

Eficiencia energética y privatización de la Industria Eléctrica

Claudia Sheinbaum Pardo y Luis Rodríguez Viqueira*

En este artículo se analizan las posibilidades de conservación y eficiencia como una opción a la privatización en la generación de electricidad; con base en un análisis de las características históricas de la oferta y de las tendencias en el uso de la demanda de electricidad para los diversos sectores económicos, se detallan las posibles medidas de eficiencia como respuesta al crecimiento acelerado de la oferta.

This article analyzes the possibilities of conservation and efficiency as an alternative to the privatization of the generation of electricity. Based on an analysis of the historic features of supply and trends in electricity demand among the different economic sectors, details of possible efficiency measures are given as an alternative to the rapid increase in demand.

Les auteurs analysent, ici, dans quelle mesure la conservation et l'efficience peuvent être une alternative à la privatisation dans le domaine de la production d'électricité, en se fondant sur une analyse des caractéristiques historiques de l'offre et de la demande d'électricité dans les différents secteurs économiques; ils décrivent les mesures efficaces que l'on pourrait prendre pour freiner la croissance accélérée de l'offre.

* Investigadores del Instituto de Ingeniería, UNAM.

Introducción

La privatización es probablemente uno de los fenómenos políticos y económicos más relevantes de esta década; la industria eléctrica no sólo no se escapa de esta ola económica de tipo neoliberal, sino que como lo menciona la revista *Utility Forum* en 1991, “existen en la actualidad pocas áreas tan alentadoras para invertir como la industria eléctrica”; la razón, como señala Tenenbaum¹ es obvia: la mayoría de los países se están convirtiendo aceleradamente en usuarios intensivos de electricidad.

Diversos países han optado ya por la privatización de la industria eléctrica; tal es el caso de Inglaterra, Noruega y Chile. En Estados Unidos se generaron cambios legales que permiten oportunidades de competencia regional de las distintas compañías eléctricas. En la mayoría de estos casos, la privatización ha generado una problemática tecnológica y económica adicional a la existente, que inclusive tiene el riesgo de afectar la calidad del servicio;² en el caso de México, el gobierno optó por cambiar la Ley de Servicio Público que se desprende del artículo 27 constitucional, permitiendo la privatización de la inversión en la generación; en la actualidad se habla de la posibilidad de una mayor participación del capital privado en otras áreas de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Los motivos de la privatización de la industria eléctrica son diversos dependiendo de cada país; existen sin embargo, dos argumentos que han sido esgrimidos tanto para ésta, como para otras industrias: la creciente deuda de las empresas públicas y la ineficiencia en la operación gubernamental; en el caso de muchos países en desarrollo, más allá de la ineficiencia, la presión de la deuda y el hecho de que la industria eléctrica es intensiva en capital, ha influido para que los gobiernos vean en la privatización del sector eléctrico una opción para la cubrir la creciente demanda.

¹ Tenenbaum, B., L. Reiner. & J. Barker. “Electricity privatization: structural competitive and regulatory options”. *Energy Policy*. December 1992.

² Viqueira Landa, J. 1994. “La industria eléctrica en el mundo: Otros modelos de organización y regulación del servicio eléctrico”. En Reséndiz Nuñez D. (coordinador). *El sector eléctrico en México*. México, Comisión Federal de Electricidad-Fondo de Cultura Económica.

Asimismo, al apremio financiero de la industria eléctrica se ha sumado la presión ambiental; los costos de inversión se han acrecentado debido a que la producción y uso de la electricidad es responsable de una parte importante de la contaminación ambiental y de la emisión de gases invernadero.

En el caso de México, la importante deuda de CFE (a principios de los ochenta, más del 50% de las entradas de CFE proveían por préstamos del exterior,³ la necesidad de mayor capacidad de generación por la creciente demanda, además de un cambio en la política económica hacia una menor participación estatal, promovieron la opción de la privatización de la inversión en la inversión eléctrica.

De esta forma y según lo dispuesto en el artículo 36 bis inciso II de la Ley de Servicio Público aprobada en 1992,

...en la construcción de nuevas instalaciones de generación de energía eléctrica, la CFE informará las características de los proyectos a la [entonces Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal] SEMIP. Con base en criterios comparativos de costos, dicha dependencia determinará si la instalación será ejecutada por CFE o si se deberá convocar a particulares para suministrar la energía eléctrica necesaria. . .

De acuerdo con este cambio en la ley, la CFE diseñó varios esquemas de financiamiento mediante operaciones de construcción, arrendamiento y transferencia a través los cuales se otorga la responsabilidad total del proyecto incluyendo la obtención de financiamiento, ingeniería, abastecimientos, y construcción al capital privado nacional o internacional; la CFE sólo es responsable de la supervisión del proyecto durante la etapa de construcción así como la operación de la misma mediante la celebración de un contrato de arrendamiento, otorgado al ser concluida la central generadora; al cumplirse el pago total del proyecto, vía pago de rentas, la CFE adquiere la planta, es decir, para la inversión privada no existe riesgo. La recuperación total de la inversión, además de los intereses, será pagada periódicamente por CFE, en el caso de CFE, el objetivo fundamental una vez que comience a operar la planta, será cumplir con el arrendamiento a la empresa privada.

Con este tipo de esquemas, se otorgaron a promotores privados la construcción de las centrales de Petacalco, Tuxpan, Topo-

³ Comisión Federal de Electricidad. *Estadísticas del sector eléctrico*. México, D.F., 1989.

lobambo y Temascal; el monto total en construcción es de alrededor de 3 600 millones de dólares y la capacidad instalada adicional será de 3 320 megawatts (MW). En proceso de instrumentación se encuentran Samalayuca, Chihuahua, y la Chinalatán en Jalisco.

Desde nuestro punto de vista existen diversas razones que ponen en duda la necesidad de la privatización de las inversiones eléctricas:

- a. La actual política de privatización no está provista de una evaluación adecuada de las funciones de los sectores público y privado; el debate sobre la participación del sector público en la industria eléctrica debiera tomar en cuenta la asistencia a grupos menos favorecidos o regiones alejadas que el sector privado no está interesado en desarrollar, así como la pérdida de control nacional de un sector tan estratégico para el desarrollo económico del país.
- b. La ingeniería del proyecto queda en manos generalmente extranjeras, con lo que el mayor desarrollo del conocimiento y capacitación de los ingenieros mexicanos, en una de las áreas de punta del país, corre el riesgo de quedar truncada, solamente la operación y supervisión externa de la planta quedará en manos de ingenieros de CFE.
- c. Existen riesgos técnicos de desintegración de la industria eléctrica que están asociados a la frecuencia y el libre acceso a la red de transmisión.⁴
- d. Existen otro tipo de medidas alternativas a la privatización total de la generación que están asociadas con la propia organización tan centralizada de CFE.⁵
- e. Debería tomarse con mayor seriedad las opciones de conservación y ahorro de energía que evitan, disminuyen y demoran los grandes costos de construcción de centrales eléctricas.

⁴ Viqueira Landa, J. 1994. "La industria eléctrica en el mundo: Otros modelos de organización y regulación del servicio eléctrico". En Reséndiz Nuñez D. (coordinador). *El sector eléctrico en México*. México, Comisión Federal de Electricidad-Fondo de Cultura Económica.

⁵ *Ibid.*

En este artículo profundizamos en las opciones de conservación, ahorro y eficiencia eléctrica como una opción viable al crecimiento de la oferta, a la inversión de nuevas plantas y por lo tanto a la mayor privatización de las inversiones privadas de la industria eléctrica.

El trabajo se divide en dos partes: la primera expone las características de la oferta de electricidad y las opciones de eficiencia en este terreno; la segunda presenta un análisis de la demanda eléctrica y sus posibilidades de conservación.

La oferta

Historia y problemática actual de la industria eléctrica

Entre 1902 y 1906 cinco grandes compañías extranjeras decidieron invertir en la industria eléctrica en México, esas mismas compañías constituirían la columna vertebral de esta industria durante los siguientes cuarenta años; en la primera década del siglo, los inversionistas estadounidenses, canadienses y británicos dedicaron setenta y cinco millones de dólares para la instalación de plantas generadoras; lo cual significó cerca de 100 MW (80% hidroeléctricas y 20% termoeléctricas) que se sumaron a los 20 MW que se estimaba había en 1890. Durante esa época, la mayor parte de las pequeñas plantas generadoras propiedad de mexicanos fue adquirida, modernizada, absorbida o en algunos casos arruinada por las grandes empresas extranjeras; la capacidad instalada pasó de 120 MW en 1920 a 510 MW en 1930; durante este periodo no existió reglamentación específica de regulación de la industria eléctrica. El régimen de concesiones se limitaba a estipular las condiciones de orden general en que deberían operar las compañías.

En 1930 se expide la Ley de la Industria Eléctrica que reguló tarifas y sentó un régimen jurídico que estipuló a la industria eléctrica como servicio público y a sus prestaciones, un monopolio que debía ser regulado y vigilado por el Estado; esta nueva ley produjo una contracción en el gasto en plantas eléctricas realizada por compañías extranjeras. La inversión se redujo fundamentalmente a trabajos de mantenimiento indispensables y a plantas privadas para alguna industria; en el periodo 1930-1934 la capacidad de generación creció 9.3% y entre 1937 y 1943, la capacidad instalada en servicio público aumentó en menos del 1% promedio anual.

Las inversiones públicas para energía eléctrica se inician en 1938 con tres millones de pesos creciendo de manera sostenida hasta 1960 con una inversión del orden de los 1 400 millones de pesos, participando de manera creciente en la inversión pública total como se muestra en el siguiente cuadro:

CUADRO 1
PARTICIPACIÓN DE LA INVERSIÓN PÚBLICA EN LA
INDUSTRIA ELÉCTRICA
TOTAL

| Periodo | Participación |
|-----------|---------------|
| 1939-1942 | 1.4% |
| 1943-1947 | 3.4% |
| 1948-1952 | 8.0% |
| 1953-1957 | 7.0% |
| 1958-1960 | 11.0% |

FUENTE: Lara Bautel (1953).

En 1960 el Estado adquirió los bienes de los dos grupos de empresas privadas de capital extranjero que operaban en el país, y en 1967 ordenó la disolución y liquidación de las 19 empresas filiales de CFE; en 1968 el gobierno mexicano era poseedor de la capacidad instalada total.

Entre 1960 y 1969 la capacidad instalada del sector eléctrico pasó de 2 308 MW a 5 517 MW; durante este periodo la inversión física se incrementó a un promedio cercano al 16%; por otro lado, la nacionalización de la industria permitió la integración de la red nacional de potencia, que requirió uniformar las condiciones de operación, en particular la frecuencia de operación en 60 Hertz (HZ) realizada entre 1972 y 1976.

Entre 1970 y 1977 la capacidad instalada de CFE pasó de 6 068 MW a 12 068 MW, sin embargo la base de este crecimiento fue a través de créditos internacionales que hicieron crecer la deuda de CFE a grandes niveles.

Los años finales de la década de los setenta y la década de los ochenta fueron un periodo difícil para el sector eléctrico; costos

de inversión elevados, costos de operación que se incrementaron al elevarse los precios de los combustibles y el alto costo financiero de la deuda, derivaron en la intervención del gobierno a través, tanto de un convenio de rehabilitación financiera (medida de saneamiento), como de transferencias patrimoniales para inversión y pago del servicio de la deuda; a finales de la década de los ochenta se modifica el convenio de rehabilitación celebrado en 1986 a fin de que el gobierno asumiera la deuda de CFE.

Hasta 1988, los programas de inversión de CFE se realizaban con recursos del gobierno federal, créditos bilaterales, préstamos del Banco Interamericano de Desarrollo, del Banco Mundial y créditos de sus proveedores.

La apertura de mercados y el Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá, provoca que en 1992 se establezca el marco legal aplicable al sector eléctrico, considerando la participación de particulares en aquellas actividades que no constituyen un servicio público; este marco legal permite la participación del sector privado en la generación de energía eléctrica para ser vendida a la CFE. El actual financiamiento de recursos para el programa de obras e inversiones de CFE tiene los siguientes orígenes:⁶

- a. *Recursos propios*, destinados a financiar componentes nacionales de inversión.
- b. *Recursos de procedencia extranjera*, destinados a cubrir todas aquellas compras de importación.
- c. *Agencias multilaterales*: préstamos otorgados por la banca internacional destinados a financiar la expansión y modernización de la infraestructura eléctrica.
- d. *Financiamiento privado*: destinado a financiar proyectos de generación, para la cual se establecieron diferentes mecanismos: autoabastecimiento, cogeneración, producción independiente pequeña producción, importación y exportación de energía eléctrica.

⁶ Bastarrachea, J. & A. Aguilar. 1993. "Las inversiones del sector eléctrico". En Reséndiz Nuñez D. (coordinador). *El sector eléctrico en México*. Comisión Federal de Electricidad-Fondo de Cultura Económica. México, D.F.

e. *Mercado internacional de capitales:* CFE vuelve al mercado de capitales con una emisión de eurobonos en 1992, mas otra operación de venta, arrendamiento y transferencia en 1993, que en conjunto aportaron 350 millones de dólares de recursos; se espera obtener con la bursatilización de la cartera de CFE, 500 millones de dólares.

Características de la oferta eléctrica en México

• Características generales de la generación eléctrica

El suministro de energía eléctrica tiene características que lo distinguen de otras energías secundarias:

- a. La energía eléctrica no puede almacenarse económicamente en cantidades significativas, la potencia eléctrica generada debe ser igual a cada instante a la potencia demandada por los consumidores más las pérdidas del sistema, esta demanda es regulada por los requerimientos de las actividades humanas que tienen variaciones horarias, diarias, semanales y anuales, y dependen de los hábitos y patrones de uso de la energía eléctrica de los diferentes consumidores.
- b. La energía eléctrica debe suministrarse con una calidad adecuada, de manera que los aparatos que la utilizan funcionen adecuadamente; la calidad en el suministro queda definida por la continuidad en el servicio, la regulación del voltaje y el control de la frecuencia y forma de onda de la corriente alterna.

Esto obliga a tener la capacidad instalada suficiente para satisfacer las demandas máximas en el instante en que ocurran, absorber fallas en los equipos de generación y distribución, y cumplir con los programas de mantenimiento preventivo; la composición de la capacidad instalada de acuerdo a las fuentes primarias de energía varía en cada país dependiendo de la disponibilidad de las mismas, de la misma manera el uso de las diversas plantas generadoras dependerá de la forma en que es utilizada la electricidad a lo largo de un día, semana, mes y año (curva de carga) ya que se necesitan unidades generadoras de electricidad que operen a plena carga y en forma prácticamente continua, unidades que

suministren energía para cubrir la parte media y unidades que permitan cubrir los picos de la demanda.

Para suministrar la potencia requerida se dispone de una serie de unidades generadoras que cubrirán distintas partes de la curva de carga o dicho de otra manera, abarcarán la demanda de manera diferenciada; la combinación óptima de los distintos medios de generación de un sistema eléctrico, constituye un problema de optimización económica. Se trata de minimizar la suma de los costos de inversión y operación mediante una mezcla óptima de los diferentes medios de generación, satisfaciendo la potencia y la energía eléctrica requeridas con una calidad adecuada del servicio.

• Capacidad instalada y generación bruta de CFE

La capacidad instalada de CFE creció a una tasa promedio anual de cerca del 7% entre 1965 y 1993; las fuentes primarias de energía y el tipo de planta se ha diversificado en las últimas dos décadas, pero ha estado basada fundamentalmente en hidrocarburos y en menor medida en hidroelectricidad (ver Gráfica 1); en 1973 comienza una ligera diversificación de las fuentes primarias de energía al haber participación de las plantas geotérmicas, en 1985 las carboeléctricas y en 1989 la planta nuclear de Laguna Verde, a partir de esa época se da una disminución de la importancia de las plantas hidroeléctricas y un incremento de las tecnologías a base de combustibles fósiles básicamente combustóleo y gas.

CUADRO 2
EVOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPACIDAD INSTALADA DE PLANTAS TERMOELÉCTRICAS

| Año | Vapor | Turbogas | Ciclo combinado | Combustión interna |
|------|-------|----------|-----------------|--------------------|
| 1940 | 95.7% | | | 64.3% |
| 1950 | 49.6% | | | 50.4% |
| 1960 | 80.4% | | | 19.6% |
| 1970 | 82.6% | | 7.7% | 9.7% |
| 1980 | 78.0% | 6.4% | 14.0% | 1.6% |
| 1993 | 77.0% | 11.1% | 10.9% | 1.0% |

FUENTE: Alonso et al. (1994).

La preferencia de plantas termoeléctricas sobre plantas hidroeléctricas es producto de que, por un lado, las primeras pueden localizarse en puntos más cercanos a los centros de uso final lo que disminuye las pérdidas por transmisión de la energía; los avances tecnológicos en estas tecnologías han permitido incrementar el tamaño y la eficiencia de conversión, y a que por otro lado, los costos de inversión son menores (ver Cuadro 3).

CUADRO 3
COSTO NIVELADO DE INVERSIÓN (\$/kilowatt/hora neto generado)
[precios medios de 1991]

| Planta | Potencia (MW) | Tasa 12% (\$/kWh) | Tasa 14% (\$/kWh) |
|--|------------------|-------------------------|-------------------------|
| Térmica convencional | 2x350 | 53.21 | 63.58 |
| Turbogas gas | 1x30 | 147.05 | 165.58 |
| Turbogas diesel | 1x30 | 151.36 | 170.44 |
| C. Combinado gas | 1x250 | 68.31 | 80.73 |
| C. Combinado diesel | 1x250 | 69.59 | 82.25 |
| Diesel | 2x32.5 | 122.15 | 139.90 |
| Carboeléctrica C. dual con desulfurador | 2x350 | 107.06 | 128.60 |
| Nuclear media EU | 2x1000 | 306.33 | 392.43 |
| Hidroeléctrica (Chicoasén) | 5x300 | 154.66 | 190.01 |

FUENTE: CFE-COPAR (1991).

La generación bruta de energía eléctrica (ver Gráfica 2), creció a una tasa promedio anual del 8% en el periodo 1965-1993, casi un punto por arriba de la capacidad instalada mientras que la eficiencia térmica de conversión promedio (no incluye plantas geotérmicas ni hidroeléctricas), pasó de 26% en 1965 a 33% en 1993 (ver Gráfica 3);⁷ esto se debió fundamentalmente a la penetración de las plantas de Turbogas durante los años setenta, las cuales son de mayor eficiencia (ver Cuadro 2).

⁷ Cabe aclarar que la eficiencia de conversión de energía de las hidroeléctricas y las plantas geotérmicas que se obtiene de los balances nacionales de energía publicados por SEMIP es igual a la eficiencia térmica promedio.

● Factor de uso de CFE

El factor de uso definido como el cociente entre la generación bruta de energía eléctrica y la capacidad instalada por el número de horas en un año, es un índice sumamente útil que nos indica la forma e intensidad de uso de la capacidad instalada (ver Gráfica 4).

Según Alonso *et al.*,⁸ la demanda promedio de CFE es del orden de dos terceras partes de la demanda máxima, lo que implica que se debe tener un 33% de la capacidad instalada para cubrir la demanda máxima o que el factor de uso máximo no puede ser mayor a 66%.

De acuerdo con las estadísticas de CFE, el factor de uso global entre 1965 y 1993 osciló entre 40 y 50%; esto implica que entre los programas de mantenimiento, fallas en los equipos de distribución y generación se absorbieron entre 16 y 26% de la capacidad instalada (factor de uso máximo menos factor de uso global) y que por lo tanto existe una disponibilidad de la capacidad instalada de entre 74 y 84%.

En diciembre de 1993, el 39.45% de la capacidad hidroeléctrica instalada y el 8.3% de la termoeléctrica se utilizó para satisfacer la demanda máxima (plantas Turbogas, 2.6% gas-diesel y 5.7% diesel).⁹ Es de explicarse que la mayor parte de la demanda máxima o pico sea cubierta con hidroelectricidad ya que:

- El costo de el kwh generado es el más bajo (ver Gráfica 5)
- Es la forma más noble de almacenar energía para después transformarla en energía eléctrica.
- Elimina incertidumbres con respecto a las temporadas de lluvias.
- Es más sencillo regular el sistema.

⁸ Alonso, A., R. Cruz & E. Fugarolas: 1994. "Futuros del sector eléctrico". En Reséndiz Nuñez D. (coordinador). *El sector eléctrico en México*. México, D.F. Comisión Federal de Electricidad-Fondo de Cultura Económica.

⁹ Sarabia, A. & G. Rodríguez. 1994. "Apéndice estadístico". En Reséndiz Nuñez D. (coordinador) *El sector eléctrico en México*. México, D. F. Comisión Federal de Electricidad-Fondo de Cultura Económica.

CUADRO 4
COSTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA
ELÉCTRICA POR TIPO DE PLANTA

| TECNOLOGÍA | Costo de Generación (\$ 1990/kWh) |
|-------------|--------------------------------------|
| HIDRO. | 114.76 |
| GAS | 147.39 |
| GEOTÉRMICA | 134.98 |
| COMBUSTOLEO | 147.39 |
| CARBÓN | 136.11 |
| DIESEL | 204.79 |
| NUCLEAR | 300.19 |
| EÓLICA | 225.00 |

FUENTE: CFE-COPAR (1991).

• Oferta y demanda de electricidad

En el periodo 1965-1993, las pérdidas por transmisión de electricidad oscilaron entre el 11 y el 15%,¹⁰ lo anterior significa que por cada kwh entregado para la demanda final, fue necesario generar entre 1.1 y 1.2 kwh para compensar dichas pérdidas; como ha sido mencionado también, cada kwh consumido debe tomar en cuenta que se requiere instalar más de un Kilowatt (kW) pues los equipos no pueden funcionar el 100% del tiempo al 100% de su capacidad.

En 1993, CFE requirió de una capacidad instalada de 29, 204 MW, para cubrir una demanda final de 103 292 Gigawatts/hora (GWh) (ver Gráfica 5) a un factor de uso de cerca del 50%; bajo estas condiciones y de acuerdo con Pedrero,¹¹ el costo total promedio de inversión, a los precios y estructura eléctrica de 1990, sería de 4.42 millones de pesos de 1990 por kW.

10 Secretaría de Energía Minas e Industria Paraestatal (SEMIP). 1966-1985, 1993, *Balance Nacional de Energía*. México, D.F.

11 Pedrero, R. 1994. "Visión económica del sector eléctrico". En Reséndiz Nuñez D. (coordinador). *El sector eléctrico en México*. México, D.F. Comisión Federal de Electricidad-Fondo de Cultura Económica.

Así la CFE tiene como opciones para satisfacer una demanda creciente, sin incrementar su capacidad instalada: a) incrementar la eficiencia de generación, b) disminuir las pérdidas por transmisión y distribución o bien influir en la demanda final de energía, ya sea disminuyendo la diferencia entre la demanda máxima y la demanda promedio o aumentando la eficiencia del uso final de la energía eléctrica.

La demanda

Demanda sectorial

La energía eléctrica representa cerca del 10% del consumo final de energía del país, sin embargo, entre 1970 y 1993 la participación de la electricidad en el consumo final nacional aumentó considerablemente, manteniendo una tasa promedio de crecimiento anual de cerca del 7%, 3% mayor al de la energía final total (ver Gráfica 6); los sectores de mayor peso en el consumo de electricidad y los responsables del crecimiento acelerado del uso de la energía eléctrica son el industrial y el residencial que en 1993 representaron 50% y 24% del consumo total de electricidad respectivamente (ver Gráfica 7). A continuación se detalla el análisis del uso de la electricidad para cada uno de los sectores económicos: industrial, residencial, comercial y público, agropecuario y energético.

• Sector industrial

1. Tendencias

Durante las últimas dos décadas, el consumo de energía eléctrica del sector industrial mexicano creció a una tasa promedio anual del 7%, llegando a constituir en 1993 el 16% del consumo total energético industrial; las ramas de mayor demanda eléctrica son el aluminio (del 0.5 al 2%), la celulosa y papel (4%), el cemento (7%), la petroquímica (1.5%), la siderurgia (del 10 al 15%), el vidrio (1 al 2%), la química (7 al 8%) y la minería (alrededor del 10%).

Los cambios en la demanda de electricidad en el sector industrial pueden ser divididos en dos factores fundamentales: los económicos y los tecnológicos; los factores económicos obviamente dependen del comportamiento del mercado de las diversas ramas industriales; por otro lado, la sustitución, mantenimiento o adecuación tecnológica afectan directamente el consumo de energía de una industria, a diferencia de los factores económicos que pueden hacer variar la producción de una industria de un año a otro, los cambios tecnológicos son de más largo plazo.

Una forma de medir el cambio en la demanda de energía del sector industrial es la intensidad energética, ésta puede ser evaluada en términos de las variables físicas o en términos económicos, éstos es, consumo de energía por tonelada producida o consumo de energía entre el valor agregado de determinada rama industrial durante determinado periodo; en el caso de Estados Unidos y los principales países industrializados europeos, por ejemplo, la demanda de energía en el sector industrial sufrió dos tipos de cambios que hicieron que la energía por unidad de valor agregado disminuyera en las últimas dos décadas; uno de los factores fue la disminución de la participación en la economía de las industrias intensivas en energía como la siderurgia, el otro factor fue una sustitución tecnológica en industrias como la del cemento y la química.¹²

En el caso de México, es difícil hacer un estudio histórico de varias décadas acerca de los cambios energéticos en el sector industrial, ya que los datos del uso de la energía industrial por ramas comienzan a estar desagregados a partir del año de 1986;¹³ por esta razón elaboramos el análisis de las principales ramas consumidoras de energía a partir de esa fecha.

Entre 1986 y 1993 (ver Gráfica 8) las principales ramas industriales que tuvieron un crecimiento en la demanda eléctrica fueron celulosa y papel, química, cemento, (que sufre una ligera caída en 1991, pero se recupera hacia 1993) siderurgia y minería; sin embargo, las ramas industriales de mayor crecimiento en la demanda eléctrica fueron las llamadas "otras industrias manufactureras",

¹² Howart R., y L. Schipper. 1991. Manufacturing Energy Use in Eight OECD Countries: Trends trough 1988. Energy Journal, Vol. 12 (4): 15-20.

¹³ SEMIP. *Balanza Nacional de Energía*, México, 1986.

que son mucho menos intensivas en términos energéticos pero que han tendido un repunte en el mercado nacional e internacional, entre éstas se encuentran las maquilas, la industria automotriz, aguas envasadas y cervezas, equipo eléctrico, etc.

En el caso del aluminio, la caída abrupta en el consumo de energía eléctrica se debió a una caída en la producción, el incremento de los precios de la electricidad, así como la caída internacional del precio del aluminio fueron catastróficos para esta rama industrial, a partir de 1993, se nota un ligero repunte del consumo eléctrico de esta industria, que corresponde a un repunte en su actividad económica.¹⁴

Analizando la intensidad eléctrica de la industria manufacturera para los últimos 8 años (consumo de electricidad entre la producción total de cada rama), se puede observar una importante disminución de todo el sector industrial, así como para algunas de las principales ramas industriales. (ver Gráfica 9); entre 1987 y 1993, el consumo de energía por unidad de producción disminuyó para el caso de las industrias del cemento, siderurgia, química, minería y aumentó para la celulosa y el papel, esto sugiere un aumento importante de la eficiencia del uso de la electricidad para estas ramas.

A reserva de un análisis más detallado sobre el consumo de electricidad en el sector industrial, el análisis aquí elaborado sugiere que la intensidad eléctrica para el sector industrial tuvo una importante disminución debido a que:

- a. Diversas ramas industriales intensivas en electricidad, con excepción de la celulosa y el papel, redujeron el consumo de energía eléctrica por unidad de producción.
- b. Algunas ramas industriales intensivas en electricidad como el caso del aluminio tuvieron una caída en la producción y
- c. Hubo un crecimiento en las ramas productivas de menor intensidad eléctrica.

La importante disminución en la intensidad eléctrica, así como la caída en la producción de la industria del aluminio se debió

¹⁴ Fuente: Comunicación directa con el área de tarifas de CFE.

de manera importante al aumento significativo del precio de la electricidad para el sector industrial; en el primer caso, la disminución en la intensidad provino probablemente de aumento en la eficiencia energética de la producción mediante medidas de mantenimiento y cambio tecnológico; en el segundo caso, como se menciona anteriormente, se debió a una caída en la producción.

2. Proyección de la demanda y conservación de electricidad

De acuerdo con las estimaciones de la CFE, basadas en el crecimiento supuesto del PIB por ramas industriales y en el precio de la electricidad, las ventas de energía eléctrica para la minería y la manufactura, aumentarán en el año 2003 casi al doble que en 1993; ésto significa un crecimiento anual promedio de entre el 5.5 y el 6.6% para ese periodo y que la capacidad instalada para suministrar la electricidad requerida para la industria debería crecer de 32.3 Terawatts (TW) en 1993 a 60.8 TW en el 2003.

Un análisis sobre el uso de la energía en el sector industrial en los Estados Unidos¹⁵ reporta que la energía eléctrica utilizada por la industria está dividida de la siguiente manera, los motores consumen cerca del 70% de la electricidad del sector industrial, procesos de calor cerca del 8%, 13% los procesos electrolíticos y 9% la iluminación; un estudio similar para India, reporta un porcentaje semejante para la participación de los motores eléctricos en el consumo de electricidad del sector industrial,¹⁶ debido a que la participación de las ramas industriales en ese país es semejante a la mexicana, con excepción de la petroquímica, es factible suponer que en el caso de México, la demanda eléctrica debida al uso de la electricidad por motores industriales es mayor al 50% del consumo eléctrico del sector.

Baldwin,¹⁷ que recientemente evaluó las oportunidades de ahorro de energía para el caso de los motores eléctricos en Esta-

¹⁵ Electric Power Research Institute-EPRI. *Electric Motors*. EPRI-Palo Alto California, USA, 1992.

¹⁶ Anand, S. & V.S. Kothari. *Characterization of electric motors in industry and energy conservation potential in Indizill*. Tata Energy Research Institute. New Delhi; 1990.

¹⁷ Baldwin, S. 1986. *New opportunities in electric motor technology*. *IEEE Technology and Society Magazine*. March.

dos Unidos estima que una reducción de cerca del 44% del consumo de electricidad utilizada por los motores puede ser obtenida a un costo de energía ahorrada de \$0.49 dls/ kWh, cerca de 10 a 30% el costo promedio del kWh generado; las oportunidades para el ahorro de electricidad en los motores pueden dividirse en motores eficientes: inducción convencional de alta eficiencia, conmutación electrónica e imán de sincronía AC permanente, corazón magnético amorfo, homopolar de alta rapidez, etc.

- a. *Selección y mantenimiento*: corrección de sobreequipamiento y sobredimensionamiento, mejoras en el enfriamiento y la limpieza, etc.
- b. *Control de motores*: ajuste electrónico de tracción o transmisión de los motores (convertidores de frecuencia), recuperación de deslices y alternativas hidráulicas, velocidades variables, controladores de factor de potencia, manejo del ciclo de carga, etc.
- c. *Mejoras en lubricación y mantenimiento*
- d. *Afinaciones eléctricas*: balance de fase, mejoras en la forma de la onda y estabilidad en el voltaje, corrección de factor de potencia, reducción de las pérdidas de distribución en la planta.

Por supuesto que el potencial de ahorro depende de la eficiencia de los motores existentes al igual que de la oportunidad de acceso a motores más eficientes; es significativo el caso de India, donde un estudio demuestra que existe un potencial de ahorro que es económicamente rentable de cerca de 31.4 TWh (19%) siempre y cuando a partir de 1990 se promueva la instalación de equipo eficiente en las nuevas plantas, esta estimación no toma en cuenta el potencial de ahorro debido a la introducción de motores de velocidad variable en las plantas que están actualmente en funcionamiento.

En el caso de México, se requeriría hacer un estudio detallado de las condiciones tecnológicas de la industria en sus diversas ramas; es significativo que en India se estima un ahorro de energía en los motores eléctricos similar a la proyección de la demanda de CFE para el sector industrial, calculando un costo de energía ahorrada menor al del costo promedio de generación eléctrica; por supuesto que no puede trasladarse el resultado de un análisis de un país a otro, sin embargo, la comparación entre dos países del Tercer Mundo, expone la viabilidad de invertir en ahorro de ener-

gía a un costo menor que la construcción de nuevas plantas generadores de electricidad.

Una forma adicional de ahorro de electricidad para el sector industrial, que puede ser aplicada también al sector comercio y de servicios es el de la cogeneración, esta forma de generación de energía es la producción conjunta de energía térmica y eléctrica a partir de la misma fuente; su importancia radica en la eficiencia de producción de ambas formas de energía y en el traslado de la generación centralizada a la descentralización de la energía eléctrica por las propias industrias, la cogeneración puede aplicarse en la mayoría de los procesos industriales, comerciales y de servicios que requieran para su funcionamiento tanto vapor o gases calientes, como electricidad.

Con la nueva reglamentación del servicio público federal de energía eléctrica (1992), los excedentes de la cogeneración podrán ser vendidos a CFE e integrados a la red interconectada a nivel nacional; como se menciona en la introducción de este artículo, este cambio en la reglamentación del servicio eléctrico, permite la generación eficiente de energía sin representar un riesgo para CFE. De acuerdo con una encuesta reportada por la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (Conae) en 1994, se encontró que en 37 empresas (6 metalúrgicas, 6 azucareras, 8 papeleras, 10 químicas, 3 cervecerías, 2 textiles y una cementera) existe un potencial eléctrico de excedentes de autoabastecedores de cerca de 410 MW; al promover la autogeneración de energía eléctrica mediante la cogeneración, CFE establece un potencial de ahorro que proviene de no contabilizar el crecimiento en la demanda de las industrias que adquirirán su equipo de cogeneración y del excedente que será integrado a la red nacional, por otro lado, los recursos primarios de generación son utilizados en forma más eficiente al sustituirse el suministro directo de electricidad por la cogeneración.

● Sector residencial

1. Tendencias

El sector residencial es un componente esencial de la demanda eléctrica debido a su crecimiento y a su importancia en la deman-

da pico (mayor entre las 17 y las 22 hrs.), entre 1970 y 1990, el consumo eléctrico del sector residencial tuvo un crecimiento promedio de 9% anual, 2 puntos porcentuales por encima del crecimiento de la demanda eléctrica a nivel nacional, en este lapso el número de usuarios eléctricos en este sector aumentó de 5 844 millones en 1974 a 16 192 millones en 1993.

Dos factores primordiales promovieron el crecimiento en la demanda del sector residencial: el incremento en la electrificación y el aumento en el equipamiento de los hogares; entre 1970 y 1990, el porcentaje de hogares con acceso a la red eléctrica se incrementó de 59 a 89%,¹⁸ asimismo, se estima que entre 1980 y 1990 el aumento en la saturación de refrigeradores fue de 42 a 62% y el de televisores de 54 a 78%.¹⁹

Los principales usos eléctricos del sector residencial son la iluminación, que representa entre el 30 y 40% de la demanda residencial, la refrigeración, el uso para televisores y en los estados del norte de la República, el aire acondicionado;²⁰ el análisis de los ábacos de consumo del sector residencial (número de usuario por bloque de consumo) muestra el desplazamiento de un alto porcentaje de usuarios de los bloques de menor consumo hacia los bloques de consumo medio; mientras que en 1983 el 35% de los usuarios consumían menos de 50 kWh al mes y 31% entre 50 y 150 kWh al mes, en 1991 tan sólo el 20% de los usuarios consumía menos de 50 kWh al mes y en cambio 56% de los usuarios utilizaban entre 50 y 150 kWh al mes; aún así, para 1991, tan sólo el 10% de los usuarios eléctricos consumían el 35% del consumo total.

¹⁸ Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI): *Censo Nacional de Población y Vivienda*, México, D. F., 1970 y 1990.

¹⁹ Sheinbaum C. *Tendencias y perspectivas de la energía residencial en México: Estudio comparativo con las experiencias de conservación de los países de la OCDE*. Tesis de Doctorado. Facultad de Ingeniería, UNAM. 1994.

²⁰ Masería O., D. De Buen y R. Friedmann, "Consumo Residencial de Energía en México: Estructura, Impactos Ambientales, Potencial de Ahorro". En Quintanilla (eds.). *Primera Reunión Internacional sobre Energía y Medio Ambiente en el Sector Residencial Mexicano*. México, D. F. 1991.

2. Proyección de la demanda y conservación

De acuerdo con los escenarios económicos estimados por la propia CFE, las ventas totales de electricidad destinadas al sector residencial crecerán a un ritmo de cerca de 0.6% anual si hay un crecimiento bajo y a 2.4% para crecimiento económico alto, lo que significará una demanda de entre 10 a 20 TWh adicionales a los actuales; existe, sin embargo, un potencial de ahorro importante para el sector residencial que no requiere de grandes inversiones y que el propio usuario puede hacer de manera diferida.²¹

En la iluminación por electricidad, un ahorro de energía de entre 50 y 75% proviene de la sustitución de focos incandescentes por compactos fluorescentes. Existen diversos trabajos que reportan la viabilidad económica de esta sustitución para la mayoría de los estratos de consumo de electricidad residencial, el más reciente se basa en un estudio realizado en las ciudades de Guadalajara y Monterrey.²² Se estima que el ahorro proveniente de la sustitución de 1.5 millones de focos incandescentes por compactos fluorescentes puede llegar a ser de hasta 135 GWh anuales y una disminución de la demanda pico de cerca de 78 MW.

En el caso de los refrigeradores, en 1994 se realizó un esfuerzo importante por parte de CFE y los productores de electrodomésticos para fijar normas máximas de consumo eléctrico para refrigeradores y aire acondicionado, las normas, —que entraron en vigor en enero de 1995—, proponen un ahorro del 25% entre los nuevos refrigeradores y el refrigerador promedio de descongelado manual del 25% y 14% para los automáticos; la Conae estima que si se venden un millón de refrigeradores anuales (como en 1994), esto promoverá un ahorro de 40 MW en un año y de 1.4 TWh para el año 2000.²³

Respecto al aire acondicionado, un ahorro significativo puede lograrse con la adquisición de aparatos eficientes; el modelo actual,

21 Reddy A.K. *Barriers to improvements in energy efficiency*. Berkeley C.A. Lawrence Berkeley Laboratory Report. LBL-314391. 1991.

22 Sathaye, J., R. Friedmann, S. Meyers, O. De Buen, A. Gadgil y E. Vargas. *Economic analysis of ILUMEX: A project to promote energy efficiency residential lighting in Mexico*. Berkeley, C.A. Lawrence Berkeley Laboratory Report. LBL-34877. 1994.

23 Comisión Nacional de Ahorro de Energía. Conae. Informe de Actividades 1994. México, D.F. 1994.

aire acondicionado por cuarto, tiene un consumo promedio de 1400 kWh al año, en el caso de aires acondicionados, también fue aprobada una norma de máximo consumo que también entró en vigor en enero de 1995; para este caso, un ahorro del 20% respecto al aire acondicionado promedio y a una venta anual de 160 mil aires acondicionados tipo cuarto, la norma promoverá un ahorro de 5.6 TWh para el año 2000.

En el caso de la televisión se pueden lograr ahorros de hasta el 50% dependiendo del modelo y el tamaño del mismo; en promedio un televisor en México tiene una potencia de entre 80 y 100 Watts.²⁴ En los Estados Unidos, ésta es de 50 Watts.

● Sector comercial

1. Tendencias

De acuerdo con la CFE, el sector comercial está clasificado como usuario de las tarifas para servicio general de baja tensión (tarifas 2 y 3) e incluyen establecimientos comerciales, de servicios y microindustrias, para 1993, el sector comercial contaba con 2 millones de usuarios con un consumo promedio anual de 4 883 kWh por usuario. De acuerdo con el análisis de estas tarifas, entre 1970 y 1983, la tasa de crecimiento promedio anual para el sector comercial fue de 5.0% y de 1983 a 1993 de 4%.

Existen pocos estudios sobre el uso de la electricidad en este sector, sin embargo, se estima que la mayor parte del consumo de va en iluminación y otra parte importante es consumida por el aire acondicionado y en menor medida la calefacción.

2. Proyección de la demanda y conservación

De acuerdo con CFE, el pronóstico de crecimiento del sector comercial entre 1993 y el año 2003 es de entre 4.3 y 5.2% anual, lo cual, en el escenario de mayor crecimiento económico significarían 15.7 TWh de consumo para el año 2003.

24 Friedmann, R. "Mexico's residential sector: Main electric and uses and savings potential". In R. Ling and H. Wilhite (eds.). *Proceedings of the 1993 ECEEE Summer Study: The Energy Efficient Challenge for Europe*. Oslo, Norway. The European Council for an Energy Efficient Economy. 1991.

El aumento en la eficiencia de la iluminación en el sector comercial proviene del mejoramiento de las tres partes componentes del sistema de iluminación: el balastro, los tubos fluorescentes y la luminaria; la sustitución de balastros electromagnéticos por electrónicos, los tubos más eficientes y luminarias de espejo pueden aumentar la eficiencia del sistema en un 30%, 10% y 40% respectivamente, la sustitución de todo el sistema podría aumentar la eficiencia en un cerca del 70%.²⁵

En un estudio realizado en 1990, se demuestra que el máximo potencial de ahorro en iluminación sería de entre 1 y 2.8 TWh, y estaría dado por el cambio de tubos fluorescentes de baja a alta eficiencia, con balastro electrónico y luminarias de espejo.

- Sector servicios

1. Tendencias

El consumo de energía del sector servicios está catalogado por la CFE como alumbrado público, bombeo de aguas negras y potables (con excepción de los grandes usuarios de bombeo) y servicio temporal que incluyen las tarifas 5, 6, y 7 respectivamente; entre 1970 y 1983, la tasa media anual de crecimiento del sector servicios fue de cerca del 8% anual, mientras que de 1983 a 1993 se redujo a 3% anual, de acuerdo con la propia CFE, esta importante reducción se debió a la sustitución de lámparas de mercurio e incandescentes por lámparas de sodio a alta presión que son significativamente más eficientes y a que muchos servicios de bombeo se ampliaron y pasaron a la contabilizarse dentro la tarifa de uso general.

2. Proyección de la demanda y conservación

CFE estima que el crecimiento de 1993 a 2003 será de 2.4% anual para un escenario económico alto y de 1.2% para un escenario

²⁵ Crestani, S. "Iluminasso 2, Perspectivas tecnológicas do reator fluorescente do Brasil". *Electricidad Moderna*. 1989. Septiembre.

económico bajo, en el primer caso, esto significaría un consumo de 6.7 TWh para este sector.

En este caso, las mayores opciones de conservación provienen de la sustitución de las lámparas de alumbrado público en las zonas urbanas, lo cierto esta sustitución se ha estado llevando a cabo; en la Ciudad de México, por ejemplo casi el 100% del alumbrado público es con sodio de alta presión.

- Agropecuario

1. Tendencias

El uso de la electricidad para el sector agrícola proviene principalmente del bombeo de agua, entre 1970 y 1993 el uso de la electricidad para este sector aumentó a una tasa del 6.8% anual; sin embargo su participación en la demanda nacional disminuyó del 7 al 5% para los mismos años; entre 1989 y 1993 se registra una disminución en la demanda de cerca de 1.5 TWh. De acuerdo con la propia CFE, se estima que alrededor de un tercio de esta reducción se debe a los factores climáticos, mientras que el resto en una respuesta al incremento del 31% de los precios medios reales de la electricidad.²⁶

2. Proyección de la demanda y conservación

Los escenarios de CFE estiman que para una situación de crecimiento económico alto, el sector agrícola llegará a consumir un total de 7.6 TWh para el año del 2003.

La conservación de electricidad en este sector podría lograrse al aumentar la eficiencia del bombeo agrícola; en un estudio realizado en India, en el área de Gujarat, se encontró que con sólo cambiar las líneas de succión y válvulas de alta fricción por aquellas de baja fricción, se podía encontrar un ahorro de energía de cerca del 22%. Llevando a cabo esta sustitución tecnológica, que

²⁶ Comisión Federal de Electricidad. *Estadísticas del Sector eléctrico*, México, 1989.

resultaba ser costeable para el agricultor, se podían llegar a ahorrar cerca de 15 TWh de los 43 TWh programados.

• Autoconsumo del sector energético

Este se refiere al consumo de electricidad de la propia CFE y de Petróleos Mexicanos (Pemex). Su participación en la demanda nacional es menor que la de los demás sectores aunque comparable al del agropecuario, su importancia radica en que ha tenido una tasa de crecimiento anual de 1970 a 1993 de cerca del 9%, equiparable al del sector residencial.

Una importante parte del consumo de electricidad de este sector es para iluminación de las instalaciones y donde podría encontrarse un importante potencial de ahorro; CFE no reporta un escenario de crecimiento para este sector, ya que lo coloca dentro de lo que llama gran industria, debido a la carencia de mayor información sobre este sector no es posible evaluar un potencial de ahorro.

• Potencial de ahorro

Para poder evaluar el potencial de ahorro de cada uno de los sectores económicos, se requiere de un estudio integrado de todos los sectores, es este apartado solamente se menciona el potencial para cada uno de estos sectores, lo cual da una idea de las posibilidades de diferir la construcción de plantas generadoras; los escenarios de crecimiento de la demanda que realiza CFE toman como variables básicas el crecimiento del PIB sectorial y nacional, el crecimiento de la población y los precios de la energía. Aunque estas evaluaciones de tipo econométrico son útiles no toman en cuenta los usos finales de cada uno de los sectores y el ahorro de energía está limitado a ser una respuesta al incremento de los precios de la electricidad y no otro tipo de política de conservación que en muchos casos son más efectivas y menos drásticas para los usuarios.

De acuerdo con lo expuesto, en solo cuatro de los sectores puede encontrarse en teoría un ahorro potencial de cerca 25% (ver Cuadro 5).

CUADRO 5
ESTIMACIÓN DE POTENCIAL DE
AHORRO DE ELECTRICIDAD

| | |
|-----------------|------|
| Industrial (1) | 10% |
| Residencial (2) | 10% |
| Comercio (3) | 3% |
| Agrícola (4) | 2.5% |

- 1 Mantenimiento y aumento en la eficiencia de motores. Cogeneración.
- 2 Iluminación, refrigeración, aire acondicionado.
- 3 Iluminación.
- 4 Aumento en eficiencia de las bombas de riego.

En teoría, diferir cerca del 25% de las ventas programadas para el año 2003 equivaldría a cerca de 40 TWh, 60% del crecimiento programado, o con un cálculo grueso, diferir la construcción de 25 plantas de 300 MW funcionando a un factor de planta del 60%; si tomamos en cuenta que una planta de 300 MW tiene un costo aproximado de 360 millones de dólares,²⁷ entonces habría un ahorro cercano a los 9 000 millones de dólares, sin tomar en cuenta por supuesto los costos de las medidas de conservación de energía.

• Políticas de promoción a la conservación eléctrica

Es necesario reconocer que la preocupación por instaurar políticas de conservación ha adquirido importancia a nivel gubernamental en los últimos años; medidas importantes como la normalización de refrigeradores, aires acondicionados de uso doméstico y motores trifásicos de inducción o la promoción a la cogeneración en servicios e industria es una muestra de ello; sin embargo, durante varios años, los objetivos y la estructura organizativa con la que fue concebida la CFE correspondía a una visión en donde la generación de energía era la única forma de cubrir la demanda, en esta concepción, el ahorro y la conservación de energía provenientes

²⁷ Treviño, M & G. Fernández. "Uso eficiente de la energía eléctrica". En Reséndiz Nuñez D. (coordinador). *El sector eléctrico en México*. México, D.F. Comisión Federal de Electricidad-Fondo de Cultura Económica. 1994.

del lado de la demanda no son tomadas en cuenta en sus justos términos.²⁸ El hecho de que la CFE no cuente con mecanismos de análisis que permitan evaluar el potencial de ahorro y conservación debido a la eficiencia energética del lado de la demanda es muestra de ello.

Un elemento adicional que ha sido base de la política de ahorro de electricidad de CFE es el aumento en el precio de la misma, la Gráfica 10 muestra la variación del kWh promedio dependiendo del sector; como puede observarse, después de 1982 el cambio en la política gubernamental hacia un menor control y protección estatal sobre la economía se ve reflejado en un menor subsidio estatal hacia el precio de la electricidad y un importante aumento en las tarifas eléctricas, principalmente en los sectores servicios y comercial; a partir de 1990, con el control de precios generado del pacto, el precio de la electricidad se estabiliza con excepción del sector agrícola.

La discusión acerca de los subsidios a los usuarios eléctricos es compleja y requeriría de una discusión fuera del eje central de este artículo, lo cierto es que el aumento abrupto del precio de la electricidad combinado con una apertura del mercado, disminución de los salarios mínimos y medios y poco apoyo gubernamental, ha provocado la caída de importantes sectores de la industria (aluminio, por ejemplo), la quiebra de agricultores²⁹ y la imposibilidad de pago de usuarios residenciales.

Más que el simple aumento en el precio de la electricidad, existen otro tipo de medidas alternativas o suplementarias, como es el caso de las normas para electrodomésticos que permiten construir la conservación de energía en el lado de la demanda como una opción viable a la generación eléctrica; diversos autores³⁰ han

²⁸ Friedmann, R. "Mexico's residential sector: Main electric end uses and savings potential". In R. Ling and H. Wilhite (eds.). *Proceedings of the 1993 ECEEE Summer Study: The Energy Efficient Challenge for Europe*. Oslo, Norway, The European Council for and Energy Efficient Economy. 1993.

²⁹ Comisión Federal de Electricidad. *Desarrollo del Mercado Eléctrico 1989-2003*. México, D.F. 1994.

³⁰ Koomey, J., C. Atkinson, A. Meier, J. McMahon, S. Boghosian, B. Atkinson, I. Turiel, M. Levine, B. Normand and P. Chan., *The Potential for Electricity Efficiency Improvements in the U.S. Residential Sector*, Berkeley, California USA. LBL-30477 Lawrence Berkeley Laboratory, 1992.

hecho estudios de caso que muestran la viabilidad económica y técnica de estas opciones; solamente un apoyo gubernamental a estas políticas hace de la eficiencia energética una opción viable.

Conclusiones

Se ha presentado la evolución y características actuales de la industria eléctrica en México y las perspectivas de conservación y eficiencia de este sector estratégico de la economía y el desarrollo del país a la luz de la privatización de las inversiones eléctricas de Comisión Federal de Electricidad.

En 1992, el gobierno mexicano optó por la privatización en la generación de la electricidad como la principal opción para incrementar la oferta eléctrica; planes futuros de privatización de otras áreas de CFE, siguen siendo elemento de discusión. Existen diversas razones que ponen en duda a la opción del capital privado como única vía de solución a la crisis financiera del sector público, algunos de los problemas que esta privatización provoca están relacionados con los riesgos técnicos de desintegración de la industria eléctrica que a su vez se derivan del libre acceso a la red de transmisión de los productores particulares; otros problemas tienen que ver más con la concepción de industria eléctrica como un sector estratégico de la economía nacional y con la posible pérdida de capacitación de los ingenieros mexicanos en una de las áreas de punta del país.

Es probable que el cambio apresurado de la Ley de Servicio Público que estipula la posibilidad de inversión de particulares, corresponda en efecto a la urgencia del crecimiento en la demanda y a la incapacidad financiera de CFE, sin embargo, es muy probable también que esta decisión tenga sus bases en elementos prácticos que están relacionados con las negociaciones de préstamos con organismos financieros internacionales y sobre todo a un cambio en la filosofía pública de los últimos gobiernos mexicanos, en donde el adelgazamiento del Estado es política primordial.

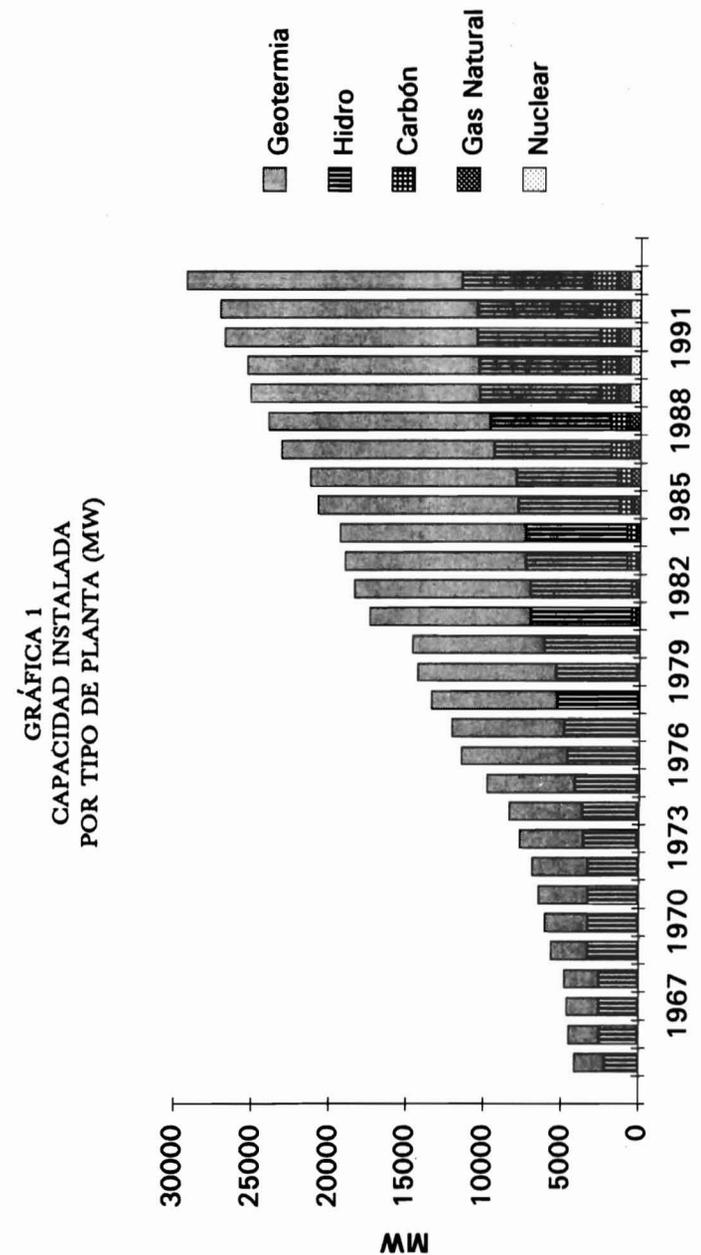
Ciertamente la industria eléctrica es intensiva en capital, y existe la necesidad de mayor capacidad de generación por la creciente demanda; sin embargo, diversas opciones —entre las que se en-

cuentra la conservación y eficiencia energética— representan una posibilidad real para diferir el aumento en la capacidad de generación y por tanto de la participación total del capital privado en la generación eléctrica.

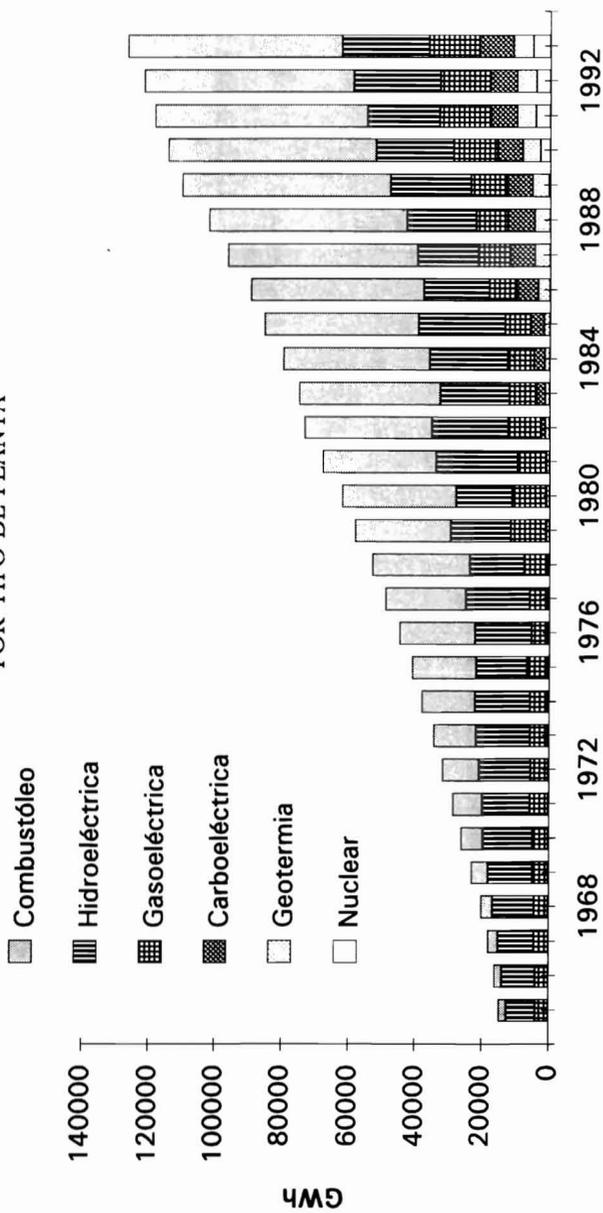
Se estima que existe un potencial de conservación en la demanda eléctrica de cerca 40 TWh o el 25% de lo programado para el año 2003; como se menciona al final de la segunda sección de este trabajo se requeriría un estudio más detallado para evaluar los costos y posibilidades reales de alcanzar este potencial.

Es necesario reconocer que la preocupación por instaurar políticas de conservación ha adquirido importancia a nivel gubernamental en los últimos años; medidas importantes como la normalización de electrodomésticos o el impulso a la cogeneración es una muestra de ello, no obstante, durante años, los objetivos y la estructura organizativa con la que fue concebida la CFE ha correspondido a una visión en donde la generación de energía es la única forma de cubrir la demanda.

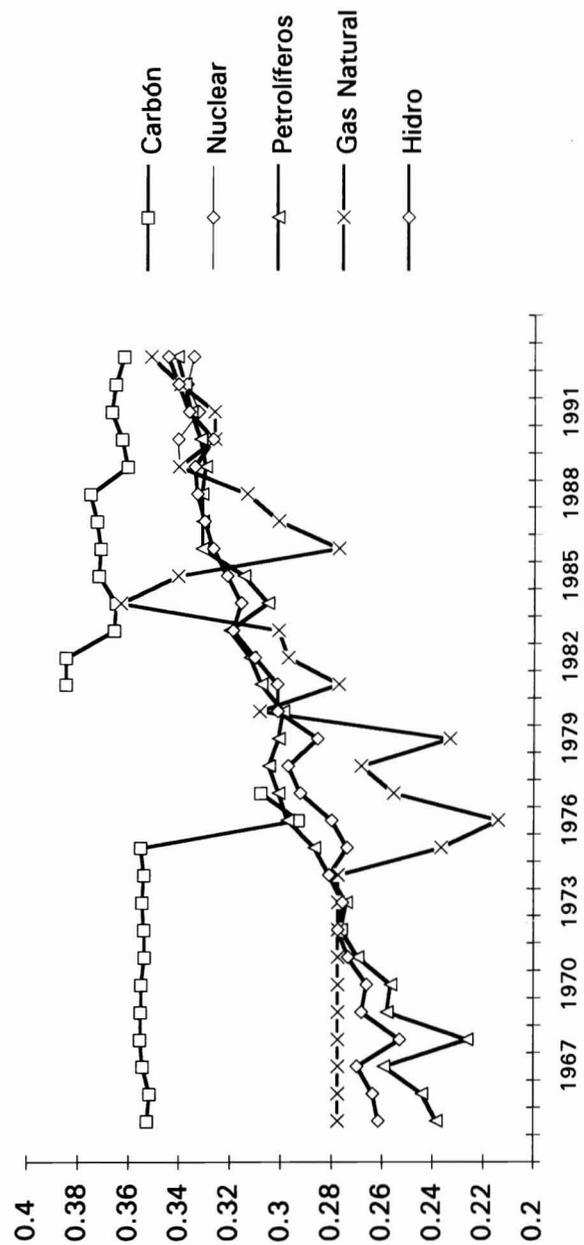
Las diversas opciones de ahorro y conservación de la energía eléctrica pueden ser una verdadera posibilidad a un aumento acelerado de la capacidad de generación del país que en estos momentos planea ser de tipo privado, consideramos necesario, un análisis detallado de las opciones y una importante participación gubernamental son necesarias para la viabilidad de esta opción.

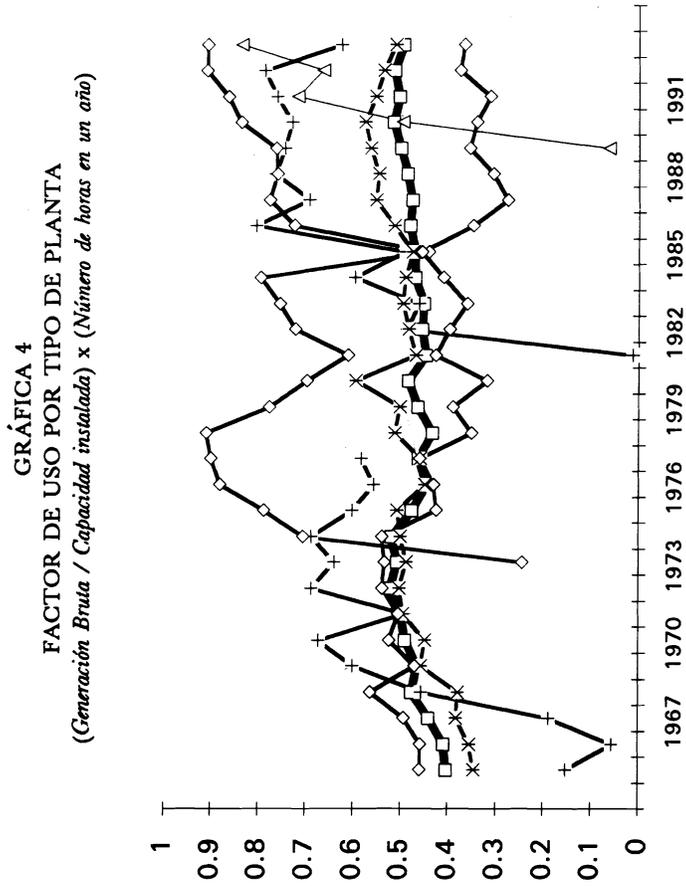


GRÁFICA 2
GENERACIÓN BRUTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA
POR TIPO DE PLANTA

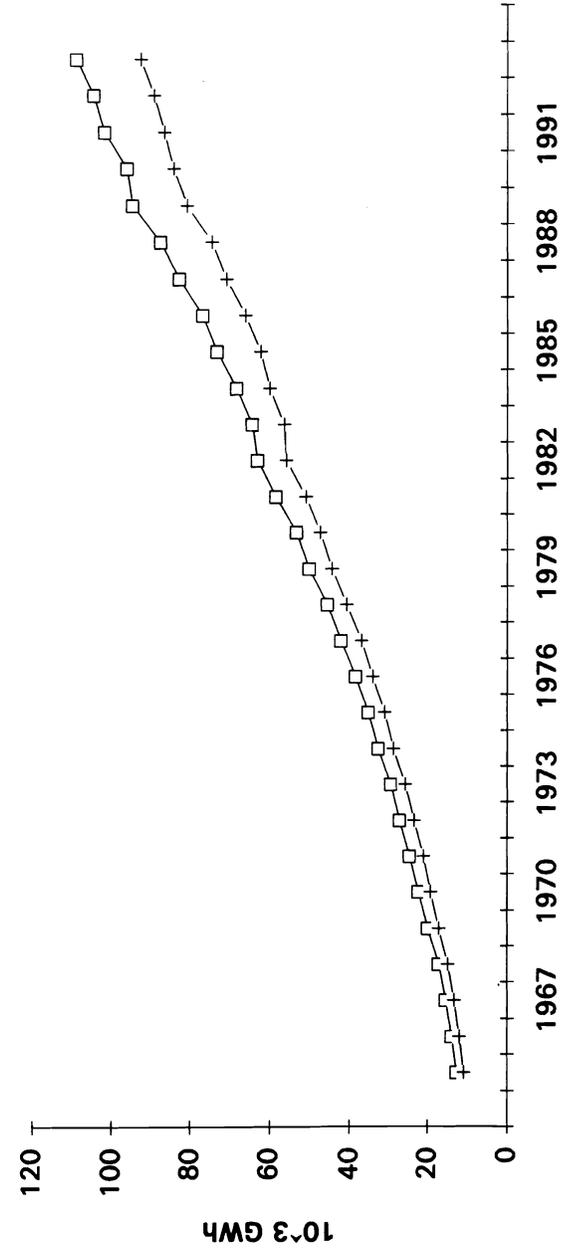


GRÁFICA 3
EFICIENCIA POR TIPO DE COMBUSTIBLE

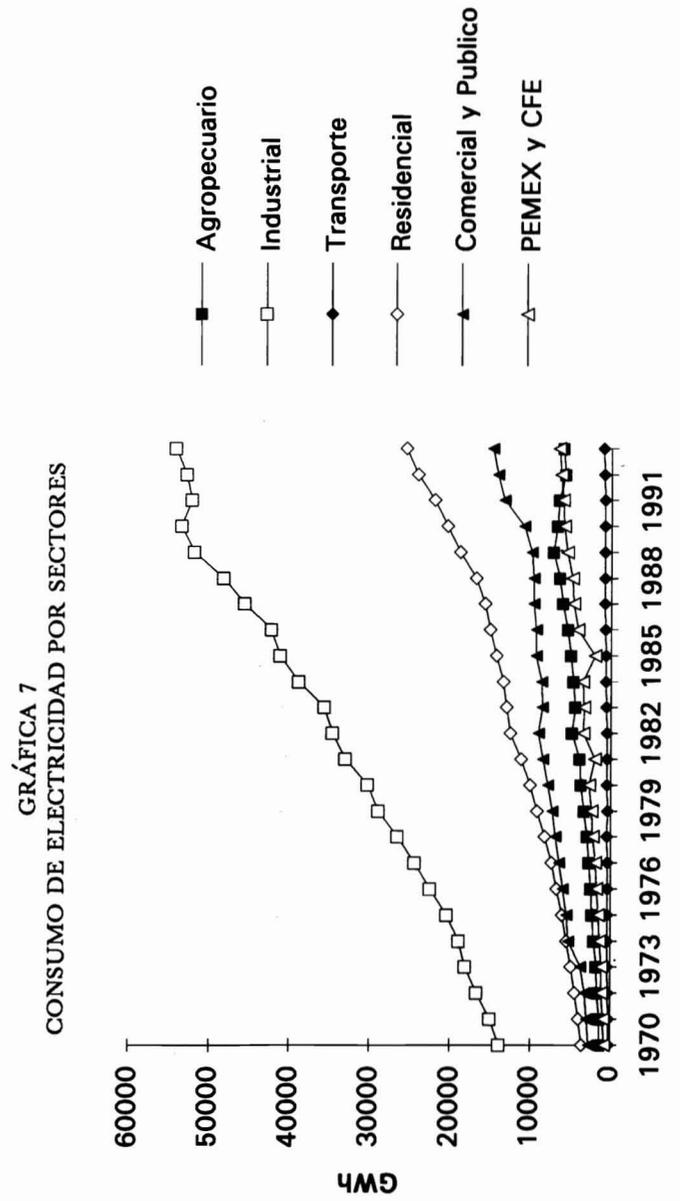
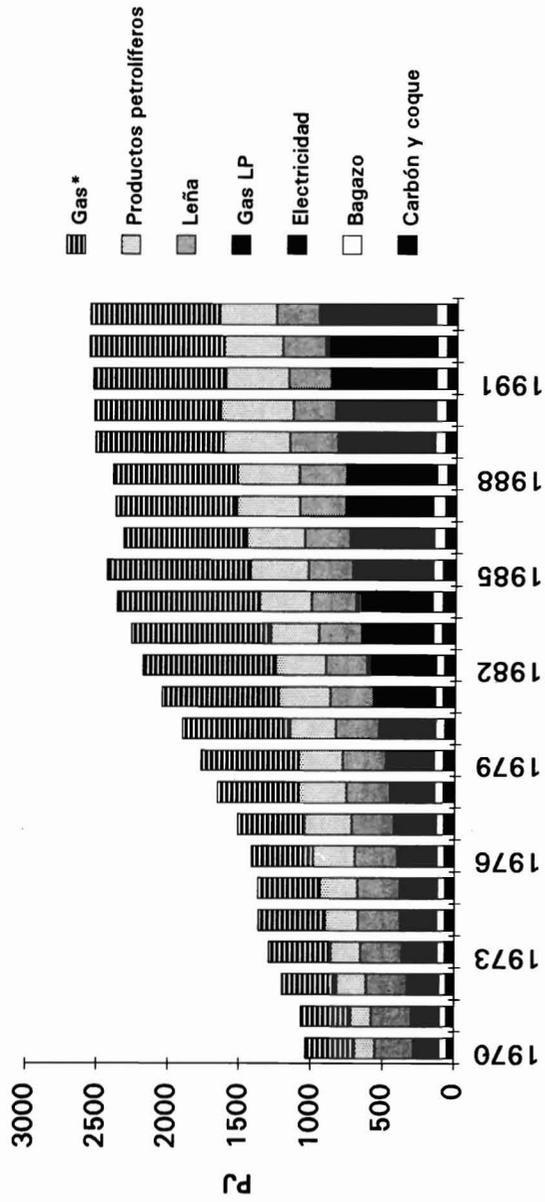




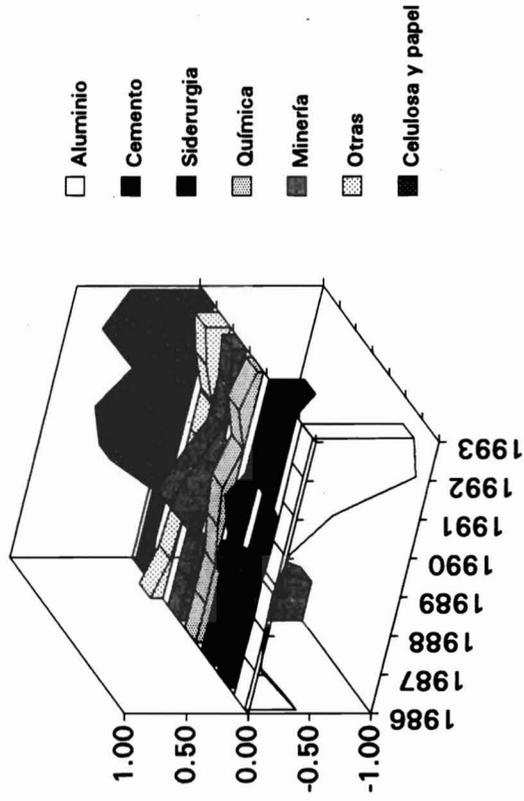
GRÁFICA 5
GENERACIÓN Y CONSUMO FINAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA



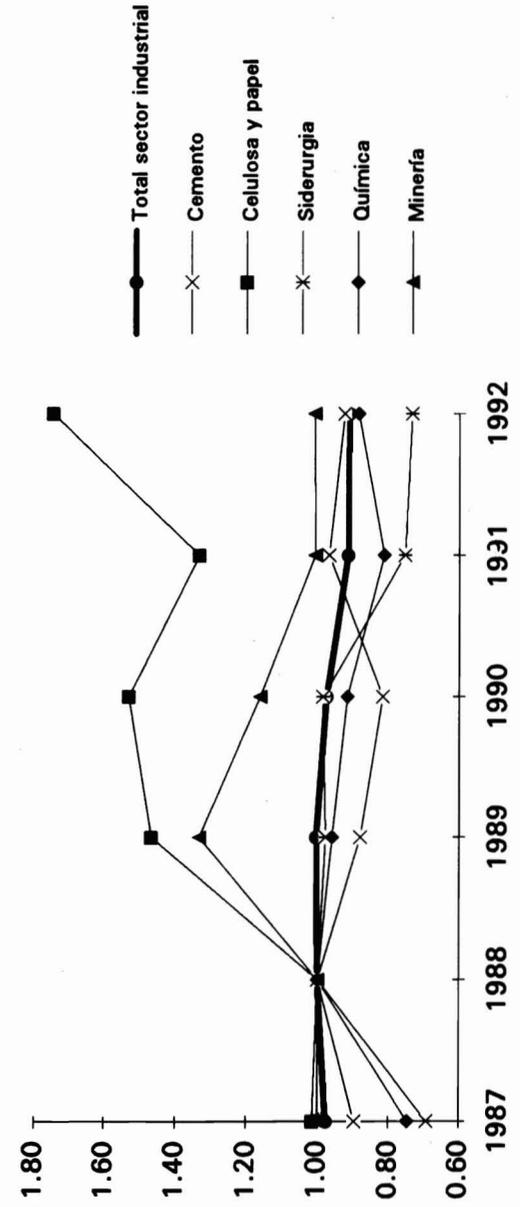
GRÁFICA 6
CONSUMO FINAL DE ENERGÍA EN MÉXICO
(Incluye sector energético)



GRÁFICA 8
CRECIMIENTO DEL CONSUMO DE ELECTRICIDAD
Algunas ramas del sector industrial (1988 = 0)



GRÁFICA 9
INTENSIDADES ELÉCTRICAS DEL SECTOR INDUSTRIAL
(Energía por tonelada producida (1988 = 1))



GRÁFICA 10
 PRECIO PROMEDIO DE LA ELECTRICIDAD
 POR SECTORES (1974-1993)

