

Necesidades energéticas del proceso de industrialización

Harry Albinsson*

Con frecuencia se asocia el proceso de industrialización al progreso económico. A principios de los ochenta la economía mundial empezó a experimentar una transformación estrechamente relacionada con el caos que prevalecía en los mercados de la energía y del petróleo. En consecuencia, la industria petrolera mundial ha tomado un cauce completamente distinto del que seguía en los setenta. Esta nueva situación se ca-

racteriza por un exceso de oferta y una tendencia constante a la disminución de precios, en contraste con la escasez de oferta y los drásticos aumentos de precios durante los setenta.

Otra transformación sorpresiva fue el cambio de la estructura industrial en el mundo, el deterioro de las industrias pesadas de uso intensivo de energía en los países industrializados y el surgimiento de industrias modernas de alta eficiencia energética en algunos países en desarrollo.

En lo que va de los ochenta el avance de la economía mundial no ha sido muy alentador. El increíble crecimiento económico de 5 a 6 por ciento anual que se registró en los últimos tres decenios disminuyó repentinamente a 2 o 3 por ciento. Según datos del FMI, la tasa de crecimiento real de la economía mundial fue de 3.2% en 1985, del mismo rango en 1986 y de 3.9% al año siguiente, cifras inferiores a la de más de 4% que se registró en 1979 y 1980, años de la crisis petrolera.¹ En esos mismos

* Presidente del Comité sobre Consumo Energético en Procesos Industriales, Conferencia Mundial de Energía, Cannes, 1986, y Director del Departamento de Recursos Ambientales y Naturales de la Federación de Industrias Suecas. El autor presentó este trabajo en marzo de 1987 en el Foro de Energía organizado por el Comité Nacional Malasio de la Conferencia Mundial de Energía, en Kuala Lumpur. Se recogió en los *Cuadernos sobre Prospectiva Energética* del Programa de Estudios sobre la Prospectiva Internacional en Relación con la Política Mexicana de Energéticos que dirigió Miguel S. Wionczek en El Colegio de México. La Redacción de *Comercio Exterior* hizo algunas modificaciones editoriales y actualizó las cifras del crecimiento de la economía mundial y de la estadounidense.

1. El crecimiento estimado para 1988 y 1989 es de 3%, según la misma fuente. Véase FMI, *World Economic Outlook*, Washington, abril de 1988, cuadro A-1, p. 111.

años, las tasas de crecimiento económico en las naciones industrializadas fueron de 3.2, 2.7 y 3.1 por ciento, respectivamente, mientras que en los países en desarrollo fueron de 3.2, 4.1 y 3.1 por ciento. La economía de Estados Unidos, considerada la fuerza propulsora de la recuperación económica mundial, creció 2.9% en 1986, y lo mismo en 1987, cifras ligeramente inferiores a la de 3% registrada en 1985.

Inevitablemente, la actual sobreoferta de petróleo, que ha dado lugar a la constante reducción de sus precios, provocará un cambio en la economía mundial. Una energía más barata podría permitir a los países industrializados gozar de un crecimiento económico más alto y de menores índices de inflación. El petróleo representa aproximadamente 5% del valor del producto mundial bruto. Una baja de 20% de su precio incrementará el PNB, en términos reales, en 1 por ciento.

Se espera que esto impulsará el crecimiento del PNB del mundo industrializado de 3 a 4 por ciento. Se ha calculado que en éste una reducción de 30% de los precios del petróleo podría significar un ahorro de más de 50 000 millones de dólares al año por concepto de importaciones de crudo. Queda por ver si estas expectativas se cumplen.

Para los productores de petróleo del Medio Oriente, la rápida disminución de sus ingresos por ese concepto será incómoda pero tolerable. Sin embargo, para la mayoría de los países en desarrollo exportadores de petróleo cualquier reducción ulterior de los precios de ese producto podría significar el agravamiento de su profunda crisis económica. La incertidumbre que prevalece en el mercado del hidrocarburo no sólo ha afectado los precios de otras formas de energía, sino que también reducirá las actividades de exploración petrolera en los próximos años. Se ha pospuesto la planeación de proyectos relativos a nuevas fuentes del hidrocarburo. También se han restringido los esfuerzos de exploración e investigación encaminados a diversificar la oferta de energía. A menos de que pronto se inicien esfuerzos mancomunados, el mundo podría caer nuevamente en la dependencia del petróleo procedente de unas cuantas fuentes para satisfacer los aumentos de la demanda de energía.

Hace más de 200 años, en los tiempos de la Revolución Industrial, se definió el papel de la energía como estimulante del proceso de industrialización de la economía mundial. El desarrollo industrial puede describirse como la columna vertebral de la economía de todo el orbe. Por ende, las necesidades energéticas de dicho sector constituyen un factor primordial del progreso económico sostenido en el planeta.

En general se acepta la idea de que el consumo de energía está estrechamente relacionado con el crecimiento económico de un país. Dado que éste se mide con frecuencia mediante el comportamiento del PIB, puede establecerse una relación entre el consumo de energía y aquel indicador general. La proporción del consumo energético respecto al PIB se conoce como intensidad energética.

Al examinar dicha intensidad en el ámbito mundial, resulta evidente que el patrón de consumo de energía en los países industrializados difiere drásticamente del que rige en los que se encuentran en desarrollo. De aquí que se distinguen dos grupos. Durante

los cincuenta y los sesenta, cuando las industrias intensivas en el uso de energía empezaban a establecerse en el mundo desarrollado, la relación entre el consumo de aquella y el PIB era directamente proporcional. La intensidad energética ascendía a más de una unidad. Entre los países de la OCDE el consumo aumentó 5.2% anual durante el período 1965-1973, mientras que el PIB aumentó sólo 4.9% anual en promedio.²

En consecuencia, la crisis petrolera de 1973 a 1979 provocó un cambio en esta tendencia. Más aún, a medida que madura el sector secundario de los países industrializados, se procura favorecer a las industrias de uso energético menos intensivo, así como a las tecnologías que propician el aprovechamiento más eficiente de la energía en las industrias pesadas tradicionales que la consumen de manera más intensiva. Así pues, las tasas de intensidad energética en los países de la OCDE cayeron por debajo de la unidad. Después de 1973, el PIB aumentó 3.2% anual, mientras que el consumo de energía se incrementó 0.6% al año.³

En la actualidad, con el perfeccionamiento tecnológico, la energía puede utilizarse con tal eficiencia que es posible desempeñar la misma actividad económica con menos cantidad de dicho insumo. Aun si aumenta la actividad económica, el incremento asociado al consumo energético, especialmente de petróleo, es mucho menor que en el pasado. Antes de las crisis petroleras, un aumento de 1% en el PIB requería de un crecimiento igual en el consumo de crudo. En la actualidad, la intensidad petrolera es menor que uno, lo cual constituye una tendencia alentadora para la economía mundial.

Pese a la reducción actual de los precios del petróleo, la participación de éste en el total de fuentes energéticas descenderá, según las estimaciones al respecto, de 47% en 1983, a 44% en 1990 y a 37% en 2005. Se espera que los aumentos de la demanda de energía podrán satisfacerse incrementando el uso del gas natural, del carbón y de la energía nuclear.

Por otra parte, los países en desarrollo han estado aumentando su consumo de energía en los dos últimos decenios, pese al exorbitante aumento de los precios del petróleo que se presentó después de 1973. Durante el período 1973-1978 el consumo de energía en dichos países se incrementó 7.3% anual, mientras que el PIB sólo lo hizo 5.3% al año.⁴ Cabe hacer notar que la mayoría de ellos, en su afán de lograr el desarrollo económico, se ven forzados a aumentar ese consumo, especialmente en el sector industrial, con lo cual elevan sus tasas de intensidad energética en el futuro inmediato. Sin embargo, a la larga, estos países podrían encontrarse en mejor posición para elegir nuevas tecnologías, más eficientes en cuanto a energéticos, así como industrias de uso menos intensivo de energía, dado que todavía están en la etapa de trazar el curso de sus programas industriales. Esto, sin lugar a dudas, contribuirá a mejorar sus tasas de intensidad energética. El Banco Mundial estima que el PIB en los países en desarrollo crecerá 4.8% anual de 1980 a 1995, mientras que el consumo de energía lo hará en sólo 4.5% anual.

2. OCDE, Data Resources Incorp., Gulf Canadá.

3. *Ibid.*

4. Dunkerley, Ramsay, Gordon y Ceceleski, *Energy Strategies for Developing Nations*, The Johns Hopkins University Press.

Recursos energéticos y necesidades industriales actuales

Existe un poderoso vínculo y una dependencia mutua entre desarrollo, industrialización y disponibilidad de energía. En el siglo XIX y a principios del XX, el progreso de la industrialización se basó en la disponibilidad de carbón abundante y barato, sobre todo en Europa y Estados Unidos. Más tarde, la disponibilidad de petróleo barato, sobre todo procedente de países en desarrollo, proporcionó un impulso adicional a las economías desarrolladas.

Los acontecimientos ocurridos desde la crisis energética de 1973 han hecho comprender a los industriales que ahora el uso de ciertos recursos energéticos, su disponibilidad y su costo, constituyen factores prioritarios, y que los días de fácil acceso a combustibles baratos son cosa del pasado. También puede decirse que la industria es el problema central en el ámbito energético, ya que se estima que al sector secundario corresponde 76% del total del consumo mundial de petróleo, gas y carbón.⁵ Por ende, a partir de 1973 se ha ido sustituyendo paulatinamente el patrón de excesiva dependencia con respecto al crudo por otro más diversificado, con un mejor equilibrio entre petróleo, gas, carbón y electricidad.

En los países desarrollados, que como grupo generalmente reciben el nombre de países de la OCDE, predominan los importadores netos de petróleo. Los únicos exportadores netos son los dos productores del Mar del Norte: el Reino Unido y Noruega. Por tanto, era inevitable que los países de la OCDE optaran por los programas de ahorro energético a fin de reducir los efectos del aumento vertiginoso de los precios después de 1973.

Durante el período 1960-1973 el monto de energía correspondiente a la industria fluctuó alrededor de 41% del total. Como resultado del ahorro, que se volvió evidente debido a una reducción del insumo energético por unidad de producción y a que la inversión ya no se dirigía a las industrias pesadas, la participación del consumo energético que corresponde a la industria ha ido disminuyendo con los años. Entre los siete miembros mayores de la OCDE el consumo energético industrial creció alrededor de 5% en el período 1960-1973. Sin embargo, de 1974 a 1980 este indicador registró una tasa negativa de 0.2% anual.⁶

Desde otra perspectiva, el valor de la relación energía/producción ha seguido dos cursos distintos a partir de los sesenta: aumentó 0.5% anual de 1960 a 1970, y disminuyó 3% anual de 1970 a 1980. Esta baja refleja una fuerte correlación negativa entre la relación energía/producción y el precio real de la energía para la industria.⁷

En el sector industrial de los países de la OCDE existe una amplia gama de combinaciones de combustibles que está relacionada con la disponibilidad de recursos energéticos. Aun antes de la primera crisis petrolera, en 1970, la proporción de carbón en

el sector industrial variaba de 4.2% en Suiza a 32.2% en el Reino Unido, mientras que la de gas fluctuaba entre 1.6% en Suiza y 60.7% en Estados Unidos. En total, la combinación de energéticos dentro del sector industrial de la OCDE se dividía en 1970 de la siguiente manera: petróleo, 49%; gas, 18%; carbón, 16%, y electricidad, 17%. Resulta obvia la inconveniente dependencia con respecto al petróleo,⁸ que se redujo a 43% en 1980, al aumentar el consumo de gas y carbón.

El consumo de petróleo en las diversas industrias disminuyó a diferentes tasas, hecho que puede advertirse en el cuadro 1, donde se muestra la situación en los países miembros de la Agencia Internacional de la Energía (AIE).

CUADRO 1

Consumo industrial en los países miembros de la AIE (Millones de b/d)

Tipo de industria	Demanda de energía		Demanda de petróleo	
	1973	1978	1973	1978
Hierro y acero	4.3	3.4	0.7	0.5
Industria química	1.6	1.8	0.5	0.7
Industria petroquímica	2.0	2.5	2.0	2.3
Otras	10.7	9.9	3.4	3.3
Usos no energéticos	1.9	2.0	1.9	2.0
Total	20.5	19.6	8.5	8.8

Fuente: AIE, "Energy Conservation. The Role of Demand Management in the 1980's".

Durante este período la producción industrial se incrementó 8.3%, mientras que el consumo de energía descendió 4.9%. La mayor disminución se registró en la industria del hierro y el acero. Empero, aun excluyéndola, el uso de energía en general se redujo 1 por ciento.

En las naciones desarrolladas la energía como insumo es necesaria para mantener los elevados niveles de vida y la actividad económica. Por otra parte, en los países en desarrollo la energía es crucial para elevar dichos niveles mediante el proceso de industrialización. En la mayoría de éstos el sector secundario todavía depende demasiado del petróleo; cambiar los procesos para utilizarlo menos requiere de una inversión adicional que actualmente resulta impensable.

Los países en desarrollo, considerados como grupo, son ricos en recursos naturales. Sin embargo, éstos no están equitativamente distribuidos y la mayor parte del petróleo se concentra en el Medio Oriente.

En los países en desarrollo de los que se dispone de datos se sabe que al sector industrial corresponde entre un quinto y dos

5. José Ramos, "Energy Conservation in Industry and Transfer of Technology", ponencia presentada en la Conferencia Internacional acerca del Uso Racional de Energía en la Industria, París, julio de 1983.

6. AIE, *World Energy Outlook*, París, 1983.

7. *Ibid.*

8. James M. Griffin, *Energy Conservation in the OCDE: 1980-2000*, Ballinger Publishing Co., Mass., 1979.

terceras partes del consumo energético comercial, con un promedio de alrededor de 35%.⁹ El problema se agrava aún más porque estos países también son grandes productores industriales en ramas de gran intensidad energética. Tal es el caso del acero (Brasil, Corea), el cemento (la India, Turquía) y el papel y la pulpa (México, Brasil).

CUADRO 2

Algunos países asiáticos en desarrollo: consumo de petróleo por sector en 1978 (Porcentajes)

	Transporte	Industria	Uso doméstico	Otros
La India	42	20	14	24
Filipinas	47	38	5	10
Tailandia	57	32	2	9
Indonesia	53	13	24	10
Malasia	49	33	6	12
China	23	60	6	11
Corea	28	50	4	18

Fuente: Abbot y Kim, *Changes in Consumption, Imports and Exports of Oil since 1973*, Asian Development Bank, septiembre de 1981.

Como se desprende del cuadro 2, en los países en desarrollo el sector industrial también es un importante consumidor de petróleo, pues emplea tanto o más hidrocarburo que el de transportes. En las naciones que no poseen recursos combustibles fósiles, el porcentaje de petróleo en el sector secundario se conservará en el mismo nivel o quizá incluso aumentará a medida que progrese la industrialización. En países como Tailandia y Malasia se espera que la participación del hidrocarburo se reduzca paulatinamente a causa de la explotación de recursos internos de gas.

Conservación energética en las industrias

Por lo general, minimizar los costos totales por unidad de producción constituye el objetivo primordial del proceso industrial. Una de las vías para conseguirlo es reducir el consumo de energía u optar por fuentes de menor costo, especialmente en estos años en que los precios son altos y hay incertidumbre en el mercado del petróleo. La respuesta de la industria se ha vuelto evidente y se manifiesta en el aumento de la demanda de equipo para ahorrar energía y de los servicios de asesores en cuestiones energéticas.

En cuanto al sector industrial, hay un importante despliegue de intensidad energética, que refleja la diversidad de artículos manufacturados y del proceso empleado. Las industrias pesadas (por ejemplo, hierro y acero, aluminio, cemento y productos químicos) usan la energía en forma más intensiva y por lo general son

las primeras que se toman en consideración en los programas de conservación.

La energía es un factor integral del proceso de producción y, por ende, su uso eficiente debe verse dentro de los límites de la viabilidad técnica y económica, ninguna de las cuales es estática por naturaleza. En el sector secundario, las posibilidades de usar más racionalmente la energía son numerosas y varían mucho según el tipo de industria de que se trate. Las medidas respectivas de conservación pueden agruparse en cuatro categorías generales:

a) *Mantenimiento*. Las medidas de esta clase son relativamente fáciles de adoptar, a cambio de un desembolso reducido, y pueden significar a corto plazo ahorros de 5 a 10 por ciento.¹⁰ Pueden abarcar desde la graduación del termostato hasta la optimización de la eficiencia de las calderas industriales.

b) *Recuperación de calor de desecho*. Estas medidas comprenden pequeñas inversiones y varían desde perfeccionamientos en los sistemas intercambiadores de calor hasta la instalación de turbinas en plantas industriales para generar electricidad a partir de una fuente de energía previamente desperdiciada, procedimiento que se conoce como cogeneración.

c) *Sustitución de procesos*. El desarrollo de procesos más eficientes dará lugar a una alteración fundamental del proceso de producción. Sin embargo, los cambios de proceso generalmente sólo son viables en el contexto de la inversión en nuevas plantas. Las medidas consideradas en esta categoría y en la anterior representan un ahorro adicional de energía de 5 a 10 por ciento.¹¹

d) *Cambios en la producción*. Esta categoría es extremadamente difícil de cuantificar, pero podría tener el más rico potencial de ahorro de energía. Los cambios podrían abarcar desde la restructuración de las líneas de producción para satisfacer la demanda existente con un producto que requiera menos intensidad energética, hasta la alteración del diseño básico de un producto para que consuma menos energía cuando se utilice.

Se ha calculado que con excepción del hierro y el acero, la industria en general podría reducir a corto plazo su consumo de combustible en 10% y el de electricidad en 5%, sin afectar seriamente la producción. Muchas industrias han descubierto ahorros posibles del consumo de energía que han resultado favorables desde el punto de vista económico, aun antes de 1973, como resultado de una mayor concientización en lo que se refiere a la energía.

Otra importante medida que puede adoptarse para reducir los costos energéticos en la industria es la sustitución de combustibles. No obstante, el ahorro de petróleo empleado podría provocar el incremento del coeficiente energético de un proceso particular. Por ejemplo, sustituir petróleo por carbón para generar vapor requiere de equipo adicional para el manejo del mineral y de la ceniza así como para aminorar la contaminación; esto eleva

10. Philip F. Palmedo y Baldwin, *The Contribution of Renewable Resources and Energy Conservation as Alternatives to Imported Oil in Developing Countries*, Asian Development Bank, febrero de 1980.

11. *Ibid.*

9. Banco Mundial, *Energy in the Developing Countries*, agosto de 1980.

las necesidades internas de energía del proceso industrial. Aunque el viraje a otra fuente energética parece atractivo, podría ser inviable desde el punto de vista técnico. Más aún, cuando se sustituye petróleo por carbón se registra una pérdida nominal en la capacidad de 30 a 40 por ciento.

La reutilización y el uso de materiales de desecho se están convirtiendo rápidamente en atractivas medidas de conservación energética. Los beneficios públicos, tanto ambientales como económicos, que se obtienen al reutilizar en mayor medida los materiales, son con frecuencia mayores que el rendimiento que puede obtener el sector privado. Por ello sería conveniente establecer incentivos financieros para implantar las instalaciones necesarias. También se requiere aumentar la información y la publicidad acerca de las oportunidades para conservar energía y desplazar al petróleo con desechos reutilizados.

En los países industrializados las medidas de conservación son más definidas y están mejor establecidas. De hecho, algunos países han logrado progresos significativos en cuanto a eficiencia energética industrial desde los sesenta, cuando los precios de la energía eran muy bajos. Esto se debió a mejoramientos generales y a nuevas tecnologías que surgieron con la instalación de equipo nuevo, que a su vez dependía del ritmo de todas las actividades de inversión en la industria.

Con base en diversas proyecciones oficiales y en otros estudios, se ha señalado que alrededor de 30% de la energía consumida en Europa Occidental podría ahorrarse mediante el uso de la tecnología existente y gracias a inversiones que resultan económicamente redituables según los precios actuales de la energía. En el cuadro 3 se muestra la composición del potencial técnico y los ahorros estimados para el año 2000.

CUADRO 3

*Ahorro de energía en Europa Occidental
(Reducción porcentual con respecto a 1973)*

Industria	Potencial técnico	1979	1985	2000
Hierro y acero	25-35	0	10-15	15-30
Otros hornos	25-35	3-5	10-20	15-30
Químicos (combustible)	15-25	0-2	5-15	15-0
Otros	20-35	4-8	10-15	15-25

Fuente: ONU, *Proceedings of the Working Group Meeting on Efficiency and Conservation in the Use of Energy*, Energy Resources Development Series, núm. 22, ESCAP, ONU, 1980.

a nuevas tecnologías. Las posibilidades son mucho mayores en industrias más ligeras. Sin embargo, la amplia gama de tecnologías disponibles, los problemas de capacitación y la ignorancia también representan restricciones graves.

Después de la primera crisis petrolera, las industrias del cemento y el acero tuvieron un viraje muy definido hacia el carbón tanto en Europa como en Japón. En Estados Unidos se obliga por ley a utilizar carbón en calderas industriales de determinado volumen, y a adaptar las operadas mediante petróleo y gas para que consuman carbón y cumplan con ciertas condiciones específicas. Otros países también ofrecen ayuda financiera para facilitar la importación de carbón y, de esta manera, promover la sustitución entre combustibles.

El costo de la energía es aún más importante para los países en desarrollo con una reducida entrada de divisas. Éstos se encuentran en diversas etapas del proceso de industrialización y gran parte de la tecnología industrial adoptada hasta mediados de los setenta se basó en el consumo de petróleo barato y abundante, cuyo precio había ido disminuyendo en el período 1950-1970. Dado que dichos países desean aumentar su crecimiento económico, tendrán que hacer crecer también su sector industrial, y esto podría no ser posible a causa de la disyuntiva entre seguir estrategias industriales de mayor o menor intensidad energética.

En los países en desarrollo los esfuerzos organizados de conservación energética industrial todavía se encuentran en un estado incipiente. Entre los del Lejano Oriente, Corea del Sur es el único que cuenta con un programa organizado de conservación, que actualmente consiste en realizar auditorías energéticas y recabar información para crear una base de datos y establecer objetivos específicos para las plantas. La situación de otros países en desarrollo de la región va desde nulos esfuerzos de ahorro hasta la que prevalece en Corea del Sur.

CUADRO 4

*Potencial de conservación de los países en desarrollo
(Porcentajes de petróleo ahorrado)*

	1985	2000
Gran industria	5-10	10-20
Pequeña industria y comercio	2-5	5-10

Fuente: Philip F. Palmedo y Baldwin, *The Contribution of Renewable Resources and Energy Conservation as Alternatives to Imported Oil in Developing Countries*, Asian Development Bank, febrero de 1980.

Desde el punto de vista técnico, los ahorros previstos, que se logran principalmente con aumentos de eficiencia, pueden aplicarse a todos los países industrializados. En general, no se espera que el mejoramiento de la eficiencia cubra un margen muy amplio, quizá sólo de 10 a 15 por ciento en los ochenta y en los noventa. Esto se debe a que las industrias pesadas son ya relativamente eficientes y su intensidad energética dificulta la adaptación

Del cuadro 4 es factible deducir que pueden lograrse ahorros muy significativos, especialmente en industrias grandes. Sin embargo, las industrias pequeñas, más frecuentes en estos países, no poseen la capacidad de invertir en la tecnología más novedosa, que podría requerir de una alta densidad de capital. Para estas naciones resulta más viable emplear tecnologías que sustituyen tanto el capital como la energía por mano de obra, puesto que cuentan con recursos humanos relativamente abundantes.

Aunque estas tecnologías resolverían muchos de los problemas, no siempre están al alcance.¹²

En los países en desarrollo más pobres de América Latina la industria emplea en forma intensiva tanto energía como capital, lo cual pronto les resultará impráctico a causa de las pesadas cargas financieras que están soportando. Una política de incentivos debería conducirlos a adoptar modelos energéticos que permitan usar una tecnología más accesible, que requiera de menos capital y menos financiamiento externo y que mejore el uso de la mano de obra, que constituye el factor de producción más abundante. La política también debería fomentar el aprovechamiento de recursos locales como la energía eólica, la solar, la biomasa y la hidráulica.

En resumen, puede decirse que un programa general de conservación energética industrial cuenta con dos componentes: el primero consta de actividades gubernamentales o reglamentarias, y el segundo de actividades para la implantación en escala industrial o de una planta determinada. Ambos deberían coordinarse cabalmente para asegurar el establecimiento y la consecución de objetivos realizables.

Es preciso recordar que los posibles beneficios de la conservación de energía dependen del crecimiento económico, de la inversión en la industria y de futuros cambios estructurales. El progreso también dependerá de la disposición de los industriales para conceder más importancia a la seguridad de la oferta de energía que a las ventajas a corto plazo de los costos mínimos de ésta. De cualquier manera, el progreso posterior requerirá de más tiempo y más esfuerzos técnicos y financieros.

Necesidades energéticas de la industria en el futuro

En esta sección se señalarán los posibles cambios estructurales y cíclicos del patrón de la demanda de energía que afectarán su consumo en el futuro. Los factores que fomentan dichos cambios incluyen patrones de crecimiento económico, diversos niveles de industrialización, esfuerzos de conservación, disponibilidad de recursos y efectos de precios. Estos y otros factores no tendrán iguales consecuencias en países que llevan andado un buen trecho del camino de la industrialización, que en las naciones en desarrollo que están planificando o adoptando programas de industrialización para superar con el tiempo el tipo de economía tradicional basada en los bienes primarios.

Países industrializados

En el caso de la demanda energética de los países industrializados, el sector secundario siempre ha sido el mayor consumidor. Para los países de la OCDE se estima en general que, como proporción del total de la energía final, en este sector aumentará de 37% en 1980 a 39% en 1990, y a 40% en el año 2000.¹³ Los acontecimientos recientes en el mercado del petróleo influirán en la demanda a corto y mediano plazos, dado que es probable que

el papel de la conservación y del perfeccionamiento tecnológico no sea ya tan importante. No obstante, a la larga, continuarán los esfuerzos por aumentar los ahorros energéticos, especialmente si cuentan con el apoyo de políticas oficiales de conservación.

Aunque se espera que el sector industrial de los países de la OCDE siga siendo el mayor consumidor, se calcula que el crecimiento de la demanda energética disminuirá en este sector, como puede advertirse en el cuadro 5.

CUADRO 5

Países industrializados: crecimiento por sectores de la demanda de energía (Tasa media anual de crecimiento)

	1980-1985	1985-1990	1990-2000
Industrial	0.1	2.1	1.6
Transportes	0.3	0.5	0.7
Residencial/comercial	-0.1	1.2	1.4

Fuente: OCDE/AIE, *World Energy Outlook*, 1982.

El crecimiento relativamente alto de la demanda de energía por parte de la industria en 1985-1990 (2.1% anual) refleja un panorama optimista para la economía, mientras que la disminución a 1.6% anual que se espera para el período 1990-2000 considera la reducción de la intensidad energética que se llevará a cabo en el futuro y los ahorros resultantes de los esfuerzos constantes en favor de la conservación. Aún hay mucho que hacer para reducir la demanda del sector secundario, ya que a unas cuantas industrias intensivas en energía, como las de hierro y acero, cemento, petroquímicos y fundición de aluminio, corresponde 65% de todo el consumo industrial. Por ende, los esfuerzos concertados para mejorar los niveles de eficiencia serán decisivos a fin de lograr avances muy importantes en este sentido.

Otro factor que influirá en el futuro de la demanda de energía del sector secundario es un cambio en la composición de este sector, en el que aumentará el número de las industrias ligeras y se reducirá el de las pesadas. Este cambio no significa la disminución de las actividades de estas últimas; más bien podría tomar la forma de un traslado de estas industrias a los países en desarrollo. El resultado podría ser una combinación favorable de mano de obra barata, disponibilidad de materias primas y recursos energéticos en los países en desarrollo y, por otra parte, los conocimientos tecnológicos y la experiencia de los industrializados, todo lo cual reduciría las necesidades futuras de energía en el sector secundario de los países desarrollados.

También podría cambiar la composición de la producción industrial con el advenimiento de la era de la alta tecnología, que traerá consigo una demanda mayor de equipos y componentes electrónicos. Este tipo de industrias requiere de menos energía, en comparación con las necesidades de la industria pesada de metales y productos químicos.

Aunque se prevé que aumentarán las necesidades energéticas industriales, es probable que se reduzca la participación del petróleo en el consumo total de energía, pese a los bajos precios del hidrocarburo en la actualidad, los que a corto plazo llevarán

12. Gordon y Cecelski, *Energy Strategies for Developing Nations*, The Johns Hopkins University Press, Dunkerley, Ramsay.

13. OCDE/AIE, *World Energy Outlook*, 1982.

CUADRO 7

Países en desarrollo: ahorros potenciales en el consumo de energía comercial en 1990
(Millones de barriles diarios de petróleo equivalente)

Sector	Ahorros procedentes de					Ahorro total	
	Consumo proyectado	Política de precios	Impuestos / reglamentos	Retroadaptación / perfeccionamiento técnico	Sustitución entre combustibles	mbdpe	% del consumo
Agricultura	1.5	n.s.	n.s.	0.1	n.s.	0.1	7
Vivienda	5.9	0.3	0.1	0.1	0.4	0.9	15
Transporte	7.5	0.1	0.1	0.6	0.2	1.0	13
Industria	8.7	0.2	0.2	1.1	0.3	1.8	21
Electricidad	6.5	0.1	n.s.	0.5	0.1	0.7	11
Otros	0.5	0.1	n.s.	n.s.	n.s.	0.1	20
Total	30.6	0.8	0.4	2.4	1.0	4.6	15

n.s.: no significativo.

Fuente: Banco Mundial.

a un retraso de los planes de muchos países en cuanto a la sustitución de combustibles. Con precios menores de 18 dólares por barril, podría parecer que a muchas industrias y plantas generadoras de energía eléctrica les convendría más emplear petróleo en lugar de carbón. Sin embargo, tratándose de algo tan inestable como el mercado del petróleo, bien podría suceder que se revirtiera la tendencia a la baja de los precios. A largo plazo los precios tendrán que reflejar no sólo el costo marginal de producción, sino también la escasez del petróleo como recurso agotable. Es muy probable que a principios de los noventa la participación del crudo en el consumo de energía en el sector industrial de la OCDE se reduzca 10 por ciento.

Países en desarrollo

La dimensión del sector industrial de los países en desarrollo fluctúa entre 20 y 60 por ciento del PIB, dependiendo del grado de industrialización de cada uno. De acuerdo con la Declaración y el Plan de Acción de Lima, se espera que el total de necesidades energéticas del sector industrial de los países en desarrollo aumente, de 26% de la demanda total de energía en 1980, a 35% en el año 2000, como se aprecia en el cuadro 6.

CUADRO 6

Países en desarrollo: demanda de energía en el sector industrial
(Millones de barriles diarios de petróleo equivalente y porcentajes)

	1980	2000
Demanda total (mbdpe)	34.1	130.5
Porcentaje del total de la demanda mundial	25.0	46.0
Energía para la industria (mbdpe)	8.8	46.2
Porcentaje empleado en la industria	25.8	35.4

Fuente: XII Congreso de la Conferencia Mundial de Energía, "Energy Development and Industrialization", Nueva Delhi, 18-23 de septiembre de 1983.

El aumento pronosticado puede atribuirse a que la mayoría de los países en desarrollo se encuentra en etapas de industrialización incipiente y se requerirán volúmenes crecientes de energía para lograr los objetivos de crecimiento del sector industrial. Pese a este incremento, hay un promisorio campo para el ahorro, especialmente en el uso de diversos tipos de energía comercial. En el cuadro 7 se muestra que el sector industrial ofrece el potencial máximo para el ahorro de esta última, no sólo en términos absolutos (1.8 mbdpe) sino también en el porcentaje del consumo proyectado por sector (21 por ciento).

Los países en desarrollo que iniciaron recientemente sus programas de industrialización están en posibilidades de aprovechar la tecnología más moderna e instalar el equipo más eficiente. Por supuesto, el uso del equipo más moderno no garantiza el aprovechamiento eficiente de la energía; también es necesario exigir altos niveles de mantenimiento de las instalaciones consumidoras de la misma. Se ha comprobado que estos programas administrativos, tan fáciles de implantar, contribuyen de manera importante a la conservación energética.

De acuerdo con diversos estudios, el uso de energía en el sector secundario de los países en desarrollo está dominado por las industrias básicas que requieren más energía intensiva, como las de hierro y acero, productos químicos, pulpa y papel, y cemento. Dado que la mayoría de estas plantas se diseñaron con la ayuda de países desarrollados, hay un gran potencial para reducir las necesidades energéticas.

Tanto para los países industrializados como para los que están en vías de desarrollo, el sector industrial desempeñará un papel crucial en los planes a futuro, ya sea como punto focal en programas de conservación energética o como principal fuerza propulsora del crecimiento económico. La planificación de las necesidades energéticas industriales debe considerarse como parte integral de la administración general de la demanda y de la distribución de recursos, como se señalará más detalladamente en la sección final.

Recomendaciones

En vista del caos actual en los mercados energéticos y en la industria, y considerando la incertidumbre que prevalecerá en el futuro, deben emprenderse enormes esfuerzos tanto en los países industrializados como en las naciones en desarrollo para garantizar una oferta suficiente y segura de recursos energéticos para el proceso de industrialización.

La reciente caída de los precios del petróleo podría conducir al mundo a la falsa conclusión de que estamos entrando en otra era de petróleo barato. Ya han aparecido signos de que pierden ímpetu los programas de conservación, la investigación sobre fuentes energéticas no convencionales y la explotación de nuevos yacimientos de gran alcance sobre energía no convencional, como el proyecto estadounidense encaminado a obtener petróleo de los esquistos bituminosos y el proyecto de petróleo pesado en Venezuela.

El primer paso para asegurar una oferta adecuada de energía en el sector industrial de un país consiste en reconocer la importancia de integrar la política energética a los planes nacionales industriales y económicos. Los objetivos de la planificación energética son la optimización de la oferta y la demanda nacionales de energía, a la luz de los recursos naturales existentes, la demanda de los diversos sectores consumidores, las restricciones financieras y otros factores. La planificación industrial está directamente relacionada con la planificación energética nacional, ya que la sectorial constituye una parte esencial de aquélla. Es menester adoptar medidas en todos los niveles para asegurar que dichas políticas resulten uniformemente eficaces.

Los países que tienen la fortuna de poseer recursos energéticos deberían hacer todo lo posible por explotarlos en forma cautelosa y eficiente, de manera que se asegurara a largo plazo la oferta de energía y el crecimiento industrial.

Para la mayoría de los países el petróleo ha sido la fuente energética predominante. Por ello, deben emprenderse esfuerzos concertados para diversificar y ampliar la base energética. También ha de impulsarse con mayor ahínco la explotación de otras fuentes, sobre todo el gas, el carbón, la energía nuclear y la hidroeléctrica, a fin de satisfacer los incrementos de la demanda de energía en el sector industrial en expansión. En este proceso, una política apropiada de precios podría complementar la adopción de dichos programas de diversificación.

En los países menos afortunados en cuanto a recursos energéticos, hay una necesidad imperiosa de utilizar cuidadosa y eficientemente los disponibles, de manera que se aminore su dependencia con respecto a la energía importada y se reduzca su creciente gasto por las compras externas de petróleo. Pese a la situación actual de oferta excesiva de petróleo, no debe restarse importancia a esta tarea, ya que del éxito de ella dependerá la solución duradera de los problemas energéticos de estos países.

En los países que disponen de tecnología e infraestructura, la energía nuclear y las fuentes renovables, como la solar, son una solución factible para sus necesidades a largo plazo. Estos países deberían emplear cabalmente su capacidad para mejorar y aplicar nuevas tecnologías a fin de reducir así las tasas de intensidad energética de varios procesos industriales, no sólo en las activi-

dades tradicionales que la usan de manera intensiva, sino también en aquellas nuevas y que la consumen menos.

De hecho, un número cada vez mayor de países industrializados está reestructurando su marco industrial para contar con industrias que consuman energía en forma menos intensiva y más eficiente y así contribuir a la reducción de las necesidades energéticas de su sector secundario. El advenimiento de industrias electrónicas y de alta tecnología está entre los cambios más significativos de dicho sector, pues son capaces de brindar muchas oportunidades para mejorar la eficiencia energética en el futuro. Más aún, estas industrias contribuirán al surgimiento de una base de diversificación industrial más acorde con la tendencia actual de la demanda en el mercado de consumo. La demanda mundial de productos de la industria electrónica será enorme y muy probablemente sobrepase los niveles actuales.

Otra área de interés es el surgimiento de una nueva tendencia de desindustrialización en algunos países industrializados, especialmente en el Reino Unido y Estados Unidos. Los servicios están aún en etapa incipiente, y las perspectivas de crecimiento de estas actividades, tanto en los países industrializados como en los países en desarrollo, son enormes.

Es obvio que el avance tecnológico en los sectores energético e industrial no se distribuye de manera uniforme en el mundo. Dicho progreso está muy concentrado en los países industrializados. Apenas 2% de los esfuerzos mundiales de investigación y desarrollo se dedica a la investigación tecnológica en los países en desarrollo.¹⁴ Éstos no sólo deberían elegir, de entre el acervo de experiencias de los países desarrollados, las tecnologías apropiadas a su estructura industrial y a sus propios recursos energéticos, sino también esforzarse para crear tecnología propia que contribuya al mejor desenvolvimiento de sus industrias de bienes primarios.

El tema de las necesidades energéticas de la industrialización abre nuevas oportunidades a la cooperación internacional. Resulta claro que los recursos energéticos mundiales no están equitativamente distribuidos. Los países que disponen de ellos podrán no contar con los recursos financieros necesarios o con la capacidad técnica para explotarlos, mientras que aquellos que poseen dichos medios no tienen acceso a los recursos. Por tanto, resultaría ideal que ambos grupos cooperaran para elaborar y aplicar una estrategia energética encuadrada en un marco internacional. Aunque las dimensiones de esta tarea parecen formidables, todo esfuerzo encaminado a lograr dicho objetivo dará frutos que sin duda alguna beneficiarán a todos.

Las oportunidades para una cooperación internacional de esta índole pueden verse desde dos perspectivas: a corto y a largo plazo. A corto plazo, los exportadores netos de energía ampliarían la ayuda a países en desarrollo, importadores netos, para facilitar la reducción de su deuda externa. A la larga el problema se vuelve más complejo. Básicamente, cada país tendría que explotar con cautela sus reservas energéticas y planificar e implantar en forma efectiva las estrategias correspondientes.

Las formas y las circunstancias de la actuación de cada país podrían no ser las mismas; pero con una coordinación apropiada quizá fuese posible formular una política equilibrada que beneficiara a todos. □

14. José Rathos, *op. cit.*