

UNITED NATIONS

ECONOMIC COMMISSION  
FOR LATIN AMERICA  
AND THE CARIBBEAN



1948 - 1988

ECLAC

Distr.  
LIMITADA

LC/L.480  
4 de noviembre de 1988

ORIGINAL: ESPAÑOL

---

CAMBIOS EN LA INSERCIÓN DE AMÉRICA LATINA  
EN EL MERCADO MUNDIAL DE ENERGÉTICOS  
1960-1985 \*/

\*/ Este documento fue preparado por el señor Carlos Risopatrón, consultor de la División de Recursos Naturales y Energía de la CEPAL. Las opiniones expresadas en este trabajo son de la exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la organización.

Este trabajo no ha sido sometido a revisión editorial.



## INDICE

	<u>Página</u>
RESUMEN .....	1
I. INTRODUCCION .....	4
1. Antecedentes y objetivo .....	4
2. Aspectos metodológicos .....	6
3. Problemas metodológicos .....	6
II. LA ECONOMIA ENERGETICA EN LAS ECONOMIAS DE MERCADO .....	9
1. Identificación de los cambios estructurales.....	9
2. Energía: tendencias mundiales de largo plazo.....	15
3. Tendencias mundiales recientes.....	17
III. LA ESTRUCTURA ENERGETICA DE LOS PAISES EN DESARROLLO Y LA EVOLUCION DEL MERCADO ENERGETICO MUNDIAL .....	20
1. Eficiencia energética global.....	20
2. La transición energética.....	22
3. Eficiencia energética en los años ochenta.....	24
4. Energía en América Central. Problemas principales .....	28
IV. NECESIDADES ENERGETICAS EN AMERICA LATINA .....	31
1. Tendencias regionales .....	31
2. Electricidad: tendencias históricas .....	34
3. Desarrollo de la industria de gas natural: 1960-1985 .....	37
4. Comercio regional de gas natural .....	38
5. Estructura del consumo de energía en América Latina: Síntesis .....	40
V. EVALUACION ESTADISTICA DE LOS CAMBIOS EN LA ESTRUCTURA ENERGETICA DE AMERICA LATINA .....	45
1. Premisas básicas .....	45
2. Tendencias energéticas 1960-1985.....	45

	<u>Página</u>
3. Energía y actividad económica 1960-1985.....	48
4. Eficiencia y dependencia energética: América Latina 1960-1985 .....	49
5. Evolución del mercado regional de petróleo y sus derivados.....	55
6. Tendencias en la generación eléctrica regional: 1960-1985 .....	64
VI. CONCLUSIONES .....	70
Notas .....	74

## RESUMEN

En 1973 y 1979 la economía mundial pasó por dos grandes crisis energéticas. Estas impactaron fuertemente la economía energética, y aceleraron el cambio en la estructura del consumo de energía en las economías industriales y en los países en desarrollo.

Los Estados Unidos, Canadá, Japón y los países de Europa Occidental hicieron un gran esfuerzo hacia la conservación energética y la sustitución del petróleo, con miras a reducir su dependencia a las importaciones de petróleo y ajustar, en parte, los desequilibrios macroeconómicos externos inducidos por los mayores costos energéticos. Desde 1973, cuando los precios del petróleo se cuadruplicaron, los países industriales comenzaron a usar mucho menos energía por unidad de producto.

Por su parte, los países en desarrollo, encabezados por América Latina y las economías centralmente planificadas han registrado un aumento anual en el consumo de energía superior al 3% entre 1973 y 1984.

Luego de un extenso período de expansión, la dependencia petrolera mostró una declinación en los países industrializados. En la OCDE la participación del petróleo en el consumo mundial se redujo más de 10% entre 1973 y 1984, mientras en América Latina la reducción sólo alcanzó 7%.

Principalmente en Estados Unidos y Japón las tasas de consumo energético sobre PIB, y la relación entre consumo de petróleo y consumo de carbón, se han reducido debido a una fuerte sustitución en el sector industrial. En los países en desarrollo y en América Latina en particular, la sustitución ha sido menos significativa, no obstante muchos países de la región revisaron sus políticas energéticas nacionales, elevando el interés en el carbón, el gas natural, la energía nuclear y las fuentes renovables de energía, como electricidad y biomasa.

Pese a los esfuerzos de sustitución por parte de los gobiernos de la región, la dependencia petrolera es aún significativa y limita el uso de las divisas obtenidas del comercio internacional. La electricidad y el gas natural tienen ahora un alto potencial de sustitución frente al petróleo. Hacia fines del período de análisis, el sector energético de América Latina se caracterizaba por una alta dependencia al petróleo y un bajo control de estructura de consumo. La participación de la leña y el gas natural se mantiene a niveles significativos, no así la participación del carbón mineral.

La generación eléctrica ha crecido en el período, principalmente la de origen hidroeléctrico, mientras la energía nuclear (Argentina y Brasil) y geotérmica (América Central y México) son nuevas alternativas a la generación térmica.

Luego de crecer fuertemente durante casi dos décadas, el consumo de derivados del petróleo se ha estancado en el decenio de 1980. Aunque el consumo de diesel/gasoil ha crecido considerablemente, el consumo de gasolinas se ha mantenido a los niveles de 1980.

La dependencia a las importaciones de petróleo se elevó durante los años sesenta manteniéndose en los años setenta. El efecto acumulativo de los shocks petroleros del decenio de 1970 y la menor actividad económica interna llevaron en los años ochenta a una reducción real de las importaciones, acompañada por una fuerte expansión de la producción doméstica. Este fenómeno sucedió también fuera de la región e hizo desplomarse los precios internacionales del crudo a partir de 1985.

La generación eléctrica, usando petróleo combustible, fue sustituida en gran magnitud por la hidroelectricidad en la región, especialmente en los países no exportadores de petróleo.

Si bien en los últimos 25 años América Latina ha producido más energía comercial que sus requerimientos de consumo por habitante, el consumo de energía estuvo centrado principalmente en hidrocarburos. A partir de 1974, sin embargo la participación del consumo de derivados como proporción del consumo de energía comercial se estancó, reduciéndose a partir de 1980.

El consumo de electricidad y de gas natural por unidad de producto se elevó a partir de la segunda crisis del petróleo en la región. Mientras el consumo de energía comercial por habitante se estanca a partir de 1981, el consumo de derivados por habitante se reduce en el decenio de 1980, luego de un crecimiento de casi 3 décadas.

Aunque históricamente América Latina ha sido un exportador neto de energía, el nivel del superávit comercial energético se ha reducido desde más de 160% del consumo doméstico en 1960, a sólo 30% anual entre 1975 y 1985, manteniéndose a niveles del 40% en los años ochenta.

No obstante, dentro de la región existen diferencias significativas. México, Ecuador y Venezuela se han constituido en exportadores brutos de petróleo crudo, y su economía depende crucialmente de los mercados internacionales del crudo. Argentina, Perú y Colombia han alcanzado la autosuficiencia en el abastecimiento energético gracias a un esfuerzo notable en la explotación de petróleo en el Perú y el mayor desarrollo de la hidroelectricidad y el gas natural en los otros dos países.

Las crisis petroleras afectan con especial intensidad al Brasil y a Chile, países que no han logrado la autosuficiencia energética pese al gran desarrollo de la hidroelectricidad y a un esfuerzo de sustitución por biomasa en el caso brasilero. La economía chilena desarrolló una fuerte integración al comercio internacional de energía, aumentando su exposición a las crisis energéticas externas, mientras Brasil buscó sustitución de dependencia externa con recursos energéticos domésticos.

Aunque Bolivia ha sido históricamente un exportador neto de energía, su mercado interno es muy reducido y debe exportar gas natural para generar divisas y financiar la importación de productos manufacturados. Aunque la integración energética de Paraguay con Brasil ha sido significativa, las crisis afectaron el consumo de energía en forma similar a Uruguay, elevando la dependencia fuertemente en el decenio de 1970. La expansión en la producción hidroeléctrica ha logrado compensar en parte esa mayor dependencia en los años ochenta.

Los países de América Central no cuentan con yacimientos petroleros significativos y su estructura económica basada en la agricultura y los servicios, fue fuertemente afectada por las crisis energéticas. La estructura de consumo de derivados no se modificó ante los mayores precios y la dependencia a las importaciones de petróleo se elevó a niveles alarmantes. El efecto directo ha sido un mayor consumo de energía no comercial (carbón de leña y bagazo de caña) y alto endeudamiento externo, junto a un menor nivel de producto interno bruto por habitante.

## I. INTRODUCCION

### 1. Antecedentes y Objetivo

La inserción de la economía energética de la región, en el mercado energético mundial, ha sido afectada por fuertes cambios económicos y tecnológicos en los últimos 25 años. América Latina posee recursos abundantes de las tres formas de energía comercial tradicional más importantes: hidrocarburos (petróleo y gas natural), hidroelectricidad y carbón mineral, aunque su distribución es muy heterogénea en los distintos países, especialmente en el caso de los hidrocarburos y del carbón mineral.

En contraste con la disponibilidad de estos recursos, la estructura de demanda de energía en todos los países de la región se ha basado particularmente en el petróleo. El consumo de este combustible representa más del 60% del total de la energía comercial usada en la región. Si agregamos el consumo de gas natural, se llega a más del 75% del total energético utilizado.

El objeto de este estudio es examinar los cambios en las tendencias mundiales de oferta y demanda energética, y su interrelación con el mercado energético de América Latina.

Para facilitar el análisis metodológico podemos distinguir tres períodos históricos en el análisis: el período "de energía barata", desde los años cincuenta hasta 1973; el período "de crisis energética" desde 1973 a 1980; y el período "de transición energética" desde 1981 hasta ahora.

Podemos entonces identificar las características generales de cada uno de los tres períodos en términos de producción, consumo y comercio de energía; consideramos especialmente la capacidad de abastecimiento doméstico de los países de la región y de las economías de mercado que constituyen mercados externos significativos.

Una vez identificadas las principales tendencias del mercado energético mundial, estudiamos las tendencias principales en el consumo, la producción y el comercio de América Latina; comparamos los patrones principales de fuentes y usos de energéticos, discutiendo las similitudes y diferencias fundamentales. Finalmente, se plantean algunas posibles líneas de desarrollo en las bases energéticas domésticas de los países de la región, de acuerdo a las tendencias de la economía energética mundial.



## 2. Aspectos Metodológicos

La inserción energética de América Latina es abordada aquí en términos de reducción de importaciones petroleras, desarrollo de recursos energéticos domésticos, diversificación de fuentes de oferta de energía e introducción de medidas de control de la demanda para los países en desarrollo. Sin embargo, la severidad del problema varía de país en país, dependiendo de su fase de desarrollo y de su capacidad de producir petróleo. Debemos poner particular atención a la estructura económica e industrial de los países; esta estructura cambia en la medida en que los países se desarrollan.

Aun si nuestro análisis se restringe al sector energético, existen diferentes requerimientos en una perspectiva de corto plazo versus una de largo plazo, como la expuesta en este estudio: para comprender la evolución del sector energético en una perspectiva global, es necesario comprender la forma en que la energía es usada en naciones con distintos niveles de desarrollo.

El método abordado para desarrollar este estudio comprende cuatro estratos principales. Primero se examina la evolución del sector energético en las economías de mercado, examinando los cambios en las participaciones de los insumos energéticos en el consumo mundial de energía. Se estudian los factores de oferta y demanda que originaron esos cambios.

Se examinan las principales tendencias mundiales en el mercado de energía global. Se evalúa las principales reacciones a los eventos en el mercado mundial del petróleo y carbón en el decenio de 1970. Especialmente se destacan los efectos sobre el comercio de gas natural y sobre las fuentes de generación eléctrica. Se comentan los cambios recientes en la relación entre consumo de energía y actividad económica, destacando la importancia creciente del desarrollo de las fuentes de energía nuevas y renovables. Los esfuerzos de prospección de combustibles fósiles son comentados brevemente y se hace una breve síntesis de los esfuerzos de conservación y sustitución de energía, hechos por las economías industriales y el mundo en desarrollo.

En una segunda etapa se examina la estructura energética de los países en desarrollo y se compara con la evolución del mercado energético en las economías industrializadas. En este punto se discuten las tendencias a la sustitución y conservación de combustibles de las economías industriales, versus la evolución de las economías en desarrollo. Examinamos el uso mundial de energía y la tendencia global hacia una transición energética, basada en un mayor uso de recursos renovables y menor participación de los combustibles fósiles.

Se discuten los programas de eficiencia energética en las economías en desarrollo, y los principales problemas que estos programas enfrentan, usando las economías industriales como base de comparación. Se enfatiza especialmente la eficacia energética del sector transporte, industria y agricultura, haciendo algunas consideraciones sobre la capacidad de soporte del medio ambiente. Se hace una síntesis enfatizando las características regionales y globales de los problemas energéticos que enfrentan las regiones en desarrollo y América Latina en particular.

En una tercera etapa se examinan las necesidades energéticas de América Latina, analizando la estructura energética regional y sus vinculaciones con el comercio internacional de combustibles. Se examina el esfuerzo de sustitución de energía realizado por la región, frente a los cambios en el mercado internacional del petróleo. Se pone especial atención a la composición de las fuentes usadas en la producción de energía eléctrica y en el desarrollo de la industria y comercio regional del gas natural.

En una breve síntesis se presentan los principales cambios estructurales en el uso de la energía en la región durante el período de análisis, enfatizando los cambios en la distribución sectorial del consumo energético. Se discuten los principales problemas que enfrenta la región centroamericana no exportadora de petróleo, enfatizando el papel de la electricidad en el sector rural.

La cuarta etapa de trabajo consiste en una evaluación estadística de los cambios en la estructura energética de América Latina en los últimos 25 años. Para esto se construyen una serie de indicadores de eficiencia, dependencia y sustitución energética para la región y para algunos países en particular. Del análisis de estos indicadores y de las tres etapas anteriores surgen las conclusiones del trabajo. Se presentan algunos gráficos que apoyan los resultados del análisis económico. Finalmente, se entrega una guía de referencias bibliográficas para consultar sobre las fuentes de información.

### 3. Problemas metodológicos

El principal problema que enfrenta la metodología es la necesidad de considerar los requerimientos de consumo energético como un aspecto del problema más amplio del desarrollo económico de la región. Esto nos lleva a considerar la demanda y oferta energética regional en un sentido más amplio que la demanda por petróleo, incluyendo los niveles de consumo de todas las formas de energía comercial, tanto de fuentes tradicionales como de fuentes no convencionales.

Existen varios métodos para agrupar los países según su uso de energía; un trabajo más sistemático debería clasificar los países en desarrollo, incluyendo América Latina, al menos por dos métodos distintos: un método consideraría el monto de petróleo importado y el nivel de ingreso per cápita. Una segunda forma agruparía a los países según su riqueza de recursos, midiendo así su capacidad de generar divisas para financiar sus importaciones energéticas.

Por consideraciones de tiempo, el enfoque usado aquí es más simple, y separamos los grupos de países por área geográfica, nivel de desarrollo relativo, inserción en el comercio de petróleo (autosuficientes, exportadores o importadores de petróleo) y otros criterios de uso común (países miembros de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP), Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), etc.).

La combinación de fuentes energéticas debería estar determinada por los costos relativos de varios recursos energéticos. Dependiendo de la ubicación

geográfica, el carbón, el gas natural e, incluso, la fisión nuclear son razonablemente competitivos entre sí para producir energía eléctrica, asumiendo una adecuada amortización de los costos de capital inicial. El precio del petróleo en el periodo de cartel de la OPEP era demasiado alto, mientras que su costo marginal era muy bajo. Esta situación llevó a las inestabilidades que son discutidas en el trabajo.

Tomando una visión global y aplicando la teoría económica de mercados libres, se esperaría que la mezcla de fuentes energéticas usadas representa una combinación de mínimo costo. Sin embargo, desde el punto de vista geográfico y desde el punto de vista del desarrollo nacional versus el internacional, esto no es tan obvio. Algunos países poseen recursos energéticos extensos y de bajo costo (carbón en Colombia, Estados Unidos, Sudáfrica y la Unión Soviética; petróleo en el Ecuador, México y Venezuela, gas natural en Bolivia, etc.). Es así como los países desarrollan primero sus recursos energéticos y minerales de bajo costo y se produce menor interdependencia energética entre las naciones.

Con un grado creciente de autarquía en energía y minerales, la tendencia global y regional es hacia el desarrollo de tecnología innovadora, para producir energía a un costo más razonable. Dado que la tecnología es relativamente fácil de transferir, los avances mundiales terminarían produciendo rápidamente beneficios en la región.1/

El método de trabajo no incluye el uso de combustibles sintéticos, los cuales alcanzaron popularidad en los años setenta, especialmente el desarrollo de la tecnología para hacer petróleo sintético en base al carbón y los esquistos bituminosos. El mercado ha cambiado y el petróleo sigue siendo el combustible preferido para transporte, siendo reemplazado en sus aplicaciones para producir calor. Las refinerías están ajustando sus productos a este cambio en la demanda.2/

La crisis energética mencionada en este estudio se refiere a la actual crisis del petróleo; ésta ha sido la crisis principal experimentada por los países occidentales y el Japón. En América Latina la crisis energética ha asumido proporciones diferentes pero no menos significativas. La alta tasa de natalidad y el acelerado proceso de urbanización de la región no ha sido acompañado por un aumento similar en la producción agrícola. La crisis energética ha sido responsable por la mayor escasez de alimentos.

Los mayores precios del diesel y del petróleo han tenido un impacto directo sobre el uso de maquinaria agrícola y sobre los costos de irrigación y transporte. Un mayor consumo de energía en áreas rurales es básico para obtener mayor productividad. El aumento en los costos de los fertilizantes manufacturados con combustibles fósiles, ha mantenido bajas productividades agrícolas durante el periodo, especialmente en la producción de alimentos para consumo doméstico.3/

Si el progreso tecnológico alcanzado en el campo de las fuentes no convencionales no es trasladado en equipamiento comercial capaz de penetrar en los mercados de la región, estas fuentes de energía no tienen impacto sobre la economía de energía. La viabilidad económica del equipo debe ser

examinada, de forma que éstos sean manufacturados y vendidos a precios competitivos.

El último tipo de problemas enfrentado por el método de trabajo se refiere a la construcción de algunos índices para evaluar el mercado energético. El consumo de energéticos por unidad de producto y per cápita oculta cambios significativos en la estructura económica de los países y de la región, luego deben ser interpretados con cautela.<sup>4/</sup>

Debido a la composición del comercio internacional de hidrocarburos de la región, las comparaciones agregadas entre producción y consumo no reflejan el comportamiento del mercado. Muchos países importadores de petróleo compran en el mercado internacional o en países fuera de América Latina. Mientras tanto la mayor parte del petróleo producido por la región es consumido fuera de ésta. Un examen más detallado sobre comercio intrarregional de energía, y sobre los costos de oportunidad de las divisas generadas y gastadas en el sector energético, sería de mucha utilidad para la planificación de la economía energética regional.

## II. LA ECONOMIA ENERGETICA EN LAS ECONOMIAS DE MERCADO

### 1. Identificación de los Cambios Estructurales

El mercado energético mundial ha cambiado notoriamente en los últimos años. Los altos precios del petróleo de los años setenta motivaron a los países importadores a tomar medidas para la conservación de los recursos energéticos, buscar una mayor eficiencia en su uso y promover la utilización de fuentes alternativas. Al mismo tiempo, las recesiones económicas de 1974-1975 y 1980-1983 causaron una disminución en el consumo en todos los países.

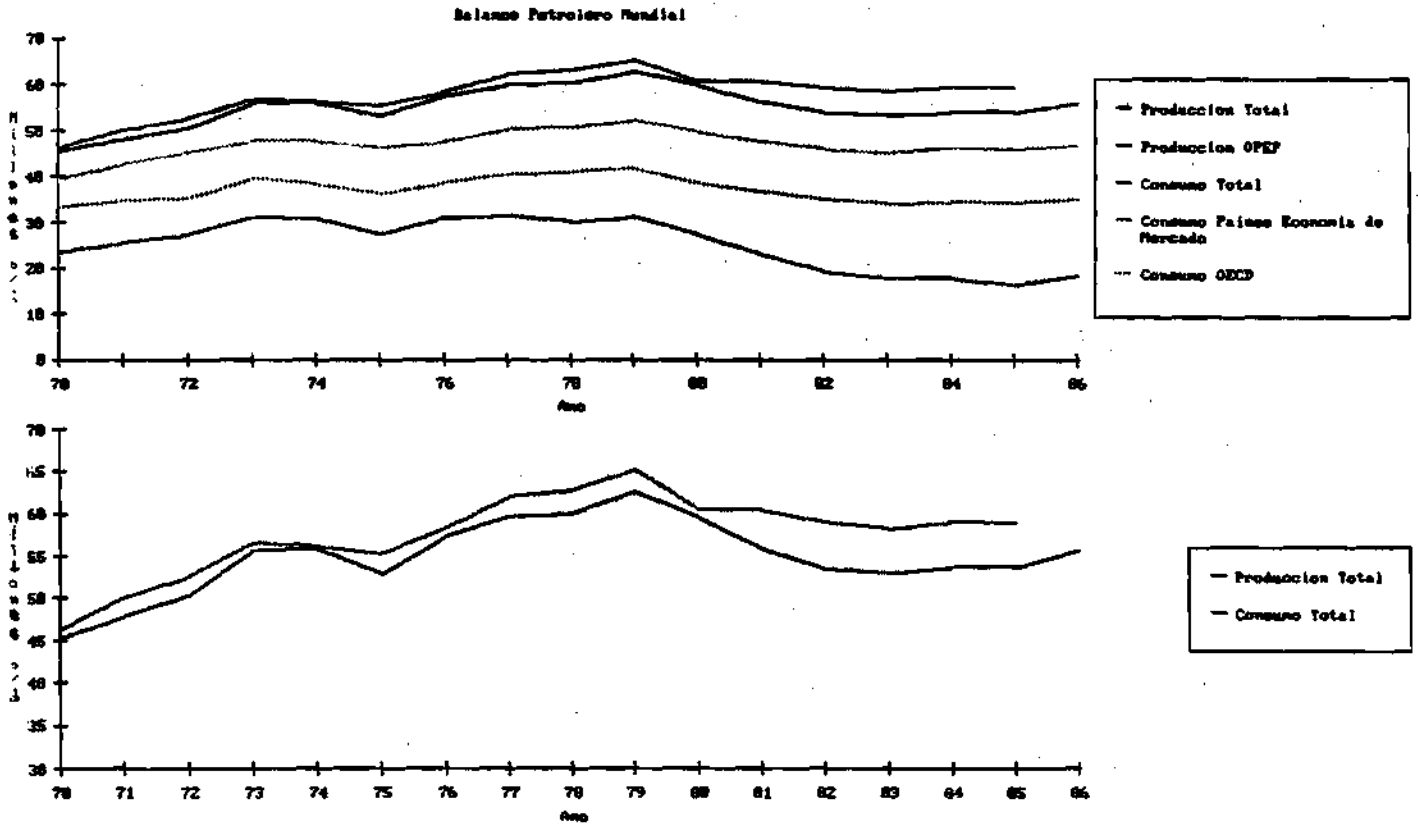
El consumo de petróleo en los países de la OCDE que alcanzó 41.6 millones de b/d en 1979, declinó hasta 34.0 millones de b/d en 1985. Cifras preliminares para 1986 indican un aumento del consumo petrolero de dichos países de 2.4%, en relación al año anterior, frente al estímulo de precios más bajos.<sup>5/</sup>

Desde 1980 la tasa de consumo de energía en relación al PIB, ha declinado significativamente en los países industrializados. Dicha tasa bajó en alrededor de 1% en el período 1973-1979 y aceleró su caída en cerca de 2% entre 1979 y 1984, en los países de la OCDE. La declinación más drástica ocurrió en Estados Unidos y Canadá. En 1985 y 1986 la declinación ha continuado, pero a un ritmo menor.

En los países en desarrollo, considerando a América Latina, la tasa de consumo energético ha variado según la evolución de su tasa de crecimiento económico. La producción también ha tenido cambios de importancia. La posición dominante de los países miembros de la OPEP cambió drásticamente cuando la producción de países no pertenecientes a dicha organización aumentó sustancialmente en los últimos cinco años.

En diciembre de 1985 la OPEP decidió poner más énfasis en defender su participación en el mercado que en la protección del precio oficial de referencia. Se registró una dramática caída en los precios a partir de enero de 1986, hasta un nivel de 8 dólares el barril en la segunda mitad de 1986. En diciembre de 1986 la OPEP llegó a un acuerdo para mantener la producción

Gráfico 1



Fuente: CEPAL, en base al Yearbook of World Energy Statistics de las Naciones Unidas, varios números.

dentro de los límites fijados a fin de proteger un precio de 18 dólares el barril, nivel de precios que se logró en enero de 1987. \*/

Probablemente el cambio más espectacular en el panorama energético mundial en los últimos 30 años es el gran avance hecho por el petróleo a expensas del carbón. La participación del carbón en el mercado energético mundial cae sistemáticamente desde 61% en 1950, a 48% en 1960 y a sólo 29% en 1973. Debido principalmente a los aumentos de precio del petróleo durante el decenio de 1970 la caída de la participación del carbón ha cesado. En 1985 la participación del carbón era de un 31% del consumo de energía comercial mundial.

Mientras la importancia del carbón disminuía, la del petróleo aumentaba, desde 28% en 1950 a un máximo de 46% en 1973. Una tendencia similar se observa en los volúmenes de producción de ambos insumos.

PARTICIPACION DEL CARBON Y DEL PETROLEO EN EL CONSUMO DE  
ENERGIA COMERCIAL MUNDIAL  
(Porcentajes)

	1960	1965	1970	1973	1975	1980	1985
Carbón	48	42	32	29	30	29	31
Petróleo	36	39	44	46	46	44	38

Fuente: CEPAL, en base a Yearbook of World Energy Statistics de las Naciones Unidas, varios números.

\*/ En 1985 el consumo de petróleo en Estados Unidos constituyó el 34.4% del consumo mundial de las economías de mercado, comparado con el 35.6% en 1979. En términos de volumen, sin embargo, el consumo de petróleo en Estados Unidos bajó de 18.5 m.b/d en 1979 a 18.7 m.b/d en 1985.

En 1973 las importaciones provenientes de la OPEP representaron 48% del total de Estados Unidos, alcanzaron un 70% en 1979 y descendieron a 36% en 1985. No obstante, después de 1985, las cifras preliminares muestran una considerable recuperación de las exportaciones de crudo y productos de la OPEP a los Estados Unidos, particularmente de Venezuela y Arabia Saudita.

Entre 1982 y 1985 México ocupó el primer lugar como abastecedor de petróleo a los Estados Unidos: sus exportaciones aumentaron de 71 mil b/d en 1975 a 816 mil b/d en 1985; en 1986 descendieron a 694 mil b/d, mientras aumentaron las de Venezuela y el Canadá. La Oficina de Energía de los Estados Unidos proyecta que debido a la disminución en la producción y el aumento de la demanda requerirán que la mitad del consumo deberá cubrirse con importaciones en los próximos años.

La significativa importancia del petróleo es explicada en gran parte por el bajo precio, producto de la expansión de la base de recursos en el Medio Oriente. La baja demanda por carbón previa a 1973 deprimió la industria del carbón. La mayor parte del producto fue consumida dentro de los países productores, donde la competitividad del carbón era favorecida por bajos costos de transporte. El comercio internacional de carbón estaba muy limitado.

La entrada más activa de la OPEP en el mercado internacional del petróleo y los aumentos de precios de 1973 y 1979 alteraron drásticamente la situación en los mercados energéticos mundiales. El precio del petróleo rompió toda relación con los costos de producción en las instalaciones existentes. Mientras los consumidores de petróleo reducían su consumo total de energía y lo sustituían por otras fuentes, el alto nivel de precios del petróleo llevó a una poderosa expansión de la capacidad productiva en los países fuera de la OPEP.

Como resultado de los más altos precios de los energéticos sustitutos del petróleo y el menor crecimiento económico mundial luego de 1974, la demanda por todos los tipos de energía se contrajo fuertemente. La competitividad del carbón fue reforzada, y la participación del carbón en relación al petróleo en el consumo mundial de energía dejó de caer. Sin embargo, la industria del carbón no logró recapturar la participación del mercado perdida en los últimos 20 años. 6/

Entre 1973 y 1984, el consumo de petróleo por unidad de producto en dólares constantes cayó 34% en los países industrializados. Después de 1979 la tendencia en el consumo de petróleo en los países fuera del bloque socialista había declinado en valores absolutos. Entre 1980 y 1985, los países productores no OPEP elevaron su producción petrolera más de 25%, estimulados por los altos precios.

La persistente defensa de los altos niveles de precios llevó a la OPEP a una rápida caída en su participación en el mercado, mientras la demanda se estancaba y la oferta se expandía más allá del control de la OPEP. La capacidad para defender los precios en los años ochenta se explica principalmente por la flexibilidad demostrada por Arabia Saudita para ajustar su producción. Desde un promedio de 10 millones de barriles diarios durante 1980, este país redujo su producción a sólo 3.2 millones de b/d durante 1985.

Sin embargo, hacia fines de 1985, el cartel abandonó su política de precios, el precio fijado de 28 dólares por barril de crudo liviano cesó de funcionar. Arabia Saudita elevó su producción y el precio en el mercado libre cayó drásticamente, variando entre 8 y 15 dólares entre abril y octubre de 1986.

Los factores decisivos para el precio del petróleo y carbón son la curva de oferta de los productores y las posibilidades de cooperación entre países productores. La expansión de la capacidad y la sustitución juegan un rol pasivo en el corto plazo.



En el caso del carbón, su precio en el comercio internacional ha venido cayendo desde 1981 y su situación de mercado es competitiva. Hay una gran capacidad instalada en la industria y pese a la mayor demanda experimentada por Europa Occidental, la tendencia es el estancamiento por los bajos precios del petróleo. En 1983, los costos variables de las plantas existentes que exportaban carbón a Europa Occidental fueron estimados en US\$30 por tonelada en Sudáfrica, US\$48 en Australia, US\$50 en Estados Unidos y US\$52 en Canadá.<sup>7/</sup>

Colombia ha ingresado al mercado mundial como un agresivo exportador y se espera que capture el 10% del mercado de Europa Occidental antes de 1990. La tendencia de los precios dependen en parte de la capacidad de Sudáfrica para expandir sus exportaciones y en menor grado, del esfuerzo de Colombia para penetrar en forma estable en el mercado europeo. Es probable que la oferta más cara de Estados Unidos sea sustituida por Colombia y Sudáfrica.

En el caso del petróleo, los altos precios en el decenio de 1970 estancaron y luego contrajeron la demanda. Al mismo tiempo la capacidad se expandió sustancialmente en México, el Mar del Norte y Alaska. Los pequeños incrementos individuales de capacidad de muchos países no exportadores, dan cifras agregadas significativas. Esta tendencia ha llevado en 1985 a un nivel de demanda mucho menor que la capacidad de producción existente. Se espera, sin embargo, que la demanda por petróleo continúe altamente inelástica en relación al precio.<sup>8/</sup>

Una gran parte del consumo de petróleo está determinado por el equipo de capital de los consumidores, y la adaptación del capital requiere tiempo. El éxito de la OPEP se basó en que, en el corto plazo, los consumidores no podían reducir su consumo ante bruscas alzas de precios. La situación es hoy exactamente la inversa, independientemente de cuánto caigan los precios, el consumo se incrementará lentamente.

Además, la caída en los precios del petróleo es observada como temporal. Sin embargo, si el precio cae bajo un nivel de US\$5 el barril, es esperable un aumento en la demanda.

La diferencia en los costos totales entre los nuevos proyectos desarrollados en los años setenta fue significativa. A fines del decenio de 1970 y comienzos de los años 1980, esos costos eran estimados entre 1 y 5 dólares en el Medio Oriente y entre 5 y 25 dólares en el Mar del Norte. El desarrollo de la mayoría de los proyectos nuevos, tanto en el Mar del Norte, Alaska y otros lugares, fueron el resultado de los altos precios establecidos por el cartel.

La defensa de los altos precios, sin embargo, requería limitar la producción. Así, la expansión de la capacidad en los países de la OPEP parecía no ser necesaria. Aunque el Medio Oriente cuenta con más del 50% de las reservas petroleras, su participación en las inversiones de la industria petrolera durante 1977-1979 fue solamente 11%.<sup>9/</sup>

El drástico corte en las inversiones en la mitad del decenio de 1980 fue acompañado por una caída en los costos. Muchos proyectos que no eran económicos en 1982, con un precio de 30 dólares por barril de petróleo,

aparecen rentables en 1980, cuando el precio es sólo 15 dólares/barril, debido a la reducción de los costos de inversión. El precio promedio del petróleo en el periodo 1974-1979 fue de 17 dólares/barril a precios de 1985; entre 1980-1985 fue de 30 dólares/barril.

La experiencia ganada por el mercado en el último período indicaría que 30 dólares/barril es muy superior al precio de largo plazo. El precio de incentivo dependerá, entre otras cosas, del crecimiento en la demanda del petróleo, del desarrollo tecnológico y su efecto en la reducción de costos, del éxito en las prospecciones de nuevos yacimientos y de la disponibilidad de la base de recursos del Medio Oriente.

El comercio internacional de carbón mineral alcanzaba 140 millones de toneladas en 1983, sin embargo la caída en los precios del petróleo está causando una contracción en la demanda de carbón. Debido a la abundancia de reservas, el potencial de oferta es muy grande. Aparte de Australia y Sudáfrica, Colombia y China son ahora capaces de vender grandes cantidades de carbón, a costos de producción de 30 dólares la tonelada o menos.

El precio del carbón no puede ser comparado con el precio del petróleo en unidades de energía equivalentes. El carbón requiere mayores costos de procesamiento para la conversión en productos de energía final y el costo adicional depende de la naturaleza del producto final. En ciertos casos ese costo es prohibitivo, como el uso de carbón para elaborar derivados de petróleo. En otros casos es más moderado, por ejemplo, en la generación de energía eléctrica. Una breve aproximación es asumir que el costo del carbón, de un 30% menor al petróleo expresado en unidades calóricas, crea equilibrio en relación al costo de manufacturar energía final.

Para igual competitividad, cuando el carbón cueste 50 dólares la tonelada, el precio de un barril de petróleo debería ser 13 dólares para tener equilibrio entre las dos materias primas energéticas. En este caso no habría sustitución entre ambos insumos. En la medida que el precio del petróleo sube hacia su nivel de equilibrio de, aproximadamente 20 dólares, el carbón se hace relativamente más barato como un insumo para la producción de energía.

Esto lleva a los consumidores a sustituir petróleo por carbón. Como un resultado, el crecimiento en la demanda por petróleo debería ser menor, y la expansión de la demanda por carbón mayor, comparado con el crecimiento del consumo total de energía. La sustitución en favor del carbón debería ser rentable en muchas áreas, en la medida que se imponga como una materia prima energética más barata.

Carbón y petróleo compiten con otras materias primas. En el mercado de Europa Occidental, el gas natural ha emergido como un gran competidor potencial. El costo de construir una tubería desde la Unión Soviética y Noruega es significativo, pero luego de la inversión el costo de abastecimiento es muy bajo. En ese caso el gas natural y no el carbón podría ser la materia prima energética principal en Europa Occidental. En el corto plazo, sin embargo, el carbón posee una ventaja competitiva, que lleva a un gradual incremento en su participación en el mercado a expensas del petróleo. 10/

## 2. Energía: tendencias mundiales de largo plazo

Durante el decenio pasado, el consumo petrolero de los países en desarrollo que importaban energía creció, a una tasa anual de 5.1% durante 1974-1981, en contraste con el 0.4% en los países industriales. La crisis económica de 1982 causó fuertes cambios estructurales, especialmente en los países en desarrollo que eran grandes importadores de petróleo; estos países debieron hacer progresos sustanciales en sus esfuerzos de conservación energética.

La producción de energía primaria mundial declinó en 1982 cerca de 2.6%, mientras los niveles de producción petrolera y gas natural se contraían 6 y 3.3%, respectivamente. La demanda fue el determinante crucial de los mercados mundiales de energía en 1982. Las medidas de conservación y la sustitución de carbón por otros combustibles primarios, intensificaron la menor demanda. La fuerte caída en la actividad económica en los sectores intensivos en energía, particularmente cemento y generación de electricidad, hizo declinar la intensidad energética del PIB: en los países industriales, el uso de energía sobre el PIB había caído 16% desde 1973 a 1981.

Al mismo tiempo que el comercio mundial de carbón caía bruscamente, la producción mundial de carbón se expandía en 1982, y los stocks de carbón se acumulaban. Después de haber crecido 9% en 1981 las exportaciones cayeron en 1982, especialmente en Estados Unidos, debido al reingreso de Polonia al mercado y a la sobrevaloración del dólar. Este motivo dio fuerte competitividad a otros exportadores, en especial a Sudáfrica.

La producción de gas natural se contrajo 3.3% en 1982, con excepción de México y la Unión Soviética, debido a la menor demanda energética, a la revisión de los planes de inversión y a las políticas de precios de los gobiernos. No obstante, la menor demanda de energía tuvo su mayor efecto sobre el petróleo. La drástica reducción en el nivel de consumo mundial de petróleo desde 1980 refleja los esfuerzos de sustitución y conservación y la baja actividad económica.

Aparte de las significativas reducciones de precios en los países de la OPEP, la industria petrolera enfrentaba creciente incertidumbre sobre la demanda y el precio futuro en 1982. Esto se tradujo en una sustancial subutilización de la capacidad de refinación y producción. Entre 1980 y 1982 el consumo mundial de petróleo había caído significativamente; en 1982, éste declinó 3.3%. El consumo máximo alcanzado en 1979 fue de 65 m.b/d, más de un 10% mayor al alcanzado en 1982 con 584 m.b/d.

La reducción del nivel de consumo petrolero de los países en desarrollo en 1982, de 4 a 5% es especialmente importante porque es la señal de un cambio en su patrón de largo plazo de uso petrolero.

En el período total de postguerra, el consumo de petróleo creció continuamente hasta 1975, cuando cayó cerca de 2%. Entre 1976 y 1979 el consumo se recuperó gradualmente; en 1980 volvió a caer rápidamente. Se concluye que en el decenio de 1970 el consumo agregado de petróleo pasó a través de dos diferentes ciclos, paralelos al nivel de actividad económica de las economías industriales. En los años ochenta esa relación parece no ser ya válida, pues un crecimiento positivo, aunque modesto, fue alcanzado por

las economías industriales sin incrementar el consumo de petróleo: mientras el nivel de actividad crecía cerca de 2.6% entre 1979 y 1981, el consumo petrolero caía 14.4%.

Las reacciones en los eventos del decenio de 1970, aunque lentos en materializarse, han sido particularmente significativos en las economías de mercado desarrollados: el consumo energético primario de los países de la OCDE que había crecido 1.2% anual entre 1973 y 1979, declinó 2.9% entre 1979 y 1980, luego volvió a caer a 2.4% entre 1980 y 1981 y 2.2% entre 1981 y 1982. El uso de petróleo sólo había crecido 0.7% anual en el período 1973-1979. Luego la demanda por petróleo cayó sistemáticamente en la OCDE. Entre 1979 y 1982 la caída en el consumo petrolero fue de más de 6.3% anual.

Esta fue la contracción energética mayor en los últimos 30 años en los países desarrollados. El impacto fue sentido principalmente en los sectores industriales de esos países. Después del segundo shock petrolero de 1979-1980, se hicieron significativas inversiones en bienes de capital relativamente eficientes en energía. Las industrias europeas de cemento y acero, muestran considerable cambios hacia el uso de carbón. A fines de 1981, la industria del cemento en Japón había sido convertida al carbón en poco menos de dos años.

Pese a que el precio real de la energía para consumo final, en los sectores residencial y comercial ni siquiera se había duplicado entre 1972 y 1980, el precio real del crudo se había cuadruplicado en el mismo período. No obstante, una serie de medidas de política produjo sustanciales dividendos de conservación en los países de la OCDE. Entre otras, las medidas fueron incentivos de impuestos en los edificios existentes para mejorar la eficiencia energética, requerimientos técnicos mínimos para los nuevos edificios, requerimientos de eficiencia para sistemas de calefacción central y promoción de los sistemas de calefacción solar.

En el sector de transporte la sustitución ha sido más lenta en los países desarrollados: los precios de la energía a consumidores finales se elevaron sólo 6.5% anual entre 1973 y 1980, además los impuestos a la gasolina y el diesel declinaron en el período. No obstante, desde 1980 el número de millas anuales por parque automotriz se ha reducido notablemente en un contexto de liberación gradual de precios de combustibles, ésto apoyado por un aumento en la eficiencia de uso de los nuevos vehículos.

En la OCDE la generación de electricidad continúa ofreciendo una oportunidad significativa frente al petróleo, la operación eléctrica en el decenio de 1980 está siendo fuertemente basada en el carbón y en plantas nucleares a costa de menor consumo de petróleo.

El uso de energía nuclear para generar electricidad era 4% del total de energía primaria disponible en la OCDE en 1973. En 1982 esa participación era ya de un 10%. La generación hidroeléctrica a nivel mundial creció 4.1% anual en el período 1973-1982. La expansión geotérmica creció a la tasa más rápida de su historia en el mismo período, sin embargo su nivel de uso es muy inferior a la hidroelectricidad.11/

Un amplio espectro de fuentes de electricidad fue objeto de investigación y desarrollo durante los años setenta y los más eficientes métodos están siendo implantados en los años ochenta. Entre estos problemas mencionan la conversión eléctrica solar térmica (power-towers), los fotovoltaicos y los sistemas eólicos para generar electricidad. Además, se aceleró la producción de alcohol de carbohidratos; es notable el caso de Brasil para la mezclas de etanol y gasolina. Por otro lado, la disponibilidad de carbón vegetal hizo crisis en algunas regiones a fines del decenio de 1970.

En el caso del gas natural hay dos tendencias contrapuestas. Regiones como el Norte de Africa y el Medio Oriente han logrado éxitos en la exportación de gas natural, al igual que la Unión Soviética que aumentó su producción a tasas mayores al 9% anual entre 1973 y 1981.

Otros países, especialmente países en desarrollo no han podido expandir la producción de recursos debido a la falta de infraestructura para consumo doméstico y exportación. Los costos de inversión en largas tuberías o barcos especializados en transportar gas licuado a bajas temperaturas, son demasiado altos para los productores del tercer mundo.

La intensidad del consumo petrolero en la producción agregada de los países en desarrollo muestra una tendencia decreciente. Entre 1973 y 1979 el PIB de los países en desarrollo creció a una tasa anual de 5.9%, mientras el consumo de petróleo creció 6.0%. Aunque el PIB real cayó -0.7% entre 1981 y 1982, el consumo de petróleo cayó -3.5%.

La elasticidad precio del consumo petrolero parece ser mayor en los países en desarrollo, que lo esperado a priori, según los precedentes establecidos por las economías de mercado desarrolladas. Esto es válido aun en países exportadores de petróleo con un grado de desarrollo económico intermedio. Entre 1978 y 1982, seis países de la OPEP elevaron sus precios domésticos de gasolina entre 50 y 200%, buscando moderar el crecimiento de la demanda y aumentar la eficiencia económica en el uso de petróleo.

El consumo mundial de energía creció sólo 1.84% anual en el período de 1973 a 1984, y el consumo de energía de los países desarrollados disminuyó en términos absolutos entre 1979 y 1981. Este período marcó un cambio histórico en la relación entre la actividad económica y el uso de energía: los efectos de las medidas de conservación de energía, y los cambios en la estructura industrial, excedieron el efecto del aumento de la actividad económica, sobre el consumo de energía.<sup>12/</sup>

### 3. Tendencias mundiales recientes

El desarrollo de las fuentes de energía nuevas y renovables ha sido significativo y de creciente importancia en los países en desarrollo en los años recientes. Un amplio programa de creación de centrales hidroeléctricas en China ha elevado su capacidad de generación eléctrica en más de un 100% en los últimos años. Venezuela terminó en 1985 la mayor represa hidroeléctrica del mundo (10.000 megawatts de capacidad), mientras Panamá ha logrado reducir

sus importaciones de petróleo en más de un 30% entre 1979 y 1985, mediante la sustitución de la energía generada de petróleo a hidroelectricidad.

Pese a que el número de reactores nucleares en servicio se ha expandido en este decenio desde 253 en 1980, hasta 374 en 1985, el número de reactores en construcción ha disminuido desde 230 en 1980, a 157 en 1985. Es cada vez más frecuente que los países en desarrollo opten por otras fuentes de electricidad a gran escala, al mismo tiempo que el crecimiento del consumo de electricidad es ahora menor comparado a los años setenta. Este crecimiento fue 7.2% anual en los países en desarrollo del Asia versus 9.6% entre 1970 y 1980. En América Latina este crecimiento ha sido del 5.5% anual frente a un 8.1% en los años setenta. Africa y Medio Oriente por su parte redujeron su tasa anual de consumo eléctrico desde 10.1% en los años setenta a 6.7% en el quinquenio 1980 a 1985.<sup>13/</sup>

El programa de la Unión Soviética es el mayor del mundo en cantidad, 34 centrales a fines de 1985, complementando el suministro de combustibles fósiles. Pese al desastre de Chernobyl las autoridades soviéticas han declarado que el desarrollo de la energía nuclear se mantendrá invariable, al igual que Francia, Japón y Corea, países que cuentan con ambiciosos programas nucleares. Por otro lado, muchos países han aplazado las decisiones sobre nuevos proyectos.

Aun cuando los precios del petróleo han disminuido en los últimos años no ha habido una sustitución en gran escala de carbón por petróleo. Australia es ahora el principal aportador mundial de carbón, superando las exportaciones de Estados Unidos. Los principales mercados de exportación son el Japón y Asia Sudoriental, mientras China aumentó sustancialmente su producción de carbón, cerca del 12% entre 1984 y 1985.

En la Unión Soviética, los gigantescos yacimientos de petróleo de Siberia Occidental están acercándose al agotamiento, la producción de petróleo crudo alcanzó en 1983 a más de 12 mil millones de b/d en 1983, pero ha descendido ligeramente en 1984 y 1985. La prospección es intensa, estimándose que en 1986 se perforaron 130 millones de pies de pozos.

Los países en desarrollo han tenido mayor éxito en la prospección de nuevos yacimientos: la cuenca de campos ha sido especialmente productiva para el Brasil en los últimos años. En 1986 Petrobrás confirmó el descubrimiento de un gran yacimiento (1000 millones de barriles de petróleo aproximadamente) de petróleo. El número de equipos de perforación activos en los países en desarrollo promedió 951 en 1984, ascendiendo a 984 en 1985.

Sin embargo, el pesimismo que acompañó a la caída precipitada del precio del petróleo, alcanzó a las actividades de prospección. A fines del primer semestre de 1986 el número de pozos había caído a 860. Los gastos de prospección disminuyeron casi 18% entre 1984 y 1985 y volvieron a caer un 40% en 1986. La reglamentación jurídica provocada por consideraciones ambientales, sumada a la reducción de precios demoró la prospección en la Costa del Pacífico. La disminución en el número de equipos de perforación activos en las economías de mercado desarrolladas refleja en gran parte la reducción, en la prospección y explotación de hidrocarburos, de Estados Unidos.<sup>14/</sup>

Las reservas de gas natural son abundantes comparadas al petróleo, el mercado mundial no muestra signos de problemas de abastecimiento.<sup>15/</sup> La tendencia es que Europa Occidental sea abastecida por Holanda, Argelia y la Unión Soviética, y la mayor parte de Asia sea abastecida por Indonesia. Desde la Conferencia de la OPEP en 1979 el precio del gas natural es indexado al precio del petróleo.<sup>16/</sup>

La experiencia del petróleo en los países con economías de mercado está siendo afectada por sus continuos esfuerzos en conservación y sustitución. Sin embargo, la cantidad absoluta de consumo petrolero está creciendo, debido a la creciente demanda por petróleo de los países en desarrollo, donde las industrias intensivas en petróleo, tales como el transporte y la industria petroquímica continúan expandiéndose.

El uso de carbón y energía nuclear también está creciendo por la estabilidad de su oferta y por sus ventajas económicas. La demanda por gas natural está creciendo debido a su potencial como sustituto del petróleo y a la abundancia de sus reservas, pero su crecimiento está limitado por el gran volumen de inversiones requerido.

En 1973 y 1979 la economía mundial pasó por dos grandes crisis energéticas. Estas impactaron fuertemente la economía energética, al hacer inevitable el cambio en la estructura de uso de la energía en industrias claves. Dos fenómenos interesantes ocurrieron en los últimos diez años como resultado de las crisis. Un número de países, incluyendo los Estados Unidos, Canadá, y los países de Europa Occidental, han hecho un gran esfuerzo hacia la conservación de la energía y la sustitución de petróleo, reduciendo su dependencia a las importaciones de petróleo.

Como resultado, la tasa de crecimiento anual de consumo de energía se ha reducido a 0.1% en el período 1973-1984, mientras la tasa de crecimiento anual mundial alcanzó sólo 1.8% en el mismo período. Por el contrario, los países de América Latina, las economías centralmente planificadas, y el resto del mundo alcanzaron tasas de crecimiento del consumo energético mayores de 3.0% anual.

Durante el mismo período, la dependencia petrolera mostró una rápida declinación en los países industrializados. La participación del petróleo en el consumo mundial de energía cayó de 47.3% en 1973 a 39.5% en 1984. En los países de la OCDE esta participación se redujo de 53.6% en 1973 a 43.9% en 1984. El efecto de sustitución fue menor en las economías planificadas, desde 28.6% en 1973 a 26.7% en 1984. Particularmente en las naciones más industrializadas como Estados Unidos y Japón, las tasas de consumo de energía sobre PIB y de petróleo sobre carbón se han reducido.

### III. LA ESTRUCTURA ENERGETICA DE LOS PAISES EN DESARROLLO Y LA EVOLUCION DEL MERCADO ENERGETICO MUNDIAL

#### 1. Eficiencia Energética Global

El crecimiento en el uso de energía, durante los años setenta, fue menor que el ritmo de crecimiento económico en los países industrializados. Al observar el contenido incremental de energía en el crecimiento (la nueva energía requerida por cada nuevo aumento en el crecimiento económico) encontramos grandes ganancias en la eficiencia y competitividad económica. Al mismo tiempo hay reducciones sustanciales en los costos por daño ambiental.

En los países de la OCDE los coeficientes fueron un poco superiores a 1.0 durante los años sesenta; continuaron declinando en magnitud durante los años setenta y llegaron a ser negativos en 1980. Este año marcó un cambio en la relación entre crecimiento económico y consumo energético, impulsado por las prácticas de conservación.

#### Coeficientes Energéticos a/

	<u>OCDE</u>
1969 - 1974	0.80
1974 - 1979	0.52
1969 - 1979	0.65
1970 - 1973	0.80
1973 - 1978	0.21
1970 - 1978	0.53
1970 - 1974	0.67
1974 - 1978	0.37
1960 - 1973	1.03
1973 - 1977	0.35
1978	0.57
1979	0.52
1980	-2.80

Fuente: Naciones Unidas, Yearbook of World Energy Statistics, varios números. British Petroleum Company Ltd. BP Statistical Review of the World Oil Industry, varios números. Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP). Annual Report, 1980.

a/ Tasa de cambio del consumo de energía primaria dividida por la tasa de cambio del PIB.



El proceso de sustitución que originó el cambio es el resultado de factores de precio y de crecimiento económico. En los años sesenta los mercados para carbón en Europa Occidental y Japón fueron afectados por el creciente uso de petróleo combustible, mientras el desarrollo de otras fuentes como energía nuclear, eran restringidos por la disponibilidad de petróleo combustible y su bajo costo por unidad de uso.

Esta tendencia continuó hasta 1974 en los mercados de Europa Occidental y Australia y hasta 1977 en el mercado de Estados Unidos. Desde entonces la mayor parte de la sustitución de petróleo por otras formas energéticas ha sido a costa del petróleo combustible (fuel oil). La caída en la participación de este energético ha sido significativa, no sólo frente a otros combustibles en el uso industrial y en la generación eléctrica, sino también respecto a productos petroleros.

En 1980, por primera vez en dos décadas, el consumo mundial de energía primaria declinó respecto al año anterior, debido principalmente a la caída en la demanda por petróleo.

CRECIMIENTO DEL CONSUMO DE ENERGIA MUNDIAL  
(Porcentajes)

	1979-1980
Petróleo	-3.93
Gas Natural	1.85
Carbón	1.50
Energía Hidroeléctrica	1.57
Energía Nuclear	8.14
Energía Primaria Total	- 0.73

Fuente: Naciones Unidas, *Yearbook of World Energy Statistics*, 1983.

Durante los años ochenta, el aumento en el consumo energético mundial es evidente en el caso de casi todas las fuentes de energía primaria --gas natural, carbón, hidroelectricidad y energía nuclear-- excepto petróleo. Los principales factores implícitos en esa tendencia fueron la sustitución, conservación y el bajo crecimiento económico. Entre 1984 y 1985 el consumo de petróleo de Japón cayó -6.5%, seguido por Gran Bretaña (-5.3%), Francia (-3.3%) y los Estados Unidos (-3.2%).

En los países en desarrollo, el Medio Oriente, Asia, Africa y América Latina experimentaron tasas de crecimiento de consumo de petróleo de 5.5, 4.5, 4.0 y 3.0%, respectivamente.

El consumo de gas natural creció 3.09% en el mundo en 1985. Aunque cayó 0.9% en los países de la OCDE, en los países en desarrollo creció 4%. El consumo mundial de carbón aumentó 3.5% ese año, mientras la hidroelectricidad creció en 2.8%. De ese total América Latina contribuyó con un 44% del crecimiento del consumo de energía hidroeléctrica, mientras el crecimiento del consumo regional aumentó 9% entre 1984 y 1985.

En el mismo período la OCDE aumentó su participación en el consumo de energía nuclear, alcanzando un 84% del consumo mundial, mientras en los países en desarrollo, Asia (Taiwán, Corea, India y Pakistán) aumentaron su consumo de energía nuclear un 29.6%.

## 2. La Transición Energética

El cuadro mundial de uso de energía entre 1984 y 1985 muestra una reducción en la participación del petróleo de 39 a 38%, participación estable del consumo de gas natural, carbón e hidroelectricidad con tasas de 19, 32 y 6% respectivamente y una ganancia de un punto para la energía nuclear. Un cuadro similar prevalecía en el caso de la producción de energía, donde como resultado de una menor producción petrolera la producción de energía de América Latina declinó 1.3%.

En marzo de 1985, los precios mundiales del petróleo alcanzaban aún US\$28 el barril y el desarrollo económico era planeado asumiendo un lento crecimiento del precio. En mayo de 1986 los precios mundiales del petróleo eran alrededor de US\$12 por barril. La falta de control sobre estos precios (y por lo tanto, sobre los precios de la energía al consumidor) a un nivel que asegure ganancias de eficiencia energética y un cambio estable hacia la energía renovable, está reduciendo no sólo el potencial de desarrollo de muchas naciones, incluida América Latina, también está reduciendo la seguridad del abastecimiento energético: un período de precios muy bajos está restableciendo altos patrones de consumo, con una mayor dependencia a los combustibles fósiles.

La extrema incertidumbre sobre los precios ha originado alta especulación en el mercado futuro del petróleo, imponiendo severas restricciones económicas a las naciones exportadoras de petróleo. Por su parte las naciones consumidoras, especialmente los países industrializados están aprovechando la brecha y capturando en sus presupuestos una proporción mayor de recursos inducidos por la caída de los precios mundiales de petróleo.

Aunque todos los sistemas energéticos tienen efectos sobre el medio ambiente, que no son deseables en algún grado, altos niveles de consumo de combustibles fósiles (petróleo y carbón principalmente) implican daños graves en los países industrializados, y en regiones urbanas de los países en desarrollo.

Algunos países industrializados poseen la capacidad institucional y económica para afrontar esos problemas, no así los países en desarrollo. En estos últimos el costo en divisas de los combustibles importados, y de los equipos de control de polución es muy alto. Además, un uso intensivo de combustibles fósiles implica deforestación, erosión y polución. La actual mezcla energética (porcentual) global es petróleo 41; carbón 24; gas 17; otros 18. Para producir el mismo monto de energía, el gas, el petróleo y el carbón producen dióxido de carbono a una tasa de 43:62:75, respectivamente. 17/

Las fuentes de energía renovable proveen más del 20% del consumo energético mundial, un 14% proviene del uso de biomasa, mientras un 6% proviene de la hidroelectricidad. El uso de energía renovable ha venido creciendo más de 10% al año desde los setenta.

Aunque la madera es el cuarto ítem de consumo mundial, después del petróleo, el carbón y el gas natural, la mitad de la población mundial lo utiliza como combustible para cocina y calefacción. En los países en desarrollo, entre 30 y 98% de la energía consumida proviene de la biomasa; donde la leña es escasa, la gente usa residuos agrícolas y animales como combustible. De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), en 1980, 1.300 millones de personas vivían en áreas con déficit de leña y sobre 110 millones en áreas de aguda escasez.18/

La energía hidroeléctrica es la segunda fuente en importancia entre las renovables, y se expande a tasas cercanas al 3% anual. La energía solar es de poca importancia globalmente en términos de energía comercial, pero está tomando un rol de creciente importancia en algunos países como Australia y Grecia.

El programa de alcohol en Brasil produjo 10 mil millones de litros de etanol en 1984, y reemplazó cerca del 60% de la gasolina que podría haber sido requerida en ausencia del programa. Aunque bajo la presente caída de precios de petróleo, el programa no es económico, provee beneficios adicionales de desarrollo rural, generación de empleo y reducida vulnerabilidad a crisis futuras en los mercados mundiales de petróleo. El costo es aproximadamente US\$50 por barril de gasolina reemplazada, más el costo alternativo del uso de la tierra agrícola. Este programa es particularmente eficiente en generar empleos, requiriendo una inversión de US\$6 000 a US\$28 000 por empleo, comparado a US\$42 060 en la industria brasilera y US\$200 000 por empleo en el complejo de refinación petroquímica de CAMARCARI.19/

Las políticas requeridas para una transición hacia una mezcla más amplia y sustentada de fuentes energéticas, comienzan a emerger. Aunque muchas instituciones nacionales e internacionales, continúan planificando desde el lado de la oferta y promoviendo el uso de combustibles convencionales. Las fuentes energéticas renovables se caracterizan cada vez más por la descentralización y diversidad.

Los países en desarrollo, a la vez, deben ajustar su economía energética a sus recursos domésticos, mientras ciertos sistemas de energía renovable desplazan combustibles importados o satisfacen nuevas demandas sin la necesidad de importar energía adicional. Esto es particularmente claro en el caso de plantas hidroeléctricas, plantas de biogas, destilerías de etanol y algunos sistemas de calefacción eléctrica y solar. Para los países en desarrollo, el uso de fuentes energéticas locales mejoraría la situación de balanza de pagos.

Las barreras institucionales a los renovables son aun muy grandes en nuestros países. Las empresas eléctricas han ejercido un completo monopolio no sólo en la distribución de la electricidad, sino también en la generación

eléctrica. Hay además muchas políticas fiscales que ahora penalizan el uso de renovables, no permitiendo que compañías privadas o para-estatales inviertan en nuevas tecnologías energéticas, que mejoren la eficiencia y el ambiente.<sup>20/</sup>

### 3. Eficiencia Energética en los años ochenta

Aunque muchos países han hecho grandes ahorros de energía desde la primera crisis del petróleo, hay otros que han ido hacia atrás. La eficiencia de las fuentes de energía renovables han difundido su uso en los países en desarrollo, poniendo severa presión sobre los sistemas de abastecimiento eléctrico. (Esto es especialmente válido en el caso de sistemas de calefacción y refrigeración, equipos de cocina, sistemas de cultivo e irrigación y muchos equipos y procesos industriales).

Una familia que cocina a leña típicamente gasta ocho veces más combustible que una que cocina a gas, mientras que una casa iluminada a keroseno obtiene un centésimo de la iluminación que le daría una ampolleta de 100 Watts, a un costo mucho menor. No es la energía, sino la pobreza el factor limitante en la mayor parte de las naciones en desarrollo. Bajo una restricción de cuenta corriente se ven forzados a usar equipamiento ineficiente al no tener ahorros para inversiones de capital en equipos eficientes, consecuentemente ellos terminan pagando más por una unidad de servicios energéticos.<sup>21/</sup>

Hay numerosos ejemplos de programas de eficiencia energética en los países industrializados. En los países en desarrollo, no obstante la falta de información constituye una severa restricción a estos programas. Muchos consumidores, incluidas grandes industrias, no saben cómo ellos usan la energía, cuál es su costo y cómo reducir esos costos. En algunos casos, campañas de información y otras técnicas educativas han sido exitosas y requieren ser extendidas. Aparte del transporte y de las industrias intensivas en energía, ésta constituye aproximadamente 3 a 5% de los costos totales de una empresa, esto es equivalente al consumo de una familia de ingreso medio a alto en un país industrializado.

Estos bajos niveles son reforzados por las políticas de precios de la energía, las cuales reflejan subsidios y casi nunca corresponden al costo real de producir o importar energía. Los países en desarrollo enfrentan restricciones de divisas, que dificultan compras de eficientes pero costosos sistemas de conversión energética. Además, estos equipos son nuevos y los países pobres no pueden asumir el riesgo de experimentar, y tal vez fallar, con tales tecnologías.

El transporte juega un papel particularmente importante en la planificación del sector energético. Es un consumidor de petróleo. Aproximadamente 50 a 60% del uso total de petróleo en la mayoría de los países desarrollados y en desarrollo va a este sector. Es además una fuente principal de polución del aire y acidificación del medio ambiente. En este contexto, la economía de combustible emerge como un medio más efectivo y barato para presentar la capacidad de desarrollo de la región.

En los países industriales occidentales, el uso de la energía en el transporte creció lentamente después de 1973 y comenzó a declinar en los años ochenta. Los mayores precios de los combustibles y las fuertes presiones competitivas llevaron a grandes aumentos en la eficiencia energética del tráfico aéreo y terrestre.

El problema central de la eficiencia energética es cómo hacer que los países en desarrollo aseguren mejoras similares en la economía de combustible. Los países que importan vehículos pueden fijar standards para los vehículos nuevos. En los países que arman vehículos bajo licencias de manufactureros de países industrializados, la situación es diferente. Estos países deben hacer un esfuerzo especial para tener acceso a los procesos de producción y diseños mejores y más eficientes en combustible.

El transporte es un sector de demanda donde hay pocos sustitutos para el petróleo. Aun bajo los supuestos más optimistas, los países en desarrollo enfrentan un aumento significativo en la demanda de combustible para transporte en esta década. Algunos países en desarrollo deben explorar el potencial económico y financiero de combustibles no basados en el petróleo. Los candidatos son los combustibles basados en alcohol, etanol y metanol. Estos dos últimos pueden ser obtenidos de biomasa y el primero podría ser obtenido del carbón y gas natural.

El estímulo de modos de transporte más eficientes es otra opción. Aunque en los países en desarrollo la tendencia es la inversa: el tren ha dado paso a la carretera y el bus a vehículos privados. Revertir esta tendencia no es fácil, ya que muchas veces los modos de transporte más eficientes no son los más convenientes y flexibles, sin embargo cuando los cambios están implícitos en una estrategia de desarrollo, eficiencia y conveniencia pueden ser compatibles. Medidas simples, como la regulación del espacio urbano pueden generar altos niveles de eficiencia.<sup>22/</sup>

La industria es también una fuente principal de demanda de energía, estimándose que en los países industrializados utiliza entre 40% y 60% de la energía consumida, en los países en desarrollo la proporción es entre 10% y 40%. En los países industrializados la industria ha sido objeto de una transformación masiva en los últimos años, caracterizada por un cambio hacia mayores tecnologías y una sustitución de sintéticos por insumos primarios, llamada reconversión industrial.

Al mismo tiempo ha mejorado la eficiencia energética de los productos, procesos y equipos de producción, elevando la competitividad económica y la eficiencia medio ambiental de las plantas. Esto es especialmente válido en los sectores industriales asociados con los nuevos países en proceso de industrialización, como hierro y acero, metales no ferrosos, la industria química, las papeleras y las procesadores de alimentos.

Los sectores básicos y tradicionales de los países en desarrollo, han cambiado su capacidad industrial hacia tecnologías y plantas antiguas. Con alta intensidad energética, altos niveles de polución y no siempre condiciones competitivas en el mercado internacional, la compra de plantas antiguas impone graves daños a la propiedad, al medio ambiente y a la salud de sus ciudades y economías.

En este sentido, un problema clave en el caso de los sectores industriales de los países en desarrollo es cómo hacer que la industrialización refleje las tecnologías más avanzadas y eficientes en uso de recursos pero de una manera económica y financieramente viable. Varias medidas están siendo probadas con éxito en algunos países. Aquellas naciones que permiten a empresas nacionales o paraestatales importar plantas, o permiten a multinacionales establecer plantas en sus territorios, pueden asegurarse, por ejemplo, que los contratos provean las mejores tecnologías.

Mejorar desde el punto de vista de la eficiencia energética y medio ambiental. Esto implicaría un manejo y eliminación segura de todas las emisiones y residuos dentro y fuera de las plantas. Las agencias de financiamiento internacional para asistencia al desarrollo juegan un papel importante al asegurar que esas disposiciones estén incluidas en los planes financieros de la industria.<sup>23/</sup>

A menudo los países de América Latina, al igual que la mayoría de los países en desarrollo podrían decidir sobre las ventajas comparativas de la producción doméstica de componentes industriales. Un camino es importar los componentes más intensivos en energía, produciendo los otros domésticamente, así se alcanza una menor intensidad energética para el producto final. Altos ahorros en energía se pueden obtener con ese criterio de desarrollo industrial.

La mantención adecuada de las plantas industriales, especialmente de los equipos más antiguos, también pagan dividendos en términos de ahorro energético. Los programas de conservación orientados a la industria, con incentivos a ayudar a las industrias existentes, a identificar oportunidades de ahorrar energía, pueden reducir significativamente la demanda energética sectorial. Este tipo de ahorros mejora la competitividad del sector industrial nacional, mejora la balanza de pagos al reducir las importaciones energéticas, y aumenta la capacidad del medio ambiente de los países de la región, para aceptar más desarrollo.

Aún un paquete modesto de incentivos monetarios y fiscales puede acelerar significativamente el proceso de renovación tecnológica, dadas las restricciones de capital. Ese proceso es restringido por la relativamente larga vida de plantas y equipos en los países en desarrollo. Las tecnologías de larga vida compensan sólo parcialmente la escasez de capital y divisas; esto se demuestra en los países que han recibido nuevos diseños industriales y procesos retroalimentados, alcanzando dramáticos mejoramientos en la eficiencia energética.

La existencia de mercados domésticos excesivamente protegidos y acompañados de una estructura de producción monopolística hace generalmente innecesarias las medidas de mayor eficiencia energética y medio ambiental, para elevar o retener altos niveles de utilidades.

A nivel global, la agricultura es un modesto consumidor de energía, usando sólo un 3.5% de la energía comercial consumida en los países industrializados, y sólo 4.5% del consumo total de energía de los países en desarrollo. Si se duplicara la producción de alimentos del tercer mundo, mediante aumentos en fertilizantes, irrigación y fertilización, el aumento

del uso de energía en la agricultura sería equivalente a sólo un 5% del consumo energético mundial. Esta es sólo una pequeña fracción de la energía posible de ahorrar en otros sectores de los países en desarrollo con medidas de eficiencia adecuadas.<sup>24/</sup>

La agricultura es generalmente el sector de menor consumo energético en las economías nacionales. A la vez es uno de los sectores que genera el mayor retorno económico y social por cada unidad extra de insumo energético. En los países industrializados, al mismo tiempo que ha aumentado el uso de energía en el sector agrícola, la eficiencia energética en el sector ha crecido exponencialmente, permitiendo elevar la productividad en forma espectacular.

Mucho de ese incremento ha tomado la forma de fertilizantes químicos y pesticidas, altamente intensivos en energía. No obstante, la falta de una administración apropiada está poniendo en peligro la capacidad de sustentación de la agricultura en muchas áreas. Una mayor resistencia a los pesticidas, pérdidas de fertilidad del suelo, contaminación de las riberas y polución de nitratos en los recursos hídricos, son algunos de los factores que están dañando el potencial para futuras ganancias de productividad a las mismas tasas históricas.

La agricultura en los países en desarrollo, por otro lado, sufre de bajos niveles de uso de energía y productividad, mientras existe un enorme potencial para aumentar ambos. Mayores niveles de uso de energía se traducen en aumentos de productividad, ingreso y utilidades en todos los casos estudiados: el medio más importante de asegurar una mayor producción de alimentos en los países en desarrollo, con poblaciones en rápido crecimiento, es aumentar la productividad agrícola, con mayor aplicación de los nutrientes apropiados. Estos están disponibles en los países en forma de fertilizantes orgánicos de nitrógeno, fósforo y potasio. De igual forma, un aprovechamiento del biogas puede generar energía para iluminación, cocina y sistemas de riego.

El mejoramiento del uso de la tracción animal, la mecanización selectiva con máquinas pequeñas y el acceso a fuentes de energía convencionales podrían contribuir a elevar la productividad. Las medidas energéticas recomendadas para la región por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) para elevar la productividad agrícola, varían de país a país. Sin embargo, el uso de la tracción animal, la sustitución de combustibles fósiles por alcohol para tractores y la mayor información técnica sobre la eficiencia de las nuevas tecnologías son comunes para la mayoría de los países. Las principales restricciones para aumentar la eficiencia energética en la agricultura de los países en desarrollo provienen de las políticas de desarrollo global de los países, éstas no deben descuidar aspectos de equidad en los incentivos dados a los sectores agrícola e industrial.

Los países en desarrollo y América Latina en particular están aprendiendo que la caída de los precios del petróleo puede ser económicamente tan peligrosa como la expansión de esos precios registrada en 1973-1974 y 1979. Estas expansiones estimularon un uso de formas de energía diferentes del petróleo e impulsaron prácticas de uso eficiente de la energía. Muchos

países comenzaron a revisar sus políticas nacionales energéticas, elevando el interés en el carbón, la energía nuclear, el gas natural y las formas renovables de energía.

A principios de esta década, la rápida transición desde el petróleo a otras formas de energía, parecía una tendencia saludable en un mundo que había llegado a ser demasiado dependiente de los productos petroleros. Actualmente la dramática caída de los precios y la incertidumbre de los mercados futuros, está afectando la tendencia mundial hacia el uso de renovables y carbón; muchos se preguntan si la conservación y sustitución tienen sentido en un mundo donde el petróleo es de nuevo un insumo barato.

La mayoría de los problemas energéticos actuales, al igual que las políticas que los afectan, van más allá de los factores nacionales, llegando a ser problemas regionales y aun globales. Consecuentemente, algunas formas de acción internacional son necesarias. Es más eficiente para un número de países con características geográficas y económicas similares, el unir fuerzas y enfrentar los problemas energéticos como región. No obstante, la acción internacional no puede ser sustituto para las políticas nacionales de energía y medio ambiente.

La capacidad institucional debe ser fortalecida para llevar a cabo las políticas de medio ambiente y desarrollo que tienen una base en el sector energético. Estas son entre otras: la polución de los recursos hídricos, el uso de la madera como combustible y el problema de la deforestación, la polución del aire y la acidificación del ambiente y la contaminación de metales pesados residuales de los procesos industriales.

Las políticas energéticas adecuadas para enfrentar las crisis deben inducir mayor investigación sobre las estrategias para la transición, incluyendo instrumental más efectivo para influenciar la demanda industrial, requerimientos de eficiencia para vehículos, equipos y productos en el comercio internacional, fuentes alternativas de energía y efectos económicos y medio ambientales de fuentes alternativas de energía. Por otro lado, se debe acelerar y mejorar la capacidad de adaptación, prevención y anticipación de los cambios en el sector energético para reducir el nivel de incertidumbre en el corto plazo.

### 3. Energía en América Central. Problemas principales

En los países no exportadores de petróleo de América Central (Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá), la mayoría de la población rural vive de pequeñas parcelas de tierra, marginalmente productivas. Las mejores tierras agrícolas han sido usadas durante mucho tiempo para cultivos de exportación. Mientras los recursos son agotados y la deforestación se acelera a una tasa alarmante, la pobreza rural es cada vez mayor y la situación ecológica hace crisis.

En Honduras la mitad de la población rural no tiene agua potable, y un 70% de ésta no tiene los más elementales sistemas sanitarios. En El Salvador, uno de los países más densamente poblados de la región, el desempleo y subempleo afecta al 75% de la población de las áreas rurales. En



1983 sólo 57% de la población sabía leer. En Guatemala, los ingresos reales de las familias pobres fueron menores en 1980 que en 1970. En 1980 había un doctor cada 8 610 personas y la mortalidad infantil era de 64 de cada 1 000 nacidos vivos.

La falta de abastecimiento energético a las áreas rurales ha sido un problema crítico. Menos del 20% de la población rural tiene acceso a la energía eléctrica en los países mencionados. La falta de energía ha sido uno de los responsables de la caída de 2% anual en la producción per cápita de alimentos desde 1978.

El uso de energía comercial ha caído 10% entre 1976 y 1982. En Guatemala declinó 10% en el mismo período. Para retomar a los niveles de producción per cápita de 1978, el consumo de energía comercial debería crecer un mínimo de 24% y crecer a una tasa de 4% a 6% para mantener el crecimiento de la población.

La energía eléctrica está contribuyendo poco a resolver las necesidades de energía, sin considerar que la electricidad es la principal opción de energía comercial doméstica en la región. En promedio, la electricidad provee sólo 10% de la energía total, una fracción relativamente pequeña del uso de energía en la región.<sup>25/</sup>

El uso de electricidad es particularmente bajo en las áreas rurales. La electricidad es usada por el 5% de la población rural de Honduras, 7% en Guatemala y 11% en El Salvador. Aun en Costa Rica, donde la electrificación rural ha sido bastante exitosa, menos de la mitad de la población rural usa energía eléctrica. El consumo de leña constituye más de dos tercios de la oferta de combustibles, con serias consecuencias sobre la base de recursos naturales de la región. La electricidad no sería un adecuado sustituto directo como combustible para cocinar, pero podría desplazar indirectamente a la leña, al desplazar el queroseno desde iluminación a cocina, y en algunos casos sustituyendo a la madera para la combustión industrial.

El bajo uso de la energía eléctrica es particularmente irónico al revisar las inversiones en el sector eléctrico. En Panamá y El Salvador, las inversiones eléctricas representaron cerca del 30% de las inversiones públicas. La deuda externa del sector público tiene un significativo componente de energía eléctrica: 18% en Costa Rica, 21% en Guatemala y 33% en Honduras.

Los límites al endeudamiento de las empresas públicas se alcanzaron en 1983, cuando el servicio de la deuda fue equivalente al 40% de los ingresos totales del sector eléctrico.

Es así como las poblaciones de estos países están pasando dificultades como resultado de la crisis de endeudamiento que surgen de las inversiones en energía nacional, pero están recibiendo muy poco beneficio directo de esas inversiones.

## OFERTA ENERGETICA POR FUENTE. 1983

<u>País</u>	<u>Electricidad</u>	<u>Biomasa</u>	<u>Leña</u>	<u>Petróleo</u>
Costa Rica	15	10	37	42
El Salvador	6	6	65	24
Guatemala	3	6	69	22
Honduras	4	6	62	28
Panamá	14	11	25	

Fuente: Los Alamos National Laboratory, The Energy Situation in Five Central American Countries, 1987.

La amplia dispersión de la población en las áreas rurales lleva a costos relativamente altos de proveer servicios eléctricos. No sólo la densidad es menor en áreas rurales sino que los consumidores son relativamente más pobres. Luego no están dispuestos a pagar precios mayores ni a comprar más energía que sus contrapartes urbanos. El exitoso programa de energía rural en Costa Rica, probablemente constituye la excepción en América Central. Sin embargo, en 1983 la dependencia a las importaciones de petróleo de Costa Rica era la segunda mayor de la región luego de Panamá.26/

#### IV. NECESIDADES ENERGETICAS EN AMERICA LATINA

##### 1. Tendencias Regionales

Durante el período 1973-1982, el consumo de energía de América Latina experimentó un ritmo de crecimiento alto en relación a otras regiones. El consumo regional aumentó 3.4% acumulativo anual, tres veces y medio la tasa de expansión del consumo energético mundial.

A partir de 1979 este crecimiento comenzó a desacelerarse; en el período 1979-1982 fue del orden del 2%, marcadamente contrario a la caída registrada en los países industrializados.

Pese a ese dinamismo, el consumo de energía por habitante fue de sólo 1.050 KEP en 1981, menos de un 20% del nivel consumido en los países de la OCDE. Si excluimos el consumo de biomasa (principalmente leña) el consumo de energía comercial en 1981 fue apenas 830 Kgep, poco más de 15% del promedio de los países industrializados de economía de mercado.

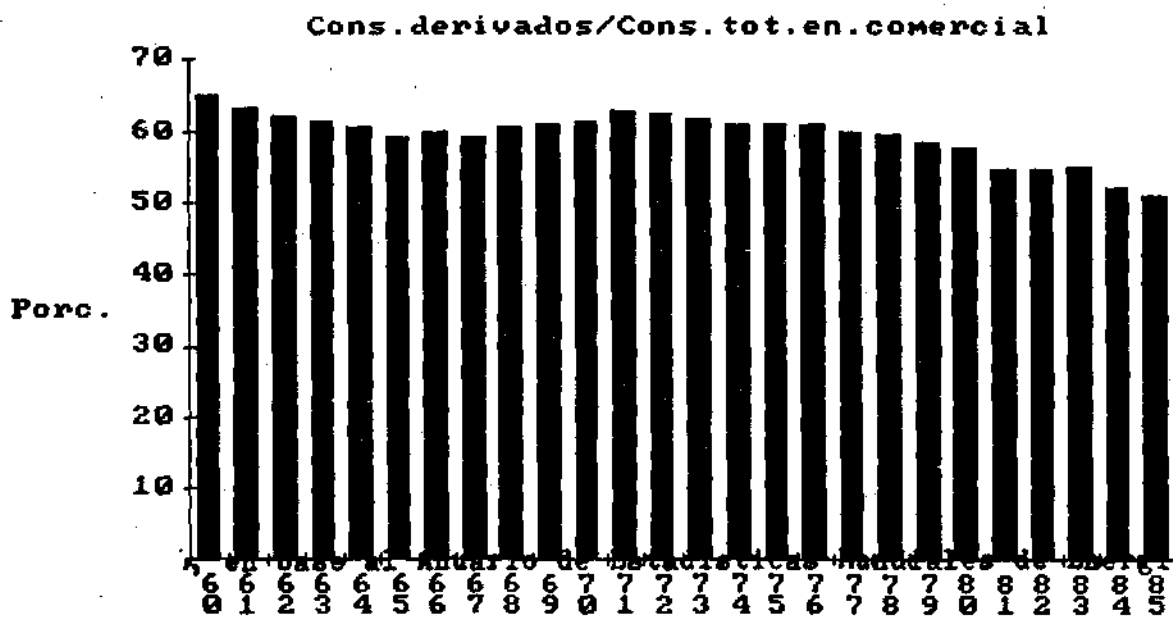
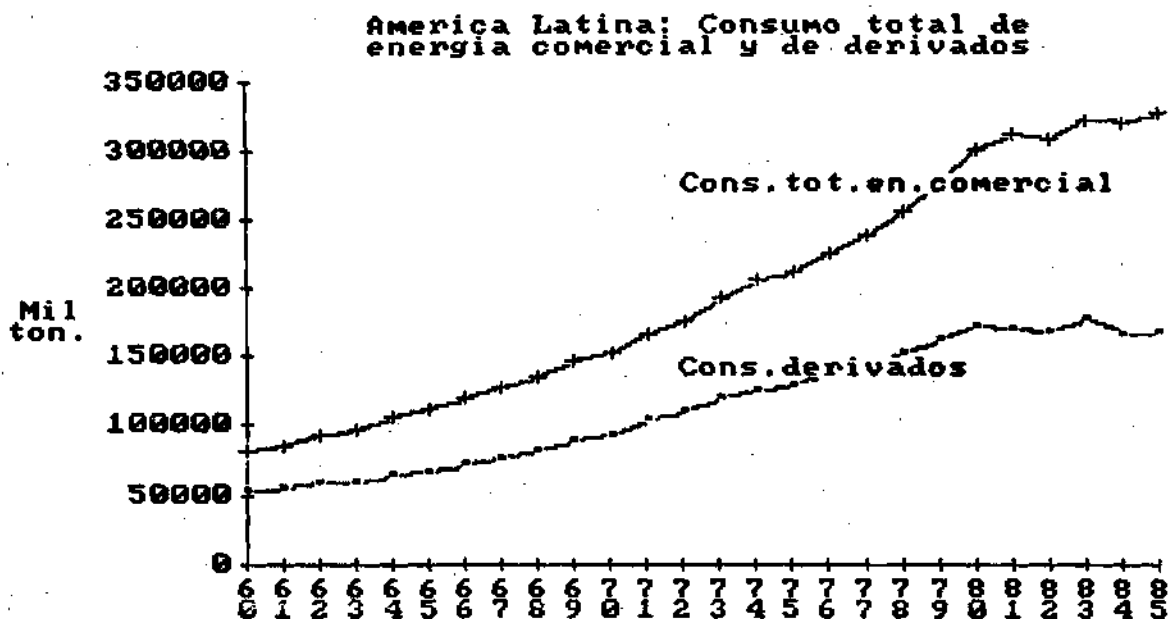
Entre 1973 y 1981 la producción de energía primaria comercial de América Latina creció 3.9%, y en el período 1979-1982, cuando la producción mundial se redujo, América Latina creció un 7.2%, muy superior al crecimiento mundial.<sup>27/</sup>

El costo de esa expansión ha sido significativo; entre los países importadores de petróleo, las importaciones de energía alcanzaban en 1973 un 10% de sus ingresos por exportaciones. En 1983 esa suma alcanzó un 34% y, para algunos de ellos, el costo de la energía importada consumía más de la mitad de sus exportaciones.

La mayoría de los países de la región son importadores netos de energía; las divisas para importar combustible compiten con las necesarias para expandir su producción energética interna. La expansión de sus sistemas energéticos en un marco de caída de precios de sus materias primas de exportación ha requerido flujos importantes de endeudamiento externo.

La estructura económica regional se ha orientado hacia la adopción de los patrones de producción y consumo de los países desarrollados. El desarrollo industrial se ha sustentado en un consumo masivo de petróleo, basado en los bajos precios históricos. En 1980 la participación del petróleo en la producción energética regional alcanzó 55% contra 16% de gas, 14% de biomasa, 12% de hidroenergía y menos del 2% de carbón. Los esfuerzos

Gráfico 2



Fuente: CEPAL, en base al Yearbook of World Energy Statistics de las Naciones Unidas, varios números.

regionales en la producción de fuentes no convencionales se demuestran, al observar que en 1970 la participación del petróleo era 64%.

El consumo de petróleo, sin embargo, mantuvo una participación entre 45% y 48% durante la década pasada, aunque desde 1980 esa participación se está reduciendo. Tanto la hidroenergía (15% en ese año) como el carbón mineral (3.5%) aumentaron su participación en el consumo global de energía en la región. Por otro lado, no sólo las fuentes alternativas de energía han contribuido a reducir la alta participación del consumo de petróleo, la recesión mundial la redujo significativamente en los primeros años del decenio de 1980.

El bajo nivel tecnológico de los países importadores de petróleo de la región no les permite reducir su consumo de energía sin un menor crecimiento económico. Su demanda de energía es inelástica en el corto plazo, frente a variaciones de precios, y la transformación de la estructura de consumo energético toma tiempo. Para las economías altamente dependientes del petróleo, las alternativas eran mantener las importaciones o reducir el consumo.

Para los países exportadores de petróleo (México, Venezuela y Ecuador), el aumento de los precios del petróleo trajo un período de prosperidad económica; esto se tradujo en un aumento inmediato en el consumo de energía. El aumento súbito de la demanda se vio satisfecho con hidrocarburos y no con otras fuentes. Se requiere un tiempo antes de que estas economías usen parte de sus ingresos petroleros en cambiar su estructura energética interna.

En menor medida se dio el mismo fenómeno para las economías autosuficientes en petróleo (Argentina, Perú y Bolivia), donde la sustitución del consumo de petróleo es un objetivo nacional; sin embargo, el énfasis del petróleo ha sido mucho menor que en los países importadores (Brasil, Chile, Colombia en los años setenta, Uruguay, Paraguay, y Centroamérica).

La distribución sectorial del consumo de energía en América Latina cambió significativamente en el decenio de 1970, el sector industrial alcanzó la primera posición como consumidor sectorial de energía, con un 34%. Si bien esta tendencia es positiva, el alto crecimiento del uso de energía del sector transporte explica en gran parte la alta participación del petróleo en la estructura regional del consumo. Este sector absorbe cerca de dos terceras partes de todo el petróleo consumido en América Latina.<sup>28/</sup>

Algunos países hicieron grandes esfuerzos en el decenio de 1970 para utilizar otras fuentes energéticas en la industria. Es así como la composición del consumo energético en el sector industrial sufrió modificaciones importantes en la década pasada. El consumo de petróleo en el sector industrial de América Latina cayó de 46.3% a 41.2% entre 1970 y 1980, mientras el consumo industrial de electricidad creció de 10.2% a 14% en igual período.

El carbón y el gas natural mejoraron también su participación en la industria a costa del petróleo y la biomasa. En el Brasil el consumo energético de alcohol etílico pasó de 0.5 millones de metros cúbicos en 1976

a más de cuatro millones en 1982, reemplazando el equivalente a 53 mil barriles diarios de petróleo en el sector transporte.

Al uso tradicional de la energía eléctrica para generar fuerza electromotriz se sumó en los años setenta la electrotermia en calderas, hornos, secadores y otros elementos industriales. Pese a que, desde 1960, la producción eléctrica creció al 8.8% acumulativo anual, el consumo per cápita de electricidad apenas supera los 2,000 kWh, existiendo una enorme capacidad potencial en la región.

La composición de las fuentes usadas en la producción eléctrica en el período 1970-1980 muestra la diversidad de las fuentes de origen nacional: la producción térmica bajó su participación en la producción de energía eléctrica regional desde un 49% en 1970 a un 41% en 1980. La hidroenergía aumentó su participación de un 51% a un 58% en igual período, estimándose que en 1982 superaba el 60%. La participación de otras fuentes (biomasa, geotérmica y nuclear) aportaron el 1% de la producción regional en 1980.

En algunos países del Caribe existen proyectos para convertir plantas térmicas de petróleo a carbón y expandir el sistema eléctrico en base a este recurso, mientras que en El Salvador y Nicaragua se avanzó en la ejecución de proyectos geotérmicos. Los esfuerzos del Brasil para usar carbón en la generación eléctrica eran muy promisorios en 1980. El largo período de gestación de estos proyectos impidió que fueran reflejados en los datos del decenio 1970-1980.

El potencial hidroeléctrico utilizable de América Latina es de aproximadamente 620,000 MW, del cual sólo 7% es utilizado. Al observar las dimensiones de los proyectos y la magnitud de las inversiones requeridas, es evidente que el financiamiento constituye el problema fundamental del desarrollo hidroenergético de la región. El desarrollo intensivo de la hidroenergía ha abierto un enorme potencial para la cooperación regional, por virtud de la interconexión, para el uso de recursos hidrográficos comunes. Los países que presentan porcentajes mayores de uso de sus recursos hidroeléctricos entre 1965 y 1979 fueron El Salvador, México, Uruguay, Brasil y Chile. Los países con mayor capacidad de generación hidroeléctrica son Costa Rica, con un 98% contra un 2% de generación térmica; Brasil, con un 85% de generación hidroeléctrica y Colombia con un 69% en 1979.

El consumo de electricidad de la región es de 778 kWh al año por habitante, cuyo valor es bajo comparado al promedio europeo de 2,000 kWh. La producción regional de electricidad fue estimada en aproximadamente 280,000 gW-hora en 1980. El consumo de electricidad por sector muestra que sólo Costa Rica, Panamá, República Dominicana y Uruguay dedicaron un alto porcentaje a consumo residencial y comercial. La mayoría de los países dedicaron menos de 50% al consumo eléctrico del sector industrial.<sup>29/</sup>

## 2. Electricidad: tendencias históricas

En el período 1965-1979 la tasa de crecimiento para la capacidad instalada fue de un 8%, mientras la capacidad hidroeléctrica creció un 10%. En ese período la producción de electricidad creció 8.8%. Hay una tendencia ahora

hacia la interconexión de los sistemas eléctricos nacionales, pese a no constituir interconexiones entre los sistemas centrales de los países. Este es el caso de las interconexiones del Brasil con Uruguay, Paraguay, Bolivia y Argentina, de Colombia con Venezuela y Ecuador y de Argentina con todos sus países limítrofes.<sup>30/</sup>

Los esfuerzos de interconexión han sido exitosos en Centroamérica y en los proyectos binacionales de la cuenca del Río de la Plata y Paraná. Brasil concentra su consumo de energía comercial en sus regiones sur y sureste y ha recurrido a costosas alternativas nucleares para complementar sus necesidades eléctricas regionales. La región central-occidental hacia la frontera boliviana es uno de los mercados eléctricos de mayor crecimiento en la región en el decenio de 1980.

Desde 1979, Brasil ha ejecutado un ambicioso programa de racionalización energética, orientado a la sustitución del petróleo y al autoabastecimiento de la oferta de combustibles líquidos.<sup>31/</sup> Ese es el propósito del programa de alcohol combustible y los esfuerzos y explotación de petróleo y gas natural.

Al observar el comportamiento de la generación de electricidad por fuentes de energía, se observa que en la década del 70 se inició en algunos países una sustitución. Esta consiste en reemplazar la generación térmica a petróleo por la conversión de calderas para la utilización del carbón mineral.

La hidroelectricidad, que en 1973 contribuía con el 55% sobre el total de la generación, en 1984 llegaba al 60%. En ese mismo año los planes de inversión en obras hidroeléctricas se encontraban en proceso de revisión, seleccionándose proyectos de menor potencia de acuerdo con las disponibilidades financieras regionales.

El consumo de diesel registra una baja tasa de crecimiento para el período, presentado una caída para el quinquenio 79-84, mientras que los combustibles pesados registraron un crecimiento de 8.5% anual, elevándose el segundo quinquenio a un 10.2%. La geotermia y generación nuclear tienen una mínima participación en la generación total, 2%. El carbón mineral ha aumentado su participación, sustituyendo al petróleo.

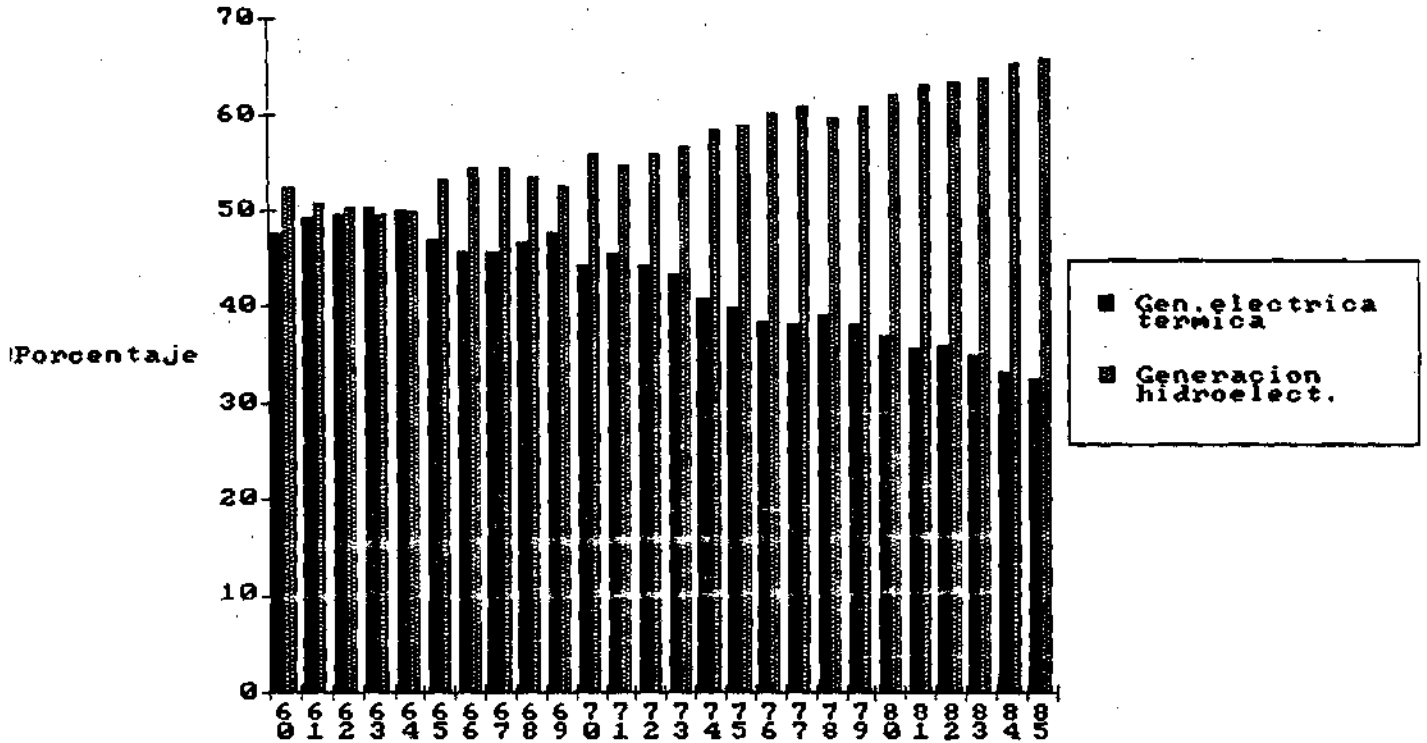
AMERICA LATINA: FUENTES DE ENERGIA  
(Tasas de Crecimiento)

	<u>1973-1984</u>	<u>1973-1979</u>	<u>1979-1984</u>
Hidroenergía	10.1	8.7	9.4
Carbón y biomasa	4.8	11.7	8.9
Combustibles pesados	7.2	10.2	8.5
Gas natural	5.1	6.3	5.7
Gas de refinería	7.0	0.2	3.9
Diesel	11.0	- 6.1	3.1
TOTAL	9.4	7.8	8.7

Fuente: Organización Latinoamericana de Energía (OLADE).

Gráfico 3

America Latina  
 Distribucion porcentual por tipo  
 de generacion electrica, 1960-1985.



Fuente: CEPAL, en base al Yearbook of World Energy Statistics de las Naciones Unidas, varios números.



Trabajos recientes usando datos de energía eléctrica en la industria colombiana han demostrado que el consumo de energía eléctrica está vinculado a la acumulación de capital más que al ingreso o nivel de actividad de un país. Ello explica que la demanda tenga una relativa estabilidad aun en presencia de crisis en la producción. En consecuencia el índice de consumo de energía eléctrica por unidad de producto se comporta anticíclicamente.

Otra conclusión importante que es aplicable a los países de mayor desarrollo relativo en la región es que la elasticidad de sustitución entre compras a la red y autogeneración ha aumentado significativamente entre la primera mitad de los años setenta y 1985. Esto indica que el empresario tiene mayor capacidad de respuesta a las políticas de aumento de tarifas, implementadas por las empresas públicas.

Elasticidad de sustitución entre compras de energía eléctrica y autogeneración en Colombia

1970-1976	0.86
1977-1983	1.28

Fuente: Centro de Investigaciones Económicas (CIE), Universidad de Antioquia, Colombia, 1981.

3. Desarrollo de la industria de gas natural 1960-1985

En 1960, Argentina producía 3,574 mm.m<sup>3</sup> de gas natural, mientras su consumo alcanzaba sólo 1,383 mm.m<sup>3</sup>. Colombia y Trinidad y Tabago producían 2,338 mm.m<sup>2</sup> y 2,766 mm.m<sup>3</sup>, respectivamente, mientras que su consumo era mucho menor (290 mm.m<sup>3</sup> y 766 mm.m<sup>3</sup>) principalmente en la industria petrolera. Chile producía 2,194 mm.m<sup>3</sup>, mientras que su consumo era de sólo 120 mm.m<sup>3</sup>.

Importantes expansiones en la proyección y explotación de petróleo durante los años sesenta estimularon la producción de gas natural en estos países. Es así como en 1969, Argentina y Chile producían sobre 7,000 mm.m<sup>3</sup>, pese a que Argentina consumía 5.327 mm.m<sup>3</sup> y Chile sólo consumía 727 mm.m<sup>3</sup>. Ese mismo año Colombia y Perú producían más de 2.000 mm.m<sup>3</sup>, mientras que Bolivia y Brasil se incorporaban a la producción con volúmenes superiores a 1,000 mm.m<sup>3</sup>. Ese mismo año observamos que los consumos son relativamente bajos aunque Colombia consumía 1,220 mm.m<sup>3</sup>, menos del 45% de su producción.

Los altos precios del petróleo en el decenio de 1970, estimularon las inversiones energéticas en la región y ya en 1975 Trinidad y Tabago producía 3.582 mm.m<sup>3</sup> y su consumo interno era menos del 50% de la producción. Pese a que la producción del país no se expandió en todo el período, en 1975 Chile producía más de 7.000 mm.m<sup>3</sup>, su consumo sólo era 760 mm.m<sup>3</sup>. Ese año Chile exportó gas natural (357 mm.m<sup>3</sup>), incorporándose a un mercado abastecido por México y Bolivia, que comenzó sus exportaciones en 1972 con la inauguración del gaseoducto de Bolivia a Argentina. Ese año Bolivia exportó 1,571 mm.m<sup>3</sup>.

Pese a la gran diferencia de producción con los países exportadores de petróleo (México y Venezuela con 21.855 y 37.135 mm.m<sup>3</sup> de producción de gas natural en 1976) Argentina produjo ese año un volumen de 11.032 mm.tn de gas natural, muy superior a los otros países de la región. Su consumo fue claramente mayor al de los demás países no petroleros de la región, alcanzando 7.710 mm.m<sup>3</sup> en 1976.

En 1980, la producción argentina era superior a 1976, alcanzando 13.466 mm.tn, mientras su consumo se había expandido a 9.410 mm.tn. Colombia que, desde los años sesenta había producido volúmenes cercanos a 3.000 mm.tn expandió su producción y consumo de gas natural, alcanzando en 1980 4.550 mm.tn producidos y 2.860 mm.tn consumidos.

Las exportaciones chilenas cayeron desde 690 mm.tn en 1978 a sólo 97 mm.tn en 1979 y se suspendieron en 1980. La producción de gas natural que durante los años setenta bordeó los 7.000 mm.tn, cayó en el decenio de 1980 a un promedio anual cercano a los 5.000 mm.tn. Chile no exportó gas natural en los años 1980 y su consumo fue inferior a 900 mm.tn anuales entre 1980 y 1985.

Bolivia mantuvo niveles de producción cercanos a 5.000 mm.tn anuales en los años 1980. Brasil, en el mismo período, logró una fuerte expansión en la producción que en 1976 sólo alcanzó 1.921 mm.tn. En 1980 ya producía 2.208 mm.m<sup>3</sup>, mientras su consumo alcanzaba a 1.231 mm.tn. Ya en 1985 Brasil expandió su producción a 5.468 mm.tn, mientras el consumo de gas natural alcanzaba 2.487 mm.tn. Ese mismo año Argentina producía más de 19.000 mm.tn, mientras que su consumo se acercaba a 17.000 mm.tn.

El consumo de Chile en 1985 fue relativamente bajo, sólo 963 mm.tn, frente a una producción de 4.638 mm.tn. En cambio Colombia, con una producción de 6.190 mm.tn, consumía 4.468 mm.tn en el mismo año. Guatemala ha mantenido sus bajos niveles de producción de gas natural que en 1982 alcanzaran su record histórico con sólo 31 mm.tn. Perú en los años ochenta ha producido gas natural para satisfacer su consumo interno, es así como en el período 1980-1985 su producción no superó los 1.500 mm.tn, mientras su consumo interno era inferior a los 1.200 mm.tn.

Trinidad y Tabago, el único país caribeño productor de gas natural, mantuvo niveles de producción cercanos a 3.000 mm.tn en el decenio de 1960. En los años setenta su producción se elevó a niveles cercanos a los 5.000 mm.tn y en 1985 alcanzó la producción record de 9.032, mientras su consumo promedio histórico es levemente superior a 2.000 mm.tn.

#### 4. Comercio regional de gas natural

Los esfuerzos para importar gas natural de Bolivia, por parte de Brasil, han fallado por varias razones. Entre ellas, la falta de experiencia de Brasil en el uso de gas natural y la política de inversiones intensiva en petróleo de la compañía petrolera nacional (PETROBRAS).

Brasil ha desarrollado su propia explotación de gas natural y las compañías de gas regionales han crecido considerablemente. El consumo de

electricidad de la región sur y sureste es cercano al 78% del consumo total. El consumo de la región centro oeste es sólo un 38% del total, mientras la demanda industrial por electricidad es menos del 2% de la demanda nacional. Sin embargo, ésta ha crecido el doble del promedio nacional entre 1980 y 1986. Brasil necesita ahora de un combustible para desarrollar su región centro oeste.

Bolivia, por su parte, ha probado ser un excelente abastecedor de gas natural para Argentina y recientes acuerdos de comercialización hacen a las importaciones desde Bolivia más atractivas. Los contratos de abastecimiento con Argentina expiran sólo en 1992. Esos contratos proveen aproximadamente la mitad de los ingresos en moneda extranjera de Bolivia. Desde las últimas negociaciones entre Bolivia y Brasil, el ambiente comercial entre Bolivia y Argentina evolucionó bastante.

Argentina ha descubierto en los últimos años extensos yacimientos de gas natural y podría estar menos entusiasta a renovar sus importaciones de Bolivia. Una solución sería, dado que Argentina posee relativamente más gas natural que Brasil que este país podría comprar de Argentina y Bolivia, satisfaciéndose la demanda del sur de Brasil con gas natural argentino y la región centro oeste con gas boliviano.

Es poco probable que la producción brasilera satisfaga sus necesidades en el mediano plazo: la explotación de gas natural en el litoral de Río de Janeiro está abasteciendo parcialmente a ese Estado y al polo industrial de Sao Paulo. Las importaciones petroleras en Brasil son ahora menos del 85% de las de 1974. La vulnerabilidad de la economía brasilera al petróleo ha impulsado al país a la autosuficiencia. Aun así, en 1986 las importaciones satisfacían más de un tercio de los requerimientos del Brasil.

Otro mercado potencial para el gas argentino es Chile. Este país ha iniciado la explotación de grandes yacimientos de gas natural en el extremo sur. Este es un estímulo para descentralizar la actividad industrial hacia el sur del país. Esto ha sido iniciado desde 1980, promoviendo la industria de metanol, orientada a la exportación y al consumo doméstico en la zona central. Sin embargo, el mercado doméstico podría tomar largo tiempo en expandirse, como para justificar invertir en un gaseoducto.

Una posibilidad más económica en el corto plazo es alimentar el extremo sur del gaseoducto argentino con gas natural de Chile y comercializarlo por gas natural argentino más cercano a Santiago de Chile. Existe un amplio espectro de alternativas de cooperación entre ambos países. De igual modo, una disposición favorable de los gobiernos de Argentina, Uruguay y Brasil puede acelerar los acuerdos comerciales alcanzables.<sup>32/</sup>

Argentina es el único país de la región con sustanciales recursos de gas natural y mercados significativos. Bolivia posee reservas razonables, pero sus requerimientos domésticos son comparativamente pequeños. Brasil y Chile poseen gas natural pero sus yacimientos no están localizados convenientemente. Uruguay no posee reservas pero, al igual que Chile y Brasil, puede proveer un mercado significativo para propósitos residenciales.

La estructura de consumo opera, en estos tres países, con gas derivado de la nafta importada, excepto en Brasil que está sustituyendo esta fuente por gas natural nacional. Sólo Brasil, y en menor escala Chile, puede proveer una demanda industrial significativa para el gas natural. Este combustible podría reemplazar al "fuel oil" también en Argentina y, en una escala más reducida, en el Uruguay.

Las compañías petroleras nacionales han resistido los desarrollos del gas natural, principalmente por la pérdida de control en las tasas de producción del petróleo crudo. Un excedente regional de "fuel oil" obligaría a las refinerías a adaptar su proceso, para producir una proporción mayor de combustibles más livianos. Una política exitosa debería contemplar el apoyo a las compañías petroleras nacionales para ajustar su estructura de refinación hacia la producción de menos "fuel oil". Esta es una opción costosa para las refinerías que operan cerca de su capacidad.

La penetración del gas natural en la estructura de demanda de refinados de petróleo puede ser rápida y eficiente, en especial en el sector transporte (un ítem doloroso para los países importadores de petróleo). Esto implicaría favorecer la sustitución de diesel por gas natural en algunos vehículos. Esto ha sido probado exitosamente en algunos países, incluido Brasil.

Todos los países de la región están en posición de usar gas natural para generación eléctrica. Uruguay y Paraguay, sin embargo, tienen la posibilidad de generar más hidroelectricidad que la requerida, lo cual está demostrado por el bajo nivel de uso de sus turbinas a gas. En los años recientes nuevas tecnologías han aparecido en el mercado, a precios significativamente menores a las turbinas tradicionales.

La energía hidroeléctrica o nuclear cuesta entre cuatro y seis veces más por kilowat instalado, sin considerar el tiempo de instalación, y mucho más costo para las turbinas de gas natural. Una forma de apoyar al desarrollo de los países participantes, es proveerlos con recursos energéticos más baratos y con alternativas de exportación, que contribuirán a promover la paz en las regiones involucradas.

##### 5. Estructura del consumo de energía en América Latina: Síntesis

Los cambios en las condiciones de oferta energética mundial que caracterizaron la década de los setenta, determinaron significativamente la demanda de petróleo y derivados en América Latina, en los años ochenta. Las principales tendencias son: la sustitución del petróleo y derivados por otras fuentes energéticas, en especial el carbón y, en algunos países, la energía nuclear y el gas natural. La aplicación de una política de conservación de energía, con medidas que exigen cuantiosas inversiones, y la sustitución del petróleo por otras fuentes se justifica desde el punto de vista económico en un contexto de altos precios del crudo.

Muchos de los problemas nacionales de energía elaborados después de 1973-1974, en los países no exportadores de petróleo en la región, asumieron que los precios podían sufrir una caída aguda que los llevara a niveles similares a 1972. Esto generó la política de espera con respecto a la

sustitución del petróleo y al desarrollo de otras fuentes energéticas. La economía energética de la mayoría de los países de América Latina se apoyaba casi por completo en el petróleo en 1973.

La demanda de petróleo y derivados presentaba un cuadro heterogéneo: de un consumo total de 219.5 millones de toneladas de petróleo equivalente en 1974, los derivados representaban un 59.4%; la hidroelectricidad un 17.8%; el gas natural un 17.5%; el carbón mineral un 5.3% y la energía nuclear y geotérmica sólo un 0.04%. El petróleo y sus productos constituían la fuente principal de energía aun en los países donde la electricidad era comparativamente abundante (Costa Rica, Brasil y Paraguay). Lo mismo sucedía en los países donde el gas natural es un recurso menos escaso que el petróleo (Argentina, Chile, Bolivia y Colombia).

El carbón tenía muy escasa significación excepto en Colombia, Chile y Brasil, donde su participación era muy inferior al petróleo. La energía nuclear no constituía una fuente energética comercial, excepto en Argentina donde su introducción estaba en una etapa inicial.

Aparte de los países exportadores de petróleo (Venezuela, Ecuador, México y Trinidad y Tabago), solamente Argentina cubría casi totalmente su demanda interna. El resto lo constituían países que no tienen petróleo, o tienen una producción baja y eran importadores netos.

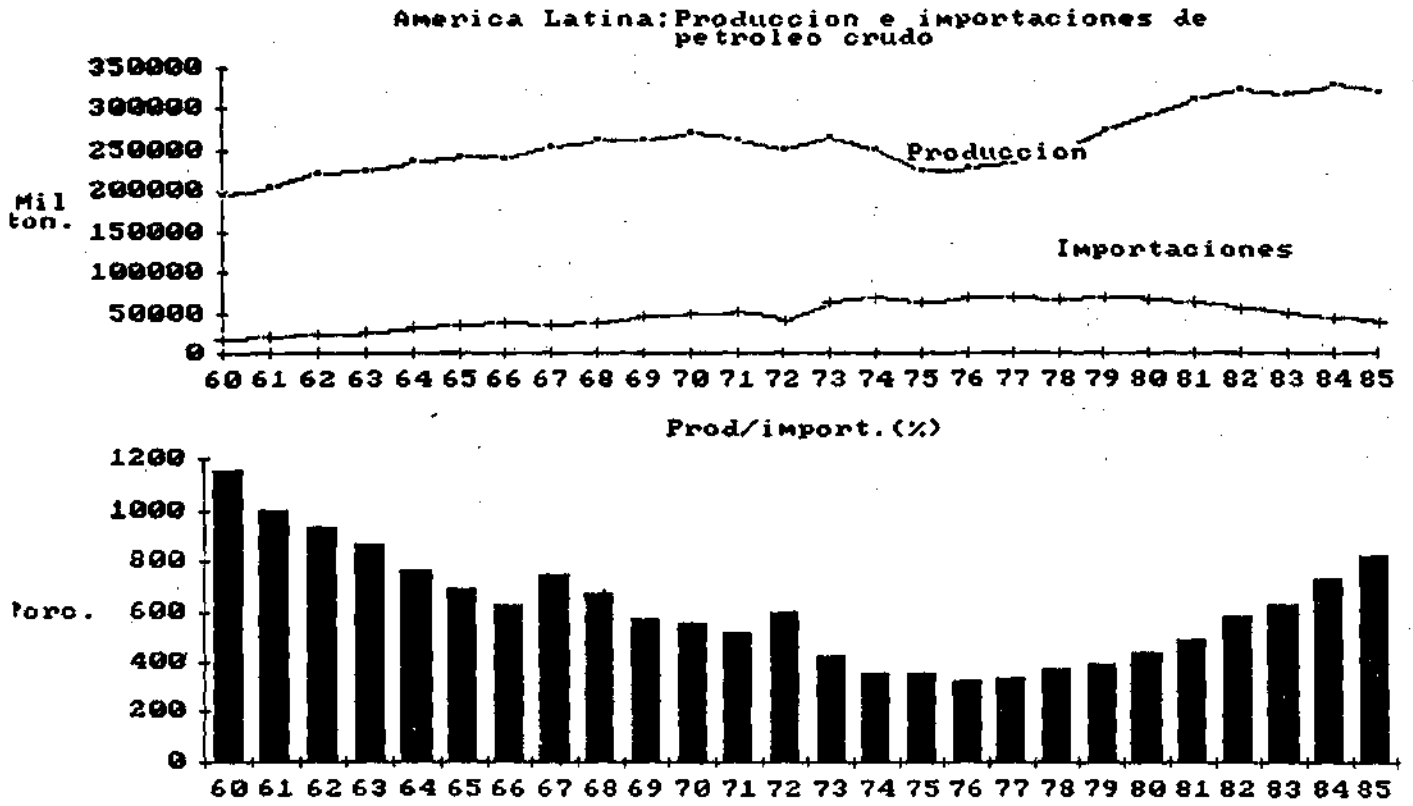
En la medida en que las economías alcanzan un mayor desarrollo tiende a crecer su consumo de energía. Aun suponiendo un ahorro de energía en el consumo por habitante, en razón del alza de precios y del uso más racional de la misma, la demanda de petróleo creció con intensidad en el período posterior a 1973.

La tendencia del consumo energético en el período 1973-1979 refleja el crecimiento económico experimentado por la región en esa época, pese al fuerte incremento de los precios del petróleo. Por otra parte, el período 1979-1984, caracterizado por un nuevo aumento en los precios del petróleo y acompañado por una contracción económica, estaría indicando la estrecha vinculación del consumo energético global con la demanda interna (consumo total más inversión bruta).

Pese a que el consumo de energía de los países no exportadores muestra una estrecha correlación con el Producto Interno Bruto, la heterogeneidad económica de dichos países impide el uso de indicadores como "intensidad energética" a nivel regional. Al no medir con exactitud el grado de eficiencia del consumo energético se arriesgan conclusiones erróneas. Los problemas que genera esta restricción son: distribución de ingreso, diferencias nacionales de precios relativos, deflactación de los precios de los energéticos y determinación de eficiencias de los diferentes energéticos, entre otros.

Once años después de la primera crisis del petróleo, en 1984, el consumo de energía primaria de América Latina estaba basado en el petróleo (54.9% del consumo total), la hidroelectricidad contribuía en un 19.8%, el gas natural participaba con un 21.2% y el carbón con un 4.1%. Comparativamente el resto del mundo, la economía de América Latina se caracterizaba en 1985 por una

Gráfico 4



**Fuente:** CEPAL, en base al Yearbook of World Energy Statistics de las Naciones Unidas, varios números.

mayor dependencia del petróleo, una significativa participación de la leña y del gas natural, una pequeña participación del carbón mineral y un bajo control de la estructura de consumo. Esto es consecuencia de un escaso manejo de la demanda de cada energético.

La falta de una política coordinada de precios relativos en la mayoría de los países se evidencia al observar el consumo de los principales energéticos en la región. En el periodo 1979-1984 el consumo de leña del sector comercial, residencial y público creció más de 2.3%. En 1984 los tres sectores consumían más del 75% del consumo total de leña de la región. Esto evidencia la urgencia de fijar políticas para aumentar la eficiencia en el uso, evitando el agotamiento del recurso.

La gasolina representó más del 18% del consumo de energía secundaria. El sector transporte consumió el 89% del total en 1984; este sector, que había crecido al 3% anual antes de 1979, cayó un 32% en el periodo 1973-1984. Esto se explica en parte por la reducción de la actividad económica, la mayor eficiencia tecnológica del parque automotriz y una elasticidad precio de la gasolina, vinculada al nivel de ingresos per cápita.

El sector transporte consumió en 1984 el 71% del consumo total de petróleo diesel. El consumo de diesel en la región alcanzó ese año a 16% del total. Las grandes posibilidades de sustitución del diesel en el sector transporte, no son tan claras en los sectores industrial y agropecuario, los cuales mantienen su participación en el consumo total a través de todo el periodo.

Los combustibles pesados han disminuido su participación en el consumo total. La tasa de crecimiento del consumo de combustible pesado alcanzaba entre 1973 y 1979 un 7.3%, en el periodo 1979-1984 esta tasa fue negativa, -0.6%. El sector industrial fue el consumidor principal de este energético, su incidencia fue más del 80 del consumo total de pesados.

El gas licuado de petróleo creció en forma homogénea a tasas cercanas al 8% anual. El sector industrial participa con el 6% del consumo total. El uso sustitutivo de gas licuado de petróleo debería orientarse hacia la electricidad. La electricidad creció más de un 9% anual para el periodo 1973-1984; esto indica una baja elasticidad con respecto a la actividad económica. Los sectores comercial, residencial y público absorbieron el 97% del consumo total de este energético.

La generación de energía eléctrica adquirió gran importancia en esta década. Mientras en 1983 su tasa de crecimiento fue 5.4%, en 1984 ésta alcanzó 10.6%. La hidroelectricidad, que en 1973 contribuía con el 55% sobre la generación total, en 1984 su participación alcanzaba al 60%.

Las políticas de uso racional de energía en el transporte aéreo y la baja de la actividad económica estancaron el consumo de queroseno en el sector transporte entre 1979 y 1984. Mientras en el quinquenio anterior el sector transporte incrementó su consumo de queroseno en 14% anual (1973-1979).

Mientras en la década de los setenta el sector residencial, comercial y público era el mayor consumidor de queroseno, en 1984 el sector transporte había incrementado su participación a un 55% del consumo total. El carbón mineral fue consumido principalmente por el sector industrial (94% del consumo de carbón mineral en 1984). La industria consumió intensivamente carbón en el quinquenio recesivo 1979-1984, caracterizado por los precios reales del petróleo más altos. Aproximadamente un 25% de la producción regional se destina a satisfacer la demanda de generación de electricidad. En ese sector el carbón mineral se ha transformado en una importante alternativa de sustitución.

Las fuertes tasas de crecimiento del consumo de alcohol en el transporte, básicamente en el Brasil y en menor medida en Argentina, Costa Rica y Paraguay han sido exponenciales y se espera una incorporación de nuevos países al consumo de este combustible. Esta fuerte expansión será detenida por la mantención de los bajos precios reales del petróleo en el mercado internacional.

Una ventaja importante de sustituir los derivados del petróleo por gas natural es la inversión relativamente baja que se requiere en las instalaciones de los consumidores. Este es el caso del reemplazo de petróleo por gas en las plantas generadoras de electricidad. No obstante, las principales regiones productoras están muy alejadas de los centros de consumo más importantes, lo cual obliga a realizar grandes inversiones en gaseoductos muy largos.

El uso de gas natural como combustible doméstico en viviendas exige grandes inversiones en redes de distribución e instalaciones de almacenamiento cuando no se dispone de ellas. La sustitución con gas natural del combustible líquido que utilizan las refinерías es eficaz, pues permite aumentar la producción. El carbón sólo puede sustituir al combustible para calderas, en tanto que el gas natural puede satisfacer, sin grandes inversiones, todas las necesidades de combustible de una refinерía.



## V. EVALUACION ESTADISTICA DE LOS CAMBIOS EN LA ESTRUCTURA ENERGETICA DE AMERICA LATINA

### 1. Premisas Básicas

Los sistemas energéticos de América Latina han sido influidos en distinta medida por los cambios en las condiciones económicas en los últimos 25 años. Este capítulo está dedicado a ilustrar cómo las economías energéticas de la región están respondiendo a esos cambios.

Tomando en cuenta las limitaciones impuestas por el tiempo y la amplitud de la materia bajo estudio, hemos construido una serie de índices de eficiencia y dependencia energética para la región y para algunos países. La base de datos utiliza información publicada por las Naciones Unidas en su Yearbook of World Energy Statistics, y fue procesada en la División de Recursos Naturales y Energía de la CEPAL.

La demanda por energía cambia en el proceso de desarrollo de la región, porque este proceso ha estado asociado a una expansión de la producción y el consumo, y también porque la estructura económica tiende a ser más intensiva en energía.

Las estadísticas energéticas en América Latina permiten solamente un análisis agregado y con un grado de precisión bastante bajo. Sin embargo, los esfuerzos para obtener relaciones con población, actividad económica y datos energéticos más desagregados, producen resultados interesantes, al hacer análisis de largo plazo.

La mayor parte de las relaciones presentadas aquí reflejan algunas tendencias regionales pero no entregan información respecto a los factores que inducen esas tendencias. El comportamiento de productores y consumidores de energía no puede ser explicado en términos puramente físicos, depende de valores monetarios y es esencialmente volátil.

### 2. Tendencias energéticas 1960-1985

Energía y población. En los últimos 25 años, América Latina ha producido más energía comercial que sus requerimientos de consumo por habitante. Sin embargo, el excedente de exportación se ha expandido menos que los requerimientos domésticos de energía. Mientras en 1960 el consumo de energía comercial por habitante era solamente de 399 k.e.p., en 1985 éste alcanzó 844 k.e.p.

El consumo por habitante se duplicó en 25 años, no obstante esta tasa se estancó a partir de 1982, luego de un vigoroso período de crecimiento en el decenio de 1970.

El consumo de energía estuvo concentrado principalmente en hidrocarburos durante todo el período de análisis. El consumo de derivados de petróleo por habitante, alcanzó en 1980 su máximo histórico de 500 k.e.p., mientras que el consumo de electricidad ese año fue de 153 k.e.p. por habitante, el consumo de gas natural alcanzaba a 144 k.e.p. y el consumo de carbón era sólo de 43 k.e.p. por habitante.

El consumo de derivados del petróleo se estancó a partir de 1981 debido a la contracción de las economías regionales y a la tendencia a la sustitución por energía renovable. En 1985 el consumo de derivados por habitante era inferior al de nueve años antes, alcanzando 432 k.e.p. en 1985, contra 438 k.e.p. en 1976.

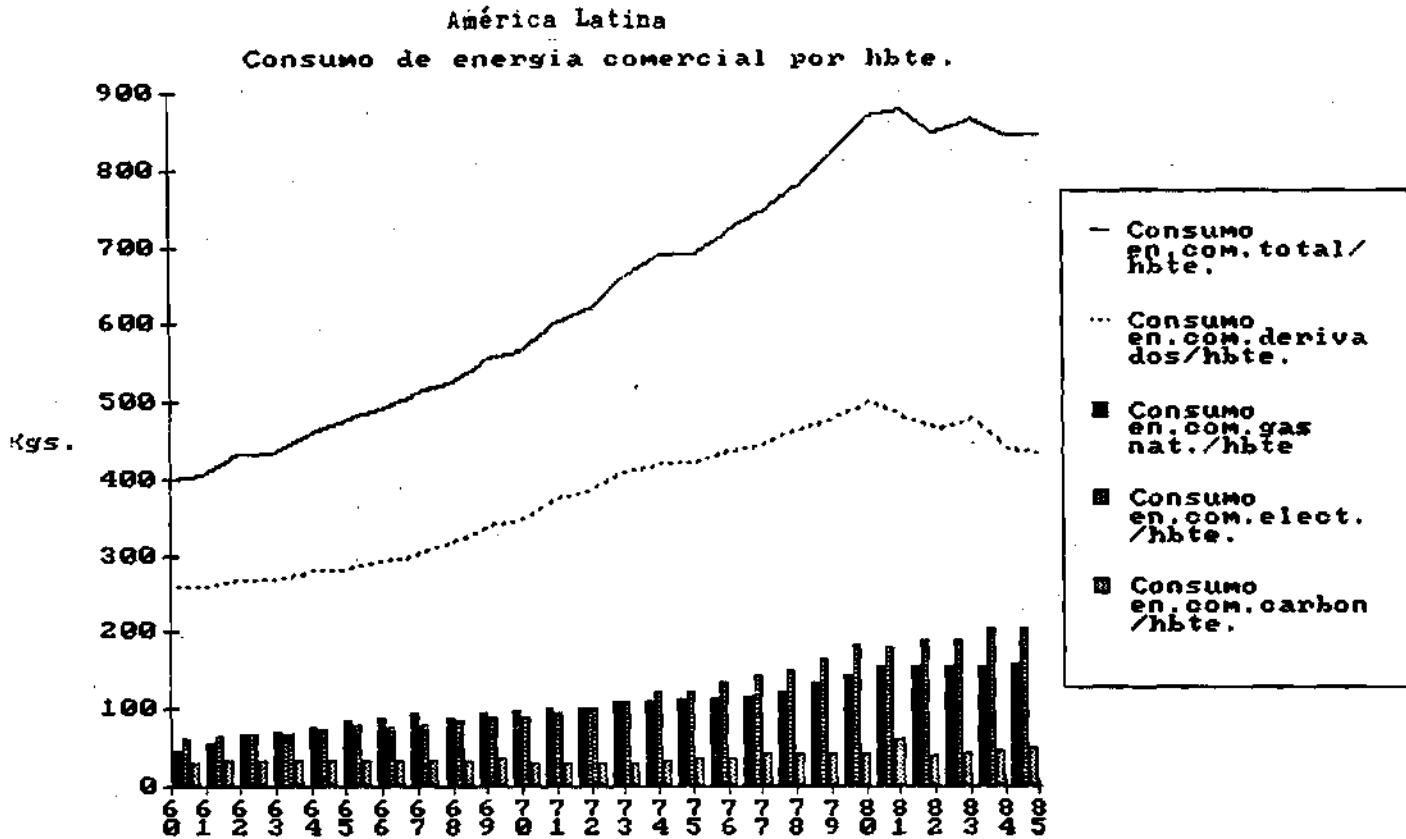
El consumo de electricidad ha crecido significativamente desde 1960 cuando alcanzó sólo 62 k.e.p. por habitante; durante los años sesenta éste creció a tasas bastante moderadas, alcanzando 95 k.e.p. por habitante en 1971. El ritmo de crecimiento se aceleró significativamente entre 1975 y 1980, año en que alcanzó 182 k.e.p. por habitante. En 1985 el consumo de energía eléctrica en la región era de 205 k.e.p. por habitante, más del 47% del consumo de derivados del petróleo ese año, mientras que en 1969 esa proporción no alcanzaba el 26%.

El consumo de gas natural muestra un crecimiento promisorio: mientras en 1960 el consumo por habitante era de 46 k.e.p., en 1975 éste alcanzaba 113 k.e.p. por habitante. No obstante el consumo per cápita de gas natural se estancó durante la presente década a niveles cercanos a 157 k.e.p. por habitante. El consumo de carbón medido en términos per cápita no ha sido muy significativo en la región. En los años sesenta su consumo por habitante anual nunca superó los 37 k.e.p. y su record histórico fue en 1981 con 61 k.e.p. por habitante.

Luego de una fuerte caída en 1982 a 39 k.e.p. su consumo ha crecido alcanzando en 1985 un promedio de 48 k.e.p. por habitante. La producción de energía por habitante no ha crecido en forma tan espectacular como el consumo durante el período de análisis. La producción de energía por habitante en el decenio de 1980 es similar a las del decenio de 1960, el record histórico de producción de energía por habitante se alcanzó en 1968 con 1.423 k.e.p., mientras el promedio más bajo se registra entre 1975 y 1978 con un promedio anual inferior a 1.200 k.e.p. por habitante.

La producción de petróleo ha triplicado la producción de gas natural por habitante durante todo el período muestral. La producción de electricidad es la única variable que ha crecido significativamente en términos per cápita. En 1985 la producción por habitante de electricidad de origen hidráulico, nuclear y geotérmica había crecido 3.3 veces respecto a su nivel de 1960.

Gráfico 5



**Fuente:** CEPAL, en base al Yearbook of World Energy Statistics de las Naciones Unidas, varios números.

### 3. Energía y actividad económica 1960-1985

El consumo de energía comercial necesario para producir una unidad de producto bruto es un indicador del nivel de uso de la energía en la actividad económica. Su evolución indica la importancia del sector energético en la economía a través del tiempo.

Cambios en la estructura del producto interno bruto (PIB) llevan implícitas modificaciones en la intensidad energética sectorial. El uso de tecnologías más intensivas en energía acelera el indicador, mientras que los mejoramientos tecnológicos deberían hacer caer la intensidad energética del producto.

En América Latina, al igual que las demás regiones en desarrollo, la energía comercial va reemplazando a la energía no comercial en el largo plazo. Como la energía no comercial es a menudo excluida de las estadísticas, es probable que haya un aumento puramente estadístico en el consumo de energía y en el indicador. El indicador es débil cuando hay cambios estructurales, como crisis petroleras, períodos de boom económico o recesiones inducidas para frenar la demanda interna de los países.

El consumo de energía comercial por unidad de producto creció bastante en el período muestral, elevándose en períodos de baja actividad económica. La primera conclusión que se deduce es que no ha habido un mejoramiento de eficiencia en el uso de energía para la actividad productiva global de la región.

Los requerimientos de derivados de petróleo para producir una unidad de producto son inferiores en 1985 a los de 1960, debido principalmente a las políticas nacionales orientadas a reducir la dependencia petrolera. Es interesante observar que el período con mayores requerimientos de derivados, es el de altos precios de petróleo en el mercado internacional. El nivel de consumo de derivados por unidad de producto se mantiene entre 500 y 550 k.e.p. durante los 25 años de la muestra.

El consumo de gas natural por unidad de PIB crece moderadamente hasta 1973 y luego se estanca hasta 1979. Durante los años ochenta su crecimiento vuelve al moderado ritmo de los años sesenta pero a tasas mayores, alcanzando un máximo histórico de 189 k.e.p. en 1983, un año de actividad económica anormalmente baja por la crisis de la deuda externa y la recesión internacional.

El consumo de electricidad por unidad de producto parece estar afectado por los precios del petróleo. En el decenio de 1960 este índice muestra un crecimiento levemente superior al de la actividad económica, estancándose antes de 1973. Durante los años setenta los requerimientos de energía eléctrica para el producto bruto crecen en forma significativa y luego se mantienen constantes en los años de alto crecimiento económico (1980-1981), el índice crece durante el resto de los años ochenta, alcanzando su máximo histórico en 1984 con 242 k.e.p. por unidad de producto.

Los requerimientos de carbón muestran una tendencia lentamente decreciente entre 1960 y 1973, al caer desde 61 k.e.p. hasta 42 k.e.p. por unidad de producto en los años mencionados. Desde 1974 el índice muestra una recuperación en el uso del carbón, alterada por la crisis en la actividad industrial de 1982. En 1985 el consumo de carbón alcanzó a 57 k.e.p. por unidad de PIB contra 61 k.e.p. en 1960.

#### 4. Eficiencia y dependencia energética: América Latina 1960-1985

El crecimiento en el uso de la energía en América Latina fue muy superior al alto ritmo de crecimiento económico de la región durante los años sesenta. Pese a la primera crisis del petróleo en 1973 la eficiencia en el consumo de energía no mejoró durante la década de los setenta, aunque en el primer quinquenio la elasticidad fue cercana a uno. En el segundo quinquenio la influencia de la mayor actividad económica global redujo la eficiencia energética, elevando la elasticidad a niveles similares en los años sesenta.

En 1981 en un contexto de altos precios del petróleo y altos préstamos bancarios a los gobiernos y sectores productivos de la región, la elasticidad alcanzó su máximo histórico. En 1983 la fuerte crisis económica redujo la elasticidad a niveles negativos y en 1984 la elasticidad fue cercana a cero, por primera vez durante los 25 años de análisis. En 1985 el consumo energético fue menor al crecimiento económico igualando al coeficiente de los países industrializados.

---

#### Coeficiente energético a/ América Latina 1961-1985

---

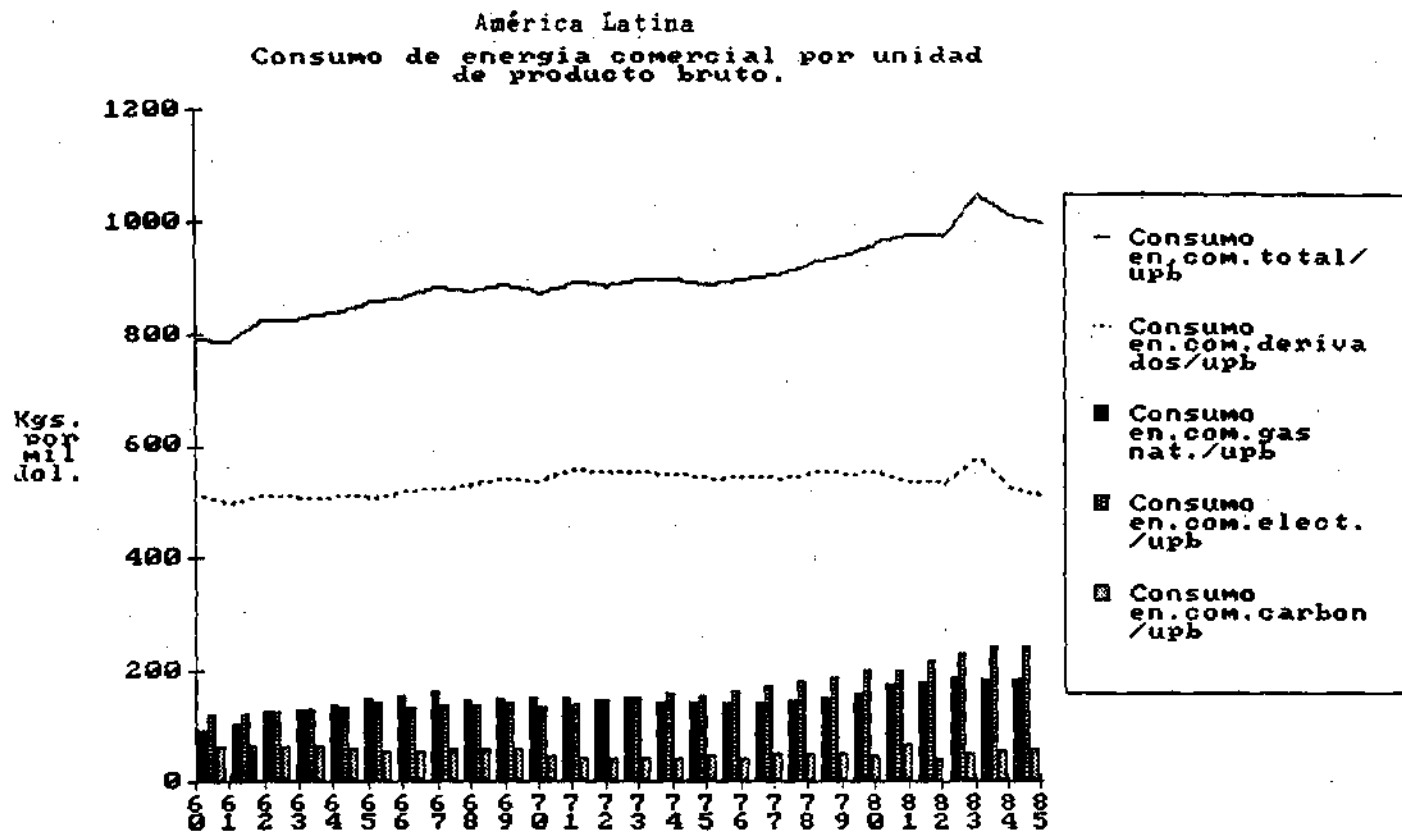
1961	0.89	1970	0.72	1980	1.46
1962	2.21	1971	1.35	1981	1.74
1963	1.07	1972	0.86	1982	1.52
1964	1.20	1973	1.22	1983	1.54
1965	1.55	1974	0.99	1984	0.01
1966	1.19	1975	0.69	1985	0.60
1967	1.47	1976	1.20		
1968	0.84	1977	1.20		
1969	1.24	1978	1.50		
		1979	1.23		

---

Fuente: CEPAL, Yearbook of World Energy Statistics de las Naciones Unidas, varios números.

a/ Tasa de crecimiento del consumo de energía primaria dividido por la tasa de crecimiento del PIB.

Gráfico 6



Fuente: CEPAL, en base al Yearbook of World Energy Statistics de las Naciones Unidas, varios números.

Pese a que la dependencia energética es bastante heterogénea en América Latina, la región en conjunto es exportadora neta de energía. Al calcular el comercio neto energético regional (las importaciones totales de energía menos las exportaciones totales de energía) observamos que existen dos períodos claramente definidos: entre 1960 y 1974 las exportaciones netas de energía oscilaron en alrededor de 130 millones de t.e.p.

A partir de 1975 las exportaciones netas se reducen fuertemente; ese año alcanzan a menos de 70 millones de t.e.p.; sólo vuelven al nivel de 1974 en 1981 cuando alcanzan más de 107 millones de t.e.p. En 1985 las exportaciones netas de la región alcanzan más de 125 millones de t.e.p., un nivel inferior al de 1960 en términos absolutos.

El porcentaje de superávit comercial energético, respecto al consumo de energía comercial de la región, se reduce linealmente entre 1960 y 1985, mientras el consumo regional de energía crece sistemáticamente. En 1960 las exportaciones netas de América Latina eran 160% mayores que su consumo de energía comercial.

En 1971 la relación se había reducido a poco más de 85%. Entre 1975 y 1981, la época de mayor crisis energética internacional, las exportaciones netas fueron cercanas al 30% del consumo energético de la región. En ese mismo período el consumo de energía comercial se elevó de 211 millones de t.e.p. en 1975, a 311 millones de t.e.p. en 1981. A partir de ese año las exportaciones netas se elevan a niveles cercanos al 40% del consumo energético comercial doméstico.

La dependencia energética regional ha tenido cambios bastante heterogéneos entre 1960 y 1985. Construimos un balance comercial energético calculando la diferencia entre importaciones y exportaciones totales de energía de cada país de la región. Esta medida de comercio energético neto fue dividida por el consumo de energía comercial total de cada país. Esta tasa nos indica el grado de dependencia al comercio exterior de los países importadores de energía. La tasa varía en el tiempo mientras el país cambia su flujo comercial energético.

Argentina en 1960 tenía un déficit neto cercano al 40% de su consumo. Durante el decenio de 1970 la proporción de importaciones netas había declinado a un promedio cercano a 15% del consumo. A partir de 1981 la composición del comercio energético cambia en Argentina, llegando al autoabastecimiento. En 1983 el déficit neto era sólo 1.5 % del consumo y en 1985 Argentina pasó a ser exportador neto de energía, alcanzando un superávit de 1.362 miles de t.e.p., lo cual hizo caer el índice de dependencia a 3.5% del consumo.

Bolivia siempre fue un exportador neto de energía. Aun cuando su consumo de energía comercial se triplicó en 1960 y 1985 éste alcanzó en 1985, 1.487 miles de t.e.p. En 1960 el consumo de energía comercial de Brasil fue de 20.654 miles de t.e.p. y su dependencia era muy alta. El déficit neto de energía alcanzaba casi a un 48% del consumo energético. Tasas de dependencia cercanas al 45% se mantuvieron hasta 1973.

A partir de ese año y coincidiendo con las alzas en el mercado internacional, el consumo energético del Brasil se eleva significativamente y sus niveles de dependencia neta se acercan al 60% del consumo de energía comercial. El meritorio esfuerzo de producción y sustitución doméstica permite reducir gradualmente el consumo de energía importada desde 47.292 m. t.e.p. en 1979 a sólo 25.919 m. t.e.p. en 1985 sin reducir significativamente el consumo de energía comercial total. El índice de dependencia energética se reduce desde 57.6% en 1977 a 44.6 en 1983 y a 31% en 1984. En 1985 la participación de la importación neta de energía, en el consumo total de energéticos es sólo 26.3% en el Brasil.

El caso de Colombia es bastante diferente al del Brasil; entre 1960 y 1976 Colombia fue un exportador neto de energía. Su índice de dependencia crece desde -85% en 1960 (exportaba un equivalente a 85% de su consumo energético ese año) a -50% en 1971. En 1976 el déficit neto de energía fue casi cero y desde 1977 Colombia pasa a ser un importador neto de energía, su déficit neto, cubierto con importaciones ese año, fue de un 3.9% de su consumo interno de energía.

Su característica de país autosuficiente en el abastecimiento energético se refleja en 1984, año en que Colombia vuelve a generar un superávit comercial energético, debido principalmente al creciente comercio internacional de carbón. En 1985 el coeficiente de dependencia fue -6.5%. Esto significa que Colombia tuvo exportaciones netas de energía equivalentes a un 6.5% de su consumo de energía comercial total. Este fue en 1985, el más alto de la historia de Colombia, alcanzando 19.378 miles de t.e.p.

La dependencia energética externa de Costa Rica ha variado en la misma dirección de los precios del petróleo entre 1960 y 1985. Durante los años sesenta el déficit energético fue en promedio cercano a 55% del consumo elevándose a niveles cercanos al 70% en los años setenta. El año de mayor dependencia fue 1978, cuando la importación neta alcanzó un 74.5% del consumo. Durante el decenio de 1980 la tendencia es hacia una lenta reducción de la dependencia energética. En 1982, como consecuencia de la caída del consumo comercial de energía, la dependencia cae al 52% y en los años posteriores, pese a la recuperación del consumo, los esfuerzos de conservación permiten reducir el porcentaje a 44% en 1984 y mantenerlo a 48.3% en 1985.

Una situación similar sucedió en Chile en el período de análisis. Los niveles de dependencia son históricamente menores a Costa Rica; sin embargo tienen una varianza mucho mayor. Aunque la dependencia fue menor a 30% durante el decenio de 1960, a partir de 1969 la tasa se eleva sobre 40%, creciendo espectacularmente durante los años setenta, alcanzando en 1979 el record histórico de dependencia energética: un 56.6% del consumo energético total.

La fuerte caída recesiva del consumo de energía, en los primeros años de esta década, y el esfuerzo interno en la prospección y explotación petrolera redujeron la tasa de importación neta de energía a niveles cercanos al 30% del consumo energético entre 1983 y 1985. Estos niveles son aun mayores a los de la década del sesenta.33/



En el período 1960-1985 el Ecuador ha logrado revertir totalmente su estructura de dependencia energética: en 1971 sus importaciones energéticas netas alcanzaban casi un 85% del consumo de energía comercial. Al año siguiente comenzó una gran actividad exportadora de petróleo; ese año el Ecuador produjo 4 millones de t.e.p. de petróleo. En 1976 la producción era casi 9.5 millones de t.e.p. de petróleo y a partir de 1977 el Ecuador dejó de importar petróleo. Entre 1978 y 1982 la producción petrolera superó los 10 millones de t.e.p. anual y en 1985 se alcanzó la producción record de 14.3 millones de t.e.p.

Si bien en 1972 las exportaciones netas de energía eran más de 170% del consumo energético comercial, en 1977 esa proporción era del 295%. El consumo energético comercial actual es casi cuatro veces mayor al consumo de 1970, alcanzando 4.7 millones de t.e.p. en 1985. La mayor parte de este crecimiento se registró durante los últimos años (exceptuando 1983, un año especialmente malo por factores climáticos y económicos internos). La proporción de exportaciones energéticas respecto al consumo comercial declinó entre 1979 y 1982, recuperándose después de 1983. En 1985 éstas fueron 189.8% mayores al consumo interno de energía comercial.

La dependencia energética de El Salvador alcanzó en 1985 a 69% de su consumo comercial, aunque en 1975 el país importaba el 90% de la energía que consumía. Su bajo nivel de importaciones de petróleo, sólo 620 mil t.e.p. en 1985 son una señal de grave estancamiento económico, pues en 1977 ese país importaba 860 mil t.e.p.

El mayor consumo histórico de energía comercial en Guatemala fue en 1979, alcanzando 1.4 millones de t.e.p. La producción petrolera comenzó en 1973 y en 1985 Guatemala producía sólo 184 mil t.e.p. El consumo de energía proviene principalmente de derivados y minoritariamente consumo eléctrico. El consumo de derivados por unidad de producto alcanzó 271 k.e.p. en 1985, mientras el consumo por unidad de producto de energía eléctrica era sólo 48 k.e.p. el mismo año.

Honduras importa la totalidad de los derivados que consume y sólo produce electricidad. Aunque el consumo de energía comercial es cuatro veces mayor en 1985 que en 1960, el consumo de energía no comercial es muy alto al igual que en Guatemala y El Salvador. En estos tres países se estima que el consumo de energía no comercial (carbón de leña y bagazo de caña) es mayor al consumo de energía comercial. En el caso de Guatemala el consumo de energía no comercial duplicaba el consumo de energía comercial en 1979.

La estructura de consumo de Nicaragua corresponde fundamentalmente a derivados de petróleo y electricidad. Pese a que la estructura de su producción de electricidad está satisfecha con el sistema interconectado centroamericano, sus requerimientos de derivados fueron en esta década cercanos a 200 k.e.p. per capita, mientras que sus requerimientos energéticos totales son cercanos a 245 k.e.p. per capita.

Históricamente México ha sido un exportador neto de energía (su producción petrolera en 1960 alcanzaba 13 millones de t.e.p. y en 1985 llegó a 135 millones de t.e.p.) El consumo de energía comercial creció linealmente entre 1960 y 1979. Los años 1980 y 1981 fueron de fuerte expansión en la

actividad económica y en el consumo energético, principalmente por los ingresos provenientes de la industria petrolera. A partir de 1982 el consumo doméstico se mantuvo a niveles inferiores a los de 1981. Esto fue posible porque el gobierno duplicó los precios de la gasolina corriente y del combustible diesel, elevando más de 40% el precio de la gasolina especial.

El consumo de energía comercial por unidad de producto se ha mantenido constante en la actual década (cerca de 870 k.e.p. anual) y no ha variado mucho en el período analizado. Pese al petróleo, el consumo energético comercial total es bastante elevado. El gas natural, la electricidad y el carbón ocuparon participaciones crecientes del consumo total. Esto explica que en 1985, el superávit comercial energético sea un 87% del consumo de energía comercial.

En el Paraguay la creciente producción de electricidad compensa sólo en parte las importaciones de derivados del petróleo. En el período histórico, sin embargo, el índice de dependencia se ha reducido; ésta alcanzó un 70% en 1983. La exportación de energía hidroeléctrica permitió que la importación neta de energía bajase a un 54.7% del consumo en 1985.

El Perú comparte con Colombia la característica de autosuficiencia en el abastecimiento de energía comercial. Hay tres fases de dependencia claramente marcadas en el caso peruano. Antes de 1964 el Perú era un exportador neto de energía; entre 1960 y 1963 el promedio de exportaciones netas fue cercano al 7% del consumo energético total. Entre 1964 y 1977 la dependencia energética creció proporcionalmente al consumo.

Mientras en 1965 las importaciones netas de energía alcanzaron 4.4% del consumo comercial, en 1972 las importaciones netas eran mayores a 26% del consumo. En 1977 la dependencia alcanza a un máximo de 30.5% del consumo energético. A partir de 1978 el Perú vuelve a ser un exportador neto de energía. Ese fue el último año en que el Perú importó petróleo. La producción petrolera se duplicó entre 1973 y 1978. Entre 1979 y 1985 la producción de petróleo crudo se mantuvo a niveles cercanos a 9 millones de k.e.p.

El superávit comercial energético en el período 1978-1985 varió entre 2 y 3 millones de k.e.p. mientras el consumo de energía total, incluyendo derivados, electricidad, gas y carbón fue mayor a 9 millones de k.e.p. al año.

Las exportaciones netas fueron equivalentes a más del 30% del consumo energético comercial durante el período de 1978-1985. El consumo de energía por habitante en 1985 fue de 484 k.e.p., un nivel similar al promedio obtenido entre 1965 y 1969.

La producción de energía eléctrica tuvo una gran expansión durante los ochenta en el Uruguay. Al mismo tiempo el consumo de derivados de petróleo por unidad de producto se redujo a 302 k.e.p. en 1985, luego de haber alcanzado 716 k.e.p. en 1972, y tasas cercanas a 600 k.e.p. durante el período 1975-1979.

El consumo de electricidad llegó a ser 602 k.e.p. por habitante en 1983 y 1984, mientras entre 1975 y 1979 el promedio anual no superó los 150 k.e.p. per capita. La dependencia histórica del sector energético fue superior al 90% anual entre 1960 y 1979. A partir de ese año las importaciones netas de energía se han reducido y en 1982 Uruguay importó un 39% de la energía comercial consumida.

A partir de 1983 el proyecto hidroeléctrico conjunto Uruguayo-Argentino permitió reducir las importaciones netas de energía desde más de 2.2 millones de k.e.p. en 1976 a sólo 330 mil k.e.p. en 1983. Así la dependencia energética externa en 1985 es un 20% del consumo de energía comercial.

La producción histórica de petróleo crudo de Venezuela tiene dos etapas claramente diferenciadas. El período 1960-1972 de altos y crecientes niveles de producción: en 1970 Venezuela produjo su máximo histórico de 194 millones de t.e.p. El período 1973-1985 es de una regulación concertada en los volúmenes de producción a niveles cercanos a 120 millones de t.e.p. entre 1975 y 1980. A partir de ese año la producción es reducida para mantener los precios hasta alcanzar su mínimo histórico en 1985 con 87 millones de t.e.p.

El consumo de derivados por habitante mantuvo su tendencia creciente hasta 1983 cuando alcanzó 1.127 k.e.p., luego se redujo, alcanzando en 1985 los 993 k.e.p. por habitante. El consumo de gas natural ha sido especialmente alto en Venezuela, mientras el consumo de electricidad por habitante se elevó linealmente alcanzando en 1985 el máximo de 302 k.e.p. per capita. El consumo de energía total por habitante alcanzó un promedio superior a 2.300 k.e.p. entre 1980 y 1984.

El superávit energético creció entre 1960 y 1970. A partir de entonces el consumo de energía comercial ha crecido más rápido, lo que en la práctica ha significado una baja lineal, en las exportaciones netas de Venezuela, entre 1971 y 1985 en términos físicos. Si bien en 1966 y 1967 las exportaciones netas de energía eran 1.500% el consumo de energía comercial, en 1973 éstas eran 818%, en 1980 las exportaciones de energía fueron casi 300% y en 1985 constituyen 172% del consumo energético comercial.

La importancia del consumo y la exportación de derivados de petróleo ha sido creciente en el período examinado. En 1961 la producción de petróleo era casi 360% mayor al consumo más la exportación de derivados. En 1972 esa relación era de 280% y en 1985 era de 214%. En 1985 Venezuela consumía y exportaba derivados en una proporción equivalente al 47% de su producción de petróleo, mientras en 1960 esta relación era sólo de 28%

##### 5. Evolución del mercado regional del petróleo y sus derivados 1960-1985

La importancia de los derivados del petróleo, dentro de la estructura del consumo total de energía de América Latina, se mantuvo constante entre 1960 y 1979. El consumo de derivados osciló en ese período a niveles cercanos a 60% del consumo total de energía comercial de la región.

A partir de 1980 observamos una tendencia a la reducción de la participación del consumo de los derivados, de un 58.4% del consumo de energía comercial en 1979, hasta un 51.2% en 1985.

El consumo de petróleo por habitante creció en forma continua durante la década del sesenta a excepción de 1967, año en que hubo una contracción del comercio. En 1960 el consumo per capita de petróleo crudo alcanzaba sólo a 496 kilos por habitante, 14 años más tarde en 1973 el consumo petrolero por habitante alcanzó su record histórico de 726 kilos. Pese a que la caída de la actividad en los países centrales hizo caer el consumo por habitante en 1975 a 608 kilos, el promedio de consumo entre 1975 y 1979 fue de 650 kilos de petróleo crudo por habitante.

A partir de 1979 se observa una tendencia a la disminución del consumo de petróleo per capita, inducido en parte por la menor actividad económica respecto al decenio de 1970 y por los altos precios en los primeros años del decenio de 1980. El consumo de 1985 fue de 581 kilos por habitante, lo cual es menor al registrado por la región en 1964.

Las importaciones de petróleo son una parte significativa del consumo de la región durante todo el período histórico. Durante los años sesenta la dependencia del consumo de la región se elevó significativamente. En 1960 sólo el 16% del consumo procedía de fuera de la región; en 1965 las importaciones alcanzaban el 24% del consumo y en 1971 éstas ya representaban más del 27% del consumo del petróleo crudo. Durante los años setenta la dependencia del petróleo se incrementó y en 1975 las importaciones alcanzaron un 34% del consumo regional.

Pese a que el segundo quinquenio de los setenta fue un período de mucha actividad económica en los países de América Latina, la dependencia a las importaciones externas a la región comenzó a reducirse. En 1978 las importaciones eran un 31% del consumo del petróleo y en 1980 éstas alcanzaron a un 29%. Detrás de estas cifras hay un esfuerzo significativo de varios países para explorar y explotar yacimientos petroleros nacionales, frente a los crecientes precios por barril de crudo en el mercado internacional.

La tendencia observada durante el primer quinquenio de los ochenta es hacia una reducción sistemática en las importaciones extrarregionales. La participación de las importaciones, dentro del consumo de petróleo, fue de un 22% en 1983 y en 1985 la dependencia se había reducido a un 17%, lo cual es un punto superior a la tasa observada en 1960.

Pese al gran esfuerzo de los países productores de petróleo (Ecuador, México, Venezuela y Trinidad y Tabago) y de la mayoría de los países, de aumentar la producción petrolera doméstica entre 1973 y 1985, la producción por habitante nunca superó los niveles de los años sesenta.

Los requerimientos de importación de petróleo crudo por unidad de producto crecieron en forma sistemática hasta los primeros años de la década del setenta, la crisis energética redujo las importaciones por unidad de producto a partir de 1978. Estos requerimientos se reducen en más de un 100% entre 1978 y 1985. Ese año las importaciones de petróleo por unidad de PIB alcanzan su menor nivel histórico, 118 kilos por unidad de producto.

La producción de petróleo crudo en los años sesenta alcanzó niveles superiores a 1.000 kilos por habitante en la región. A partir de 1970 la producción de petróleo por habitante comienza a reducirse desde 998 kilos ese año a sólo 719 kilos en 1976. A partir de entonces esta tasa se eleva impulsada por los precios hasta alcanzar 891 kilos por habitante en 1982.

Las exportaciones de petróleo por habitante se reducen a tasas constantes desde 543 kg. en 1960 a sólo 297 kg. en 1977. A partir de ese año crecen hasta alcanzar un máximo de 390 kilos por habitante en 1983.

El petróleo crudo que es exportado fuera de la región, como proporción de la producción petrolera de América Latina, ha caído a través del período de análisis. Mientras en 1960, más de un 57% de la producción petrolera se exportaba fuera de América Latina, en 1985 sólo se exporta un 42% de la producción regional, mientras el 58% se destina a cubrir el consumo interno y las exportaciones intrarregionales.

En 1970 la proporción exportada fue del 50%, mientras en 1979 y 1980 se exportó un 43% de la producción regional de petróleo crudo. La producción de petróleo crudo por unidad de PIB se redujo linealmente entre 1960 y 1981 mientras la región crecía. Los tres años de recesión posteriores a 1981 exhiben un aumento en la producción por unidad de producto, la cual vuelve a la tendencia histórica sólo en 1985.

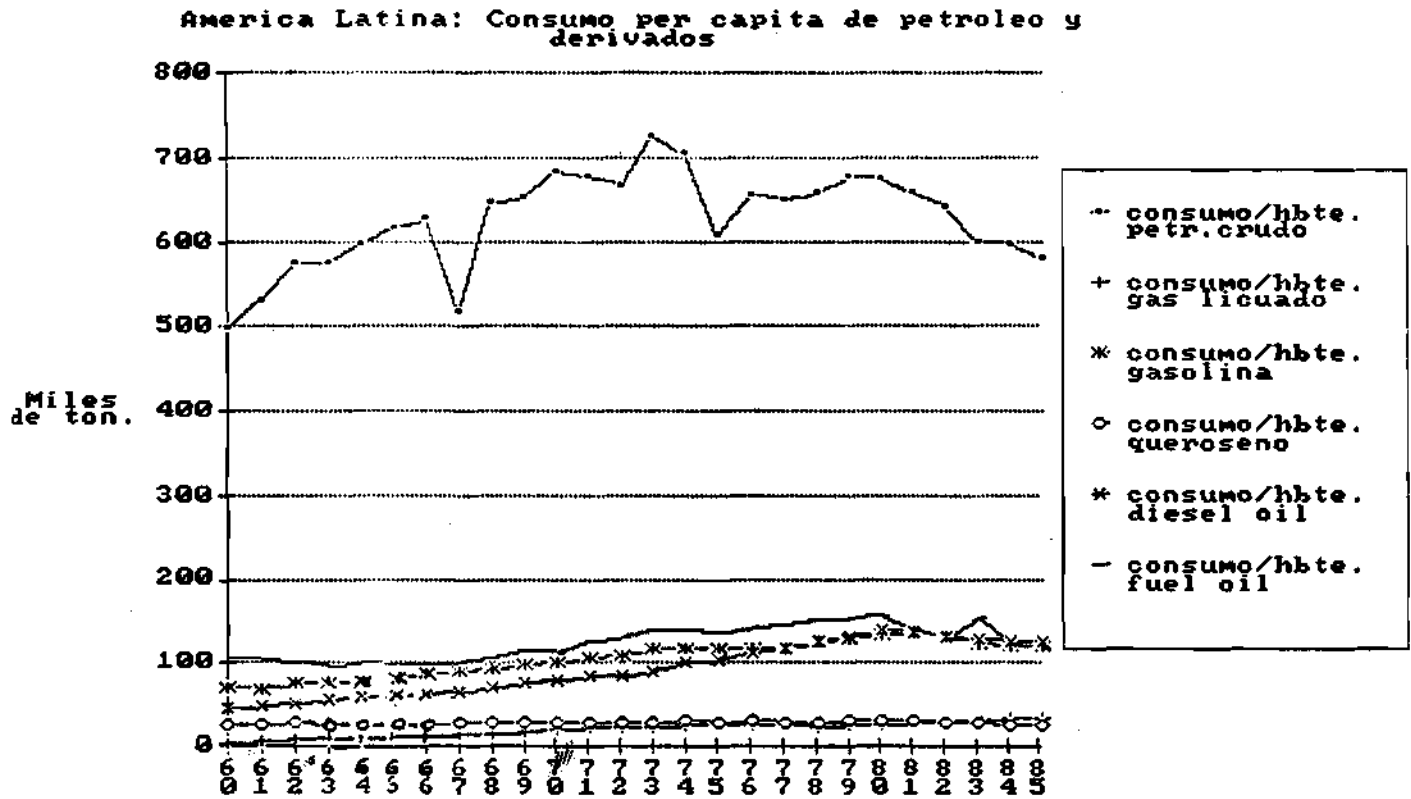
El consumo de derivados creció en forma sistemática hasta 1981. La crisis de la deuda externa contrajo el consumo de derivados en 1982. Posteriormente el consumo permaneció a niveles cercanos a los de ese año. El consumo total de energía comercial fue afectado en forma similar por la crisis de la deuda.

En el largo plazo, el consumo de derivados como proporción del consumo total de energía comercial se viene reduciendo a tasas constantes. En 1960 esta tasa alcanzaba casi 65.2%. Ya en 1969 el consumo de derivados representaba menos del 61% del consumo total de energía. A partir de 1973 la caída en la participación de los derivados es más sistemática y en 1980 ésta alcanza 57.5% del consumo energético. Durante esta década la tendencia es similar: en 1984 alcanzó 52.1% del consumo energético y en 1985 se redujo al 51.22%.

El consumo de derivados de petróleo ha crecido a un ritmo inferior al consumo de energía comercial en América Latina. Los elementos que han causado esa tendencia son, por una parte, factores de mercado como los precios internacionales y los cambios en la composición de la demanda entre sectores más y menos intensivos en energía. El otro grupo de elementos determinantes del consumo de derivados son los factores tecnológicos, el cambio en las relaciones insumo-producto en sectores como el transporte y la industria, y los mejoramientos en la eficiencia energética.

La alta capacidad de independencia energética petrolera de la región está demostrada al examinar la relación entre producción e importaciones de petróleo crudo entre 1960 y 1985. En 1960 la producción de petróleo crudo era 11 veces mayor que las importaciones; esa relación fue declinando mientras los países no exportadores requerían un volumen mayor de petróleo

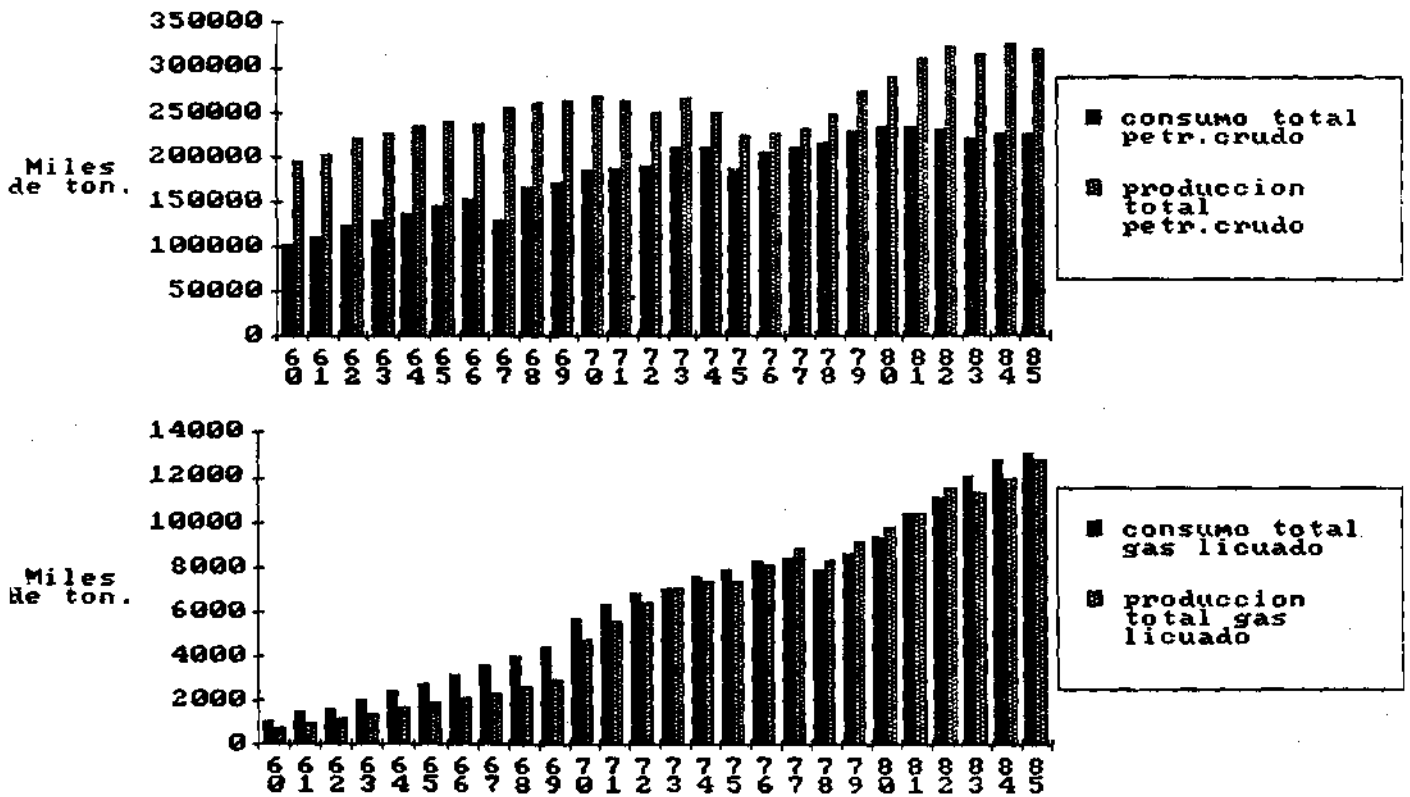
Gráfico 7



**Fuente:** CEPAL, en base al Yearbook of World Energy Statistics de las Naciones Unidas, varios números.

Gráfico 8

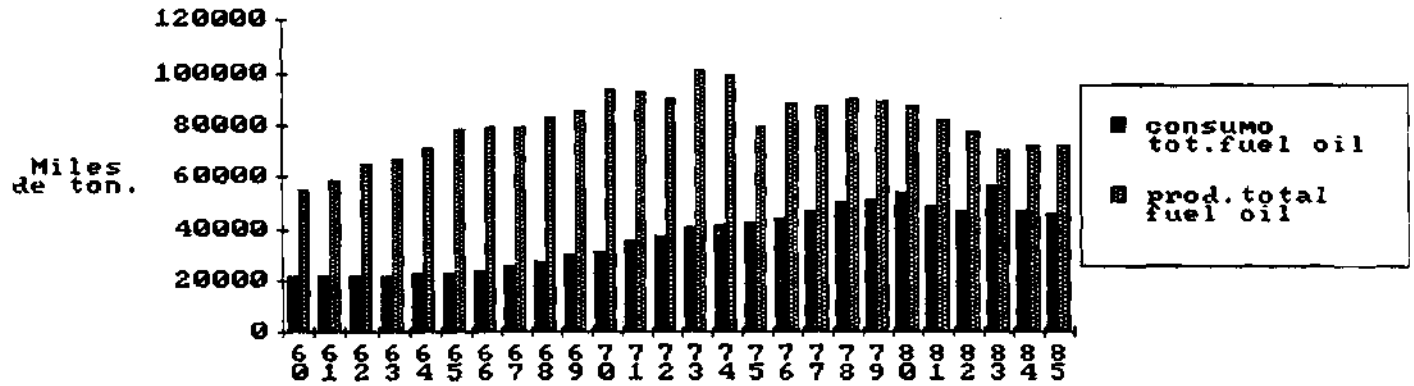
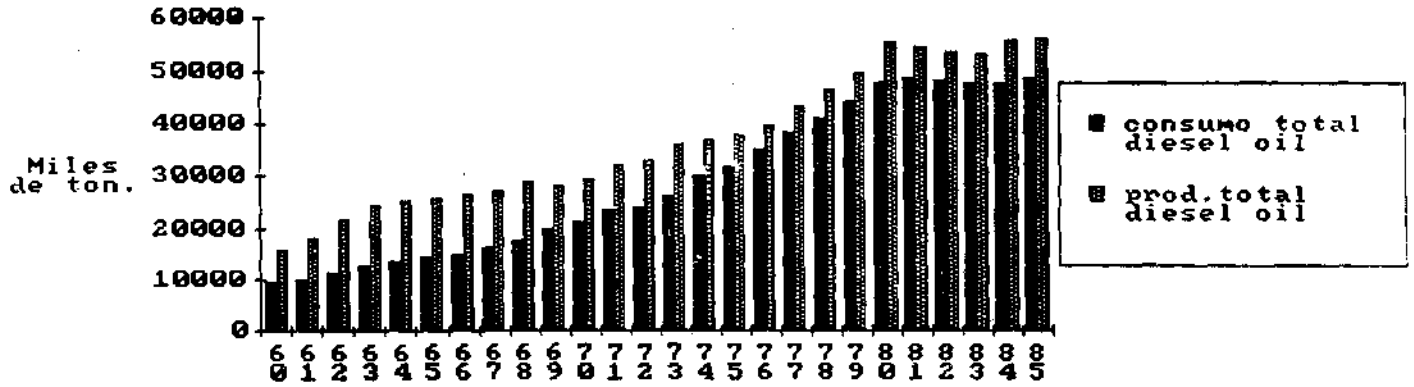
América Latina



Fuente: CEPAL, en base al Yearbook of World Energy Statistics de las Naciones Unidas, varios números.

Gráfico 9

América Latina

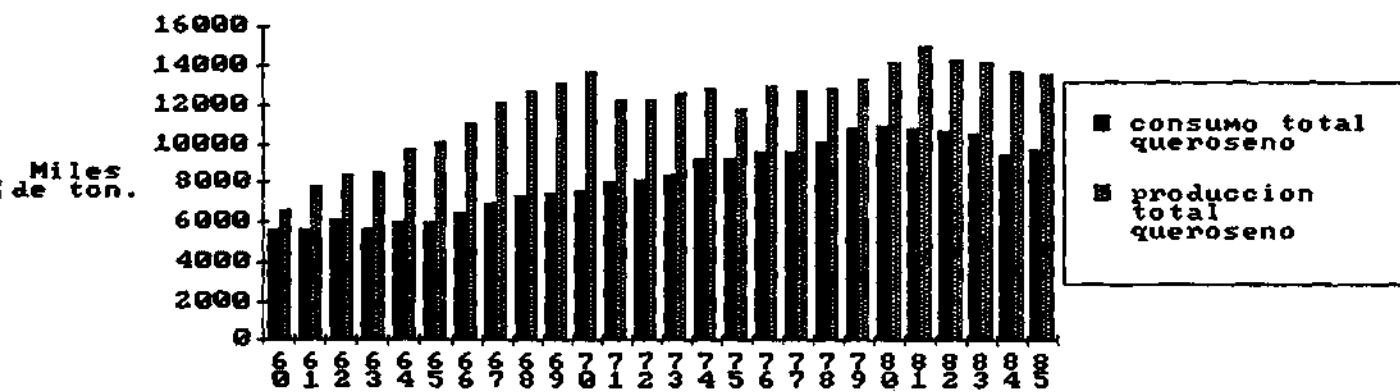
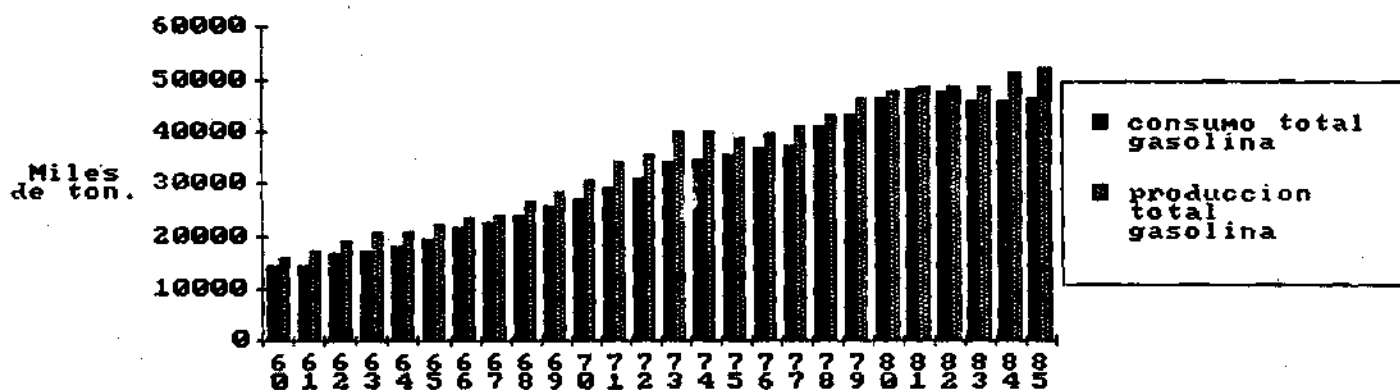


Fuente: CEPAL, en base al Yearbook of World Energy Statistics de las Naciones Unidas, varios números.



Gráfico 10

América Latina



Fuente: CEPAL, en base al Yearbook of World Energy Statistics de las Naciones Unidas, varios números.

importado y los países exportadores comenzaban a abastecer mercados fuera de la región. En 1970 la relación entre producción e importaciones era de 5.6 a 1.

En 1974, cuando las importaciones de crudo alcanzaban su máximo histórico (más de 70 millones de t.e.p.) la producción de crudo se redujo como una consecuencia de las cuotas fijadas por la OPEP. Para Venezuela ese año las importaciones de la región fueron equivalentes a sólo un 28.2% de la producción de la región.

Entre 1974 y 1978 la producción anual de petróleo crudo se mantuvo a niveles inferiores a 250 millones de t.e.p., mientras las importaciones anuales eran bien cercanas a 70 millones de t.e.p. En 1976 la producción fue sólo 3.25 veces mayor a las importaciones, en un marco de alta dependencia petrolera al mercado internacional y altos precios internacionales. A partir de 1979 la producción petrolera de la región comienza a batir cada año el record histórico.

Este notable esfuerzo permitió la reducción intensiva de las importaciones de crudo desde casi 70 m. t.e.p. en 1979 a menos de 39 m. t.e.p. en 1985. La producción, que en 1979 era 3.9 veces mayor a las importaciones, se elevó en el período y ya en 1984 llegó a ser 7.3 veces mayor a las importaciones. En 1985 esa tendencia continuaba y las importaciones de petróleo ese año fueron menos del 12% de la producción total.

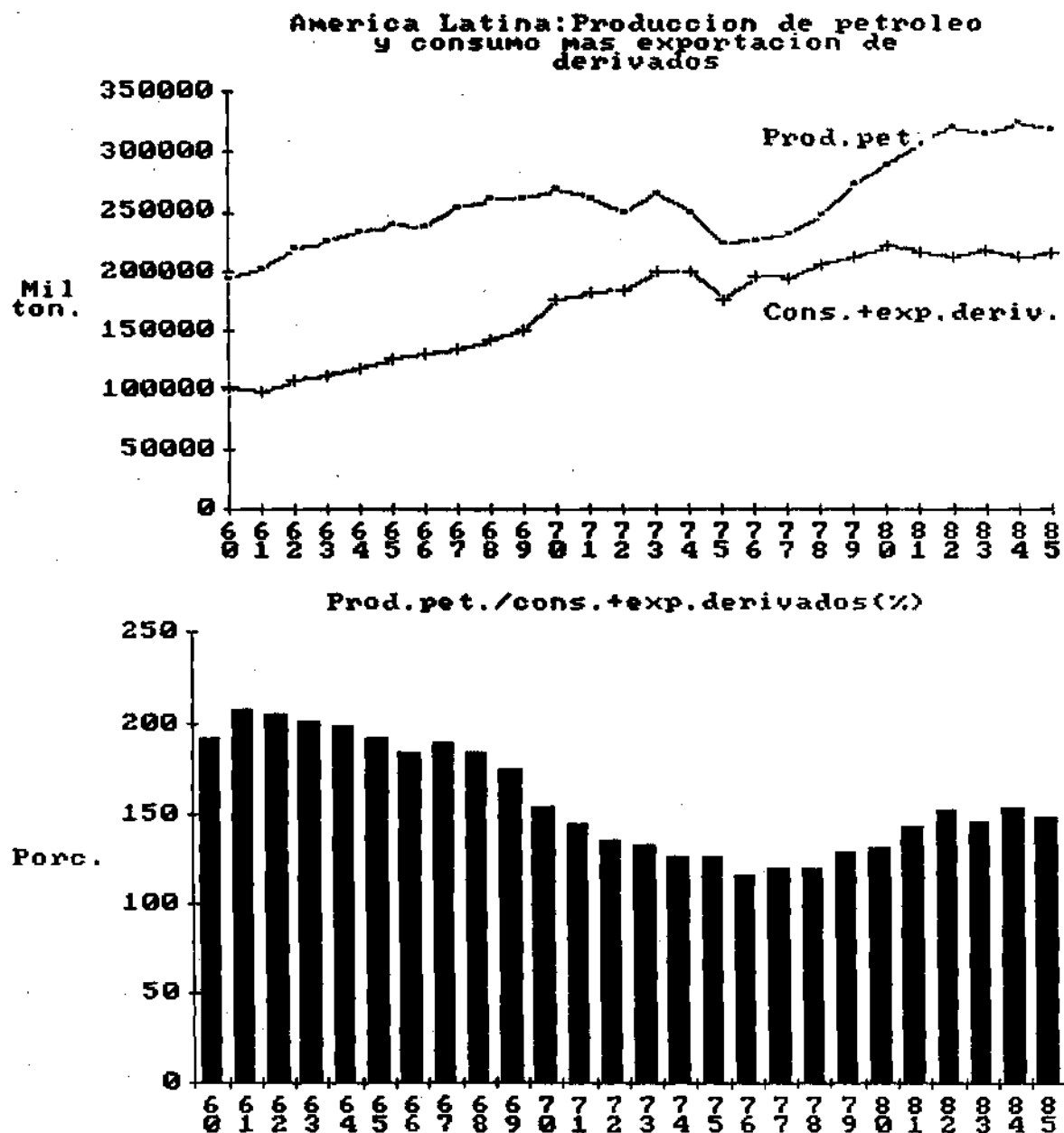
La demanda total de derivados de petróleo consiste en la demanda doméstica, la cual es medida por el consumo de derivados de la región, y la demanda externa. Esta puede ser medida por el volumen de exportación de derivados. Al sumar consumo y exportación de derivados obtenemos un estimador de la demanda total de derivados de la región.

Esta creció sistemáticamente desde 1960 (101 m.t.p.e.) hasta 1980 (221 m.t.p.e.). Durante esta década la demanda total se contrajo a niveles cercanos a 215 m.t.p.e. anual y su evolución se ha mantenido estancada durante el primer quinquenio, siguiendo el irregular patrón de actividad económica. La producción de petróleo crudo, durante el primer quinquenio de los años sesenta fue más del doble de la demanda total de derivados. Esa relación fue decreciendo hasta 1978 cuando la producción de crudo fue sólo 1.2 veces mayor que la demanda interna y externa de derivados.

Entre 1979 y 1982 la relación comenzó a crecer; en el último año mencionado la producción de crudo alcanzó 1.53 veces la demanda de derivados y el promedio para los años posteriores es similar, pese a la gran inestabilidad demostrada por la demanda.

La relación entre importaciones y consumo de petróleo crudo refleja la evolución de la dependencia de la región en forma bastante simple. Entre 1960 y 1979 las importaciones aumentan su participación en el consumo desde un 16% en 1960, hasta un 30% en 1978 y 1979. Ya en 1971 las importaciones constituían el 27% del consumo de petróleo crudo. A partir de 1980 las importaciones comienzan a reducirse en términos reales, ese año alcanzan 66 m.t.p.e. y en 1985 llegan a ser 38 m.t.p.e. Este es un nivel similar a

Gráfico 11



Fuente: CEPAL, en base al Yearbook of World Energy Statistics de las Naciones Unidas, varios números.

las importaciones regionales de 1968. Con relación al consumo, las importaciones alcanzan un 28% en 1980, un 22% en 1983 y sólo un 17%

#### 6. Tendencias en la generación eléctrica regional: 1960-1985

La generación eléctrica total por habitante para la región ha crecido en forma continua en el período de 1960 a 1985. La alta tasa de expansión en la generación en centrales eléctricas, permitió alcanzar 1.204 kW hora en 1985 contra 317 kW hora por habitante en 1960.

La generación ha provenido principalmente de origen hidroeléctrico: en 1980 el 62% de la generación eléctrica por habitante provenía de la hidroelectricidad y el 37% de plantas térmicas. En 1985 la generación hidroeléctrica por habitante proveía casi el 66% de la generación per cápita total, mientras que la generación térmica se había reducido a un 32% del total.

Hasta 1972 ambos tipos de generación eléctrica se repartían aproximadamente el 50% de la generación total por habitante. A partir de 1973 la generación geotérmica comenzó a aportar una modesta porción de energía a la generación. En 1985 la generación geotérmica por habitante alcanzó 7 kW/hora.

La energía nuclear comenzó a generar electricidad en forma comercial en 1974. En 1978 la generación nuclear por habitante alcanzó 9 kW/hora, y en 1985 este tipo de generación alcanzaba 15 kW/hora por habitante.

El origen de la generación proviene principalmente del servicio público, el cual en 1985 producía 1.112 kW/hora por habitante contra sólo 92 kW/hora por habitante producidos por autoproductores. El origen de la generación del sector público es principalmente de plantas hidroeléctricas, mientras que la participación de la generación térmica decrece lentamente.

La composición de la generación de autoproductores es principalmente de origen térmico. En términos per cápita la generación de autoproductores se ha mantenido cercana a 90 kW/hora entre 1960-1985; esto implica que la generación ha crecido a un ritmo similar a la población.

La generación eléctrica necesaria para una unidad de producto interno bruto se duplicó entre 1960 y 1982 y continuó creciendo en los años posteriores. En 1985 ésta alcanzó a 1.415 kW por unidad de producto, y ya en 1985 alcanzaba 1.415 kW por unidad de producto, mientras que en 1970 alcanzaba 814 kW por cada 1.000 dólares producidos por la región.

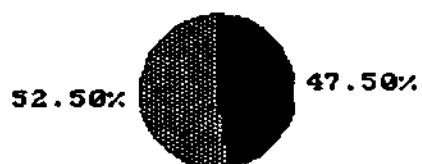
Desde 1965, la generación hidroeléctrica por unidad de producto es proporcionalmente mayor a la generación térmica medida en las mismas unidades. Mientras en 1973 la generación térmica era un 76% de la generación hidroeléctrica, en 1985 la generación hidroeléctrica por unidad de producto era el doble de la generación térmica.

Un examen más detallado de la generación eléctrica total muestra que la generación térmica viene decreciendo su participación. En 1963 esta

Gráfico 12

## América Latina

Distribución porcentual de la generación eléctrica por tipo, 1960



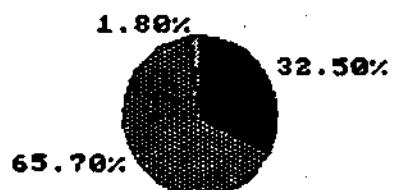
■ Termica  
■ Hidroelect.

Distribución porcentual de la generación eléctrica por tipo, 1970



■ Termica  
■ Hidroelect.

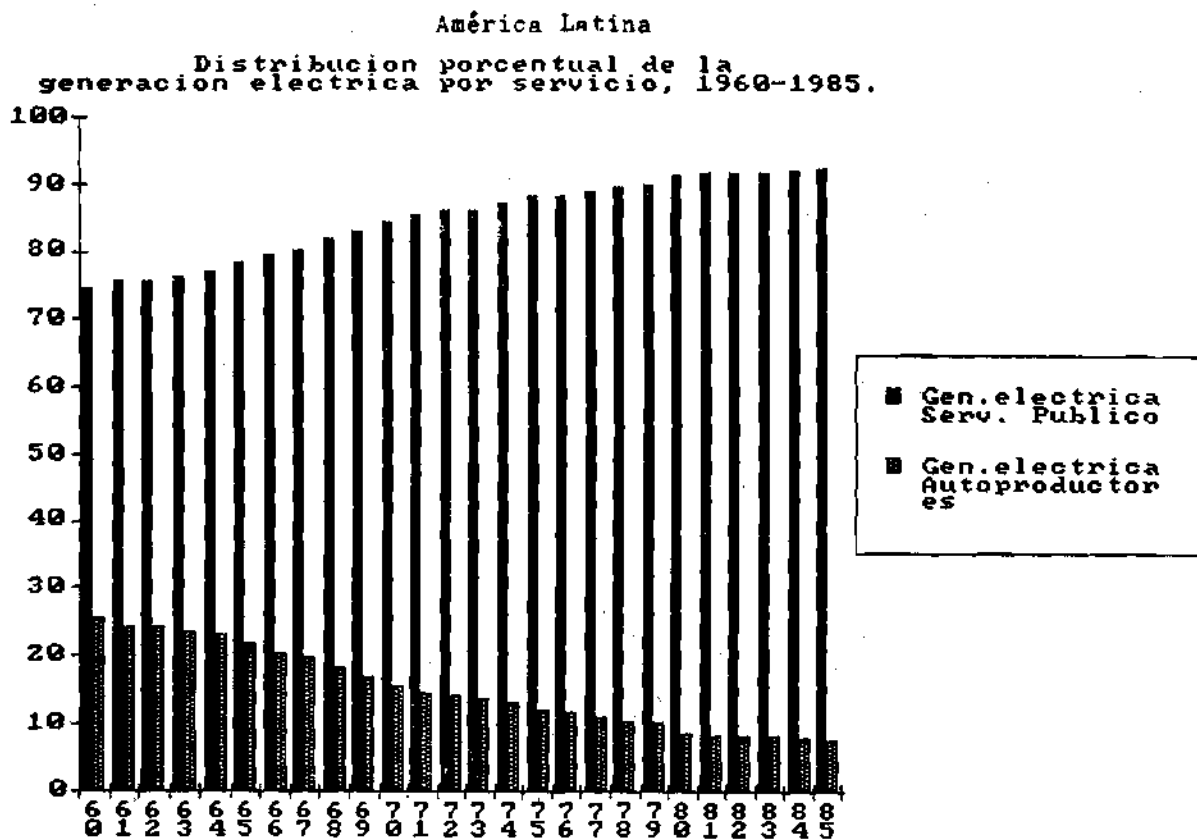
Distribución porcentual de la generación eléctrica por tipo, 1985



■ Termica  
■ Hidroelect.  
■ Nucl.+ Geot.

Fuente: CEPAL, en base al Yearbook of World Energy Statistics de las Naciones Unidas, varios números.

Gráfico 13



Fuente: CEPAL, en base al Yearbook of World Energy Statistics de las Naciones Unidas, varios números.

participación era de un 50.4% contra un 49.6% de generación hidroeléctrica. En 1974 la generación térmica aportaba sólo 40.9 del total generado contra 58.4% de generación hidroeléctrica y un 0.7% de generación nuclear y geotérmica.

En 1985 la generación nuclear constituye un 1.2% de la generación total, la generación térmica entrega un 0.6%, la generación hidroeléctrica alcanza un 65.7%, su mayor participación histórica, mientras la energía generada de origen térmico se ha reducido a 32.5% de la generación total.

El origen de la generación eléctrica varía entre los países y también a lo largo del tiempo. En los primeros años del decenio de 1980 la relación entre generación térmica e hidroeléctrica fue de 60% a 40% en Venezuela, mientras que en 1976 la relación llegó a ser 50% para cada fuente, luego de una creciente participación hidroeléctrica que comenzó con sólo un 2% en 1960.

La participación de la hidroelectricidad ha venido cayendo en México desde 1965 cuando alcanzó un 51.4% versus un 46.6% de generación térmica. La abundancia de petróleo y la escasez de recursos hídricos elevaron la participación de la generación térmica a un 20.1% en 1985 contra 28.1% de generación hidroeléctrica. La generación geotérmica comenzó en 1973, y en 1985 proporcionaba el 1.8% de la electricidad generada en México.

Ecuador es un ejemplo de cómo puede cambiar la estructura de generación eléctrica con inversiones hidroeléctricas. Históricamente la participación entre generación térmica e hidroeléctrica ha oscilado en torno al 50%. A partir de 1968 la generación térmica gana terreno debido a la creciente disponibilidad de petróleo.

En 1982 la generación térmica aportaba el 78.2% de la generación total contra un 21.8% de generación hidroeléctrica. En 1983 y 1984 la participación hidroeléctrica se eleva a 40.3% y 76% respectivamente, manteniéndose en 1985. Ese año la generación térmica alcanzó sólo un 27,8%. La central hidroeléctrica de Paute ha permitido elevar significativamente la capacidad energética del Ecuador a partir de 1983.

La disponibilidad de recursos hídricos abundantes y a bajo costo ha marcado la estructura de operación eléctrica, hacia la generación hidroeléctrica en el Brasil. Si bien en 1963 la generación térmica alcanzaba el 25.6% del total, en 1972 ésta sólo aportaba un 9.8% contra un 90.2% de generación hidroeléctrica. Entre 1975 y 1985 el sector hidroeléctrico ha mantenido su participación a niveles promedio anuales cercanos al 92% de la generación total.

El predominio de los recursos hídricos es similar en Colombia, aunque a tasas menores cercanas al 65% de la generación total en los años sesenta, elevándose en los años setenta a un nivel cercano al 67%. En el decenio de 1980 la generación hidroeléctrica ha sido superior al 72% de la generación eléctrica.

Los porcentajes de generación eléctrica son similares en el caso de Chile; este país alcanzó en 1985 un 75% de generación hidroeléctrica la que

en 1970 alcanzaba 57%. Perú presenta un promedio similar de generación hidroeléctrica, creciendo la participación desde 70% en 1969 a un 77.7% en 1980. A partir de ese año la generación hidroeléctrica se mantiene a niveles promedio cercanos al 75%.

El Paraguay producía el 100% de su energía eléctrica por generación térmica antes de 1968. A partir de 1970 las centrales hidroeléctricas comenzaron a abastecer el país a ritmo creciente. En 1974 el 87.1% de la generación era hidroeléctrica y en 1985 este porcentaje se elevó a 97.7%. La generación hidroeléctrica del Uruguay ha sido históricamente significativa.

En 1964, el 69.7% de la generación provenía de esa fuente. Pese a que la composición ha sido cambiante entre 1960 y 1979 (ese año el 60% de la generación provenía de centrales térmicas). A partir de 1980 la generación hidroeléctrica comenzó a pesar mayoritariamente en la generación total, gracias a la maduración de proyectos con los países limítrofes (principalmente la represa Salto Grande en la frontera con la Argentina). En 1980 la generación hidroeléctrica alcanzó 76.3% de la generación total y en 1984 se elevó a 18.1%.

En Argentina la importancia de la generación térmica ha sido mucho mayor que en los países examinados arriba. Entre 1960 y 1974 el promedio anual de generación térmica fue mayor al 90% de la generación total eléctrica. Sólo a partir de 1974 la generación hidroeléctrica comienza a elevar su participación. Ese año fue de un 18% contra 11.2% del año anterior y sólo 5.9 en 1972. En 1979 la energía hidroeléctrica aportaba un 28.3% de la generación eléctrica y en 1982 había alcanzado un 44.2%. Pese al estancamiento observado a partir de ese año, en 1985 la participación hidroeléctrica se elevó al 45.6%.

La generación eléctrica nuclear comenzó en Argentina en 1974. Ese año la energía nuclear generó un 3.7% del total; en 1975 y 1976 el 8.5% de la energía generada provenía de reactores nucleares; la generación nuclear varió entre 8.7% en 1978 y 4.7% en 1982. El promedio de participación fue de 6.17% anual de generación eléctrica por fuentes nucleares en el sub-período. A partir de 1984 el potencial nuclear se expande y la participación de la energía nuclear sube de 10.9% de la generación eléctrica en 1984 a 12.7% en 1985.

En el caso del Brasil no se dispone de datos sobre generación de energía eléctrica por fuentes nucleares.

Pese a que la energía hidroeléctrica en Bolivia llegó a generar más del 81% de la energía eléctrica en 1971 y mantuvo esos niveles entre 1960 y 1974, a partir de ese año la importancia relativa de la energía térmica comenzó a crecer hasta 1981, año en que el 31.1% de la energía provenía de fuentes térmicas. En los años posteriores a 1981 la participación de la energía hidroeléctrica se mantuvo cercana al 70% de la generación total.

La generación térmica elevó su participación desde 12.7% de la generación eléctrica en 1972, a 18.4% en 1979 en Costa Rica. La tendencia posterior ha sido hacia la casi completa generación hidroeléctrica, alcanzando un 97.9% en 1985.



En El Salvador la generación geotérmica ha elevado su participación desde 1975; en 1976 ésta producía casi el 30% de la generación total de electricidad. Entre 1982 y 1985 la participación de las fuentes geotérmicas ha mantenido un nivel cercano a 40% de la generación total sin grandes variaciones en el sub-periodo.

A partir de 1979 la generación hidroeléctrica elevó su participación a niveles cercanos al 60%. A contar de 1981 esta fuente ha generado más del 50% de la electricidad en El Salvador. La generación térmica en el decenio de 1980 ha tenido una participación promedio cercana al 8% anual. Entre 1960 y 1975 la participación de la generación térmica creció desde 5.6% versus 94.4% de generación hidroeléctrica, hasta 47.5% versus un 52.5% de generación hidroeléctrica.

En Guatemala la generación térmica fue la fuente principal de producción de energía eléctrica. Su participación creció desde 55.2% del total en 1960 hasta un 82.8% en 1980. A partir de 1981 la generación hidroeléctrica varía su participación entre 30 y 50% de la generación sin una tendencia definida.

En Honduras, en cambio, la sustitución hacia la generación hidroeléctrica es alta y constante. Mientras en 1963 la generación térmica aportaba un 87% del total, en 1973 la generación hidroeléctrica había aumentado su participación a un 82.3%. Entre 1975 y 1979 la generación hidroeléctrica mantuvo su participación en alrededor del 70% de la generación total. A partir de ese año la hidroelectricidad genera más del 80% de la energía eléctrica, alcanzando 82.2% en 1985.

La distribución de generación eléctrica térmica e hídrica ha variado mucho en la historia de Nicaragua. En los años sesenta la generación hidroeléctrica creció desde 18.4% de la generación eléctrica total hasta 55% en 1969. Luego, la generación térmica aumentó su participación hasta 1979; ese año la generación térmica alcanzó 60.8% del total. Durante los años ochenta la participación hidroeléctrica cae desde 49% en 1980 hasta 24.9% en 1985. A partir de 1983, comenzó la explotación de plantas geotérmicas, las cuales en 1984 y 1985 generaron más del 28% de la energía eléctrica.

Desde 1960 hasta 1976 la generación eléctrica en Panamá era de origen térmico en más de un 90%. A partir de 1977 la generación hidroeléctrica comienza a ser muy importante. En 1981 ésta alcanza a generar más del 65% de la electricidad y pese a la alta variabilidad observada durante esta década, Panamá alcanza su record histórico de generación, por fuentes hidroeléctricas en 1985. Ese año el 75% de la electricidad provino de esa fuente.

## VI. CONCLUSIONES

1. Los problemas de abastecimiento energético que enfrenta América Latina han surgido de la dependencia de sus procesos de desarrollo respecto a los combustibles fósiles. Esta dependencia ya era seria antes de la primera crisis del petróleo y se mantiene a niveles similares luego de la caída en los precios del petróleo.

Pese a las diferencias en cuanto a la dirección del comercio internacional de combustibles, la región en su conjunto es altamente dependiente al petróleo. La mayoría de los países recurre año a año al mercado internacional de petróleo, para complementar su abastecimiento interno. Por consiguiente la evolución del mercado mundial de petróleo y sus sustitutos son de gran interés para la región.

2. La intensidad de la explotación de petróleo en América Latina ha sido históricamente baja y hay un potencial grande para mayor desarrollo futuro. Las actividades de exploración han sido bajas incluso durante la crisis del petróleo, han estado concentradas en regiones con reservas probadas y han sido llevadas a cabo por compañías petroleras nacionales. Los recursos energéticos fósiles no han sido totalmente explorados ni explotados por las compañías petroleras multinacionales, porque sus perspectivas petroleras han sido consideradas demasiado pequeñas y/o demasiado riesgosas.<sup>34/</sup>

3. Igualmente inciertos son los mercados y precios del petróleo. Mientras gran parte de esta incertidumbre es irreductible, es importante para un país entender cómo funciona el mercado petrolero y cómo se comportan los precios.

4. Ante una eventual nueva crisis del petróleo, el metanol puede convertirse rápidamente en un sucesor de los derivados livianos en el transporte. El etanol, que ha sido comercializado en Brasil y parte de Argentina, está limitado por condiciones agrícolas, por la disponibilidad de tierras y por factores tecnológicos relativos a su uso.

5. La demanda por energía ha crecido en el proceso de desarrollo de los países, tanto por la expansión de la producción como por el crecimiento del consumo agregado, también la estructura económica ha llegado a ser más intensiva en energía.

Pese a que las estadísticas energéticas en los países son escasas y pobremente organizadas es importante estudiar los determinantes de la demanda por energía.

El análisis de la relación entre insumos energéticos y producción agrícola no ha sido muy exitoso en la región. Es necesaria mayor desagregación e innovación, especialmente en cuanto al uso más eficiente de los insumos agrícolas fertilizantes, agua, pesticidas y mecanización.

Ha habido mucha investigación en cuanto a conservación de energía en la industria de los países de la región y se han identificado las industrias más intensivas en energía. La identificación de los grandes usuarios de energía y la adaptación del conocimiento disponible ayudaría a la región a incrementar su eficiencia energética industrial.

El transporte ha sido un creciente usuario de energía en la región: los costos energéticos no han sido el factor determinante del tamaño de los vehículos en el transporte privado y público. La eficiencia energética ha estado afectada por otros factores como estado de carreteras, niveles de congestión y velocidades de tráfico.

El tamaño de las ciudades es proporcional al volumen de tráfico suburbano, mientras la concentración geográfica de las actividades económicas puede hacer mucho más económica la inversión de infraestructura en transporte. La investigación en economía del transporte es promisoria para reducir la dependencia a las importaciones de combustibles fósiles y aumentar la eficiencia.

6. La conservación de energía basada en la mayor eficiencia de los equipos de uso energético es válida para la región. Aunque la manufactura de equipo de producción de energía, es producida en gran escala en las economías industriales (plantas eléctricas, equipos de producción de petróleo, equipos para la minería del carbón etc.), el equipo de los usuarios de energía es fabricado en forma creciente en la región (motores, baterías, sistemas de ingeniería etc.). La mayor diseminación de información sobre eficiencia energética de esos equipos y los estándares de eficiencia energética mínima pueden mejorar la conservación energética, reduciendo el uso de insumos por unidad de producto.

Las perspectivas de desarrollo en la producción de gas natural son aún mayores que las del petróleo en la región. La baja densidad de los gases combustibles los hacen costosos de almacenar y transportar. El gas natural requiere grandes inversiones que son justificables sólo con un mercado grande.

El uso de biogas es una alternativa que merece mayor investigación en la región, especialmente en su conexión con sistemas de producción agrícola. La sustitución de petróleo por metanol producido en base al gas natural, es promisoria en usos vehiculares y residenciales. El uso de gas licuado de petróleo ha crecido linealmente en la región en el periodo de estudio, especialmente para uso residencial y puede ser rápidamente sustituido por metanol frente a una eventual recuperación de los precios del petróleo. Una vez que la producción y distribución de gas natural es establecida, la extensión para uso industrial, residencial y transportes es económica como lo está demostrando Argentina en esta década.

7. La mayor parte de la demanda de combustibles de la región proviene de los motores de combustión interna, que utilizan derivados livianos del petróleo, como la gasolina y el diesel/gasoil. Los derivados más pesados, principalmente petróleo combustible, compiten con el carbón. La mayor demanda mundial de carbón a partir de los años setenta estuvo impulsada por los mayores precios del petróleo.

El determinante del precio máximo del carbón es el precio del petróleo combustible, y en la medida que este se mantenga bajo en el resto de la década, los países de la región que pretendían ingresar al mercado internacional (Colombia) no deben esperar altas utilidades. Los países con reservas domésticas de carbón deberían continuar acelerando su uso para reducir la presión del petróleo sobre la balanza de pagos. Pese a que la tendencia regional 1960-1980 fue hacia un menor uso de carbón respecto al petróleo, es probable que esa tendencia se esté revirtiendo durante esta década. El carbón es un energético intensivo en transporte, lo cual hace económico el incremento del consumo doméstico en los países productores del continente.

8. El carbón de leña es destinado a uso doméstico en grandes áreas urbanas de la región y como insumo a la industria del hierro en Brasil y Argentina, no obstante su consumo es promisorio sólo en los países con un alto potencial de biomasa. La competencia del carbón con LPG, keroseno y electricidad aumenta con el ingreso, entre los países de la región, y a lo largo del tiempo.

El carbón vegetal es preferido a la madera como combustible urbano, debido a la mayor temperatura, sin embargo el uso de productos forestales es más rentable en la industria de la celulosa en casi toda la región. La crisis de la energía rural ha atraído considerable investigación y acción política por parte de la FAO (1983), no así la crisis de energía urbana en América Latina: las zonas deforestadas aumentan alrededor de las ciudades, mientras crece el consumo de leña y aumenta su precio.

Quando la escasez de combustibles proviene de una baja producción de biomasa, la solución debe provenir de dos direcciones distintas: aumentar la producción de biomasa y diversificar la base de combustibles. Investigación más detallada de las fuentes de combustibles en zonas áridas puede tener valiosos resultados prácticos.

9. Casi todos los costos de uso de la energía solar consisten en costos de equipo y la mayor parte de la investigación está concentrada en el diseño de éstos. No obstante su difusión en América Latina requiere el desarrollo de tecnologías de producción masivas. Para ser económicas, las tecnologías solares térmicas deben ser usadas como economizadores de combustible junto a equipos no-solares.

Pequeñas centrales hidroeléctricas, biomasa, energía eólica y sistemas fotovoltaicos puedan proveer la energía necesaria para las áreas rurales de América Latina. Los avances tecnológicos y las fuerzas del mercado conspiran para hacer de ellas una fuente atractiva. Sin embargo el desarrollo de su potencial requiere un mayor compromiso del sector público y privado, en la

generación eléctrica y nuevos enfoques por parte de los planificadores nacionales.<sup>35/</sup>

La electricidad está garantizada en la mayor parte de los centros urbanos de la región, sin embargo permanece fuera del alcance de millones de campesinos en la región altiplánica (Norte de Chile y Argentina, Bolivia, Ecuador Perú, y Sur de Colombia), en América Central, Nordeste de Brasil y otras regiones aisladas, con deterioradas condiciones económicas. La electrificación rural se ha concentrado en los valles agrícolas y en las áreas que rodean los principales centros urbanos e industriales.

Plantas eléctricas pequeñas y descentralizadas basadas en recursos domésticos renovables (hidroelectricidad, biomasa, energía eólica y tecnología solar) y no en combustibles importados, pueden ser construidas rápidamente sin congelar recursos de capital por 5 a 10 años. Muchas de esas fuentes energéticas son ahora más económicas que grandes plantas convencionales y, aunque son especialmente adecuadas para regiones remotas, han demostrado ser exitosas para abastecer de electricidad a pequeños pueblos, industrias e incluso a regiones completas en las economías industriales.

Es notable que muy poco del desarrollo de sistemas eléctricos descentralizados ha sido llevado a cabo por las empresas estatales del sector eléctrico. La apertura del sistema eléctrico a la competencia privada, ha atraído recursos financieros a los proyectos eléctricos, acelerando el desarrollo de tecnologías innovadoras.

El fin de la era del monopolio estatal exclusivo de la electricidad, podría abrir la oportunidad para la innovación de nuevas tecnologías descentralizadas, en la generación de energía. La electricidad llegó a ser, en el período analizado la fuente energética más usada por la industria en la región por su eficiencia y bajo costo respecto al carbón y al petróleo. Es responsable también por grandes mejoras en la calidad de vida, por los servicios de luz como por sus aplicaciones domésticas. Consecuentemente su participación en el consumo de energía de la región ha mostrado un crecimiento continuo.

Una evaluación de la electrificación rural en Centroamérica,<sup>36/</sup> que es aplicable a amplios sectores rurales de América Latina, concluyó que: i) la electrificación puede ser un negocio arriesgado sin un grado mínimo de desarrollo económico de la región, sin embargo en la medida que aumenta el ingreso, la mayor habilidad para usar la energía eléctrica genera nuevos ingresos en las regiones menos desarrolladas. ii) El impacto de la electrificación sobre la agricultura y sobre la agroindustria puede ser predicho, de acuerdo a los tipos de actividades productivas que se realizan en el área. iii) La electrificación, en combinación con otros elementos de desarrollo rural (crédito agrícola, financiamiento al capital inicial e infraestructura institucional) se eleva rápidamente en número de habitantes por kilómetro cuadrado en las regiones rurales.

10. El más promisorio uso de la investigación a nivel macroeconómico en el sector energético, es el destinado a revelar cómo la composición de la demanda por energía puede ser cambiada, variando la estructura de la producción y del consumo. Si América Latina desarrolla modelos exitosos para analizar esta relación, es válido formular políticas fiscales y comerciales que permitan desviar la demanda lejos de los recursos energéticos más escasos. Las políticas pueden operar tanto sobre los sectores consumidores (transporte e industria por ejemplo) o sobre las fuentes de energía (derivados del petróleo, electricidad, etc.).

A nivel microeconómico, mayor investigación sobre las formas en que los consumidores deciden qué proporción de sus insumos es gastada en energía, puede producir muchos beneficios.

La sustitución entre combustibles en la agricultura genera algunos de los más difíciles problemas de política, por sus implicaciones macroeconómicas sobre empleo y balanza de pagos. El uso de la tierra para la producción de biomasa energética presenta un conflicto directo con la producción de alimentos y con los cultivos de exportación.

Para obtener soluciones eficientes usando política energética, muchos factores deben ser considerados: la sustitución entre insumos en el transporte requiere mayor análisis al ser muy amplia la gama de alternativas posibles, por el lado de los insumos y de los servicios de transporte. La planificación regional debe ser complementada con apoyo de la economía energética en el área de transporte urbano e interregional.

En síntesis, casos tales como el programa nuclear Argentino, pro-alcohol en Brasil, el modelo energético Colombiano, el programa de pequeñas centrales hidroeléctricas en Perú y los programas geotérmicos de México, muestran que donde hay objetivos y prioridades claras, la economía de energía puede entregar resultados en términos de menor dependencia al mercado mundial de petróleo.<sup>37/</sup>

La transferencia de tecnología y la cooperación internacional en el campo de la economía energética, deben estar fundadas sobre bases sólidas. Las instituciones o naciones receptoras de tecnología y asistencia técnica deben tener un papel más activo en la aplicación y posterior desarrollo de las técnicas y equipos transferidos.

#### Notas

1/ Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)/Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), Energy Alternatives in Latin America, Quito, octubre de 1979.

2/ World Refinery Industry, World Bank Technical Paper, N°32, Washington D.C., 1984.

3/ On energy, wealth and development, Wirtschaft Energie Investitionen KFA, julio de 1986.

4/ Joseph Mullen, Energy in Latin America: the Historical Record, serie Cuadernos de la CEPAL. Santiago de Chile, 1978. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: E.82.II.G.64.

5/ OPEC Bulletin, vol. 18, N°4, Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP), Viena, mayo de 1987.

6/ Marian Radetzki, Outlook for oil and coal prices in international trade, Institute for International Economic Studies, Universidad de Estocolmo, Reprint series, N°335, 1986.

7/ PTY Ltd., "Export Potential for Coal", Australian Mineral Economics, 1985.

8/ US Energy Information Administration, Annual Prospects for World Coal Trade, 1985.

9/ Shell Briefing Service, Energy in Profile, años 1980, 1981 y 1985.

10/ Petroleum Intelligence Weekly, Nueva York, 24 de marzo de 1986.

11/ Naciones Unidas, Comité de Recursos Naturales, Décimo período de sesiones, documento E/C.7/1987/9, Nueva York, 1987.

12/ Naciones Unidas, Yearbook of World Energy Statistics, varios números.

13/ Technologies for Coal Utilization in Industry, ESCAP series on Coal, Bangkok, Comisión Económica y Social para Asia y el Pacífico (CESAP), abril de 1987.

14/ H. Leleuch, "Recent evolution of petroleum exploration and exploitation agreements", Natural Resources Forum, vol.10, N°3, 1986.

15/ Naciones Unidas, Comité de Recursos Naturales, op.cit.

16/ World Resources of Natural Gas, 11<sup>th</sup> World Petroleum Congress, Chichester U.K., John Wiley & Sons, 1983.

17/ Bill Keepin, Future Energy and CO<sub>2</sub> projections, Estocolmo, The Berger Institute, 1985.

18/ Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Map of the Fuelwood Situation in the Developing Countries, Roma, 1981.

19/ A.S. Miller, J.M. Mintzer y S.H. Hoagland, Growing Power: Bioenergy for Development and Industry, World Resources Institute, Study N°5, Washington D.C., abril de 1986.

20/ José Goldenberg y otros, "An end-user oriented global energy strategy", Annual Review of Energy, 1985.

21/ E. Chidamayo, "Fuelwood and Social Forestry", Lusaka, documento preparado para la Secretaría de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.

22/ Massachusetts Institute of Technology (MIT), "The Future of the Automobile". The Report of MIT's International Automobile Program. Londres, George Allen & Unwin, 1984.

23/ Banco Mundial, The Energy Transition in Developing Countries, Washington D.C., 1983.

24/ Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Anuario FAO de producción, vol.37. Roma, 1984.

25/ Los Alamos National Laboratory, The Energy Situation in Five Central American Countries, 1986.

26/ Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), Bureau for Science and Technology/Office of Energy, 1986.

27/ Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), XVI Reunión de Ministros. Montevideo, diciembre de 1985.

28/ Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), XV Junta de Expertos, Montevideo, diciembre de 1985.

29/ Organismo de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE)/Organismo Internacional de Energía (IEA) y Organización Latinoamericana de Energía (OLADE). Cooperación internacional para el uso racional de la energía en la

industria. París, OCDE, 1983.

30/ Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), Hydro Power: Energy Alternative and Industrial-Financial Challenge for Latin America, Quito, 1981.

31/ Brasil, Ministerio de Minas y Energía, Modelo energético brasileiro. Brasilia, mayo de 1981.

32/ A. Behrens. Regional Energy Trade, Center for Energy and Environmental Studies, Universidad de Princeton, Princeton, 1987.

33/ Chile, Comisión Nacional de Energía, Estrategia energética chilena y sus resultados más importantes. Documento presentado a la Reunión CEPAL/OLADE sobre energía y desarrollo en América Latina, Santiago de Chile, abril de 1983.

34/ Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC), Energy Research: Directions and Issues for Developing Countries. Ottawa, 1986.

35/ C. Flavin, New Generating Options for Developing Countries, Worldwatch Institute, Washington, D.C.

36/ Organización de los Estados Americanos (OEA), "Some Experiences on Photovoltaics Project, Central American Isthmus", PV: Investing in Development Conference, Nueva Orleans, mayo de 1987.

37/ J. E. Torres, "Latin American Research and Development in the Energy Field", Energy Research Group. Informe manuscrito, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC), Ottawa, agosto de 1984.