

■ INTRODUCCION

Envases Plásticos del Centro, S.A. de C.V., tiene su planta localizada en la ciudad de San Luis Potosí, es una empresa dedicada a la transformación y recuperación de polietileno y polipropileno, que utiliza como materia prima para la elaboración de una gran variedad de productos plásticos soplados o inyectados; como ejemplos podemos men-



cionar: cubetas de 5 y 1 galón, tanques, malla para construcción, etc.

Envases Plásticos, inició sus labores en 1980 con 3 máquinas inyectoras y 8 sopladoras, con una producción de 500 toneladas por año. La empresa estaba integrada por 4 personas en el departamento administrativo y 36 personas en el área de producción, utilizando el polietileno como materia prima básica.

Actualmente, la producción de la planta es de 700 toneladas por año, logrando esta producción con la siguiente maquinaria.

- a) Máquinas sopladoras.
- b) Máquinas inyectoras.
- c) Líneas de extrusión.
- d) Máquinas torcedoras de hilo.

■ ANTECEDENTES

La empresa es alimentada eléctricamente por la Comisión Federal de Electricidad en 2 acometidas, en una tensión de 13.8 kV, ambas en tarifa OM. Las características promedio del consumo de energía eléctrica son:

	DPTO. EXTRUSION	DPTO. ENVASES	
DEMANDA MAXIMA FACTURABLE	688	826	kW
CONSUMO DE ENERGIA	219,000	398,828	kWh
FACTOR DE POTENCIA	0.97	0.90	%
FACTOR DE CARGA	0.57	0.67	%
FACTURACION MENSUAL	61,767	109,526	\$

Con la finalidad de aumentar sus utilidades y su competitividad en el mercado, se decidió efectuar un diagnóstico energético para determinar cómo es su consumo eléctrico y la manera de hacerlo óptimo.

■ METODOLOGIA

La información obtenida para evaluar las áreas de oportunidad se identificó a partir de las observaciones y mediciones realizadas en campo, sobre los sistemas, instalaciones y equipos del departamento de producción y servicios que representa la parte más importante del consumo de energía eléctrica, considerando de igual manera la información recopilada de los diferentes sistemas que integran la planta.

■ PROCESO DE PRODUCCION

La empresa, se dedica a la transformación de polietileno y polipropileno, ya sea material virgen o recuperado por la misma empresa.

El material recuperado lo obtiene mediante tres máquinas peletizadoras, localizadas en

el departamento de extrusión, 2 de ellas recuperan polipropileno y una polietileno.

PIGMENTACION

En algunos de los procesos se necesita utilizar materia prima con colores específicos para obtener la tonalidad (color) requerida por el cliente. Esto se hace con la ayuda de 2 máquinas pigmentadoras, localizadas en el almacén de materia prima. Las máquinas mezclan materia prima con diferentes colores para que, al momento de fundirse el material en el extrusor de la máquina de proceso, se unan y así obtener el color deseado y uniforme.

INYECCION

Las máquinas inyectoras reciben la materia prima en una tolva localizada en su parte superior, el plástico es calentado hasta licuarse, se inyecta en un molde donde se enfría gradualmente, gracias a la ayuda del sistema de refrigeración de agua helada, hasta solidificarse. El producto es expulsado del molde por un sistema de aire y el operario de la máquina le quita los excedentes de material (rebabas), los cuales se muelen para usarse nuevamente.

SOPLADO

En el área de soplado, las máquinas reciben el material por la tolva localizada en su parte superior, algunas de ellas cuentan con una bomba para succionar el material desde un recipiente a nivel piso; en otras, el operario sube a la parte superior para vaciar la materia prima. El plástico se calienta, igual que en las máquinas inyectoras, hasta licuarse y se forma una película delgada en forma de tubo. El molde se cierra atrapando la película de plástico, por una abertura se intro-

duce un soplador que libera una carga de aire por un tiempo determinado, según el producto a elaborar. El producto se enfría mediante un sistema de agua helada hasta que solidifique el material. La máquina expulsa el producto y el operario quita los excedentes de material.

EXTRUSION

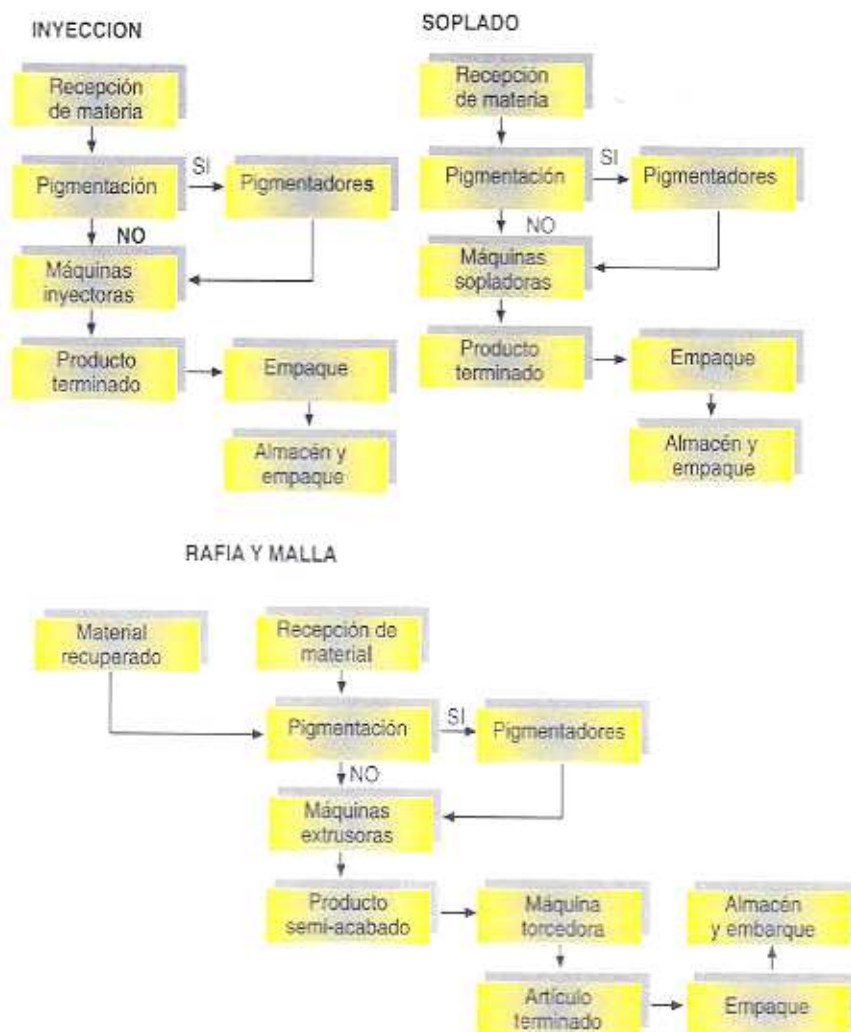
Las máquinas extrusoras siguen el mismo procedimiento, se les introduce la materia prima y se calienta hasta licuarse, se pasa a través de un extrusor, el cual le da la forma.

El material caliente se pasa a través de baños de agua fría para solidificarlo, dependiendo del producto, que se corta en una o más secciones, con excepción de la malla plástica. El producto terminado se enrolla al final del proceso.

TORCEDORA

Las torcedoras toman la malla elaborada por las máquinas extrusoras y la tuercen para lograr un hilo manejable y más resistente a las rupturas. El hilo ya torcido se enreda formando un molote.

DIAGRAMA DE PROCESO



■ DESCRIPCIÓN DE LAS OPORTUNIDADES DE AHORRO

INSTALACION DE UN INVERSOR DE FRECUENCIA DE 75 HP EN LA BOMBA DE AGUA HELADA DEL DEPARTAMENTO DE ENVASES.- El objetivo principal es instalar un inversor de frecuencia de 75 HP en el sistema de enfriamiento. Esto debido a que, dentro del área de refrigeración existe una bomba de agua helada, la cual se encuentra acoplada a un motor de 3,550 rpm, y el caudal de dicha bomba es excesivo para el sistema. El problema es que el exceso de agua se regresa directamente al tanque de donde fue extraída, por lo que el agua recirculada consume energía para ser inyectada y luego recirculada.

Una de las ventajas de los inversores de frecuencia es que disminuyen los consumos de energía eléctrica en algunos de los procesos que controlan, teniendo como resultado importantes disminuciones en los costos de operación, y una de sus más interesantes aplicaciones es el movimiento de fluidos por medio de impulsores centrífugos, ya que al variar la velocidad del motor variará el caudal del fluido a controlar.

Como se comentó, el derroche de energía antes mencionada se evitó instalando un variador de velocidad para cambiar la velocidad de la bomba y que se empleara sólo el flujo necesario.

El costo del inversor de 75 HP, 440 VCA fue de \$102,590.00 y la instalación se realizó con personal de la empresa. Los ahorros energéticos fueron de 20.33 kW en demanda, 152,231.04 kWh en consumo, equivalentes a \$41,152.08 al año. Considerando lo anterior, el periodo de recuperación simple para este proyecto fue de 2.49 años.

REVESTIMIENTO CON AISLAMIENTO EN TUBERIAS DE AGUA HELADA.- Se trata de aislar las tuberías de agua helada para el sistema de enfriamiento de las máquinas.

Los equipos industriales de refrigeración se caracterizan por su gran consumo de energía eléctrica. Adicionalmente, la demanda elevada puede ser resultado de un uso ineficiente de los equipos. La operación de los sistemas de refrigeración y de distribución del agua helada (en este caso) tienen mucha interrelación, ya que las pérdidas en los sistemas de distribución presentan un impacto importante en la eficiencia del sistema de enfriamiento de agua.

El compresor debe compensar cada caloría tomada en el sistema de distribución del agua helada por lo que necesitará de energía adicional para reducir la temperatura del fluido a fin de que ésta llegue a la máquina con la temperatura adecuada.

Las pérdidas en el sistema fueron calculadas por medio de un programa de cómputo que evaluó la energía que absorbe el agua por cada metro de tubería y sin aislante.

Para la implementación de éste proyecto, se realizó una inversión de \$25,553.00 tomando en cuenta sólo la compra del aislamiento lineal de las tuberías. Los ahorros energéticos fueron, de 12.77 kW y 95,635.68 kWh anuales, con un beneficio en su facturación de \$25,853.00 al año, por lo tanto el periodo simple de recuperación de este proyecto fue de 0.99 años.

CAMBIO DE COMPRESOR RECIPROCANTE POR UN COMPRESOR DE TIPO TORNILLO.- Se pretende instalar un compresor de tornillo de 100 HP, en lugar de un compresor recíprocante de 125 HP. Este

compresor trabaja normalmente las 24 horas del día; presenta puntos de rozamiento como lo son bielas, pistones, camisas, anillos y válvulas, en donde se pierde energía en forma de calor. Por ello se propuso reemplazarlo con un compresor nuevo de tipo tornillo, con motor de 100 HP, con un flujo de aire de 500 CFM a una presión de 100 psi que funcionará en forma continua. Dentro de las especificaciones de este compresor se incluye motor de alta eficiencia para reducir a un más las pérdidas eléctricas.

La capacidad del motor del compresor actual es de 125 HP. Con base en las condiciones del equipo existente y sus años de operación, la eficiencia a la que opera disminuyó. Por lo anterior se sugirió la sustitución del compresor original por un compresor de tipo tornillo con el cual quedan cubiertas las necesidades actuales del proceso. Este compresor tiene además aditamentos especiales; un secador de aire de tipo refrigerativo y sistemas de filtrado tanto en la salida del compresor como en la entrada a la línea después del tanque para tener la calidad de aire requerido.

Este sistema proporciona un funcionamiento de carga parcialmente considerablemente mejorado, especialmente cuando se compara con compresores que sólo tienen un estrangulamiento en la succión. En este caso la cantidad de aire comprimido se modifica girando la válvula espiral que abre y cierra las puertas de desvío (BY PASS) en el estator, y devuelve el aire a la succión en lugar de obstruirlo. Cuando no hay demanda de aire, el interruptor de presión descarga la máquina permitiendo que se abra la válvula de purga. La presión del receptor se reduce, disminuyendo al mínimo la demanda de potencia de carga a un 25% de la carga total.

La inversión para este proyecto fue de \$307,488.40 y los ahorros energéticos anuales en demanda fueron de 27.98 kW y en consumo de 207,672 kWh. Por lo tanto, se generaron unos ahorros facturables de \$56,219.52 al año y el periodo de retorno simple de inversión para este proyecto resultó de 5.4 años, sin tomar en cuenta los ahorros por mantenimiento.

CAMBIO DE TUBERIAS EN EL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO.- Se propuso modificar la red de distribución en el sistema de aire comprimido para disminuir las caídas de presión en el sistema actual, así como las fugas de aire. Como el dimensionamiento y arreglo del sistema de distribución son conceptos que frecuentemente se subestiman en el proyecto general de la planta de aire comprimido, su diseño apropiado puede resultar muy rentable en la reducción de costos de la energía, a lo largo del sistema.

La experiencia ha demostrado que, en muchos casos, el reemplazo de algunas secciones de altas pérdidas con tramos de mayores diámetros, así como la corrección de fugas, hacen innecesarios los compresores adicionales, pues el resultado es que el equipo existente solo necesita trabajar en forma intermitente para satisfacer los servicios.

Los sistemas lineales en el aire comprimido son muy ineficientes por tener mayor caída de presión al final de la línea. Sin embargo los sistemas en anillo son todo lo contrario, siendo que presentan una mayor eficiencia por compensar algunas de las caídas de presión en el sistema.

Durante los levantamientos de campo, se observaron reducciones de 4" a 2" en tuberías de la red de aire comprimido, además, sólo una línea llega hasta la última máquina. En

este sistema, se tiene una caída de presión mínima de 15 lb/in² al final de la línea, por lo que se propuso modificar la red unitaria por un diámetro de 4", con esto se logró mantener una caída de presión menor y una presión constante en todas las máquinas, utilizando el tanque de almacenamiento actual. Como beneficio adicional se eliminaron las fugas de aire comprimido que se tenían.

Con la implementación de este proyecto, se tuvo un ahorro de energía eléctrica de las siguientes formas:

- a) Reducción de las pérdidas en la red de aire comprimido.
- b) Ahorros por trabajar los compresores menos horas.
- c) Eliminación de fugas de aire comprimido.

La inversión para este proyecto fue de \$42,211.33, los ahorros energéticos fueron: en demanda 10.7 kW, en consumo 80,121.60 kWh



con lo que se presenta un ahorro de \$21,659.02 al año. El retomo simple de inversión para este proyecto fue de 1.95 años.

SACAR DE SERVICIO EL VENTILADOR PARA ENFRIAMIENTO DE EQUIPOS DE REFRIGERACION.- Se trata de poner fuera de servicio el ventilador de 5 HP utilizado actualmente para enfriar los equipos de refrigeración. Este equipo se utiliza para ayudar al agua de enfriamiento a desprender el calor del condensador para que puedan los sistemas de refrigeración dar la carga necesaria con una temperatura adecuada para las máquinas. Este abanico se mantiene trabajando constantemente y solo se pone fuera de operación al apagarse todo el sistema de refrigeración, lo cual es generalmente los domingos.

Al llevarse a cabo este proyecto tuvo una disminución de energía a desenergizar el motor del ventilador.

La inversión fue mínima y los ahorros energéticos por año fueron de 7.40 kW en demanda y de 55,411.20 kWh en consumo.

CAMBIO DE TARIFA DE SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA DE TARIFA ORDINARIA (OM) A TARIFA HORARIA (HM).- Para lograr los beneficios antes mencionados resultaba necesario realizar un cambio de tarifa en el suministro de energía eléctrica a una tarifa horaria.

Actualmente, el suministro de energía eléctrica en esta empresa tiene dos acometidas, las cuales se encuentran contratadas en Tarifa (OM). Para efecto de este estudio, el levantamiento de consumo de energía se realizó haciendo la consideración de horarios punta y base, según el horario de operación del equipo dado por personal de la empresa, lo que permite realizar una facturación básica

en tarifa OM y HM y así conocer la diferencia en costos, es decir, los ahorros.

Las tarifas para el suministro y venta de energía eléctrica, publicados en el Diario Oficial de la Federación en Octubre de 1992, indican que para usuarios con demandas superiores a 1000 kW, deberán contratarse a una tarifa horaria (HM).

En la suma de los dos recibos de energía las demandas máximas dan un valor mayor a los 1000 kW de demanda, por lo cual se recomienda hacer el cambio a Tarifa Horaria (HM), con lo que se tendrá un ahorro en la facturación básica.

La tarifa horaria divide la demanda y energía consumida en base y punta, estando en función de la hora en que se utilice la energía eléctrica. El costo del kWh en horario base es menor al costo del kWh en horario punta.

La demanda facturable es el resultado de sumar a la Demanda Máxima Medida en el periodo punta, la quinta parte de la diferencia de demandas.



De este proyecto resultará un ahorro anual de \$ 27,468.00 en la facturación básica total, para cuya realización sólo fue necesario realizar los trámites correspondientes ante la Comisión Federal de Electricidad. El periodo simple de recuperación de la inversión es inmediato.

AUMENTO DE INTENSIDAD DE LUZ EN EL AREA DE ENVASES.- Se trata de cambiar la instalación de alumbrado, sustituyendo las lámparas de luz mixta por 21 lámparas de aditivos metálicos de 400 W.

En el caso de Envases Plásticos del Centro, en el área de producción se encontró una iluminación inadecuada, utilizando lámparas fluorescentes de luz mixta y con una intensidad entre 50 y 100 luxes, siendo el recomendado para esta área un mínimo de 200 luxes.

Entre los beneficios directos e indirectos que un sistema de iluminación adecuado debe proporcionar están:

- a) Visibilidad óptima a la tarea que se realice.
- b) Estética.
- c) No fatigar los ojos.
- d) Establecer una buena cantidad lumínica.

Todos los factores anteriores contribuyen al aumento de la productividad y de la seguridad de los empleados.

Para este proyecto, los beneficios directos serán exclusivamente el aumento de iluminación, porque no se verá una disminución de energía eléctrica pero se espera un incremento en la productividad de los emplea-



dos disminuyendo también los reprocesos por falla humana.

Beneficios principales en la implementación de este proyecto:

1. Aumento en la intensidad de luz (220 Luxes promedio).
2. Aumento en la productividad del personal.
3. Disminución de reprocesos por falla humana.
4. Mayor seguridad.
5. Cumplimiento de las normas de iluminación.
6. Mejor control de calidad en la producción (mejor inspección).

La inversión necesaria para llevar a cabo este proyecto es de \$18,900.00, esto incluyó 21 lámparas de 400 W de aditivos metálicos, con reflectores y balastos, antes de la instalación.

■ CONCLUSIONES

En Envases Plásticos del Centro se están obteniendo buenos resultados en cuanto a la disminución de su consumo de energía eléctrica, lo cual implica un incremento de su eficiencia operativa, una disminución de los consumos específicos, así como un decremento en su costo de producción, mejorando con todo ello su competitividad en el mercado.

El proyecto de ahorro de energía eléctrica tuvo como resultado, con la aplicación de las medidas mencionadas, un ahorro de energía eléctrica, que impactó su factura en \$187,330.74 anuales.

FIDEICOMISO PARA EL AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA
Mariano Escobedo No. 420, 1er piso.Col. Anzures, México, D.F.
C.P. 11590 Tel.: 5545 2757 Consulte nuestra hoja web:
<http://www.fide.org.mx>

TABLA DE RESUMEN DE OPORTUNIDADES DE AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA

OPORTUNIDADES DE AHORRO	AHORROS ENERGETICOS		AHORROS ECONOMICOS (\$) anuales	INVERSION (\$)	TRC (años)
	kW mensuales	kWh anuales			
Instalación de un inversor de frecuencia de 75 HP en bombas de agua helada.	20.33	152,231.04	41,152.08	102,590.00	2.49
Revestimiento con aislamiento en tuberías de agua helada.	12.77	95,635.68	25,853.00	25,553.00	0.99
Cambio de compresor recíprocante por compresor de tornillo.	27.98	207,672.00	56,219.52	307,488.40	5.47
Cambio de tubería para el sistema de aire comprimido.	10.70	80,121.60	21,659.02	42,211.33	1.95
Sacar de servicio el abanico para enfriamiento de equipos de refrigeración.	7.40	55,411.20	14,979.12	Nula	0.00
Cambio de tarifa de suministro de energía eléctrica de tarifa OM a tarifa HM.	0.00	0.00	27,468.00	Nula	0.00
Aumento de intensidad de luz en el área de envases.	0.00	0.00	0.00	18,900.00	0.00
TOTAL	79.18	591,071.52	187,330.74	496,742.73	2.65