



■ Introducción

En todas las empresas, independientemente de su giro, magnitud y ubicación, es posible abatir costos en consumos energéticos y en la mayoría de los casos, son bastante representativos; permitiéndose aumentar la rentabilidad operativa.

Una de las herramientas prácticas aplicables para abatir costos y apoyar la mejora continua de la calidad, es el uso eficiente de la energía.

Con este propósito se ha desarrollado un diagnóstico energético en las instalaciones de la Comisión Nacional de los Libros de Texto Gratuitos, con la finalidad de detectar y definir

medidas de ahorro y conservación de la energía para conseguir en el corto y mediano plazo, un reflejo en la disminución de los consumos energéticos y de ahorros económicos al abatir la facturación consecuente.

De lo anterior, parte el fundamento metodológico de la realización de los proyectos demostrativos que han sido desarrollados por el **Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE)**, cuyos resultados alcanzan un ámbito nacional, debido a la magnitud de los consumos de las áreas seleccionadas y por la posibilidad de extender los resultados a otras empresas semejantes.

■ Antecedentes

La Comisión Nacional de los Libros de Texto Gratuitos es un organismo público descentralizado de la Secretaría de Educación Pública cuyo objetivo es la producción de los libros de texto, que se distribuyen de manera gratuita en todo el país. Como planta productiva, la Comisión Nacional de los Libros de Texto Gratuitos (CONALITEG), imprime y encuaderna libros para su destacada misión.



■ Desarrollo del proyecto

Su consumo energético básico es la energía eléctrica, aunque tiene consumos también de gas L.P. En la energía eléctrica, se tiene una demanda máxima promedio de 1,926 KW, un consumo promedio mensual de 524,970 KWh, y una erogación promedio por energía eléctrica de \$134,079.00 al mes; siendo la CONALITEG usuaria de la tarifa HM.

La siguiente relación muestra los valores promedio mensual del periodo abril de 1994 a agosto de 1995.

Se partió de la realización de un diagnóstico energético por las ventajas que representa el contar con una información concentrada que indique los consumos, evalúe el potencial de ahorros con sus correspondientes inversiones por acción y su interrelación entre ellas.

En el diagnóstico energético, se realizó una identificación de las áreas de oportunidad, estimando su factibilidad y prioridad para integrar las acciones específicas, procurando siempre la máxima rentabilidad de las inversiones requeridas y un mejor aprove-

CONSUMO	DEMANDA PROMEDIO	FACTOR DE POTENCIA	EROGACION AL MES
524,970 kWh	1,926 KW	91.1%	\$ 134,079.00

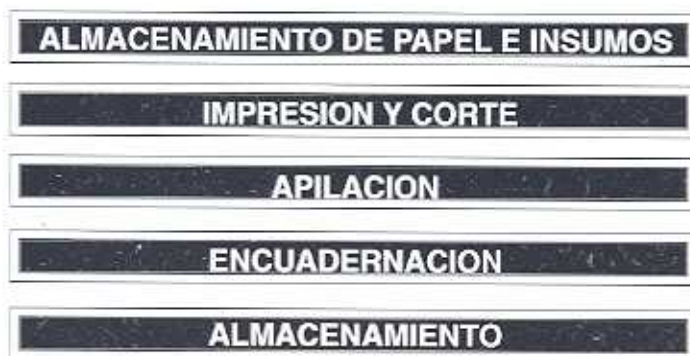
La Dirección de la Institución preocupada por los altos costos de la energía, su evolución e impacto en la disponibilidad de recursos destinados a los insumos de energéticos, decidió emprender acciones a través de un proyecto demostrativo de ahorro de energía.

chamiento de los recursos económicos disponibles.



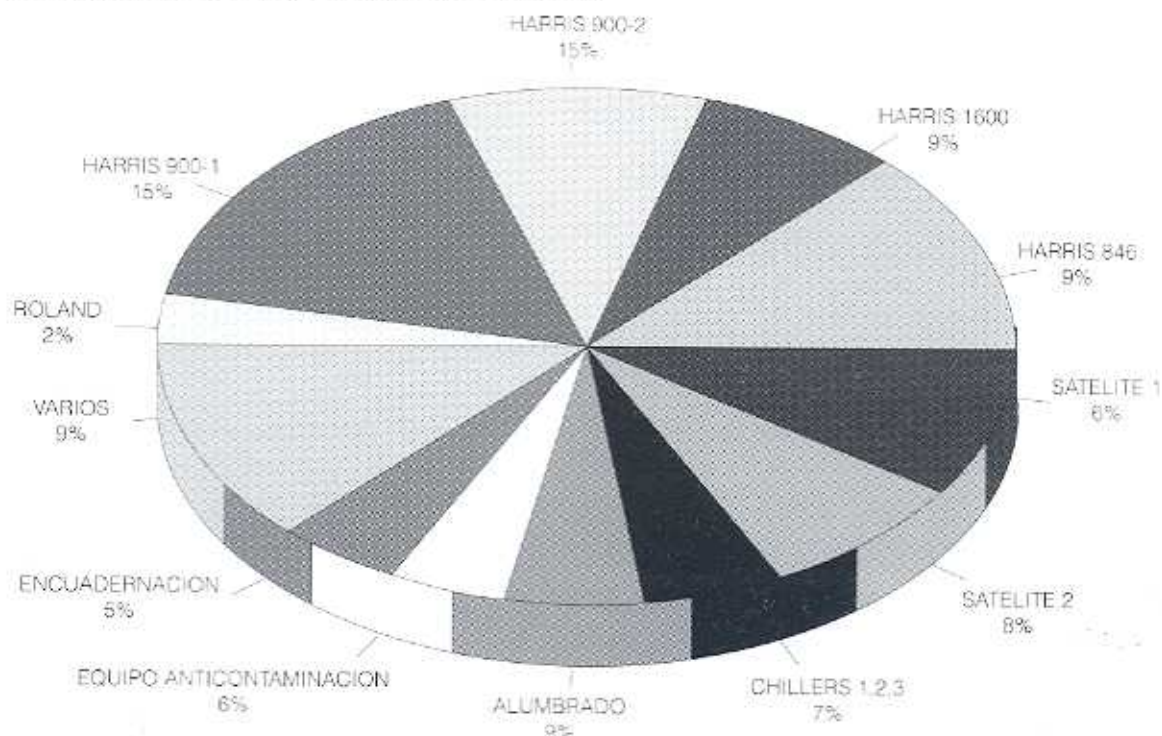
■ Diagnóstico

La planta de la CONALITEG, lleva diversas etapas en su proceso como se detalla a continuación:



Al elaborar el análisis a través del diagnóstico energético, se encontró que los consumos de energía de mayor consideración se encuentran en las máquinas rotativas de impresión "Satélites" y "Harris"; otros consumos importantes pero menores son debidos a equipos como *chillers*, alumbrado, equipos anticontaminantes y otros, incluyendo compresores de tornillo. La planta tiene en operación máquinas con una antigüedad mayor a 25 años, junto a máquinas importantes de reciente adquisición como es el caso de dos rotativas (Harris 900-1 y Harris 900-2), las cuales están integradas por equipos electrónicos y motrices de alta eficiencia.

La distribución de la carga instalada se muestra en la gráfica tipo pastel, la cual nos proporciona un panorama completo de la distribución de consumo y el porcentaje de energía eléctrica que representa para cada área o equipo de la planta.



■ Metodología

Las áreas de oportunidad se identificaron a partir de las observaciones y mediciones realizadas en campo sobre los sistemas, equipos e instalaciones de los departamentos productivos y servicios que representan la parte prominente del consumo de energía eléctrica; complementando la información recopilada con los responsables de los sistemas que integran la planta productiva.

■ Consumo y demanda de energía eléctrica

La distribución de la demanda eléctrica entre los diversos sistemas de la planta, se indica en el siguiente listado:

ROTATIVA HARRIS 900-1	574.4 KW (15%)
ROTATIVA HARRIS 900-2	529.6 KW (15%)
ROTATIVA HARRIS 1600	310.6 KW (9%)
ROTATIVA HARRIS 845	314.8 KW (9%)
ROTATIVA SATELITE 1	233.1 KW (6%)
ROTATIVA SATELITE 2	302.5 KW (8%)
CHILLERS 1,2,3	256.6 KW (7%)
ALUMBRADO	331.4 KW (9%)
EQUIPOS ANTICONTAMINANTES	228.2 KW (6%)
ENCUADERNADORAS 1,2,3,4	180.3 KW (5%)
IMPRENTAS ROLAND 1,2,3	59.3 KW (2%)
VARIOS	309.7 KW (9%)

■ Consumos energéticos

En el periodo de abril de 1994 a agosto de 1995 el consumo promedio mensual fue de 524.970 Kwh

El factor de potencia en la planta dentro del mismo lapso de análisis fue de 91.1%, registrando factores de potencia altos en meses de poca producción y de bajo factor de potencia en los meses de mayor consumo de energía.

■ Areas de oportunidad

En forma paralela a las acciones anteriores, se hicieron revisiones a la operación de los procesos productivos de mayor consumo de energía, con el propósito de determinar los ciclos productivos y capacidades de producción y abatir el consumo y demanda de energía eléctrica.

Recurriendo a información más detallada, a registros estadísticos, perfiles de carga y a la realización de mediciones sobre las condiciones de operación, se revisaron las medidas que se recomendaron, con base en estimaciones sobre los ahorros en consumos y cargas por la energía consumida y sobre las inversiones para lograrlos.

Los resultados de importancia obtenidos del diagnóstico se muestran en el siguiente cuadro:

AREAS DE OPORTUNIDAD	AHORROS		AHORRO ECONOMICO AL MES (\$)	AHORRO EN FACTURACION (%) (4)	INVERSION REQUERIDA (\$)	T.S.R. (AÑOS) (1)
	KW	KWh/MES				
CONTROL DE LA DEMANDA MAXIMA	1,093.00	15,774.00	35,501.00	22.0	MINIMA	INMEDIATO
CAMBIO DE BOMBAS EN LOS SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO	17.50	6,252.00	1,414.00	1.0	12,200.00	0.71
INSTALACION DE INTERCAMBIADORES DE CALOR COND-EX EN CHILLERS 1 Y 2	---	7,520.00	1,144.00	0.8	74,744.00	3.75
CAMBIAR EL RECTIFICADOR DE LA SATELITE 2	26.40	9,900.00	2,501.00	1.6	88,048.00	2.4
CAMBIAR EL RECTIFICADOR DE LA SHERIDAN 1	6.50	2,340.00	660.00	0.5	43,640.00	4 (3)
CAMBIAR EL RECTIFICADOR DE LA SHERIDAN 2	6.50	2,340.00	660.00	0.5	43,640.00	4 (3)
CORREGIR FUGAS DE AIRE COMPRIMIDO	20.00	9,600.00	2,019.00	1.5	MINIMA	INMEDIATO
CORREGIR EL FACTOR DE POTENCIA	---	---	7,707.00	5.2	41,300.00	0.44
CAMBIAR LAMPARAS FLUORESCENTES POR LAMPARAS DE ALTA EFICIENCIA	91.40	48,307.00	10,666.00	6.6	323,989.00	2.53
TOTAL	1,261.30	102,033.00	62,272.00	39.70	627,561.00	0.83

Notas:

(1) La recuperación de la inversión se obtuvo con los flujos de caja en hojas financieras.

(2) Medida recomendable por ventajas adicionales en operación y mantenimiento.

(3) Los porcentajes con respecto a la factura se refirieron con relación a la promedio (\$134,079 al mes) pero en el momento en el que se aplicara la medida. Por ejemplo si la medida se piensa implementar en abril, la tarifa aumentará ya 20% con respecto a noviembre de 1995, por lo que la facturación promedio (\$134,079) para esa comparación debe incrementarse en 20%.

Control de la demanda y consumo en los periodos punta y base

La medición continua de los consumos eléctricos de las rotativas, las cuales son los equipos de mayor demanda eléctrica en la planta, permitió revelar los periodos o ciclos de operación así como cuantificar las demandas eléctricas.

Con el fin de mantener las rotativas en operación continua, se propone la entrega de las máquinas operando, durante los cambios de turno y con esto eliminar los tiempos muertos.

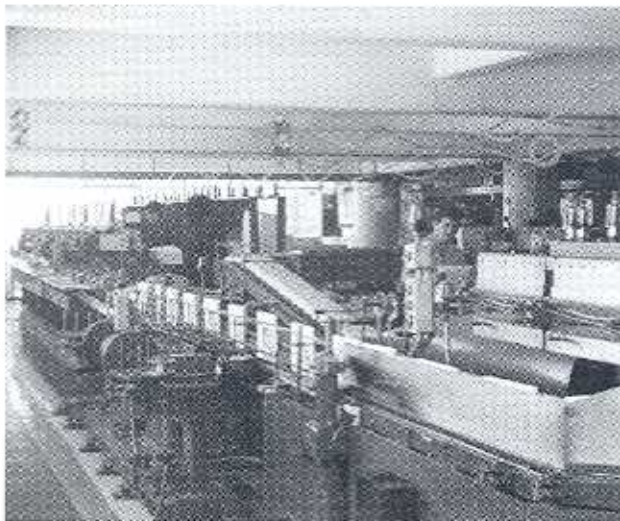
Adicionalmente se efectuarán ajustes administrativos para que durante los periodos punta las máquinas operen en forma continua evitando los arranques de motores de alta potencia dentro del mencionado periodo.

Con este reordenamiento operativo de las rotativas durante los periodos base y punta podría alcanzarse un ahorro económico de entre el 25% al 30% respecto a la facturación actual.

Cambiar el rectificador de 2 encuadernadoras

La acción propuesta se refiere a la sustitución de los sistemas de rectificación a C.D. que se tiene para los motores de tracción principal de dos máquinas encuadernadoras. El sistema actual, con una antigüedad mayor a 25 años, consiste en un conjunto de motor de C.A. acoplado a un generador de C.D. que alimenta a los motores de tracción principal. El proceso de conversión electromecánica produce pérdidas y una eficiencia total del 57%. La alternativa consiste en la sustitución de un equipo electrónico de rectificación «derive», cuyo proceso de conversión de energía tendría una eficiencia del 98%. Se anticipan adicionalmente menores costos de mantenimiento y algunos beneficios en operación.

Con respecto a las máquinas rotativas, se analizó la factibilidad de la sustitución del sistema de rectificación en una de ellas que presentaba ineficiencias manifestadas por el excesivo calor que emite y su requerimiento de ventilación adicional. La alternativa consiste en otro sistema de rectificación electrónico «derive». El porcentaje de ahorro con respecto a la facturación de estas sustituciones es de 2.6%.



Cambio de bombas en los sistemas de enfriamiento

Se realizó un balance de materia y energía de los sistemas de enfriamiento de las máquinas rotativas, las cuales requieren de un flujo de agua para la refrigeración del papel impreso en los últimos rodillos, y adicionalmente para el enfriamiento de algunas partes de la maquinaria.

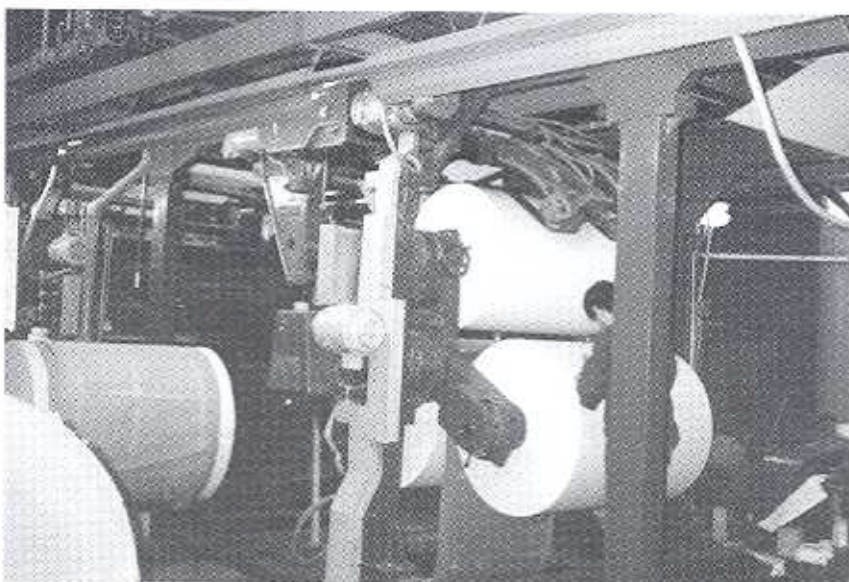
Se calculó que algunos caudales eran superiores a los que se requerían, por lo que se precisó la potencia menor de las bombas que podrían suministrar el servicio de refrigeración. El ahorro se generaría al utilizar motobombas de menor potencia.

Instalación de intercambiadores de calor «Cond-ex» en los chillers

Se realizó un estudio para contemplar la posibilidad de instalar intercambiadores de calor para los equipos de refrigeración que trabajan con freón y que han sido probados en otros equipos similares con resultados positivos en ahorro de energía. Sin embargo en este caso, debido a que se tienen tres equipos para un mismo servicio y que por tanto, trabajan una fracción del tiempo de operación de la planta, el ahorro de energía acumulado es «recortado» proporcionalmente por sacar de operación cada uno de los chillers.

Corrección de fugas en el sistema de aire comprimido

Durante el diagnóstico se recorrieron las líneas de distribución de aire comprimido, detectándose algunas fugas de aire en



conexiones, filtros y accesorios. Adicional a algunos errores en uso excesivo, se calculó un potencial de ahorro de 1.5% con respecto a la factura. Esta medida se realiza como parte del mantenimiento correctivo, por lo que la medida se recupera en corto plazo. En el aspecto de la generación de aire comprimido, se observó que cuentan con sistemas eficientes y apropiados, debido a que se tienen 3 compresores de tornillo de 100 HP de control automático, alternándose en cada turno. Otro compresor adicional de 75 HP presenta un servicio de apoyo ocasionalmente.

Cambio de lámparas fluorescentes

La acción analizada se refiere a la utilización de lámparas más eficientes como medida factible en la planta, fundamentalmente con el cambio de lámparas fluorescentes por otras de alta eficiencia. Se consideraron también los niveles de iluminación actuales y los proyectados con la modificación para quedar dentro de las normas de trabajo. El cambio de lámparas por otras más eficientes generaría un ahorro en la factura de 6.6%; otro en consumo eléctrico de 579,684 KWh al año y una reducción en la demanda de 91.5 KW. Esta medida se está implementando

paulatinamente, aprovechando el mantenimiento correctivo normal al sustituir las lámparas con vida útil terminada. Se prevé un avance de por lo menos el 20% al año con la adopción de tal medida.

Corrección del factor de potencia

El análisis de la facturación aunado a la observación de la naturaleza de la potencia instalada, revelaron que existen tendencias de bajo factor de potencia, incluso por debajo del 85% cuando la carga de trabajo aumenta en la planta, manifestándose en meses críticos de alta producción. Se calculó y determinaron los bancos de capacitores necesarios para la corrección de este efecto, así como la ubicación de los mismos; esta corrección permitiría generar beneficios económicos para evitar penalizaciones y generar bonificaciones, con un monto aproximado de \$92,000.00 al año, con la inversión de \$42,000.00. Los bancos recomendados se instalarán de manera casi inmediata, optando por capacitores automáticos, los cuales ofrecen la ventaja de asegurar una capacidad de corrección adecuada del factor de potencia tanto cuando trabajan como cuando salen de operación los equipos mayores.

Conclusiones

El proyecto de demostración de ahorro de energía en su fase de diagnóstico energético reveló la posibilidad de obtener excelentes ahorros de energía y capital cuando se apliquen medidas como las mencionadas



anteriormente. Los ahorros totales calculados en demanda, podrían ser de alrededor de 1,260 KW y de 94,000 KWh en consumo mensual aproximadamente. Esto se reflejará en un ahorro económico mensual de \$58,000.00 (ó \$696,000.00 anuales). Para alcanzar tales medidas se requieren inversiones que varían de mínimas hasta de un monto considerable. Se buscó que las medidas de inversión no sobrepasarán los dos años como periodo de recuperación, o en caso de que ello sucediera, que aportaran beneficios adicionales en mantenimiento, operación o por reemplazo de material con vida útil cercana a su término; éste es el caso de los bancos de rectificación. Aunque la medida propuesta del control de la demanda y consumo requeriría una inversión menor, presenta un problema considerable en el área administrativa y de conciliación con el sindicato.

La CONALITEG, gracias al enorme interés de reducir sus consumos energéticos y aumentar su productividad, está ya realizando esfuerzos para la aplicación de medidas de ahorro de energía, comenzando con las que ofrecen mayor rentabilidad y aplicando paulatinamente las demás acciones de ahorro.