

# Mayor productividad y rentabilidad con Producción Más Limpia

SANT- 01 Noviembre, 2002

## ESTUDIO DE CASO Nº 14

**EMPRESA: CURTIEMBRE SAN LORENZO (TARIJA - BOLIVIA)**

**DIVISIÓN 19 (SEGÚN CIIU – 3ª REVISIÓN): CURTIDO Y ADOBO DE CUEROS; FABRICACIÓN DE ARTÍCULOS DE CUERO**

**CLASE 1911 (SEGÚN CIIU – 3ª REVISIÓN): CURTIDO Y ADOBO DE CUEROS**

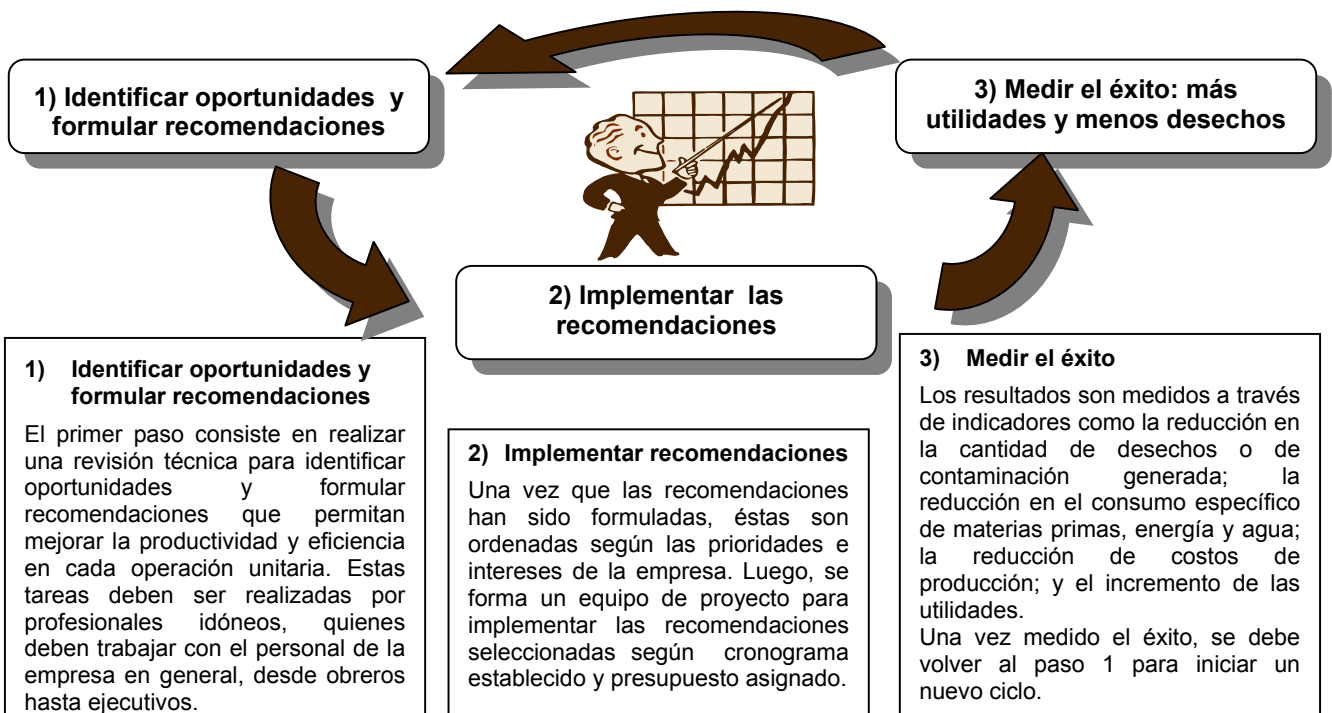
### IMPLEMENTACIÓN DE LAS RECOMENDACIONES DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

RESULTADOS ECONÓMICOS	RESULTADOS AMBIENTALES
<b>INVERSIÓN: 2,240 US\$</b> <b>REDUCCIÓN DE COSTOS: 20,400 US\$/AÑO</b> <b>RETORNO SOBRE LA INVERSIÓN: 900%</b>	<b>AHORRO EN AGUA: 555 m<sup>3</sup>/AÑO (14%)</b> <b>REDUCCIÓN EN EL CONSUMO DE SAL COMÚN: 21,500 KG/AÑO (44%)</b> <b>REDUCCIÓN EN EL CONSUMO DE SULFURO DE SODIO: 575 KG/AÑO (24%)</b> <b>REDUCCIÓN EN EL CONSUMO DE CAL: 1,530 KG/AÑO (24%)</b> <b>REDUCCIÓN EN EL CONSUMO DE SALES DE CROMO: 760 KG/AÑO (15%)</b> <b>REDUCCIÓN EN EL CONSUMO DE TANINOS: 6,240 KG/AÑO (20%)</b> <b>REDUCCIÓN EN EL CONSUMO DE GAS NATURAL: 500 MPC/AÑO (72%)</b>

### ¿QUÉ ES “PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA”?

La “producción más limpia” (PML) es una práctica empresarial que se aplica a todo proceso de cualquier tipo de empresa y subsector industrial, para incrementar la productividad y las utilidades económicas, mediante el uso óptimo de agua, energía y materias primas por unidad de producto, minimizando, al mismo tiempo, la generación de desechos y los costos inherentes al tratamiento y disposición de los mismos.

### CICLO DE LA “PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA”



## Introducción

Este estudio de caso presenta los resultados de la implementación de algunas de las recomendaciones de “producción más limpia” (PML), propuestas por el CPTS a la curtiembre San Lorenzo, ubicada en las proximidades de la ciudad de Tarija (al sur de Bolivia).

Cabe destacar: la rapidez con que San Lorenzo ejecutó las recomendaciones de PML (por ejemplo, la medida de PML referida al descarnado antes del pelambre se hizo rutinaria una semana después de recomendada); que otras recomendaciones de PML, generadas por el personal técnico de la empresa, fueron también implementadas y; que la curtiembre continúa trabajando en este campo, encaminándose, de esta manera, hacia un proceso de mejora continua.

## Producción

La curtiembre San Lorenzo se dedica, desde hace 13 años, al curtido de pieles de vacuno (que constituye el 90% del peso total de pieles procesadas), de oveja (5%) y de cabra (5%). Procesa, en total, una cantidad aproximada de 145 toneladas (t) de piel fresca por año (entendiéndose por “piel fresca” la piel despuntada, o recortada, que no ha sido sometida a operación alguna).

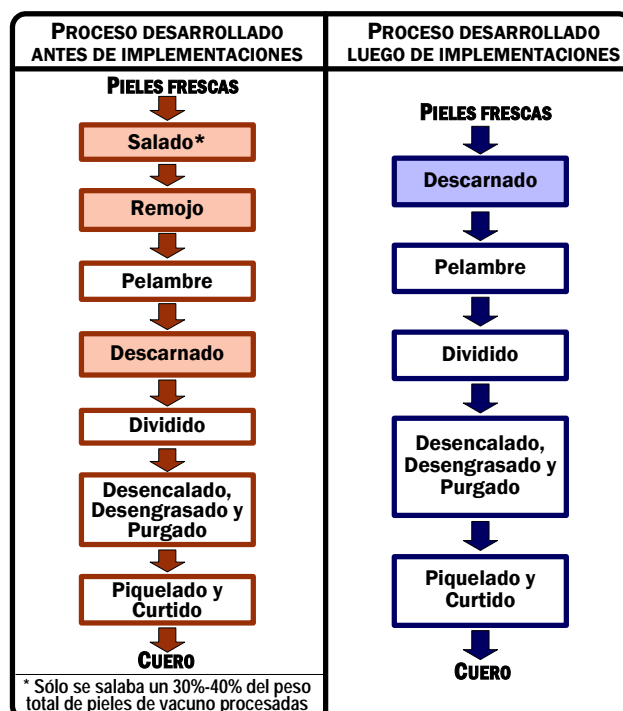
Como productos, obtiene: suela, crupón, vaqueta, wet blue integral, oscarias y gamuzones, del curtido de piel de vacuno; y forros pintado y vegetal, del curtido de las pieles de cabra y de oveja. Estos productos son comercializados en Tarija, La Paz, Cochabamba, Santa Cruz, Chuquisaca y Oruro y, próximamente, se exportarán al Brasil.

San Lorenzo trabaja 9 horas por día, 303 días por año y cuenta con 7 trabajadores.

## Proceso de curtido

La Figura 1 muestra un esquema general simplificado, del proceso de curtido de pieles de vacuno anteriormente desarrollado en San Lorenzo (flujograma izquierdo), y del proceso actual de curtido de pieles de vacuno (flujograma derecho), que se lleva a cabo como resultado de la implementación de las recomendaciones de PML. Como se observa, actualmente las pieles de vacuno no son remojadas ni saladas, pero sí descarnadas, antes del pelambre.

Los procesos de curtido de pieles de oveja y de cabra no han sufrido modificación alguna, siendo prácticamente idénticos al de las pieles de vacuno antes de las implementaciones (ver Figura 1, flujograma izquierdo), con la única diferencia que se sala el 100% de las pieles de oveja y cabra.



**Figura 1** - Proceso de curtido de pieles de vacuno desarrollado antes (izquierda) y después (derecha) de implementar las recomendaciones de PML (esquema simplificado). Se resalta los cambios mayores: descarnado antes del pelambre y la eliminación del salado y del remojo.

## Recomendaciones implementadas

### 1. Reducir el consumo de sal común

*Situación anterior.* Consumo de sal: 341.8 kg/t de piel fresca.

San Lorenzo emplea sal común (NaCl) en el piquelado de las pieles de cabra, oveja y vacuno, y para preservar el 100% de las pieles de cabra y de oveja. Anteriormente, también se utilizaba para preservar el 30%-40% de las pieles de vacuno (ver Figura 1). Debido al salado, la sal sólida, adherida a las pieles, era introducida en los fulones, donde se disolvía, contribuyendo a la contaminación del efluente.

*Situación actual.* Consumo de sal: 190.9 kg/t de piel fresca.

Se ha concienciado al personal para que barra exhaustivamente la sal de las pieles saladas de cabra y oveja, antes de ser introducidas a los fulones, a fin de remover y, luego, reusar la sal sólida contenida en ellas. Para reusar la sal, se ha adquirido un molino, el cual se encarga de pulverizar los gránulos de sal recuperada, asegurando así, una mejor penetración de ésta en las pieles (en la operación de salado) y un menor consumo de sal que cuando ésta es gruesa.

Por otro lado, el salado de las pieles de vacuno se ha eliminado por completo.

## 2. Descarnar antes del pelambre

*Situación anterior. Consumo de agua en el remojo: 2.2 m<sup>3</sup>/t piel fresca; consumo de agua en el pelambre: 8.5 m<sup>3</sup>/t piel fresca; consumo de sulfuro de sodio: 18.2 kg/t piel fresca; consumo de cal: 48.4 kg/t piel fresca.*

El descarnado, operación de remoción de la carnaza (carne, grasa subcutánea y tejido conectivo), se efectuaba después del pelambre; previo a éste, las pieles eran remojadas (ver Figura 1). Por lo tanto, las pieles de vacuno se apelambraban remojadas y sin ser descarnadas, lo que producía consumos innecesarios de insumos en la operación de pelambre.

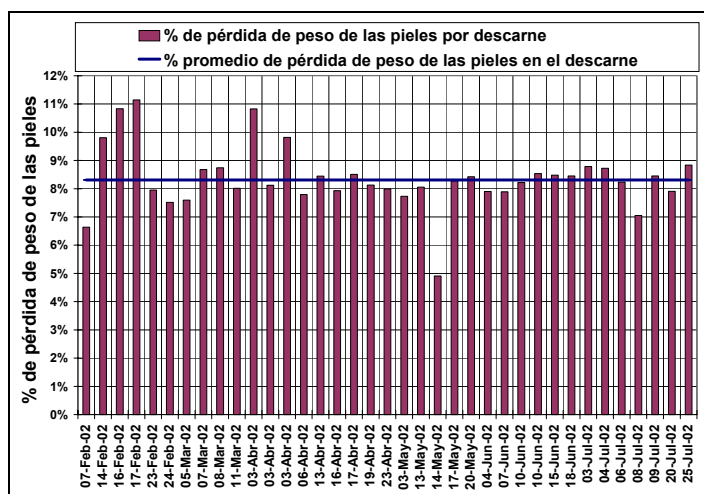
Por otro lado, el no remover el material carnoso adherido a la piel, ocasionaba la formación de arrugas o estrías en los cueros (tanto en los curtidos al cromo como al tanino), consecuentemente, la calidad del producto acabado no era óptima. El arrugamiento se producía por la diferencia en acción de la cal que penetraba más fácilmente por la superficie carente de la carnosidad, dilatándola más que a la capa en contacto con el material carnoso. Es decir que, como consecuencia del diferente hinchamiento entre distintos segmentos de la piel, se producía el arrugamiento.

*Situación actual. Consumo de agua para el remojo: 0 m<sup>3</sup>/t piel fresca; consumo de agua en el pelambre: 6.4 m<sup>3</sup>/t piel fresca; consumo de sulfuro de sodio: 13.8 kg/t piel fresca; consumo de cal: 36.7 kg/t piel fresca.*

El descarnado ahora se efectúa antes del pelambre. También se ha eliminado la operación de remojo y, por consiguiente, se ha reducido el 100% del consumo de agua en esta operación, ya que el mismo día en que las pieles de vacuno llegan a la curtiembre, son descarnadas e introducidas directamente al pelambre (ver Figura 1).

Al constituir la carnaza, aproximadamente, el 8% del peso de la piel fresca, y al haber eliminado la operación de remojo, donde la piel gana peso al absorber agua, se ha logrado reducir, en un 24%, el consumo de insumos en el pelambre (agua, sulfuro de sodio y cal), ya que ahora la dosificación se aplica sobre el peso de la piel fresca y libre de carnazas y no, incorrectamente, sobre el peso de la piel remojada y con carnazas, como se hacía antes.

La Figura 2 muestra los porcentajes de pérdida de peso en las pieles debidos a la operación de descarnado, desde el día en que se efectuó la implementación de dicha operación.

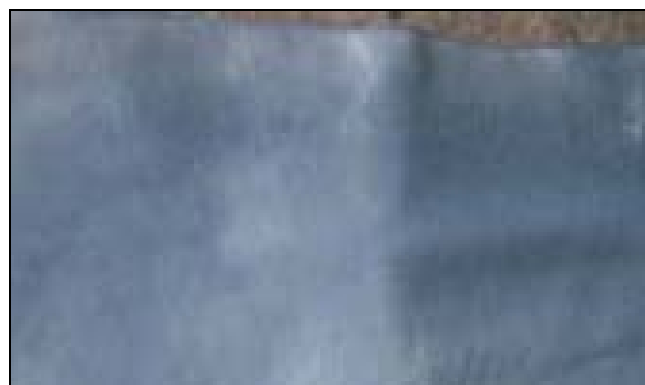


**Figura 2 - Porcentaje de pérdida de peso de las pieles de vacuno por el descarnado (de febrero a julio 2002).**

Otro beneficio importante constituye el incremento en la calidad de los cueros acabados, en vista de que, al remover el material carnoso adherido a la piel, se evita la formación de arrugas o estrías en el wet blue y, por lo tanto, en el cuero acabado (ver Figuras 3, 4, 5 y 6).



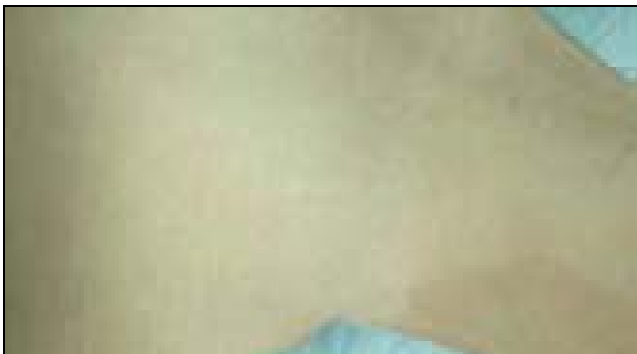
**Figura 3 - Wet blue obtenido antes de implementar la recomendación (descarnado antes del pelambre).**



**Figura 4 - Wet blue obtenido después de implementar la recomendación (descarnado antes del pelambre).**



**Figura 5** - Cuero acabado obtenido antes de implementar la operación de descarnado antes del pelambre.



**Figura 6** - Cuero acabado obtenido después de implementar la operación de descarnado antes del pelambre.

### 3. Optimizar el funcionamiento de la divididora y emplear cal de buena calidad para incrementar el rendimiento en las operaciones de dividido

Además de los beneficios anteriores, el descarnado antes del pelambre (ver anterior recomendación), y, en menor grado, la optimización del funcionamiento de la divididora y el empleo de cal de buena de calidad, han ocasionado el incremento del rendimiento en la producción, que se describe a continuación.

*Situación anterior. Rendimiento de la “flor”:* 17.6 pie<sup>2</sup>/lonja de cuero terminado. *Rendimiento del descarnado:* 23 pie<sup>2</sup>/100 pie<sup>2</sup> de flor.

La máquina divididora no se encontraba óptimamente calibrada por lo que producía superficies onduladas en las pieles luego de la operación de dividido. Por otro lado, se utilizaba cal de mala calidad que no permitía un adecuado hinchamiento de la piel, lo que incidía en rendimientos de producción, tanto de productos provenientes de la “flor” como del “descarnado”, relativamente bajos, en términos de superficie de

cuero acabado obtenido. También, las piedras y otro material duro que contenía la cal de mala calidad, originaban la formación de rayas que no permitían la obtención de un producto de cuero aceptable (ver Figura 7).



**Figura 7** - Rayas en una pieza de wet blue causadas por piedras y otro material duro contenidos en una cal de mala calidad.

*Situación actual. Rendimiento de la “flor”:* 20.1 pie<sup>2</sup>/lonja de cuero terminado. *Rendimiento del descarnado:* 32 pie<sup>2</sup>/100 pie<sup>2</sup> de flor.

La máquina divididora trabaja óptimamente después de haber sido calibrada por un técnico quien también capacitó al personal sobre el manejo y mantenimiento de las adecuadas condiciones de trabajo de la misma.

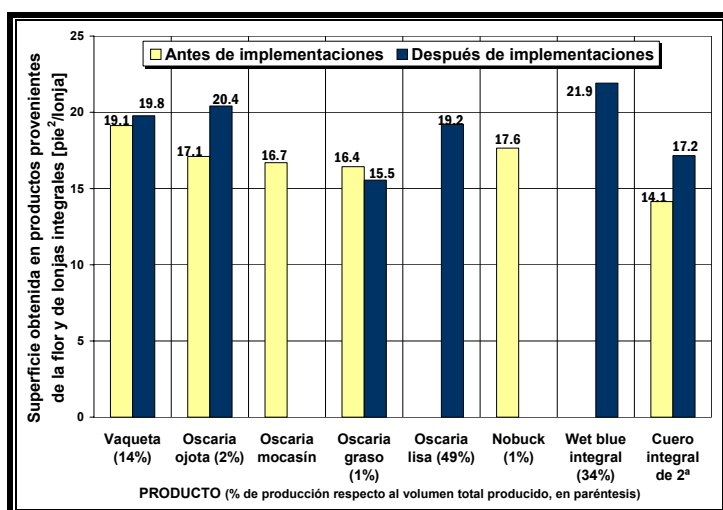
En cuanto a la cal, ahora, ésta es primeramente tamizada, para separar las impurezas más gruesas; posteriormente, se prepara una lechada de cal para eliminar, por sedimentación, las piedras más pequeñas y partículas de carbonato de calcio.

Como resultado directo del tratamiento aplicado a la cal, se tiene una mayor calidad de cuero, ya que no se observan más las rayas mencionadas anteriormente.

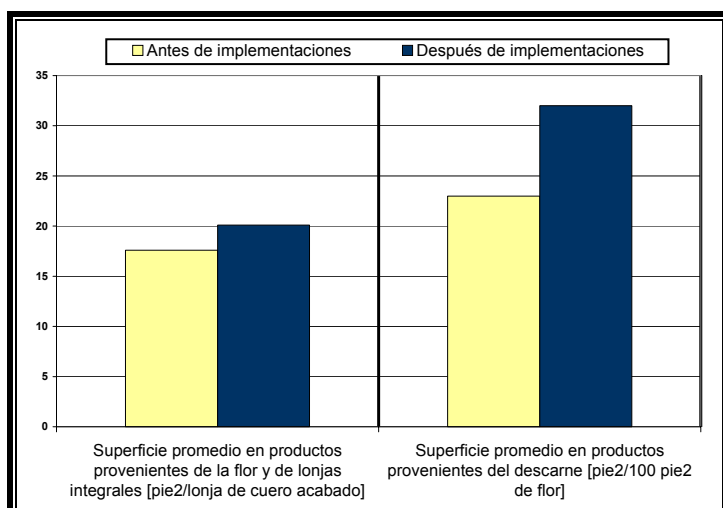
En síntesis, como resultado de:

- tener la divididora trabajando adecuadamente;
- utilizar cal de buena calidad, lo que, además de haber eliminado la presencia de rayas en el cuero, provoca un hinchamiento apropiado de la piel; y, sobretodo,
- efectuar el descarnado antes del pelambre;

se ha obtenido un incremento generalizado en la superficie, tanto de los productos provenientes de la flor y de lonjas integrales, como del descarnado (ver Figuras 8 y 9).



**Figura 8 - Rendimiento de la producción de cuero proveniente de la "flor" y de lonjas integrales, por producto, en términos de superficie por lonja de cuero acabado, antes y después de implementar las recomendaciones de PML.**



**Figura 9 – Rendimientos globales obtenidos en la producción de cuero proveniente de la flor y de lonjas integrales (izquierda) y en la producción de cuero proveniente del "descarne" (derecha), antes y después de implementar las recomendaciones de PML.**

#### 4. Reciclar los licores agotados del curtido

**Situación anterior.** Consumo de sales de cromo: 69.6 kg/t piel fresca; consumo de taninos: 431.9 kg/t piel fresca.

Los baños agotados de las operaciones de curtido al cromo y al tanino eran descargados directamente al efluente.

**Situación actual.** Consumo de sales de cromo: 59.2 kg/t piel fresca; consumo de taninos: 345.5 kg/t piel fresca.

Se ha disminuido, en 15%, el consumo de sales de cromo y, en 20%, el de taninos, como resultado del reciclaje de los licores agotados del curtido tanto al cromo como vegetal.

El procedimiento general consiste en tratar pieles vírgenes, principalmente de cabra y oveja, con las soluciones usadas de curtido (al cromo o al tanino), hasta que las pieles absorban al máximo los contenidos residuales de sales de cromo y tanino, y los licores queden completamente agotados y se vuelvan prácticamente incoloros (ver Figuras 10 y 11).



**Figura 10 - Licor de curtido al cromo a reciclar (izquierda) y licor de curtido al cromo reciclado (derecha).**



**Figura 11 - Licor de curtido al tanino a reciclar (derecha) y licor de curtido al tanino reciclado (izquierda).**

Con el procedimiento de reciclaje descrito, San Lorenzo produce "forro pintado", con los licores agotados del curtido al cromo, y "forro vegetal", con los baños agotados del curtido al tanino o vegetal.

## 5. Reducir el consumo de energía térmica

*Situación anterior. Consumo de gas natural: 4.86 millares de pies cúbicos (mpc)/t piel fresca.*

La caldera operaba a una temperatura de vapor de 150°C y a una presión de 50 psi, innecesariamente. En cuanto al proceso de combustión, la mezcla aire-combustible, en el quemador, no era óptima, ya que se tenía un exceso de alimentación de gas natural, lo que producía que los gases de chimenea salgan a una temperatura elevada (150°C).

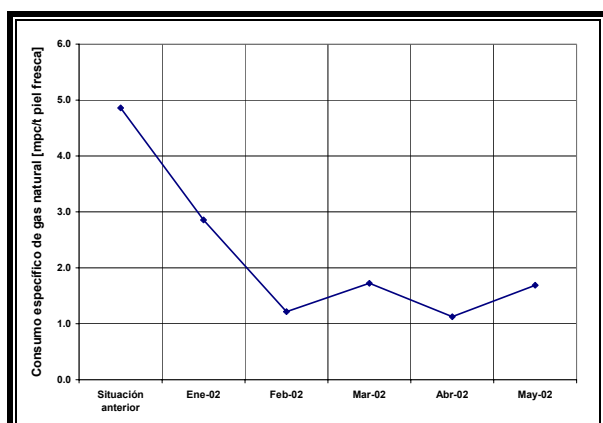
Por otro lado, existían pérdidas de calor importantes, no sólo en la caldera en sí, por el mal estado de algunas chapas de acero, sino también en el sistema de tuberías de distribución de vapor, por la falta de un adecuado mantenimiento.

Por último, las trampas de vapor no funcionaban adecuadamente.

*Situación actual. Consumo de gas natural: 1.35 mpc/t piel fresca.*

La caldera tiene ahora un desempeño más adecuado debido a que la presión de trabajo fue disminuida a 12 psi, suficiente para la generación de vapor destinado al calentamiento de agua, de la planchadora y de la secadora. También, la alimentación de gas natural al quemador ha sido reducida, de 12.7 pie<sup>3</sup>/min a 7 pie<sup>3</sup>/min, lo que ha permitido una combustión más eficiente en vista de que ya no se desperdicia combustible. Finalmente, se ha reemplazado las tuberías y las chapas del caldero en mal estado y se ha reparado las trampas de vapor.

La ejecución de las medidas mencionadas, ha provocado una reducción del 72% en el consumo de gas natural, como muestra la Figura 12.



**Figura 12 - Reducción del consumo de gas natural en San Lorenzo**

## 6. Emplear tarugos de tamaño proporcional a las dimensiones de los fulones

*Situación anterior.*

Los tarugos, clavijas de madera fijadas en el interior de los fulones para evitar que las pieles se adhieran entre sí y facilitar la absorción de los insumos químicos en éstas durante las diferentes operaciones del proceso de curtido, eran todos del mismo tamaño, sin importar las dimensiones de los fulones.

*Situación actual.*

Las dimensiones de los tarugos (ver Figura 13) guardan relación con las dimensiones del fulón (la longitud es 1/8 de la longitud del fulón y, el grosor, 1/6 de la longitud del tarugo). Por tanto, los insumos químicos ahora son absorbidos más eficientemente, lo que ha conseguido reducir su consumo y disminuir las descargas contaminantes al efluente.



**Figura 13 - Tarugo original utilizado en diferentes tamaños de fulones (abajo) y tarugos modificados según las dimensiones de los fulones (al medio y arriba).**

## 7. Otras medidas

Se ha instalado una bomba de presión (de 1 hp) en la línea de alimentación de agua a la planta (en la salida del tanque de agua), con lo que se ha conseguido disminuir los tiempos de lavado, y por consiguiente, la cantidad de agua empleada en las operaciones de limpieza. También, se ha reparado mangueras y ajustado llaves para eliminar fugas. Asimismo, se ha concienciado al personal para que limpie de mejor manera las instalaciones, debiendo utilizar la menor cantidad de agua posible.

Por último, se ha cambiado el material del sistema de tuberías de alimentación de agua caliente a los fulones, de plástico por cañería galvanizada.

### Beneficios de la práctica de PML

Mediante la ejecución de medidas de PML, San Lorenzo ha conseguido reducir el consumo de agua, insumos químicos y energía térmica, así como disminuir la cantidad de descargas contaminantes; además ha logrado el mejoramiento de la calidad del

cuero acabado y el incremento de los rendimientos de producción. A su vez, estas medidas de PML han generado ahorros económicos significativos y un mejor desempeño ambiental de la empresa.

Los beneficios, tanto ambientales como económicos, se detallan en las Tablas 1 y 2.

**Tabla 1. Mejoras en el desempeño de la curtiembre San Lorenzo según indicadores antes y después de implementar las recomendaciones de PML**

Indicador de desempeño*	Antes	Después	Reducción	% Reducción
Consumo de agua [m <sup>3</sup> /tonelada piel fresca]	31.6	No cuantificado	4.3 **	14% **
Consumo de sal común [kg de sal/tonelada piel fresca]	341.8	190.9	150.9	44%
Consumo de sulfuro de sodio [kg sulfuro de sodio/tonelada piel fresca]	18.2	13.8	4.4	24%
Consumo de cal [kg/tonelada piel fresca]	48.4	36.7	11.7	24%
Consumo de sales de cromo [kg sales de cromo/tonelada piel fresca curtida al cromo]	69.6	59.2	10.4	15%
Consumo de taninos [kg de taninos/tonelada piel fresca curtida al tanino]	431.9	345.5	86.4	20%
Consumo de gas natural [mpc/tonelada piel fresca]	4.86	1.35	3.51	72%

\* Todos los indicadores están calculados por tonelada de piel fresca, entendiéndose por “piel fresca” la piel despuntada (o recortada) que no ha sido sometida a operación alguna.

\*\* Se refiere solamente a la reducción en el consumo de agua por la eliminación del remojo y por la reducción del uso de este insumo en el pelambre.

**Tabla 2. Beneficios ambientales, ahorros, inversiones y retornos**

Recomendación	Beneficio Ambiental	Ahorros anuales [US\$/año]	Inversión [US\$]	Retorno [%]
Reducir el consumo de sal común	- Reducción de 21,500 kg/año en el consumo y descargas (al efluente) de sal (44% del consumo de sal total).	650	800	81%

Recomendación	Beneficio Ambiental	Ahorros anuales [US\$/año]	Inversión [US\$]	Retorno [%]
Descarnar antes del pelambre	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducción de 555 m<sup>3</sup>/año en el consumo y descargas de agua (14% del consumo total).</li> <li>- Reducción de 575 kg/año en el consumo y descargas (al efluente) de Na<sub>2</sub>S (24% del consumo de sulfuro de sodio total).</li> <li>- Reducción de 1,530 kg/año en el consumo y descargas (al efluente) de cal (24% del consumo total).</li> </ul>	740	Mínima	Inmediato
Optimizar el funcionamiento de la divididora y emplear cal de buena calidad para incrementar el rendimiento en las operaciones de dividido	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducción en la generación de residuos sólidos en la divididora.</li> </ul>	7,650*	500	1,500%
Reciclar los licores agotados del curtido	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducción de 760 kg/año en el consumo y descargas (al efluente) de sales de cromo (15% del consumo total de sales de cromo).</li> <li>- Reducción de 6,240 kg/año en el consumo y descargas (al efluente) de taninos (20% del consumo total de taninos).</li> </ul>	9,570	Mínima	Inmediato
Reducir el consumo de energía térmica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso más eficiente de la energía térmica.</li> <li>- Reducción de 500 mpc/año en el consumo de gas natural (72% del consumo total).</li> <li>- Reducción en la emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.</li> </ul>	1,800	300	600%
Emplear tarugos de tamaño proporcional a las dimensiones de los fulones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducción del consumo y descargas (al efluente) de insumos químicos.</li> </ul>	No cuantificados	200	--
Otras medidas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducción del consumo y descargas de agua.</li> </ul>	No cuantificados	440	--
<b>TOTAL</b>		<b>20,410</b>	<b>2,240</b>	<b>910%</b>

\* Ahorro debido al incremento de la superficie útil de cuero obtenida.

“Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles”, CPTS, Av. Mcal. Santa Cruz N° 1392, Edif. Cámara Nacional de Comercio, Piso 12, Tel.: (591-2) 2319891, Fax: (591-2) 2319903, Casilla 2603, La Paz – Bolivia.