

CATALOGADO

Distr.  
RESTRINGIDA

LC/MEX/R.375  
24 de noviembre de 1992

ORIGINAL: ESPAÑOL

BIBLIOTECA NACIONAL PUBLICA MEXICO

---

CEPAL

Comisión Económica para América Latina y el Caribe

**DESARROLLO TECNOLOGICO/INDUSTRIAL EN EL SUBSECTOR  
ELECTRICO. EL CASO DE COSTA RICA**

---

Este documento fue elaborado por el señor Raúl Monteforte, consultor del Proyecto BID/BCIE/CEPAL, "Estrategia de Programación de Inversiones para Centroamérica" (BT BCE0027). Las opiniones expresadas en este trabajo son de la exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la Organización.

## INDICE

	<u>Página</u>
PRESENTACION .....	1
I. ENTORNO INTERNACIONAL .....	3
II. MARCO DEL ESTUDIO DE CASO NACIONAL: EL DESARROLLO INDUSTRIAL DE COSTA RICA .....	5
III. EL DESARROLLO ELECTRICO EN COSTA RICA .....	11
1. Organización del subsector eléctrico .....	12
2. Oferta y demanda de electricidad .....	15
a) Recursos energéticos .....	22
b) Proyección del desarrollo eléctrico .....	26
IV. DIAGNOSTICO TECNOLOGICO DEL SECTOR ELECTRICO .....	31
1. Oportunidades y potenciales .....	31
2. Oferta y demanda de bienes y servicios tecnológicos en el sector eléctrico .....	34
V. CONCLUSIONES .....	41
<u>Anexo metodológico</u> .....	43

## PRESENTACION

Uno de los aspectos centrales de la estrategia económica de los países centroamericanos se refiere a la reconversión industrial. En primera instancia, este proceso representa la adaptación del aparato industrial a los cambios tecnológicos, de los mercados y de precios, que ocurren a escala global. 1/ En un sentido más profundo, la reconversión industrial implica necesariamente la transformación estructural de todos los sectores productivos y depende críticamente de una mejora productiva continua, de un ritmo adecuado de innovación tecnológica y de la aceptabilidad ecológica de los sistemas implantados. 2/

Por otra parte, la ejecución de programas de actuación energética, enfocados principalmente a la expansión de la oferta en los países menos industrializados, no se han combinado con un proceso ampliado de desarrollo. El análisis de experiencias anteriores permite observar que la disponibilidad de energía por creación de oferta, no sólo no provoca en sí misma crecimiento económico, sino que puede agravar otros problemas. Por ejemplo, si la oferta energética incrementada no incide en la generación de un mayor valor agregado por parte del usuario, se grava más la deteriorada economía de este último. Si no se logra integración con las actividades productivas locales y regionales, se perpetúa la dependencia tecnológica y se crean distorsiones graves en el sistema energético. Finalmente, si no se genera una mejoría productiva en las economías y mayores ingresos de la población, se incrementa el endeudamiento financiero del Estado por la dificultad de recuperar las inversiones realizadas en oferta energética.

Ante la situación anterior, en el proyecto BID/BCIE/CEPAL se consideró importante estudiar algunos aspectos importantes del sustento tecnológico para el desarrollo energético en Centroamérica y analizar sus posibilidades de desarrollo, tomando en cuenta el gran potencial que encierra este sector como elemento dinámico y polivalente de la reconversión industrial.

---

1/ CEPAL/PNUD, Reconversión industrial en Centroamérica (LC/G.1640), 1990.

2/ World Commission on Environment and Development, Our common future, Oxford University Press, Inglaterra, 1987; véase también M. Porter, The competitive advantage of nations, Free Press, Nueva York, 1990.

El alcance de este estudio ha estado orientado principalmente a promover la innovación tecnológica en los sistemas eléctricos de las economías regionales. Se procedió a ello mediante la identificación y preparación de proyectos que introduzcan o mejoren electrotecnologías, y que permitan incrementos de productividad, fortalecimiento de encadenamientos productivos e intensificación de la reconversión industrial. Se abarca tanto el sector de generación, transmisión y distribución de electricidad, como una amplia gama de industrias y empresas que lo abastecen de bienes y servicios, que proveen los equipos y sistemas de consumo eléctrico final, o que resultan usuarios intermedios de la energía eléctrica.

A partir de esta definición, se pretende promover posibles proyectos de inversión, en el contexto de los sistemas de energía, basados en uno o varios de los siguientes aspectos:

- a) Promoción de la innovación tecnológica;
- b) Capacidad para generar encadenamientos productivos y apoyar procesos de reconversión industrial a nivel de empresa o redes de empresas;
- c) Relación con los problemas y necesidades del sector energético;
- d) Aplicabilidad en programas de uso eficiente de energía y soporte tecnológico para éstos;
- e) Posibilidad de promover la diversificación energética, y
- f) Posibilidad de aportar soluciones tecnológicas a problemas ambientales, en conexión con el desarrollo de los sistemas energéticos a nivel nacional y regional.

Este énfasis especial define un ámbito específico y estratégico de acción dentro del Proyecto BID/BCIE/CEPAL, como un complemento indispensable para las iniciativas regionales de promoción y apoyo financiero en proyectos de desarrollo industrial. Para los propósitos del presente estudio, se consideró que Costa Rica reúne condiciones especiales para lograr una primera aproximación, que sea aplicable posteriormente en el área centroamericana. Estas condiciones derivan sobre todo del nivel alcanzado de electrificación en esa nación y de la posición de mayor avance tecnológico relativo de su subsector eléctrico, lo cual, entre otras cosas, supondría mejores fuentes de información para este estudio y la posibilidad de avanzar en la integración de los proyectos identificados.

## I. ENTORNO INTERNACIONAL

En los últimos años se ha reforzado un escenario complejo de cambios y problemas en los sistemas energéticos. A partir de los ámbitos tecnológico, financiero y organizativo, se ha experimentado importantes impactos estructurales, especialmente en la industria eléctrica mundial. A la reestructuración y desregulación de las industrias del sector, se suma un intenso ritmo de innovación tecnológica en producción y suministro de energía, y en nuevas y más eficientes aplicaciones eléctricas de consumo final, particularmente en áreas de alta tecnología. 3/ A consecuencia de esto, hay una tendencia a fusionar el desarrollo tecnológico energético con procesos más amplios de innovación tecnológica, y con la viabilidad productiva y la competitividad en el mercado de una extensa gama de actividades económicas.

En el contexto de la transformación económica y del cambio técnico globales, se ha impuesto la tendencia hacia la utilización más eficiente de la energía. Simultáneamente, ha habido una importante diversificación en los sistemas energéticos. A medida que ha disminuido la intensidad energética en las actividades productivas, se incorpora crecientemente en el proceso actual de innovación tecnológica un uso más preciso y eficiente de la electricidad, principalmente. Por otra parte, la búsqueda de suministros energéticos menos vulnerables y las medidas, cada vez más urgentes de gestión ambiental, han intensificado la utilización de gas natural, carbón mineral y energía hidráulica y nuclear, y se han acelerado el desarrollo tecnológico y la utilización de recursos renovables y de energéticos no convencionales. 4/

---

3/ J. Johanson, Electricity: Efficient use and new generation technologies, and their planning implications, Lund Univ. Press, 1989. Véase también, R. Monteforte, La organización del sector eléctrico mexicano: contexto internacional y perspectivas de cambio, Programa Universitario de Energía, UNAM, México, 1991.

4/ En los países industrializados, el consumo total de petróleo ha descendido un 33% desde 1973. Sin embargo, en la estructura de consumo final, a nivel mundial este energético mantiene su preponderancia y representó un 33.7% del total en 1988 (de 47% en 1973). Lo anterior, sin duda, ilustra el importante esfuerzo realizado, pero evidencia también la dependencia estructural tecnológica del consumo de petróleo. IEA International symposium of energy demand, 1988.

Los proyectos energéticos han tenido un severo impacto ambiental, que genera actualmente graves problemas, particularmente el incremento en las concentraciones atmosféricas de óxidos de carbono, nitrógeno y azufre, y de otros contaminantes en suelos, agua y aire. El cuadro de soluciones técnicas y las medidas de control ambiental, aplicadas como respuesta, conllevan efectos profundos en el modelo energético a todos los niveles. Es previsible que estos efectos incrementen su importancia en los sistemas energéticos nacionales y que el financiamiento para su desarrollo incorpore una fuerte condicionalidad ambiental en todas partes.

Más aún, la competitividad de las tecnologías en todo el sector productivo depende crecientemente de su aceptabilidad ambiental. Se ha acelerado, así, la optimización de sistemas y la introducción de equipos nuevos, que consumen menos energía, recuperan energía y materiales, elevan la electrotecnificación de los procesos, disminuyen la generación de contaminantes en sus fuentes, o sustituyen equipos contaminantes en usos directos.

Los cambios referidos requieren considerables inversiones y grandes adaptaciones productivas, tecnológicas y culturales. Su alcance será muy diferente en distintos contextos nacionales. En general, las limitaciones estructurales en los países menos desarrollados constituyen un serio obstáculo para lograr una recuperación económica firme. Por otra parte, es incierta la disponibilidad de recursos financieros para enfrentar estos retos: la crisis de la deuda y la percepción del riesgo en países poco desarrollados por parte de los agentes financieros internacionales han dificultado gravemente la obtención de financiamiento externo, mientras que las fuentes internas son insuficientes. Ante ello, resalta la importancia de los esfuerzos internacionales para conjuntar apoyos adicionales en Centroamérica. Será esencial para la continuidad de los apoyos y para el beneficio de los propios usuarios que los programas especiales existentes sean aprovechados eficientemente y arrojen resultados concretos.

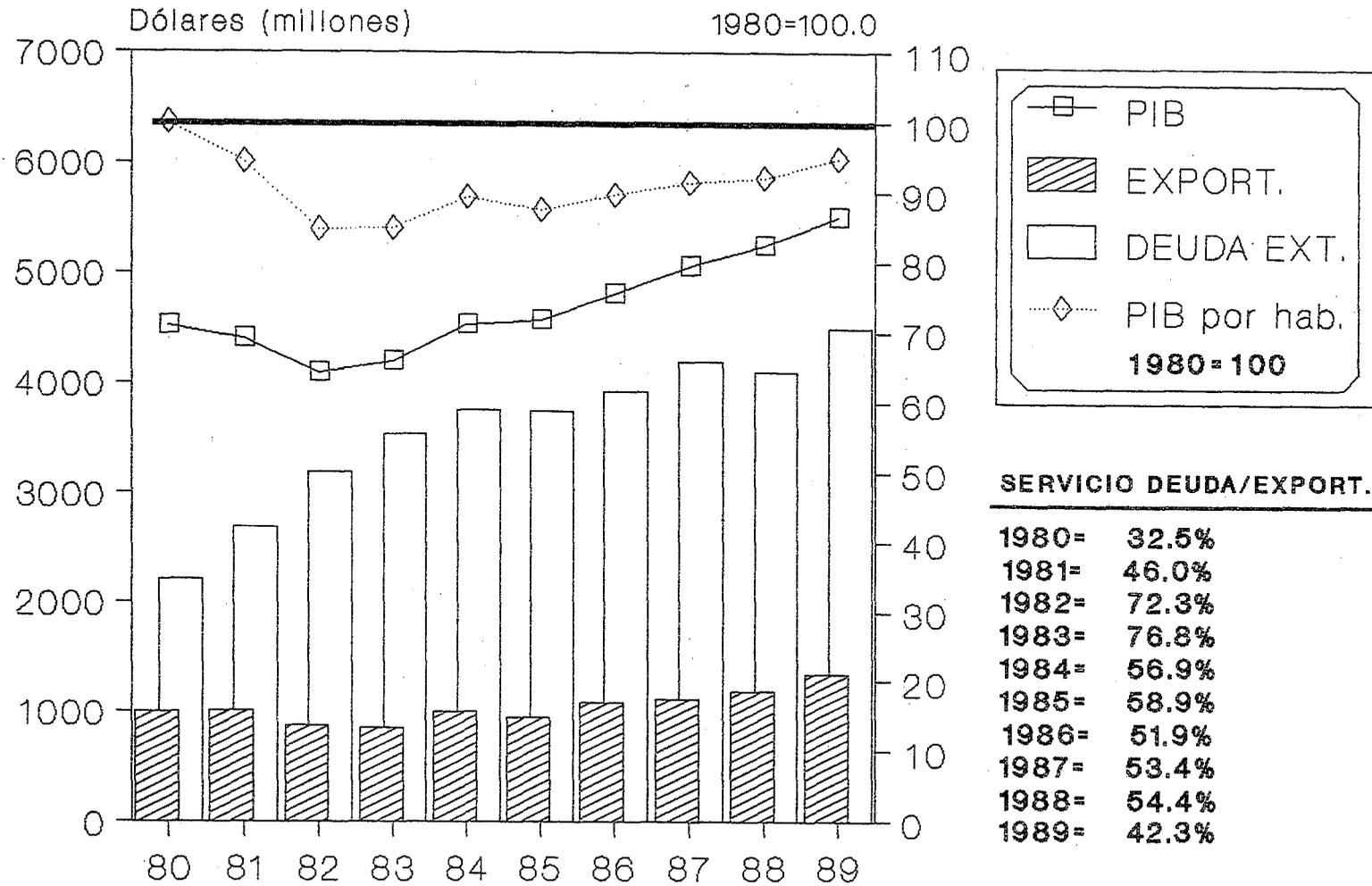
## II. MARCO DEL ESTUDIO DE CASO NACIONAL: EL DESARROLLO INDUSTRIAL DE COSTA RICA

De 1950 a 1980, Costa Rica alcanzó una expansión adecuada y continua de su economía, con desarrollo social y estabilidad política. En particular, dentro de la protección regional brindada por el Mercado Común Centroamericano (MCCA) se fomentó la industrialización sustitutiva de importaciones y se desarrolló un sector exportador tradicional, con fuerte crecimiento y rentabilidad, aunque la mayor parte de la producción industrial (80%) estaba orientada al mercado doméstico. En este proceso, las distorsiones de la estructura comercial se profundizaron y se agudizó la vulnerabilidad de la economía ante los impactos externos.

De 1979 a 1982, Costa Rica experimentó serias dificultades económicas (Véanse los gráficos 1 y 2.) En especial, los factores externos tuvieron una importante repercusión; entre ellos, los de mayor incidencia fueron: la crisis del petróleo, la recesión mundial y la baja de precios de las exportaciones tradicionales, y los hechos políticos y comerciales acaecidos en el ámbito centroamericano. A su vez, el agravamiento del desequilibrio macroeconómico, la ampliación del déficit público y del déficit corriente forzaron la crisis de la deuda externa. Entre 1979 y 1982, el producto interno bruto (PIB) real decreció 17.5%, mientras que el PIB por habitante lo hizo 25%. El desempleo urbano avanzó a tasas superiores al 8% anual entre 1981 y 1984, y la participación de la inversión en el PIB real cayó de 26.7% en 1976-1980, a 19.2% en el período 1983-1987.

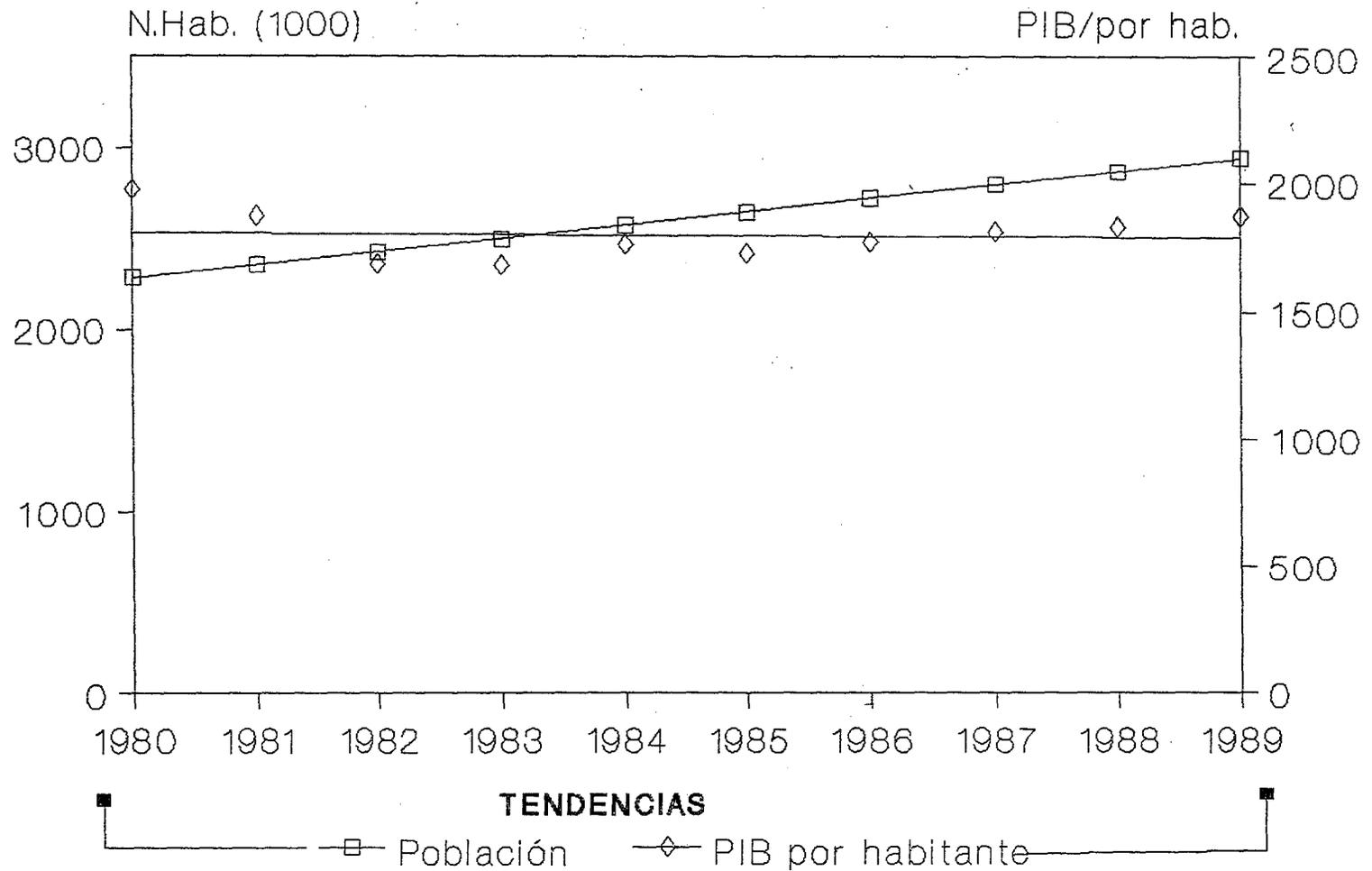
En Costa Rica, el proteccionismo y las deficiencias de los mercados local y regional, aunados a carencias estructurales propias del subdesarrollo, distorsionaron la estructura industrial y auspiciaron la ineficiencia. Se profundizó la dependencia en materia de insumos y bienes de capital, cuya tasa de importación avanzó a más del 20% anual durante los setenta. En 1980, la balanza comercial arrojó un déficit de 460 millones de dólares. Diez años más tarde, en un contexto distinto (desgravación arancelaria), se volvió a un déficit similar y la estructura de importaciones casi no varió (53% para bienes intermedios, y un incremento para bienes de capital de 21.3% a 24.3% del total).

# Gráfico 1. Costa Rica: indicadores económicos, 1980-1989



Fuente: CEPAL, **Análisis de la situación económica de Costa Rica, 1990**

**Gráfico 2. Costa Rica:  
población y PIB/por habitante, 1980-1989**



Fuente: CEPAL, elaboración Proyecto BID/BCIE/CEPAL

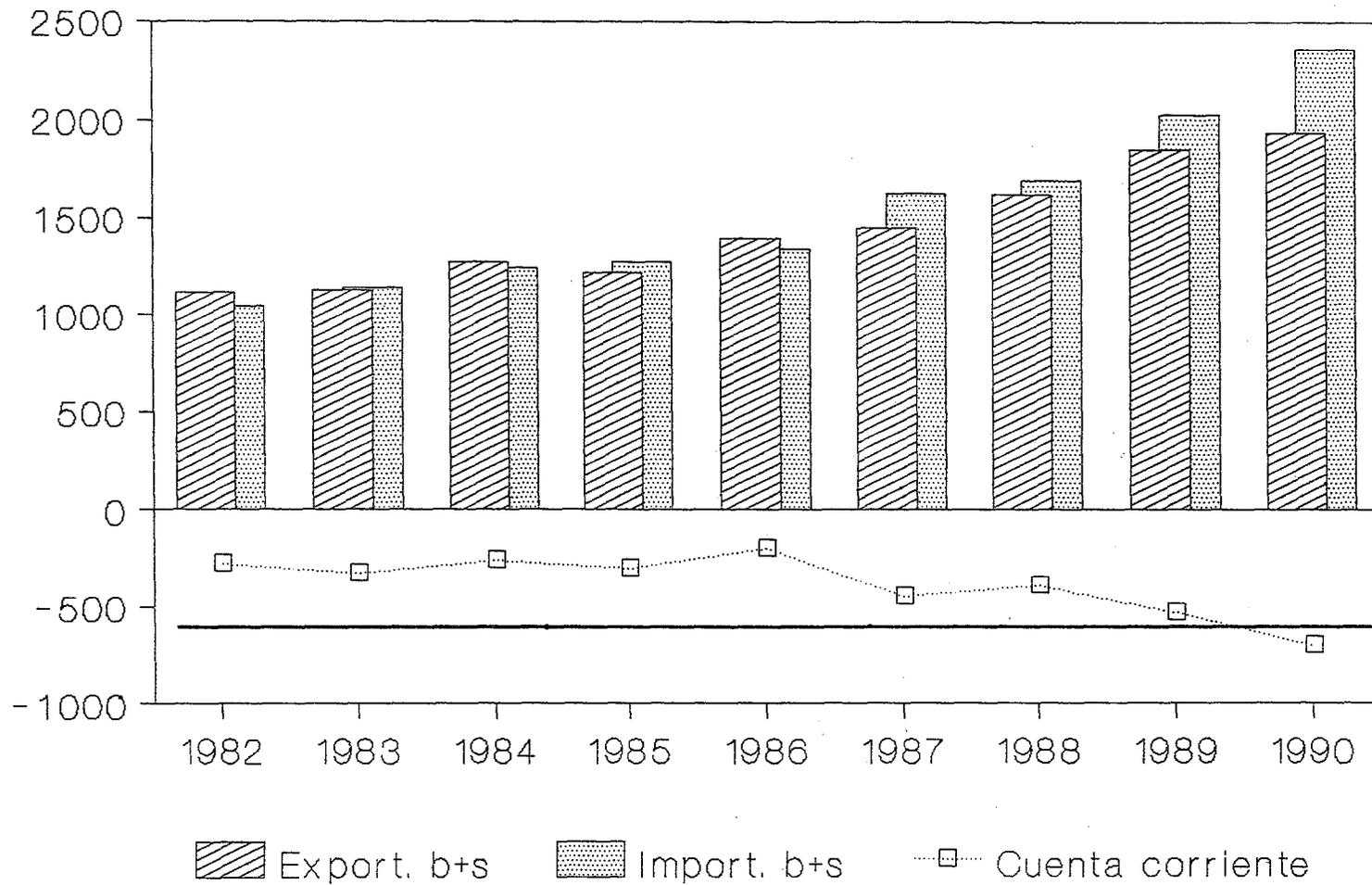
En estas condiciones, aunque hayan surgido muchas empresas nuevas y otras hayan desaparecido, los procesos productivos siguen añadiendo poco valor agregado y, por ende, persiste la relativa desintegración vertical y horizontal de la industria. Algunas ramas no han recuperado aún los niveles de producción de 1980, en tanto que la utilización de capacidad instalada ha sido inferior al 60%; otras experimentan problemas de productividad y competitividad, especialmente en bienes intermedios y de capital, y su incidencia en la movilización de recursos nacionales es baja. 5/

La evolución de la crisis económica en Costa Rica ha tornado más urgente la necesidad de diversificar y modernizar las estructuras productivas. Desde 1983 se ha emprendido una profunda reestructuración económica, a través de programas de ajuste, fomento a la inversión privada y privatización de empresas públicas, fomento a las exportaciones no tradicionales y apertura gradual a los flujos comerciales y financieros internacionales. Puede observarse en los gráficos 1 y 3 que se recuperó crecimiento económico --aunque más lentamente que en períodos de expansión anteriores-- y se logró un incremento de las exportaciones, sobre todo no tradicionales y maquilas (las totales crecieron a un ritmo anual de 5.6% entre 1983 y 1990, las maquilas 28%, y las no tradicionales 10.5%, representando estas últimas el 54.1% del total exportado en 1990). Al mismo tiempo, se ha renegociado la deuda externa, con una consecuente reducción en su servicio. Sin embargo, éste es todavía oneroso, y también se han ampliado los déficit comercial y corriente, lo que implica persistencia de problemas, rezagos sociales y amenaza de crisis y recesión.

---

5/ E. Rodríguez y M. Morales, "Selección de actividades para el programa de reconversión industrial de Costa Rica", Industrialización y Desarrollo Tecnológico, Inf. No. 9, División Conjunta CEPAL/ONUDI de Industria y Tecnología (LC/G.1636), 1990. De acuerdo con otro estudio, más del 60% de las empresas manufactureras presentaba en 1987 una situación deficiente conforme a un perfil definido de productividad, basado en una serie de atributos (gerenciales, organizativos y administrativos, técnicos y productivos, financieros y mercadológicos). Véase Cámara de Industrias de Costa Rica, Perfiles de Productividad de la Industria de Manufacturas, 1987.

**Gráfico 3. Costa Rica: estructura externa  
1982-1990 (millones de dólares)**



Uno de los pilares de la estrategia económica nacional es la reconversión industrial. Su objetivo último es propulsar la transformación de la planta industrial actual hacia un estadio superior de crecimiento, productividad y competitividad, diversificando la capacidad industrial conforme a los atributos y ventajas de la industria doméstica, y, en términos generales, con el propósito de adaptar la estructura económica nacional a la competencia internacional, de manera rápida, eficiente y al menor costo posible. 6/

Sin embargo, debido a la posición estratégica de la energía en la actividad económica y a la cuantía y calidad de las demandas que su desarrollo ejerce, para que el proceso anterior sea viable se requiere una base de sistemas energéticos diversificados y autosustentables. Estos deberán estar integrados con los sectores productivos de manera más profunda y equilibrada --tanto en lo referente a la creación de demanda productiva como al aprovisionamiento del sector--, en un nivel más elevado de desarrollo tecnológico de la industria local.

---

6/ Véase Plan Nacional de Desarrollo 1990-1994. Programa de Reconversión Industrial, San José, República de Costa Rica.

## III. EL DESARROLLO ELECTRICO EN COSTA RICA

El presente estudio se concentra en la investigación y documentación de problemas, oportunidades y necesidades de desarrollo de tecnologías energéticas en Costa Rica, principalmente en electricidad. Al analizar someramente varios aspectos de la oferta y demanda de energía secundaria, el propósito que se persigue no es el de intentar un diagnóstico balanceado del sistema energético en ese país. Más bien se procede a señalar algunos factores de la interrelación entre el mencionado sistema y su base tecnológica, sobre todo en electricidad. En este contexto, se intenta determinar las posibilidades actuales y potenciales para un desarrollo tecnológico eficiente y competitivo en Costa Rica, a partir de innovaciones y mejoras aplicadas principalmente en el ámbito de las electrotecnias.

En esta etapa no se investigó el sector petrolero y en consecuencia no se abordó el ámbito institucional de la Refinadora Costarricense de Petróleo (RECOPE). No obstante, en Costa Rica la dependencia del petróleo continúa y se acrecienta, pese al esfuerzo por reducirla. Entre 1985 y 1990, la participación del petróleo en el consumo total de energía pasó de 38% a 43% (y a 65%, si se excluye la energía "no comercial"). Aunque este problema estriba mayormente en las modalidades del transporte de pasajeros y de carga, precisamente en el sector eléctrico ha crecido el consumo de derivados petroleros, merced a una capacidad instalada de 146 MW de plantas termoeléctricas en 1989 (17% del total de plantas). Además, se prevé en los programas de expansión eléctrica la construcción de 472 MW adicionales de plantas de turbogás y de combustión interna al año 2010. 7/

En este punto parece pertinente remarcar los lineamientos establecidos en el 2o. Plan Nacional de Energía, 1990-2010: "es evidente la necesidad de emplear todos los recursos energéticos que posea el país para sustituir el petróleo cuando sea factible y, además, para prepararnos

---

7/ Esta capacidad requeriría un consumo de 12,000 a 15,000 barriles diarios de crudo equivalente (asumiendo un factor de carga de entre 0.50 y 0.60, una eficiencia térmica de 32% y un contenido calórico de 1,567,600 kcal/bbl). Suponiendo un precio de entre 25 dólares y 35 dólares por barril, el consumo anterior requeriría entre 110 y 190 millones de dólares al año.

estratégicamente a fin de reaccionar con rapidez ante los posibles aumentos de precios futuros y ante su escasez".

Costa Rica tiene urgentes necesidades de desarrollo energético, que ya han sido diagnosticadas por el Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas (MIRENEM). 8/

Entre las más importantes figura la necesidad de mantener una gestión administrativa eficiente y oportuna de las instituciones del ramo y lograr una óptima coordinación intersectorial. Asimismo, es preciso aplicar una política racional de precios que refleje la importancia y la escasez relativa de los recursos, que incentive el uso de tecnologías alternativas y que permita las posibles sustituciones. Se requiere, además, elaborar un marco legal más adecuado, aplicar puntual y eficientemente las inversiones necesarias, y realizar programas eficaces de administración de la demanda, ahorro y uso eficiente de energía, transferencia de tecnología, optimización del transporte y utilización de recursos energéticos nacionales. Casi todos estos elementos son instrumentos clave para la innovación tecnológica industrial y para el fortalecimiento de las capacidades tecnológicas nacionales. Debido a su flexibilidad, a la diversidad de fuentes y de formas de consumo, y a su importancia para el avance industrial y tecnológico, el sistema eléctrico tiene un papel crucial en este contexto.

#### 1. Organización del subsector eléctrico

En el subsector eléctrico de Costa Rica juega un papel central el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), como institución autónoma del Estado encargada de construir, operar y mantener las plantas generadoras, subestaciones, líneas de transmisión y redes de distribución de electricidad. El ICE tiene a su cargo el control central del Sistema Nacional Interconectado (SNI), en el que participan siete compañías distribuidoras regionales (véase el cuadro 1). El servicio público genera el 99% de la electricidad y el 1% restante corre a cuenta de generadores privados (con 13.6 MW de capacidad). Además, el Servicio Nacional de

---

8/ MIRENEM, Diagnóstico del sector energía, Costa Rica, 1990.

Cuadro 1

COSTA RICA: EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE  
ELECTRICIDAD Y EXTENSION DE LAS  
LINEAS DE DISTRIBUCION, 1989

Empresa	Extensión de líneas (km)
ICE	9 136
CNFL	1 744
ESPH	340
JASEC	700
COOPEGUANACASTE	1 176
COOPELESCA	1 254
COOPEALFARO RUIZ	160
COOPESANTOS	750

Fuente: MIRENEM, Diagnóstico del sector energía, 1990.

Nota: La empresa Matamoros tiene además 3.3 MW de capacidad hidro.

Electricidad (SNE) cumple la función de organismo regulador del servicio y está encargado de la fijación de tarifas. La formulación y planeación de las políticas energéticas y la coordinación general del sector es responsabilidad del MIRENEM.

El marco legal vigente está formado por leyes y decretos referentes a la constitución y operación del ICE, y por su propia ley orgánica y reglamentos. Este marco establece la exclusividad del ICE para desarrollar las fuentes productoras de energía eléctrica, y se le encomienda asimismo la construcción, operación y ampliación de los servicios de telecomunicaciones nacionales e internacionales. El reglamento tarifario y la concesión de servicios eléctricos recaen en el SNE. Por otra parte, la normatividad general está contenida en diversas leyes y decretos que regulan aspectos diversos de la operación del sector público, y en especial los concernientes a operaciones financieras y contrataciones, utilización de moneda, importaciones, auditoría, etc. Sin embargo, este marco ha requerido de adecuaciones y actualizaciones debido a dificultades persistentes atribuibles a leyes y reglamentos.

Actualmente, hay varias fuentes de problemas identificables en el marco legal del sector eléctrico. La Ley de la Administración Financiera de la República, además de su evidente complejidad, no permite contratos de suministro directo y de largo plazo, con costo justo para ambas partes, lo que dificulta los esfuerzos del ICE por fortalecer redes domésticas de proveeduría. La Ley de la Moneda sigue siendo criticada por las industrias domésticas, a causa de la desventaja que se crea al forzarles a cotizar en colones con tasa fija, mientras que los proveedores externos pueden cotizar en divisas. Asimismo, algunos segmentos de la legislación comercial y fiscal tienden a encarecer los productos elaborados domésticamente, con sobretasas y aranceles por encima de las cotizaciones de proveedores externos (además, Costa Rica no ha desarrollado defensas adecuadas contra el dumping y otras prácticas desleales de comercio externo). Finalmente, la ley constitutiva del propio ICE no le autoriza para ser socio accionista de empresas industriales y de servicios, de forma tal que el estímulo a la proveeduría nacional tiene que buscarse en forma concertada y con muchas dificultades de coordinación. Por otra parte, el ICE ha auspiciado la primera ley que regulará la generación privada de electricidad y los

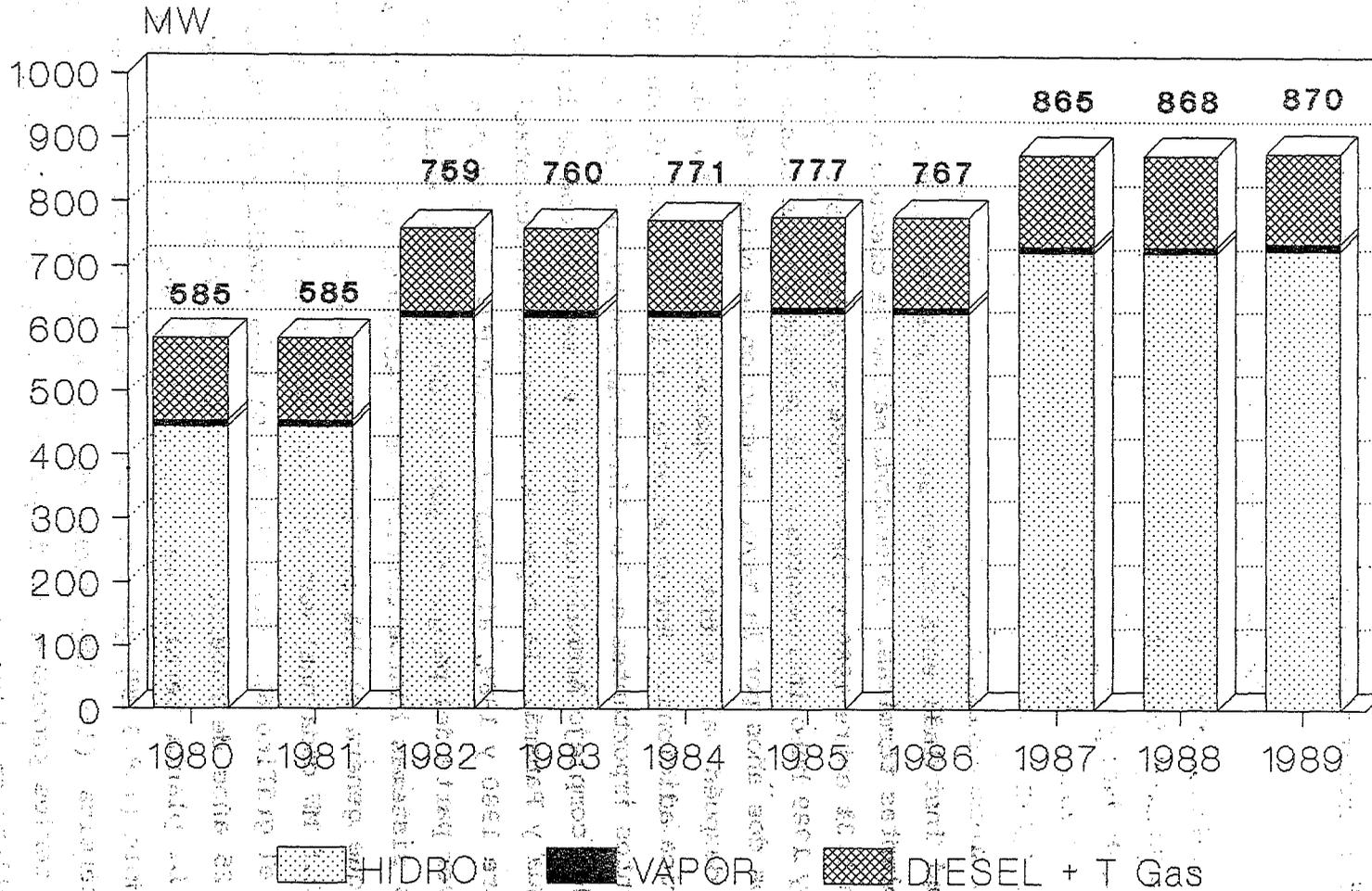
términos de su comercio con el ICE, dando así un paso importante en la modernización institucional y regulatoria de la industria eléctrica.

## 2. Oferta y demanda de electricidad

La generación de electricidad en Costa Rica depende fundamentalmente de la energía hidráulica (90% del total), y en menor escala se usa también diesel, gas, búnker y bagazo. El total de la capacidad instalada llegó a 869 MW en 1989 (véase el gráfico 4), interconectada en un sistema nacional a través de 1,335 km de líneas troncales de transmisión de 138 y 230 kV y unos 13,000 km de líneas de distribución de 34.5 kV y menores. El 75% de la capacidad instalada está compuesto por plantas hidroeléctricas y el resto por plantas térmicas. La demanda máxima ha crecido a una tasa anual promedio de 5.3% entre 1980 y 1989 (véase el gráfico 5). Sin embargo, en 1987, 1988 y 1989 hubo incrementos en la generación que fueron posibles en los primeros dos años por la mayor generación de origen térmico, la cual descendió después al entrar en operación 97.4 MW de capacidad hidroeléctrica adicional. Por otra parte, en los últimos 15 años ha habido dos incrementos importantes en las líneas de 230 kV, uno con la entrada en operación del complejo Arenal-Corobici y el segundo con la interconexión con Nicaragua y Panamá. La capacidad instalada en subestaciones casi se duplicó entre 1980 y 1989, al pasar de 1,660 MVA a 2,937 MVA.

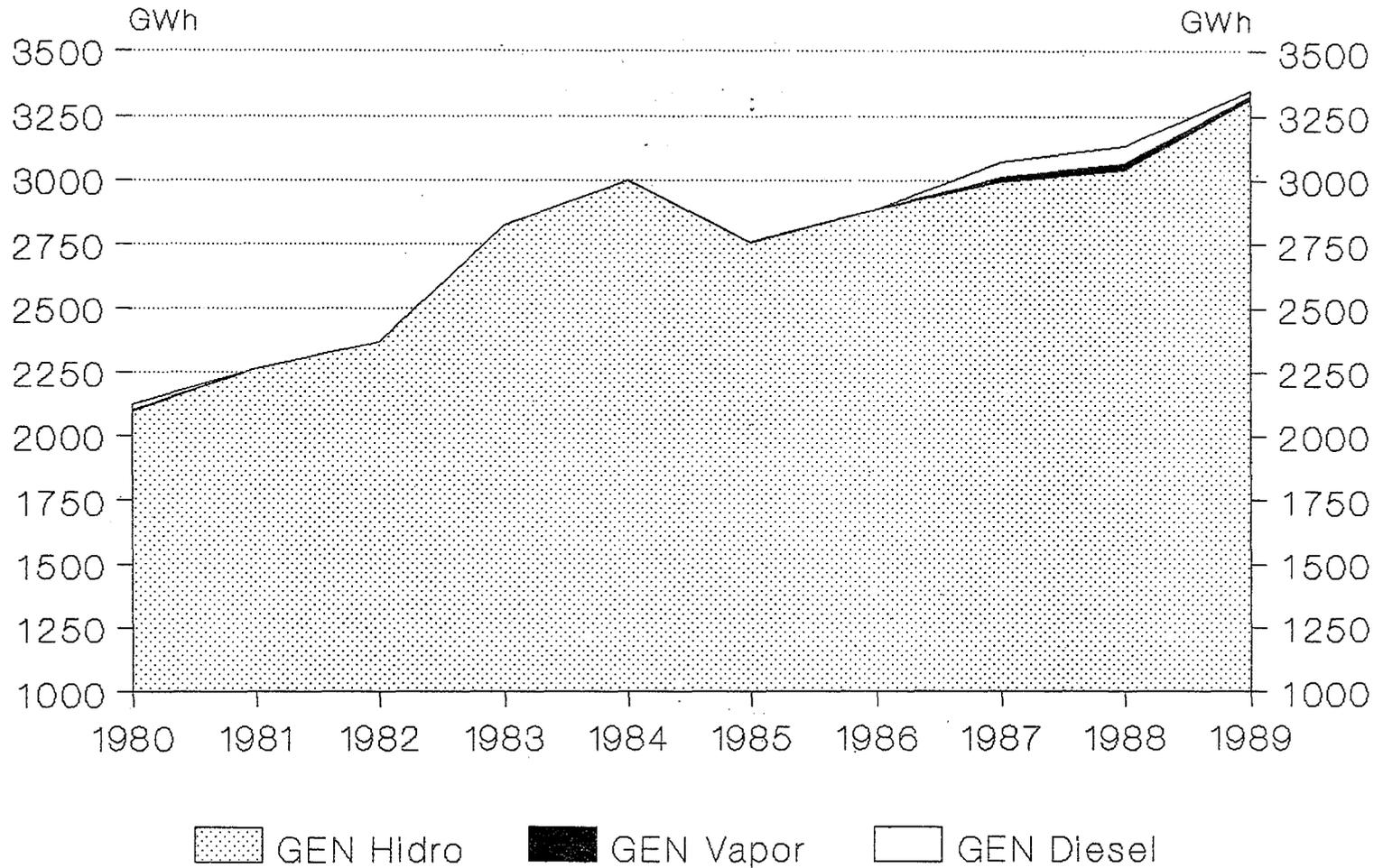
La mayor parte del parque de generación tiene una edad relativamente media. Los sistemas hidroeléctricos más recientes (el complejo Arenal-Corobici --que genera el 35% del total nacional-- y las microplantas de Cedral con 3.5 MW cada una) entraron en operación durante los últimos 10 años (véase el gráfico 6). Otro 31% del sistema (Cachí y Río Macho) tiene entre 20 y 25 años de haberse construido, y el restante 21% es incluso anterior. La planta térmica más nueva es la ampliación de gas de la central de Moín (108.3 MW) que entró en operación en 1991. El resto de la capacidad térmica (146 MW) tiene de 13 a 34 años de construida y experimenta serios problemas de disponibilidad y falta de mantenimiento, lo que se refleja en el bajo porcentaje de su contribución a la generación total, comparado con el porcentaje que representa de la capacidad instalada

**Gráfico 4. Costa Rica: capacidad instalada 1980-1989 (MW)**



Fuente: CEPAL **Istmo Centroamericano: evolución y perspectivas del subsector eléctrico, (LC/MEX/L.144), 1990**

### Gráfico 5. Costa Rica: Generación de electricidad 1980-1989 (GWh)

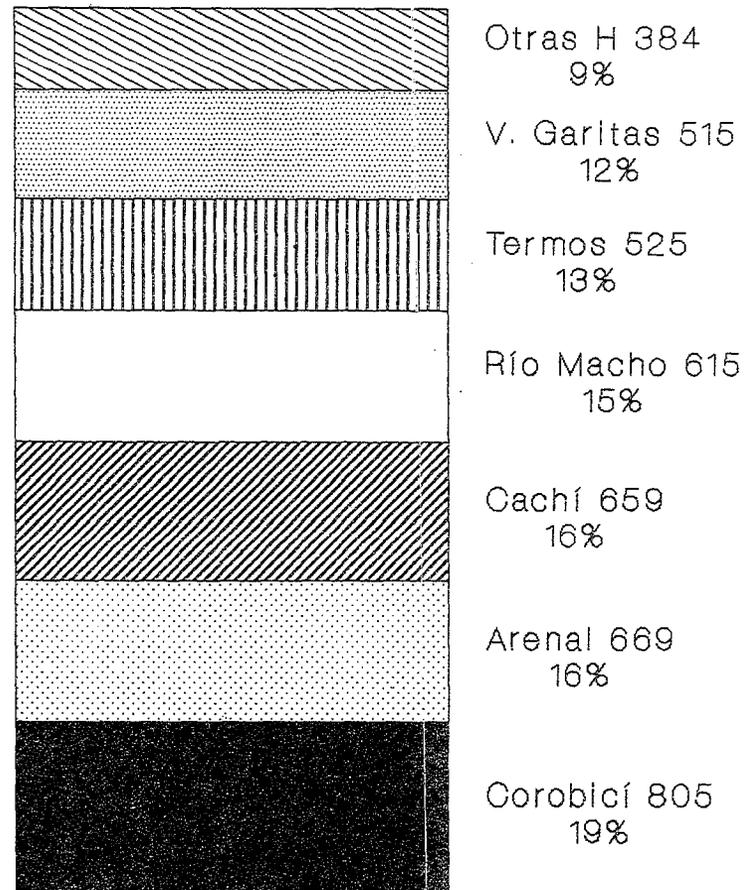


17

Istmo Centroamericano: evolución y perspectivas del subsector eléctrico, (LC/MEX/I.144), 1990

Fuente: CEPAL,

**Gráfico 6. Costa Rica: Participación de sistemas actuales en generación (GWh)**



Fuente: MIRENEM, Diagnóstico del sector de energía, San José, 1990.

total. El factor de carga del sistema ha permanecido constante en 60%, y lo mismo las pérdidas de transmisión y distribución en 11%, lo que supone un desempeño aceptable, sobre todo si se toma en cuenta el crecimiento que ha tenido el sistema eléctrico.

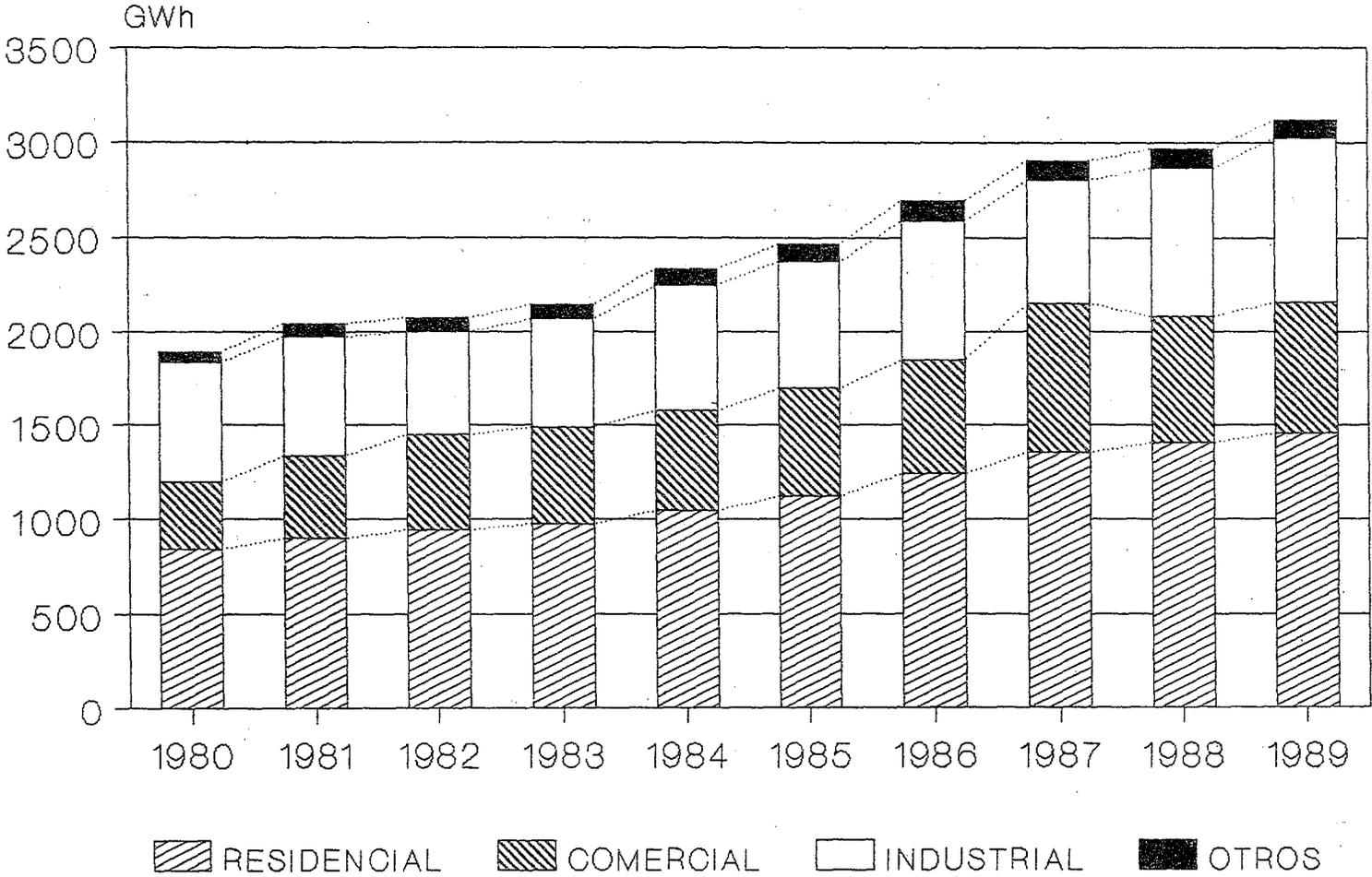
Es usual señalar que Costa Rica ha logrado un índice muy elevado de electrificación, al haber pasado de 66.8% de cobertura en 1980 a 90.1% en 1989. Actualmente, la electricidad satisface el 18% de los requerimientos totales de energía secundaria en el país (y 33%, si se excluye la biomasa). Sin embargo, la mayor parte de los requerimientos de energía eléctrica son de tipo consuntivo, principalmente residenciales. Asimismo, persisten diferencias geográficas significativas: por ejemplo, en la región central (con 63.8% de la población nacional) sólo el 5.4% de viviendas carece de electricidad; mientras que en las regiones Brunca, Huetar Norte y Chorotega, los porcentajes son 55.8%, 43.4% y 43.3%, respectivamente. El consumo total de energía eléctrica ha crecido a una tasa anual de 5% entre 1980 y 1989 (véase el gráfico 7). Los mayores incrementos han ocurrido en el sector residencial y en el sector comercial. El primero incrementó su participación en el consumo total de 44.5% a 46.7% entre 1980 y 1989, y el segundo de 18.7% a 22.53%. El consumo industrial ha crecido un 7% anualmente y su participación en el total nacional ha bajado de 33.7% a 27.8% en el mismo período. Otros consumos menores tienen lugar principalmente en el sector primario y muestran una tendencia ascendente, aunque poco importante por el momento.

En el uso final de electricidad, destacan las aplicaciones residenciales, principalmente cocción de alimentos, refrigeración e iluminación, con 40%, 23% y 20% del consumo residencial total. <sup>9/</sup> En la industria, el 94.5% de la electricidad se emplea en fuerza motriz y 2.6% en iluminación. En el sector público y en usuarios agrupados como abonados generales, la categoría de mayor consumo es la iluminación, seguida por la producción de fuerza motriz y acondicionamiento ambiental. El perfil general de uso final se puede observar en el gráfico 8.

---

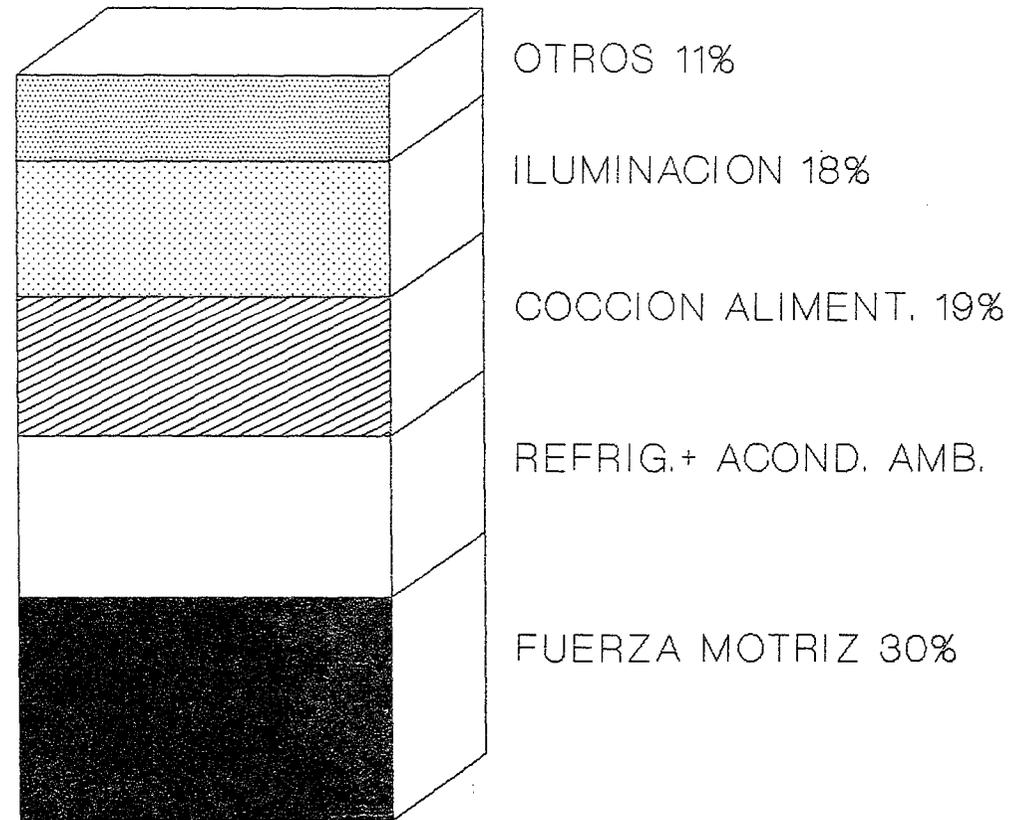
<sup>9/</sup> De hecho, la demanda ejercida por las estufas eléctricas contribuye a crear dos picos superiores a los 500 MW de demanda máxima en la curva de carga horaria, uno de 8:30 a las 12:00 horas, y otro de las 18:00 a las 20:00 horas.

**Gráfico 7. Costa Rica: Consumo sectorial de electricidad 1980-1989 (GWh)**



Fuente: MIRENEM, **Diagnóstico del sector energía, San José, 1990.**

**Gráfico 8. Costa Rica: Usos finales de electricidad (1989) GWh**



a) Recursos energéticos

Costa Rica cuenta con importantes recursos energéticos, sobre todo renovables. El desarrollo racional de estas fuentes representa una oportunidad invaluable para diversificar y fortalecer los sistemas energéticos nacionales, impulsar la innovación tecnológica industrial, y crear una base sustentable para el desarrollo de la producción y el aumento de la calidad de vida. La situación actual de los recursos energéticos nacionales es la siguiente:

i) Hidroelectricidad. Los recursos hidroeléctricos representan un potencial actual identificado de 9,155 MW en proyectos superiores a 20 MW. Sin embargo, las condiciones hidrológicas privilegiadas del país indican un potencial virtual de 25 GW, de los cuales se podría desarrollar una cantidad superior a 1,000 MW en proyectos de minihidráulica (de 5 MW a 20 MW) y microhidráulica (5 MW).

Recursos hidráulicos

Potencial bruto superficial de escurrimiento: 223,000 GWh/año

Potencial virtual: 25,450 MW (en 34 cuencas hidrológicas)

Potencial actual identificado: 9,155 MW (proyectos >20 MW)

Capacidad instalada actual: 724 MW

Potencial de proyectos mini y micro: >1,000 MW adicionales

ii) Residuos agrícolas y leña. Se cuenta con residuos agrícolas y forestales, aprovechados parcialmente, que tienen un valioso potencial para la autogeneración directamente en instalaciones agroindustriales, así como para el desarrollo de cogeneración y CHP (combined Heat and Power): sólo el bagazo de caña puede proporcionar a corto plazo 7.4 MW con los excedentes promedio actuales de 115,000 toneladas anuales (de los que únicamente se aprovecha un 5%). Con ello se obtendría autosuficiencia energética en los ingenios y 5.5 MW adicionales para surtir al ICE. La tecnología correspondiente es totalmente operativa y eficiente en muchos países, y se podría promover la realización de proyectos de coinversión y transferencia de tecnología, o de llaves en mano, con importantes beneficios.

Residuos agrícolas y leña (1989)

Bagazo de caña	5 711 TJ
Cascarilla de café	743 TJ
Cascarilla de arroz	543 TJ
Olote de maíz	297 TJ
Nuez de palma africana	177 TJ
Total de año	7 470 TJ
Leña: Total anual cuantificado	23 000 000 m <sup>3</sup>
Consumo actual	2 000 000 m <sup>3</sup>

iii) Biogás. En Costa Rica se ha avanzado en el aprovechamiento del biogás a partir de desechos animales. Desde mediados de los setenta, se impulsó la investigación y desarrollo en este campo en universidades, tecnológicos y entes privados; se difundió la tecnología y se construyeron 69 biodigestores. De éstos, sólo 10 han seguido operando satisfactoriamente. Los factores que ocasionaron este estancamiento han sido: la dispersión de los esfuerzos institucionales; el agotamiento de los recursos humanos y financieros; la alta dependencia de instituciones patrocinadoras; el uso de la tecnología sólo para producción de energía en proyectos no integrales, y poca mejora e innovación en los sistemas. Sin embargo, los avances tecnológicos recientes, el potencial existente y la importancia estratégica de su desarrollo aconsejan un nuevo impulso, en forma interdisciplinaria, que promueva aplicaciones integrales (saneamiento ambiental, producción de energía y producción de abonos biológicos), y que se base en la explotación pecuaria como objetivo inmediato.

Biogás

Potencial bruto de residuos agrícolas	5 604 TJ
Potencial bruto de residuos pecuarios	2 058 TJ
Bovinos	1 406 TJ
Porcinos	339 TJ
Avícola	313 TJ

iv) Geotermia. El desarrollo de los recursos geotérmicos constituye una tarea de gran trascendencia para el ICE, por los recursos que se han comprometido y por el logro de capacidades tecnológicas en recursos humanos preparados y desarrollo de técnicas y equipos de cuantificación y perforación de pozos. A partir de 1975 se inició el estudio y los trabajos de exploración del Proyecto Geotérmico de Miravalles. Actualmente se realiza la cuarta fase del Proyecto, que consiste en la construcción de dos primeras unidades de 55 MW cada una, cuya entrada en operación se prevé para 1994 y 1995, respectivamente. Se lleva a cabo también el proyecto "Potencial geotérmico de Costa Rica: reconocimiento y exploración". Por lo tanto, aún no se tiene un dimensionamiento preciso del potencial existente, aunque éste aparece claramente significativo en las regiones Chorotega y Central, probablemente superior a 400 MW y con posibilidades adicionales en los recursos de baja entalpía.

v) Hidrocarburos.

Petróleo: 91.7 millones de barriles (reserva probable)

2,910 millones de barriles (reserva potencial)

Gas: sin estimación

Carbón mineral: 26.9 millones de toneladas (reserva probada)

14.5 millones de toneladas (reserva probable)

7.9 millones de toneladas (reserva posible)

49.3 millones de toneladas (total)

Turba: 66.45 millones de toneladas (reservas probadas)

vi) Viento. El potencial de energía eólica en Costa Rica es significativo. Las áreas de superior potencial son las de mayor velocidad y constancia de vientos: zona 1 (>7 m/s) y zona 2 (entre 5 y 7 m/s), y se localizan en el noroeste del país. En ellas es viable la generación eólica en grande y mediana escalas, a precios comparables o mejores que el diesel oil y el búnker. El ICE ha encargado estudios completos del potencial eólico y su zonificación, y se trabaja en programas de cooperación técnica para la instalación, operación e interconexión de plantas eólicas. El ICE ha programado avances en el proyecto de desarrollar el parque eólico de Guanacaste, con una planta piloto de 1 MW. El recurso se encuentra disponible en mayor cantidad durante períodos diurnos y durante la sequía, y en consecuencia sustituiría con ventaja combustibles fósiles en las cargas pico.

#### Energía eólica

Potencial teórico: 14,499 MW (126,000 GWh/año)

Potencial utilizable: 6,000 MW

Potencial de desarrollo a mediano plazo: 25 - 50 MW

Regiones de mayor potencial: Chorotegea y Central

vii) Alcohol. (Producción de combustibles biomásicos líquidos para motores de combustión interna.) El recurso consiste principalmente en etanol anhidro derivado de biomasa, principalmente de caña de azúcar (aunque otros cultivos también lo producen). En 1977 se inició el proyecto de utilización de alcohol carburante, se instaló una destilería y se realizó la venta pública del gasohol en 33 estaciones de 1981 a 1984. Problemas técnicos y costos elevados detuvieron el proyecto; pero se trabaja en la posible reintroducción del combustible y se produce alcohol en la capacidad instalada existente.

Alcohol

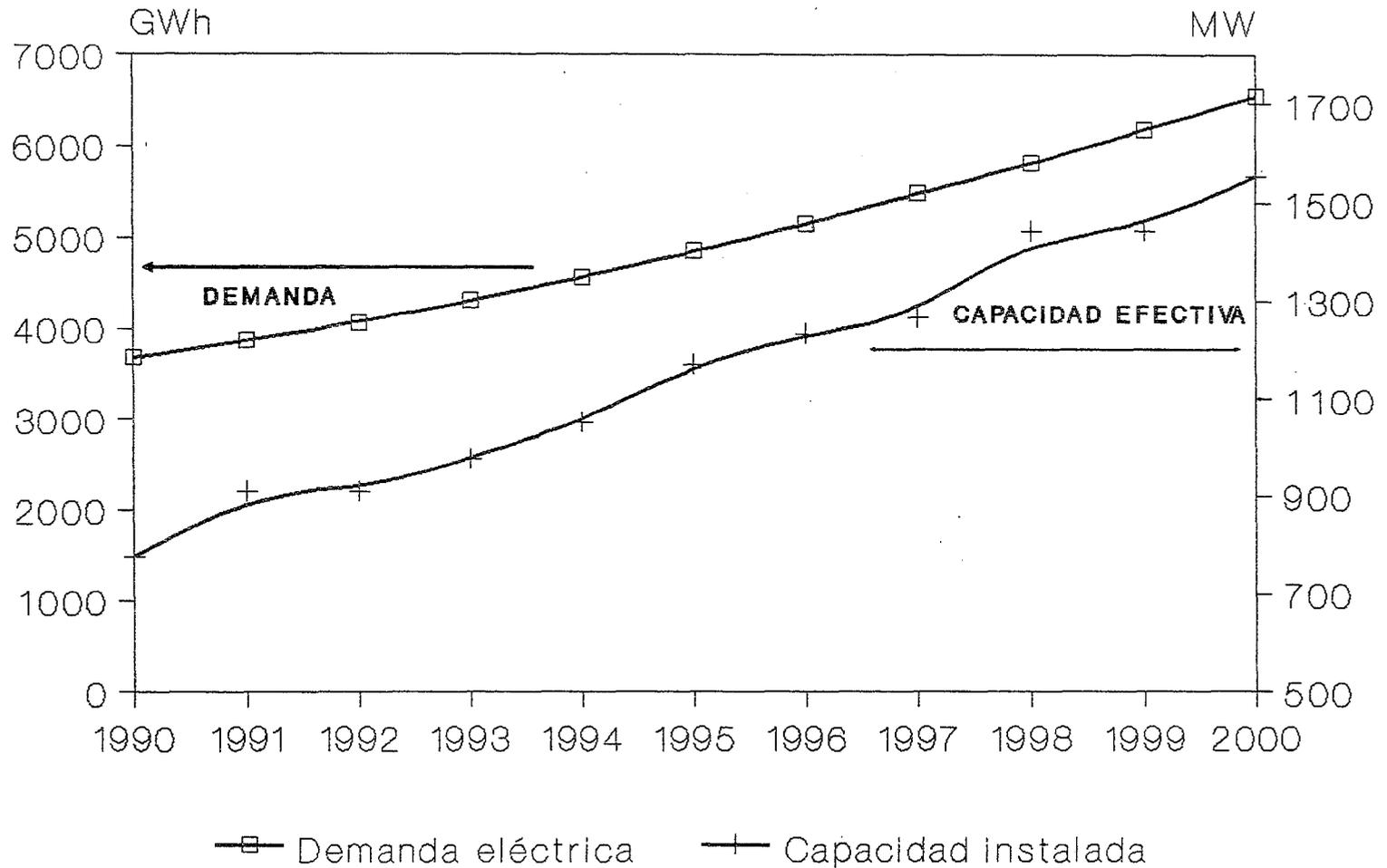
Area de cultivo	612 000 ha aptas para caña de azúcar
Recurso alcoholero actual	1 183.1 millones de litros/año
Capacidad instalada	5 unidades de deshidratación (465,000 l/día)
	1 unidad de deshidratación (240,000 l/día)

viii) Energía solar. Se han hecho varios estudios sobre energía solar en Costa Rica, que determinan un potencial teórico de  $3 \times 10^8$  TJ de radiación solar promedio. Sólo una pequeña parte podría ser aplicada para generación eléctrica y comunicaciones en el país, principalmente en áreas remotas y marítimas. Por otra parte, la Universidad de Costa Rica (UCR) ha desarrollado equipos y sistemas térmicos, y dos empresas nacionales fabrican colectores y tanques térmicos para calentamiento solar de agua. Estas aplicaciones presentan ventajas de costo y sencillez, con beneficios adicionales de ahorro de energéticos y no contaminación. Sin embargo, es necesario crear incentivos y realizar innovaciones legales y organizativas.

b) Proyección del desarrollo eléctrico

De acuerdo con las proyecciones del 2o. Plan Nacional de Energía, 1990-2010, el crecimiento de la demanda de electricidad sería de 5.8% anual entre 1990 y 2010. Para cubrirla, la capacidad instalada tendría que duplicarse en el mismo período (véase el gráfico 9). Entre 1990 y 2000, el ICE ha programado la construcción de 787 MW adicionales de capacidad. De éstos, el 55.5% corresponde a proyectos hidroeléctricos (mini y micro no incluidos), 18.3% a turbogás, 14% a geotermia y 12.2% a plantas de combustión interna (véase el gráfico 10). En cuanto al financiamiento requerido, de un total de 1,485 millones de dólares que demandaría el programa, el 64.8% tendría que venir de fuentes externas, cuyo porcentaje de participación respecto del financiamiento doméstico sería especialmente

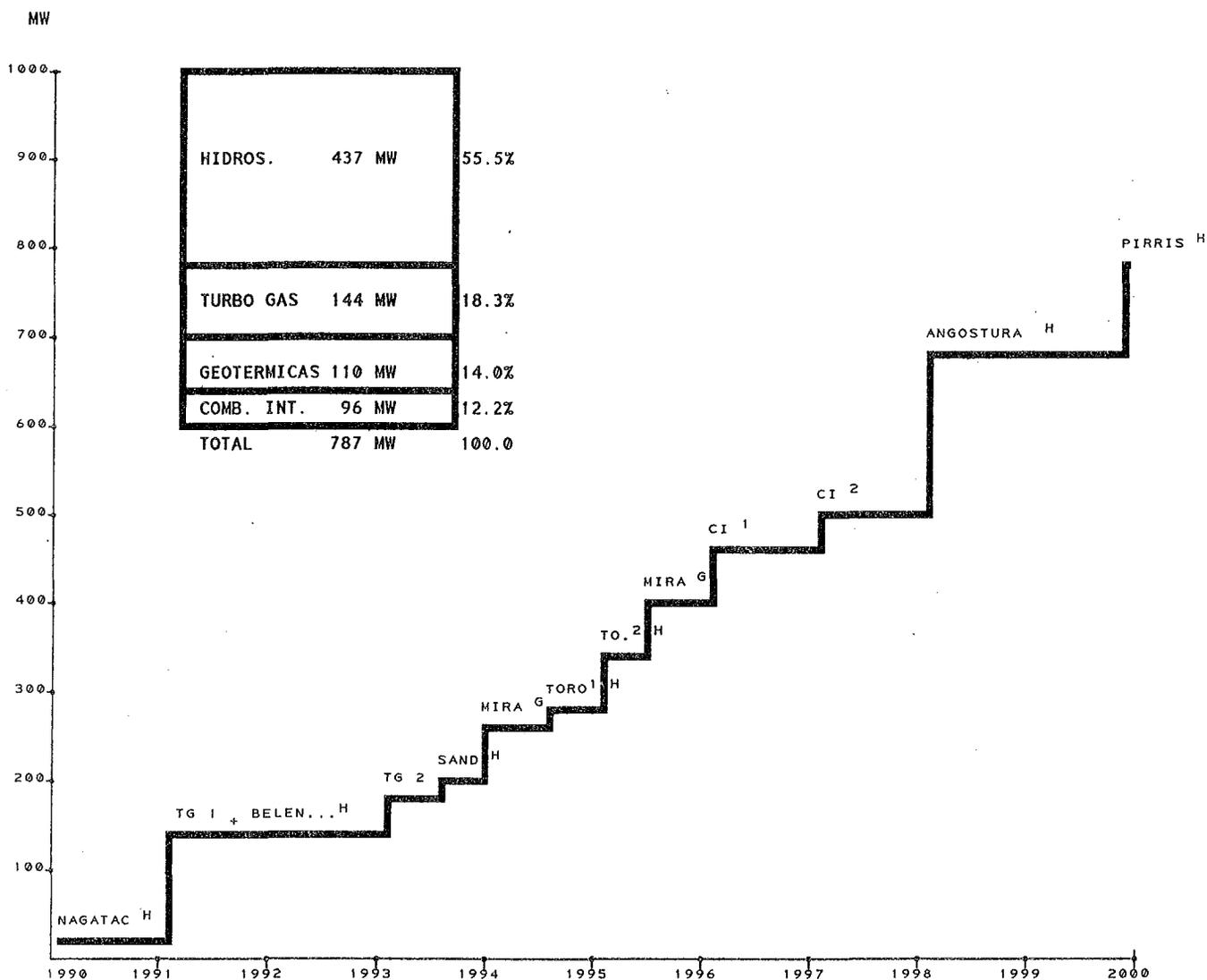
### Gráfico 9. Costa Rica: Proyecciones de oferta y demanda eléctrica, 1990-2000



Fuente: Plan Nacional de Energía 1990-2010, San José.

GRAFICO 10. COSTA RICA:

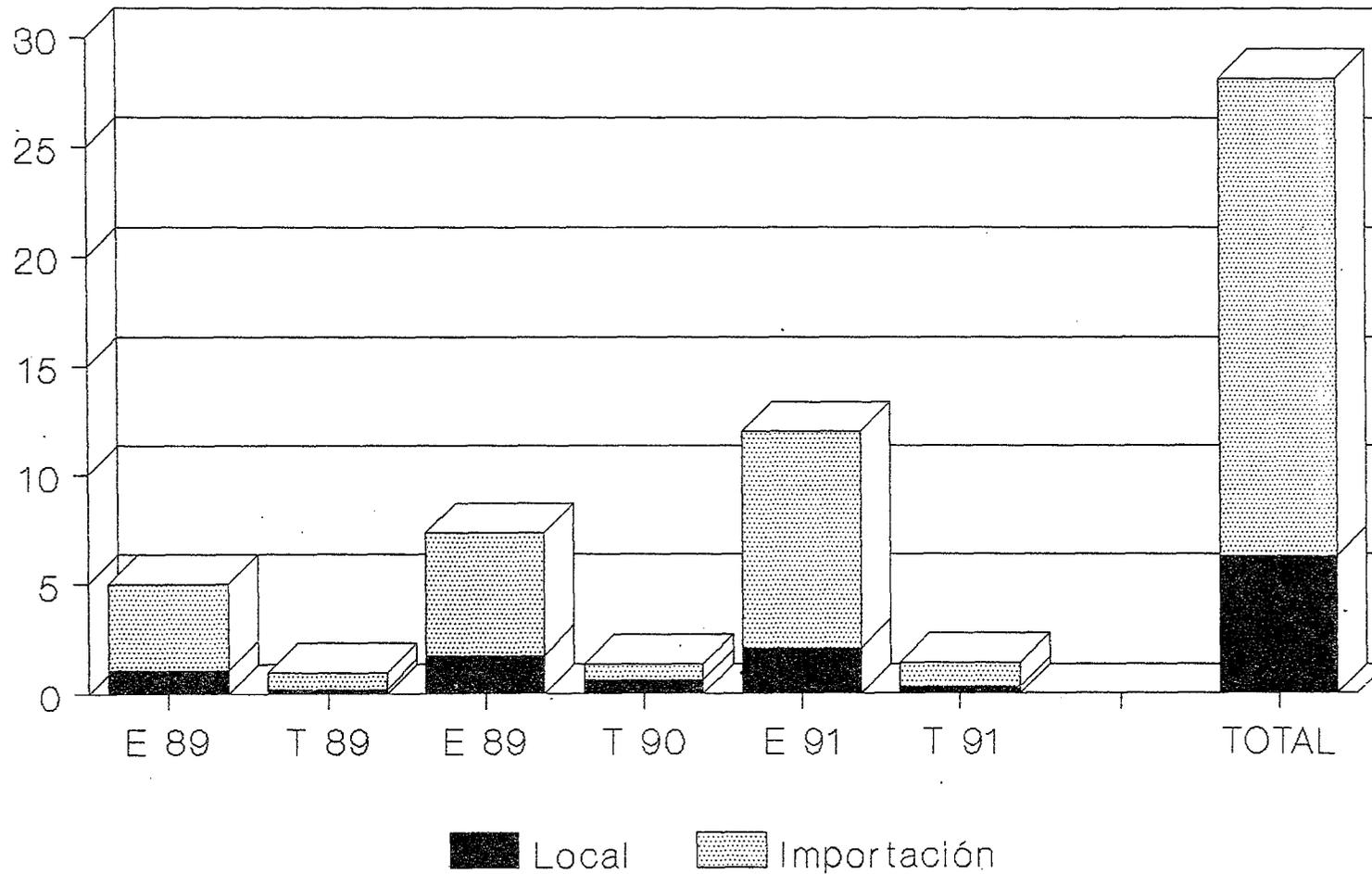
PROGRAMA DE CONSTRUCCION DE CENTRALES, 1990-2000



FUENTE: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales.

elevado en proyectos termoeléctricos y geotérmicos (aunque en hidroelectricidad el porcentaje es apenas menor). Los gráficos 11 y 12 muestran los distintos componentes de la inversión requerida y el grado de participación de fuentes locales y externas. Los montos estimados podrán variar con probables alzas de costos e imprevistos inherentes al cambio técnico y a la evolución de normas de utilización eficiente, ecológicas y de seguridad.

**Gráfico 11. Costa Rica: Adquisiciones del ICE, 1989-1991 (millones de colones)**



Fuente: ICE, Depto. de Proveeduría.

## IV. DIAGNOSTICO TECNOLOGICO DEL SECTOR ELECTRICO

El sector eléctrico se ubica en una posición estratégica para impulsar la integración industrial. De los programas de expansión eléctrica, de la estructura de generación y de la configuración del sistema (escala, interconexión, control, centros de carga, etc.), se deriva, directa e indirectamente, una demanda firme y definida de bienes y servicios durante plazos significativos. Este hecho resulta fundamental para el progreso tecnológico de las economías nacionales, debido a los críticos requerimientos de bienes de capital y tecnología que tiene el propio sector, y a la incidencia de la electricidad en la productividad industrial y en aplicaciones de alta tecnología. Estos requerimientos de tecnología tienen una amplia cobertura y abarcan elementos tan heterogéneos como capacidad de diseño, know-how de procesos, fabricación y operación de equipos e instrumentos, construcción de plantas, ingeniería de producción e industrial, investigación y desarrollo, etc., que fusionados hacen viable el esfuerzo productivo en la industria eléctrica.

1. Oportunidades y potenciales

La electrificación en Costa Rica abre diversas oportunidades de inversión, definidas sobre todo por la estrategia energética adoptada, por las formas e impactos del consumo eléctrico y por los potenciales locales existentes. En ese país, el sustento principal en la hidroelectricidad, la introducción de la geotermia y eventualmente del carbón, el potencial de energías renovables y el establecimiento de programas de uso eficiente y conservación energética, configuran un escenario favorable para lograr importantes avances en el ámbito de las electrotecnias. Así, son identificables los siguientes beneficios concretos:

- a) Generación de capacidades tecnológicas incrementales en la industria eléctrica y en sus áreas de influencia;
- b) Impulso a la reconversión industrial y desarrollo de servicios técnicos especializados;
- c) Reducción del costo en divisas de la electrificación;

- d) Manejo del proceso de electrificación conforme a prioridades nacionales;
- e) Diseminación del desarrollo energético en la producción y en la sociedad, y
- f) Consecución de una electrificación sustentable y equilibrada.

Costa Rica tiene en el ICE uno de sus acervos tecnológicos e industriales más importantes y con mayor potencial de desarrollo. Desde sus inicios en 1949, esta institución nacional ha fomentado una cultura de excelencia profesional y técnica. Inicialmente, aprovechó las consultorías externas en su transformación tecnológica, entrenó al personal y motivó la especialización en grupos de nivel. Una primera consolidación tecnológica se logró con el desarrollo de redes de adquisición de datos provenientes de estaciones meteorológicas, hidrológicas y sismológicas. En una segunda etapa, el ICE estableció laboratorios especializados y unidades de investigación y entrenamiento. Entre 1960 y 1980 logró acometer obras hidráulicas importantes, lo que fortaleció sus capacidades de ingeniería civil e hidráulica y generó experiencia para impulsar capacidades de diseño y especificación de plantas y equipos.

Actualmente, la institución cuenta con casi 10,000 empleados; 4,325 constituyen el cuadro de ingenieros calificados y técnicos especializados que forman la base de su acervo profesional y técnico. Otros 2,416 integran los cuadros operativos y de servicios en los que descansa una parte importante de la eficiencia de la institución.

El ICE posee 9 laboratorios de alta capacidad técnica y áreas especializadas para calificación y prueba de equipos, diseño e investigación aplicada (véase el cuadro 2). Ha consolidado capacidades incrementales en el desarrollo hidroeléctrico. Además, ha sentado las bases para impulsar la innovación tecnológica en proyectos de microhidráulica, que emprenderá el sector privado, conforme a la nueva ley sobre generación privada auspiciada también por el ICE.

Por otra parte, ante la introducción de la geotermia, se han desarrollado técnicas y equipo de perforación y cuantificación, y se avanza continuamente en la adquisición de nuevas capacidades a través de convenios internacionales de cooperación técnica. En transmisión y distribución, el ICE ha logrado instrumentar elevaciones de tensión en líneas e incrementar

Cuadro 2

## LABORATORIOS ESPECIALIZADOS DEL ICE

1. Alta tensión	6. Transformadores
2. Hidráulica	7. Protección y medición
3. Electricidad	8. Máquinas y generadores
4. Geología	9. Productos menores
5. Análisis geotérmico	

el número de subestaciones, sobre la base de su propia capacidad para diseñar las redes y especificar, seleccionar y probar los equipos requeridos (en lo último colaboran la Universidad de Costa Rica y el Instituto Tecnológico). Más aún, la doble vertiente del ICE en las áreas de electricidad y telecomunicaciones ha creado una fuerte retroalimentación que explica el alto nivel nacional en control electrónico, electrónica de potencia e informática. Finalmente, el ICE promueve el desarrollo de fuentes alternas y fortalece su capacidad de gestión de la tecnología e investigación aplicada, particularmente en las áreas de conservación de energía, centrales digitales y analógicas, producción de software y sistemas expertos y corrosión, entre otras.

## 2. Oferta y demanda de bienes y servicios tecnológicos en el sector eléctrico

El ICE incorpora un elevado contenido importado en sus adquisiciones. El gráfico 11 muestra que, durante los últimos tres años, el 77.8% de las adquisiciones totales --incluyendo contrataciones públicas, privadas y directas-- han sido importaciones y sólo el 22.2% fueron proveeduría nacional. En la rama eléctrica, el porcentaje total de las importaciones resulta ligeramente menor al de la rama de telecomunicaciones (60% frente a 65.3%).

Conforme ha avanzado la escala e interconexión del sistema, el ICE ha mostrado crecientes capacidades como comprador calificado. En los últimos años, ha manejado contratos de adquisiciones en forma más ventajosa. En sistemas y componentes mayores, se ha reducido la diversidad de proveedores externos, al concentrarse la selección en las firmas japonesas más competitivas y que ofrecen mejores posturas, facilidades, apoyos y garantías. Esto ha desplazado a algunos proveedores norteamericanos y europeos que habían tenido preeminencia en años anteriores durante etapas de menor escala de plantas. El cuadro 3 resume este proceso.

El cuadro 4 muestra los resultados del análisis de capacidades de manufacturas eléctricas en Costa Rica. En la industria proveedora del ICE, y en general en la rama de manufacturas eléctricas, el avance tecnológico ha sido más lento. En ello han contribuido los precios subsidiados de la

## Cuadro 3-A

## PRINCIPALES PROVEEDORES DE PLANTAS ELECTRICAS PARA EL ICE

Plantas térmicas

Planta	Máquina motriz	Generador	MW
Total			250
V 1954	Estados Unidos	Estados Unidos	5
V 1954	Estados Unidos	Estados Unidos	5
CI 1956	Alemania	Estados Unidos	3
CI 1956	Alemania	Estados Unidos	3
CI 1956	Alemania	Estados Unidos	3
CI 1956	Alemania	Estados Unidos	3
CI 1962	Suiza	Estados Unidos	4
CI 1962	Suiza	Estados Unidos	4
G 1973	Alemania	Japón	19
G 1973	Alemania	Japón	19
G 1974	Estados Unidos	Estados Unidos	21
G 1974	Estados Unidos	Estados Unidos	21
CI 1977	Japón/Estados Unidos	Japón	8
CI 1977	Japón/Estados Unidos	Japón	8
CI 1977	Japón/Estados Unidos	Japón	8
CI 1977	Japón/Estados Unidos	Japón	8
TG 1991	Japón	Japón	36
TG 1991	Japón	Japón	36
TG 1991	Japón	Japón	36

Cuadro 3-B

## PRINCIPALES PROVEEDORES DE PLANTAS ELECTRICAS PARA EL ICE

Plantas hidroeléctricas

Planta	Turbina	Generador	kW
Total			697 MW
Total nacional			947 MW
H 1908	Francia R	Suiza	250
H 1912	Estados Unidos R	Estados Unidos	1 250
H 1912	Estados Unidos R	Estados Unidos	1 250
H 1912	Estados Unidos R	Estados Unidos	500
H 1912	Estados Unidos R	Estados Unidos	500
H 1912	Estados Unidos R	Estados Unidos	500
H 1915	Reino Unido P	Estados Unidos	180
H 1915	Reino Unido P	Estados Unidos	80
H 1916	Reino Unidos P	Estados Unidos	80
H 1916	Estados Unidos R	Estados Unidos	500
H 1926	Estados Unidos R	Estados Unidos	1 250
H 1926	Francia R	Estados Unidos	600
H 1928	Reino Unido R	Alemania	1 360
H 1928	Reino Unido R	Alemania	1 360
H 1928	Reino Unido F	Alemania	336
H 1928	Reino Unido F	Alemania	336
H 1931	Reino Unido R	Alemania	600
H 1931	Suiza R	Alemania	1 252
H 1938	Suiza P	Estados Unidos	240
H 1940	Suiza F	Alemania	184
H 1944	Reino Unido R	Estados Unidos	2 500
H 1944	Reino Unido R	Estados Unidos	2 500
H 1947	Reino Unido R	Estados Unidos	2 500

Planta	Turbina	Generador	kW
H 1948	Reino Unido R	Estados Unidos	2 500
H 1949	Estados Unidos R	Estados Unidos	3 750
H 1949	Estados Unidos R	Estados Unidos	3 750
H 1950	Estados Unidos F	Estados Unidos	300
H 1951	Estados Unidos F	Estados Unidos	1 000
H 1951	Estados Unidos F	Estados Unidos	1 000
H 1951	Estados Unidos P	Estados Unidos	800
H 1951	Estados Unidos P	Estados Unidos	450
H 1953	Estados Unidos P	Estados Unidos	450
H 1956	Reino Unido F	Alemania	375
H 1956	Francia P	Noruega	2 400
H 1956	Estados Unidos F	Estados Unidos	500
H 1958	Francia F	Italia	15 000
H 1958	Francia F	Italia	15 000
H 1962	Estados Unidos F	Alemania	412
H 1963	Japón P	Japón	15 000
H 1963	Japón P	Japón	15 000
H 1966	Estados Unidos F	Alemania	1 050
H 1966	Japón vf-s-R	Japón	32 000
H 1967	Japón vf-s-R	Japón	32 000
H 1968	Estados Unidos P	Suiza	4 320
H 1972	Francia P	Japón	30 000
H 1972	Francia P	Japón	30 000
H 1978	Francia P	Japón	30 000
H 1978	Japón vf-s-R	Japón	37 000
H 1979	Japón F	Japón	52 500
H 1979	Japón F	Japón	52 500
H 1980	Japón F	Japón	52 500

Planta	Turbina	Generador	kW
H 1982	Japón F	Japón	58 000
H 1982	Japón F	Japón	58 000
H 1982	Japón F	Japón	58 000
H 1985	Estados Unidos F	Alemania	281
H 1986	Estados Unidos F	Estados Unidos	350
H 1987	Estados Unidos F	Estados Unidos	388
H 1987	Japón F	Japón	48 690
H 1987	Japón F	Japón	48 690

Fuente: ICE, Dirección de Producción y Transporte de Energía.  
Notas: F: Francis, R: Reacción y P: Pelton.

Cuadro 4

## COSTA RICA: CAPACIDAD DE MANUFACTURAS ELECTRICAS

<b>Grupo 1. Líneas básicas</b>	<b>Grupo 2. Líneas de tecnología media</b>
Operación y mantenimiento B1 Postes de distribución B1 Construcción civil B1	Herrajes y componentes de distribución B1 <u>a</u> / Torres de transmisión B1, 4 Tableros y cajas de mando B1 Cable y conductores A1, 3 Diseño y espec. de planta B1 Ensamble e instalación B1, 4 Construc. distrib. rural B1,4
<b>Grupo 3. Líneas de tecnología media</b>	<b>Grupo 4. Líneas de tecnología relativamente avanzada</b>
Transformadores de distribución (<= 100 kVa) B1, 2 Otros equipos de distribución C4 Controles y medidores de distribución B, C, 2, 4 Motores chicos y medianos (AC < 200 HP; DC < 1000 HP) C4 Pailería básica C3, 4	Transformadores de potencia B, C, 1, 4 <u>b</u> / Transformadores de subestación 4 Válvulas y bombas C4 Motores grandes AC/DC 4 Turbinas hidráulicas 4 Aisladores de potencia 4
<b>Grupo 5. Líneas de tecnología avanzada</b>	<b>Grupo 6. Otras importaciones</b>
Calderas y pailería pesada C4 Compresores, alternadores-generadores 4 Electrónica de potencia B, C, 1, 4 Aisladores esp. y porcelana 4 Instrumentación y control B1, 4 Inductores y capacitores 4 Interruptores HV 4	Subest. compactas, plantas diesel y TG, turbogeneradores, turbinas, condens. de vapor, pailería pesada, sist. y plantas de tratamiento de aguas residuales y emisiones, etc.

Fuente: Investigación directa.

Notas: Las categorías de tecnología básica, media y alta se determinan basándose en la complejidad; relación capital/producto; especificidad de requerimientos de capital, tecnología de proceso y capacidades (skills); y especialización de mercados.

A = Exportación y uso interno; B = Sólo uso interno; C = Fabrica menos de 1/2 de requerimientos; 1 = Financiamiento y tecnología doméstica; 2 = Licenciamiento; 3 = Asociación (joint venture), y 4 = Empresas transnacionales.

a/ Con problemas de calidad.

b/ El ICE fabrica y repara algunos (hasta 40 MVA).

energía, y un mercado reducido o esporádico, protegido y poco competitivo. Sin embargo, segmentos de la industria han absorbido y desarrollado capacidades tecnológicas que les permite proveer al ICE, competitivamente, líneas de tecnología básica, media y avanzada. Asimismo, han surgido industrias domésticas e ingresado subsidiarias trasnacionales en electrodomésticos y productos eléctricos. El ICE trabaja conjuntamente con abastecedores nacionales para desarrollar un control de calidad integrado y mecanismos adecuados para programar la producción eficientemente. Se considera inaplazable en Costa Rica establecer un laboratorio de pruebas y calificación de eficiencias energéticas y se trabaja en fórmulas de incentivo para crear redes de proveedores y sistemas de subcontratación.

<p>1. Tecnología básica y avanzada</p> <p>2. Tecnología media</p> <p>3. Tecnología de electrodomésticos y productos eléctricos</p>	<p>4. Tecnología de electrodomésticos y productos eléctricos</p> <p>5. Tecnología de electrodomésticos y productos eléctricos</p> <p>6. Tecnología de electrodomésticos y productos eléctricos</p>
<p>7. Tecnología de electrodomésticos y productos eléctricos</p> <p>8. Tecnología de electrodomésticos y productos eléctricos</p> <p>9. Tecnología de electrodomésticos y productos eléctricos</p>	<p>10. Tecnología de electrodomésticos y productos eléctricos</p> <p>11. Tecnología de electrodomésticos y productos eléctricos</p> <p>12. Tecnología de electrodomésticos y productos eléctricos</p>

El ICE trabaja conjuntamente con abastecedores nacionales para desarrollar un control de calidad integrado y mecanismos adecuados para programar la producción eficientemente. Se considera inaplazable en Costa Rica establecer un laboratorio de pruebas y calificación de eficiencias energéticas y se trabaja en fórmulas de incentivo para crear redes de proveedores y sistemas de subcontratación.

## V. CONCLUSIONES

Aunque el patrón global predominante de electrificación ha sido el de sistemas centralizados interconectados, existen diferencias importantes nacionales y regionales, tanto en los consumos específicos, como en las estrategias energéticas adoptadas en varios contextos, y en las capacidades tecnológicas disponibles localmente para sustentar lo anterior. De hecho, el desarrollo interrelacionado de estos factores crea impactos decisivos en la utilización de los recursos nacionales.

El caso de Costa Rica ilustra la importancia de una estrategia energética que incorpora principalmente un recurso doméstico renovable (energía hidráulica), y que da lugar al impulso de las capacidades necesarias para su desarrollo y utilización. Esto, a su vez, crea oportunidades y requerimientos puntuales de inversión, dentro del contexto de la organización de la industria eléctrica y en función, sobre todo de potenciales locales específicos. La estrategia energética en Costa Rica tiene que jugar un papel muy importante en la promoción de nuevos proyectos de innovación tecnológica e introducción de tecnologías energéticas eficientes y aceptables ecológicamente.

La siguiente es una relación de acciones consideradas prioritarias que, a la luz del análisis hecho en este trabajo, se recomienda incorporar y realizar en el Plan de Desarrollo del ICE.

- 1) Acelerar la realización de proyectos de generación y cogeneración privada, mediante un reglamento y una normatividad adecuados para crear incentivos y establecer altos niveles de eficiencia y calidad para este tipo de proyectos, dentro del marco de la Ley de Regulación sobre Generación Privada;

- 2) Promover proyectos de innovación tecnológica en las áreas de: micro y mini hidroeléctricas, fuentes no convencionales y geotermia, en forma interinstitucional y mixta;

- 3) Realizar programas de uso eficiente de electricidad, enfocados a aplicaciones concretas y a sistemas tarifarios, y ligarlos a la introducción de nuevas electrotecnologías o mejoramiento de las existentes, principalmente en transmisión y distribución, motores eléctricos, iluminación y electrodomésticos;

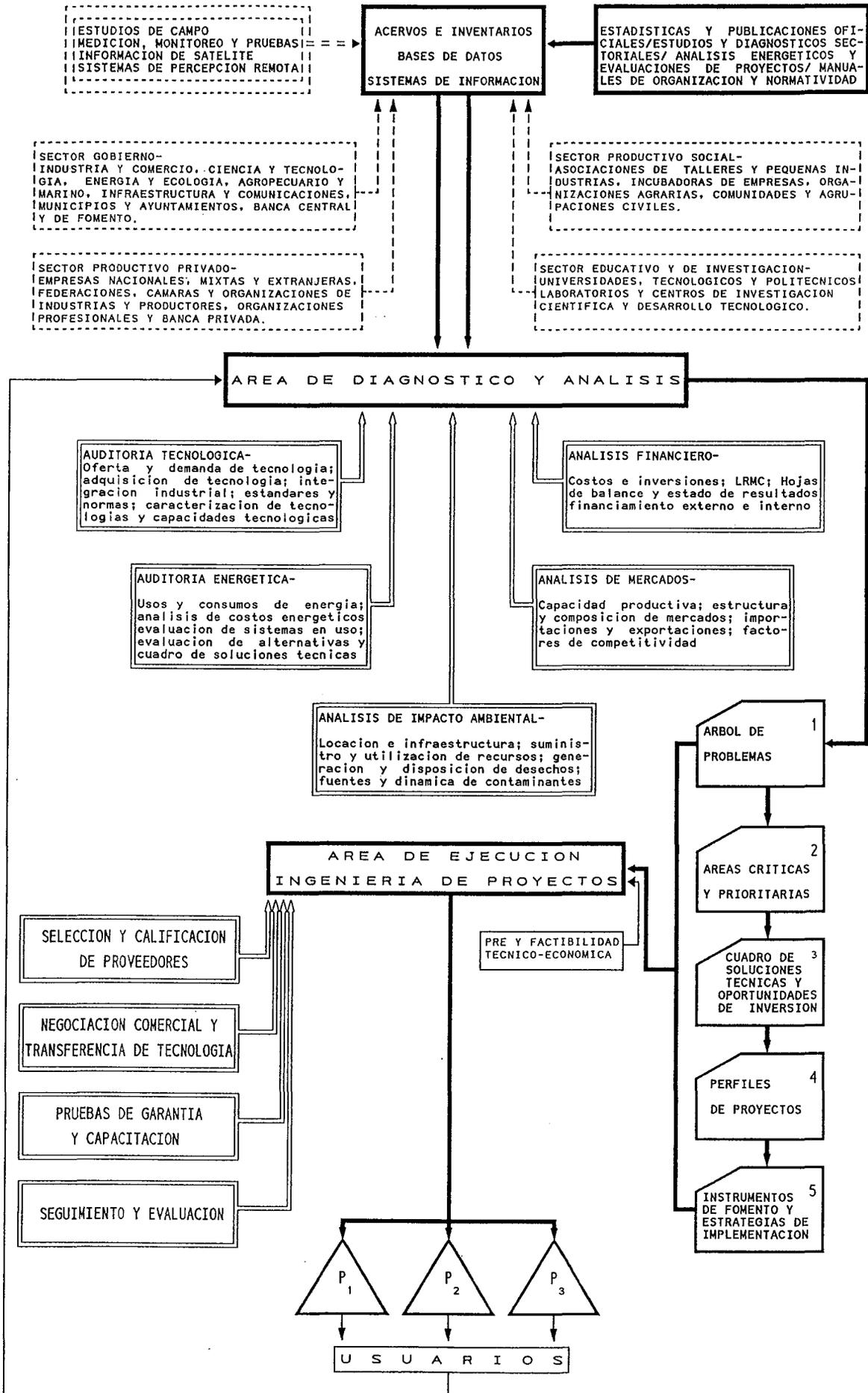
4) Promover la sustitución de calentadores eléctricos de agua doméstica por sistemas solares térmicos (independientes o asistidos, según el caso particular), y

5) Actualizar y profundizar la normatividad ecológica para la industria eléctrica y promover proyectos de aplicación de tecnologías de control ambiental, tanto en el ámbito de la generación eléctrica como en el consumo de electricidad.

Por otra parte, para lograr establecer vínculos más dinámicos entre la industria eléctrica, el sector energético en general, y su área de influencia (desde el punto de vista de las tecnologías de generación, transmisión y distribución, uso intermedio y consumo final), es necesario que el ICE fortalezca las redes domésticas de clientes y proveedores. Aunque la fracción importada en las adquisiciones del ICE es muy alta, el poder de compra de éste y su proyección industrial-tecnológica representan una oportunidad para desarrollar tecnológicamente empresas privadas en Costa Rica.

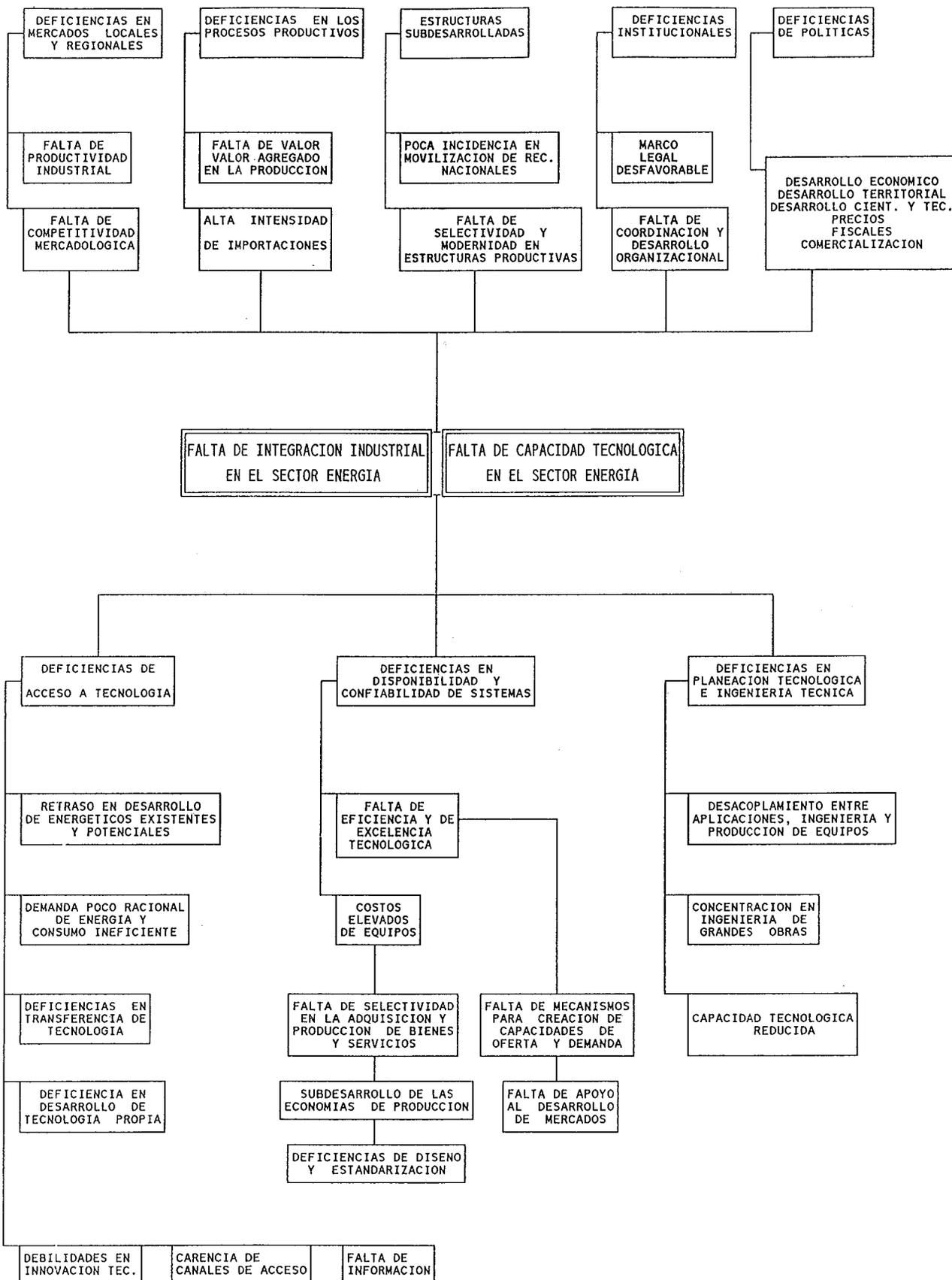
El ICE es el único mercado en el país para la maquinaria y equipo de sistemas eléctricos de potencia y para el equipo de transmisión y distribución en voltajes alto y medio. Además, con el control central de carga y la interconexión nacional y transistmica, el ICE puede promover la generación privada y comprar/vender el fluido competitivamente, sobre todo a partir de sistemas hidroeléctricos de pequeña y mediana escala y esquemas de cogeneración o de generación a base de fuentes no convencionales (por ejemplo, residuos agrícolas, desechos sólidos y energía eólica). Se tiene suficiente potencial tecnológico en Costa Rica para lograr mayor integración nacional en estas áreas, aunque el avance sólo podrá darse selectivamente y con sentido estratégico. En las áreas de tecnología compleja y/o de alta densidad de capital, la experiencia internacional demuestra la importancia de ser un comprador experto y con capacidades muy dinámicas de aprendizaje, adaptación y asimilación de paquetes tecnológicos importados.

Anexo metodológico



ARBOL DE PROBLEMAS

DESARROLLO TECNOLOGICO/INDUSTRIAL EN EL SECTOR ENERGETICO



# AREAS CRITICAS

