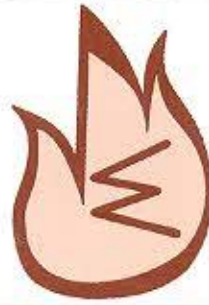


Revista Energética



Energy Magazine

Año 15
número 2
mayo - agosto 1991

Year 15
number 2
May - August 1991



Tema: Experiencia en el Planeamiento
de Sistemas Eléctricos

Topic: Experience in Power System
Planning



Uso Eficiente de Energía: Una Opción Estratégica para la Protección del Medio Ambiente*

Pedro Maldonado**

1. INTRODUCCION

La importancia decreciente de América Latina en los mercados internacionales, la desaceleración de su crecimiento, la falta de equidad social y el deterioro de su medio ambiente sugieren la necesidad de adoptar estrategias de desarrollo sustentable, distintas de las que se han aplicado hasta la fecha. Estas nuevas estrategias presuponen una transformación integral de las estructuras productivas, en un contexto de equidad y preservación del medio ambiente.

Aún cuando existen diferentes definiciones de desarrollo sustentable, la elaborada en 1987 por la Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo parece adecuarse plenamente a los propósitos de este trabajo: "El desarrollo sustentable es aquel que permite satisfacer las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades".

La Región será capaz de enfrentar exitosamente los desafíos citados, si es capaz de definir e implementar una estrategia energética funcional con el proceso sistémico de desarrollo de cada uno de los compo-

ponentes de la sociedad latinoamericana.

Tradicionalmente, el enfoque del problema energético ha consistido en aumentar el abastecimiento mediante instalaciones cada vez más costosas, complejas y de mayor tamaño. Esta vía es cada día más inviable económica, financiera, política y ambientalmente.

De acuerdo con OLADE, el sector energético absorbió un porcentaje importante de la inversión pública de los países de la Región, en algunos de ellos superando el 50%. Según la misma fuente, la deuda externa del sector alcanza a US\$ 80 mil millones, de los cuales un 60% corresponde al subsector eléctrico.

Debido a las limitaciones financieras, técnicas y administrativas que afectan a la mayoría de las empresas del subsector, el panorama eléctrico regional no parece fácil, especialmente si se considera que la expansión prevista para los próximos años demandará inversiones anuales del orden de US\$ 15 mil a 20 mil millones, y las perspectivas globales de financiamiento no son auspiciosas, debido a que las agencias de desarrollo multilaterales y bilaterales no estarían en condiciones de aportar los recursos que el sector requiere.

Desde el punto de vista energético, la sustentabilidad del desarrollo regional presupone:

- a) la adopción de una estrategia de planificación del sector que enfatice el uso eficiente de energía, respecto a la expansión de la oferta;
- b) asegurar el abastecimiento energético de los sectores marginados geográfica y/o económicamente;
- c) adoptar opciones energéticas que minimicen los impactos ambientales negativos;
- d) incorporar tecnologías "limpias", en el caso de los países que basen su desarrollo energético en recursos locales tales como la biomasa o carbón;
- e) resolver el problema de financiamiento y de gestión empresarial del sector; y
- f) sentar las bases para una cooperación regional en el sector.

A continuación se analizan los impactos ambientales vinculados a la producción y uso de energía, la respuesta mundial frente a las crisis energética y ambiental y, finalmente, una propuesta que permita satisfacer los requerimientos de energía de la Región, asegurando la sustentabilidad de su desarrollo.

* Este artículo está basado en algunos antecedentes y propuestas desarrollados por el autor como consultor para la División de Industria y Tecnología CEPAL-ONUDI dentro del contexto "Desarrollo Sustentable: Transformación Productiva, Equidad y Medio Ambiente"

** Programa de Investigaciones en Energía (PRIEN), Universidad de Chile

2. SISTEMA ENERGETICO Y MEDIO AMBIENTE

2.1 El Sistema Energético y Entorno

El sistema energético puede analizarse desde dos perspectivas distintas, pero complementarias. De acuerdo con la primera, se trata de un sistema físico sujeto a la primera y segunda ley de la termodinámica. La preocupación central en este caso es el aumento de la eficiencia térmica o mecánica para producir, transportar, distribuir o utilizar la energía.

El segundo enfoque considera a la energía como un componente del sistema económico y social; componente que, en conjunto con otros bienes y servicios, contribuye a la satisfacción de las necesidades humanas. Este enfoque vincula el funcionamiento del sistema energético con la comunidad nacional en sus distintas esferas, con la disponibilidad presente y futura de los recursos energéticos y con el grado de autodeterminación del desarrollo nacional o regional.

2.2 Impactos Ambientales del Sistema Energético

En las etapas de extracción, transformación y generación, de transmisión y transporte, y de uso se producen significativos impactos ambientales, tanto positivos como negativos. Por ejemplo, los proyectos energéticos adecuadamente concebidos permiten no sólo recuperar cuencas deterioradas, desviar recursos hídricos para agua potable y/o riego de tierras agrícolas y reducir la desertificación y la erosión, sino además dinamizar la actividad económica.

Por el contrario, algunos proyectos energéticos pueden afectar tanto el entorno biofísico como social del proyecto. A su vez, el uso de la energía en el transporte urbano o de

los combustibles fósiles en la industria o la vivienda, contamina el aire, agua y suelos afectando la calidad de vida y la salud de importantes sectores de la población.

2.2.1 Origen de la contaminación ambiental

El funcionamiento del sistema energético es responsable de impactos ambientales de distinto signo, lo que no implica que el deterioro ambiental tenga sólo causas antropocéntricas. De hecho, el ecosistema natural es el principal responsable de las emisiones de CO₂ y metano; la energía es la principal causa de la emisión de NO_x y, conjuntamente con la agricultura, contribuye significativamente a las emisiones de metano y dióxido de carbono.

2.2.2 Contaminación originada por la producción y uso de energía

Las lluvias ácidas provocadas por las emisiones de compuestos sulfurados y nitrogenados, parte importante de las cuales tiene origen energético, afectan las construcciones, el follaje de los árboles, la tierra y las aguas superficiales, particularmente las de menor circulación, como los lagos.

La combustión del carbón y el petróleo no sólo es responsable de la modificación del pH de las precipitaciones, sino que además del acelerado crecimiento del contenido de anhídrido carbónico e hidrocarburos en la atmósfera, el que ha aumentado constantemente durante los últimos doscientos años, pasando el CO₂ de 275 ppm a más de 340 ppm, y el metano de 0.7 a 2.4 ppm.

La comunidad científica mundial asigna el efecto invernadero provocado por las emisiones de dióxido de carbono la mayor importancia, ya que si las tendencias se mantienen, la concentración de

CO₂ podría duplicarse y la temperatura de la superficie terrestre subir 3 a 4 K, en los próximos 50 años. Al nivel de los conocimientos actuales no existe certeza de que ello ocurra en la forma prevista, ya que el aumento de la nubosidad actuaría en el sentido contrario.

El tema ambiental ha pasado a ser dominante en foros, conferencias y congresos, convocados en torno al problema energético. En el XIV Congreso de la Conferencia Mundial de la Energía, realizado en septiembre de 1989 en Montreal, se definieron como los grandes desafíos ambientales, vinculados a la energía: el calentamiento global, las lluvias ácidas, la disposición de desechos nucleares, la contaminación urbana y la exploración y producción segura del petróleo y gas.

2.2.3 Opciones destinadas a reducir los impactos de la energía sobre el medio ambiente

Entre las opciones adoptadas por los países industrializados para mitigar los impactos negativos de la producción, transporte y uso de la energía, es posible distinguir respuestas contingentes o de más largo plazo. Entre las primeras destacan:

- a) severa restricción de las emisiones futuras de CO₂, SO₂ y NO_x, en los países en desarrollo;
- b) introducción de equipos de control de contaminantes, "aguas abajo" de las fuentes de emisión; y
- c) promoción de la energía nuclear.

Entre las segundas promueven:

- a) los acuerdos internacionales de reducción de emisiones;
- b) la investigación básica de problemas insuficientemente definidos, básicamente los vinculados con el cambio climático global;
- c) las normas y reglamentaciones vinculadas con el nivel de emi-

- siones y la eficiencia de los equipos usuarios de energía;
- d) el desarrollo de fuentes menos contaminantes; y
 - e) los programas de uso eficiente de la energía.

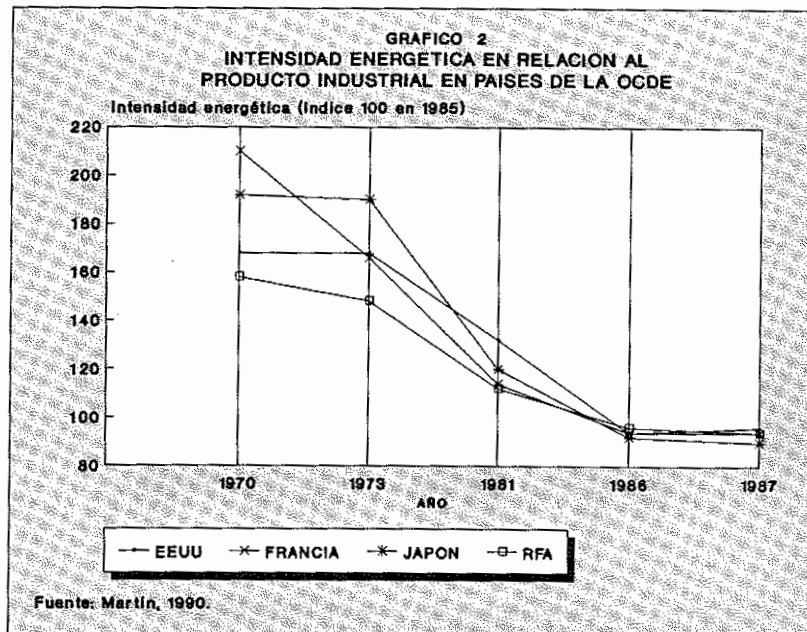
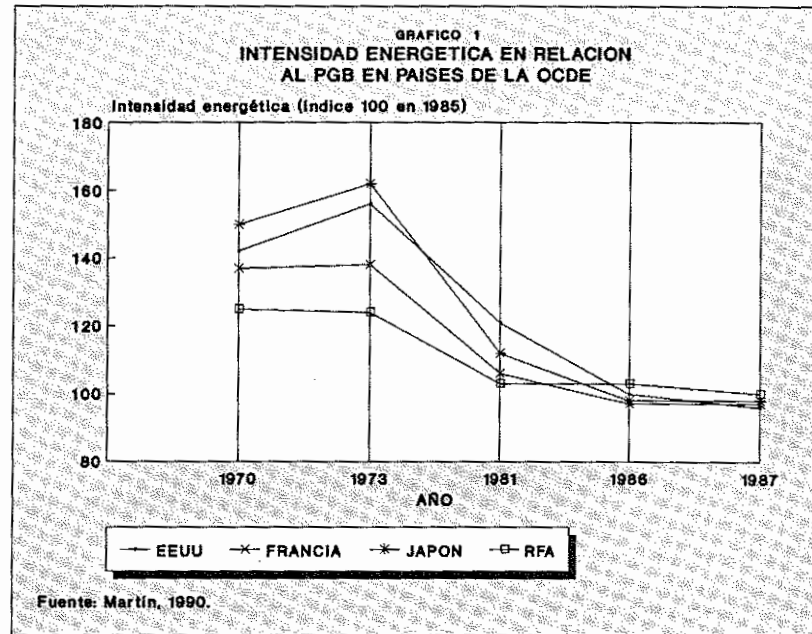
En el contexto latinoamericano, las opciones que parecen responder más adecuadamente a los requerimientos regionales, son: el uso eficiente de la energía, las energías renovables y el uso creciente del gas natural. Algunos países deberán contemplar las transferencias y generación de tecnologías destinadas a minimizar los impactos ambientales del carbón.

En el punto 3, se enfatizarán estas opciones, presentando la experiencia de los países desarrollados, a fin de ilustrar sus potencialidades, y la experiencia latinoamericana relevante.

3. USO EFICIENTE DE ENERGÍA: UNA RESPUESTA A LA CRISIS ENERGÉTICA Y AMBIENTAL

El debate energético ha dominado la escena local, nacional e internacional durante las últimas dos décadas, apreciándose una evolución en cuanto al énfasis acordado a los distintos aspectos del mismo. Inmediatamente después del "shock" petrolero, la crisis política dominó la escena. El problema principal consistía en definir quién controlaba el petróleo y a qué precio. En esta época se aprecia un importante esfuerzo de innovación tecnológica destinada a reducir la dependencia energética, mejorando la eficiencia de los equipos usuarios y desarrollando fuentes energéticas alternativas.

A fines de los setenta, el factor político pierde relevancia para los países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), pero se mantiene la dinámica innovadora y se introducen activas políticas de uso eficiente de la energía. En el Tercer Mundo, la

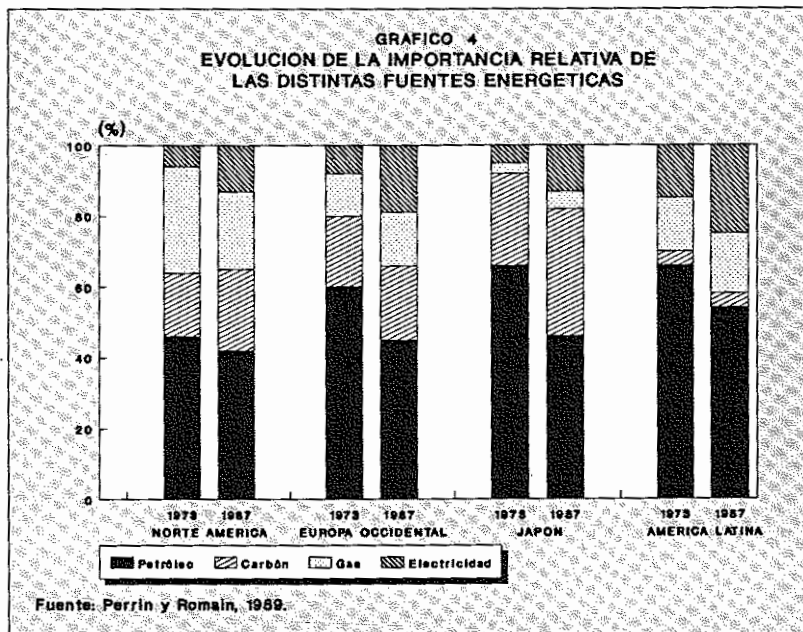
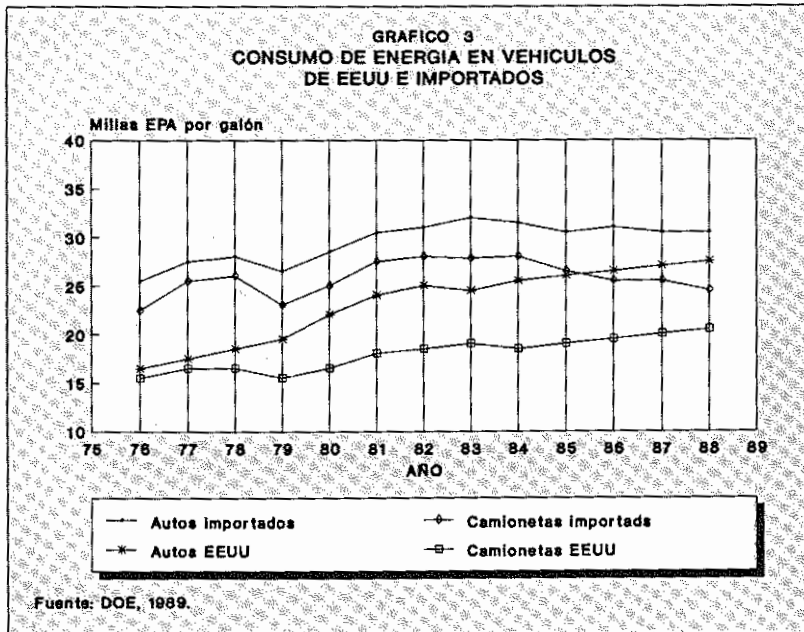


situación se mantuvo sin variaciones desde el comienzo de la crisis, la deuda siguió presente y los planes de desarrollo, postergados por falta de recursos. Durante la década de los noventa y probablemente la próxima, el medio ambiente y, particularmente, el efecto "invernadero" dominarán el debate. Considerando ahora que la responsabilidad ambiental es planetaria, los programas de uso eficiente de energía se mantendrán

vigentes en los países desarrollados y deberán adquirir, en la Región, otra dinámica y eficiencia.

3.1 El Uso Eficiente de la Energía en los Países Industrializados

A continuación se detallan brevemente los esfuerzos de los países de la OCDE por mejorar la eficiencia con que utilizan la energía y los logros alcanzados. La



experiencia de estos países permite visualizar las potencialidades y viabilidad que una estrategia de este tipo tendría para América Latina.

3.1.1 Modificación de la intensidad energética

A partir de los años setenta, la intensidad energética cae significativamente en los países industria-

lizados. Esta disminución no sólo se explica por la introducción de cambios tecnológicos, sino que también por los cambios estructurales que se producen en los países de la OCDE.

Aún cuando metodológicamente es complejo separar el efecto de los cambios estructurales, J.M. Martin menciona algunos trabajos que estiman que los cambios tecno-

lógicos explican entre un 66 y un 75% de la caída de la intensidad energética. Los gráficos 1 y 2 permiten visualizar la evolución de la intensidad energética global y de la actividad industrial en algunos países de la OCDE.

Entre 1972 y 1985, la intensidad energética, medida en BTU por unidad de PGB de cada país, se redujo en Estados Unidos de 24.600 a 17.300 y en Japón de 12.000 a 8.000; ello permitió al primero reducir sus gastos en energía en US\$150 mil millones por año. Si su eficiencia fuese similar a la del Japón, los ahorros anuales serían de US\$220 mil millones.

La reducción sustancial de la intensidad energética en la industria proviene de modificaciones de los procesos de producción, del reemplazo de algunos tipos de equipos (intercambiadores planos y uso de los nuevos materiales), del control de la combustión en calderas y hornos mediante sistemas electrónicos, en condiciones de régimen continuo y de variación de carga.

La industria automotriz ha alcanzado significativos logros en sus esfuerzos por reducir el consumo específico de los vehículos (ver gráfico 3). En Estados Unidos, el consumo específico se redujo en un 50% entre 1973 y 1988, y en Europa y Japón del orden de 3 l/km, en el último decenio. Esta economía de combustibles ha sido posible gracias a la introducción masiva, en esta industria, de los nuevos materiales, la informática aplicada al diseño de partes y piezas, y la electrónica aplicada al control de la carburación y transmisión.

El sector vivienda representa un 30 a 40% del consumo de energía de los países de la OCDE. La reducción de los consumos en este sector ha sido espectacular en estos países: en Francia, el consumo de una vivienda social construida a fines de

los ochenta consume un 25% de las construidas antes de 1973, sin sacrificar el confort de sus habitantes.

El mejoramiento de la calidad térmica de las viviendas se ha logrado mediante: modificaciones en el diseño; mayor aislación térmica; sistemas de ventilación y calefacción controlada; calderas, calefactores y sistemas de distribución más eficientes.

3.1.2 Diversificación de las Fuentes Energéticas

A partir de la Segunda Guerra Mundial y hasta 1973, se puede apreciar un incremento significativo de la importancia relativa del petróleo en el balance energético de los países. Durante ese período, se consolida una fuerte dependencia de los países importadores respecto a la OPEP (en 1974, la OPEP representó un 53% del abastecimiento mundial), y más específicamente el Medio Oriente. La crisis petrolera no sólo redujo la importancia de este combustible en dichos balances (ver gráfico 4), sino que además la de la OPEP como fuente de abastecimiento mundial de petróleo.

a. **Energías renovables:** En las figuras anteriores, no se explicita la importancia relativa de las energías renovables, debido a que la energía solar, geotérmica, eólica, nuclear y biomásica representa menos de un 10% en el balance de energía primaria de los países de la OCDE (80% de cual corresponde a la energía nuclear). Los usos modernos de la biomasa, las pequeñas centrales hidroeléctricas y los colectores solares planos están basados en tecnologías que, aunque maduras, no han logrado establecerse en forma sustentable. La situación es más favorable en el caso de las turbinas eólicas, la energía geotérmica, las biotecnologías y las celdas fotovoltaicas.

b. **Combustibles fósiles alternativos al petróleo:** El carbón ha recuperado parte del terreno perdido frente al petróleo. En algunos países particularmente, Estados Unidos, Alemania y Japón, este combustible ha desplazado prácticamente al petróleo en la generación termoeléctrica. El ritmo de expansión de su demanda está condicionado por los resultados que puedan alcanzar las tecnologías destinadas a reducir sus impactos ambientales (básicamente las tecnologías de lecho fluidizado), y a facilitar su transporte y utilización en forma líquida o gaseosa.

Por su parte, el gas natural adquiere relevancia en la escena energética mundial a comienzos de los sesenta. A partir de esa fecha se produce simultáneamente una expansión de las reservas, de la producción, del consumo y del intercambio internacional. En el caso de Europa y Japón, el gas natural constituye un elemento importante de sus estrategias de sustentabilidad energética.

3.1.3 Reestructuración y flexibilización del sistema energético

El abastecimiento energético mundial se caracterizó en el período 1950-1970, por una fuerte concentración de la oferta. La crisis energética de los setenta puso en duda lo adecuado de las soluciones adoptadas. La falta de fuentes energéticas alternativas, la inestabilidad de los precios del petróleo y los problemas asociados con la energía nuclear introdujeron incertidumbres en las perspectivas de largo plazo. Ello promovió la búsqueda de soluciones tecnológicas que aportarían flexibilidad al sistema energético.

Muchos industriales introdujeron en sus plantas equipos duales e, incluso, multicombustibles. Estos sistemas, concebidos para instalaciones de gran tamaño, se han ido adaptando a los requerimientos de usuarios más pequeños. Lo mismo ocurrió con las turbinas a gas de ciclo combinado, lográndose equipos competitivos que van de unos pocos kW a varios cientos de MW.

La moratoria aplicada a la opción nuclear en varios países y las reglamentaciones impuestas a las empresas de servicio público promovieron los proyectos de cogeneración, es decir la producción combinada de calor y electricidad.

3.2 El Uso Eficiente de la Energía en América Latina

Los antecedentes y comentarios que se presentan en los párrafos siguientes no tienen la pretensión de cubrir exhaustivamente los logros de la Región en esta área. La propuesta de acción que se incluye en el capítulo 4 no sufrirá modificaciones si el tratamiento de la experiencia latinoamericana fuera más riguroso.

3.2.1 Modificación de la intensidad energética

A diferencia de lo ocurrido en los países de la OCDE, en América Latina, salvo excepciones, no ha habido cambios estructurales apreciables ni políticas oficiales que se traduzcan en una modificación significativa de la forma en que se usa la energía y que comprometan efectivamente a los distintos actores sociales involucrados. La intensidad energética global se ha mantenido en torno a 2.9 (bep/10³ US\$ de PIB) durante los últimos 20 años (ver gráfico 5). Incluso, se aprecia un incremento de la intensidad energética industrial, lo que podría revelar un aumento de la mecanización de la industria.

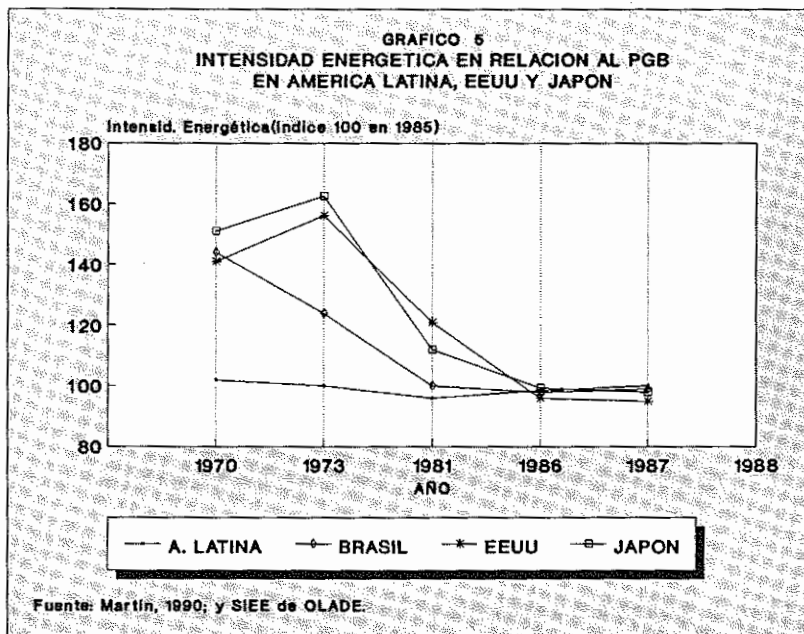
a. Energías renovables

En América Latina, los esfuerzos destinados a introducir las energías renovables no superan, en la mayoría de los casos, el nivel de experiencias piloto a cargo de universidades u organizaciones no gubernamentales. Aparte de la biomasa, que abastece en el orden de un 20% de las necesidades energéticas de la Región, existen algunas tecnologías que se han difundido con éxito diverso: la energía geotérmica, la energía eólica, las microcentrales hidroeléctricas y el secado solar de productos agrícolas.

A pesar de los esfuerzos realizados por organismos no gubernamentales destinados a difundir tecnologías más eficientes para el uso de la leña en la cocción de alimentos y calefacción doméstica, ésta se sigue consumiendo en la forma tradicional, con los consiguientes problemas ambientales.

Mención especial merecen las experiencias de Brasil en la producción de alcohol carburante y de carbón vegetal para uso industrial. El programa PROALCOHOL, iniciado en 1975, es el mayor programa de combustibles alternativos del mundo. Su objeto fue diversificar el abastecimiento energético del país, reducir el impacto de las importaciones de petróleo y de la caída de los precios del azúcar. En 1986, el alcohol, en sus formas hidratada y anhidra, representó un 23% del consumo de combustibles del sector transporte en Brasil.

El carbón vegetal se constituyó en un combustible de la mayor importancia para la industria siderúrgica, del cemento y otras industrias de tamaño mediano que lo emplean en forma directa o gasificado. La producción total de carbón vegetal alcanza unas 11 millones de toneladas por año, de las cuales 9.5 millones se destinan a la siderurgia, fundición y producción de cemento.



La intensidad energética en Brasil, por el contrario, muestra una tendencia a disminuir, siendo ello más evidente a nivel de la economía en su conjunto que del sector manufacturero. A pesar de ser aún insuficientes, se aprecian progresos importantes en el uso de la energía. En el Estado de Sao Paulo, por ejemplo, se estima que los programas de la agencia estatal para el uso de energía (creada en 1983) han permitido ahorrar unos 350 MW de potencia eléctrica media y unos 15.000 barriles de petróleo por día, desde su creación.

3.2.2 Diversificación de las fuentes energéticas

Como en el caso anterior, salvo excepciones, en la Región no se aprecian esfuerzos que se traduzcan en políticas deliberadas para fomentar, desarrollar y difundir fuentes alternativas, a una escala que modifique la situación energética de los países.

Entre las excepciones está

Brasil, quien adoptó, a partir de 1979, una política de sustitución de petróleo, la que le permitió reducir la importancia de los productos derivados del petróleo de 40,1% a 28,6%, entre 1975 y 1980, mediante el desarrollo de la hidroelectricidad y la producción de etanol y carbón vegetal.

A su vez, en el caso argentino, las políticas de sustitución del fuel-oil, diesel-oil y carbón por energía hidroeléctrica, nuclear y gas natural en la producción de electricidad permitieron que en 1985 la generación hidro-nuclear alcanzara a 64% del total frente a un 9% en 1970 y el gas natural pasara, en el mismo período, de 15 a 68% de generación térmica.

La situación descrita se tradujo además en una reducción sustancial de las emisiones contaminantes provocadas por la generación eléctrica en Argentina; así, entre 1970 y 1985, la emisión específica global de SO₂ se redujo en un 86%, las partículas en 79%, el CO₂ en 65% y el NO_x en 57%.

**b. Combustibles fósiles
alternativos al petróleo**

El carbón mineral ha jugado un papel importante en algunos países de América Latina, ya sea en la producción de calor directo o indirecto y, en ciertos casos Chile, por ejemplo en la generación de electricidad. Dada la importancia de los recursos carboníferos de Colombia, Brasil, Chile y México, este combustible tendrá una elevada importancia relativa en sus balances energéticos.

Ello presupone la realización de importantes esfuerzos de investigación y transferencia tecnológica para reducir las emisiones de óxidos de azufre y nitrógeno, en las fases de pre-combustión (básicamente lavado), combustión (lecho fluidizado, quemadores ciclónicos o sistemas regulados de combustión) y post-combustión (ciclones, mangas, "scrubbers" o reducción catalítica). A más largo plazo, la conversión del carbón en gases o líquidos parece ser una opción adecuada, tanto desde el punto de vista ambiental como de la diversificación de fuentes.

Aunque es difícil pensar en desarrollos mayores a nivel de intercambios internacionales, el gas natural debería jugar un rol importante en la política energética y ambiental de algunos países de la Región, ya sean importadores netos de gas o productores que dispongan de importantes reservas: Venezuela, México, Argentina y Brasil.

**4. BASES PARA EL DISEÑO DE
UNA POLÍTICA DE USO
EFICIENTE DE LA ENERGÍA
EN LATINOAMÉRICA**

América Latina consume 3.5 veces menos energía por habitante que Europa Occidental y 7 veces menos que Estados Unidos. Aunque la Región no repita exactamente los esquemas de desarrollo adoptados en los países de la OCDE, no cabe duda

que la demanda energética debería crecer significativamente a menos que se adopten drásticas y creativas políticas de uso eficiente de energía.

La sustentabilidad de un sector energético capaz de satisfacer los requerimientos de desarrollo de la Región sólo será posible si reduce significativamente su dependencia externa, mejora sustancialmente la eficiencia de producción y uso de la energía, contribuye a la recuperación del medio ambiente degradado y minimiza los eventuales impactos negativos de su sistema energético.

El uso eficiente de la energía, entendido en su acepción más vasta es decir, la minimización de los requerimientos de energía por unidad de producto o servicio, selección de las fuentes más adecuadas en función de los recursos disponibles y flexibilización del sistema de abastecimiento, deberá constituir uno de los elementos centrales de cualquier estrategia energética para el desarrollo sustentable de América Latina.

**4.1 Obstáculos para la
Materialización del Uso
Eficiente de la Energía en la
Región**

**4.1.1 Obstáculos para Mejorar la
Eficiencia de Uso de la Energía**

En la Región, se ha podido detectar la existencia de sustanciales potencialidades de mejoramiento de la eficiencia con que se usa la energía. Sin embargo, ellas no se han materializado debido a un conjunto de obstáculos de tipo técnico, económico, institucional y conductual que inhiben la adopción de medidas extremadamente rentables y de rápida implementación. Entre ellas se pueden señalar las siguientes:

- precios de energía subsidiados;
- inestabilidad del mercado energético;
- agente inversor no coincide con usuario de las instalaciones;

- escaso conocimiento técnico de las posibilidades de mejoramiento por parte del usuario;
- tendencia a minimizar la inversión inicial, respecto al costo total a lo largo de la vida útil del equipo o vivienda.

**4.1.2 Obstáculos para el desarrollo
de las energías renovables**

La Región dispone de abundantes recursos energéticos renovables. Sin embargo, ellas no han alcanzado la difusión esperada, con la excepción de Brasil, a pesar que las tecnologías para su aprovechamiento pueden ser puestas en producción en el corto plazo, constituyen la única opción en ciertas zonas aisladas y pueden ser fabricadas, en parte importante, localmente y su subdivisibilidad facilita su financiamiento.

Parte importante de los obstáculos a la difusión de las fuentes renovables provienen del marcado desequilibrio financiero, técnico e institucional que existe entre las empresas del subsector de fuentes convencionales y las empresas y organizaciones que promueven, desarrollan y difunden las renovables.

Además, existen algunos obstáculos específicos, entre ellos se pueden mencionar los siguientes:

- a) insuficiente información respecto a la disponibilidad de los recursos en las regiones aisladas;
- b) incertidumbres técnicas y económicas respecto al funcionamiento de las tecnologías;
- c) escasa familiaridad con estos sistemas, por parte de los planificadores energéticos y responsables de las decisiones;
- d) inexistencia de instituciones y políticas para la promoción de tecnologías energéticas renovables comerciales; y
- e) escasa o nula capacidad de fabricación local de equipos para el aprovechamiento de estas energías.

4.2 Diseño institucional para un Desarrollo Energético Sustentable

La Conferencia Mundial de la Energía (CME) en su llamado a presentar trabajos al XIV Congreso (Montreal, 1989) señaló: "En la medida que nos acercamos al siglo XXI, más energía se requerirá para satisfacer las necesidades humanas". Esta afirmación supone enfrentar problemas vinculados con: escasez de capitales, elevación de precios, vulnerabilidad frente a los accidentes o las interrupciones del abastecimiento, deterioro del medio ambiente y probabilidad creciente de falla de sistemas de gran escala, normalmente complejos y, en algunos casos, prácticamente experimentales.

Los desafíos implícitos en la solución de los problemas enumerados anteriormente impondrán a los países de la Región la necesidad de definir una institucionalidad y un conjunto de mecanismos que permitan generar, adaptar y transferir tecnologías propias y transferir las experiencias de los países desarrollados en este campo.

Una adecuada política de uso eficiente de energía deberá identificar las líneas de acción y la institucionalidad responsable de la gestión operativa y estratégica de esta política. En este caso, la institucionalidad deberá actuar en los campos siguientes: energización adecuada de las distintas actividades, mejoramiento de la eficiencia de uso en los principales sectores consumidores, sustitución de fuentes, difusión de tecnologías para el aprovechamiento de las energías renovables y rediseño de sistemas usuarios.

El diseño de la institucionalidad presupone identificar los obstáculos, identificar los actores involucrados y definir sus roles, y determinar los mecanismos, incentivos y estrategias de implementación

del programa. Los aspectos vinculados con el sistema crediticio y financiero, la integración regional y el fortalecimiento de las empresas e instituciones del sector no serán tratados en este trabajo, a pesar que el éxito de un programa como el propuesto dependerá de la adecuada consideración de las especificidades que presentan las economías de mercado de la Región.

4.2.1 Identificación de actores y roles

Sin ser los únicos, es probable que formen parte de la red institucional los ministerios de vivienda, de transporte, de energía, de industria y economía, de agricultura, las instituciones financieras y crediticias, los institutos de investigación tecnológica, las universidades, las empresas del sector energía, las principales empresas usuarias, los fabricantes de bienes de capital, las firmas consultoras, las agrupaciones profesionales de ingenieros y arquitectos, las agrupaciones de vecinos y pobladores, etc.

A modo de ejemplo, y debido a su importancia, se comentará brevemente el rol que deberían asumir algunos de los actores involucrados en un programa como el propuesto; entre ellos conviene destacar el papel del Estado, las empresas de servicio público, y las universidades, institutos tecnológicos y oficinas de ingeniería.

a) Rol del Estado

En los países en que el uso eficiente ha adquirido el carácter de opción estratégica se ha concluido que la presencia activa del Estado es fundamental para el logro de los objetivos perseguidos. El sistema de precios, por adecuado que sea, debe ser complementado por medidas destinadas a estimular las inversiones

en el uso eficiente de la energía. Las regulaciones y mecanismos de incentivo deben compatibilizar el beneficio social con el privado.

Dicha participación se hace necesaria debido a que:

- los operadores privados no pueden, por sí solos, hacerse cargo de la demostración de nuevos procesos o de la información y animación de los usuarios;
- la balanza comercial, la independencia nacional, la preservación del medio ambiente y los equilibrios macroeconómicos se encuentran en la esfera de responsabilidades del Estado;
- la investigación y desarrollo para la puesta a punto de nuevos productos, procesos y servicios limpios y eficientes implican un horizonte de largo plazo, y riesgos técnicos y financieros que superan los medios y horizontes de decisión de la mayoría de las empresas;
- el desarrollo de los recursos locales, específicamente de las energías renovables, no es realizado normalmente por los actores económicos.

Respecto a la necesidad de crear una institución que promueva el uso eficiente de la energía o reforzar las instituciones vigentes, no es una discusión que corresponda abordar en esta oportunidad. La experiencia de algunos países (AFME en Francia e IDAE en España, entre otros) demuestra que en el largo plazo esta función debería probablemente independizarse, por lo menos en los aspectos operativos.

b) Rol de las empresas de servicio público

La participación de las empresas de servicio público en un programa como el propuesto es fundamental, tanto por su estrecha relación con el usuario y sus

necesidades, como por la facilidad que dicha relación proporciona para implementar las medidas de mejoramiento, transferir recursos para financiar las inversiones necesarias y recuperar las inversiones realizadas. Esta vinculación deberá permitir a las empresas rentabilizar su participación en el programa, compartiendo equitativamente los beneficios del mismo con el usuario y, eventualmente, con el conjunto de la sociedad.

c) Rol de las universidades, institutos tecnológicos y oficinas de Ingeniería

La actividad de estas entidades sólo trascenderá en la medida que el conocimiento generado por ellas se transfiera efectivamente al sector productivo.

Las universidades, institutos tecnológicos y los ingenieros consultores jugarán un rol fundamental en la identificación y materialización de las potencialidades de mejoramiento del uso de la energía y en el logro de los objetivos de los programas y políticas correspondientes. En la Región, la capacidad de absorber progreso técnico depende muy directamente de la presencia y solvencia de las entidades señaladas.

Las universidades e institutos tecnológicos deberán jugar igualmente un papel activo en el proceso de desarrollo y difusión de las tecnologías modernas y eficientes para el uso de la biomasa (generación termoeléctrica, calor industrial directo y producción de vapor), de la energía eólica, de la energía solar en aplicaciones térmicas de baja temperatura y de la energía fotovoltaica.

Igualmente importante será su participación en el diseño de sistemas de transporte, de producción agrícola, y de diseño y construcción de viviendas y edificios. Experiencias realizadas en América Latina (por ejemplo, en la ciudad de Curitiba) y otras regiones demuestran que el

rediseño de los sistemas de transporte permite reducir los costos de transporte, los tiempos de desplazamiento, las emisiones de contaminantes y los consumos de energía.

4.2.2 Identificación de mecanismos e incentivos

En relación a los mecanismos e incentivos que podrían adoptarse en la Región pueden señalarse los siguientes:

- **reglamentarios:** vinculados con la generación de nuevas normas y/o la aplicación efectiva de las existentes;
- **fiscales:** créditos al nivel de la tributación personal para las personas que reacondicionan térmicamente sus viviendas o instalaciones productivas;
- **financieros:** financiamiento de estudios para la introducción de nuevas fuentes y/o sustitución de equipos y procesos.
- **financiamiento de actividades de investigación y desarrollo:** evaluación de combustibles alternativos en vehículos, nuevos diseños de intercambiadores de calor, transformación y uso eficiente de la biomasa, proyectos de demostración.
- **difusión:** establecimiento de programas de información y sensibilización de la opinión pública.
- **capacitación:** programas de capacitación para profesionales y mandos medios para mejorar los diseños y prácticas de la construcción de viviendas y para operadores de equipos usuarios.

4.2.3 Programa de acción

Los distintos componentes de la red institucional que se constituirá para llevar a cabo el programa destinado a asegurar la sustentabilidad del sistema energético deberán realizar, entre otras, las siguientes actividades:

- auditorías energéticas, preliminares y de detalle;
- mecanismos que promuevan la implementación de las medidas recomendadas en las auditorías;
- evaluación de potencialidades de mejoramiento en cada uno de los principales sectores usuarios;
- implantación, seguimiento y evaluación de los mecanismos e incentivos;
- desarrollo de normas de calidad térmica de las viviendas y edificios, y regulaciones municipales que impongan su obligatoriedad;
- desarrollo de sellos de calidad de artefactos energéticos domésticos y viviendas eficientes térmicamente;
- formulación de proyectos de inversión y programas de mejoramiento del uso de la energía en un área dada;
- asistencia técnica y financiera a los usuarios;
- asistencia técnica a las instituciones de financiamiento destinadas a promover las inversiones en este campo;
- desarrollo de tecnologías para la utilización de las energías renovables y para mejorar la eficiencia con que se usa la energía;
- capacitación de profesionales, mandos medios, obreros especializados en tecnologías de uso eficiente de la energía;
- difusión de las tecnologías y de los resultados del programa de uso eficiente y de energías renovables;
- demostración económico-social de tecnologías de uso de las energías renovables;
- promoción de la investigación en el campo de las energías renovables: ensayos de funcionamiento de prototipos en posibles sitios de utilización, confección de mapas de recursos renovables, etc.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Bleviss, D. "The U.S. Energy Experience: Lessons to be Learned", International Institute for Energy Conservation, Washington. 1989.
- Cavalho y Galvao. "El Programa de Alcohol Combustible en el Brasil: Situación Actual e Impactos Sociales", Taller Internacional de Evaluación Tecnológica Sobre Sistemas Energéticos Descentralizados, Guatemala. 1989.
- CEPAL. "Transformación Productiva con Equidad", CEPAL, Santiago. 1990.
- Chateau, B. "Maitrise de l'énergie: réflexion sur l'expérience française", Revue de l'Energie, N°413, agosto, París. 1989.
- Del Valle, A. "Planificación Energética como Proceso de Organización", PRIEN, Santiago. 1986.
- Fajnzylber, F. "Industrialización en América Latina: de la 'Caja Negra' al 'Casillero Vacío'", Cuadernos de la CEPAL, N° 60, CEPAL, Santiago. 1990.
- Fernandes, Márcio. "Tecnologías de Producción de Carbón Vegetal", Taller Internacional de Evaluación Tecnológica Sobre Sistemas Energéticos Descentralizados, Guatemala. 1989.
- Goldemberg, Johansson, Williams y Reddy. "Energy for a Sustainable World", World Resources Institute. 1988.
- Labrousse, M. "Utilisation Rationnelle de l'énergie: justification économique et mise en œuvre", Revue de l'Energie, N° 401, abril. 1988.
- Lovins, A. "End-Use/Least-Cost Investment Strategies", XIV. Congreso de la Conferencia Mundial de la Energía, Sesión 2.3, Montreal, 1989.
- Martin. "Energy and Technological Change: Lessons from the Last Fifteen Years". 1990.
- Maldonado y Urquiza. "Diseño y Establecimiento de una Política de Uso Eficiente de Energía en Chile", Primer Congreso Nacional de Energía-Chile PRIEN, Santiago. 1990.
- Moragues y . Rapallini. "Uso Racional de la Energía, Fuentes Nuevas y Renovables: Su Aporte a la Conservación del Medio Ambiente", Proyecto Energético, N° 28, Buenos Aires. junio de 1990.
- OLADE. "La Década de los Ochenta", Revista Energética, Quito, enero-abril de 1990.
- OLADE. Base de datos del SIEE. 1991.
- Perrin y Romain. "De 1960 a Aujourd'hui: le Remodelage du Bilan Energétique Mondial", Revue de l'Energie, N°413, París. agosto de 1989.
- Primer Congreso Nacional de Energía-Chile. "Conclusiones", Actas del Congreso, PRIEN, Santiago. 1990.
- Sarlos y Verstraete 1989. "Le Developpement énergétique dans la dynamique de l'environnement", Revue de l'Energie, N°413, Paris, agosto de 1989.
- Suárez, C. "Energy, environment, development" a viewpoint from the South" Bulletin of the Co-operative Programme on Energy and Development, COPED Bulletin 2-90. 1990.
- Thomas, L. "Conclusions: Energy and the Environment", World Energy Conference, 14th Congress, Montreal. 1989.
- U.S. Department of Energy. "Energy Conservation Trends", DOE/PE-0092, Washington. septiembre de 1989.

Efficient Use of Energy: A Strategic Option for Protecting the Environment*

Pedro Maldonado**

1. INTRODUCTION

The decreasing importance of Latin America in international markets, the slowdown of its growth, the lack of social equity, and the deterioration of its environment suggest the need to adopt sustainable development strategies different from the ones that have been applied up to now. These new strategies assume an integral transformation of productive structures within a context of equity and environmental conservation.

Although there are different definitions of sustainable development, the one elaborated in 1987 by the World Commission on Environment and Development seems to be fully adapted to the purposes of the present article: "Sustainable development is a development that enables the needs of the present generation to be met without endangering the capacity of future generations to meet their own needs".

The Region will be able to successfully meet the above-mentioned challenge if it is able to define and implement a functional energy strategy with the systemic development process of each one of the components of Latin American society.

Traditionally, the approach to energy issues has consisted of increasing supply by means of increasingly expensive, complex, and large installations. This approach is every day growing more unfeasible economically, financially, politically, and environmentally.

According to the Latin American Energy Organization (OLADE), the energy sector absorbed a substantial share of the public investment of the Region's countries, in some cases more than 50%. According to the same source, the sector's foreign debt amounts to US\$80 billion, 60% of which pertains to the electric power subsector.

Owing to the financial, technical, and administrative constraints that affect the majority of the subsector's utilities, the Region's electric power outlook does not seem easy, especially bearing in mind that the expansion forecast for the next few years will require annual investments of about US\$15 billion to US\$20 billion and that overall financing perspectives are far from promising, since multilateral and bilateral development agencies are no longer able to contribute the resources required by the sector.

From the energy point of view, the sustainability of regional development assumes the following:

- a) adoption of a sector planning strategy that emphasizes the efficient use of energy, regarding the expansion of supply;
- b) ensuring the energy supply of geographically remote and/or economically marginal population sectors;
- c) adoption of energy options that minimize negative environmental impacts;
- d) incorporation of "clean" technologies, in the case of countries that base their energy development on local resources such as biomass or coal;
- e) solution of the sector's financing and managerial problems; and
- f) establishing the foundation for regional cooperation in the sector.

The environmental impacts linked to the production and use of energy, the world's response to the energy and environmental crisis, and finally a proposal that enables the Region's energy requirements to be met, ensuring sustainability of its development, are analyzed below.

* This article is based on some of the background and proposals developed by the author as consultant for the Industry and Technology Division of ECLA-UNIDO, within the context of "Sustainable Development: Productive Transformation, Equity, and Environment".

** Energy Research Program (PRIEN), University of Chile

2. ENERGY SYSTEM AND ENVIRONMENT

2.1 Energy System and its Environment

The energy system can be analyzed from two different but complementary perspectives. According to the first, it is a physical system subject to the first and second laws of thermodynamics. The main concern in this case is to increase thermal or mechanical efficiency to produce, transport, distribute, or use energy.

The second approach views energy as a component in a social and economic system, an element which, along with other goods and services, contributes to meeting human needs. This approach links operation of the energy's system to the nation's community in its different spheres of activity, to the present and future availability of energy resources, and to the degree of self-determination of national and regional development.

2.2 Environmental Impacts of the Energy System

In the phases of extraction, transformation and generation, transmission and transport, and use, significant environmental impacts, both positive and negative, are exerted. For example, suitably conceived energy projects not only permit the recovery of deteriorated basins, the channeling of water resources for clean water supply and/or the irrigation of agricultural land, and the reduction of desertification and erosion, but also provide impetus to economic activities.

On the other hand, some energy projects can affect both the biophysical and the social environment of the project. In turn, the use of energy in urban transport and of fossil fuels in industry and residential sectors pollutes, the air, water,

and soils, thus affecting the quality of living and health of substantial sectors of the population.

2.2.1 Origin of environmental pollution

The energy system's operation is responsible for different environmental impacts, which does not imply that environmental deterioration only has anthropocentric origins. In fact, the natural ecosystem is responsible for most CO₂ and methane emissions, whereas energy is the main cause of NO_x emissions but, along with agriculture, substantially contributes to methane and carbon dioxide emissions.

2.2.2 Pollution stemming from energy production and use

Acid rains produced by the emission of sulfur and nitrogen compounds, a large part of which come from energy production and use, affect constructions, tree foliage, topsoil, and surface waters, especially still waters, such as lakes.

Coal and oil combustion is responsible not only for the pH change in rainfall but also for the rapid growth of carbonic acid gas and hydrocarbons in the atmosphere, which has increased steadily in the last two hundred years, during which CO₂ has risen from 275 ppm to more than 340 ppm and methane from 0.7 to 2.4 ppm.

The world scientific community attributes the greatest importance to the greenhouse effect produced by carbon dioxide emissions, since if current trends persist, the concentration of CO₂ could double and the temperature of land surface could rise from 3 to 4 K in the next 50 years. According to current knowledge, there is no certainty that this will occur as forecast since the increase in cloudiness would counteract this phenomenon.

The issue of the environment has turned into a leading topic in forums, conferences, and congresses assembled to discuss energy problems. At the 14th Congress of the World Energy Conference, held in September 1989 in Montreal, the major energy-related environmental challenges were defined: global warming, acid rains, the disposal of nuclear wastes, urban pollution, and the safe exploration and production of petroleum and gas.

2.2.3 Options aimed at reducing the impacts of energy on the environment

Among the options adopted by the industrialized countries to mitigate the negative impacts of energy production, transport, and use, it is possible to distinguish immediate and longer-term responses. Among the immediate responses, the following should be emphasized:

- a) drastic curtailment of future CO₂, SO₂, and NO_x emissions in developing countries;
- b) introduction of pollution control equipment downriver from the emission sources; and
- c) promotion of nuclear energy.

Among the long-term responses, the following are promoted:

- a) international agreements on emission reduction;
- b) basic research on problems that have not been thoroughly defined, essentially those linked to global climate changes;
- c) standards and regulations on the level of emissions and the efficiency of energy-using equipment;
- d) the development of less polluting energy sources; and
- e) programs of efficient use of energy.

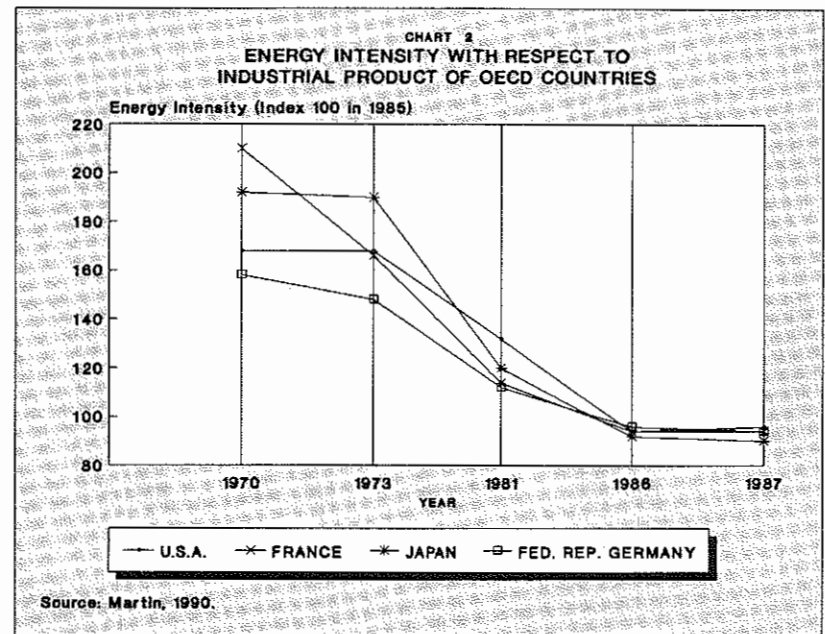
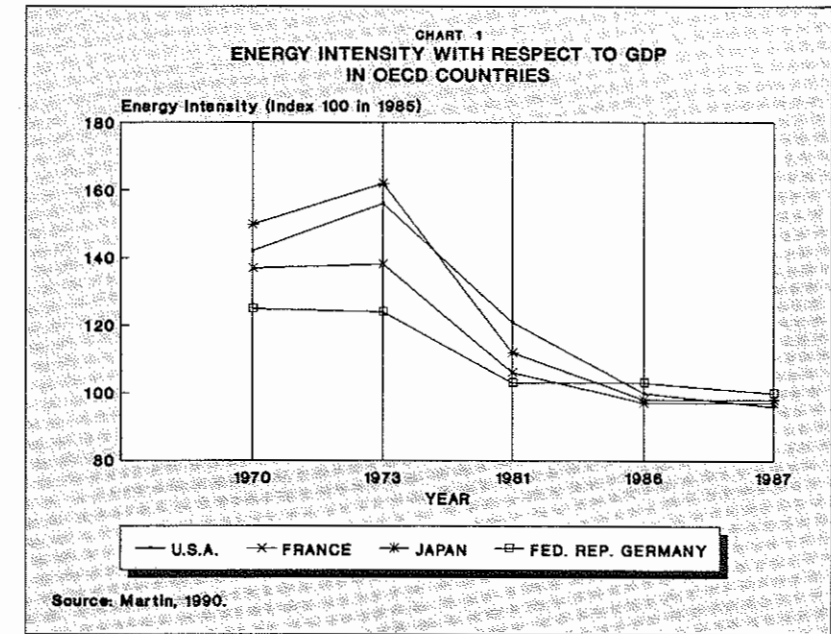
Within the Latin American context, the options that seem to respond most adequately to the Region's requirements are the efficient use of energy, renewable energy sources, and the growing use of natural gas. Some countries will have to envisage the transfer and generation of technologies aimed at minimizing the environmental impacts of coal.

These options will be emphasized in section 3 of the present article, and the experience of developed countries will be presented, in order to illustrate their potential, as well as the relevant experience of Latin America.

3. EFFICIENT USE OF ENERGY: A RESPONSE TO THE ENERGY AND ENVIRONMENTAL CRISIS

The energy debate has dominated the local, national, and international scene during the last two decades and has emphasized different energy issues depending on the evolution of the problems being faced. Immediately after the oil shock, the political crisis dominated the scene. The main problem consisted of defining who would be controlling the oil and at what price. At present, a substantial effort is being made to promote technological innovations aimed at reducing energy dependence, improving the efficiency of energy-using equipment, and developing alternative energy sources.

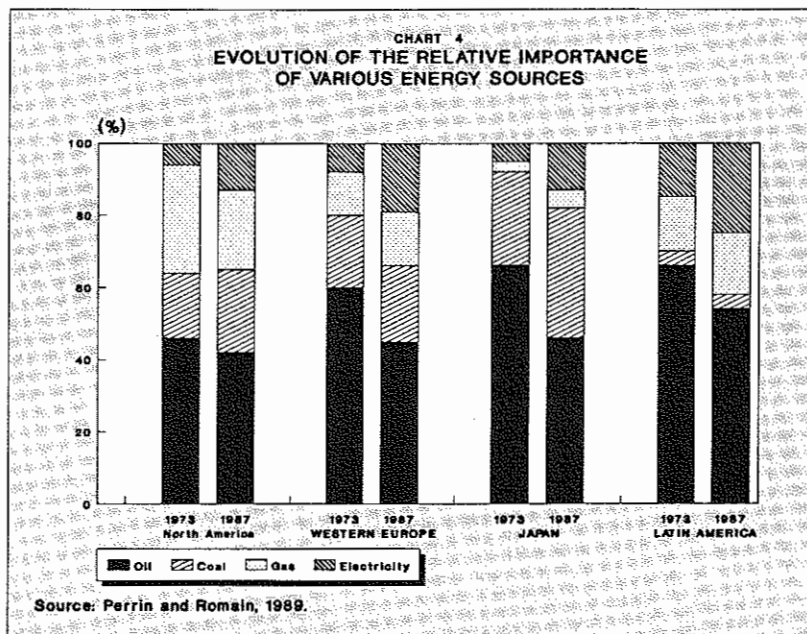
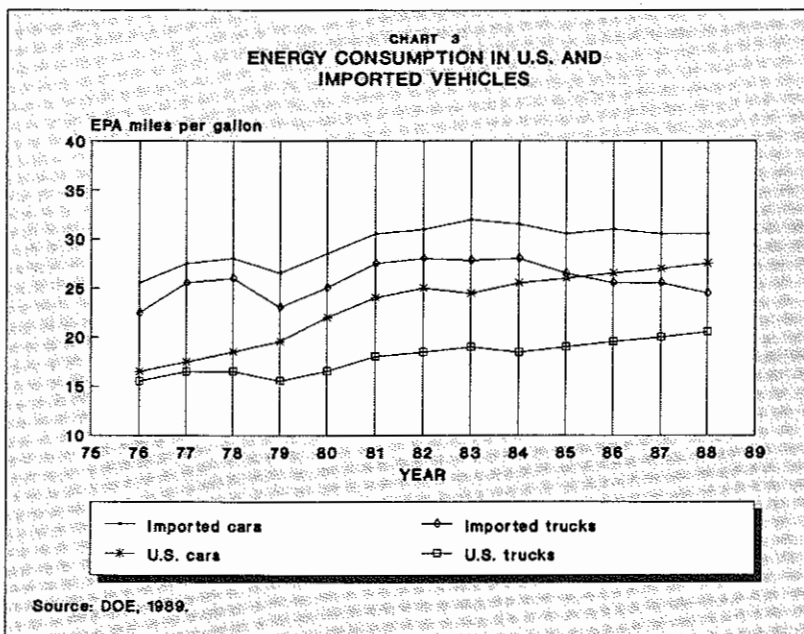
By the late seventies, the political factor started losing importance for the OECD countries but the impetus for innovation persisted and active policies geared toward efficient use of energy were introduced. In the Third World, the situation has remained unchanged since the beginning of the crisis, debt continues to be high, and development plans have been postponed due to lack of



resources. During the nineties, and probably during the following decade, the environment, especially the greenhouse effect, will dominate the debate. In view of the fact that environmental responsibility is planetary, the programs of efficient use of energy will remain in force in developed countries and will have to acquire, in the Region, a different thrust and greater effectiveness.

3.1 Efficient Use of Energy in Industrialized Countries

The efforts made by the OECD countries to improve efficient use of energy and their achievements are briefly described below. The experience of these countries enables us to visualize the potential and feasibility of this type of strategy for Latin America.



3.1.1 Modification of energy intensity

Beginning in the seventies, energy intensity fell substantially in the industrialized countries. This decline is due not only to the introduction of technological changes but also to the structural changes that are taking place in OECD countries.

Although it is complicated, methodologically speaking, to identify

the effects stemming from structural changes, J.M. Martin mentions several works that estimate that technological changes account for between 66% and 75% of the fall in energy intensity. Charts 1 and 2 enable us to visualize the evolution of global energy intensity and industrial activity in selected OECD countries.

Between 1972 and 1985, energy intensity measured in terms

of BTU per GDP unit declined in the United States from 24,600 to 17,300 and in Japan from 12,000 to 8,000. This enabled the former to reduce its energy expenditures by US\$150 billion per year. If its efficiency were similar to that of Japan, annual savings would amount to US\$220 billion.

The substantial reduction of energy intensity in industry comes from modifications in production processes, the replacement of some kinds of equipment (flat exchangers and the use of new materials), combustion control in boilers and furnaces by means of electronic systems under steady regime and load variation conditions.

The motor vehicle industry has made significant achievements in its efforts to reduce the specific consumption of vehicles (see Chart 3). In the United States, specific consumption was reduced by 50% between 1973 and 1988, and in Europe and Japan on the order of 3 liters per kilometer in the last decade. These fuel savings have been possible due to the massive introduction in this industry of new materials, the application of computer technology to designing parts and spares, and electronics applied to carburetion and transmission control.

The residential sector accounts for 30% to 40% of energy consumption in OECD countries. The reduction of consumption in this sector has been spectacular in these countries: in France, for example, consumption of a residence built in the late eighties consumes 25% of consumption in houses built before 1973 without sacrificing the comfort of its residents.

The thermal quality of residences has been improved by means of design changes, greater thermal insulation, controlled ventilation and heating systems, and more efficient boilers, heaters, and distribution systems.

3.1.2 Diversification of energy sources

From the Second World War up to 1973, the relative share of oil in the countries' energy balance has increased substantially. During this period, oil-importing countries consolidated their strong dependence on OPEC countries (in 1974, OPEC accounted for 53% of total world supply), specifically the Middle East. The oil crisis not only reduced the share of this fuel in these balances (see Chart 4) but also the share of OPEC as the world's source of oil supply.

a) **Renewable energy:** In the previous charts, the relative share of renewable energy products is not made explicit, since solar, geothermal, wind, nuclear, and biomass energy sources account for less than 10% of the primary energy balance in the OECD countries (80% of which pertains to nuclear energy).

Modern uses of biomass, small hydropower stations, and flat-plate solar collectors are based on technologies which, although mature, have not managed to establish themselves in a sustainable fashion. The situation is more favorable in the case of wind turbines, geothermal energy, biotechnologies, and photovoltaic cells.

b) **Fossil fuels other than oil:** Coal has regained part of the ground lost to oil. In some countries, especially the United States, Germany, and Japan, this fuel has virtually replaced oil in thermoelectric generation. Its pace of demand expansion depends on the results achieved by technologies geared toward reducing its environmental effects (basically fluidized bed technologies) and at facilitating its transport and utilization as a liquid or gas.

Moreover, natural gas acquired importance on the world energy scene in the early sixties. Since

then, gas reserves, production, consumption, and international trade have expanded simultaneously. In the case of Europe and Japan, natural gas constitutes an important element of their strategies for energy sustainability.

3.1.3 Restructuring the energy system and providing it with flexibility

In 1950-1970, world energy supply was characterized by a heavy concentration of supply. The energy crisis of the seventies questioned the suitability of the adopted solutions. The lack of alternative energy sources, the instability of oil prices, and the problems related to nuclear energy introduced uncertainties in long-term perspectives. This fostered the search for technological solutions that would provide flexibility to the energy system.

Many industries introduced dual devices and equipment and even multifuels in their factories. These systems, conceived for large installations, have gradually been adapted to the requirements of smaller users. The same has occurred with combined cycle gas turbines, and competitive equipment ranging from very few kw to several hundred MW has been created.

The moratorium applied to the nuclear option in several countries and the regulations imposed on public utilities have promoted co-generation projects, that is, the combined production of heat and electricity.

3.2 Efficient Use of Energy in Latin America

The background and comments presented below do not pretend to cover all the Region's achievements in this field. The proposal for action included in section 4 will not undergo any changes if the Latin American experience were handled more rigorously.

3.2.1 Change in energy intensity

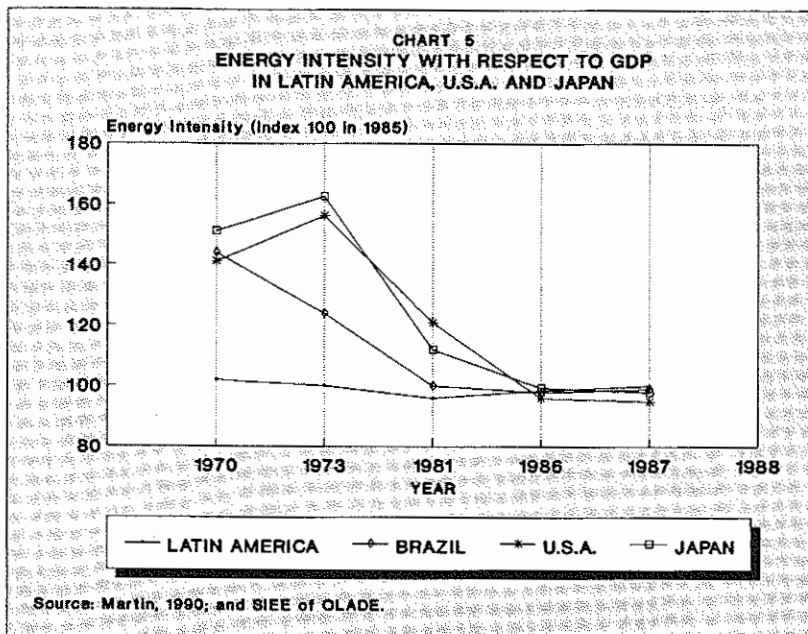
In contrast to what occurred in OECD countries, in Latin America, barring certain exceptions, there have been no substantial structural changes or official policies that have led to a significant change in the way energy is used and that would effectively engage the various social actors involved. Overall energy intensity has remained at about 2.9 (BOE/10³ US\$ of GDP) during the last 20 years (see Chart 5). One can even observe an increase in industrial energy intensity, which could indicate a rise in industrial mechanization.

Energy intensity in Brazil, on the contrary, shows a downward trend, which is more apparent at the level of the economy as a whole rather than in the manufacturing sector. Although it is still insufficient, substantial progress in the use of energy can be observed. In the State of Sao Paulo, for example, it is estimated that programs of the state agency for energy use (created in 1983) has enabled savings of about 350 MW of average electric power capacity and about 15,000 barrels of oil per day, since its creation.

3.2.2 Diversification of energy sources

As in the preceding case, barring certain exceptions, no efforts can be observed that would lead to the establishment of deliberate policies to foster, develop, and disseminate alternative sources at a scale that would modify the energy situation of the countries.

Brazil is an exception. Beginning in 1979, it adopted an oil substitution policy, which led to the reduction of the share of oil derivatives from 40.1% to 28.6% between 1975 and 1980, by developing hydropower and producing ethanol and charcoal.



In Argentina, the policies aimed substituting fuel-oil, diesel-oil, and coal with hydropower, nuclear energy, and natural gas for electric power production enabled hydro-nuclear energy generation to account for 64% of the total in 1985, compared to about 9% in 1970, and permitted natural gas to increase its share of thermal generation during the same period from 15% to 68%.

This situation led to a substantial reduction in the emission of pollutants stemming from electric power generation in Argentina; thus, between 1970 and 1985, specific global emission of SO₂ declined by 86%, particle emissions by 79%, CO₂ by 65%, and NO_x by 57%.

a) Renewable energies

In Latin America, the efforts aimed at introducing renewable energies, in most cases, do not go beyond pilot experiences conducted by universities or nongovernmental organizations. Apart from biomass, which provides about 20% of the Region's energy needs, there are several technologies that have been disseminated

successfully: geothermal energy, wind energy, micro hydropower stations, and the solar drying of agricultural products.

Despite the efforts of non-governmental organizations to disseminate more efficient technologies for the use of firewood in the cooking of foods and household heating, this energy source continues to be consumed along traditional patterns, with the consequent environmental problems.

Experiences in Brazil regarding the production of fuel alcohol and charcoal for industrial use deserve special mention. The PROALCOHOL program, begun in 1975, is the greatest alternative fuel program in the world. Its objective was to diversify the country's energy supply and to reduce the impact of oil imports and the fall of sugar prices. In 1986, alcohol in its hydrated and anhydrous forms accounted for 23% of fuel consumption in the transportation sector of Brazil.

Charcoal has become the main fuel for the iron and steel industry, cement industry, and other medium-sized industries that use charcoal directly or in its gasified form. Total

charcoal production amounts to about 11 million tons per year, of which 9.5 million are used by the iron and steel industry, smelting, and cement production.

b) Fossil fuels other than oil

Coal has played an important role in some Latin American countries, whether in the production of direct or indirect heat and in certain cases, Chile for example, in power generation. In view of the importance of the coal resources of Colombia, Brazil, Chile, and Mexico, this fuel will increase its relative share in their energy balances.

This assumes that substantial efforts will be made to conduct research and transfer technology to reduce the sulfur and nitrogen oxide emissions in the precombustion phase (basically washing), combustion phase (fluidized bed, cyclone burners, or regulated combustion systems), or post-combustion phase (cyclones, baghouse fabric filters, scrubbers, or catalytic reduction). In the longer term, the conversion of coal into gases or liquids seems to be a suitable option, both from the environmental point of view and in terms of energy diversification.

Although it is hard to think of broader developments in terms of international exchanges, natural gas should play an important role in the energy and environmental policy of some countries of the Region, whether net oil importers or oil producers that have substantial reserves, such as Venezuela, Mexico, Argentina, and Brazil.

4. BASES FOR DESIGNING A POLICY OF EFFICIENT USE OF ENERGY IN LATIN AMERICA

Latin America consumes 3.5 times less energy per inhabitant than Western Europe and 7 times less

than the United States. Although the Region's development patterns are not identical to those of OECD countries, there is no doubt that energy demand should grow significantly unless drastic and creative policies for the efficient use of energy are adopted.

The sustainability of an energy sector capable of fulfilling the Region's development requirements will only be possible if the sector significantly reduces its external dependence, substantially improves efficiency in the production and use of energy, contributes to recovering a deteriorated environment, and mitigates the eventual negative impacts stemming from its energy system.

Efficient use of energy, in the broadest meaning of the term, signifies reducing to a minimum the energy requirements per unit of product or service, selecting more suitable energy sources in keeping with available resources, and providing the supply system with greater flexibility and should be one of the central elements of any energy strategy for sustainable development in Latin America.

4.1 Obstacles to Implementing Efficient Use of Energy in the Region

4.1.1 Obstacles to Improving efficient use of energy

A broad potential for improving the efficient use of energy has been identified in the Region. Nevertheless, this potential has not been taken advantage of owing to a set of technical, economic, institutional, and behavioral obstacles that inhibit the adoption of highly profitable and easy-to-implement measures, among which the following should be mentioned:

- subsidized energy prices;
- unstable energy market;

- investment agent is not identical to user of installations;
- little technical know-how of user on the possibility of improvement;
- tendency to minimize initial investment on the total cost throughout the useful life of the equipment or household.

4.1.2 Obstacles for developing renewable energy sources

The Region has an abundance of renewable energy resources. Nevertheless, they have not been widely used as could be expected, except in Brazil, despite the fact that technologies for their exploitation could be produced in the short term, they are a unique option for certain remote areas, they can be manufactured to a large extent locally, and their subdivisibility facilitates financing.

An important obstacle to the dissemination of renewable energy sources is the marked financial, technical, and institutional disequilibrium between companies of the conventional energy subsector and companies and organizations that promote, develop, and disseminate renewable energy sources.

In addition, there are several specific hindrances, including the following:

- a) insufficient information on the availability of resources in remote areas;
- b) technical and economic uncertainties concerning the operation of the technologies;
- c) little familiarity with these systems on the part of energy planners and decision makers;
- d) lack of institutions and policies to promote commercial renewable energy technologies; and
- e) little or no capacity for the local manufacturing of equipment for exploiting these energy sources.

4.2 Institutional Design for Sustainable Energy Development

The World Energy Conference (WEC), in its invitation for the presentation of papers at its 14th Congress (Montreal, 1989), indicated the following: "As we come close to the twenty-first century, more energy is required to meet human needs". This assertion assumes that the following problems will have to be tackled: shortage of capital, price increases, vulnerability to supply accidents or interruptions, environmental deterioration, growing likelihood of outages in large-scale, normally complex, and in some cases virtually experimental systems.

The challenges implicit in the solution of the problems listed above will oblige the Region's countries to define an institutional framework and a set of mechanisms that would enable to generate, adapt, and transfer their own technologies and to transfer the experiences of developed countries in this field.

An adequate policy of efficient use of energy should identify the lines of action and the institutional framework in charge of the operational and strategic management of this policy. In this case, the institutional framework should act in the following fields: adequate supply of energy for the various activities, improvement of efficient use in the main consumer sectors, energy source substitution, dissemination of technologies for the exploitation of renewable energy sources, and the redesigning of user systems.

Design of the institutional framework presupposes that obstacles will be identified, actors involved will be specified and their roles defined, and the mechanisms, incentives, and strategies for implementing the program will be determined. Those aspects related to the

credit and financial system, regional integration, and the strengthening of the sector's enterprises and institutions will not be handled in this article, despite the fact that the success of a program as the one proposed herein will depend on the adequate consideration of the specific characteristics displayed by the Region's market economies.

4.2.1 Identification of actors and roles

It is likely that the ministries of Housing, Transportation, Energy, Industry, Economy, and Agriculture, financial and credit institutions, technological research institutes, universities, energy sector enterprises, the main user companies, capital goods manufacturers, consulting firms, professional engineering and architects associations, community groups, etc., will be part of the institutional network, among others. For example, owing to its importance, brief comments will be made on the role that some actors involved in a program such as the one being proposed herein should assume. Among these, one should emphasize the role of the State, public utilities, and universities, technological institutions, and engineering offices.

a) Role of the State

In those countries where efficient use of energy has become a strategic option, the conclusion has been reached that the active presence of the State is essential to achieve the objectives pursued. The pricing system, regardless of its appropriateness, should be complemented by measures aimed at stimulating investments in efficient use of energy. The regulations and incentive mechanisms should achieve compatibility between social benefit and private gain.

This participation is necessary owing to the following:

- Private operators cannot, by themselves, assume responsibility for demonstrating new processes or providing information and awareness-raising to users.
- Responsibility for the country's trade balance, national independence, environmental preservation, and macroeconomic equilibrium pertains to the State.
- Research and development for the betterment of new products, processes, and services that are clean and efficient imply a long-term horizon and technical and financial risks that go beyond the decision-making capacity and horizons of most companies.
- Local resources, specifically renewable energies, are usually not developed by economic agents.

The need for creating an institution that would promote the efficient use of energy and reinforce existing institutions is not a topic for discussion at this time. The experience of several countries (AFME in France and IDAE in Spain, among others) shows that, in the long term, this function should probably become autonomous, at least with respect to its operational aspects.

b) Role of public utilities

The participation of public utilities in a program such as the one being proposed herein is essential, not only because of their close ties to the user and his needs but also because of the facility that this relationship provides to implement improvement measures, to transfer resources to finance the needed investments, and to recover previous investments. This linkage should enable utilities to make a profit on their participation in the program, by equitably sharing the program's revenues with the user and, eventually, with society as a whole.

c) Role of universities, technological institutes, and engineering offices

The activity of these entities will exert an impact only to the extent that the knowledge generated by them is effectively transferred to the productive sector.

The universities, technological institutes, and consultant engineers will play an essential role in identifying and implementing the potential for improvement in energy use and in achieving the objectives of the corresponding programs and policies. In the Region, the capacity to absorb technical advances depends directly on the presence and solvency of the above-mentioned entities.

The universities and technical institutes should also play an active role in the process of developing and disseminating modern and efficient technologies for the use of biomass (thermoelectric generation, direct industrial heat, and steam production), wind energy, solar energy in low-temperature thermal applications, and photovoltaic energy.

Their involvement in the design of transport systems, agricultural production, and the design and construction of residences and buildings is also important. Experiences in Latin America (for example, in the city of Curitiba) and other regions show that the redesigning of transportation systems enables transportation costs, travel time, emission of pollutants, and energy consumption levels to be reduced.

4.2.2 Identification of mechanisms and incentives

The following mechanisms and incentives could be adopted in the Region:

- **Regulatory:** the generation of new standards and/or the effective application of existing standards.

- **Fiscal:** credits at the personal tax level for persons who thermally remodel their homes or manufacturing installations.
- **Financial:** funding of studies for the introduction of new energy sources and/or the substitution of equipment and processes.
- **Funding of research and development activities:** assessment of fuel alternatives in motor vehicles, new designs for heat exchangers, transformation and efficient use of biomass, demonstration projects.
- **Dissemination:** establishment of information programs and awareness raising of public opinion.
- **Training:** training programs for professionals and middle management to improve house-building designs and practices and for the operators of user equipment.

4.2.3 Action program

The various components of the institutional network which will be set up to conduct the program aimed at ensuring the sustainability of the energy system should carry out the following activities, among others:

- preliminary and detailed energy audits;
- mechanisms that promote the implementation of the measures recommended in the audits;
- assessment of the potential for improvement in each main user sector;
- implementation, follow-up, and evaluation of the mechanisms and incentives;
- development of thermal quality standards for housing and buildings and municipal regulations that can be enforced;
- development of quality seals for household appliances and households that are thermally efficient;
- formulation of investment projects

- and programs aimed at improving the use of energy in specific areas;
- technical and financial assistance to users;
- technical assistance to financing institutions that promote investments in this field;
- development of technologies for the use of renewable energy sources and to improve the efficient use of energy;
- training of professional, middle-management staff, workers specialized in efficient use of energy technologies;
- dissemination of the technologies and results stemming from the program of efficient use and renewable energy sources;
- socioeconomic demonstration of technologies for the use of renewable energy sources;
- promotion of research in the field of renewable energy sources: testing the operation of prototypes in the potential sites of use, elaboration of renewable energy resources maps, etc.

REFERENCES

- Bleiviss D., "The U.S. Energy Experience: Lessons to be Learned", International Institute for Energy Conservation, Washington, D.C., 1989.
- Cavalho and Galvao, "El Programa de Alcohol Combustible en el Brasil: Situación Actual e Impactos Sociales", International Workshop on Technological Assessment of Decentralized Energy Systems, Guatemala, 1989.
- Chateau B., "Maitrise de l'énergie: réflexion sur l'expérience française", *Revue de l'Energie*, No. 413, Paris, August 1989.
- Del Valle, A., "Planificación Energética como Proceso de Organización", PRIEN, Santiago, 1986.
- ECLA, "Transformación Productiva con Equidad", ECLA, Santiago, 1990.
- Fajnzylber, F., "Industrialización en América Latina: De la 'Caja Negra' al 'Casillero Vacío'", ECLA Notebooks, No. 60, ECLA, Santiago, 1990.
- Fernandes, Márcio, "Tecnología de Producción de Carbón Vegetal", International Workshop on Technological Assessment of Decentralized Energy Systems, Guatemala, 1989.
- Goldemberg, Johansson, Williams, and Reddy, "Energy for a Sustainable World", World Resources Institute, 1988.
- Labrousse, M., "Utilisation rationnelle de l'énergie: justification économique et mise en oeuvre", *Revue de l'Energie*, No. 401, Paris, April 1988.
- Lovins, A., "End-Use/Least-Cost Investment Strategies", 14th Congress of the World Energy Council, Session 2.3, Montreal, 1989.
- Martin, "Energy and Technological Change: Lessons from the Last Fifteen Years", 1990.
- Maldonado and Urquiza, "Diseño y Establecimiento de una Política de Uso Eficiente de Energía en Chile", First National Energy Congress of Chile, PRIEN, Santiago, 1990.
- Moragues and Rapallini, "Uso Racional de la Energía, Fuentes Nuevas y Renovables: Su Aporte a la Conservación del Medio Ambiente", *Proyecto Energético*, No. 28, Buenos Aires, June 1990.
- OLADE, "Regional Cooperation as a Mechanism for Alleviating the Economic and Energy Stagnation of the 1980s", *Energy Magazine*, Year 14, No. 1, Quito, January-April 1990.
- OLADE, Data base of the Energy-Economic Information System (SIEE), 1991.
- Perrin and Romain, "De 1960 a aujourd'hui: le remodelage du bilan énergétique mondial", *Revue de l'Energie*, No. 413, Paris, August 1989.
- First National Energy Congress of Chile, "Conclusiones", Congress Proceedings, PRIEN, Santiago, 1990.
- Sarlos and Verstraete, "Le Développement énergétique dans la dynamique de l'environnement", *Revue de l'Energie*, No. 413, August 1989, Paris.
- Suárez, C., "Energy, Environment, Development: A Viewpoint from the South", Bulletin of the Co-operative Programme on Energy and Development (COPED), No. 2-90, 1990.
- Thomas L., "Conclusions: Energy and the Environment", 14th Congress of the World Energy Council, Montreal, 1989.
- U.S. Department of Energy, "Energy Conservation Trends", DOE/PE-0092, September 1989, Washington, D.C., 1989.