

EMBT-01

## ESTUDIO DE CASO PML- 031 EMBOTELLADORAS BOLIVIANAS S.A. EMBOL - TARIJA

Junio 2007

**DIVISIÓN 15: ELABORACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS Y BEBIDAS**  
**CLASE 1554: ELABORACIÓN DE BEBIDAS NO ALCOHÓLICAS**  
(Según la Revisión 3 de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme - CIIU)

### IMPLEMENTACIÓN DE LAS RECOMENDACIONES DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

#### RESULTADOS ECONÓMICOS (\*)

- Inversión: no determinada
- Beneficio económico: 302,660 US\$/año
- Retorno sobre la inversión: no aplica

#### RESULTADOS AMBIENTALES (\*)

- Reducción del consumo de energía eléctrica en 456,900 kWh/año
- Reducción del consumo de GN en 15,750 mpc/año
- Reducción del consumo de agua en 18,000 m<sup>3</sup>/año
- Reducción del consumo de azúcar en 765 t/año
- Reducción del consumo de NaOH en 21 t/año
- Reducción del consumo de carbón activado en 1.6 t/año

(\*) 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 trabajo 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 presenta los resultados alcanzados por Embotelladoras Bolivianas, de aquí en adelante EMBOL-Tarija, ubicada en el barrio de San Jorge de la ciudad de Tarija. Estos logros son el resultado de la implementación de las recomendaciones de producción más limpia (PML) propuestas por la misma empresa, luego de haber recibido la capacitación en Producción Más Limpia por parte del Proyecto para la Prevención de la Contaminación Ambiental en Bolivia (EP3/Bolivia), hoy Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (CPTS).

EMBOL implementó una serie de medidas con el propósito de reducir el consumo de agua, energía eléctrica y térmica, y otros insumos. A partir de estas medidas logró reducir el impacto ambiental propio de su actividad productiva.

## PRODUCCIÓN

EMBOL-Tarija es una empresa dedicada a la elaboración de refrescos, entre ellos: Coca Cola, Fanta, Sprite y Simba.

Durante el año 1996, año de referencia para cuantificar las mejoras alcanzadas, la empresa elaboró 2,284 m<sup>3</sup> de refresco, mientras que en el periodo julio 2005 a junio 2006, elaboró 9,531 m<sup>3</sup> de refresco. El incremento de la producción, respecto al año de referencia, fue del 400% (en 10 años).

## RECOMENDACIONES IMPLEMENTADAS

### 1. MEJORAS EN LA GESTIÓN DEL AGUA

Situación anterior: Consumo específico de agua = 5.64 m<sup>3</sup> de agua/m<sup>3</sup> de refresco.

La empresa utiliza agua de pozo para el desarrollo de todas sus actividades. Una parte del agua es utilizada como materia prima para la elaboración del producto, y otra, para el lavado de las botellas, limpieza de equipos y planta, servicios sanitarios, regado de jardines, etc. La empresa confrontaba los siguientes problemas en relación a la gestión del agua:

- No tenía instalados medidores de agua, por tanto, no se controlaba la cantidad de agua que se utilizaba por sección y/u operación.
- La bomba utilizada para alimentar agua a la lavadora, era de 7.5 hp la cual producía gran presión y un gasto innecesario de agua.
- Las mangueras destinadas a la limpieza de equipos y pisos, no tenían reductores de presión.
- Se tenía pérdidas de producto, debido, principalmente, a que durante los diferentes controles de calidad del producto, se utilizaba muestras cuyo volumen era muy superior al necesario.
- Se tenía varias fugas de agua en distintos puntos de la planta.
- No se realizaba el control de la cantidad de agua utilizada para refrigerar los sellos de las bombas.

Situación actual: Consumo específico de agua = 3.75 m<sup>3</sup> de agua/m<sup>3</sup> de refresco.

Para disminuir el consumo y utilizar el agua de manera eficiente, la empresa introdujo los siguientes cambios:

- Instaló 5 medidores de agua en los siguientes puntos: uno principal en el tanque que alimenta a toda la planta; dos para controlar el consumo de agua tratada y de agua blanda, respectivamente; y otros dos para la producción de hielo y el lavado de botellas. De esta manera, la empresa puede monitorear el consumo en las distintas operaciones.
- Sustituyó la bomba de 7.5 hp que alimentaba a la lavadora, por dos de menor potencia, reduciendo el caudal de agua que ingresa a la lavadora.
- Colocó reductores de presión a todas las mangueras que se utilizan para realizar las operaciones de limpieza.
- Redujo el volumen de las muestras utilizadas para realizar los diferentes controles de calidad.
- Instaló solenoides para controlar el agua de refrigeración en las bombas del equipo de filtración.

### 2. REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AZÚCAR

Situación anterior: Consumo de azúcar = 192.61 kg/m<sup>3</sup> de refresco, consumo de carbón activado = 0.35 kg/m<sup>3</sup> de refresco, consumo de tierras filtrantes = 0.40 kg/m<sup>3</sup> de refresco.

Una vez que se terminaba la preparación del jarabe simple, los restos de jarabe que quedaban en el fondo del tanque eran eliminados al efluente. Los restos de jarabe contenían una cantidad importante de azúcar.

Se tenía problemas con la calidad del azúcar que obligaba a utilizar mayor cantidad de carbón activado durante el filtrado.

Se tenía mermas durante el manejo y almacenamiento del azúcar antes que ingrese al proceso.

Situación actual: Consumo de azúcar = 112.31 kg/m<sup>3</sup> de refresco, consumo de carbón activado = 0.18 kg/m<sup>3</sup> de refresco, consumo de tierras filtrantes = 0.41 kg/m<sup>3</sup> de refresco.

Para reducir el consumo de azúcar, la empresa implementó las siguientes acciones:

- Cambió la ubicación de la llave de salida en el tanque de jarabe simple, colocándola en la parte inferior a fin de que no queden remanentes de jarabe en la base del tanque.
- Eliminó las pérdidas de jarabe simple que ocurrían durante la filtración cuando se impelía el jarabe con aire.
- Evita que queden sobrantes de jarabe simple. Se preparan las unidades de jarabe necesarias para producir volúmenes exactos de refresco.
- Recupera el azúcar que queda atrapada en el carbón activado y las tierras filtrantes haciendo recircular agua por el filtro. Esta solución se utiliza en una nueva preparación.
- Realiza un estricto control de calidad del azúcar en el momento de su recepción en almacenes, y se realiza un mejor control en los inventarios de azúcar.

### 3. REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE NaOH

Situación anterior: Consumo de NaOH = 3.24 kg/m<sup>3</sup> de refresco.

La limpieza y sanitizado del tanque se realizaba todos los días al terminar la jornada de trabajo.

Situación actual: Consumo de NaOH = 0.97 kg/m<sup>3</sup> de refresco.

Se ha optimizado el sistema de limpieza y sanitizado, reduciendo las cantidades de NaOH que se emplea en estas operaciones.

### 4. MEJORAS EN LA GESTIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO

Situación anterior: Consumo específico de energía eléctrica = 85.9 kWh/m<sup>3</sup> de refresco.

La empresa no realizaba control alguno del consumo de energía eléctrica y tenía los siguientes problemas:

- Las cintas de transporte no tenían variadores de frecuencia, lo que ocasionaba un mayor consumo de energía eléctrica.
- La energía reactiva producida en la planta no era compensada, lo cual ocasionaba cobros adicionales por parte de la empresa de servicio eléctrico (SETAR).
- No se contaba con un medidor que registre la potencia demandada (demandímetro), lo que impedía realizar un control y seguimiento de la demanda.
- No se realizaba el control de los consumos de energía eléctrica en las diferentes secciones.
- Algunos tramos de las instalaciones eléctricas no eran las adecuadas para el trabajo y los requerimientos que tenía la empresa.

Situación actual: Consumo específico de energía eléctrica = 37.9 kWh/m<sup>3</sup> de refresco.

Con el propósito de realizar un manejo más eficiente de la energía eléctrica, la empresa implementó algunas medidas destinadas a mejorar la eficiencia en el uso de la energía, entre ellas:

- Colocó letreros informativos para el cuidado y ahorro de energía eléctrica.
- Controla la demanda de las principales cargas. El compresor de frío que tiene mayor potencia se utiliza sólo cuando se envasan botellas con tamaños mayores a 750 mL, para el envasado de tamaños menores, se utiliza el compresor pequeño. Se evita encender los dos compresores simultáneamente.

- Instaló variadores de frecuencia en los tableros de las cintas de transporte de la llenadora y la encapsuladora, para evitar que las mismas funcionen en vacío.
- Instaló un banco de capacitores para compensar la generación de energía reactiva, de esta manera se evita el pago de montos adicionales por el servicio eléctrico.
- Mejoró el sistema de cableado, para evitar pérdidas de energía por efecto joule.
- Instaló un medidor electrónico que permite la lectura y registro de varios parámetros eléctricos, entre ellos, la máxima demanda registrada.
- Sustituyó algunas bombas de agua, por otras de menor potencia.

### 5. MEJORAS EN EL MANEJO DE LA ENERGÍA TÉRMICA

Situación anterior: Consumo de gas natural = 2 mpc/m<sup>3</sup> de refresco.

El gas natural se utiliza para generar vapor, el cual se emplea en las operaciones de lavado de botellas, sanitizado de tanques y en el calentamiento del gas carbónico (CO<sub>2</sub>). Las red de distribución del vapor no contaba con aislamiento y no se realizaba la recuperación de condensados.

Situación actual: Consumo de gas natural = 0.35 mpc/m<sup>3</sup> de refresco.

Para disminuir el consumo de gas natural EMBOL efectuó las siguientes acciones:

- Aisló las tuberías de toda la red de distribución de vapor.
- Recupera los condensados de vapor para volverlos a utilizar en la caldera.

### BENEFICIOS DE LA PRÁCTICA DE PML

Mediante la aplicación de las medidas de PML antes descritas, EMBOL ha iniciado la introducción de un programa de Producción Más Limpia.

Con las medidas implementadas y el incremento en la producción, la empresa consiguió reducir los consumos específicos de energía eléctrica, gas natural, agua, azúcar NaOH, carbón activado, etc.

Un resumen de los beneficios ambientales y económicos mencionados, se muestra en las Tablas 1 y 2.

**Tabla 1.** Mejoras en el desempeño de Embotelladora Boliviana EMBOL - Tarija, según indicadores medidos antes y después de implementar las recomendaciones de PML.

Indicador de desempeño	Antes	Después	Reducción	Reducción [%]
Consumo de agua [m <sup>3</sup> de agua/m <sup>3</sup> de refresco]	5.64	3.75	1.89	33.5
Consumo de energía eléctrica [kWh/m <sup>3</sup> de refresco]	85.90	37.94	48.00	55.8
Consumo de gas natural [mpc /m <sup>3</sup> de refresco]	2.00	0.35	1.65	82.5
Consumo de azúcar [kg/m <sup>3</sup> de refresco]	192.61	112.31	80.30	41.7
Consumo de NaOH [kg/m <sup>3</sup> de refresco]	3.24	0.97	2.27	70.1
Consumo de carbón activado [kg/m <sup>3</sup> de refresco]	0.35	0.18	0.17	48.6
Consumo de tierras filtrantes [kg/m <sup>3</sup> de refresco]	0.40	0.41	(0.01)	(2.5)

**Tabla 2.** Inversiones, beneficios económicos, retornos y beneficios ambientales.

Recomendación	Inversión [US\$]	Beneficio económico [US\$/año]	Retorno	Beneficio ambiental
1. Mejoras en la gestión del agua	n.d	5,400 (reducción del consumo de agua)	n.a	Se reduce en 18,000 m <sup>3</sup> /año la cantidad de agua utilizada. Se reduce la cantidad de aguas residuales que se descargan en el efluente.
2. Reducción del consumo de azúcar	n.d	222,460 (reducción del consumo de azúcar)	n.a	Se reduce la cantidad de DBO <sub>5</sub>
		4,620 (reducción en el uso de carbón activado)		
		(130) (incremento en el uso de tierras diatomeas)		
3. Reducción del consumo de NaOH	n.d	14,690 (reducción en el uso de NaOH)	n.a	Se reduce la cantidad de NaOH descargada al efluente
4. Mejoras en la gestión del sistema eléctrico	n.d	31,990 (reducción del consumo de energía eléctrica)	n.a	Se reduce en 456,900 kWh/año el consumo de energía eléctrica. Se reduce la emisión de CO <sub>2</sub> a la atmósfera
5. Mejoras en el manejo de la energía térmica	n.d	23,630 (reducción del consumo de gas natural)	n.a	Se reduce en 15,750 mpc/año el consumo de gas natural y se disminuye la emisión de CO <sub>2</sub> al ambiente en aproximadamente 970 t
<b>Totales</b>	n.d	302,660	n.a	

n.d: no determinado; n.a: no aplica

Financiado por:

EMBAJADA  
REAL DE  
DINAMARCA

Elaborado por:



Av. Mariscal Santa Cruz N° 1392  
Edif. Cámara Nacional de Comercio, Piso 12  
Tel.: (591-2) 2319891  
Fax: (591-2) 2319903  
Casilla 2603  
Página Web: [www.cpts.org](http://www.cpts.org)  
Correo electrónico: [direccion.ejecutiva@cpts.org](mailto:direccion.ejecutiva@cpts.org)  
La Paz - Bolivia

Este estudio de caso ha sido producido gracias al apoyo proporcionado por:

- el Pueblo de los Estados Unidos de América, a través de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, USAID, bajo los términos del Acuerdo Cooperativo No. 511-A-00-02-00282-00.
- el Pueblo de Dinamarca, a través de la Embajada Real de Dinamarca, bajo el marco del Convenio Gubernamental entre la República de Bolivia y el Reino de Dinamarca.

Las opiniones expresadas en este documento, no necesariamente reflejan el punto de vista de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional ni de la Embajada Real de Dinamarca.