



## VENTAJAS AMBIENTALES DE LA INSTALACIÓN DE UN DIFUSOR PARA EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE AZÚCAR DE CAÑA

Ingenio LA PROVIDENCIA, Río Seco, Tucumán

### Introducción

El ingenio ARCOR- LA PROVIDENCIA esta ubicado en Río Seco, Provincia de Tucumán. El complejo cuenta con las instalaciones para la elaboración de azúcar de caña y 2000 Ha de tierras propias en la que se produce el 10 % de la materia prima que procesa.

En la temporada 2001 del ingenio se molieron 888.000 Ton de caña y se obtuvieron 80.068 Ton de azúcar y 46.950 Ton de melaza (principal subproducto).

En el periodo de zafra trabajan en el ingenio propiamente dicho aproximadamente 300 personas y en la cosecha y transporte de la caña de campos propios otras 55 personas; a ellos se suman los transportistas de fletes contratados para retirar la caña comprada a cañeros.

La elaboración de azúcar implica, en un esquema muy simplificado, una secuencia integrada por la extracción del jugo de la caña de azúcar, la clarificación y evaporación del jugo extraído, la cristalización y el secado.

La extracción del jugo es una etapa crítica ya que determina en gran medida la eficiencia del proceso; para su ejecución existen dos tipos de tecnologías, el tradicional trapiche y el difusor.

En un trapiche la extracción de sacarosa de la caña de azúcar picada finamente se realiza por efecto de las altas presiones ejercidas por los cilindros de una serie de molinos consecutivos.

Trapiche típico





En un difusor, la caña picada y desfibrada se acondiciona sobre una cinta como un “colchón” que es transportado muy lentamente y permanentemente lavado con jugo recirculado o con agua (ambos a 80 °C), para extraer la sacarosa presente en la caña.



Difusor de caña del ingenio  
La Providencia



## Situación inicial

El ingenio La Providencia tenía en funcionamiento el viejo trapiche instalado desde la década del sesenta, con modificaciones realizadas en los años setenta y mantenido con un estricto y muy completo programa de mantenimiento anual (periodo entre zafra), hasta su remplazo. El mismo tenía una capacidad máxima de molienda de 7.000 Ton caña/día.

En 1998 se decidió reemplazar el trapiche por un difusor de última tecnología, con una capacidad de 10.000 Ton caña/día.

En una primera evaluación de los beneficios del cambio de tecnología surge inmediatamente el aumento de eficiencia en la extracción de sacarosa: con el trapiche se llegaba a obtener como máximo una extracción del 91% (esto es el porcentaje de sacarosa que se envía a fábrica a continuar su proceso con respecto a la sacarosa originalmente presente en la caña) y con el difusor se logra una



extracción mínima del 95 %, pudiendo alcanzar valores superiores al 97 %.

Sin embargo los beneficios de la instalación de un difusor son muchos más que el aumento en la eficiencia de extracción de jugo y todos tienen algún aspecto ambiental relacionado, según se detalla a continuación.

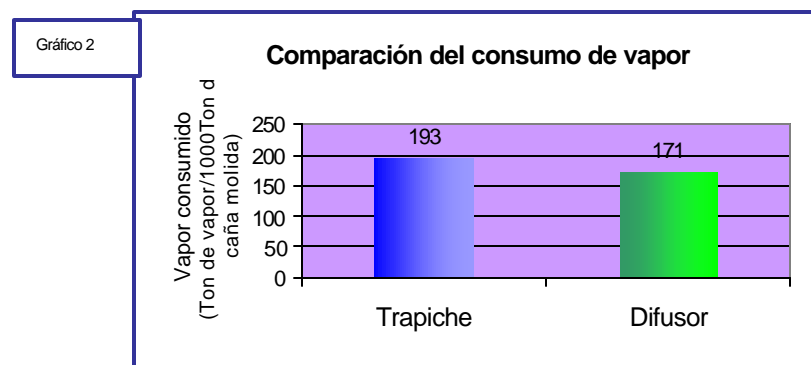
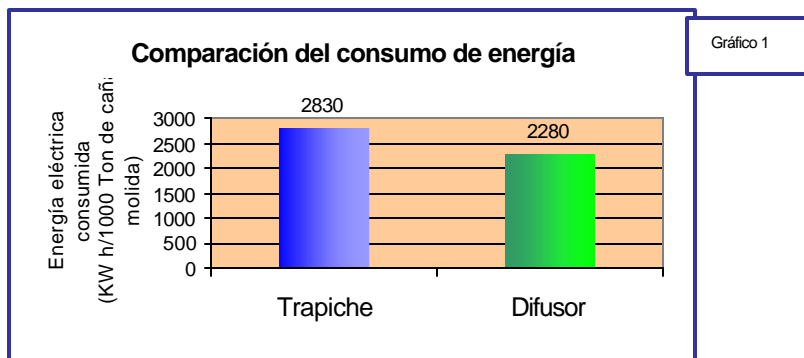
## Estrategia y Resultados

### 1. Consumo de energía eléctrica y vapor de agua

Para el normal funcionamiento de las dos variables tecnológicas comparadas (trapiche y difusor), se requiere diferente cantidad de energía y vapor.

El consumo promedio de energía en los años 1997 y 1998, mientras se operó con el trapiche, fue en promedio 17.544 KWh/día y durante las zafras 1999, 2000 y 2001, utilizando el difusor, el consumo promedio de energía eléctrica fue de 15.960 KWh/día. El consumo de vapor de agua fue el mismo en todas las zafras consideradas pero la cantidad promedio de caña molida/día en las zafras 1997 y 1998 fue de 6200 Ton y en las zafras 1999, 2000 y 2001 fue 7000 Ton.

Los gráficos 1 y 2 representan respectivamente, la cantidad de energía eléctrica y de vapor de agua consumida para moler 1000 toneladas de caña.





### Beneficio ambiental

La incorporación del difusor implica una disminución en el consumo de energía eléctrica de 550 Kwh por cada 1000 Ton molidas, lo que representó en la zafra 2001 un ahorro de energía de 488.400 Kw. Del mismo modo con el uso del difusor en la zafra 2001, se disminuyó el consumo de vapor en 22 Ton por cada 1000 Ton molidas, lo que representa un ahorro total de 19.500 Ton de vapor.

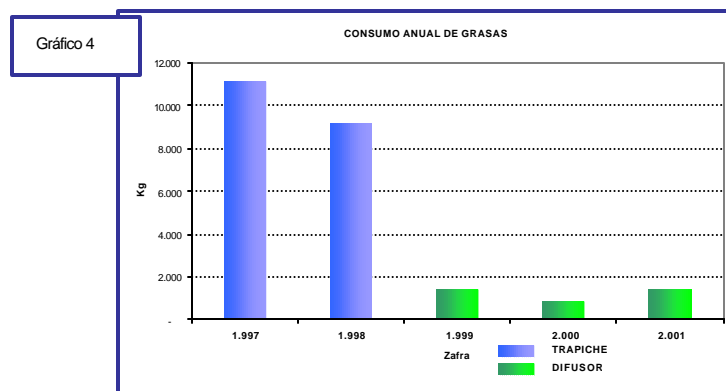
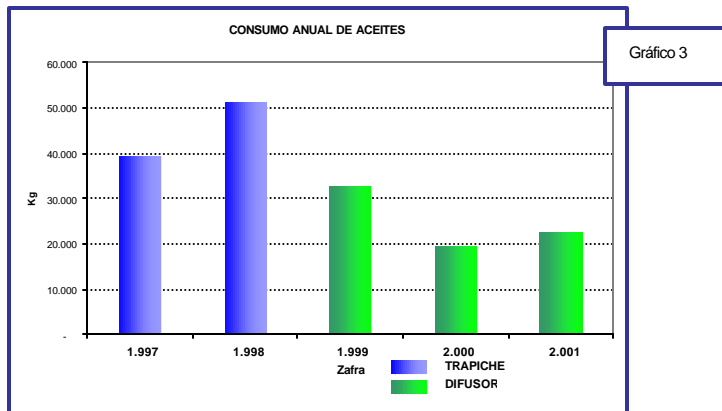
### Beneficio económico

Beneficios anuales	en \$ (considerando fijo el costo del insumo)
<b>Ahorro por disminución de consumo de energía eléctrica</b>	<b>27.000</b>
<b>Ahorro por disminución de consumo de vapor</b> (El costo de vapor fue calculado, suponiendo que la totalidad del mismo se produce con gas natural)	<b>146.000</b>
<b>TOTAL</b>	<b>173.000</b>

## 2. Consumo de lubricantes

El trapiche, instalado hasta el final de la zafra 1998, constaba de seis molinos, cada uno de ellos con tres cilindros ubicados en forma tal que sus centros formaban un triángulo, accionados con turbinas de vapor y reducciones de velocidad desde 3.000 rpm a 5 rpm, por medio de grandes reductores y conjuntos de piñones y coronas. Estos accionamientos movían uno de estos tres cilindros en cada molino, el cual por medio de piñones movía a los dos restantes. Adicionalmente tenía un cuarto cilindro o rolos alimentadores para mejorar la alimentación de caña a cada molino y transportadores de caña entre los molinos. Las altas presiones a las que se sometía la caña eran realizadas por sistemas hidráulicos. Toda esta instalación requería una cantidad muy importante de lubricantes (grasa y aceites), además de todas las tareas de mantenimiento asociadas. (En la foto de un trapiche típico, incluida en un apartado anterior, puede observarse la cantidad y tamaño de accionamientos).

La instalación y puesta en marcha del difusor implicó una reducción en el consumo de lubricantes que se representa en los gráficos 3 y 4.



### Beneficio ambiental

Considerando la cantidad de caña molida, la incorporación del difusor implica:

- ▶ Una disminución en el consumo de aceite del 61 % ya que se consumía un promedio de 7,3 Kg de aceite / Ton de caña molida mientras se empleaba el trapiche y con el uso del difusor se consume un promedio de 2,9 Kg de aceite / Ton de caña molida.
- ▶ Una disminución en el consumo de grasas del 87 % ya que se consumía un promedio de 1,6 Kg de grasa / Ton de caña molida mientras se empleaba el trapiche y con el uso del difusor se consume un promedio de 0,2 Kg / Ton de caña molida.

Esta disminución trae aparejado además del hecho del ahorro de recursos naturales para la fabricación de los lubricantes, otros beneficios ambientales relacionados a la disposición final de los lubricantes usados y la eliminación de pérdidas de lubricantes que terminaban en la corriente de efluente líquido.



### Beneficio económico

Beneficios anuales	en \$ (considerando fijo el costo del insumo)
Ahorro por disminución de consumo de aceites	50.000
Ahorro por disminución de consumo de grasas	30.000
<b>TOTAL</b>	<b>80.000</b>

### 3. Generación de residuos

Uno de los residuos sólidos generados en la elaboración de azúcar de caña es la cachaza (residuo sólido generado en la etapa de clarificación del jugo y que contiene muchos de los coloides de la materia orgánica originalmente dispersa en el jugo). El 100% de la cachaza producida es cargada en camiones y reusada como fertilizante de los suelos de los terrenos de cultivo de caña propios. Debido a la mayor eficiencia del difusor, la cantidad de cachaza generada desde la instalación de este equipo a disminuido considerablemente. Tomando como unidad de medida para la generación de cachaza la cantidad de camiones, el resultado indica que se producían, en promedio, entre 35 y 40 camiones de cachaza / día cuando se utilizaba el trapiche y entre 6 y 12 camiones / día empleando el difusor.

### Beneficio ambiental

La eliminación de aproximadamente 30 camiones / día implica:

- ▶ Disminución del consumo de combustible para el movimiento de los camiones.
- ▶ Disminución de la cantidad de gases de combustión de los motores generada.
- ▶ Disminución de generación de ruido.
- ▶ Disminución de riesgo de accidentes.
- ▶ Disminución de posibilidades de pérdidas de materiales (cachaza)

### Beneficio económico

Beneficios anuales	en \$ (considerando fijo el costo del insumo)
Ahorro por disminución de cantidad de camiones requeridos para transportar la cachaza generada	80.000
<b>TOTAL</b>	<b>80.000</b>



#### 4. Generación de efluente líquido

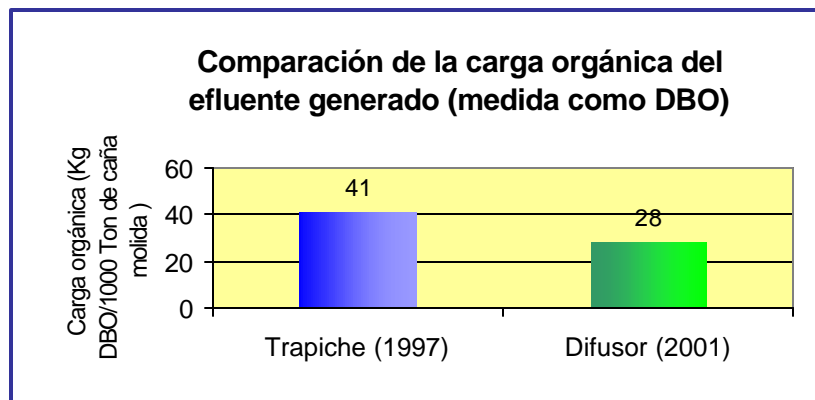
Existen múltiples puntos (equipos y operaciones) en las que se genera el efluente líquido; este efluente es descargado en un sistema interno constituido por canaletas y cañerías, que se unen en un punto antes de la descarga final al río.

Regularmente se realizaban controles periódicos de la totalidad del efluente, en una cámara de medición en un punto antes de la descarga. Adicionalmente, durante la zafra 2001 se instrumentó un control del efluente líquido generado en distintos sectores de la planta, en el que se cuantificó el contenido de azúcares en el efluente, en puntos principales del sistema de desagües interno. Este control permitió detectar importantes valores de pérdidas de azúcar (“pérdidas indeterminadas”) junto con el efluente líquido.

El trapiche tenía pérdidas de jugo (azúcares) y de aceites lubricantes; una fracción importante de ambas pérdidas llegaba a la corriente de efluente líquido aportando su carga orgánica al efluente total y aumentando los requerimientos para el tratamiento del mismo.

La carga orgánica del efluente generado en la zafra 1997 fue en promedio de 250 Kg DBO/h mientras que en la zafra 2001 el promedio de carga orgánica del efluente generado fue de 190 Kg DBO/h. Considerando que la diferencia fundamental en instalaciones en los periodos comparados radica en el reemplazo del trapiche por el difusor, podemos asumir que una parte considerable de la reducción en la carga orgánica del efluente es atribuible al reemplazo de tecnología para la extracción del jugo de la caña.

Si se relacionan los valores de carga orgánica medida con la cantidad de caña molida durante la misma zafra se advierte que la carga orgánica del efluente total del ingenio ha disminuido desde 1997 a 2001 en aproximadamente un 30 %.



El estudio realizado en la temporada 2001 sobre el efluente líquido generado en distintas etapas del proceso productivo permitió



determinar que la cantidad de azúcar perdida en efluente generado por el difusor representó el 16 % del total del azúcar perdida.

#### Beneficio ambiental

Se ha disminuido la carga orgánica del efluente líquido en un 30 %. Aunque en términos de DBO, el efluente descargado cumplía y cumple con las especificaciones establecidas en la legislación vigente para la descarga, la mejora obtenida implica que se ha dejado de aportar al río un promedio de 60 Kg de DBO/h.

#### Beneficio económico

En zafras anteriores a la del 2001 no se había cuantificado en forma independiente la cantidad de azúcar perdida en la etapa de extracción de jugo, sin embargo estimamos que la disminución de pérdidas de azúcar ocurrida al ponerse en funcionamiento el difusor representa un beneficio económico equivalente a unas 300 Ton de azúcar, es decir un monto estimado de \$ 150.000, en una zafra.

Trabajo realizado por personal del ingenio La Providencia, liderado por  
Hugo Canseco  
Te: 03863 471052  
e-mail: hcanseco@arcor.com.ar