

**Antecedentes:**

Embotelladora Peninsular, S.A. de C.V., es una empresa dedicada a la elaboración de bebidas carbonatadas, se encuentra localizada en Avenida Aviación No. 589, Col. Sambula, en la Ciudad de Mérida, Yucatán.

La empresa está conectada a la tarifa HM con la cual ha tenido los siguientes valores promedio mensuales correspondientes al período de abril de 1991 a abril de 1992.

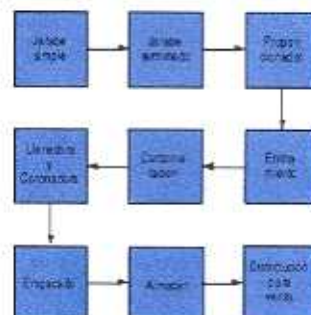
CONSUMO KWH	DEMANDA KWH	FACTOR DE POTENCIA %	FACTOR DE CARGA %	FACTURACION NS
313,338	1,085	89	41.63	66,510

**Desarrollo del proyecto:**

El diagnóstico energético se realizó de manera integral en las instalaciones de la planta de

Embotelladora Peninsular, S.A. de C.V., el cual abarcó los principales sistemas consumidores de energía; en este caso se consideraron el sistema eléctrico (involucra servicios auxiliares e iluminación), sistema de refrigeración y sistema de aire comprimido.

La siguiente figura muestra el diagrama de flujo del proceso de la planta en donde se incluyen las áreas más importantes en cuanto a consumo de energía eléctrica.







entre un compresor de 37.3 KW y dos de 30 KW cada uno, principalmente lo que se detectó durante el diagnóstico fue una gran cantidad de fugas en la red de aire comprimido, lo cual, con un adecuado mantenimiento se disminuirán los consumos de energía de éste sistema.

#### ■ ACCIONES CORRECTIVAS.

##### **Optimización Energética del Proceso: (Control automático de la demanda)**

Se está instalando en la planta un sistema automático de control de la demanda, el cual se encuentra sustentado y en comunicación directa con una computadora central, con la que se lleva a cabo un monitoreo automático de las variables más importantes de los equipos o cargas a controlar, como son: consumo en KWH, demanda en KW, corriente, Voltaje, factor de potencia, etc., de manera complementaria a la conexión y desconexión de los equipos a través de este sistema.

El objetivo principal de este equipo es controlar la operación de diversas cargas seleccionadas con anterioridad, esto es, parar o arrancar equipos previamente definidos, tomando en cuenta que su interrupción no afecte en ningún momento el proceso, ni por sus tiempos de desconexión ni por sus prioridades, las cuales han sido totalmente determinadas.

De acuerdo a lo anterior, la carga total considerada para el control es de 348 KW, que está compuesta por los siguientes equipos:

EQUIPO	POTENCIA EN KW
Motor cuarto frío	4.47
Lavadora de cajas	53.71
Bombas de pre-lavado	16.78
Sistema de aire acondicionado central	52.42
Sistema de aire acondicionado ventanas	112.00
Alumbrado oficinas y bodega	34.32
Caldera	11.93
Inyección de aire	5.97
Bomba pozo profundo	56.40

Considerando que el tiempo y el momento de paro para cada equipo es adecuado a las

necesidades de operación de la planta.

Con esta medida el ahorro mensual en la demanda será de 290 KW, mientras que el ahorro mensual que se alcanzará en el consumo será de 19,844 KWH, con lo que se logrará un ahorro económico de N\$ 120,000.00 al año; la inversión que se realizará es de N\$ 63,273.00, por lo tanto el período de recuperación de la inversión es de 6.32 meses.

##### **Centralización del sistema de refrigeración**

De acuerdo al análisis realizado al sistema de refrigeración de la planta, se detectó la necesidad de incrementar la eficiencia de operación de los compresores, por lo que es necesario centralizar el sistema de refrigeración; con esta acción, se evitará que los equipos del sistema trabajen en vacío o a una carga menor al 100%, repercutiendo en una disminución en el consumo y la demanda de energía eléctrica.

El ahorro mensual de energía que se obtendrá con esta medida es de 56,123 KWH, así como un ahorro en la demanda de 248 KW, esto representa para la empresa un ahorro de N\$ 150,000.00 al año. La inversión total realizada será de N\$ 550,000.00 que se recuperará en un período de aproximadamente 3.66 años, dicha inversión es referente principalmente a la adquisición de dos condensadores evaporativos con una capacidad de 225.2 T.R. cada uno, incluyendo accesorios diversos para su adecuada conexión al sistema de refrigeración.

##### **Optimización del sistema de aire comprimido**

Después de realizar el análisis del sistema de aire comprimido se determinó que existen fugas de aire en varios equipos y líneas, entre las cuales se puede mencionar: empacadora y desempacadora del equipo No.1, recipiente acumulador de aire, se localizaron fugas en el tapón del recipiente del cuerpo de la válvula y en las líneas provenientes del tanque separador y de suministro a llenadora de equipos 2 y 3.

Se llevará a cabo una reparación general de fugas existentes en el sistema, así como una adecuada operación de los compresores de aire, considerando un tiempo de retención del tanque acumulador adecuado, esto es de 2 a 3 minutos cuando la presión de operación disminuya a valores por abajo de lo permitido en el control de los compresores.

Con estas medidas, el ahorro mensual de energía que se tendrá es de 18,973 KWH, y una



Del análisis de la información energética de la planta así como de la información obtenida en campo, se determinaron las áreas consumidoras más representativas en cuanto a la utilización de la energía eléctrica, de esta manera la distribución del consumo y demanda de energía de los diferentes equipos que constituyen éstas áreas, se tiene, como se puede observar en el siguiente cuadro.

Concepto	ÁREAS					Total
	Sistema de compresión de aire	Sistema de refrigeración	Sistema de bombeo	Servicio General (motores)	Alumbrado	
Consumo kWh	25,758.41	145,728.14	44,559.01	21,467.28	17,725	310,338
Demanda KW	89.18	467.70	154.61	232.1	61.50	1,095

De acuerdo a la tabla anterior, se puede observar que las áreas más representativas en cuanto a consumo y demanda de energía eléctrica son; el área de refrigeración, sistema de bombeo y servicios generales, los que en forma conjunta representan para la empresa el 86% de la demanda y el 89% del consumo promedio mensual. De esta manera y de acuerdo al análisis realizado el diagnóstico energético se enfocó principalmente a estas áreas, aunque el proyecto abarcó todas las áreas que constituyen la planta.

#### Metodología.

De la información obtenida, al analizar el proceso productivo, así como el consumo y la demanda de energía eléctrica, se determinó el índice energético global actual de la empresa, éste es igual a 0.34 KWH por caja producida, así como 0.046 m<sup>3</sup> de agua/caja producida, los cuales de acuerdo a los índices energéticos estándar se tiene una desviación del 25% y el 31% con relación al índice eléctrico y de agua respectivamente, los cuales son; 0.272 KWH/caja producida y 0.035 m<sup>3</sup> de agua/caja producida.

Las áreas que se involucraron totalmente en el desarrollo del proyecto, y en las que se detectó un potencial de ahorro son:

**Sistema Eléctrico General.**- el análisis que se llevó a cabo en el sistema eléctrico incluyó el comportamiento de los principales equipos y la forma de operación por parte de los usuarios,

encontrándose que algunos de ellos podrían sacarse de operación en determinados momentos así como en horas punta, con esto se abatiría la demanda máxima de energía y se obtendría una disminución en la facturación; se analizaron los 5 transformadores de la subestación, encontrándose que dos trabajan con un índice de carga bajo (33.84% y 41.84% respectivamente) y los otros tres con un adecuado índice (63%, 95% y 96%).

Se encontró que el Factor de Potencia de la planta opera a un 88%, lo que indica que están por abajo de lo estipulado en la disposición tarifaria, por lo que es una oportunidad de obtener un beneficio económico para la empresa con la corrección del mismo al 90% a un valor mayor.

En lo que respecta a los motores eléctricos se detectó que algunos de ellos están trabajando con un índice de carga bajo, lo cual involucra un bajo factor de potencia y una disminución en su eficiencia de operación, esto abarcando a los motores de los sistemas de compresión de aire y refrigeración.

Se pretende optimizar la operación de los motores corrigiendo su factor de potencia y logrando una adecuación al proceso.

Con relación al sistema de alumbrado, se observó que en la mayoría de las áreas, la intensidad luminosa es mayor a la recomendada, de igual manera, se tiene que en algunas zonas la iluminación artificial permanece encendida durante el día, por lo cual llevando a cabo un programa de concientización para la adecuada utilización de la iluminación y la independización de circuitos, se obtendrá un ahorro de energía eléctrica.

**Sistema de refrigeración.**- el sistema de refrigeración con que cuenta Embotelladora Peninsular, S.A. de C.V. está compuesto por siete compresores distribuidos de dos en dos por cada línea de producción (una línea cuenta con tres compresores). La potencia instalada por compresores es de 540.85 KW. Como resultado del análisis realizado, se detectó la posibilidad de disminuir la demanda y consumo de energía centralizando el sistema de refrigeración.

**Sistema de aire comprimido.**- el sistema de aire comprimido se compone de tres compresores recíprocos no lubricados, con una potencia total instalada de 97.3 KW, dividido esto



disminución en la demanda de 39.50 KW, equivalente a N\$ 28,900.00 anuales, lo cual no requiere una inversión directa, significando esto que los gastos que se originen, formarán parte de gastos por mantenimiento.

#### Optimización del sistema de alumbrado.

Con respecto a esta medida de ahorro de energía eléctrica, se independizarán circuitos para controlar el encendido y apagado de lámparas así como evitar mantener las lámparas encendidas durante el día.

De igual manera, se aprovechará el mantenimiento que se les proporciona a las techumbres de lámina de las bodegas de la planta, colocando láminas de plástico acrílico en un porcentaje de hasta un 25%, logrando con esto evitar el encendido de las lámparas durante el día. En estas mismas bodegas se colocarán controles de tipo fotoeléctrico para las luminarias, de manera que el encendido y apagado de las mismas se efectúe de acuerdo al nivel de iluminación ambiental.

Con estas acciones se obtendrá un ahorro de energía de 9,925 KWH al mes, que representa para la empresa un ahorro económico de N\$ 16,794.00 al año.

La inversión que se realizará se recuperará en aproximadamente 12 meses.

#### Optimización del factor de potencia.

Se corregirá el factor de potencia de la planta, que tenía un valor promedio de 88% a un valor de 92%, esto mediante la instalación de un banco de capacitores con una capacidad de 120KVAR, con esta acción se está obteniendo una bonificación de N\$ 4,334.00 mensuales más el recargo que equivale a N\$ 900.00 por mes, la inversión será de N\$ 4,988.00 con un tiempo de recuperación de menos de 6 meses.

El beneficio adicional es el de disminuir las pérdidas por efecto joule y la disponibilidad de capacidad de potencia en los transformadores de la subestación.

Considerando todas las medidas anteriormente descritas, el ahorro que se tendrá es de 290 KW, con relación a la demanda pico y de 287.5 KW con respecto a la demanda base, así como 1258.37 MWH al año, equivalentes a un ahorro de N\$ 330,182.00 anuales, las inversiones se recuperarán en menos de 12 meses.

Enseguida se muestra un cuadro resumen de resultados de los potenciales de ahorro de la empresa Embotelladora Peninsular, S.A. de C.V.

Medida	Ahorro en demanda KW	Ahorro en consumo MWH/AÑO	Ahorro en facturación M\$ AÑO	Inversión N\$	Periodo de recuperación años
Control automático de la demanda	290.77	236.12	120,000.00	63,273.00	0.53
Centralización del sistema de refrigeración	248	673.48	150,000.00	550,000.00	3.80
Optimización del sistema de aire comprimido	38.50	227.67	28,200.00	---	Instantáneo
Optimización del sistema de alumbrado	---	118.15	16,793.76	8,306.50	0.49
Optimización del factor de potencia	---	---	15,188.24	4,988.65	0.32

\*Este ahorro es con respecto a la demanda pico

#### CONCLUSIONES.

El índice energético, después de aplicar las medidas será igual a 0.22 KWH/Caja producida, el cual es menor en un 35.3% con respecto al originalmente determinado; indicando que existirá una mayor eficiencia en la utilización de la energía eléctrica en un corto período.

Los ahorros que se obtendrán, representan para Embotelladora Peninsular una reducción en su facturación anual del 41.47% equivalente a N\$ 330,182.00

La inversión que se llevará a cabo, se recuperará en aproximadamente 7 meses, con lo que se puede deducir que este proyecto es muy rentable para Embotelladora Peninsular, S.A. de C.V., siendo que este tipo de proyectos tiene en promedio un período de recuperación de hasta 24 meses con un alto grado de rentabilidad.

Embotelladora Peninsular, S.A. de C.V. está totalmente convencida de las bondades de este tipo de proyecto, por lo que continuará con su programa de ahorro de energía de manera permanente.