NACIONES UNIDAS

CONSEJO ECONOMICO Y SOCIAL

LIMITADO

E/CEPAL/L.162

18 de julio de 1977

ORIGINAL: ESPAÑOL

C E P A L

Comisión Económica para América Latina

LA HIDROELECTRICIDAD Y SUS PERSPECTIVAS EN AMERICA LATINA

Este documento fue preparado por la secretaría de la CEPAL para ser presentado al Seminario Interamericano de Hidroelectricidad que se celebrará en Mérida, Venezuela, del 22 al 28 de agosto de 1977.

77-7-1978

INDICE

I. LA ENERGIA EN AMERICA LATINA

1. Producción y consumo

Las cifras de producción y consumo regional de energía correspondientes al año 1975 (véase el cuadro 1) señalan que la primera superó ampliamente las necesidades del mercado interno: 398 millones y 261 millones de toneladas equivalentes de petróleo (tep) respectivamente. Sin embargo, si se excluyen de ellas las correspondientes a Venezuela, principal productor de petróleo de la región, los saldos resultan muy semejantes.

La producción de petróleo excede al consumo sólo en cinco países (Venezuela, Bolivia, Ecuador, México y Trinidad y Tabago), mientras que en otros dos (Argentina y Colombia) las cifras de una y otro se encuentran en relativo equilibrio. Los restantes 20 países producen cantidades de crudo considerablemente inferiores al consumo de derivados (Brasil, Chile, Cuba y Perú), o simplemente no lo producen. A pesar de este panorama poco satisfactorio en lo que toca al abastecimiento, el petróleo satisfizo en 1975 al 61% de las necesidades de energía comercial de la región.

De los otros combustibles fósiles, el carbón se produce en cantidades moderadas en siete países, principalmente en Brasil, Chile, Colombia y México. Son productores menores Argentina, Perú y Venezuela. En todos estos países la producción se destina normalmente al mercado interno, y se importan pequeñas cantidades de carbón de calidad superior para satisfacer sobre todo las necesidades de la siderurgia. Los países que no producen carbón casi no lo consumen, de manera que no se aprecian diferencias importantes entre su producción y consumo, y su participación en el consumo total es inferior al 5%. El gas natural, por su parte, que satisface el 15% del consumo de energía, se produce y consume en 10 países, entre los cuales destacan Venezuela, México, Argentina y Chile. En este caso la diferencia entre la producción y el consumo es considerable, debido a los grandes volúmenes de gas que se reinyectan a los pozos, y a los que se queman sin ser aprovechados.

/Cuadro 1

Cuadro 1

AMERICA LATINA: PRODUCCION Y CONSUMO DE COMBUSTIBLES E HIDROELECTRICIDAD, 1975a/

(Miles de ton. equiv. de petr. de 10 700 kcal/kg)

País	Carbón mineral	Petróleo crudo	Gas natural	Hidroelectricidad b/	Combustibles vegetales	Total	Carbón mineral	Derivados del petróleo	Gas natural	Hidroeléctricidad b/	Combustibles vegetales	Total
Argentina	291	20 671	8 939	2 307c/	1 669	33 877	950	19 846	6 647	2 307c/	1 669	31 419
Bahamas	-	-	-	-	6	6	-	1 100	-	-	6	1 106
Barbados	-	-	-	-	64	64	-	190	-	-	64	254
Bolivia	-	2 165	3 383	239	858	6 645	-	817	64	239	858	1 978
Brasil	1 752	8 582	1 414	22 081	15 475	49 304	2 850	35 827	392	22 081	15 475	76 625
Chile	999	1 166	6 174	1 835	565	10 739	842	3 992	1 094	1 835	565	8 328
Colombia	2 093	7 920	2 870	2 945	2 753	18 581	2 093	6 596	1 520	2 945	2 753	15 907
Costa Rica	-	-	-	380	297	677	-	586	-	380	297	1 263
Cuba	-	226	-	19	3 809	4 054	100	7 310	-	19	3 809	11 238
Ecuador	-	7 754	260	193	1 396	9 603	-	1 989	53	193	1 396	3 631
El Salvador	-	-	-	120	546	666	-	622	-	120	546	1 288
Granada	-	-	-	-	15	15	-	30	-	-	15	45
Guatemala	-	-	-	84	1 059	1 143	-	910	-	84	1 059	2 053
Guyana	-	-	-	-	307	307	-	520	-	-	307	827
Haití	-	-	-	43	1 146	1 189	-	82	-	43	1 146	1 271
Honduras	-	-	-	126	494	620	-	410	-	126	494	1 030
Jamaica	-	-	-	39	380	419	-	1 910	-	39	380	2 329
México	3 380	42 114	19 379	4 509	5 655	75 037	3 720	30 968	12 819	4 509	5 655	57 671
Nicaragua	-	-	-	121	410	531	-	666	-	121	410	1 197
Panamá	-	-	-	29	181	210	-	1 111	-	29	181	1 321
Paraguay	-	-	-	156	452	608	-	229	-	156	452	837
Perú	56	3 512	1 827	1 651	1 725	8 771	203	5 645	435	1 651	1 725	9 659
República Dominicana	-	-	-	27	1 101	1 128	-	1 310	-	27	1 101	2 438
Trinidad y Tabago	-	11 250	3 116	-	147	14 513	-	1 317	1 149	-	147	2 613
Uruguay	-	-	-	339	102	441	20	1 592	-	339	102	2 053
Venezuela	45	122 546	33 067	2 665	767	159 090	210	9 286	9 507	2 665	767	22 435
América Latina	8 616	227 906	80 429	39 908	41 379	398 238	10 988	134 861	33 680	39 908	41 379	260 816

Fuente: CEPAL, sobre la base de informaciones oficiales.

a/ Cifras preliminares.

b/ 1 kWh = 3 200 kcal, promedio regional de calor utilizado por las empresas eléctricas en sus centrales térmicas (1975).

c/ Incluye energía eléctrica generada en centrales nucleares y geotérmicas.

/La hidroelectricidad

La hidroelectricidad se destaca por su amplia cobertura geográfica. Su consumo ocupa el segundo lugar en importancia después del petróleo, aunque a considerable distancia. En 1975 representó sólo el 18% del consumo total de energía comercial.

Otras dos fuentes energéticas comerciales introducidas recientemente, la geotérmica (México) y la nuclear (Argentina), no han alcanzado todavía una participación significativa a escala regional.1/

Además del consumo de energía comercial indicado, se calcula que se consumieron unos 41 millones de toneladas equivalentes de petróleo en combustibles vegetales, entre los cuales se incluyen fundamentalmente la leña usada por los sectores de menores ingresos, principalmente en la población rural, y los residuos de la caña de azúcar (bagazo) consumidos por los ingenios.

2. El consumo de energía comercial por sectores

Se ha estimado que en 1975 del consumo de combustibles fósiles (179.5 millones de toneladas equivalentes de petróleo), se destinó al sector industrial el 41%.2/ El 34% se destinó al sector transporte,3/ el 15% a la generación de energía eléctrica 4/ y finalmente el 9% correspondió al consumo en el sector doméstico (por partes iguales queroseno y gas licuado).

A los sectores industrial y doméstico les correspondió una elevada proporción del consumo de la energía eléctrica generada ese año (229.3 TWh): 55% al primero y 32% al segundo.

1/ Calculada sobre la base del consumo de calor de 3 200 Kcal que en promedio regional utilizaron en 1975 las empresas eléctricas en sus centrales térmicas para producir 1 kWh.

2/ Fuel oil 19%, gas licuado 15%, carbón 5% y diesel oil 2%.

3/ Gasolina 22%, diesel oil 11%, y queroseno, carbón y gas licuado 1%.

4/ Fuel oil 7%, gas natural 4%, diesel oil 3% y carbón 1%.

/3. Limitaciones

3. Limitaciones al crecimiento de la hidroelectricidad

Diversas estimaciones asignan a América Latina entre el 20 y el 25% del potencial hidroeléctrico mundial técnicamente aprovechable. No se dispone de información uniforme sobre el pontencial hidroeléctrico económicamente utilizable de cada país de la región. La que se tiene para algunos es fragmentaria, o no responde a criterios uniformes.

La CEPAL efectuó en 1967 una estimación preliminar de este potencial económico,5/ la que lógicamente ha perdido significación con los nuevos precios de petróleo. Pero por lo menos ella permite afirmar que el potencial hidroeléctrico económicamente utilizable de la región es considerable, y que en la actualidad probablemente sólo se aprovecha un 4% de él. (Véase el cuadro 2.) No obstante, los planes en marcha de nuevas instalaciones auguran un incremento importante de la utilización de este recurso en el próximo decenio.

Los factores que más han influido en su baja utilización son, sin duda, el precio del petróleo vigente hasta 1973, así como la escasez y elevados intereses del capital. Pero no han sido los únicos. Dificultades financieras de las empresas que prestan el servicio público, estrechez de los mercados, desarrollo de la autoproducción, diferencias de ciclaje, limitaciones técnicas para el transporte económico de la electricidad a grandes distancias, la premura con que muchas veces ha debido ampliarse la capacidad generadora, también dificultaron hasta hace poco un mayor aprovechamiento de la hidroelectricidad.

Como efecto directo del bajo precio relativo del petróleo surgió una tecnología basada en derivados de este combustible, de la cual dependen muchos procesos generadores de fuerza motriz y de calor. El transporte es el sector donde es más notoria tal dependencia, ya que su consumo de derivados alcanza casi al 50% del total. También los

---

5/ Véase CEPAL, "El potencial hidroeléctrico de América Latina", Boletín Económico de América Latina, Vol. XII, Nº 1, mayo de 1967. Allí se indican las definiciones de los distintos niveles de potencial hidroeléctrico, así como los métodos y limitaciones de las estimaciones realizadas.

/Cuadro 2

Cuadro 2

AMERICA LATINA: ESTIMACION DEL POTENCIAL HIDROELECTRICO ECONOMICAMENTE APROVECHABLE Y SU UTILIZACION ACTUAL

País	Energía media (miles de GWh)	Generación hidroeléctrica en 1975 (miles de GWh)	Utilización (porcentaje)
Argentina	96.0	5.20	5.4
Bolivia	158.2	0.80	0.5
Brasil	900.5	73.84	8.2
Colombia	334.3	9.85	2.9
Costa Rica	18.6	1.27	6.8
Cuba	6.0	0.06	1.0
Chile	197.0	6.14	3.1
Ecuador	150.4	0.65	0.4
El Salvador	3.8	0.40	10.5
Guatemala	38.4	0.28	0.7
Guyana	40.8	-	0.0
Haití	3.8	0.15	3.9
Honduras	30.8	0.42	1.4
Jamaica	2.4	0.13	5.4
México	97.0	15.08	15.5
Nicaragua	19.6	0.40	2.0
Panamá	21.2	0.10	0.5
Paraguay	47.1	0.52	1.1
Perú	313.4	5.52	1.8
República Dominicana	7.0	0.14	2.0
Trinidad y Tabago	1.0	-	0.0
Uruguay	7.5	1.13	15.1
Venezuela	304.0	8.91	2.9
América Latina	2 798.8	131.00	4.7

Fuente: CEPAL, sobre la base de diversas informaciones.

/sectores industrial

sectores industrial y residencial, (que utilizan los derivados del petróleo principalmente como fuente de calor) los consumen abundantemente (30% del total). Es improbable que estas dos formas de consumo se desprendan de tal dependencia en el corto o mediano plazo, lo que hará más lento el aprovechamiento de la hidroelectricidad como sustituto de los derivados del petróleo.

II. EL PRECIO DE LOS COMBUSTIBLES Y SU EFECTO EN LA SELECCION ENTRE PROYECTOS TERMICOS O HIDRAULICOS PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA

Una característica importante en el desarrollo del sector energético es la creciente participación en el de la electricidad. (Véase el cuadro 3.) Las inversiones cuantiosas y los largos plazos necesarios para desarrollar esta forma avanzada de la energía, así como las graves repercusiones económicas de que su oferta sea con relativa frecuencia inferior a la demanda, ponen en evidencia la necesidad de una planificación muy cuidadosa de los sistemas eléctricos.

En última instancia, la planificación del desarrollo eléctrico es una operación de carácter técnico y económico encaminado a garantizar la existencia de capacidad instalada durante un determinado período, de modo de satisfacer la demanda con un servicio de calidad satisfactoria y al costo más bajo posible.

Para llevarla a cabo, es indispensable conocer las características de la demanda probable del sistema, y el conjunto de proyectos de centrales generadoras que podrían utilizarse para responder a esa demanda. Una vez en posesión de tales antecedentes, es posible seleccionar los proyectos que permitan cumplir este propósito a mínimo costo.

Normalmente se presentan varias opciones. Por lo general el factor que más influye en la decisión, es el costo total definido en términos de valor actual.6/

6/ En el caso de los países en desarrollo, las posibilidades de financiamiento son también a veces un factor decisivo.

/Cuadro 3

Cuadro 3

AMERICA LATINA: VARIACION DEL COEFICIENTE DE ELECTRIFICACION

	Generación total de energía eléctrica (GWh)	Consumo de combustibles como tales (miles de tep)	Coeficiente de electrificación (KWh/k.e.p.) a/
1950	27 603	31 526	0.88
1955	43 290	46 039	0.94
1960	67 677	61 390	1.10
1965	98 961	83 373	1.19
1970	149 597	118 887	1.26
1975	229 265	150 093	1.53
2000	1 731 300	648 915	2.67

Fuente: CEPAL, sobre la base de diversas informaciones.

a/Kilovatio hora por kilogramo equivalente de petróleo.

/Ahora bien,

Ahora bien, las características económicas de los proyectos optativos pueden ser muy diferentes.7/ Los hidroeléctricos, por ejemplo, suelen necesitar elevadas inversiones iniciales, pero tienen reducidos costos de operación y mantenimiento. Por el contrario, en los proyectos de generación las inversiones iniciales generalmente son más moderadas (sobre todo las que utilizan turbinas a vapor quemando fuel oil o gas natural), pero el costo de operación es mayor por incluir el del combustible utilizado, y ser superiores además los gastos de mantenimiento y manejo.

De lo anterior resulta que en la selección de los proyectos tendrá una considerable importancia el precio al que pueda ser adquirido el combustible y el tipo de interés vigente para el capital. Con el precio que tenía el petróleo con anterioridad al alza registrada en 1973, era relativamente frecuente que frente a dos proyectos eléctricos optativos, uno hidroeléctrico y el otro térmico, las consideraciones económicas favorecieran a este último. Con posterioridad al alza, los proyectos hidroeléctricos han venido adquiriendo perspectivas mucho más interesantes. En un estudio de la CEPAL 8/ se concluye que en condiciones usuales, con el barril de fuel oil a 3.05 dólares, una capacidad de 100 MW, y un factor de utilización de 0.5, los proyectos de centrales térmicas eran preferidos por consideraciones económicas si la inversión inicial por kW instalado en los proyectos de centrales hidroeléctricas era superior a los 500 dólares. Con los precios actuales del fuel oil,9/ las centrales térmicas están en condiciones desfavorables si la inversión inicial en las hidroeléctricas es inferior a 1 100 dólares por kW instalado. En la actualidad la mayor parte de los proyectos hidroeléctricos considerados en la región tienen costos bastante inferiores a esta cifra.

7/ También pueden serlo determinados aspectos técnicos, ya que dos centrales eléctricas de diferente naturaleza, una hidráulica y la otra térmica, en rigor no son "equivalentes" en cuanto a la seguridad del servicio que pueden prestar, por las variaciones del ciclo hidrológico, aunque en la práctica tal calificativo se use con relativa flexibilidad.

8/ Alrededor de 12 dólares fob Caribe.

9/ CEPAL, "Los nuevos precios del petróleo y la industria eléctrica en la América Latina", América Latina y los problemas actuales de energía, Fondo de Cultura Económica, 1975, p. 132.

¿Cómo irá evolucionando la proporción de centrales hidroeléctricas en los programas a más largo plazo? Es una pregunta que sólo pueden responder los organismos especializados de cada país; en todo caso, el pronóstico es complejo debido a la incertidumbre sobre la tendencia futura del precio de los combustibles. Sin embargo, sí puede afirmarse, teniendo presente el número de años que demanda el estudio y construcción de las obras hidroeléctricas (unos ocho para proyectos de tamaño intermedio), que los nuevos incrementos de capacidad instalada de este tipo que origine el alza de los precios de los combustibles, no se harán sentir apreciablemente antes de mediados de los años ochenta.

III. PROYECCION DEL CONSUMO DE ENERGIA COMERCIAL Y DE SUS COMPONENTES

A continuación se resume un trabajo de proyección del consumo de energía en América Latina para el año 2000, que con carácter provisional ha preparado la CEPAL. Se ha hecho tal estimación para tener una idea preliminar del papel que desempeñaría el petróleo en el abastecimiento energético de ese año. Se utilizarán aquí las cifras obtenidas en ese estudio, orientadas esta vez al análisis del papel que desempeñará la electricidad, y en particular la hidroelectricidad, en el consumo total de energía comercial.

Es conocido que el consumo de energía depende de numerosos factores (nivel y composición de la producción, desarrollo tecnológico y métodos de producción, precio de la energía, distribución espacial de los centros de producción y consumo, características físicas del territorio, población y nivel educacional, ingreso por persona, políticas gubernamentales), por lo cual las estimaciones que se hagan de su valor futuro, son altamente aleatorias, y esto lógicamente se acentúa mientras más lejano sea el año para el cual se realizan.

/1. Métodos

1. Métodos para proyectar el consumo de energía

Existen diferentes métodos para proyectar el consumo de energía comercial en el plano regional o nacional, cada uno con sus propias ventajas y limitaciones, y con un grado de complejidad variable. Los más simples son los intuitivos, basados fundamentalmente en el juicio del observador.

Otros, más complejos, son los que se basan en el uso de matrices de insumo-producto, en programación lineal y en análisis de correlación y de series de tiempo, este último con una ecuación o un sistema de ecuaciones.

De las cinco opciones enumeradas, y dada la información disponible, se utilizó fundamentalmente el análisis de correlación, complementado en parte con el método intuitivo, sobre la base de una ecuación.

2. Metodología seguida

a) Se proyectó el consumo total de energía comercial para el año 2000 para los principales países consumidores: Argentina, Brasil, México, Chile, Colombia, Perú y Venezuela, y se consideró al resto de los países latinoamericanos en conjunto.

b) El procedimiento para determinar la participación de las diferentes fuentes primarias en el consumo total de energía comercial de los países, se basó en los siguientes supuestos:

i) Tres de las fuentes primarias de energía (hidráulica, geotérmica y nuclear) se utilizarán fundamentalmente en la generación de electricidad y una cuarta, el carbón, en la generación de electricidad y en la industria siderúrgica. Para estimar la participación relativa en estos dos objetivos se utilizaron programas tentativos de la capacidad generadora a carbón y de la producción de acero.

La diferencia entre el consumo total de energía comercial y el de energía proveniente de las cuatro fuentes antes mencionadas corresponderá a los hidrocarburos (gas natural y derivados del petróleo).

/ii) La

ii) La participación del gas natural frente al petróleo, dentro del consumo de hidrocarburos, mantendrá sus valores relativos actuales.

iii) El consumo de algunos derivados del petróleo será inferior al calculado debido a la influencia que sobre éste tiene el mayor precio del petróleo. En este trabajo se redujo para ciertos derivados el resultado de la extrapolación simple y se modificaron los valores finales consecuentemente.

3. Aplicación de la metodología y resultados

a) Proyección del consumo total de energía comercial en el año 2000

Por razones de disponibilidad de información, sólo se consideraron como variables explicativas el producto interno bruto (real) y una variable de serie temporal. Se utilizaron series de consumo de energía (variables dependientes) y de producción y de tiempo (variables independientes) para el período 1950-1973.

Se adoptaron 8 funciones lineales a fin de experimentar su aplicabilidad. Ellas fueron:

i) $D = a + bP$	v) $LgD = a + bLgP$
ii) $D = a + bP + cT$	vi) $LgD = a + bLgP + cT$
iii) $\triangle D = a + b\triangle P$	vii) $\triangle LgD = a + b\triangle LgP$
iv) $\triangle D = a + b\triangle P + cT$	viii) $\triangle LgD = a + b\triangle LgP + cT$

donde D = Consumo de energía comercial expresada en millones de toneladas equivalentes de petróleo

P = Producto interno bruto expresado en millones de dólares de 1970

T = Variable de serie de tiempo.

Una vez efectuada la selección de la ecuación utilizando diversos criterios estadísticos, se hizo el cálculo correspondiente. Con los valores postulados para P en el año 2000 y el valor correspondiente de T, se obtuvo la proyección del consumo que aparece en el cuadro 4 y que arroja un total regional de 1 158.9 millones de toneladas equivalentes de petróleo.

/Cuadro 4

Cuadro 4

AMERICA LATINA: CONSUMO TOTAL DE ENERGIA COMERCIAL EN EL AÑO 2000 POR PRINCIPALES PAISES CONSUMIDORES

	Consumo energético total en 1975 (millones de tep)	Consumo energético total en el año 2000 (millones de tep)
América Latina	219.4	1 158.9
Argentina	29.8	162.2
Brasil	61.2	311.7
México	52.0	285.1
Chile	7.8	46.4
Colombia	13.2	122.8
Perú	7.9	40.6
Venezuela	21.7	113.6
Otros	25.8	76.5

Fuente: Estimaciones preliminares de la CEPAL.

/b) Desglose

b) Desglose del consumo total de energía comercial según fuentes

Conforme a la metodología explicada se analizaron los programas tentativos de instalaciones eléctricas por fuente de energía primaria, y una proyección de la producción de acero para el año 2000.

La capacidad instalada prevista para el año 2000 se indica en el cuadro 5. Suponiendo una utilización anual de 6 000 horas para las centrales nucleares y geotérmicas, 4 000 horas para las hidroeléctricas y 2 500 para las centrales térmicas tradicionales con una eficiencia térmica de 2 500 kcal por kWh generado, se calcularon las cifras de producción de energía eléctrica total desglosadas según las fuentes primarias y países seleccionados que aparecen en el cuadro 6.

La proyección del consumo de carbón mineral en la industria siderúrgica se basa en la proyección de la producción de acero y la cantidad de carbón mineral que se estima estará consumiendo esta industria por tonelada de acero producida (900 kg). Se supone que la totalidad de esta producción utilizará el carbón como elemento reductor. El resultado de los cálculos aparece en el cuadro 7.

c) Participación de los derivados del petróleo y del gas natural

La diferencia entre el consumo total de energía comercial y el de las industrias de generación eléctrica y siderúrgica deberá ser satisfecho por los hidrocarburos. Una vez calculada esta diferencia, se determinó la participación del gas natural dentro del consumo total de hidrocarburos (incluidos los volúmenes consumidos en la generación eléctrica) de conformidad con lo postulado en el punto 2 b) anterior. El cuadro 8 muestra el resultado de estos cálculos y el cuadro 9 resume los valores obtenidos para la proyección, desglosados por fuentes primarias y países, sin considerar el efecto en el consumo por la variación del precio del petróleo.

d) Efecto del alza del petróleo

Finalmente, se rebajó el consumo de derivados para considerar el efecto, que presumiblemente se extenderá por el resto del presente siglo, del alza en el precio del petróleo.

/Cuadro 5

Cuadro 5

AMERICA LATINA: CAPACIDAD ELECTRICA INSTALADA EN EL AÑO 2000
SEGUN ESTIMACIONES TENTATIVAS

(Millones de kW)

	Hidráulica	Carbón	Geotérmica	Nuclear	Gas natural	Derivados del petróleo	Total
América Latina	222.8	20.2	1.0	113.0	17.9	24.3	399.2
Argentina	20.0	5.0	-	10.0	-	-	35.0
Brasil	110.0	2.0	-	55.0	-	13.0	180.0
México	25.0	9.0	0.7	46.0	-	-	80.7
Chile	7.0	3.0	0.1	0.5	0.1	0.4	11.1
Colombia	25.1	0.7	-	-	0.3	0.9	27.0
Perú	11.7	0.5	-	-	0.3	1.2	13.7
Venezuela	12.0	-	-	-	16.0	-	28.0
Otros	12.0	-	0.2	1.5	1.2	8.8	23.7

Fuente: Brasil, Colombia y Perú: sobre la base de informaciones oficiales.
Argentina, México, Chile y Venezuela: estimaciones sobre informaciones varias.
Otros: sobre la base de informaciones oficiales y estimaciones.

/Cuadro 6

Cuadro 6

AMERICA LATINA: GENERACION ELECTRICA EN EL AÑO 2000 POR TIPOS DE CENTRAL

	Hidro-eléctricas	Carbón	Geo-térmica	Nuclear	Gas natural	Deri-vados	Total
Capacidad instalada (millones de kw)	222.8	20.2	1.0	113.0	17.9	24.3	399.2
Horas de utilización anual	4 000	2 500	6 000	6 000	2 500	2 500	4 337
Energía generada (miles de GWh)	891.2	50.5	6.0	678.0	44.8	60.8	1 731.3
Energía generada (millones de tep)	208.2	11.8	1.4	158.4	10.5	14.1	404.4
Argentina	18.7	2.9	-	14.0	-	-	35.6
Brasil	102.8	1.2	-	77.1	-	7.6	188.7
México	23.4	5.3	1.0	64.5	-	-	94.2
Chile	6.5	1.7	0.1	0.7	0.1	0.2	9.3
Colombia	23.5	0.4	-	-	0.2	0.5	24.6
Perú	10.9	0.3	-	-	0.2	0.7	12.1
Venezuela	11.2	-	-	-	9.3	-	20.5
Otros	11.2	-	0.3	2.1	0.7	5.1	19.4

Fuente: CEPAL, sobre la base del cuadro 5.

/Cuadro 7

Cuadro 7

AMERICA LATINA: CONSUMO DE CARBON MINERAL EN LA SIDERURGIA EN EL AÑO 2000

	Producción de acero (millones de toneladas)	Consumo de carbón mineral	
		Millones de toneladas	Millones de tep
América Latina	134.5	121.1	79.2
Argentina	17.8	16.0	10.4
Brasil	58.6	52.7	34.5
México	31.2	28.1	18.4
Chile	3.2	2.9	1.9
Colombia	7.2	6.5	4.2
Perú	3.3	3.0	2.0
Venezuela	13.2	11.9	7.8

Fuente: Estimaciones preliminares de la CEPAL.

/Cuadro 8

Cuadro 8

AMERICA LATINA: CONSUMO DE DERIVADOS Y GAS NATURAL EN EL AÑO 2000

(Millones de toneladas equivalentes de petróleo)

	Consumo total de hidrocarburos y gas natural en 1974			Consumo total de hidrocarburos y gas natural en el año 2000			Consumo de derivados en el año 2000
	Hidrocarburos (1)	Gas natural (2)	Porcentaje (3)	Hidrocarburos (4)	Porcentaje de gas natural (5)	Gas natural (6)	(7) = (4)-(6)
América Latina	168.75	36.28	21.5	675.3	21.8	161.5	513.8
Argentina	27.54	6.48	23.5	116.2	23.5	27.3	88.9
Brasil	35.98	0.39	1.1	88.5	1.1	1.0	87.5
México	44.41	14.35	32.3	172.5	32.3	55.7	116.8
Chile	5.90	1.03	17.5	35.2	17.5	6.2	29.0
Colombia	8.09	1.56	19.2	94.0	19.2	18.0	76.0
Perú	5.78	0.43	7.4	26.5	7.4	2.0	24.5
Venezuela	18.89	10.43	55.2	85.3	55.2	47.1	38.2
Otros	22.17	1.61	7.3	57.1	7.3	4.2	52.9

Fuente: CEPAL, sobre la base de los cuadros 4, 6 y 7.

/Cuadro 9

Cuadro 9

AMERICA LATINA: CONSUMO DE ENERGIA PRIMARIA TOTAL EN EL AÑO 2000 POR FUENTES Y PAISES SIN CONSIDERAR EL EFECTO DEL ALZA EN EL PRECIO DEL PETROLEO

(Millones de toneladas equivalentes de petróleo)

	América Latina	Argentina	Brasil	México	Chile	Colombia	Perú	Venezuela	Otros
Consumo de energía primaria en la producción de energía eléctrica									
Hidráulica	208.2	18.7	102.8	23.4	6.5	23.5	10.9	11.2	11.2
Carbón	11.8	2.9	1.2	5.3	1.7	0.4	0.3	-	-
Gas natural	10.5	-	-	-	0.1	0.2	0.2	9.3	0.7
Derivados	14.1	-	7.6	-	0.2	0.5	0.7	-	5.1
Geotérmica	1.4	-	-	1.0	0.1	-	-	-	0.3
Nuclear	158.4	14.0	77.1	64.5	0.7	-	-	-	2.1
Total	404.4	35.6	188.7	94.2	9.3	24.6	12.1	20.5	19.4
Consumo de carbón en la siderurgia	79.2	10.4	34.5	18.4	1.9	4.2	2.0	7.8	-
Consumo de hidrocarburos en sectores no eléctricos									
Gas natural	161.5	27.3	1.0	55.7	6.2	18.0	2.0	47.1	4.2
Derivados	513.8	88.9	87.5	116.8	29.0	76.0	24.5	38.2	52.9
Total	675.3	116.2	88.5	172.5	35.2	94.0	26.5	85.3	57.1
Consumo total de energía por fuente de energía primaria									
Hidráulica	208.2	18.7	102.8	23.4	6.5	23.5	10.9	11.2	11.2
Carbón	91.0	13.3	35.7	23.7	3.6	4.6	2.3	7.8	-
Gas natural	172.0	27.3	1.0	55.7	6.3	18.2	2.2	56.4	4.9
Derivados	527.9	88.9	95.1	116.8	29.2	76.5	25.2	38.2	58.0
Geotérmica	1.4	-	-	1.0	0.1	-	-	-	0.3
Nuclear	158.4	14.0	77.1	64.5	0.7	-	-	-	2.1
Total	1 158.9	162.2	311.7	285.1	46.4	122.8	40.6	113.6	76.5

Fuente: CEPAL, sobre la base de los cuadros 6, 7 y 8.

/Se supuso

Se supuso que la restricción del consumo de derivados involucrará a la gasolina, el diesel/gas oil y el fuel oil, que en 1960 y en 1974 representaron 84% del consumo de derivados.

El consumo regional y nacional de estos derivados en el año 2000 se redujo arbitrariamente en 20% bajo el nivel calculado basándose en las hipótesis señaladas.

f) Modificación de los resultados

Aplicando a cada uno de los países seleccionados y al total de la región, el criterio de ajuste señalado, se obtuvieron nuevos valores para el consumo de derivados y, por ende, nuevos valores para el consumo energético total. Los resultados finales aparecen en el cuadro 10. El efecto de este ajuste en el plano regional fue reducir el consumo de derivados desde 527.9 a 422.4 millones de toneladas equivalentes de petróleo, y el de la energía total desde 1 158.9 a 1 053.4. El cuadro 11 muestra las elasticidades históricas (1950-1973) del consumo de energía comercial en toda la región con respecto a la producción real y la elasticidad futura (1974-2000) que está implícita en las cifras de proyección dadas por el cuadro 7.

IV. CONCLUSIONES DE LA PROYECCION

Los resultados de la proyección, aunque son de carácter muy aleatorio, señalan algunos hechos significativos.

1. La participación de la energía eléctrica en el consumo de energía comercial continuaría creciendo en los próximos 25 años aproximadamente como lo hizo en el período 1950-1975. La producción de electricidad crecería al 8.4% acumulativo anual, mientras la energía comercial lo haría al 6.3%.

2. El alza del precio del petróleo afectaría el uso de sus derivados en la producción de energía eléctrica, ya que en este campo las posibilidades de sustitución son amplias y factibles desde el punto de vista económico. Junto al descenso de la producción termoeléctrica basada en derivados del petróleo se produciría un considerable desarrollo de la energía nuclear (40% de la generación total en el año 2000).

/Cuadro 10

Cuadro 10

AMERICA LATINA: CONSUMO DE ENRGIA PRIMARIA TOTAL EN EL AÑO 2000 POR FUENTES Y PAISES, CONSIDERANDO EL EFECTO DEL ALZA DEL PRECIO DEL PETRÓLEO

(Millones de toneladas equivalentes de petróleo)

	Hidráulica	Carbón	Gas natural	Geotérmica	Nuclear	Derivados	Total
América Latina	208.2	91.0	172.0	1.4	158.4	422.4	1 053.4
Argentina	18.7	13.3	27.3	-	14.0	71.1	144.4
Brasil	102.8	35.7	1.0	-	77.1	76.1	292.7
México	23.4	23.7	55.7	1.0	64.5	93.4	261.7
Chile	6.5	3.6	6.3	0.1	0.7	23.4	40.6
Colombia	23.5	4.6	18.2	-	-	61.2	107.5
Perú	10.9	2.3	2.2	-	-	20.2	35.6
Venezuela	11.2	7.8	56.4	-	-	30.6	106.0
Otros	11.2	-	4.9	0.3	2.1	46.4	64.9

Fuente: CEPAL, sobre la base del cuadro 9.

/Cuadro 11

Cuadro 11

AMERICA LATINA: ELASTICIDAD DEL CONSUMO TOTAL DE ENERGIA COMERCIAL EN RELACION AL PRODUCTO INTERNO BRUTO, PERIODOS 1950-1974 Y 1974-2000

(Millones de toneladas equivalentes de petróleo y millones de dólares de 1970)

País	Consumo total de energía comercial			Producto interno bruto			Tasa de crecimiento del consumo		Tasa de crecimiento del producto		Elasticidad	
	1950	1974	2000	1950	1974	2000	1950-1974	1974-2000	1950-1974	1974-2000	1950-1974	1974-2000
Argentina	9 098	30 257	144 400	14 147	34 300	156 031	5.1	6.3	3.8	6.0	1.34	1.05
Brasil	8 686	58 323	292 700	12 254	63 593	326 906	8.3	6.4	7.1	6.5	1.17	0.98
México	9 962	53 179	261 700	12 926	56 795	329 792	7.2	6.4	6.4	7.0	1.13	0.91
Chile	3 209	8 723	40 600	3 328	8 329	37 889	4.3	6.2	3.9	6.0	1.10	1.03
Colombia	2 193	12 887	107 500	4 333	14 506	78 319	7.7	8.6	5.2	6.7	1.48	1.28
Perú	1 440	7 548	35 600	2 467	8 904	46 929	7.1	6.1	5.5	6.6	1.29	0.92
Venezuela	3 562	21 255	106 000	3 365	14 752	77 752	7.7	6.4	6.3	6.6	1.22	0.97
América Latina	43 141	216 452	1 053 400	60 193	221 758	1 161 435	6.9	6.3	5.6	6.6	1.23	0.95

Fuente: CEPAL, sobre la base de informaciones oficiales.

3. La hidroelectricidad crecería en lo que resta del siglo a un ritmo medio anual inferior al registrado en los pasados 25 años. Su aporte aproximado al abastecimiento de la energía comercial sería de una quinta parte, y a la producción eléctrica total de la mitad.
4. La utilización que se estaría haciendo el año 2000 de los recursos hidroeléctricos representaría menos de la cuarta parte del potencial regional hipotéticamente considerado "económico", aunque en algunos países este aprovechamiento ya habría alcanzado entonces niveles mucho más elevados.

V. ALGUNAS MEDIDAS DE ESTRATEGIA EN EL DESARROLLO DE LA ELECTRICIDAD

Dada la participación cada vez más activa de la electricidad en el consumo energético, y el destacado papel que dentro de ésta le corresponderá desempeñar a la hidroelectricidad (que hace uso intensivo de capital), es preciso aplicar algunas medidas que contribuyan a aminorar su impacto financiero:
1. El precio de la energía eléctrica es un factor importante para estimular o desalentar su consumo excesivo. Un sistema de tarifas que no reflejara el costo real de producción fomentaría la expansión de la demanda, con toda una secuela de problemas financieros.
2. En algunos casos se puede limitar parcialmente la inversión en nuevas unidades generadoras, recurriendo a una mejor utilización de las existentes. Así, por ejemplo, podrían mejorarse los sistemas de transmisión y distribución para reducir a niveles aceptables las pérdidas correspondientes, y establecer más amplias redes de interconexión.
3. Encontrar mercado para la energía secundaria de un sistema llevaría a disminuir la demanda máxima, suavizando la curva de demanda diaria. Esto puede lograrse a veces mediante tarifas que fomenten el consumo para algunos fines industriales o agrícolas, en las horas del día en que el sistema dispone de capacidad generadora ociosa.

/4. Es

4. Es siempre interesante considerar la integración de las centrales hidroeléctricas dentro de proyectos hidráulicos de uso múltiple, ya que así las condiciones económicas de cada uso pueden mejorar considerablemente.

No obstante, que las centrales hidroeléctricas presentan problemas de carácter financiero y tienen algunas otras desventajas, los factores que las favorecen son dignos de consideración:

- Economizan recursos agotables, como son los combustibles fósiles, y evitan egresos de divisas en los países importadores de petróleo.
- Producen una forma de energía no contaminante, y con las precauciones ambientales debidas, pueden contribuir en muchos casos a la formación de embalses que ofrezcan además oportunidades de recreación.
- Son una fuente importante de trabajo mientras dura la construcción de las obras, por lo que contribuyen más que las centrales térmicas a dinamizar la economía. En los países latinoamericanos, las centrales hidroeléctricas requieren relativamente menos importaciones de materiales y equipos.