

■ Introducción

Siderúrgica del Golfo, S.A. de C.V. (SIGOSA), consideró como parte de su estrategia para incrementar la productividad de la empresa, la determinación de iniciar un programa de ahorro de energía, el cual, en su primera etapa, consistió en la ejecución de un diagnóstico energético realizado con sus propios recursos, para lo cual se contrató a una firma de consultoría especializada. Para la implantación de los proyectos propuestos como resultado del diagnóstico energético, SIGOSA solicitó apoyo al FIDE para la aplicación de medidas correctivas. El FIDE apoyó con un financiamiento de \$151,527.00, con dicho capital, la empresa obtuvo los recursos para la implantación de un sistema de control para

la demanda eléctrica; la operación de los motores del tren de laminación y sus ventiladores de enfriamiento, que le permitirá ahorrar 16.6% de su consumo, 3.7% de su demanda y un 12.89% en relación con su facturación eléctrica, obteniendo un periodo de recuperación de 0.38 años.

■ Antecedentes

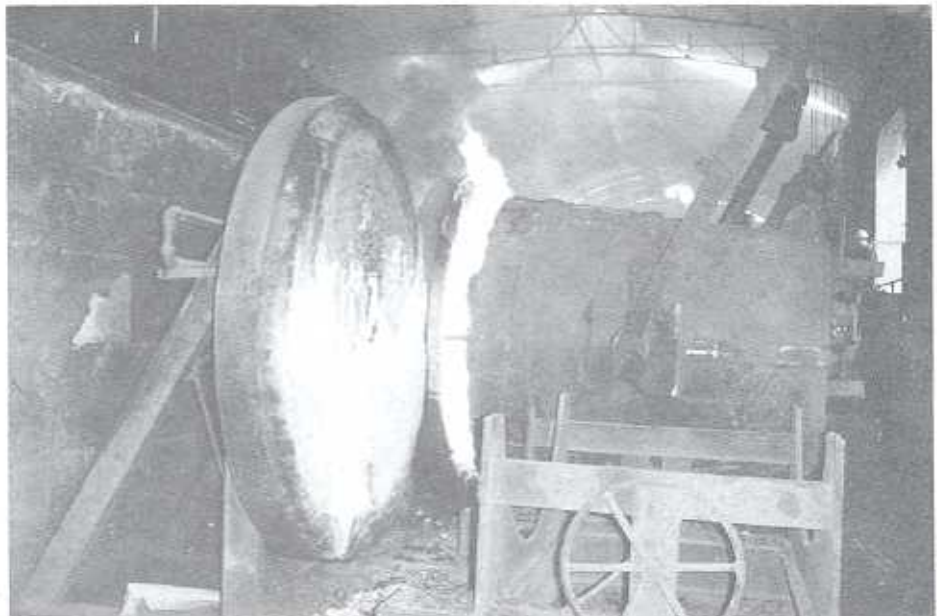
Siderúrgica del Golfo, S.A. de C.V., se encuentra ubicada en Prolongación Avenida Uniones No. 100, Fraccionamiento Industrial del Norte, H. Matamoros, Tamaulipas.

La empresa pertenece a la rama industrial metal-mecánica y sus principales productos son: la solera de acero y ángulo de acero, teniendo como principales insumos: la palan-

quilla de acero, energía eléctrica, gas natural y agua.

En el proceso de SIGOSA existen tres áreas que cuentan con motores y como resultado del estudio energético tienen un alto consumo de energía, como se describen a continuación:

En el horno de precalentamiento se cuenta con dos motores de 120 hp cada uno, y tres motores de 25 hp. A la salida del horno se tienen ocho motores de 4 hp. El desbaste opera con dos motores de 1,340 hp.



Las características del consumo de energía eléctrica son en promedio los valores que a continuación se indican:

Para el proceso del tren continuo de laminación se tienen funcionando ocho motores de corriente continua de 469 hp; cada uno tiene su alimentación a través de un rectificador y la cama de enfriamiento es operada por un motor de 60 hp.

TARIFA	DEMANDA MENSUAL (kW)	CONSUMO (kWh/AÑO)	FACTURACION ANUAL (\$)
H-S	2,650	6,720,000	1,440,000

■ Desarrollo del proyecto

En la siguiente tabla se muestra de manera resumida el total de motores con el que cuenta la línea de producción, así como su demanda y su potencia.

AREA	TOTAL DE MOTORES	DEMANDA (kW)	POTENCIA (hp)
HORNO DE PRECALENTAMIENTO	13	259.95	348.45
DESBASTE	2	2,000.00	2,680.00
TREN CONTINUO DE LAMINACION	9	2,845.00	3,813.67
TOTAL	24	5,104.95	6,842.12

Los objetivos planteados en la realización del proyecto de ahorro de energía, se apegaron con base en los alcances del diagnóstico energético realizado por la firma consultora; los resultados mostraron las áreas de oportunidad de energía, en donde se clasificaron las medidas a desarrollarse y así aplicar el financiamiento que el FIDE dispuso para SIGOSA. Sin embargo, las

acciones se hicieron con la filosofía de considerar principalmente el proceso productivo y de esta manera cumplir las metas propuestas por la firma consultora y SIGOSA.

Con la finalidad de alcanzar las metas, se

analizaron las áreas de servicios, desbaste, tren continuo de laminación y sistemas de rodillo. Conforme a las áreas antes mencionadas y analizadas por la firma consultora, se obtuvieron los datos de los principales equipos consumidores de energía, obteniendo los siguientes consumos eléctricos.

AREA	DEMANDA (kW)	PARTICIPACION PORCENTUAL (%)	CONSUMO (kWh/MES)	PARTICIPACION PORCENTUAL (%)
Servicios (Transf. No. 4,500 kVA) SUBTOTAL	90	5.80	31,500	5.11
Aire Acondicionado	40	2.58	14,000	2.27
Iluminación	15	0.96	4,500	0.73
Grúas	25	1.62	10,000	1.62
Otros	10	0.64	3,000	0.49
Desbaste (Transf. No. 12,000 kVA) SUBTOTAL	260	16.74	104,000	16.85
Motor número uno	135	8.69	54,000	8.75
Motor número dos	125	8.05	50,000	8.10
Tren continuo (Transf. No. 23,000 kVA) SUBTOTAL	600	38.62	240,000	38.91
Motores tren continuo	467	30.07	186,800	30.28
Motores de ventiladores	60	3.86	24,000	3.89
Cizallas	28	1.80	11,200	1.82
Otros	45	2.89	18,000	2.92
Sistema de Rodillos (Transf. No. 32,500 kVA) SUBTOTAL	603.52	38.84	241,408	39.13
Centrales hidráulicas	107.10	6.90	48,195	7.82
Compresores de aire	60.00	3.87	27,000	4.37
Ventiladores horno	61.50	3.95	27,675	4.49
Bombas	91.12	5.86	27,336	4.44
Enderezadora	38.80	2.49	13,192	2.14
Sistema de rodillos en general	148.00	9.53	59,210	9.59
Otros	97.00	6.24	38,800	6.28
TOTAL	1,553.52	100	616,908	100

■ Proceso de la empresa en siderúrgica del Golfo

El proceso, aunque sólo cuenta con una sola línea de producción, tiene la capacidad para ajustarse a las necesidades de la demanda, y mediante la misma línea se producen diversidad de productos con múltiples especificaciones.

El proceso productivo inicia por el horno de precalentamiento, que funciona a base de gas natural; el material que sale tiene una temperatura de 1,180 a 1,200 grados Celsius, dependiendo de las características del material; de ahí pasa al área de desbaste por medio de rodillos, con la función de impulsar el material hacia adelante o atrás según se requiera, al terminar este proceso pasa al tren continuo de laminación, cuya función es laminar el material para darle su configuración final (en ángulo o solera).



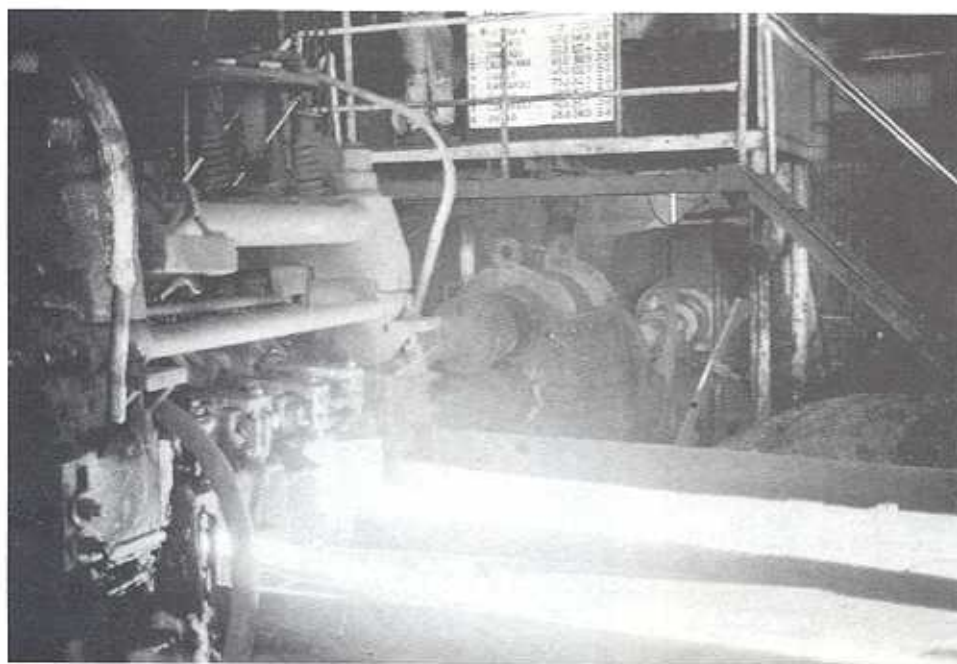
Después es puesto sobre la cama de enfriamiento, en donde el material es depositado para darle tiempo a que descienda su temperatura y posteriormente, pasa al área de empaquetado donde recibirá el material para cortarlo con las dimensiones especificadas y empaquetar el producto terminado en su presentación final para el mercado.

A continuación se describe el proceso productivo en forma simplificada.

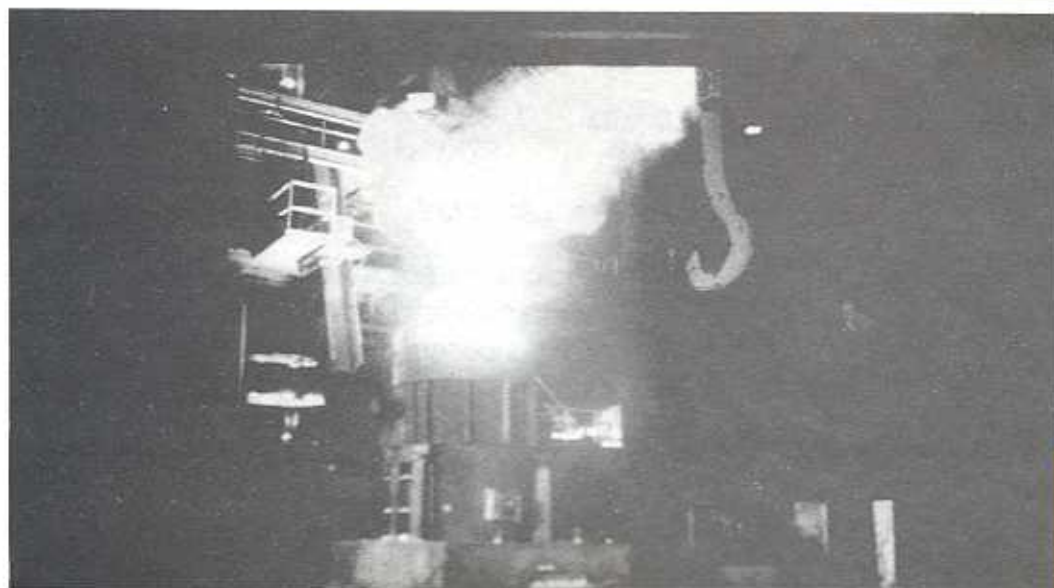
■ Áreas de oportunidad detectadas en el diagnóstico energético

Como resultado del diagnóstico energético practicado a Siderúrgica del Golfo, S.A. de C.V., se detectaron 23 áreas de oportunidad de ahorro de energía, las cuales condujeron al planteamiento de 10 proyectos específicos para su aplicación.

A continuación se describen de manera resumida las diez áreas de oportunidad del diagnóstico energético, que representan un importante potencial de ahorro de energía.

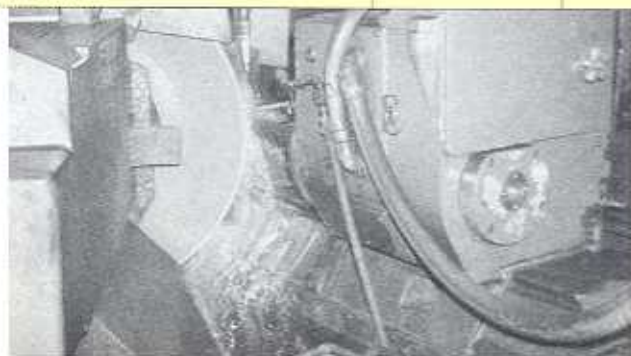


Tipo	Localización	Descripción
Tarifa	Toda la planta	Aprovechar la tarifa horaria y parar la planta en el horario de punta y realizar una solicitud de cambio de tarifa.
Control de la demanda	Toda la planta	Instalar un sistema de control de la demanda y de esta manera tener un control y visualizar el comportamiento de la misma.
Factor de potencia	Sistema eléctrico	Disminuir pérdidas por efecto Joule mediante la optimización del factor de potencia.
Control de operación	Tren continuo	Implantar un sistema automático de paro-arranque del grupo de motores del tren continuo de laminación.
Control de operación	Sala de motores del tren continuo	Implantar un sistema de paro automático en los ventiladores de cada uno de los motores del tren continuo.
Control de energía	Area de transformadores	Implantar un sistema integral del monitoreo de energía.
Motores eléctricos	Toda la planta	Sustitución de motores sobredimensionados, por motores de la capacidad requerida de alta eficiencia.
Combustible	Horno	Modificar el sistema de control de operación de la puerta de salida, para disminuir las pérdidas por radiación cuando se mantiene la puerta abierta.
Iluminación	Areas exteriores	Sustituir las lámparas de aditivos metálicos y vapor de mercurio por lámparas de vapor de sodio.
Iluminación	Areas interiores	Sustituir las lámparas fluorescentes de 39 W y 75 W, por lámparas ahorradoras de 32 y 60 W.



En la página siguiente se presentan los ahorros de energía y económicos de las 10 áreas de oportunidad, anteriormente mencionadas, en forma resumida.

DESCRIPCION	AHORROS ANUALES			INVERSION (\$)	RECUPERACION (AÑOS)
	kW/MES KWh	kWh	(\$)		
APROVECHAR LA TARIFA HORARIA	1441.00 (54.37%)	---	833,741.76 (57.8%)	SIN INV.	INNEDIATA
SISTEMA DE CONTROL DE LA DEMANDA	90.00 (3.39%)	594,000.00 (8.83%)	227,892.96 (15.82%)	56,680.00	0.25
DISMINUIR PERDIDAS POR EFECTO JOULE	1.90 (.07%)	16,644.00 (.24%)	6,168.68 (.42%)	SIN INV.	INNEDIATA
PARO AUTOMATICO DE LOS MOTORES DE TREN CONTINUO	---	448,320.00 (6.67%)	148,304.26 (10.29%)	98,000.00	0.66
PARO AUTOMATICO DE LOS VENTILADORES DEL TREN CONTINUO	---	72,000.00 (1.07%)	23,817.60 (1.65%)	55,000.00	2.31
MONITOREO INTEGRAL DE ENERGIA	22.00 (.83%)	484,704.00 (7.21%)	168,015.10 (11.66%)	320,000.00	1.90
SUSTITUIR MOTORES CONVENCIONALES POR MOTORES DE ALTA EFICIENCIA	3.59 (.13%)	24,914.60 (.37%)	9,494.17 (.65%)	38,000.00	4.00
EFICIENTIZAR LA OPERACION DE LA PUERTA DEL HORNO	---	---	5,996.00 (.41%)	SIN INV.	INNEDIATA
ILUMINACION DE AREAS EXTERIORES	3.00 (.11%)	10,800.00 (.16%)	4,619.23 (.32%)	SIN INV.	INNEDIATA
ILUMINACION DE AREAS INTERIORES	5.00 (.18%)	18,000.00 (.16%)	7,698.72 (.53%)	SIN INV.	INNEDIATA
TOTAL	1,566.49	1,669,382.60	1,435,748.59		0.395



Adicionalmente se describen las 13 recomendaciones detectadas en el diagnóstico energético, que sirven como apoyo para eficientar los sistemas de la planta, a fin de obtener un mejor ahorro en todas las áreas sin afectar la producción.

Descripción	Beneficios	Recomendación
Instalación de láminas traslúcidas, para la iluminación de la nave durante el día.	Mayor visibilidad dentro de la nave, al igual que los ahorros obtenidos al apagar 6 lámparas de 400 W, durante 10 ó 12 horas.	Realizar la instalación de láminas traslúcidas sobre las áreas de la nave en donde se requiera de mayor iluminación.
Disminuir las ganancias de calor del exterior, mediante el aislamiento térmico del cuarto.	Los ahorros estimados en términos de consumo de energía eléctrica son: 15,382.95 kWh/año y 5,088.68 \$/año.	Recubrir las paredes con un aislante térmico, de tal manera que se tenga mayor eficiencia en el sistema.
Disminuir las ganancias de calor del exterior, mediante el aislamiento térmico del cuarto.	Los ahorros estimados en términos de consumo de energía eléctrica son: 2,918.82 kWh/año y 965.55 \$/año.	Recubrir las paredes con algún aislante térmico para disminuir costos de operación.
Disminuir las ganancias de calor del exterior, mediante el aislamiento térmico del cuarto.	Los ahorros estimados en términos de consumo de energía eléctrica son: 12,447.4 kWh/año y 4,117.60 \$/año.	Disminuir el área de ventanas o al menos instalar algún reflejante para disminuir las pérdidas en el sistema.
Disminuir las ganancias de calor del exterior, mediante el aislamiento térmico del cuarto.	Los ahorros estimados en términos de consumo de energía eléctrica son: 5,770.56 kWh/año y con respecto a su facturación 1,908.90 \$/año.	Disminuir el área de ventana o por lo menos instalar algún reflejante para disminuir pérdidas.
Mejorar la ventilación de la sala a través de un sistema de ventanas altas y extractores.	Reducción de los niveles de temperatura del área de la sala de motores del tren continuo.	Instalar un sistema de ventanas altas, el cual se situará en la pared posterior, que es la que tiene colindancia con el exterior.
Reubicar la toma de aire de los compresores a una zona más fresca.	Mayor eficiencia en la operación del compresor, incremento en la vida útil del equipo y disminución en los gastos de operación y mantenimiento.	Reubicar los compresores a una zona donde puedan tomar aire más fresco, y estén protegidos del polvo exterior.
Implementar un sistema de arranque y paro automático de los sistemas de rodillos.	Los ahorros en consumo de energía eléctrica son debido al paro de los motores en los periodos en los cuales no se justifica su operación.	Implantar un mecanismo de operación en todos los sistemas de rodillos, el cual opera con una palanca de una sola posición. Dicha palanca tiene regreso automático.
Subir la succión de aire de retorno de las unidades de aire acondicionado.	La reducción en gastos de mantenimiento, ya que el filtro se ensuciará menos.	Realizar un nuevo diseño del sistema considerando colocar la succión a una distancia más adecuada con respecto a la que existe actualmente entre ésta y el piso.
Sacar el banco de resistencia del CCM de laminación.	Eficientar el sistema de aire acondicionado, mediante la eliminación de fuentes productoras de calor.	Reubicar los bancos de resistencias de tal manera que no estén dentro de áreas con aire acondicionado.
Instalar variadores de velocidad de estado sólido para el control de gasto de aire en los ventiladores de inyección y succión del horno.	Con la implantación de estos equipos para el control de la velocidad de los motores, se va a regular la admisión de aire y no la velocidad en los ventiladores, obteniendo menor consumo de energía eléctrica.	Implementar un sistema que regule automáticamente la velocidad a los motores de los ventiladores dependiendo de las necesidades en la carga.
Reubicación del taller eléctrico, hacia otra área de adecuación.	Eficientar el sistema de aire acondicionado del tren continuo, disminuyendo las cargas térmicas.	Adecuar una área determinada para que en ella se realicen las reparaciones necesarias a los equipos que así lo requieran.
Instalar un sistema que reduzca los esfuerzos mecánicos y eléctricos a los cuales está sujeto el motor, debido a su ciclo de trabajo que es paro y arranque.	Reducir las interrupciones en el proceso productivo.	Instalar un clutch neumático en el sistema de transmisión entre el reductor y el motor para reducir los esfuerzos eléctricos y mecánicos ocasionados por el ciclo de trabajo.



Aplicación de medidas con apoyo del FIDE

Una vez que SIGOSA concluyó el diagnóstico energético a través de la firma consultora especializada, solicitó al FIDE financiamiento para efectuar la aplicación de medidas y obtener de esta manera, los beneficios de dicha acción.

Optimización energética del proceso, al controlar las principales cargas eléctricas

Después de analizar la forma de operación de los sistemas más importantes del proceso productivo, la empresa decidió realizar la medida de control de la operación de equipos para obtener la mejor optimización de

la energía eléctrica y tener un adecuado control de la demanda por debajo del valor predeterminado; para lograr lo anterior, se instaló un sistema de monitoreo de la demanda tomando como referencia la señal de pulsos de los medidores de CFE.

Al implantar este sistema, se logró obtener el promedio de la demanda eléctrica con la cual opera la planta; logrando así tener un control de la demanda para que los operadores realicen maniobras en los equipos cuando la demanda tienda a subir y no exceda un valor predeterminado.

Conforme a la medida de ahorro que se realizó, en el siguiente cuadro se incluyen los ahorros obtenidos.

Concepto	Ahorros				Ahorro en facturación (\$)	Inversión (\$)	Recuperación (años)
	kW	%	kWh/año	% ahorro			
Optimización energética del proceso, mediante el control de las principales cargas eléctricas.	90	3.7	1,114,320	16.06	400,014.82	151,527.00	0.38

■ Conclusiones

El ahorro que presentó Siderúrgica del Golfo, S.A. de C.V., es de 90 kW y 1,114,320 kWh al año, lo que representa un ahorro en su facturación del 12.89% del consumo promedio y un ahorro económico anual de \$400,014.82.

Como resultado de la implantación de las medidas de ahorro de energía, el personal de la empresa adquirió mayor conciencia acerca de las posibilidades del ahorro de energía que se demostraron, lo cual redundará en futuros ahorros de energía y desde luego, un incremento en la productividad global de la empresa.

Finalmente, del total de las acciones detalladas, SIGOSA aplicó las restantes con sus propios recursos económicos y personal técnico.