

SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE USO RACIONAL DE LA ENERGIA EN LA INDUSTRIA

JULIO, 4 - 8 DE 1983
LIMA - PERU

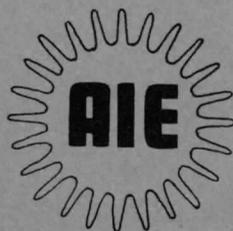
USO RACIONAL DE ENERGIA EN
LA INDUSTRIA DE METALES NO
FERROSOS

Jane Carter



MEM

CEE



PC

USO RACIONAL DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA DE METALES NO FERROSOS
(EXCLUIDO ALUMINIO)

SRA. JANE CARTER

CONSULTORES INTERNACIONAL DE EFICIENCIA
ENERGETICA

(Ex-Jefe de la División de Conservación de Energía
Departamento de Energía R.U.)

RESUMEN

1. La eficiencia aumentada en la utilización de la energía es de la mayor importancia, aún para un país como el Reino Unido que en la actualidad es autosuficiente en energía. No podemos salirnos de los problemas energéticos del mundo. Para la economía como un todo, el ámbito de la conservación es de alrededor de 100 millones de toneladas equivalentes de carbón (tec) por año - aproximadamente un tercio de nuestro consumo energético anual. Esto es una inversión de bajo costo, de bajo riesgo integralmente dentro de nuestro control.
2. Los precios económicos de la energía son una política clave. Pero los obstáculos todavía permanecen - una baja prioridad históricamente para la conserva-ción, ausencia de conocimiento acerca del problema y los medios técnicos pa

ra sobrepasarlo, la fragmentación del suministro energético a las industrias, los servicios y equipamientos para la conservación, el temor a la ruptura y pérdida financiera al introducir nuevos procesos (particularmente con innovación tecnológica), todo ésto se conjuga además con los efectos de la recesión. El tomar tecnología nueva y existente en el Reino Unido ha sido lento.

3. Consecuentemente, el gobierno debe desempeñar un rol importante conjuntamente con la industria y asociado a las asociaciones de comercio e investigación para llegar a vencer estos obstáculos. El principal enfoque del gobierno es hacia lo siguiente:
 - a) Ayudar a identificar el problema, mediante el análisis de la utilización de la energía en la industria y el análisis del potencial de incrementar la eficiencia energética.
 - b) Promover innovación tecnológica.
 - c) Impulsar la gestión energética prudente y en esquemas sectoriales voluntarios de monitoreo y establecimiento de metas energéticas.
4. Este documento analiza la aplicación de este programa incluyendo en él R.U. a las industrias de metales no ferrosos (excluyendo aluminio) como por ejemplo, la fundición primaria de cobre, producción primaria de metales, manufactura de productos semi-finalizados y fundidos y la recuperación de metal a partir de chatarra. En 1979, el Sector fue responsable por un 2-3% de la energía industrial consumida en el R.U. y un 1% del total del consumo energético por el usuario final. Una meta significativa para la conservación energética.
5. A través de los planes de ahorro energético en la industria y audits de energía, una base de datos sobre uso de la energía y potencial de conservación fue establecida. Subsecuentemente, una política sectorial y estrategia fue formulada.
6. La política y los programas del R. U. son apropiados a las necesidades de los países en desarrollo. Un ingrediente esencial es que el gobierno trabaje muy de cerca con la industria y el comercio relacionado así como con las asociaciones de investigación para proveer asistencia y estímulo a una más alta prioridad para el aumento en la eficiencia energética por medio de ambos, tecnología conocida e innovación tecnológica.

USO RACIONAL DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA DE METALES NO FERROSOS (EXCLUIDO ALUMINIO)

SRA. JANE CARTER

CONSULTORES INTERNACIONALES EN EFICIENCIA
ENERGETICA

(Ex-Jefe de la División de Conservación de Energía -
Departamento de Energía R.U.)

INTRODUCCION

1. El R.U. afronta sus necesidades energéticas sustancialmente a partir de sus recursos indígenas o locales de carbón, petróleo y gas natural con la adición de pequeñas cantidades de potencia nuclear e hidroeléctrica. Pero no podemos optar a salirnos de los problemas energéticos mundiales. Y los precios crecientes de combustible en el R.U. en línea con las tendencias mundiales de costos marginales a largo plazo han enfatizado la necesidad de la conservación. El papel de la eficiencia energética se da cada vez más importante conforme la producción local de petróleo y gas natural lleguen a su máximo en los años de la década de 1990 y decaigan adelante. El ámbito para conservación desde la aplicación de tecnología efectiva en costos es muy amplia - acerca de 100 millones de toneladas equivalentes de carbón (tec) por año. Esto representa al rededor de un tercio de nuestro consumo energético actual anual de un poco más de 300 millones de toneladas equivalentes de carbón tec y es equivalente en tamaño a las industrias de carbón, petróleo y gas. La política del gobierno del

R. U. ha sido por tanto promover las medidas de conservación efectivas en costos vs. una base "realista" de precios de combustible por medio de programas sustanciales de información y alerta a consumidores, ayuda financiera para la innovación, ayuda financiera general y medidas regulatorias.

2. El sector industrial y comercial es un área meta importante pues usa más de la mitad de nuestra energía empleando aproximadamente dos tercios de la misma en el procesamiento y el resto en la calefacción de edificios. Debido al tradicionalmente bajo precio de la energía, no se había pensado que fuese necesario invertir hasta el mismo punto en aumentar la eficiencia del uso de la energía en contraposición a otros recursos. El cambio abrupto en los precios de la energía, por lo tanto, revelaron una necesidad para "ponerse al día" con la aplicación de tecnología y aumentar su prioridad en relación con otras posibilidades de inversión en recursos.
3. La conservación o el ahorro no es un concepto negativo porque no se trata de cortar el uso de la energía por sí. Un mayor uso energético podría ser necesario para mejorar condiciones de trabajo, para aumentar mecanismos y otras cosas. Básicamente, es una cuestión de conseguir un mayor potencial para el ahorro en costos, mejorar la productividad y mejorar las ganancias. Procesos que eran aceptables cuando los costos de la energía eran bajos, ya no son más procesos apropiados. Para cobre, la energía ha duplicado su participación en el costo de manufactura total desde 1970. Esto es uno de los pocos elementos de costos que es directamente controlable, con un efecto inmediato y tangible sobre la rentabilidad.
4. Este documento describe las políticas de conservación energética del gobierno del R. U. y como éstas han operado en el sector de industria de metales no ferrosos.

BARRERAS A LA CONSERVACION

5. Obviamente, el precio económico de la energía es central para una política

de conservación efectiva. Los precios de la energía deben reflejar los mecanismos del mercado, y por tanto, dar a los consumidores de energía las señales correctas del futuro de tal manera que puedan ajustar sus prácticas y sus decisiones de inversión de acuerdo con éstos mecanismos. Sin embargo, aunque los precios han tenido un efecto marcado, mucho todavía permanece para ser realizado. Más aún la naturaleza de la respuesta es en cierta forma desilusionante. Es cierto que un progreso considerable ha sido obtenido con respecto a medidas de buena administración "en casa". Pero un estudio reciente ha encontrado que mientras una alta proporción de las firmas cubiertas han realizado o han logrado ahorros energéticos por medio de un mejor uso de la planta existente y alteraciones relativas a la energía menores, menos de un tercio han llevado adelante inversiones relacionadas a la energía significativas o de monto importante.

6. Esta renuencia a llevar adelante nuevos proyectos de conservación más significativos está evidenciada por los períodos de pago de inversión muy cortos que demandan o se han utilizado para las inversiones de conservación; éstos a menudo parecen ser menores de 18 meses, aún para asuntos de gran importancia. Estos períodos de pago cortos de la inversión sugieren que las firmas individuales no pueden dar una suficientemente alta prioridad (en términos de sus propios intereses) a la inversión en conservación de energía y además que a nivel nacional la asignación de recursos al sector energético puede no ser óptima. Una ilustración que llama la atención es que la edad promedio de las calderas reemplazadas bajo el Esquema de Conservación de Energía tenían un promedio de 41 años y que en aquellos proyectos que involucran la conversión de petróleo o gas a carbón, el 15% de las calderas reemplazadas eran calderas Lancashire con edades entre 70 y 80 años. Más aún, cuando el esquema se inició, el período de pago promedio esperado era de 3.7 años pero los precios mayores de los combustibles significan o han significado que el promedio (de 44 firmas recientemente muestreadas) se haya reducido a 2 años. Cuáles son las barreras para proyectos rentables de conservación como éstos?
7. Algunas de las principales barreras que causan que la industria se niegue a llevar adelante oportunidades de conservación son:

- a) Una baja prioridad para la conservación, particularmente en los niveles de administración más altos. Las decisiones sobre el uso de energía y conservación no son vistas como factores fundamentales en los objetivos estratégicos de las mismas y por lo tanto se les asigna baja prioridad cuando se asignan los recursos, ambos financieros y administrativos.
 - b) La incertidumbre, producida por el desconocimiento del futuro nivel de precios y la velocidad de cambio a los mismos así como del futuro de la economía en general. El problema se exagera en la actualidad por baja liquidez, altas tasas de interés, baja rentabilidad y baja demanda.
 - c) La falta de apreciación de lo que puede ser logrado técnicamente.
 - d) Los riesgos y las incertidumbres técnicas, particularmente donde nueva tecnología sea requerida (a través de la vasta mayoría de los casos la tecnología es disponible). En algunas veces debido que las medidas de conservación energética no lleguen a los ahorros predichos o pronosticados y que ellos puedan causar una más frecuente interrupción en la producción.
 - e) La naturaleza fragmentada de la industria de equipo de conservación. Sus productos están dispersos a través de una amplia variedad de diferentes industrias y no están dirigidos hacia el mercadeo de los sistemas de conservación o a paquetes deficientes de energía y que provean servicios de seguimiento.
8. Hay por tanto, un rol importante para el papel del gobierno en reforzar los mensajes de los precios. El programa del gobierno del R. U. incluye un fuerte programa de información, alerta y entrenamiento, y soporte para la introducción de innovación tecnológica y encambio de calderas y hornos de petróleo y gas a carbón.

PROGRAMA DE CONSERVACION INDUSTRIAL

9. Después de la crisis de 1973, el gobierno visualizó que no tenía una base de datos adecuada sobre el uso de energía en la industria sobre la cual fundamentar sus políticas y estrategias. Consecuentemente inició en 1975 un intenso

auditora je energético de la industria británica, diseñado para:

- a) Obtener información detallada sobre los usos de la energía.
- b) Estimar potenciales ahorros.
- c) Identificar oportunidad para investigación y de sarrollo.
- d) Política gubernamental de asistencia.

25 reportes han sido ahora producidos.

10. Durante el trabajo de audits, sin embargo, se vió claramente que muchas compañías estaban desperdiciando gran cantidad de energía como resultado de un control de recursos inadecuado. Por tanto, parecía que había una considerable posibilidad, de que a muy bajo costo se diera una mejor administración "doméstica", junto con modificaciones relativamente simples para la planta y la práctica. En 1977, el Esquema de Ahorro Energético Industrial (EAEI) se puso en práctica para:

- a) promover eficiencia;
- b) obtener inf ormación sobre el uso de energía;
- c) obtener un potencial mayor para ahorro.

En todo, 40 informes fueron producidos.

11. Al mismo tiempo que estos esquemas se implementaban, el gobierno introdujo en 1977 una campaña para cada organización que utilizara energía en la industria, comercio, autoridades locales, hospitales, escuelas, departamentos gubernamentales, etc. para que designaran a un gerente de energía como el -- responsable exclusivo de la administración de los recursos energéticos. Hay ahora más de 5,500 gerentes de energía en el R. U. y ellos están siendo ayu-- dados en un número de maneras diferentes. En cada región hay un Oficial de Conservación de Energía Regional que pertenece al Dpto. de Industria, y quien ayuda en la formación de grupos locales de gerentes de diversas forma-- ciones y procedencias (más de 80 grupos en el R. U.), con una ayuda adicio-- nal de un periodico gratuito mensual, esquemas de entrenamiento y una confe-- rencia anual, así como también una amplia gama de material de consulta que incluye Boletines de Eficiencia de Combustible (Fuel Efficiency Booklets).

También es posible que las compañías tengan consultoría subsidiada en el tema de eficiencia energética para sus intereses.

12. Al mismo tiempo la urgencia de promover la adopción de tecnología innovativa ha sido reconocida. La transferencia de tecnología ha sido uno de los problemas de mayor dificultad que se enfrentan a nivel mundial. Es particularmente agudo en área de la eficiencia energética, puesto que ninguna de las principales partes involucradas el investigador, el fabricante de equipos, el usuario y en algunos casos, el proveedor de combustibles, está dirigido sobre sus propios intereses hacia la responsabilidad general en este campo todavía en desarrollo. Más aún, hay riesgos reales asociados con el nuevo proyecto, trabajará en práctica, hará interrupciones dañadas al suministro, valdrá la pena financieramente? En tiempos de recesión, estos factores se multiplican. La renuencia a invertir está elocuentemente demostrada por el hecho de que el tomar tecnología existente y nueva (lo cual se cree que pueda tener el potencial de reducir el consumo de energía en la industria del R. U. en un 20 a 30 %) ha sido dolorosamente lento, aún por medio de la mayoría de los proyectos que ofrecen períodos de pago económicos menores de los 5 años y en muchos casos menores de los 2 años.
13. El gobierno por lo tanto, instituyó un nuevo esquema en 1978 para motivar una adopción más amplia de tecnología que aumentarían la eficiencia en la utilización de la energía, éste se llamó el Esquema de Proyectos de Demostración de Conservación de Energía (EPDCE), Este esquema está diseñado para:
- a) Demostrar la efectividad técnica y económica de la tecnología en situaciones de trabajo por medio de la ayuda a la instalación de equipo que pueda llevar al mejor uso de energía y al arreglo de un monitoreo independiente para verificar los resultados del sistema;
 - y
 - b) Promover la multiplicación de proyectos exitosos.
14. El plan cubre los sectores industrial, comercial y doméstico, aunque el énfasis inicial se concentró en la industria donde eran obtenibles períodos de pago -- más cortos.

15. Una estrategia detallada para el plan como un todo y también para cada sector del mercado individual y cada tecnología ha sido desarrollada, basándose en los resultados de los informes sobre Auditorajes Energéticos de Ahorro. Los informes de audits muestran por ejemplo que hay un potencial de ahorros costo-efectivo de 4 a 6 millones de toneladas equivalentes de carbón por año en la industria del hierro y del acero, lo que representa un 25% de su uso de energía, .2 millones de toneladas equivalentes de carbón por año en la industria de cobre. La lista completa de estos informes de audits muestran el potencial de conservación ilustrado en la tabla (1).
16. El mismo tipo de análisis permite ver que tecnologías prioritarias sean identificadas donde el potencial es grande y donde hay un razonable prospecto de explotación para ese potencial con alto retorno económico. En el campo industrial las prioridades han sido asignadas, junto con los estimados de potencial de conservación efectivo en costos. Entre la tecnología que ha recibido atención de alta prioridad está la recuperación de calor, de desperdicio, donde de 6 a 8 millones de toneladas equivalentes de carbón por año son disponibles para ser ahorradas, material de desecho como combustible (de 3 a 5 millones toneladas equivalentes de carbón por año), instrumentación y control (de 2 a 3 millones toneladas equivalentes de carbón por año) y la cogeneración (1 millón de tec por año). Una lista más completa es ilustrada en la tabla número 2.
17. La más reciente alternativa que ha llevado adelante el gobierno del R. U. es promover la fijación de metas energéticas y el monitoreo lo cual ya ha sido -- puesto en práctica en los EE.UU., Canadá y Francia con éxito considerable. Es claro de los resultados del trabajo de auditoraje y ahorro que hay una amplia variación en el consumo energético específico entre las compañías que usan las prácticas y plantas similares.
18. Para minimizar los costos operacionales, los gerentes en las compañías necesitan conocer cómo y dónde se disipa la energía dentro de sus plantas y optimizar -- la relación entre la energía usada y la producción o los servicios prestados. Sin embargo, las metas de energía fijadas sin una referencia a los detalles relacionados con la manera en la cual se organiza la producción serán resistidas y/o no funcionales, por lo que el fijar las metas y el monitoreo debe ser hecho de acuerdo con las necesidades específicas de las compañías individuales.

19. Los objetivos del monitoreo para reducir las pérdidas y también optimizar el uso de la energía en operaciones de plantas. Esto incurre en un enfoque -- disciplinado hacia lo siguiente:
- a) Medida de los flujos de energía dentro de la planta.
 - b) Análisis de la contabilidad de uso de energía.
 - c) Normalización de los datos que permitan tomar en cuenta el efecto de los factores externos.
 - d) Notificación del rendimiento a los niveles de administración operacional y superior.

Mientras que la acción de seguimiento para la disminución del rendimiento invariablemente descansa en la responsabilidad de los supervisores de línea, el monitoreo también brinda información esencial para la administración superior que le permita asegurar una operación eficiente si esto se mantiene de manera efectiva.

20. El fijar metas es una actividad adicional dirigida a un esfuerzo de conservación energética aún mayor para todos los niveles de administración por medio de su participación en el esfuerzo concertado para hacer mejor que lo normal. Esto involucra:
- a) Auditoraje periódico de los flujos de energía y la identificación de oportunidades de ahorro energético.
 - b) Fijar metas para el mejoramiento en el rendimiento energético aliado con un programa realista y con el cual halla compromiso.
 - c) La ejecución de un programa de conservación de energía de trabajo y la evaluación de los beneficios en costos logrados.
 - d) Motivación del personal de planta en la fábrica.

Estudios recientes de prácticas industriales indican que donde las compañías -- han tomado el hacer contabilidad energética disciplinada se ha producido un ímpetu mayor para llevar adelante proyectos de conservación energética. El fijar metas, proveer el foco requerido para lograr el máximo beneficio de costo en el esfuerzo de conservación energética.

21. El beneficio sobre el costo logrado por medio del monitoreo y el fijar metas a nivel de la planta es aumentado por el apoyo que se da al nivel sectorial y de grupo. La actividad de un cuerpo de coordinación en el sector industrial podría incluir lo siguiente:
- a) Un procedimiento de informes primeramente para coordinar los esfuerzos generales del sector en el campo de la energía pero que también ayudaría a promover una adopción más amplia, nivel de la fijación de metas y del monitoreo de sistemas en blanco.
 - b) Una plataforma para el intercambio de información entre las compañías que daría base para el mejoramiento del sistema de administración energética y que también llevaría a una actividad aumentada de conservación energética.

ADMINISTRACION DEL PROGRAMA

22. La implementación de estos programa ambiciosos no podría ser llevada adelante solamente por el gobierno. Es esencial trabajar con la industria y por medio de las asociaciones apropiadas de comercio e investigación. Los estudios de auditoraje y ahorro pueden ser contratados con asociaciones sectoriales o con consultores. El plan de demostración es administrado por la unidad de soporte tecnológico en energía y/o la autoridad de energía atómica así como el Establecimiento de Investigación en Edificios - Building Research Establishment - BRE (alrededor de 50 personas de staff en todos). Un patrocinador se asigna para cubrir cada sector del mercado y cada área tecnológica. Una figura clave del plan es que estos Oficiales sean responsables de todas las etapas de actividad desde los audits iniciales del sector, la especificación de la estrategia, la identificación de proyectos, la administración de proyectos, el fijar metas para la reproducción y el programa de promoción para lograr el efecto multiplicador. Además de los esfuerzos del patrocinador, cada proyecto es apoyado en relación con su elegibilidad para el gobierno por un grupo de industriales y expertos independientes.

APLICACION DE PROGRAMAS AL SECTOR NO FERROSO

23. El Sector de Metales no Ferrosos (excluyendo aluminio) incluye al cobre, plomo, zinc, titanio, aleaciones de hierro, aleaciones de níquel y cromo y semiconductores. Aunque pequeña comparación con el sector de acero (el cual es responsable del 20% de nuestro uso energético industrial) su uso de energía (del 2 a 3% del uso industrial) es casi el mismo que el del sector de aluminio (2.5%) y por lo tanto es un objetivo individual significativo.
24. La siguiente tabla muestra la producción y el consumo para 1981 en el R. U. (miles de toneladas)

	Lingote		Producción Metal Bruto	Producción Fundidos	Empleo	Precio Lingote/Tonelada
	Producción	Consumo				
Copper	136	333	466	59	33,000	£900
Lead	333	266	150	--		£350
Zinc	82	185	16	37		£900
Tin	15	11	--	0	17,000	£7,000
Níquel	25	24	--	--		£3,000
Titanio		4	4	--		£7,000

25. La producción primaria de metal, la manufactura de productos semi-terminados y fundidos y la recuperación de metal de chatarra representa 2.5% de la energía consumida en la industria en el R. U. y 1% del total de consumo de energía por el usuario final. En 1974, el sector del cobre uso 12,900 PJ de energía y el resto del sector 14,000 PJ. Las ventas de cobre significaron £1,100,000, con un valor agregado de £250,000,000 y de otros metales a £1,200,000,000 con un valor agregado de £250 millones. Hay 430 empresas produciendo cobre, bronce, y otras aleaciones de cobre y unas 280 misceláneas en metales básicos.
26. El Centro de Tecnología de Metales (BNF) ha estado desde hace tiempo activo en la conservación energética en la industria de metales y desde 1975 ha sido responsable de implementar el plan de ahorro y auditorio-energético industrial

en Dpto. de industria en el R. U. aplicado al sector no ferroso. Como resultado de ésta y otras actividades relacionadas, el Centro tiene un conocimiento único y un entendimiento de la energía y su utilización dentro del sector no ferroso. El gobierno por tanto, ha invitado a que se lleve adelante el monitoreo independiente de varios proyectos considerables demostrativos en este sector y el desarrollo de un monitoreo sectorial, así como un plan que fija objetivos.

PROGRAMA DE AUDITOS

27. Se ha decidido dividir cada uno de los sectores de metales en sus actividades representativas (por ejemplo: el enrollado plano de cobre) y analizar el consumo energético por toneladas de productos que pasa a través de las varias etapas de producción en uno o dos trabajos representativos de cada actividad. Los resultados se han escalado en proporción a la estadística de producción conocida, permitiendo variaciones para factores tales como las diferencias tecnológicas entre las compañías. BNF auditaró aproximadamente cuatro sitios individuales en un tiempo promedio que incluye el análisis de los datos obtenidos, de aproximadamente de 10 días por sitio.

PROGRAMA I.E.T.S.

28. Este se basó en una campaña de visitas confidenciales de un día por equipos de asociaciones de investigación y de consultores independientes a compañías representativas en la industria, por ejemplo en todo el R. U. las compañías industriales que están sobre un tamaño mínimo. BNF visitó 84 sitios en los sectores de cobre, plomo y zinc. El elemento esencia en el IETS es la ayuda directa que se provee a las compañías durante el programa de visita y a partir de los subsecuentes informes. Cada visita a la compañía es en realidad una consultoría corta llevada a cabo por expertos, cada uno de los cuales no sólo tiene un conocimiento detallado de conservación de energía sino también experiencia en la industria que se trate.

RESULTADOS

29. Los resultados del trabajo de auditoraje y de IETS pueden darnos ahora lo que

es probablemente el conocimiento centralizado y comprensivo más amplio del mundo y el entendimiento de cómo la energía se utiliza en la industria, al mismo tiempo que el potencial para conservación. Además de esto, los informes de sectores industriales, los cuales son disponibles ampliamente y de manera gratis para las compañías en el R. U., muestran los niveles de consumo de energía representativos de cada actividad dentro del sector. Esto le permite a una compañía individual comparar su rendimiento con el promedio, y si éste fuera pobre, así la acción sería estimulada. También da la posibilidad de analizar el rendimiento de la compañía, como por ejemplo mediante la comparación de la eficiencia del consumo energético con la productividad laboral para varias compañías que operan una planta y el proceso similar.

30. Estos estudios mostraron un alto potencial para el aumento de la eficiencia energética en la industria del cobre y plomo y zinc.

INDUSTRIA DE COBRE

31. En algunos aspectos, la industria de cobre es similar a la industria de aluminio, sin embargo, el consumo energético es mucho más bajo en la industria del cobre porque no se lleva virtualmente fundición primaria de cobre en el R. U. (una pequeña cantidad del cobre primario se obtiene en el R. U. a partir de concentrados de minas de plomo, zinc) casi todos nuestros requerimientos de cobre primarios son importados, lo que significan alrededor de 571 kilotoneladas de cobre refinado y 68 kilotoneladas de cobre no refinado en 1980. Más adelante el contenido energético intrínseco primario del cobre (50 GJ por tonelada) es mucho más bajo que aquel del aluminio (250 GJ por tonelada). La industria de cobre en el R. U. por lo tanto, está entonces involucrada por la semi-fabricación del cobre junto con la recuperación de chatarra de cobre, la cual se supe aproximadamente un 40% del cobre usado en 1980. El uso de energía en 1980 se estimó en $9.9 \text{ por } 10^6 \text{ GJ}$ (energía suministrada), o .5% del uso total de energía industrial en el R. U.
32. La industria de cobre en el R. U. puede ser dividida en cuatro sub-sectores distintos:

- a) Refinamiento de cobre, chatarra y de cobre primario no refinado importado conocido como blister.
 - b) Semi-fabricación de cobre puro.
 - c) Semi-fabricación de aleaciones de cobre (latones y bronces).
 - d) Conversión de aleación de cobre en forma de chatarra a lingotes y refundición para reproducir piezas fundidas.
33. El refinamiento secundario de chatarra es responsable de aproximadamente el 20% del cobre refinado usado en el R. U. más aún un 12% adicional de cobre refinado se obtiene de refinar el cobre blister importado (cobre impuro obtenido de la tostación de minerales sulfurados). La mayor parte del refinamiento hecho en el R. U. incluye un proceso electrolítico final el cual produce un cobre de muy alta pureza requerido para conductores eléctricos. La proporción de cobre que es únicamente refinada por medio de fuego cayó de un 60% en 1969 a un 13% en 1980. La semi-fabricación de cobre puro es responsable de aproximadamente el 88% del cobre refinado consumido en el R. U. en 1980. La mayoría del cual fue usado para la producción de alambre de cobre (55%) y tuvo un (20%). El fundido y laminado continuo de alambre ha reemplazado en los últimos años a la técnica tradicional de fundición y laminado de barras para alambre con ahorros energéticos significativos. La industria de las aleaciones de cobre está basada ampliamente en el reciclado de aleaciones de cobre-chatarra. Hay un gran número de fundiciones que funden aleaciones de cobre directamente a su forma final usando moldes de arena o moldes de concha.
34. El consumo anual de cobre para hacer cobre semi-fabricado y productos de aleaciones de cobre ha disminuido de un pico máximo de 815, mil toneladas en 1965 a 460 mil toneladas en 1981, lo que representa una disminución de un 44%. Parte de esta disminución particularmente pronunciada desde 1979, se debe a los efectos generales de la recesión. Sin embargo, la tendencia de largo plazo también está disminuyendo, reflejando una substitución cada vez mayor por otros materiales, (por ejemplo aluminio, acero inoxidable y plásticos) en las aplicaciones tradicionales de cobre y los efectos de la mini-saturación y análisis de valor que han resultado en la producción de componentes equivalentes que contienen menor cantidad de metales.

35. El potencial de conservación energética en esta industria fue estimado como de un 30% para la energía que se consumió en 1974, aunque estudios subsecuentes sugieren que podría estar llegando a un 50% . Los estimados detallados basados sobre el estudio de audits están en la tabla (3) y el potencial de más largo plazo para la investigación y desarrollo se muestra en la tabla (4).
36. Un considerable progreso se ha realizado desde 1974. Esto se debe principalmente al mejor control de las operaciones que consumen energía, desde un punto de vista administrativo o técnico (mejores quemadores, recuperadores, etc.). También ha habido un cambio alejándose de la refinación de chatarra de bajo grado. Sin embargo, mucha de la energía del potencial de ahorro energético identificado por los audits energéticos debe ser todavía completado.
37. Puesto que la mayor parte de la energía usada en la industria del cobre es usada en hornos que funden el metal, que lo recalientan para el trabajo en caliente y recocción, se espera que mejoras en el diseño de los hornos y de la operación representen la principal proporción del ahorro energético. Hay varias medidas que pueden ser tomadas, las cuales van desde ponerle como accesorios a los hornos existentes quemadores mejorados o una instrumentación más extensiva, hasta instalar nuevos hornos de mejor diseño (un análisis más detallado se da en la tabla 5).
38. La recuperación de calor residual de un horno de ánodo ha sido ya instalado en una refinera de cobre, con el calor recuperado se ha calentado los tanque electrolíticos. En otras circunstancias el calor residual podría ser usado para precalentar el aire de combustión. Sin embargo, la recuperación de calor residual todavía representa dificultades técnicas, y los aspectos económicos son algo marginales con los precios actuales de combustibles.
39. El fundido continuo ha penetrado ya la mayor parte del sub-sector de cable de cobre, la extensión de esta técnica a la fundición de otras formas apropiadas para trabajo más adelante puede ser que comience a ocurrir.

40. Estas técnicas contribuyen al ahorro energético por dos razones:
- a) El recalentamiento de los productos fundidos para el trabajo en caliente se evade.
 - b) Las pérdidas de metal en recortes, etc, que tienen que ser reciclados como chatarra limpia al horno de primera fundición son reducidas.

El potencial de ahorro energético total para estas medidas puede llegar hasta un 30 a 40% del requerimiento de energía 1980.

41. En el más largo plazo, medidas adicionales podrían reducir aún más el requerimiento de energía. Estas medidas involucran la aplicación de nuevas tecnologías que todavía se encuentran en la etapa de desarrollo:

- a) Molienda de alta reducción
- b) "Extrusión conform"
- c) Tubos soldados
- d) Metalurgia de polvos

42. Los hornos de los molinos de alta reducción producen una mucho mayor reducción en el espesor de un metal en cada paso mayor de lo que es posible por un molino convencional. Esto se logra por medio de un mecanismo oscilante de tal manera que la lámina que entra es enrollada repetidamente conforme pasa a través de la máquina. Un ahorro energético de 4.7 GJ por tonelada puede resultar de la eliminación del recocido intermedio entre operaciones de laminado. Ulteriores ventajas económicas resultan de lo compacto de la instalación.

43. El proceso de "extrusión conform" puede ser aplicado a varillas de hierro y a secciones combinado con el fundido continuo de la varilla que ingresa un potencial de ahorro energético de hasta el 30% es posible.

44. Tubo de costura soldada: El tubo que se fabrica de la fundición continua en una lámina que luego es enrollada a tener una sección circular y luego soldada a lo largo de la costura reduciría la cantidad de metal que se requiere en el proceso convencional de la fabricación de tubo en el cual el núcleo

central de una palanquilla se remueve y retorna a la etapa de fundición. El ahorro energético de este proceso puede ser alrededor del 10% del requerimiento energético presente para la manufactura de tubo, aunque esto no ha sido todavía demostrado. Sin embargo, puesto que el proceso involucraría una inversión substancial de nuevo equipo, y el producto necesitaría que fuera ganando aceptación sobre el tubo sin costura, esto no pareciera que va a causar un impacto significativo en el corto plazo.

45. Metalurgia de polvo: Muchos productos metálicos pueden ser producidos directamente por el compactando polvo en la forma final y fundiéndolo con un calentamiento de calor. Un ahorro energético podría resultar debido a la eliminación de varias etapas de proceso intermedio de fundición de trabajo en caliente y recocido. En principio esto podrá significar hasta un 66% o más en el uso energético en semi-fabricación, pero la técnica todavía está en una etapa experimental y es algo temprano cuantificar los ahorros en detalle.

PLOMO Y ZINC

46. Las industrias de plomo y zinc pueden ser divididas en los siguientes sub-sectores:
- a) Fundido primario de las minas de plomo y zinc.
 - b) Procesamiento del zinc
 - c) Fundido secundario de plomo
 - d) Refinación y procesamiento de plomo
47. Ha habido una tendencia descendente en el consumo de plomo desde 1965. La producción secundaria, sin embargo, ha aumentado en un 250% en el mismo período. La producción total de plomo refinado, incluyendo aquel refinado de plomo no refinado importado ha sido del rededor del 10% más alta que el consumo doméstico desde 1975 (las estadísticas sobre la producción total previa a 1975 no están disponibles). El R. U. por lo tanto es un exportador neto de plomo refinado.

48. La disminución en el consumo de plomo se ha debido al desarrollo de la tecnología de baterías que aumentan la razón de potencia/peso. Ha habido algún desplazamiento por materiales alternativos, especialmente en plomería y en pigmentos, donde hay preocupación por la toxicidad del plomo y esto ha influenciado. El uso de plomo como un aditivo a la gasolina también ha estado en disminución, sino es que realmente cesado, por la misma razón, mientras que su uso en la industria de la impresión para los tipógrafos ha sido desplazada por nuevas tecnologías de impresión. Sin embargo, el plomo continuará siendo usado por las baterías secundarias, en edificios y en plantas químicas donde su resistencia a la corrosión en ambientes agresivos es de valor
49. La tendencia en el largo plazo en el consumo de zinc muestra un aumento gradual fluctuando de acuerdo con el ciclo del negocio e interrumpido por bajas muy pronunciadas en 1973 y 1979. Aproximadamente un tercio del consumo doméstico es abarcado por la fundición primaria en el R. U., a partir de menas importadas, una pequeña cantidad de mena doméstica también es fundida (con contenido de zinc de 4 kt).
50. La mayoría de los usos más importantes del zinc son para la galvanización del acero, para su aleación con cobre, para hacer brazo y para la fundición de matrices. Las matrices se usan extensivamente en las industrias de construcción e ingeniería. Laminitas de zinc son usadas para las baterías de celda seca y el óxido es usado como un pigmento. Aunque hay substitutos para el zinc en muchas de sus aplicaciones (por ejemplo aluminio para acero galvanizado, acero inoxidable para bronce, y plásticos para die-casting) esto no significa una afrenta aguda para la industria del zinc.
51. La mayor parte de la energía usada en las industrias de plomo y zinc está en hornos de varios tipos. Las oportunidades de ahorro energético están principalmente en el control de operación mejorada de estos hornos. La tabla (6) cuantifica estos ahorros para cada uno de los principales subsectores de esta industria.

52. En fundido primario de menas de plomo - zinc, las oportunidades para ahorro energético son:
- Combustión de gases de bajo contenido calórico para la generación de potencia (alrededor del 30% de los gases que se producen son actualmente desperdiciados)
 - Recuperación del calor de los "launders" enfriados por agua
 - Recuperación del calor de la planta de sinterización
53. Las medidas de ahorro energético que podrían ser aplicadas a los hornos usados para la fundición y permanencia del metal se caracterizan como sigue:
- Buenos cuidados caseros (utilizando el equipo existente con cuidado)
 - Control de hornos mejorado (mejor instrumentación, controles automáticos, aislamiento)
 - Programación mejorada
 - Recuperación de calor perdido
 - Mejor rendimiento de producto, reduciendo el reprocesamiento de chatarra.

Estas medidas pueden reducir en última instancia el uso de energía en el procesamiento del zinc hasta un 60% y en procesamiento del plomo hasta en un 45%.

PLAN DE PROYECTO DEMOSTRATIVO DE CONSERVACION DE ENERGIA

54. De unos 203 proyectos encaminados a la fecha, de los cuales un 10% están en el sector de metales. Para la mayor parte de éstos los perfiles de proyectos están disponibles, describiendo los proyectos y los ahorros de energía esperados, los períodos de costo y de retro-pago (una lista se da en la tabla 7). Dentro del sector de los metales las mejoras en eficiencia energética pueden ser logradas por medio de :
- Modificar el proceso particular a través de la retroalimentación de nueva tecnología o el mejoramiento de equipo viejo,
 - El cambio del proceso de manufactura a una ruta de menor energía.

Ambos mecanismos de mejoramiento están siendo demostrados bajo este plan. Dos proyectos particularmente interesantes son:

(i) La retroalimentación de técnicas nuevas de fuego en carbón para los hornos de fundición de cobre.

La Empresa IMI Refiners Ltd. ha instalado quemadores de cobre pulverizados recientemente desarrollados incorporando el enriquecimiento de oxígeno en su fundidor Walsall. Estos quemadores han reemplazado los quemadores de hidrocarburos y los resultados preliminares indican un ahorro energético del orden del 25% al cambiar a carbón. Aunque sólo pequeños ahorros energéticos pueden ser detectados cuando se usa el enriquecimiento de oxígeno, los tiempos de campaña fueron reducidos tanto como un 20%. A la fecha el proyecto ha sido altamente exitoso desde el punto de vista económico y de los ahorros energéticos. La generación de partículas aumentadas con la utilización de cobre está siendo actualmente examinada, junto con métodos que permitan este manejo.

El costo del proyecto fue de £328 mil con ahorro de £425,000, un período de recuperación de la inversión menor a un año. La cantidad de energía ahorrada fue de 3,600 tec por año, con un objetivo de efecto multiplicador a 100,000 tec por año.

(ii) Desarrollo del Método de dos ruedas "conform"

Un nuevo desarrollo se está llevando a cabo en la compañía Metal Box, el cual utilizará su aluminio residual o de chatarra para producir secciones vacías de estructuras de aluminio. Estratégica (la cual es transferible a otros sectores de metales no ferrosos) ofrece la posibilidad de reducciones significativas en la pérdida del material y el uso de energéticos. Los ahorros en este proyecto individual se espera que sean de 4,600 tec por año con un objetivo de efecto multiplicador de 50,000 tec por año.

METAS Y MONITOREO

55. A nombre del Dpto. de Energía, BNF está llevando a cabo un proyecto demostrativo piloto sobre metas y monitoreo en energía en el sector de industrias metálicas no ferrosas y también en el sector privado de acero.

El programa no ferroso se inició en marzo de este año e involucra los siguientes pasos:

- a) Revisar los registros
- b) Diagnosticar la práctica
- c) Instalar medidores y establecer un sistema de registros
- d) Hacer audits en el sitio
- e) Informar y recomendar
- f) Elaborar metas y cronogramas
- g) Preparación del control
- h) Definir el sistema administrativo de energía que se va a utilizar
- i) Hacer un informe
- j) Promoverlo a través del sector industrial

56. Un elemento esencial de este programa es que la meta y el cronograma para el logro de esa meta deben ser elaborados en cada compañía sobre la base de recomendaciones hechas por el consultor involucrado más que impuestas desde fuera. Trabajando de esta manera, hay un compromiso de la administración de la compañía para la obtención de la meta. La fase inicial que durará entre un año y medio y dos años se espera con confianza que resulte en ahorros de al menos un 10% en cada una de las compañías que están tomando parte, el sistema de administración energética actual debe proveer un mayor ahorro anual resultando de la actualización de metas y de un énfasis aumentado en la inversión planeada para la tecnología del ahorro energético. Subsecuentemente, los resultados serán circulados a toda la industria a través de BNF y en colaboración con la asociación de ese gremio, las actividades requeridas para el efecto multiplicativo del sistema de administración llamado Monitoreo y Metas dentro del sector de industrias no ferrosas será puesto a funcionar.

CONCLUSION

57. Las políticas de precios de energía económicas son esenciales para dar las señales económicas correctas a la industria. Pero hay barreras importantes para la conservación, que dificultan el trabajo de las fuerzas del mercado. Políticas suplementarias por tanto se necesitan, particularmente en las industrias intensivas en energía.

58. Un programa sectorial integral es requerido para que los resultados significativos se obtengan. El método utilizado en el R. U. para contar con una adecuada base de datos sobre el uso de la energía en la industria por medio de los audits energéticos y de los planes de ahorro energético industrial da una base firme para políticas y estrategias que deben ser útiles a otros países sin tener una completa base de datos.
59. El potencial para incrementar la eficiencia energética en este sector es alto. Mucho de esto está en la buena administración "prácticas domésticas" y en la tecnología existente. Pero la innovación tecnológica o la utilización de tecnología innovativa tienen un importante papel que jugar. Así también, los planes sectoriales de monitoreo en el uso de la energía el fijar metas energéticas a nivel de la planta.
60. El progreso también puede ser hecho por medio de la persuasión. Es esencial para el gobierno trabajar estrechamente con las asociaciones pertinentes de gremio y de investigación y con la industria para mejorar la información e impulsar una administración energética prudente, invertir en el mejoramiento de la eficiencia energética y la innovación así como su adopción a través de todo el sector.

TABLA 1

PLAN DE AUDITORAJE ENERGETICO
INFORMES SECTOR Y POTENCIAL DE CONSERVACION

	<u>SECTOR</u>	<u>POTENCIAL</u>	
1.	Piezas de Hierro fundido	0.6	(12 %)
2.	Ladrillos	0.45	(45 %)
3.	Industria Lactea	0.25	(25 %)
4.	Refractarios	0.15	(15 %)
5.	Vidrio	0.5	(30 %)
6.	Aluminio	0.2	
7.	Ceramica	0.07	(50 %)
8.	Cerveza	0.3	(33 %)
9.	Coque	0.4	(10 %)
10.	Plomo + zinc	0.1	
11	Cement	2.1	(40 %)
12.	Cobre	0.2	
13.	Fertilizantes	2.6	(15 %)
14.	Papel y Cartón	1.0	(20 %)
15.	Industria Malta	0.25	(80 %)
16.	Hierro y Acero	4.6	(25 %)
	Petróleo	3.0	(30 %)
	Pintura - Acabados	0.8	(45 %)
	Textiles	0°9	(25 %)
	Ingenieria		

TABLA 2

AREAS PRIORITARIAS Y POTENCIAS DE CONSERVACION

Prioridad	Tecnología	Potencial de Conservación
• • • • •	Recuperación de Calor Residual	6 - 8 Mtec / año
• • • •	Pérdidas de Combustible	3 - 5 Mtec / año
• • •	Instrumentación y Control Mejorado	2 - 3 Mtec / año
• • •	Bombas de Carlor	1 Mtec / año
• •	Aislamiento Proceso	1 Mtec / año
• •	Secado y Evaporación Mejorada	1 Mtec / año
•	CHP Industrial	1 Mtec / año
	Motores Maquinarias Mejorados	3 Mtec / año
T O T A L		17 - 23 Mtec/ año

TABLA 3: POTENCIAL DE AHORRO ENERGETICO TECNICAMENTE PROBADO EN LA INDUSTRIA DEL COBRE

Proceso	Tecnología	Ahorros Potenciales Energía		Efectividad-Costo (años retropago)	R, U, Perspectivas
		%	GJ/ton		
Fundición, Recalentamiento, recocido	Operación y control mejorados de hornos de combustibles fósiles	10-20	1-2	1-3	Buenas en corto y mediano plazo Ahora.
Fundición, Recalentamiento, recosido	Diseños Hornos mejorados: - comb. fósil - eléctrico	10 5	1.0 0.1	3-5	Buenas Ahora
Fundición, recalentamiento, recocido	Recuperación de calor perdido de hornos	10-15	1-1.5	Incierto	Dificultades técnicas, largo plazo solamente.
	Programación de hornos para reducir tiempo de permanencia del metal caliente.	20	0.5	1-2	Ahora
Semi-fabricación	Proceso de colada continuo.	30	1.1	3	Ahora
General	Mantenimiento mejorado de maquinaria de proceso	3	0.5	2	Ahora
T O T A L		30-40	5.2-6.7		

TABLA 4 : I y D para Potencial de Ahorro Energético en la Industria de Cobre

Proceso	Tecnología	Potencial Ahorro Energético		Periodo de Amortización	U K Perspectivas
		%	GJ		
Laminación de Bandas	Molinos de Alta reducción	15	0.2	Incierto	Solo largo Plazo
Extrusión	Proceso CONFORM	10	0.2	3	Buenas en el mediano plazo
Fabricación Tubos	Tubo Soldado	10	0.2	Incierto	Solo largo Plazo
Semi - Fab.	Metalurgia	ca. 66	6.0	Incierto	Moderadas en el medio plazo.

Tabla N° 5

METODOS PARA AUMENTAR EFICIENCIA EN OPERACIONES DE HORNOS

Reprogramación

En la operación de hornos, los materiales usualmente se mantienen fijos a una misma temperatura para compatibilizar las actividades de entrada y salida de flujo en el programa de producción, por ejemplo la operación de permanencia es a menudo como un regulador para la programación de la producción. Por ejemplo en la industria de diecasting, una firma puede retener el metal líquido a una temperatura fija por un período de tiempo que depende de la disponibilidad de moldes, turnos, mano de obra, etc. Esta operación de retención usa energía cara para su operación. Las cargas a menudo se retienen sobre la noche o durante los fines de semana, lo que resulta en una considerable disipación de energía. Al mismo tiempo los hornos también se mantienen vacíos a temperaturas altas listos para ser cargados con material fresco el primer día de la semana de trabajo. Cantidades significativas de calor pueden ser gastadas en hacer que la temperatura de estos hornos después del cierre del fin de semana o de un día para otro, mientras la producción está parada. En los ejemplos anteriores, cantidades considerables de energía pueden ser ahorradas si se reprograma la producción para hacer un uso óptimo de las facilidades de calentamiento. Es irónico que el paso de alto consumo energético y costo sea usado en un proceso a menudo para regular las salidas y los ingresos de la materia prima.

CUIDADOS Y LIMPIEZA CASERA

Las medidas caseras pueden tener a menudo un efecto directo sobre los ahorros de energía incluyendo la organización de la carga al horno para obtener una carga balanceada y removiendo la contaminación o la humedad de materiales no limpios o de chatarra previos a ser cargados. También el mantenimiento apropiado

do de los mecanismos tanto para la carga de alimentación como para la remoción de carga todo el tiempo. Los hornos pueden ser cargados y descargados usando un levantacargas o una grúa. Aún con lo anterior donde el reemplazo cuando hay fallas puede ser relativamente fácil, un falla en un tiempo inapropiado puede representar pérdidas de energía significativas. Una reciente visita a un manufacturador de fundidos de cobre, una carga de 25 toneladas de cobre fundido debió ser -- mantenido durante 7 horas mientras se lograban las partes para una grúa viajera que debía ser reemplazada.

HORNO DE FUNDICION

La gran mayoría de hornos en uso en la actualidad se construyen de ladrillos térmicos dentro de la estructura metálica. En los hornos modernos que emplean un aislamiento de baja masa térmica, una estructura de caja metálica se usa porque el aislamiento es a menudo fibroso y granular y se pone a manera de sanguiche entre las particiones de metal o ladrillo. Aunque tales hornos tienen la ventaja de ser más fuertes que el horno doble de ladrillo tradicional, ellos sufren la desventaja de ser menos fáciles de realinear o de reparar. El casing de un horno es altamente susceptible para dañarse a través de golpes y abolladuras, a menudo del mecanismo de carga al horno, por ejemplo un montacarga. En el caso de los hornos de ladrillo las reparaciones pueden ser hechas más rápidamente, aunque la secuencia de reparaciones puede ser también más frecuente, mientras que aquellos hornos cuya estructura exterior es de metal, el grado de daño puede ser suficientemente reducido aunque las reparaciones tomen un mayor tiempo.

AISLAMIENTO

El uso de aislamiento de alta temperatura en la industria es una de las formas en las cuales la energía puede ser usada más eficientemente. El aislamiento térmico de alta temperatura en la industria del R. U. ha sido el objeto de reciente estudio de la Unidad de Soporte Tecnológico en Energía ETSU y conducido por la División de Ciencias de la Minería, ambos localizados en Harwell.

FUENTES DE CALOR

El tipo de fuentes de calor usado en las distintas formas de hornos (oven, furnace y kiln) depende de la disponibilidad de combustible en un sitio particular. De todos

Los tipos de combustible sólo el carbón no ha hecho una contribución importante a la forma en que son alimentados estos distintos tipos de horno. En años recientes, los hornos eléctricos han hecho un gran impacto. Vale la pena hacer un dictado de las ventajas y desventajas del calentamiento eléctrico puesto que hay una penetración que va aumentando de este tipo de combustible en el desarrollo de los hornos. Estas ventajas y desventajas se listan abajo. Un factor que no puede ser mostrado todavía y que puede tener un efecto en una decisión para hacer de un proceso en horno eléctrico es la experiencia o el prejuicio que se tenga por este tipo de combustible.

VENTAJAS

Altamente eficiente para el consumidor
Razón alta de pago
No hay problema de desperdicio de calor
Posibilidad de control automático
Limpio y silencioso

DESVENTAJAS

Altos costos de capital
Razones de calentamiento bajas para el calentamiento no inductivo
Tendencia a formar carbóndum depósitos de carbón en ciertas operaciones

RECUPERACION DEL CALOR PERDIDO

Un número de nuevos tipos de quemadores de gas industriales se obtienen ahora. Todos los nuevos desarrollos en quemadores han sido hechos para reducir el uso de combustible primario por tonelada de metal procesado. Con quemadores de elemento poroso y quemadores de llama plana, éste se logra a través de intensidades de llama uniforme. Con quemadores recuperativos de fuego de gas, el calor perdido de hornos puede ser retroalimentado para ser usado dentro del quemador, por lo tanto, reduciendo el consumo de combustible para la misma temperatura de flama. En ambos casos el aire y el gas es empleado como un combustible. En el quemador recuperativo, el aire caliente y limpio es alimentado a través de un intercambiador de calor en la salida del gas de desperdicio hacia el quemador. Las temperaturas del aire que se alcanzan son tan altas como 400 °C y pueden normalmente ser toleradas por este tipo de quemador. Con el quemador autorrecuperativo,

el gas perdido caliente se regresa a través del quemador y recalienta el aire que está entrando; este es luego mezclado en la boquilla del quemador con el gas y la combustión se lleva a cabo. La principal desventaja de los quemadores autorrecuperativos es que las partículas en la atmósfera del horno pueden inducir la falla, lo cual afecta la eficiencia térmica y en última instancia la vida del mismo quemador. Otra desventaja es que la extracción de la atmósfera caliente de un quemador a veces afecta la distribución de temperatura dentro de un horno y adversamente afecta el tratamiento térmico o las operaciones de precalentamiento. A pesar de estas desventajas, los quemadores autorrecuperativos han mostrado ser significativamente más eficientes en energía que los quemadores recuperativos convencionales. Ellos también eliminan el requerimiento de un intercambiador de calor de aire a aire y los gases calientes están disponibles directamente en el punto de la combustión.

Hay en el horizonte otro competidor para hornos que tengan como combustible el carbón y es una fuente de energía que tradicionalmente se ha usado en la industria del acero para calentamiento de hornos pero que recientemente ha recibido un empuje porque el gobierno ha dado subsidios para la conversión de calderas a quemar carbón y así cubrir hornos. Es probable que en los próximos dos a tres años el quemado de carbón haga un pequeño pero significativo impacto en el campo de los diferentes tipos de horno.

CONTROLES DE HORNOS

Muchos controles de hornos son manuales o semi-manuales y las condiciones de calentamiento en un tiempo particular son determinadas exclusivamente por el operador del horno. Es entendible que los operadores se sientan motivados por los requerimientos de salida más que por la eficiencia energética máxima y por lo tanto algunas operaciones resultan pobres en el manejo de los hornos, por ejemplo, si una operación rápida de fundición se desea, luego las velocidades del combustible al quemador pueden ser aumentadas produciendo pérdidas excesivas de radiación, convección y conducción, sin una mejora significativa en las velocidades de calentamiento. El poner de manera incorrecta algunos controles puede resultar que la carga se mantenga a temperatura muy alta con una pérdida excesiva de calor

y también con un tiempo de vida disminuido para el horno.

Una de las maneras obvias de rectificar la situación es tomar control inmediato del operador del horno. Con el advenimiento del microprocesador, un número de compañías están vendiendo ahora sistemas de control para hornos en lo que a calentamiento y recalentamiento se refieren los cuales permitirán que las condiciones sean automáticamente cambiadas cuando la carga se sustrae del horno. En sus aparatos pueden mejorar la vida útil del horno, ahorrar considerables cantidades de energía y mejorar el rendimiento del horno. No hay desafortunadamente todavía ningún microsistema de procesador comercialmente disponible para controlar los hornos usados en fundición y en retención del material. Un desarrollo reciente del Centro de Tecnología de Metales BNF usa un microprocesador para controlar la operación de un horno de fundición de cobre y la compañía de Aluminio Británica está en la actualidad investigando el control de un horno de permanencia y fundición de aluminio bajo un subsidio para investigación y desarrollo. Los resultados de ambos proyectos parecieran promisorios aunque no hay cifras disponibles todavía sobre los ahorros energéticos en el largo plazo o la confiabilidad de los controles. El control de los hornos operando en altas temperaturas (mayores de 800 °C) está limitada por sistemas de medida de temperatura inadecuados los cuales están disponibles para este ámbito de temperatura. Por lo tanto se requiere realizar investigación y desarrollo en esta área para desarrollar un aparato simple barato y robusto que permita medidas de altas temperaturas en las atmósferas de los hornos.

PUERTOS DE INGRESO Y SALIDA

Con todos los hornos de los diferentes tipos debe haber mecanismos para ambos introducir y remover la carga. En los hornos metálicos hay un requerimiento adicional pues se requiere una apertura para remover el óxido o "dross" de la superficie de los metales durante la fundición o la retención. Todas estas aperturas en un horno pueden resultar en sitios para pérdidas de calor y por lo tanto es un buen cuidado casero, asegurarse que las puertas no están cerradas durante los períodos no esenciales sino que también se encuentran aisladas y ajustan bien el

horno. Con muchos de los sistemas de control disponibles para hornos de tratamiento térmico, los quemadores a menudo se apagan cuando las puertas se abren.

SALIDA DEL GAS DE PERDIDA

En hornos calentados de manera no eléctrica, hay un requerimiento para los puertos de salida que permite a los gases de desperdicio o al aire caliente escapar. Esta salida representa una de las principales áreas de pérdida de energía en la operación del horno.

TABLA 6 POTENCIAL DE CONSERVACION ENERGETICA EN LAS INDUSTRIAS DEL
PLOMO Y DEL ZINC

Proceso Medida	Promedio PER (GJ/tm)	Potencial Ahorro Energía		Periodo de Retorno de Inversión	U. K. Perspectivas
		%	GJ/tonne		
<u>Fundición Primaria</u>	52				
- Combustión de gas de alto horno		10	5.2	5	Posible de ser instalado 1990 c.a. 2000 c.a. 2000
- Recuperación calor de la planta de sintetización		10	5.2	10	
- Recuperación calor de agua enriamiento		10	5.2	10	
<u>Proceso Zinc</u>	23				
- buen manejo doméstico		10	2.3	1	
- mejorar control horno		20	4.6	5	
- programación		5	1	5	
- recuperación calor residual		20	4.6	10	
- rendimiento producto		5	1	5	
<u>Fundición Plano Secundario</u>	16				
- Cuidados caseros		10	1.6	1	
- recuperación calor pérdida		10	1.6	10	
<u>Refinado y Procesamiento de Plomo</u>	5				
- Buen manejo doméstico		10	0.5	1	No es posible de ser usado.
- Control horno mejorado		20	1	10	
- recuperación calor residual		10	0.5	15	
- rendimiento producto		5	0.3		

Tabla N° 7

PERFIL DE PROYECTOS EN EL SECTOR METALICO

<u>PERFIL N°</u>	<u>TITULO ABREVIADO</u>
18	Rotary Regenerative Air Pre-Heater on Aluminum Melting Furnance
24	Self Recuperative Burners on a Heavy Horno de Forja
25	Recuperativa Burners on a Continuous Reheating Furnance
28	Space Heating from a Bale Out Furnace
38	Space Heating from Heat Treatment Furnace Burn-Offs
50	Design Study for Heat Recovery from Iron Foundry Cupolas
51	Reduction in Metal Melting Energy by Improvement of Yield of Good Castings in the Iron Casting Industry
53	Microprocessor-controlled Waste Heat Recovery at a Copper Works
54	High Velocity Heavy Fuel Oil Burners for Aluminium Melting
63	Low Thermal Mass Muffle Furnace
92	Heat Recovery from an Aluminium Melting Furnace for Air Pre-heating and Stock Drying/Preheating
93	High Speed Continuous in-line Annealing of Copper Tubes
94	A Flux Degassing Unit for Treatment of Aluminium Alloys
95	Energy Reduction in the Production of Spheroidal Graphite Iron Castings
107	A Single Burner Tundish Dryer
115	High Efficiency Electric Radiant Holding Furnaces on "Diecasting" Machines
116	Bale-out Furnace with Low Thermal Mass Insulation
118	Pulverised Coal Burners Incorporating Oxygen Enrichment to Direct Melting Furnaces
120	A Recuperative Burner-Fired Plate Heat Treatment Furnace

Los perfiles de proyectos son publicados por el Dpto. de Energía y están disponibles, gratis, en Enquiries Bureau, Energy Technology Support Unit, Building 156, AERE - Harwell, Didcot, Oxon OX11 0RA. Telephone: 0235834621