

EMPRESA: FRIGORÍFICO BOLIVIANO 2

DIVISIÓN 15: ELABORACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS Y BEBIDAS
CLASE 1511: PRODUCCIÓN, PROCESAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE CARNE
(Según la Revisión 3 de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme - CIIU)

IMPLEMENTACIÓN DE LAS RECOMENDACIONES DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

RESULTADOS ECONÓMICOS (*)

- Inversión: 100 US\$
- Reducción de costos: 4,965 US\$/año
- Retorno sobre la inversión: 4,965%

RESULTADOS AMBIENTALES (*)

- Ahorro en energía eléctrica: 320 kWh/año (1.1%)
- Ahorro en el consumo de gas natural: 111 mpc/año (3.1%)
- Reducción de CO₂ a la atmósfera: 6.8 t/año (3.1%)

(*) En el formato numérico, la coma se utiliza como separador de miles, y el punto como separador de decimales.

QUÉ ES “PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA”

“La Producción Más Limpia es la aplicación continua de una estrategia ambiental, preventiva e integrada, a los procesos productivos, a los productos y a los servicios para incrementar la eficiencia global y reducir riesgos para los seres humanos y el ambiente. La Producción Más Limpia puede ser aplicada a los procesos empleados en cualquier industria, a los productos mismos y a los diferentes servicios prestados en una sociedad”.

CICLO DE “PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA”

1) Identificar oportunidades y formular recomendaciones

3) Medir el éxito: más utilidades y menos desechos

2) Implementar las recomendaciones

1) Identificar oportunidades y formular recomendaciones

El primer paso consiste en realizar una revisión técnica para identificar oportunidades y formular recomendaciones que permitan mejorar la productividad y eficiencia en cada operación unitaria. Estas tareas deben ser realizadas por profesionales idóneos, quienes deben trabajar con el personal de la empresa en general, desde obreros hasta ejecutivos.

2) Implementar las recomendaciones

Una vez que las recomendaciones han sido formuladas, éstas son ordenadas según las prioridades e intereses de la empresa. Luego, se forma un equipo de proyecto para implementar las recomendaciones seleccionadas según el cronograma establecido y el presupuesto asignado.

3) Medir el éxito

Los resultados son medidos a través de indicadores como la reducción en la cantidad de desechos o de contaminación generada; la reducción en el consumo específico de materias primas, energía y agua; la reducción de costos de producción; y el incremento de las utilidades. Una vez medido el éxito, se debe volver al paso 1 para iniciar un nuevo ciclo.

INTRODUCCIÓN

Este estudio de caso, elaborado por el CPTS, presenta resultados¹ de la implementación de recomendaciones de producción más limpia en la parte de eficiencia energética, propuestas por el ESMAP², a partir del diagnóstico ejecutado mediante contrato con la empresa PA Energía, a un frigorífico boliviano dedicado al faeno de reses y comercialización de carne.

PRODUCCIÓN

Se trata de un matadero frigorífico que cuenta con una capacidad instalada de faenado de 60 reses por hora. La mayor demanda eléctrica corresponde al sistema de frío, como ocurre en la mayoría de los mataderos frigoríficos.

RECOMENDACIONES IMPLEMENTADAS

Las recomendaciones implementadas por el Frigorífico Boliviano 2 están relacionadas con el control de la demanda de potencia, la energía reactiva de las bombas de agua y la eficiencia en la combustión de la caldera.

1. CONTROL DE LA MÁXIMA DEMANDA DE POTENCIA ELÉCTRICA EN LOS COMPRESORES DE LOS SISTEMAS DE FRÍO (PARTE 1)

Situación anterior: Máxima demanda = 271 kW

La empresa cuenta con dos compresores para las cámaras de frío. Normalmente utiliza un solo compresor para enfriar dichas cámaras; el otro, lo utiliza como reserva para las ocasiones en las que el compresor en operación falle o se encuentre inoperable por razones de mantenimiento. Con objeto de asegurar que el compresor de reserva se encuentre en condiciones operativas adecuadas, de vez en cuando, la empresa probaba haciéndolo funcionar durante aproximadamente media hora. Sin embargo, esta prueba incrementaba considerablemente la demanda máxima de la empresa, puesto que, en algunas ocasiones, la prueba se realizaba mientras estaban en funcionamiento el primer compresor y el resto de los equipos. La demanda de potencia de cada uno de los compresores está en el orden de 80 kW. De esta manera, al poner en marcha el segundo compresor, se incrementaba la demanda en 80 kW por encima de la demanda normal de la empresa. Debido a este tipo de práctica, la demanda alcanzó 271 kW en septiembre de 1997.

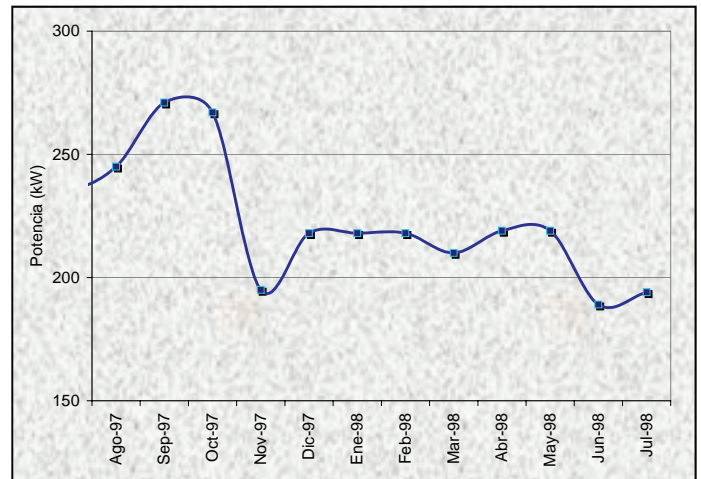
Situación actual: Máxima demanda = 194 kW

Las pruebas de funcionamiento del compresor de reserva se realizan actualmente después de apagar el primer compresor, a fin de que las demandas de potencia de los dos compresores no coincidan. De esta manera, la demanda máxima de potencia registrada a partir del mes de junio de 1998, no superó 194 kW (como se muestra en la Figura 1), y corresponde a una reducción de 77 kW respecto a la demanda máxima registrada para la situación anterior, con la conse-

cuente reducción de los costos asociados al cobro por demanda por parte de la empresa distribuidora (ahorro de 3,000 US\$/año, calculado en base a una tarifa por demanda de alrededor de 3.25 US\$/kW).

- Disminución de la demanda = 77 kW
- Costo de la demanda = 3.25 US\$/kWmes
- Ahorro = 3.25 US\$/kWmes x 77 kW x 12 meses/año = 3,003 US\$/año
- Inversión = 0 US\$

Figura 1 Demanda máxima de potencia (mensual)

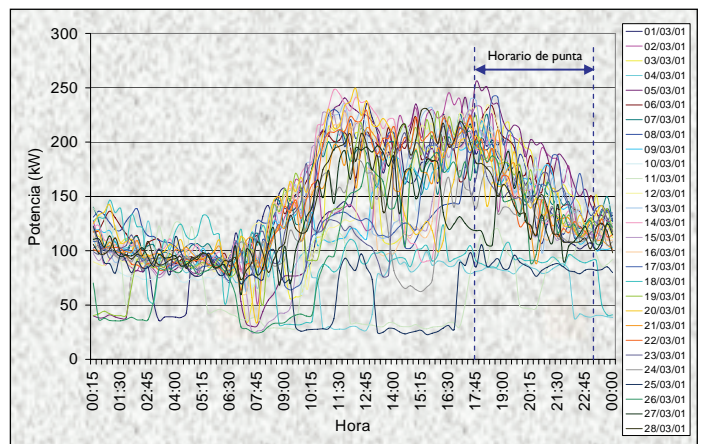


2. CONTROL DE LA MÁXIMA DEMANDA DE POTENCIA ELÉCTRICA EN PLANTA (PARTE 2)

Situación anterior: Máxima demanda = 253 kW; demanda de potencia en horario de punta = 253 kW.

La empresa no realizaba el control de la máxima demanda global de la planta. La Figura 2 muestra las curvas de demanda diaria de la empresa registradas durante el mes de marzo de 2001. La máxima demanda registrada en ese mes fue de 253 kW, y se dio dentro del horario de punta (de 18:00 a 23:00).

Figura 2 Curvas diarias de potencia demandada para el mes



de marzo de 2001 (antes de la implementación)

Situación actual: Máxima demanda = 240 kW; demanda de

¹ En el formato numérico, la coma se utiliza como separador de miles, y el punto como separador de decimales.

² El CPTS nace por convenio entre el Viceministerio de Energía e Hidrocarburos y la Cámara Nacional de Industrias, mediante la fusión del Programa de Asistencia para el Manejo del Sector Energético (ESMAP) y el Proyecto para la Prevención de la Contaminación Ambiental en Bolivia (EP3/Bolivia).

potencia en horario de punta = 200 kW.

Aprovechando el cambio de periodo eléctrico, se ha procedido a realizar un manejo y un control de la máxima demanda, que permita disminuir su magnitud tanto dentro del horario de punta como fuera del mismo.

Para asegurar que la demanda máxima de potencia se mantenga por debajo del valor contratado, se han tomado algunas medidas, especialmente durante el horario de punta (18:00 a 23:00), por tener éste un mayor costo por potencia demandada. Algunas de las medidas que han sido aplicadas por la empresa han sido las siguientes:

- Apagar el aire acondicionado de las oficinas del sector administrativo a partir de las 17:45.
- Apagar las dos bombas de agua de 7,5 HP y 15 HP, durante el horario de punta (tomando la precaución de llenar con anterioridad los tanques de agua).
- Apagar las tres bombas de agua que alimentan a la planta durante el horario de punta (se hace funcionar solo la bomba de 10 HP), y se coordina para que el uso de agua en este horario sea el mínimo posible.
- De las cuatro bombas para aguas servidas (dos bombas de 7,5 HP y dos de 5 HP), sólo se está utilizando una de 5 HP.
- De las dos bombas para aguas verdes (de 3 HP y 5 HP), solo se hace funcionar la de 5 HP.

Con la aplicación de estas medidas, se logró reducir la demanda máxima en 53 kW dentro del horario de punta, y en 13 kW fuera del horario de punta. La Figura 3 muestra las curvas diarias de potencia demandada que se registraron durante el mes de mayo de 2001, mes en el que se implementaron las medidas. Los ahorros correspondientes fueron de 146.2 US\$/mes (1,754 US\$/año).

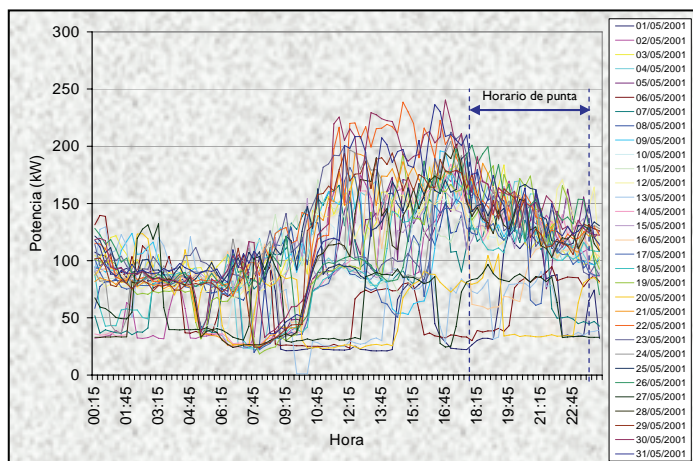


Figura 3 Curvas diarias de potencia demandada para el mes de mayo de 2001 (después de la implementación)

3. CAMBIO DE UBICACIÓN DE CAPACITORES

Situación anterior: Sobrecalentamiento de los cables eléctricos de las bombas de agua. Consumo de energía activa de las bombas de agua = 29,120 kWh/año.

Los cables eléctricos entre el tablero principal y las bombas de agua se calentaban debido al incremento de la corriente por el bajo factor de potencia de las bombas, provocando, además, un consumo adicional de energía eléctrica. La empresa contaba con un banco de capacitores ubicado en el tablero eléctrico principal de la planta, que permitía la compensación de la potencia reactiva en el punto de suministro de energía eléctrica, no así en las cargas que generaban la potencia reactiva (p.ej.: en las bombas de agua). La Figura 4 presenta las mediciones de potencia reactiva de las bombas de agua antes de la aplicación de la recomendación.

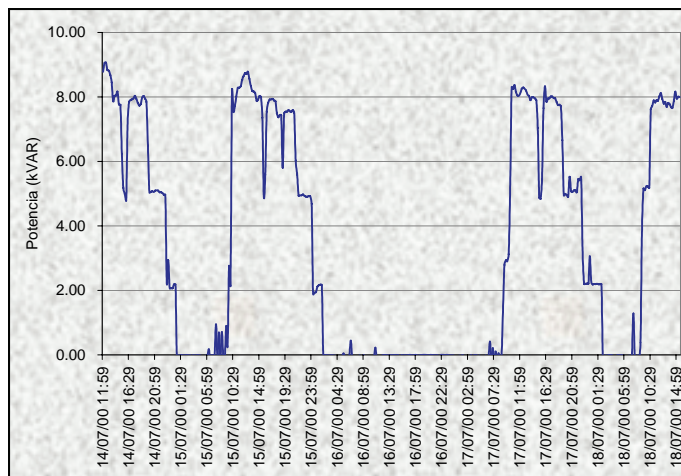


Figura 4 Potencia reactiva en bombas de agua

Situación actual: Cables eléctricos a temperatura ambiente. Consumo de energía activa de las bombas de agua = 28,800 kWh/año.

La empresa reubicó parte de los capacitores del tablero principal, instalándolos en el tablero ubicado cerca de las bombas de agua. El traslado de estos capacitores ha reducido el sobrecalentamiento (por efecto Joule) de los cables eléctricos que conectan el tablero principal con el tablero de las bombas de agua. Esta acción evitó el reemplazo de los cables existentes por otros de mayor calibre y, adicionalmente, permitió la reducción de 320 kWh/año, con un pequeño ahorro económico equivalente a 25 US\$/año. La inversión fue prácticamente despreciable, puesto que consistió solamente en trasladar algunos de los capacitores que ya se encontraban en el banco de capacitores principal.

- Reducción en el consumo de energía eléctrica = 320 kWh/año.
- Costo de la energía = 0.078 US\$/kWh
- Ahorro = 0.078 US\$/kWh x 320 kWh/año = 25 US\$/año
- Inversión = 0 US\$

4. MEJORA EN EL RENDIMIENTO DE COMBUSTIÓN DE LA CALDERA

Situación anterior: Consumo de Gas Natural = 3,600 mpc/año (calculado a partir del consumo de los doce últimos meses anteriores a la implementación).

El quemador de la caldera que posee la empresa para la producción de vapor, operaba con un exceso de aire para la combustión del gas natural, con el consecuente enfriamiento de los gases de combustión, disminuyendo la transferencia de calor y, por ende, la eficiencia en la producción de vapor.

Situación actual: Consumo de Gas Natural = 3,489 mpc/año (estimado a partir de las mediciones puntuales realizadas en las semanas siguientes después de la implementación).

La empresa realizó un ajuste de la relación aire combustible, logrando incrementar la eficiencia del 88.3% al 91.4%. El consumo de combustible se redujo en 111 mpc/año, con un ahorro económico equivalente a 190 US\$/año. El costo del servicio para la regulación de la caldera fue del orden de 100 US\$.

- Eficiencia de combustión inicial = 88.3%
- Eficiencia de combustión final = 91.4%

- Consumo anual de GN = 3,600 mpc/año
- Costo de GN = 1.7 US\$/mpc
- Ahorro = 3,600 mpc/año x (0.914 - 0.883) = 111 mpc/año
- Ahorro = 111 mpc/año x 1.7 US\$/mpc ≈ 190 US\$/año
- Inversión = en el orden de 100 US\$
- Retorno inversión = en el orden de 6 meses

Por otro lado, se ha reducido la cantidad de dióxido de carbono emitida al medio ambiente por la caldera.

BENEFICIOS DE LA PRÁCTICA DE PML

Mediante la implementación de medidas de PML, el Frigorífico Boliviano 2 ha logrado mayor eficiencia en el uso de energía, tanto eléctrica, como térmica en las operaciones de faeno, con la consecuente mejora en el desempeño ambiental de la empresa y el beneficio económico asociado al ahorro de energía eléctrica y gas natural. Un resumen de los beneficios ambientales y económicos mencionados se muestra en las Tablas 1 y 2.

Tabla 1. Mejoras en el desempeño del frigorífico según indicadores antes y después de implementar las recomendaciones de PML

Medida	Antes	Después	Reducción	% Reducción
Consumo de energía en bombas de agua [kWh/año]	29,120	28,800	320	1.1%
Consumo de GN [mpc/año]	3,600	3,489	111	3.1%

Tabla 2. Beneficios ambientales, ahorros, inversiones y retornos

Medida	Beneficio Ambiental	Ahorros anuales [US\$/año]	Inversión [US\$]	Retorno [%]
Control de la máxima demanda de potencia eléctrica en los compresores de los sistemas de frío (parte 1)	No cuantificado	3,000	Mínima	Inmediato
Control de la máxima demanda de potencia eléctrica en planta (parte 2)	No cuantificado	1,750	Mínima	Inmediato
Cambio de ubicación de capacitores	Disminución en las emisiones de CO ₂ a la atmósfera, por la reducción en la generación de 320 kWh/año de energía eléctrica ³	25	Mínima	Inmediato
Mejora en el rendimiento de combustión de la caldera	Reducción en la emisión de CO ₂ a la atmósfera en 6.8 t/año	190	100	190%
Totales		4,965	100	4,965%

³ Asumiendo que en el Sistema Interconectado Nacional la participación en la generación de energía eléctrica de las centrales térmicas es de un 40%, y asumiendo que el rendimiento de estas centrales es del orden del 30%, se tiene una emisión de 250 g de CO₂ por kWh eléctrico. Sobre esta base, la emisión de CO₂ se habría reducido en aproximadamente 80 kg/año.



Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles - CPTS

Av. Mcal. Santa Cruz, N° 1392, Edif. Cámara Nacional de Comercio, Piso 12
Telf: (591-2) 2319891, Fax: (591-2) 2319903
Casilla 2603
Correo electrónico: decpts@adslmail.entelnet.bo
La Paz - Bolivia