional ha estimulado una relación más intensa entre estas industrias, gracias a la gran variedad de características exigidas a nivel internacional.

Notas bibliográficas

1. Patricia Ilabaca, "Análisis económico de alternativas no contaminantes para curtiembres en Chile", tesis de grado, Santiago de Chile, Universidad de Chile, Escuela de Ingeniería Industrial, julio de 1995.
2. Cristián González, "Redistribución de la industria de procesamiento de animales en Chile", tesis de grado, Santiago de Chile, Universidad de Chile, Escuela de Ingeniería Industrial, julio de 1995.
3. Patricia Ilabaca, Análisis económico de alternativas no contaminantes para curtiembres en Chile (LC/R.1356), Santiago de Chile, CEPAL, 22 de noviembre de 1993.
4. Estimación del número de establecimientos manufactureros de la Región Metropolitana por subsector y tamaño, Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Compendio estadístico, Santiago de Chile, 1987.
5. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Tanneries and the Environment: A Technical Guide to Reducing the Environmental Impact of Tannery Operation, París, 1991. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: 91.III.D.1.
6. Sobre la base de este parámetro, se puede calcular la población equivalente (P.E.), que corresponde al número de personas que generarían una contaminación similar a la originada por una unidad de producción. Como referencia, cabe mencionar los datos relativos a los mataderos, en los cuales la P.E. (habitantes/animal) es de 19.6 para ganado y vacunos; 7.5 para cerdos y 40.2 para animales mezclados (Ricardo Haddad O., "Tratamiento de los residuos de industrias de alimentos", Manual del curso de post grado intensivo. Tratamiento de residuos industriales, Santiago de Chile, Universidad de Chile, 1996.
7. José Corbalán, Las curtiembres y el tratamiento de sus aguas, Santiago de Chile, Asociación Chilena de Químicos y Técnicos Curtidores (ACHIQTEC), 1991.
8. Patricia Ilabaca, "Análisis económico...", op.cit., 1993.
9. Cristián González, "Redistribución de la industria...", op.cit.
10. Cristián González, "Redistribución de la industria...", op.cit.

ANEXO

Los siguientes estudios se han realizado dentro del proyecto CEPAL/GTZ "Políticas para la gestión ambientalmente adecuada de residuos urbanos e industriales", o están relacionados con él, y se mencionan como referencia al tipo de enfoque que se utiliza.

1. CEPAL, Impacto ambiental de la contaminación hídrica producida por la Refinería Estatal Esmeraldas: análisis técnico-económico, serie Estudios e informes de la CEPAL, N° 80 (LC/G.1637-P), Santiago de Chile, 1990. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: 5.90.II.G.11.
2. Hernán Durán de la Fuente, Políticas para la gestión ambientalmente adecuada de los residuos: el caso de los residuos sólidos urbanos e industriales en Chile a la luz de la experiencia internacional (LC/R.1428), Santiago de Chile, CEPAL, 11 de agosto de 1994.
3. Liborio Bustos, Transformación productiva ambientalmente sustentable en pequeñas empresas: el caso de dos fundiciones y una planta de tratamiento térmico en la Región Metropolitana (Chile) (LC/R.1250), Santiago de Chile, CEPAL, 5 de febrero de 1993.
4. Ana Luz Durán, Evaluación técnico-económica de los procesos de reciclaje de desechos domésticos: los casos del vidrio, papel y plásticos (LC/R.1354), Santiago de Chile, CEPAL, 8 de noviembre de 1993.
5. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Tanneries and the Environment: A Technical Guide to Reducing the Environmental Impact of Tannery Operation, París, 1991. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: 91.III.D.1.

SERIE DOCUMENTOS DE TRABAJO DE LA CEPAL*

- | Nº | Título |
|----|---|
| 1 | Trayectoria de especialización tecnológica: una visión global del intercambio mundial, 1965-1987 (División de Desarrollo Económico). Autor: M. Barbera |
| 2 | Nuevos enfoques en la teoría del crecimiento económico: una evaluación (División de Desarrollo Económico). Autor: P. Mujica |
| 3 | Canje de deuda por naturaleza: la necesidad de una nueva agenda (División de Desarrollo Económico). Autor: R. Devlin |
| 4 | The role of capital in Latin America: a comparative perspective of six countries for 1950-1989 (División de Desarrollo Económico). Autor: A.A. Hofman |
| 5 | Política comercial y equidad (División de Comercio Internacional, Transporte y Financiamiento). Autores: J.M. Benavente, A. Schwidrowski, P.J. West |
| 6 | An overview of debt moratoria in Latin America (División de Desarrollo Económico). Autores: O. Altimir, R. Devlin |
| 7 | New form of investment (NFI) in the Latin American-United States trade relations (División de Comercio Internacional, Transporte y Financiamiento). Autor: M. Kuwayama |
| 8 | La demanda de dinero en Chile: una comparación de métodos alternativos de estimación de vectores de cointegración (División de Desarrollo Económico). Autores: R. Martner, D. Titelman |
| 9 | Tributación y equidad en América Latina: un ejercicio de evaluación cuantitativa (División de Desarrollo Económico). Autores: O. Altimir, M. Barbera |
| 10 | Políticas para la gestión ambientalmente adecuada de los residuos: el caso de los residuos sólidos urbanos e industriales en Chile a la luz de la experiencia internacional (División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos). Autor: H. Durán |
| 11 | Economía política de la pobreza, la equidad y el crecimiento: Colombia y Perú, 1950-1985. Un análisis comparativo (Oficina de CEPAL en Bogotá). Autor: A.J. Urdinola |
| 12 | Equidad y transformación productiva como estrategia de desarrollo: la visión de la CEPAL (Secretaría Ejecutiva) (También se encuentra en inglés). Autor: C. Massad |
| 13 | Inflación, déficit público y política cambiaria: un análisis econométrico para Argentina, Chile y México (División de Desarrollo Económico). Autores: G. Moguillansky, D. Titelman |
| 14 | Economic relations between Latin America and Asian/Pacific: recent trends and future challenges (División de Comercio Internacional, Transporte y Financiamiento). Autor: J.C. Mattos |

* El lector interesado en recibir un Documento de Trabajo puede dirigirse directamente a la CEPAL, Casilla 179-D, Santiago de Chile, mencionando la División autora del documento.

- 15 Income distribution and poverty through crisis and adjustment (División de Desarrollo Económico). Autor: O. Altimir
- 16 Evaluación y perspectivas de las relaciones comerciales entre la ALADI y los Estados Unidos (División de Comercio Internacional, Transporte y Financiamiento). Autor: M. Izam
- 17 Análisis empírico del comportamiento de las exportaciones no cobre en Chile: 1963-1990 (División de Desarrollo Económico). Autores: G. Moguillansky, D. Titelman
- 18 Dynamic gains from intra-regional trade in Latin America (División de Desarrollo Productivo y Empresarial). Autor: R. Buitelaar
- 19 Nuevas tecnologías en pequeñas empresas chilenas: difusión e impacto (División de Desarrollo Productivo y Empresarial). Autores: M. Dini, M. Guerguil
- 20 Regionalización abierta de América Latina para su adecuada inserción internacional (División de Comercio Internacional, Transporte y Financiamiento). Autor: M. Kuwayama
- 21 Hacia una perspectiva crítica de la modernidad: las dimensiones culturales de la transformación productiva con equidad (Secretaría Ejecutiva y División de Desarrollo Social). Autores: E. Ottone, M. Hopenhayn y F. Calderón
- 22 Determinantes de las exportaciones industriales brasileras en la década de 1980 (División de Desarrollo Económico). Autor: G. Moguillansky
- 23 CEPAL: Un planteamiento renovado frente a los nuevos desafíos del desarrollo (Secretaría Ejecutiva). Autor: E. Ottone
- 24 Los desafíos de la modernidad y la transformación educativa (Secretaría Ejecutiva). Autor: E. Ottone
- 25 Indicators and determinants of savings for Latin America and the Caribbean (División de Comercio Internacional, Transporte y Financiamiento). Autores: G. Held y A. Uthoff (en prensa)
- 26 An examination of the Chile-Mexico agreement: a viable form of integration? (División de Comercio Internacional, Transporte y Financiamiento). Autor: P. Gray Rich
- 27 Exporting and the saga for competitiveness of the Brazilian industry, 1992 (División de Estadística y Proyecciones Económicas). Autor: R. Baumann
- 28 El impacto de la política cambiaria y comercial en el desempeño exportador en los años ochenta: una revisión de estudios econométricos (División de Desarrollo Económico). Autor: G. Moguillansky
- 29 International competitiveness and the macroeconomics of capital account opening (Secretaría Ejecutiva). Autores: R. French-Davis, D. Titelman y A. Uthoff
- 30 Futures markets as a risk management tool for Latin American commodity exports: some pending issues (División de Comercio Internacional, Transporte y Financiamiento). Autor: M. Kuwayama
- 31 Exportaciones argentinas de bienes: evolución de 1970 a 1993 (División de Estadística y Proyecciones Económicas). Autor: A.F. Calcagno

- 32 Las exportaciones y el proceso de crecimiento (Secretaría Ejecutiva). Autor: Gonzalo Rivas
- 33 As empresas brasileiras: internacionalização e ajuste à globalização dos mercados (Oficina de la CEPAL en Brasilia). Autor: V. Ventura Dias
- 34 Regionalismo abierto e inversión extranjera en América Latina (División de Comercio Internacional, Transporte y Financiamiento). Autor: A. Di Filippo
- 35 Políticas para el control de los movimientos de capitales financieros (División de Comercio Internacional, Transporte y Financiamiento). Autor: L.F. Jimenez
- 36 La internacionalización de TV globo: cambios organizacionales y nuevas estrategias (Oficina de la CEPAL en Brasilia). Autor: Mauro Fernando Maria Arruda
- 37 Los flujos de capital extranjero en la economía chilena: renovado acceso y nuevos usos (División de Desarrollo Productivo y Empresarial). Autores: A. Calderón y S. Griffith-Jones.
- 38 Competitividad de las empresas latinoamericanas: comportamiento empresarial y políticas de promoción de exportaciones (División de Desarrollo Productivo y Empresarial). Autor: C. Macario
- 39 La modernidad problemática (Secretaría Ejecutiva). Autor: E. Ottone
- 40 Componentes internos y externos de la inflación en Chile: un enfoque de cointegración (División de Comercio Internacional, Transporte y Financiamiento). Autores: R. Martner, D. Titelman y A. Uthoff
- 41 Determinantes del tipo de cambio real de equilibrio en Perú: 1980-1994 (División de Desarrollo Económico). Autora: G. Moguillansky
- 42 Export processing in the Caribbean: lessons from 4 case studies (Naciones Unidas, Nueva York). Autor: L. Willmore
- 43 ¿Es posible crecer con equidad y en democracia? (División de Desarrollo Productivo y Empresarial). Autores: E. Lahera, J. Ramos y O. Rosales
- 44 La industria del cuero y la carne: tecnologías limpias y su relocalización debido a restricciones ambientales. El caso de Chile (División de Medio Ambiente y Desarrollo). Autores: H. Durán, y P. Ilabaca

BIBLIOTECA
CEPAL

02841:DDT

CLI