

LC/L.1966  
8 de octubre de 2003  
ORIGINAL: ESPAÑOL

# SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: EL APORTE DE LAS FUENTES RENOVABLES





# **SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: EL APORTE DE LAS FUENTES RENOVABLES**

---

Este documento fue preparado para la Conferencia Regional para América Latina y el Caribe sobre Energías Renovables, Brasilia, 29 y 30 de octubre de 2003, por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, en el marco del Proyecto CEPAL/GTZ "Promoción del Desarrollo Económico en América Latina y el Caribe, por medio de la Integración de Propuestas de Políticas Ambientales y Sociales".

---





Este documento ha sido preparado por Manlio Coviello, experto y Hugo Altomonte, Jefe de la Unidad de Recursos Naturales y Energía de la División de Recursos Naturales e Infraestructura, bajo la supervisión de Alicia Bárcena, Secretaria Ejecutiva Adjunta y Fernando Sánchez-Albavera, Director de la División de Recursos Naturales e Infraestructura, y con la participación de José Javier Gómez, Oficial de Asuntos Económicos de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos.

La CEPAL agradece a José Goldemberg, Secretario de Medio Ambiente del Estado de São Paulo, Brasil, por su contribución metodológica.



## ÍNDICE

	<i>Página</i>
RESUMEN .....	1
I. INTRODUCCIÓN.....	5
1. Antecedentes .....	5
2. El Proyecto CEPAL/GTZ.....	5
II. METODOLOGÍA DE CLASIFICACIÓN DE FUENTES RENOVABLES Y FUENTES DE INFORMACIÓN .....	7
A. FUENTES DE INFORMACIÓN UTILIZADAS .....	7
1. Información de organismos nacionales .....	7
2. Información de agencias internacionales .....	7
B. METODOLOGÍA DE ORDENAMIENTO Y CLASIFICACIÓN DE CATEGORÍAS Y FUENTES ENERGÉTICAS .....	8
1. Definición de Oferta Total de Energía Primaria .....	8
2. El concepto de renovabilidad de las fuentes energéticas .....	9
C. CATEGORIZACIÓN DE LOS BIOCOMBUSTIBLES .....	11
1. Combustibles de la madera .....	11
2. Agrocombustibles.....	13
3. Subproductos de origen urbano (o municipal) .....	14
D. MODELO PROPUESTO .....	14
E. DESAGREGACIÓN DE LAS CATEGORÍAS ENERGÉTICAS RENOVABLES.....	16
III. ANÁLISIS POR PAÍS.....	17
A. Argentina .....	17
B. Bolivia .....	19
C. Brasil .....	20
D. Chile .....	22
E. Colombia .....	24
F. Costa Rica.....	26
G. Cuba.....	28
H. Ecuador.....	30
I. El Salvador .....	32
J. Guatemala.....	33
K. Haití.....	35
L. Honduras .....	37
M. México.....	39
N. Nicaragua.....	41
Ñ. Panamá .....	43

	<i>Página</i>
O. Paraguay .....	44
P. Perú.....	45
Q. República Dominicana .....	47
R. Uruguay.....	48
S. Venezuela.....	50
 IV. PANORAMA SUBREGIONAL .....	 51
A. CENTROAMÉRICA.....	51
B. CARIBE .....	52
1. Subregión 1 del Caribe.....	53
2. Subregión 2 del Caribe.....	54
C. COMUNIDAD ANDINA DE NACIONES.....	55
D. MERCOSUR Y CHILE .....	56
 V. PANORAMA COMPARATIVO REGIONAL: ÍNDICES ENERGÉTICOS Y SOSTENIBILIDAD.....	 57
1. Índice de renovabilidad de la OTEP (IR).....	58
2. Índice de renovabilidad per cápita (IRC) .....	59
3. Índice de sostenibilidad residencial (ISR).....	61
4. Índice de dependencia hidroenergética en la oferta total renovable (IDH) .....	62
5. Índice de dependencia dendroenergética en la oferta total renovable (IDD) .....	63
6. Índice de dominancia petrolera (IDP) .....	65
7. Índice de consumo contaminante (ICC).....	66
8. Índice de generación eléctrica contaminante (IGC).....	67
 VI. CONCLUSIONES Y PROPUESTAS PARA PROFUNDIZAR EL ESTUDIO ....	 69
 BIBLIOGRAFÍA.....	 71

## RESUMEN

En 2010, la matriz energética de los países de la región debería mostrar una participación mínima de 10% de fuentes renovables en la Oferta Total de Energía Primaria (OTEP). Así lo estipula la Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible, presentada y aprobada en la Primera Reunión Extraordinaria del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe, Johannesburgo, agosto de 2002.

El objetivo de la Iniciativa no se orienta a penalizar a los países que tienen condiciones naturales menos favorables en términos de sostenibilidad energética, sino más bien a promover una mayor participación de las fuentes renovables en el ámbito regional y global.

Para ello, además de los esfuerzos propios de cada país, podrían alcanzarse resultados de tipo regional y subregional, promoviendo actividades conjuntas en ciertos campos como: i) el intercambio tecnológico; ii) la cooperación para la asistencia a comunidades aisladas; iii) el entrenamiento y capacitación; iv) el agrupamiento de matrices energéticas para alcanzar las metas mínimas; y v) el desarrollo de métodos de contabilización y mecanismos de intercambio de certificados de energías renovables.

La discusión conceptual sobre la “renovabilidad” y la “sostenibilidad” de la energía es un tema de amplio debate. La posición adoptada en el presente documento identifica la **renovabilidad** como atributo de la fuente, mientras que la **sostenibilidad** es un atributo de la forma en que se la utiliza. Por ello, para determinar el estado al año 2000 del aporte de las fuentes renovables a la OTEP, fue necesario establecer criterios comunes a los países estudiados, tratando de sustraer de la categoría de fuentes renovables a aquella fracción no sostenible de la energía proveniente de recursos forestales cuya tasa de extracción supera la de regeneración natural, dando lugar a procesos de deforestación.

Los resultados alcanzados en este trabajo muestran que el aporte de las energías renovables varía ampliamente de país en país, de manera casi independiente de su desarrollo relativo y en menor medida de su dotación en recursos energéticos no renovables. La realidad de la OTEP y de las problemáticas energéticas en países como Argentina, país autoabastecido y exportador marginal de hidrocarburos, es muy similar a la de los grandes exportadores como México y Venezuela. A su vez, resulta obvio que estas situaciones sean diametralmente opuestas a las de países importadores, pero aun en el caso de estos últimos es sorprendente la diferencia entre Haití, Honduras y Guatemala con respecto a Uruguay y Costa Rica, por ejemplo.

El Índice de Renovabilidad de la OTEP calculado señala que ya en 2000 había países por debajo de la línea del 10% —como es el caso de Argentina y el conjunto de países del Caribe que aquí se agrupó como subregión 1 (Barbados, Suriname, Guyana, Grenada, Trinidad y Tabago). Mientras que otros tienen que realizar un importante esfuerzo si quieren mantener la meta de la Iniciativa. Así, aquellos países que se presentan dentro de la banda del 10% a 20%, como son los casos de Chile, Ecuador, México y Venezuela, deberían actuar en forma decidida para mantener la fracción actual de participación de renovables en la OTEP. Un tercer grupo de

países que presentan un riesgo menor está constituido por Bolivia, Colombia, Guatemala y Panamá.

Además, en El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras y Nicaragua el papel de la dendroenergía en la OTEP es trascendental y si, por una parte, en términos de desarrollo sostenible, resulta sin duda positivo, ya que indica una débil utilización de combustibles fósiles, por otra es claramente negativo, a causa del fuerte impacto sobre los recursos forestales nacionales y la calidad de vida de los usuarios.

Por el contrario, en los países donde la utilización de la biomasa para fines energéticos, como en Argentina, Ecuador, México y Venezuela, es casi marginal, podrían existir problemas de sostenibilidad debido a la fuerte utilización de combustibles fósiles a nivel del consumo final industrial y residencial, y el consumo intermedio en la generación eléctrica. En estos países se observa que los hidrocarburos representan entre 80% y 90% de la OTEP.

Existe finalmente una categoría de países con problemáticas mixtas, como es el caso de Cuba que utiliza muchas fuentes renovables pero en procesos de combustión poco eficientes; República Dominicana y Panamá, que registran una baja eficiencia en la transformación térmica de los combustibles fósiles importados; Chile y Uruguay, países dependientes casi exclusivamente del petróleo y la hidroenergía.

Fuera de toda categorización se ubican sólo dos países que en la OTEP presentan más del 90% renovable no ligado a la leña y menos del 2% de dependencia petrolera: son los casos de Paraguay, basado en su recurso hidroenergético, y Costa Rica, país que demuestra tener la más completa y equilibrada composición de renovables de toda la región.

De hecho, en la OTEP de Costa Rica se encuentra una importante participación de geotermia, hidroelectricidad, productos de caña, dendroenergía y energía eólica. Un elemento básico para entender los resultados de Costa Rica es que la dependencia de hidrocarburos se manifiesta a partir de la importación de derivados, debido al cierre temporario de la refinera, y no se mide por medio de la OTEP.

Aparte de esta apreciación y posicionamiento general de los países con relación a la Iniciativa, que no es más que una fotografía de la situación al año 2000, surgen otros ejes de análisis que interesa indagar, ya sea por las implicancias a mediano plazo de ese posicionamiento como debido a la composición y estructura de la sostenibilidad de la OTEP.

El Índice de Sostenibilidad Residencial (ISR) informa sobre la importancia de la leña en el abastecimiento de los requerimientos calóricos básicos de las familias, principalmente para cocción, calefacción y agua caliente. Un alto ISR significa no sólo que el país es fuertemente dependiente de la leña para satisfacer las necesidades de la población, sino que debería profundizarse el análisis por medio de un estudio específico sobre la "porción sostenible" de la leña utilizada, por cuanto en la región se presentan situaciones muy diversas desde el punto de vista de la tecnología de combustión de la leña y sus condiciones de uso, que afectan a su eficiencia energética y a sus efectos negativos en la salud.

El ISR también ofrece una lectura de los matices sociales, con respecto al nivel de pobreza de la población en general, y el acceso de la población en áreas urbanas marginales y rurales a fuentes de mayor calidad, asociadas por lo general a un costo monetario superior, pero también a un mayor rendimiento y eficiencia, un menor tiempo dedicado al acopio de combustible y niveles más bajos de contaminación intradomiciliaria. Los países que presentan un ISR inferior a la línea del 40% son grandes consumidores de hidrocarburos secundarios y podrían presentar un consumo de energía útil per cápita superior —por tanto, un mayor nivel de satisfacción de los requerimientos básicos para uso calórico— al del resto de los países. Por otra parte, países con índices superiores al 60%, como es el caso de Honduras, Guatemala, El Salvador y Nicaragua en Centroamérica; Chile, Brasil, Colombia, Paraguay y Perú en Sudamérica; y Haití en el Caribe, generalmente muestran no sólo una excesiva dependencia de la leña, sino una falta de acceso a energías más eficientes y de mayor calidad.

Otro indicador que mide en cierta forma grados de sostenibilidad de los sistemas energéticos es el de Generación Eléctrica Contaminante (IGC), medido por la cantidad de CO<sub>2</sub> emitida en relación con la producción total de electricidad (Tn CO<sub>2</sub>/GWh). Si se cuantificara económicamente este indicador, mediría el costo ambiental de producir una unidad de energía eléctrica. Costa Rica, Brasil, Paraguay y Uruguay son países relativamente más limpios en su proceso de generación de electricidad; en el caso de los últimos tres países, el bajo índice obedece únicamente a la fuerte dependencia hidroenergética. México, Nicaragua, Bolivia, Guatemala y República Dominicana demuestran poseer una generación particularmente contaminante en términos de emisiones de CO<sub>2</sub>. En el caso de México y Bolivia, esto se debe al rol predominante de los hidrocarburos en la OTEP; en los otros países, ese rol es menor —aunque siempre superior al 20%— y se asocia evidentemente a un proceso menos eficiente de la generación térmica y por lo tanto también más contaminante.

Como se expresó anteriormente, el objetivo específico del presente documento fue realizar un análisis sobre la sostenibilidad de la energía primaria al año 2000. Es decir, se intentó retratar la situación a dicho año, obteniéndose conclusiones positivas en algunos casos e interrogantes en otros.

Queda pendiente tratar esta problemática en un análisis no estático, sino dinámico. Esto es, proponer un conjunto de escenarios posibles por el que transitarían los países de América Latina y el Caribe y observar los condicionantes nacionales, subregionales y regionales para que aquellos países o subregiones que no cumplen la meta de la Iniciativa Latinoamericana implementen políticas que los acerquen a ella. Y que aquellos que la cumplen, pero que corren el riesgo de incumplirla, redireccionen sus tendencias y políticas hacia un desarrollo sostenible del sector energético.

Para esto quizá resulte importante realizar en el futuro inmediato estudios que profundicen en:

- i) las fracciones de renovabilidad de las diferentes aplicaciones de la leña (sobre la base de la metodología propuesta por Brasil) en países seleccionados. Se debería focalizar en aquellos países que presentan una fuerte dependencia de la leña en su abastecimiento energético y pueden mostrar altas participaciones de dendroenergía no sostenible;
- ii) los problemas y obstáculos existentes en la aplicación de políticas de promoción y en el fomento de iniciativas que promuevan las energías renovables en países seleccionados; y
- iii) las condiciones de entorno, de tipo regulatorio y económico necesarias para la penetración de las tecnologías modernas de energía eólica, fotovoltaica, geotérmica y combustión de residuos urbanos.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1. Antecedentes

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe de las Naciones Unidas (CEPAL), en el marco del proyecto con la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ), y en colaboración con la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de São Paulo, Brasil, elaboró el presente trabajo relativo al estado de situación en América Latina y el Caribe, de las nuevas fuentes renovables de energía, sobre la base de las decisiones de:

- La séptima reunión del Comité Intersesional del Foro de Ministros de Medio Ambiente, que estableció como objetivo “alcanzar en 2010 el 10% de participación de fuentes renovables en la Oferta de Energía Primaria”, meta reconfirmada en la propuesta “Brazilian Energy Initiative”, presentada en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible de Johannesburgo, en septiembre de 2002.
- El mismo plan de acción de la Cumbre de Johannesburgo, en cuyo documento final se reconoce como importante alcanzar estas metas.
- La Comisión sobre el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, que sugiere poner en funcionamiento un proceso de revisión periódico en el ámbito de la adopción de políticas e instrumentos para la penetración de energías renovables como metas regionales (Conferencia CSD/UNDESA, de abril de 2003).

Asimismo, es necesario precisar que para elaborar este documento se realizaron reuniones técnicas con la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de São Paulo, en las que se presentaron, discutieron y revisaron trabajos previamente desarrollados. Entre ellos, cabe mencionar “Renewable Energy: Traditional Biomass vs Modern Biomass”,<sup>1</sup> que dio origen a la “Brazilian Energy Initiative” presentada en la Cumbre de Johannesburgo.

### 2. El Proyecto CEPAL/GTZ

El proyecto CEPAL/GTZ “Promoción del Desarrollo Económico en América Latina y el Caribe, por medio de la Integración de Propuestas de Políticas Ambientales y Sociales”, plantea como objetivo superior “contribuir a la integración de políticas ambientales y económicas en el ámbito de los gobiernos de América Latina y el Caribe”.

Se encuadra en el concepto elaborado por la CEPAL de desarrollo sostenible y, en este contexto, trata de integrar los objetivos económicos y ambientales para intentar mejorar la competitividad.

---

<sup>1</sup> Elaborado por José Goldemberg, Secretario de Medio Ambiente del Estado de São Paulo, y Suani Teixeira Coelho, Coordinadora del Centro CENBIO de la Universidad de São Paulo.

El proyecto es ejecutado por la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la CEPAL. Para algunas actividades, está prevista la colaboración y participación de la Unidad de Recursos Naturales y Energía de la Comisión.

El plan operativo del proyecto prevé alcanzar cuatro resultados:

- El primero, sobre la base de un diagnóstico y tareas de investigación, examina y documenta distintos temas a fin de combinar políticas ambientales con políticas económicas y sectoriales y sus resultados.
- El segundo se centra en la discusión y difusión de propuestas, tanto de instrumentos como de estructuras institucionales.
- El tercer resultado tiene un alcance regional. Pretende mejorar el diálogo entre actores del sector empresarial, de distintas esferas de gobiernos, ministerios de medio ambiente y otros ministerios involucrados, en relación con las conexiones entre macroeconomía, comercio y medio ambiente en el ámbito global y regional.
- El último resultado se focaliza en la formulación de políticas públicas. Trata de enfatizar en estudios y propuestas de mercados “verdes” potenciales y en la revisión de experiencias exitosas. Incluye la elaboración y discusión de una propuesta de estrategia para el aprovechamiento de las oportunidades identificadas.

Por medio de esos cuatro resultados, el objetivo inmediato del proyecto es proporcionar a los países de la región asistencia técnica en la combinación práctica de los objetivos de la política ambiental con los de las políticas económica y social, apuntando hacia modelos de desarrollo sostenible.

## II. METODOLOGÍA DE CLASIFICACIÓN DE FUENTES RENOVABLES Y FUENTES DE INFORMACIÓN

### A. FUENTES DE INFORMACIÓN UTILIZADAS

A continuación se presentan las diferentes fuentes de información y los datos estadísticos que se han utilizado en la preparación del presente informe.<sup>2</sup>

#### 1. Información de organismos nacionales

La Secretaría Ejecutiva de la CEPAL envió oficios formales a 20 instituciones nacionales encargadas del tema relacionado con la bioenergía, solicitando información específica sobre asuntos relativos a la renovabilidad de la dendroenergía para cada caso. La información se solicitó a Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela. Entre junio y julio de 2003, se recibieron respuestas oficiales de las agencias especializadas que contenían información cuantitativa y cualitativa de gran interés en relación con la temática en discusión, en cada país.

#### 2. Información de agencias internacionales

En este trabajo se ha utilizado también, en forma significativa, la información técnica y estadística proporcionada por:

- El Sistema de Información Económica y Energética (SIEE) de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), con particular referencia a los datos del inventario “Demanda y Oferta” y a los balances energéticos nacionales ([www.olade.org.ec](http://www.olade.org.ec)).
- El Sistema de Información Estadística (FAOSTAT) de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), particularmente los datos nacionales presentados en el rubro “Forestry Products” ([www.apps.fao.org](http://www.apps.fao.org)) y el importante trabajo destinado a la unificación de las terminologías para la dendroenergía (UWET, 2001) ([www.fao.org/forestru/fop](http://www.fao.org/forestru/fop)).

---

<sup>2</sup> Se han contactado en forma directa algunos reconocidos especialistas internacionales en materia de “biomasa” en América Latina. Entre otros, Miguel Trossero, Oficial Forestal Superior de Energía Derivada de la Madera de la FAO; Carlos Repetto, Secretario Ejecutivo del Grupo de Trabajo Latinoamericano y del Caribe sobre Energización para un Desarrollo Rural Sostenible (GLAERS); y João Antonio Moreira Patusco, Asesor del Departamento Nacional de Política Energética (DNPE) del Ministerio de Minas y Energía de Brasil.

- El trabajo metodológico y estadístico del “Renewable Information 2000”, publicado por el Organismo Internacional de Energía (IEA) en noviembre de 2002, en el marco de la serie “IEA Statistics”.
- La edición N° 19 de la “Survey of Energy Resources”, presentada por el World Energy Council (WEC) en 2002, que contiene datos sobre energía eólica, solar, geotérmica, hidráulica y biomasa a nivel mundial y por país ([www.worldenergy.org](http://www.worldenergy.org)).
- El International Energy Database y los *Country Profiles* publicados por el Departamento de Energía de los Estados Unidos (USDoE) en el ámbito del sistema Energy Information Administration ([www.eia.doe.gov](http://www.eia.doe.gov)).

## B. METODOLOGÍA DE ORDENAMIENTO Y CLASIFICACIÓN DE CATEGORÍAS Y FUENTES ENERGÉTICAS

### 1. Definición de Oferta Total de Energía Primaria

Para el desarrollo de este trabajo se han adoptado las siguientes definiciones:

**Energía primaria:** los recursos naturales disponibles en forma directa o indirecta que no sufren ninguna modificación química o física para su uso energético. Las principales fuentes normalmente consideradas por los balances energéticos de los países de América Latina y el Caribe son: petróleo, gas natural, carbón mineral, hidroelectricidad, leña y otros subproductos de la leña, biogás; geotérmica, eólica, nuclear, solar y otras primarias como el bagazo y los residuos agropecuarios o urbanos.

**Energía secundaria:** conjunto de productos energéticos que han sufrido un proceso de transformación química o física, que los hace más aptos para su utilización final. Por lo general se consideran como productos secundarios: *fuel oil* (también denominados petróleos combustibles o *bunker*), *diesel oil* (o *gas oil*), gasolinas (de diferentes octanajes, con o sin plomo), kerosen, gas licuado de petróleo (GLP), gasolina y kerosene de aviación, naftas, gas de refinería, electricidad, carbón vegetal, gases, coke, gas de alto horno.

**Oferta total:** cantidad de energía (primaria y secundaria) disponible para satisfacer las necesidades energéticas de un país, tanto en los procesos de transformación como en el consumo final. Por tanto :

**OFERTA TOTAL = Producción + importación – exportación +/- variación de inventarios – energía no aprovechada**

Consecuentemente, la Oferta Total de Energía Primaria (OTEP)<sup>3</sup> está representada por la fórmula expresada más arriba, pero sólo en lo que se refiere a las energías primarias, que es el objeto del presente trabajo.

## 2. El concepto de renovabilidad de las fuentes energéticas

En las estadísticas energéticas publicadas periódicamente por las organizaciones internacionales no existe hoy una clara distinción entre energías renovables y no renovables. La mejor referencia actualmente disponible en el ámbito mundial es la que proporciona el Organismo Internacional de Energía (AIE) en su documento “Renewables in Global Energy Supply”, de noviembre de 2002, donde se describe con precisión las categorías de combustibles fósiles y energía nuclear.

La energía hidroeléctrica, a pesar de no estar desagregada en grandes y pequeñas centrales, también aparece caracterizada en forma satisfactoria. Los datos sobre energía geotérmica, eólica, solar y mareomotriz también resultan claros y fáciles de identificar.

La gran dificultad recae en la categoría titulada por la AIE como “combustibles renovables y residuos” (renewable fuels and waste), que abarca tanto la parte sostenible como la no sostenible de la biomasa.

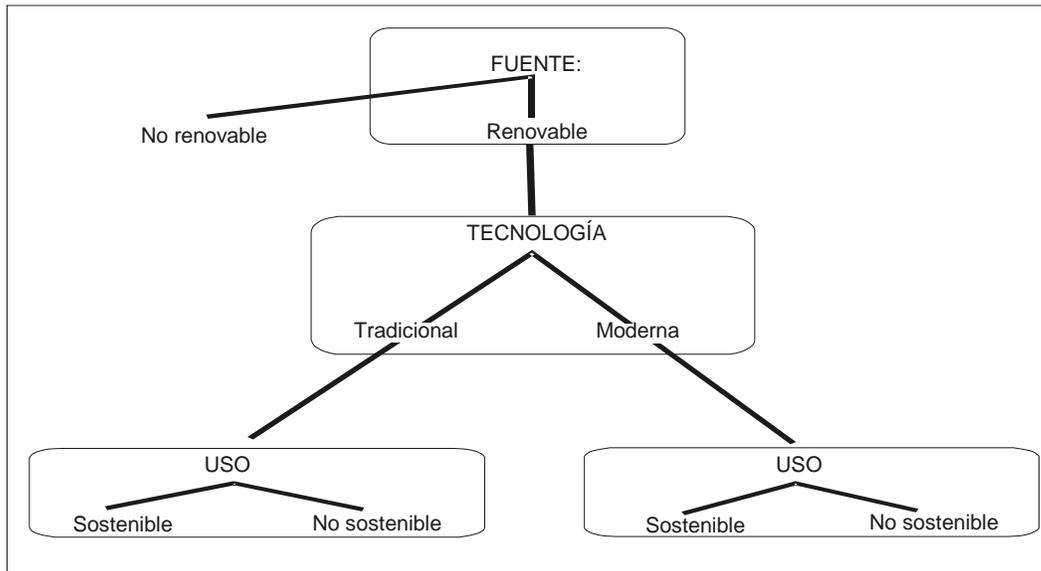
La discusión conceptual sobre la “renovabilidad” y la “sostenibilidad” de la energía es un tema de amplio debate. La posición adoptada en el presente documento identifica la renovabilidad como atributo de la fuente energética, mientras que la sostenibilidad es un atributo del uso de las diferentes energías.

Aun cuando en el presente documento no se haya utilizado la clasificación de la biomasa en “moderna” y “tradicional”, es frecuente encontrar esta denominación que se relaciona tanto con la tecnología usada para la extracción de la dendroenergía como con su uso final. Así aparece como uso (o tecnología) tradicional la energía procedente de biomasa destinada a calefacción y preparación de alimentos de los hogares, mientras que el uso moderno se refiere a la biomasa destinada a generación de electricidad, vapor y producción de biocombustibles. Gráficamente, la propuesta conceptual de la CEPAL se representa entonces de la siguiente forma:<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> En inglés: *Total Primary Energy Supply* (TPES).

<sup>4</sup> Extractada de Gallopin (1995).



La porción no sostenible de la biomasa está básicamente compuesta por la leña que proviene de la deforestación. La biomasa sostenible incluye residuos animales, vegetales, urbanos, además de la leña obtenida de forma sostenible.

La forma sostenible del consumo de leña puede darse por medio de:

- recolección de ramas secas, en ocasiones como resultado de procesos de poda;
- tala de árboles a una tasa inferior a la de regeneración natural; y
- tala de árboles seguida por la replantación de las especies cortadas.

En los países escandinavos, por ejemplo, se puede decir que toda la leña quemada para satisfacer el consumo residencial es sostenible, lo que ciertamente no ocurre en los países en desarrollo, particularmente los de América Latina, en donde la biomasa leñosa juega, además, un papel importante en la OTEP. De hecho, en algunos países centroamericanos, como se verá más adelante, el aporte de la leña supera el 40% de la OTEP.

## C. CATEGORIZACIÓN DE LOS BIOCOMBUSTIBLES

A continuación se presenta la categorización de los biocombustibles de acuerdo con el esquema recientemente propuesto por la FAO.

### 1. Combustibles de la madera

En esta categoría —también conocida como “dendroenergía”— se incluyen todos los tipos de biocombustibles derivados directa o indirectamente de los árboles y arbustos.

La definición de bosque utilizada en la evaluación de los recursos forestales de la FAO<sup>5</sup> de 1990 es muy amplia e incluye tierras con una cubierta de copas mínima del 20% en los países desarrollados y del 10% en los países en desarrollo. Entre los combustibles de madera se incluye también la biomasa derivada de actividades silvícolas (aclareos, podas) y de extracción y explotación (puntas, raíces, ramas), así como subproductos industriales derivados de industrias forestales primarias y secundarias que se utilizan como combustible. Se incluyen también los combustibles de madera derivados de plantaciones forestales con fines energéticos.

Sobre la base de su origen, los combustibles de madera se dividen en tres grupos: combustibles de madera directos, combustibles de madera indirectos y combustibles de madera recuperados.

- Combustibles de madera directos: madera extraída directamente de: a) los bosques (bosques naturales y plantaciones, tierra en la que la cubierta de copas ocupa más de un 10% de la superficie en una extensión de más de 0,5 hectáreas); b) de otros terrenos boscosos (tierra con una cubierta de copas de entre el 5% y el 10% de la superficie, en la que los árboles pueden llegar a una altura de al menos 5 metros al alcanzar la madurez in situ; o tierra, con una cubierta de copas de más del 10% de la superficie, en la que los árboles no pueden llegar a una altura de al menos 5 metros al alcanzar la madurez in situ; y cubierta arbustiva o de matorral); y c) otras tierras destinadas al suministro de energía para cubrir la demanda, incluidos tanto los combustibles de madera inventariados (registrados en estadísticas oficiales) como los no inventariados. Los combustibles de madera directos se queman directamente o se transforman en otro combustible, como el carbón vegetal, los gases de pirólisis, pellets, etanol y metanol.
- Combustibles de madera indirectos: generalmente son subproductos derivados de industrias primarias de la madera (aserraderos, fábricas de tableros de partículas, plantas de fabricación de pasta de papel) y secundarias (ebanistería, carpintería). Entre los principales combustibles indirectos se encuentran los residuos del aserrado,

---

<sup>5</sup> FAO, 1995.

costeros, restos del canteado y el escuadrado, aserrín, virutas, astillas y licor negro. Estos combustibles se queman directamente o se transforman en otro combustible, como el carbón vegetal, gases de pirólisis, pellets, etanol, metanol.

- Combustibles de madera recuperados: biomasa leñosa derivada de todas las actividades económicas y sociales ajenas al sector forestal. Generalmente forman parte de esta categoría los desechos de la construcción, demolición de edificios, bandejas de carga, contenedores y cajas de madera, y otros, que se queman tal cual están o se transforman en astillas, pellets, briquetas y polvo.

Para contabilizar la dendroenergía, en este trabajo se considerarán como combustibles de madera cuatro tipos de productos: leña, carbón vegetal, licor negro y otros, definidos según se indica a continuación:

- Leña: incluye la "madera en bruto" en piezas pequeñas (leña), astillas, pellets y polvo derivados de los bosques y árboles aislados, así como los subproductos de la industria de la madera y los productos leñosos recuperados. Éstos conservan la estructura original básica de la madera y se pueden utilizar directamente o después de haber sido transformados en otro combustible de madera como el carbón vegetal. Cuando es necesario, la leña se puede preparar en productos más adecuados, como astillas y pellets, sin necesidad de realizar transformaciones físico-químicas importantes.
  - i) astillas: madera en bruto que se ha reducido deliberadamente a piezas de pequeño tamaño, o residuos adecuados para fines energéticos;
  - ii) pellets de madera: pueden ser considerados como un combustible derivado de la autoaglomeración de material leñoso, como resultado de una aplicación combinada de calor y alta presión en una máquina de extrusión.
- Carbón vegetal: residuo sólido derivado de la carbonización, destilación, pirólisis y torrefacción de la madera (de troncos y ramas de árboles) y subproductos de la madera, utilizando sistemas continuos o discontinuos en distintos tipos de hornos: de pozo, ladrillo y metal. Incluye las briquetas de carbón vegetal, que son producidas con carbón vegetal que, una vez triturado y secado, se moldea (generalmente a alta presión) con la adición de aglutinantes para formar piezas uniformes.
- Licor negro: en el proceso de producción de celulosa, al cocer la madera en el digestor, la lignina de la madera se solubiliza y se genera el licor negro —mezcla de lignina, productos químicos y agua—, que es separado de esta forma de la celulosa; la lignina contenida en el licor negro se quema en la caldera recuperadora, generándose vapor.

- Otros combustibles de madera: esta categoría incluye una amplia gama de combustibles líquidos y gaseosos derivados de la leña y el carbón vegetal, que se generan mediante procesos pirolíticos o enzimáticos, como gases de pirólisis, etanol o metanol. Estos productos presentan un creciente interés, pero por el momento no tienen la misma importancia como productos energéticos.

## 2. Agrocombustibles

Son combustibles obtenidos como productos de la biomasa y subproductos agrícolas. Principalmente se encuentra en esta categoría la biomasa derivada directamente de los cultivos destinados a ser utilizados como combustibles y de los subproductos agrícolas, agroindustriales y animales.

- Cultivos destinados a ser utilizados como combustible: especies cultivadas en plantaciones o granjas destinadas a producir materia prima para la producción de biocombustibles. Estos cultivos se pueden producir en granjas terrestres (yuca, caña de azúcar, euphorbia), en granjas marinas (algas) o en granjas de agua dulce (jacintos de agua). Los cultivos para combustible producidos en tierra se pueden clasificar en: cultivos de azúcar/almidón, cultivos oleaginosos y otros cultivos energéticos.
  - i) Cultivos de azúcar/almidón: son cultivos destinados básicamente a producir etanol (alcohol etílico) como combustible, solo o mezclado con gasolina, que se utiliza principalmente en el transporte. El etanol se puede producir mediante la fermentación de la glucosa derivada de las plantas que contienen azúcar, como la caña de azúcar, o de materiales de almidón después de realizar la hidrólisis.
  - ii) Cultivos oleaginosos: abarcan las plantas oleaginosas (como el girasol, la colza, y otras) plantadas para la utilización energética directa del aceite vegetal extraído, o como materia prima para su transformación en un sustituto del gasóleo, mediante procesos de transesterificación.
  - iii) Otros cultivos energéticos: plantas y cultivos especializados considerados más recientemente para usos energéticos, tales como: miscanthus, spartina spp., cyperus longus, arundo donax y phalaris arundinacea.
  - iv) Subproductos agrícolas: se trata principalmente de material y subproductos vegetales derivados de la producción, cosecha, transporte y elaboración en zonas agrícolas. Esta categoría comprende, entre otros, mazorcas y tallos de maíz, tallos y cáscaras de trigo, cáscaras de maní, cáscara de coco, tallos de algodón, tallos de mostaza, y otros.
  - v) Subproductos agroindustriales: subproductos de la elaboración de alimentos, como bagazo de caña de azúcar, cáscaras de arroz, cáscaras, fibra y médula de coco, cáscaras de maní, residuos del prensado de la oliva, entre otros.

- vi) Subproductos de origen animal: estiércol y otras excretas de vacuno, caballos, cerdos, aves de corral y, en menor medida, de seres humanos. Se pueden secar y utilizar directamente como combustible, o transformar en biogás mediante fermentación.
- vii) Biogás: subproducto de la fermentación anaeróbica de la biomasa, principalmente de los desechos animales, realizada por bacterias. Consiste principalmente en gas metano y dióxido de carbono.

### **3. Subproductos de origen urbano (o municipal)**

Desechos de biomasa producidos por la población urbana, que pueden ser de dos tipos: subproductos sólidos y subproductos gaseosos o líquidos producidos en ciudades y aldeas (llamados “de origen municipal”).

- Biocombustibles sólidos de origen municipal: comprenden los subproductos producidos por los sectores residencial, comercial, industrial, público y terciario que recogen las autoridades locales para su eliminación en un emplazamiento central, donde se suelen incinerar directamente para producir calor, energía o ambos. También se incluyen en esta categoría los desechos hospitalarios.
- Biocombustibles gaseosos/líquidos de origen municipal: biocombustibles derivados principalmente de la fermentación anaeróbica (biogás) de residuos sólidos y líquidos de origen municipal, que pueden ser gases de vertederos o gases de fangos residuales.

## **D. MODELO PROPUESTO**

Dado que las estadísticas mundiales de energía todavía no distinguen entre fracciones renovables y no renovables de la biomasa, resulta muy difícil estimar la cantidad de energía disponible (oferta) y transformada (consumo) en un país que pueda ser considerada efectivamente renovable. En particular, si se hace referencia al problema de la “sostenibilidad” de la biomasa leñosa.

Un modelo al respecto ha sido propuesto por el Ministerio de Minas y Energía de Brasil (Patusco, 2002) que se basa en el consumo sectorial disponible en el Balance Energético Nacional (BEN) y las informaciones del Instituto Brasileiro de Geografía y Estadística (IBGE). A partir de esos consumos, para el año 2000 se imputaron “fracciones de renovabilidad” según los sectores o subsectores de consumo de leña. Bajo este esquema, los porcentajes de leña de origen renovable que ha sido utilizada en Brasil en los diferentes sectores de aplicación y uso, son:

• Agricultura = 74%	Porcentajes de renovabilidad de la leña B R A S I L año 2000
• Carbón vegetal = 71%	
• Residencial = 90%	
• Industria (papel) = 100%	
• Industria (cerámica y alimentos) = 44,5%	
• Industria (otros usos) = 0%	

En el marco del presente estudio, en un primer momento se tomaron estos porcentajes como referencia para la desagregación de las categorías “sostenible” y “no sostenible” de la biomasa leñosa. El objeto de esta primera aproximación fue focalizar la discusión en una “metodología mínima” (o un estándar) para los países de América Latina, tomando en cuenta las especificidades locales. De acuerdo con la terminología propuesta en el punto B, se utilizará en adelante el término de “fracciones de sostenibilidad” de la biomasa.

Conceptualmente, dicha metodología está basada en el “cruce” de datos entre:

- los balances nacionales, a partir de datos de los ministerios o secretarías de energía de los diferentes países, y la información de la OLADE; y
- las informaciones sectoriales nacionales: datos de entidades nacionales encargadas de llevar estadísticas en diferentes rubros de aplicación, como es el caso de los recursos forestales, de la industria, y otros.

La exactitud del cálculo de las “fracciones de sostenibilidad” será tanto más importante (en términos de análisis “político” de la información) cuanto mayor sea la participación de la leña en la oferta de energía de un país. De este modo, los países centroamericanos y Haití, fuertemente dependientes de la leña en su matriz energética, serán por tanto los más afectados en términos de exactitud del cálculo de la parte de “biomasa sostenible”, a la que por tratarse básicamente de leña, podría denominarse como “dendroenergía sostenible”.

Un análisis riguroso debería, por consiguiente, tomar como referencia la metodología propuesta para Brasil, adaptarla a las especificidades e informaciones disponibles de los diferentes países de la región, y aplicarla sobre la base de las verificaciones y controles de datos provenientes de los balances energéticos nacionales y las informaciones sectoriales para cada país. Éste ha sido el proceso aplicado en el presente estudio.

## E. DESAGREGACIÓN DE LAS CATEGORÍAS ENERGÉTICAS RENOVABLES

Sobre la base de la información y categorización antes expuestas, el presente trabajo se propone cuantificar el aporte de las diferentes categorías de fuentes renovables a la OTEP de cada país<sup>6</sup> de la región. Las fuentes renovables consideradas fueron:

- Hidroenergía (tanto de grande como de pequeña escala) – 100% renovable.
- Geotermia – 100% renovable.
- Dendroenergía sostenible,<sup>7</sup> porción de biomasa leñosa sostenible utilizada para la energización residencial, industrial, agropecuaria y el carbón vegetal – 100% renovable.
- Bioenergía sostenible no relacionada con la madera, como es el caso de los agrocombustibles (productos de caña y otros residuos biomásicos) y los subproductos de origen municipal<sup>8</sup> – 100% renovable.
- Otras tecnologías renovables (eólica y fotovoltaica) – 100% renovables.

Fuera de la categoría de las fuentes renovables, y junto con los hidrocarburos, la nuclear y el carbón mineral, quedaría la porción de la biomasa o dendroenergía no sostenible,<sup>9</sup> es decir, la parte de leña que proviene de un proceso de deforestación (expansión de la frontera agrícola, retiro de madera ilegal) y por tanto no sostenible.

---

<sup>6</sup> Se han considerado 20 países para los cuales se disponía de información, y la leña o las fuentes renovables representaban una fracción importante de la OTEP. Para el caso de seis países del Caribe, dada la baja participación de las energías renovables en general y de la leña en particular, se muestran los resultados en el ámbito de la subregión. Esos países son: Barbados, Grenada, Guyana, Jamaica, Suriname y Trinidad y Tabago.

<sup>7</sup> También denominada en la literatura como combustibles sostenibles de la madera o *Sustainable Woodfuel*.

<sup>8</sup> Considerando el importante papel que —en América Latina— los productos de caña tienen adentro de la categoría de la “bioenergía”, en los gráficos estadísticos del presente informe se hará la distinción entre “productos de caña” y “otra biomasa”.

<sup>9</sup> También denominada Combustible No Sostenible de la Madera o *Non-Sustainable Woodfuel*.

### III. ANÁLISIS POR PAÍS

Sobre la base de la esquematización y conceptualización presentada anteriormente, se ha llevado a cabo un trabajo de recolección y ordenamiento de los datos provenientes de 26 países de América Latina y el Caribe, para el año 2000.

Se han analizado en forma individual los datos desagregados de 20 países de la región, mientras que para el Caribe de habla inglesa (Barbados, Guyana, Trinidad y Tobago, Jamaica, Grenada y Suriname) se ha realizado un trabajo integrado a nivel subregional (véase el capítulo V).

En una primera instancia, se hizo una aproximación de desagregación de las fuentes renovables y no renovables, con particular referencia a las porciones de sostenibilidad de la biomasa, aplicando el método propuesto por Brasil. El resultado de este primer cálculo fue posteriormente enviado en forma oficial a las instituciones competentes de los 20 países, con el objeto de poder recibir comentarios y eventuales modificaciones numéricas sobre la base de información nacional directa.

Doce países respondieron en forma oficial a la solicitud de CEPAL: Chile, México, Honduras, Uruguay, Paraguay, Perú, Cuba, El Salvador, Guatemala, Brasil, Bolivia, Argentina. Utilizando la información obtenida de los países en forma directa y oficial, se revisaron los datos nacionales y se recalcularon las porciones de sostenibilidad de la biomasa.

A continuación se presenta —por cada país analizado— una información general sobre las políticas existentes para la promoción de las fuentes renovables y un análisis de los resultados del estudio sobre el papel de las fuentes renovables en la OTEP.

#### A. ARGENTINA

La importancia del aporte de los recursos renovables como fuentes alternativas de energía eléctrica en el sector rural se viene impulsando mediante el Programa de Abastecimiento Eléctrico a la Población Rural Dispersa (PAEPRA), que lleva adelante la Secretaría de Energía del Ministerio de Obras y Servicios Públicos a nivel de la Dirección Nacional de Promoción, en procura de lograr un suministro eléctrico básico para iluminación y comunicaciones, utilizando tecnologías propias de las fuentes renovables (fotovoltaica, eólica, biomasa y minihidráulicas).

Como resultado del programa, en el año 2000 la Sociedad Cooperativa Popular Limitada (SCPL) y la empresa española Gamesa Eólica S.A. firmaron un convenio para la instalación de 16 nuevos molinos de viento en Comodoro Rivadavia, Argentina, decisión que duplicará la potencia instalada en el parque eólico y exige una inversión cercana a los 7 millones de dólares. Los aerogeneradores se agregarán a los 10 existentes.

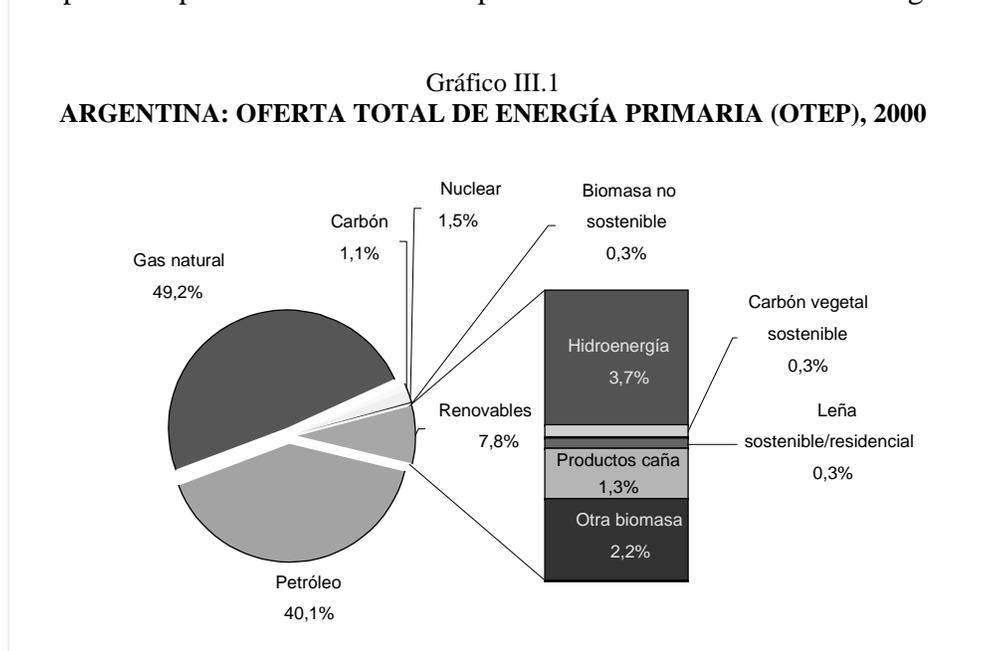
Del análisis del Balance Energético de Argentina, relativo a la Oferta y Consumo Total de Energía Primaria para el año 2000, se desprende que:

- la OTEP de ese país es fuertemente dependiente de los hidrocarburos, con bajo aporte del carbón mineral y del nuclear;
- el aporte de la hidroenergía no se presenta como determinante en la oferta primaria;
- el 53% de la leña primaria entra en carbonera para la producción de carbón vegetal y 37% se destina para usos residenciales;
- el aporte de los productos de caña alcanza un porcentaje apreciable.

Lo mismo ocurre con las “otras primarias”, es decir, la categoría que incluye la otra biomasa (agrocombustibles diferentes de la caña y subproductos de origen municipal), la energía eólica y la solar. Sobre la base de datos emanados del World Energy Conference (WEC), la capacidad instalada para la generación eólica es de 14 MW (megawatts) y la fotovoltaica de 5 MW de potencia, valores por tanto marginales en términos porcentuales con respecto a la potencia instalada total.

Sobre la base de estos datos y de la información que ha sido verificada con los datos sectoriales del FAOSTAT, se han calculado las cuotas de oferta de las diferentes categorías de energía primarias, las que sucesivamente se han estandarizado en kBEP (miles de barriles equivalentes de petróleo).

La composición porcentual de la OTEP para el año 2000 se muestra en el gráfico III.1.



**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT; y el Balance Energético de Argentina.

Desprendiéndose que:

- el aporte del conjunto de fuentes renovables de energía es bastante reducido, alcanzando sólo al 7,8% de la OTEP;
- dentro de este porcentaje, resulta significativa la oferta de hidroenergía (3,7%) y de biomasa renovable no leñosa (productos de caña y otra biomasa, 3,5%);
- es bastante reducido el papel de la parte renovable de la leña y el carbón vegetal (0,6%);
- es prácticamente nulo el aporte de las nuevas tecnologías renovables (eólica, fotovoltaica, geotérmica).

## **B. BOLIVIA**

### **1. Electrificación rural y fuentes renovables**

En el año 1999 se aprobó el "Reglamento Sobre Recursos Provenientes del Sector Eléctrico Destinados a Electrificación Rural" y el mismo año se concluyeron 78 proyectos con una inversión aproximada de 12.400.000 dólares. En el año 2000 se ha iniciado la ejecución del Subprograma "Electrificación Rural con Energías Renovables a través del Proceso de Participación Popular".

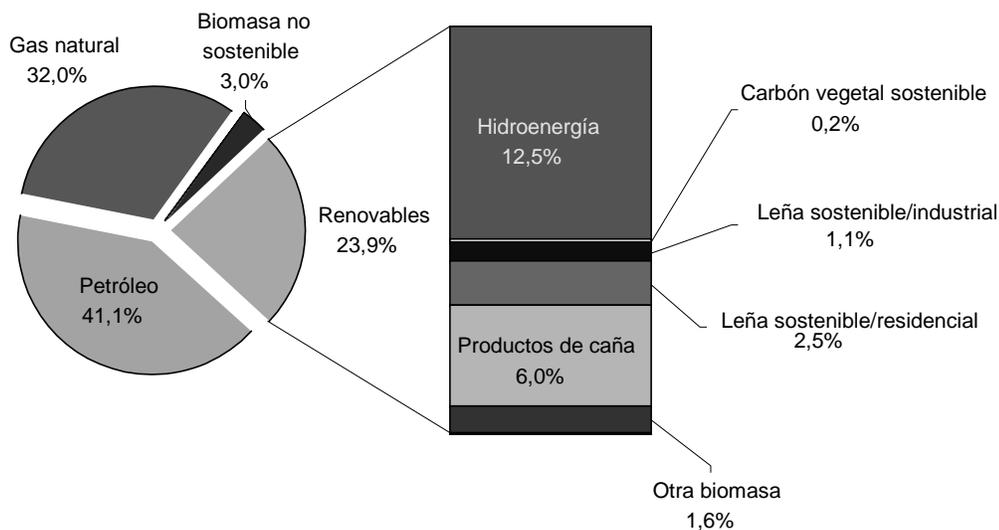
### **2. Resultados del estudio**

Del análisis del Balance Energético de Bolivia se desprende que:

- la OTEP de ese país es fuertemente dependiente de los hidrocarburos, estando ausentes el carbón mineral y la nuclear;
- el aporte de la hidroenergía es significativo en la oferta primaria;
- el 11% de la leña primaria se destina al centro de transformación (carbonera) para la producción de carbón vegetal, el 55% se consume en la industria y el 44% se destina a usos residenciales;
- el aporte de los productos de caña alcanza un porcentaje apreciable;
- las "otras primarias" tienen una participación muy reducida.

Sobre la base de estos datos y de contrastar las informaciones sectoriales del FAOSTAT, la composición porcentual de la OTEP se muestra en el siguiente gráfico.

Gráfico III.2  
**BOLIVIA: OFERTA TOTAL DE ENERGÍA PRIMARIA (OTEP), 2000**



**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT; y el Balance Energético de Bolivia.

Del análisis del gráfico, se deduce que:

- el aporte del conjunto de fuentes renovables de energía es significativo, alcanzando al 23,9% de la OTEP;
- dentro de este porcentaje, resulta importante la oferta de hidroenergía (12,5%);
- también es apreciable la presencia de biomasa renovable no leñosa (productos de caña y otra biomasa, 7,6%);
- es más reducido el papel de la parte renovable de la leña y del carbón vegetal;
- no se contabilizan aportes de las nuevas tecnologías renovables como la energía eólica, fotovoltaica y geotérmica.

## C. BRASIL

### 1. Energización rural y fuentes renovables

Entre 1996 y 1999, el Programa de Desarrollo Energético de Estados y Municipios (PRODEEM) del Ministerio de Minas y Energía (MME), atendió a más de 2.000 comunidades con más de 500.000 personas. El programa contempla la energización de escuelas, puestos de salud, centros

comunitarios, sistemas de bombeo de agua, y otros beneficios colectivos de carácter predominantemente social.

En 2000, el PRODEEM atendió a cerca de 104.000 personas en 219 municipios. El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) propuso financiar el proyecto de energización de residencias rurales, para lo que el MME y el BID prepararon en conjunto el plan de acción del PRODEEM, que para su aplicación contará con un fondo no reembolsable de 9 millones de dólares.

En el ámbito rural, el Programa Nacional de Electrificación Rural "Luz en el Campo" tiene como meta, en una primera etapa hasta 2002, electrificar a un millón de domicilios rurales, beneficiando a 5 millones de habitantes, con una demanda de recursos de 2,7 millones de reales. Durante 2000 se firmaron contratos con más de 40 concesionarios.

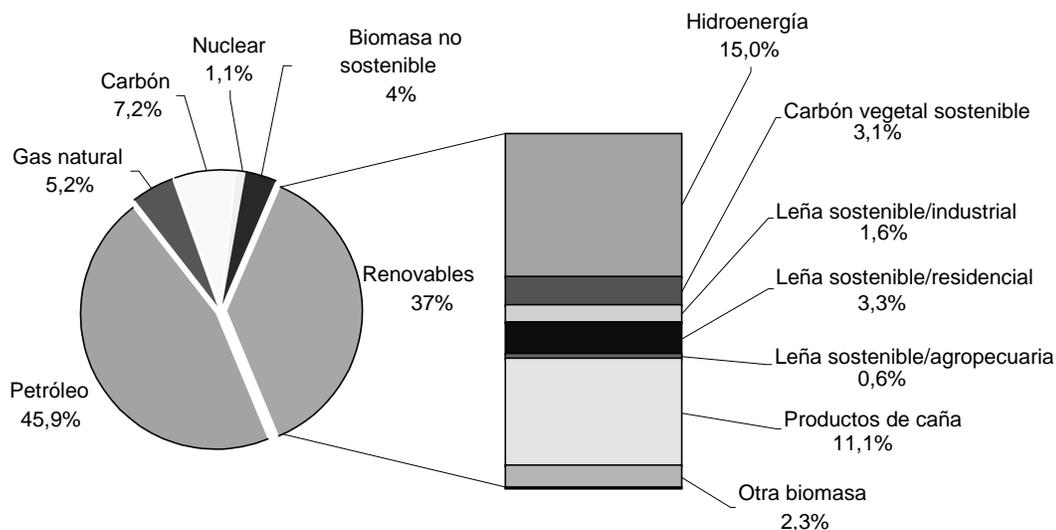
## **2. Resultados del estudio**

Del análisis del Balance Energético de Brasil se deduce que:

- la OTEP del país es fuertemente dependiente del petróleo, con reducido aporte del gas natural, el carbón mineral y la energía nuclear;
- el papel de la hidroenergía se presenta como muy significativo en la oferta primaria;
- el 36% de la leña primaria se emplea en carboneras para la producción de carbón vegetal, el 24% es para la industria, el 30% se destina a usos residenciales y el 7% a fines agropecuarios;
- el aporte de los productos de caña alcanza un porcentaje muy apreciable, con una participación cercana al de la hidroenergía;
- la contribución de las "otras primarias" es prácticamente despreciable. Sobre la base de la información proporcionada por la WEC, la capacidad instalada para la generación eólica sólo alcanzaba a los 18 MW de energía en el año 2000.

A partir de esta información y examinando las cifras sectoriales del FAOSTAT, la composición porcentual de la OTEP para el año 2000 se presenta como sigue:

Gráfico III.3  
**BRASIL: OFERTA TOTAL DE ENERGÍA PRIMARIA (OTEP), 2000**



**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT; y el Balance Energético de Brasil.

Del análisis del gráfico, se concluye que:

- el aporte del conjunto de fuentes renovables de energía es significativo, alcanzando al 37% de la OTEP;
- dentro de este porcentaje, resulta significativa la oferta de hidroenergía (15%) y de biomasa renovable no leñosa (productos de caña y otra biomasa, 13%);
- es también importante el papel de la parte renovable de la leña y del carbón vegetal (9%);
- es casi nulo, en términos porcentuales, el aporte de las nuevas tecnologías renovables: eólica, fotovoltaica y geotérmica.

## D. CHILE

### 1. Electrificación rural y fuentes renovables

Durante el año 2000, en Chile se electrificaron casi 14.000 viviendas rurales, incrementando la cobertura de electrificación rural del 76% en 1999 al 78% en 2000. Por otra parte, la Comisión Nacional de Energía (CNE) junto con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

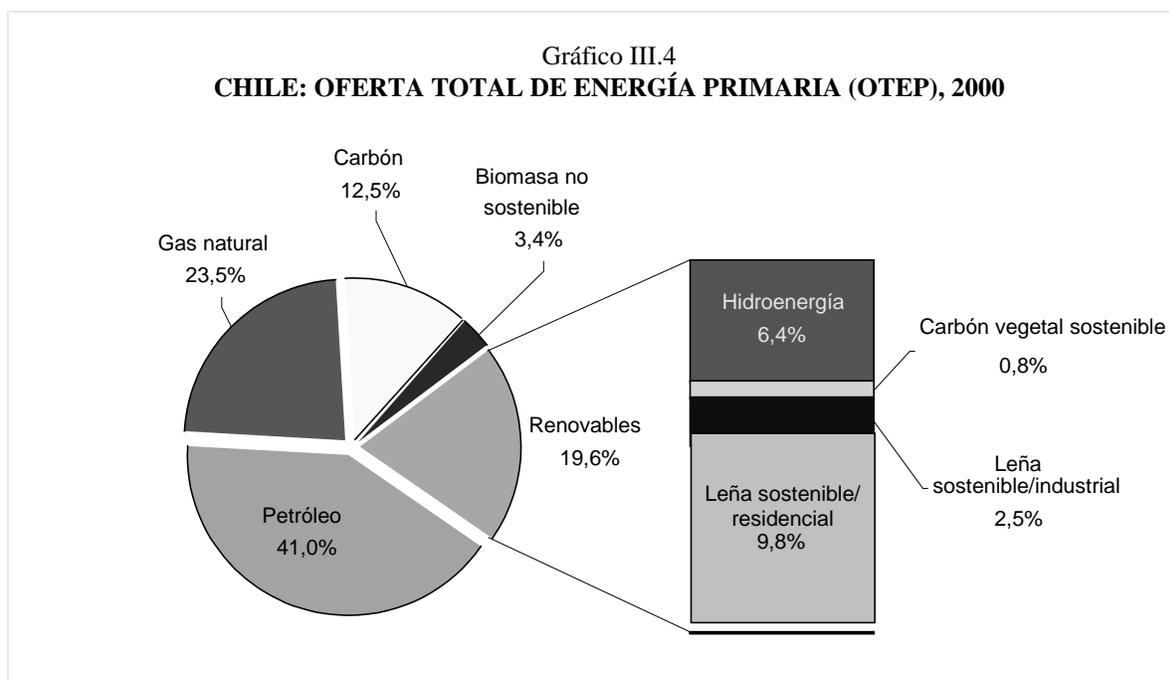
(PNUD), llevó a cabo la ejecución de cuatro proyectos piloto basados en energías renovables, consistentes en un proyecto eólico-diesel en la Isla Tac y tres microcentrales hidroeléctricas en zonas indígenas.

## 2. Resultados del estudio

Del análisis del Balance Energético de Chile se colige que:

- la oferta de energía primaria es fuertemente dependiente de los hidrocarburos (casi dos tercios de la OTEP), con un reducido aporte del carbón mineral;
- el aporte de la hidroenergía no se presenta como determinante en la oferta primaria;
- el 7% de la leña primaria entra en carbonera para la producción de carbón vegetal, el 27% para la industria y el 66% se destina al consumo del sector residencial;
- los productos de caña son inexistentes;
- las “otras primarias” también juegan un papel muy reducido. Según información proporcionada por el WEC, el aporte de la eólica alcanza sólo a los 28 kBEP (miles de barriles equivalentes de petróleo), y es por tanto marginal y no representativo porcentualmente.

Sobre la base de estos datos y la información sectorial comprobada del FAOSTAT, la composición porcentual de la OTEP para el año 2000 se presenta como sigue:



**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT; y el Balance Energético de Chile.

Del análisis del gráfico, se infiere que:

- el aporte de la totalidad de las fuentes renovables de energía es reducido, alcanzando al 19,6% de la OTEP;
- cerca de la tercera parte de esta participación es de origen hidráulico, por lo que resulta significativa la oferta de hidroenergía (6,4%);
- es particularmente importante el papel de la parte renovable de la leña y el carbón vegetal (13,1% total), principalmente por su uso en el sector residencial;
- es prácticamente nulo el aporte de las nuevas tecnologías renovables como la energía eólica, fotovoltaica y geotérmica.

## **E. COLOMBIA**

### **1. Electrificación rural y eficiencia energética**

La Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) ha elaborado un plan estratégico sobre uso racional y eficiente de energía, en un contexto de mercados abiertos y ambientes desregulados. El objetivo de ese plan consiste en establecer las estrategias que satisfagan las necesidades energéticas de la población, mediante el aprovechamiento racional y eficiente de los recursos disponibles, promoviendo una economía energética sostenible, por medio de la incorporación y el desarrollo de nuevas tecnologías y procesos, y fomentando una cultura ciudadana.

En el año 2001<sup>10</sup> se conformó el fondo de apoyo financiero para la energización de zonas no interconectadas (ZNI) y se estableció la aplicación de una contribución de un peso colombiano por KWh despachado en la bolsa de energía mayorista para financiar el fondo, lo que permitirá disponer de un paquete financiero destinado a establecer y desarrollar un nuevo esquema institucional y administrativo para la energización de las ZNI.

### **2. Resultados del estudio**

El Balance Energético de Colombia muestra que:

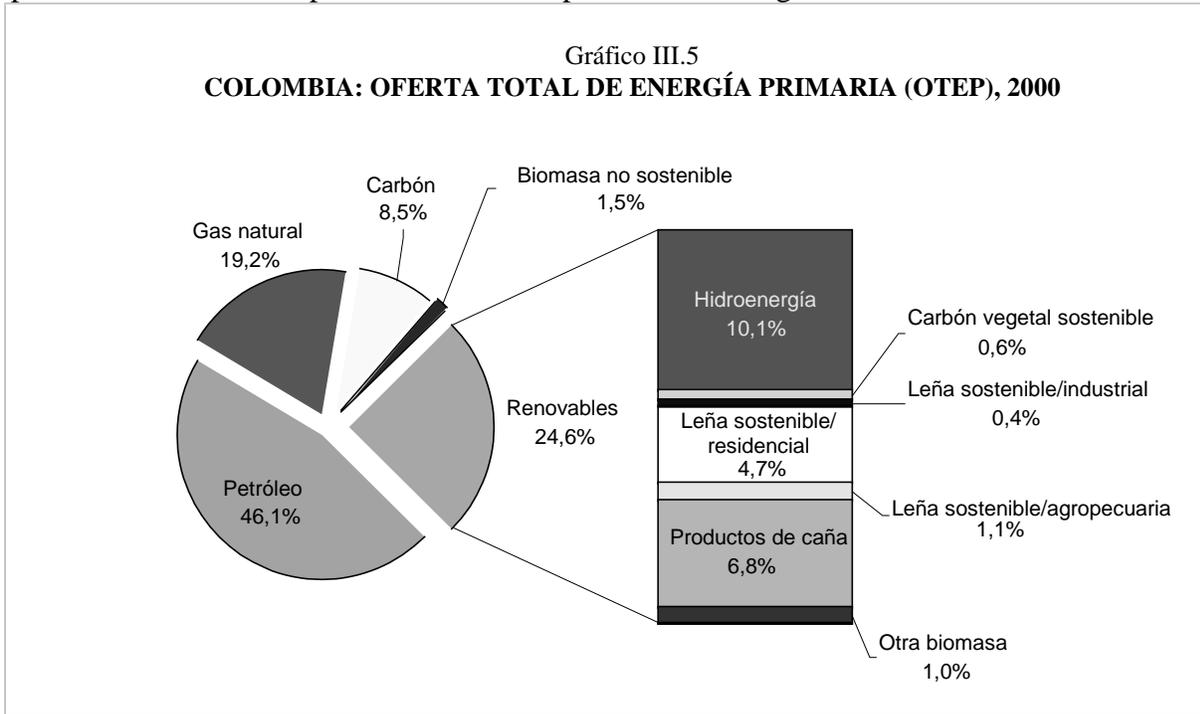
- la oferta de energía es fuertemente dependiente de los hidrocarburos, que representan casi dos tercios de la OTEP, con bajo aporte del carbón mineral;
- el aporte de la hidroenergía a la oferta primaria es significativo: 10%;
- la producción de carbón vegetal representa el 10% de la utilización de la leña; el 9% es para la industria, el 63% se aplica a usos residenciales y el 18% se destina al rubro agropecuario;

---

<sup>10</sup> Resolución 1-037/2001 - Servicio Público de Información de la Comisión Nacional de Regalías.

- el aporte de los productos de caña alcanza un porcentaje apreciable de casi 7%;
- las “otras primarias” son prácticamente nulas.

Con estos datos y la información sectorial examinada del FAOSTAT, la composición porcentual de la OTEP para el año 2000 se presenta como sigue:



**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT; y el Balance Energético de Colombia.

Del análisis del gráfico, se concluye que:

- el aporte del grupo de fuentes renovables de energía es bastante importante, alcanzando a un cuarto de la OTEP;
- dentro de este porcentaje, resulta muy significativa la oferta de hidroenergía (10,1%) y de biomasa renovable no leñosa (productos de caña y otra biomasa, 7,8% total);
- es también tangible el papel de la parte renovable de la leña y del carbón vegetal (6,8% total), con particular referencia al uso residencial de la leña;
- es nulo el aporte de las nuevas tecnologías renovables (eólica, fotovoltaica, geotérmica).

## F. COSTA RICA

### 1. Fuentes renovables y eficiencia energética

La Ley N° 7200 (y su reforma) ha sido considerada a escala internacional muy exitosa, ya que permitió el desarrollo de 26 proyectos hidroeléctricos que han colaborado con el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) al suministro de energía eléctrica. Además, se desarrolló el primer proyecto, bajo el esquema BOT, de energía geotérmica de 27 MW y que entró en operación en 1999. Por otra parte, con el apoyo de los inversionistas privados se han desarrollado las fuentes nuevas y renovables de energía, contando el país con 42,5 MW en proyectos eólicos, que contribuyen a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

La Ley N° 7447 de Regulación del Uso Racional de Energía, pretende constituirse en un instrumento que permita implementar el uso eficiente en las diferentes actividades productivas del país, en procura del óptimo aprovechamiento de las inversiones energéticas, tanto de la oferta como de la demanda. De esta forma, el uso eficiente de la energía podría ser la fuente de energía limpia más importante de Costa Rica. La aplicación de esta Ley le ha generado al país ahorros considerables de energía, equivalentes a 8 millones de dólares por año; sin embargo, se considera que existe mucho por hacer, ya que la legislación presenta varias limitaciones que la mantienen en constante revisión.

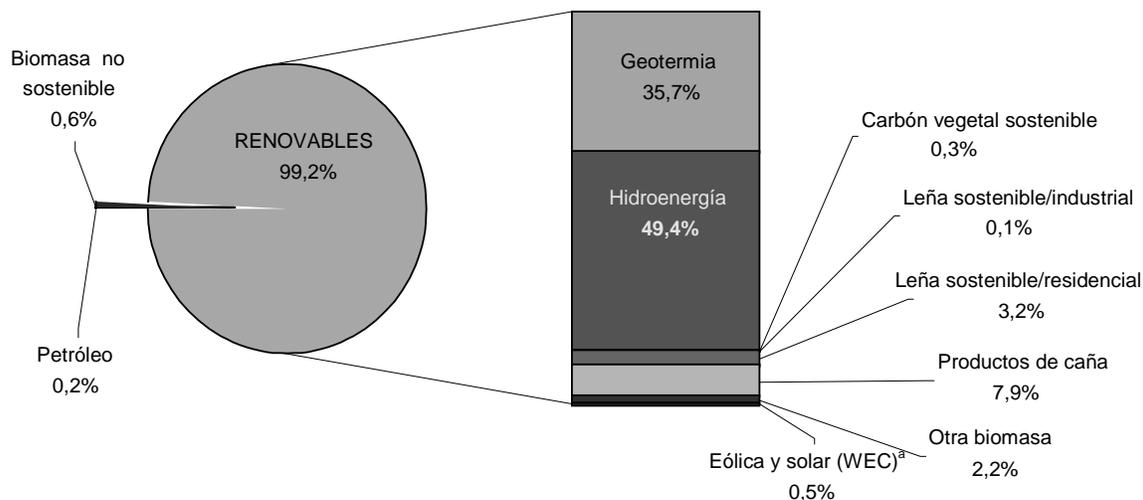
### 2. Resultados del estudio

Del análisis del Balance Energético de Costa Rica se deduce que:

- la OTEP está completamente ligada a las fuentes renovables de energía, en ausencia de una oferta significativa de petróleo (sólo 16.500 barriles en el año 2000);
- el aporte de la hidroenergía es dominante; también la geotermia juega un rol importante en la OTEP del país;
- el uso predominante de la leña primaria es para el consumo residencial un 85%, el restante 15% se destina a la producción de carbón vegetal;
- el aporte de los productos de caña alcanza un porcentaje apreciable;
- las “otras primarias” juegan, por el momento, un papel menor pero aun así apreciable. Según el WEC, la capacidad instalada para la generación eólica ya alcanzaba a los 46 MW de energía en el año 2000, el mayor de América Latina para este rubro.

Cotejando estos cálculos con las informaciones sectoriales del FAOSTAT, la composición porcentual de la OTEP para el año 2000 se presenta como sigue:

Gráfico III.6  
**COSTA RICA: OFERTA TOTAL DE ENERGÍA PRIMARIA (OTEP), 2000**



**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT; y el Balance Energético de Costa Rica.

<sup>a</sup> World Energy Council.

Del análisis del gráfico, se deriva que:

- el dominio de las fuentes renovables de energía es absoluto, alcanzando al 99,2% (el más alto de América Latina);
- de este porcentaje, resulta mayoritaria la oferta de hidroenergía (49,4%) y de geotermia (35,7%);
- la biomasa renovable no leñosa (productos de caña y otra biomasa) representa un 10,1%;
- es bastante reducido el papel de la parte renovable de la leña y del carbón vegetal (un total de 3,6%);
- es más reducido aún —pero apreciable— el aporte de las nuevas tecnologías renovables, como la eólica (0,5% de la OTEP).

## G. CUBA

### 1. Fuentes renovables y eficiencia energética

Desde hace un tiempo, en Cuba se desarrollan negociaciones para la participación del capital extranjero en el aprovechamiento de las fuentes renovables, en particular para el aprovechamiento energético del bagazo de caña. Otras fuentes renovables han continuado desarrollándose, básicamente, para apoyar la electrificación rural.

La intensidad energética ha disminuido en un 15% en el decenio; dos terceras partes de la reducción se lograron a partir del lanzamiento del Programa de Ahorro Energético Cubano (PAEC) iniciado a finales de la década de 1990. Hacia fines de los años noventa, se habían invertido en eficiencia energética volúmenes muy superiores a los acumulados en las tres décadas anteriores.

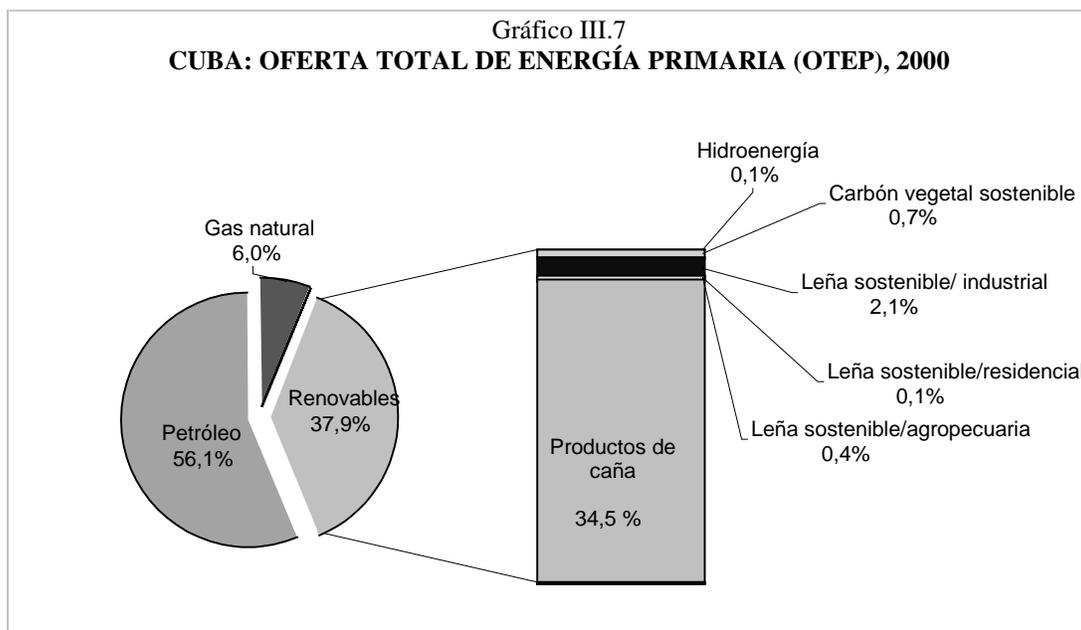
El coeficiente de abastecimiento energético importado del PIB se redujo en un 37% en la última década, producto del desarrollo de las fuentes nacionales y el aumento de la eficiencia energética.

### 2. Resultados del estudio

El Balance Energético de Cuba muestra que:

- en la OTEP, el rol de los hidrocarburos (principalmente petróleo) es dominante;
- comienza a tener una participación creciente el gas natural de origen local;
- el aporte de la hidroenergía es prácticamente nulo;
- el 20% de la leña primaria entra en carbonera para la producción de carbón vegetal, el 41% es para la industria, el 2% se aplica para usos residenciales, el 11% para fines agropecuarios y el 16% para el sector de la construcción;
- el aporte de los productos de caña está entre los más altos de la región, alcanzando un porcentaje superior a un tercio de la OTEP;
- las “otras primarias” están ausentes.

Tomando en consideración estas cantidades y examinando las informaciones sectoriales del FAOSTAT, la composición porcentual de la OTEP para el año 2000 es:



**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT; y el Balance Energético de Cuba.

Desprendiéndose que:

- el aporte del total de fuentes renovables de energía es significativo, alcanzando al 37,9% de la OTEP;
- es casi nula la oferta de hidroenergía (0,1%), mientras que la biomasa renovable no leñosa (productos de caña) juega un papel fundamental (34,5%);
- es bastante reducido el papel de la parte renovable de la leña y el carbón vegetal (3,3%);
- no hay ninguna participación de nuevas tecnologías renovables (eólica, fotovoltaica, geotérmica).

Para el caso de Cuba, no se presenta una fracción de “biomasa no sostenible” ya que, sobre la base de la información oficial emanada del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, en el país: “... se ha logrado que la producción de leña y carbón vegetal sea sostenible, mediante programas de reforestación ...”.

## H. ECUADOR

### 1. Fuentes renovables, eficiencia y electrificación rural

En el año 2000, se suscribió un importante contrato de concesión de la Central Hidroeléctrica Marcel Laniado (ex Daule-Peripa), con una potencia instalada de 213 MW. Este proyecto será operado por un consorcio privado durante un período de 50 años, en el que el Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC) autorizará la disponibilidad y venta de la energía generada.

El Ministerio de Energía y Minas está desarrollando un programa de energías renovables en las siete provincias amazónicas fronterizas, basado en sistemas fotovoltaicos, para 482 escuelas y 94 centros de salud, así como un programa de pequeñas centrales hidroeléctricas que comprende 22 proyectos.

A partir de 1999, el Gobierno ha estado promocionando en varias ciudades el Programa de Ahorro de Energía. Para ello suscribió convenios, para su difusión, con el Ministerio de Educación y Cultura, universidades y otras entidades.

Como parte del Programa de Electrificación Rural Descentralizada, se instalaron 18 sistemas solares en escuelas de la provincia de Pastaza y un puesto de salud; además, se suscribió un convenio de cooperación para la electrificación en zonas fronterizas.

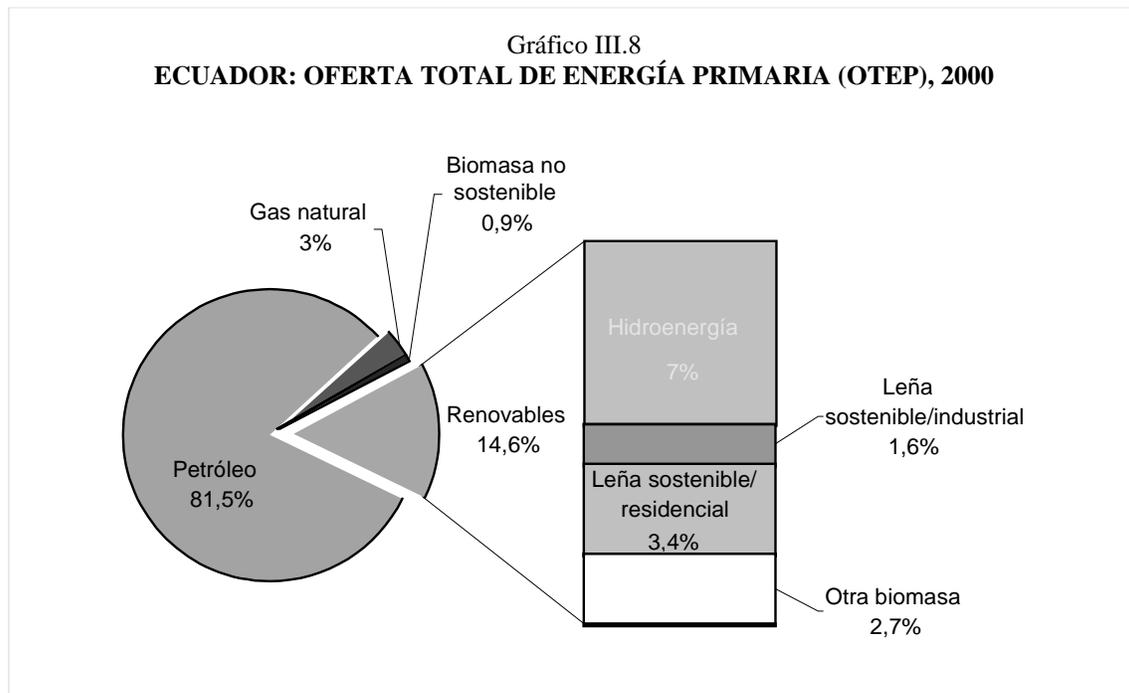
### 2. Resultados del estudio

La lectura del Balance Energético de Ecuador indica que:

- los hidrocarburos, en particular el petróleo con más del 80%, dominan la oferta de energía primaria en el país;
- el aporte de la hidroenergía no se presenta como determinante en la oferta;
- el 93% de la leña primaria se aplica a usos residenciales y sólo el 7% se consume en la industria;
- no se registra participación de productos de caña;
- el rubro “otras primarias” es bastante reducido.

Examinando esta información y la que proporciona el FAOSTAT, la composición porcentual de la OTEP para el año 2000 se presenta en el gráfico siguiente:

Gráfico III.8  
**ECUADOR: OFERTA TOTAL DE ENERGÍA PRIMARIA (OTEP), 2000**



**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT; y el Balance Energético de Ecuador.

Del análisis del gráfico, se desprende que:

- el aporte del conjunto de fuentes renovables de energía es bastante reducido, alcanzando sólo al 14,6% de la OTEP;
- dentro de las energías renovables resulta significativa la oferta de hidroenergía (7%), mientras que la biomasa renovable no leñosa (2,7%) es minoritaria;
- es bastante reducido el papel de la parte renovable de la leña, cuyo aprovechamiento es principalmente residencial (3,4%);
- no intervienen en la composición de la OTEP las nuevas tecnologías renovables (eólica, fotovoltaica, geotérmica), a pesar de ser Ecuador un país con alto potencial de recursos geotérmicos para generación eléctrica.

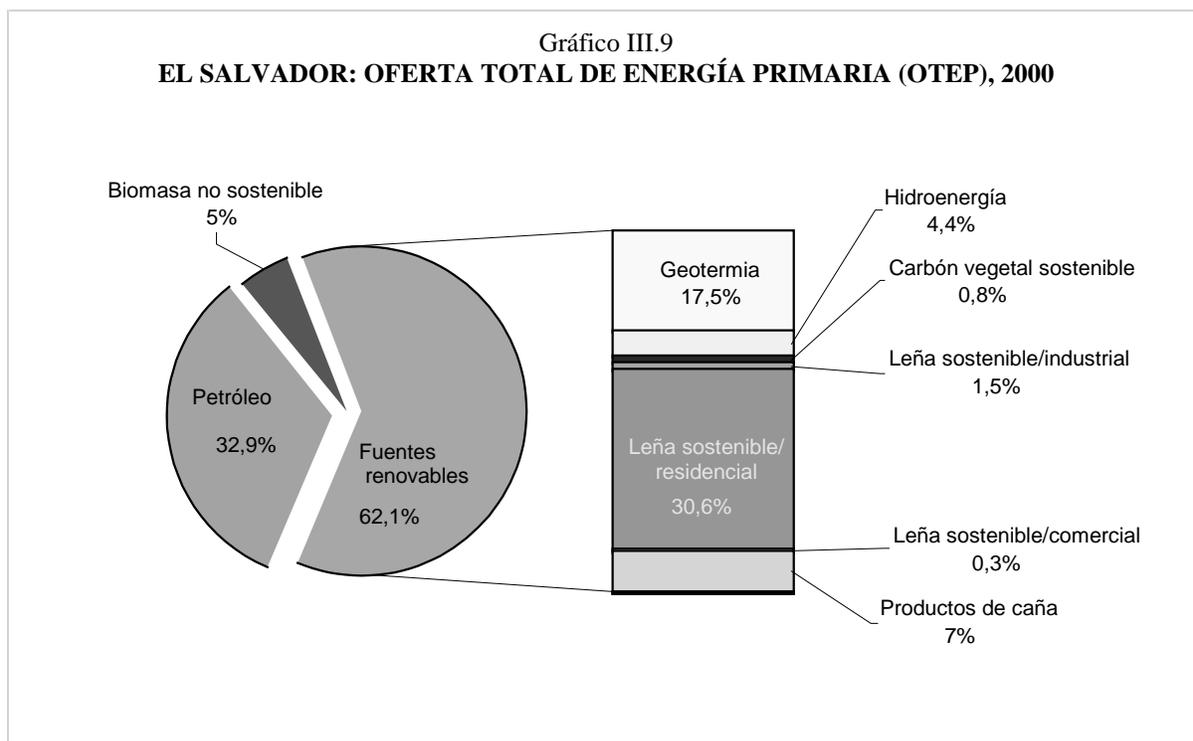
## I. EL SALVADOR

### 1. Resultados del estudio

El Balance Energético de El Salvador demuestra que:

- el petróleo importado juega un papel importante en la oferta de energía del país, alcanzando un tercio de la OTEP;
- el aporte de la hidroenergía no se presenta como determinante en la oferta primaria;
- la leña primaria representa casi un tercio de la OTEP. Se destina masivamente (90%) al consumo de las familias, mientras que el 3% se destina a la transformación en carbón vegetal en carboneras y un 7% se consume en la industria;
- el aporte de los productos de caña alcanza un porcentaje apreciable, superior a la hidroelectricidad;
- no se consumen fuentes definidas en “otras primarias”.

Según datos nacionales y del FAOSTAT, la composición porcentual de la OTEP para el año 2000 fue:



**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT; y el Balance Energético de El Salvador.

Del análisis del gráfico, se infiere que:

- el aporte de la totalidad de fuentes renovables de energía es muy importante, superando el 62% de la OTEP;
- entre las renovables, resalta la participación de la energía geotérmica (17,5%), al tiempo que la hidroenergía (4,4%) y la biomasa renovable no leñosa (productos de caña: 7%) juegan un papel un poco menor;
- debido a la importancia que adquiere el consumo de las familias, resulta fundamental el aporte de la leña renovable en la OTEP del país (un total de 33,2%), con particular referencia a su uso residencial (30,6%);
- no se observan aportes al consumo ni de energía eólica ni de energía solar fotovoltaica.

## **J. GUATEMALA**

### **1. Fuentes renovables, energización rural y eficiencia energética**

Guatemala es un país que cuenta con una considerable cantidad de recursos renovables, los que a la fecha no han sido aprovechados en su totalidad. Tal afirmación se deriva de la constatación de que no obstante existir un potencial aprovechable de 5.000 MW en energía hidroeléctrica, solamente se utiliza el 10% (540 MW), y de un potencial aprovechable de energía geotérmica de 1.000 MW se utiliza apenas el 3% (29 MW).

En 2000, el Ministerio de Energía y Minas (MEM) de Guatemala dio comienzo al proyecto “Promoción de las Energías Renovables”, mediante acciones encaminadas a incrementar el uso de éstas en la generación de energía eléctrica, facilitando la inversión, la compilación y el suministro de información básica a los inversionistas.

El MEM también puso en marcha una campaña de concientización sobre el uso eficiente y racional de los combustibles y la energía eléctrica; asimismo, el proyecto de Alumbrado Público en el Área Rural, que se propone abastecer de luminarias de alumbrado público a comunidades del área rural.

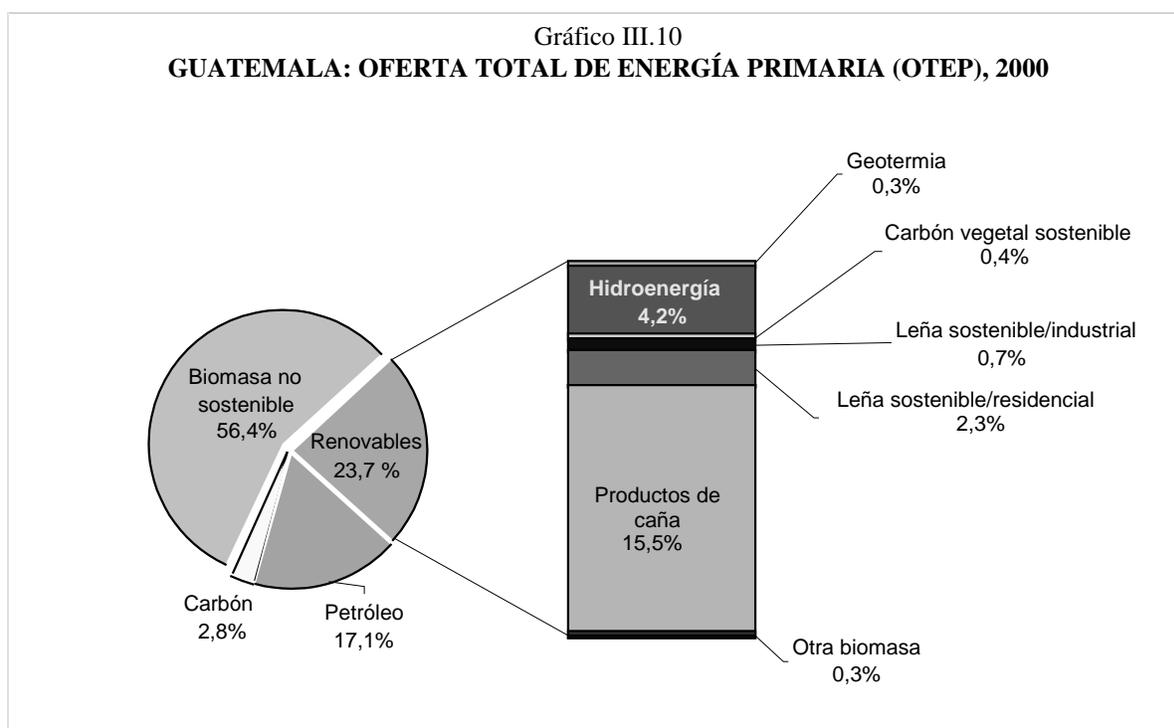
### **2. Resultados del estudio**

Del análisis del Balance Energético de Guatemala se deduce que:

- Guatemala es un país importador de petróleo, ya que produce el 55% de los requerimientos internos; por lo tanto, esta fuente juega un papel sensible dentro de la oferta de energía del país, alcanzando un sexto de la OTEP. Es reducido el aporte del carbón mineral importado;

- el aporte de la hidroenergía no se presenta como determinante en la oferta primaria y menos aún el de la geotermia;
- la leña primaria representa más de la mitad de la OTEP. La casi totalidad se destina a usos residenciales (96%); sólo el 2% de ella entra en carbonera para la producción de carbón vegetal y el restante 2% se utiliza en el sector industrial;
- el aporte de los productos de caña alcanza un porcentaje importante en la OTEP;
- las “otras primarias” no registran consumos.

La composición porcentual de la OTEP para el año 2000 que se presenta en el gráfico siguiente, surge de comprobar las cifras mediante el FAOSTAT.



**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT; y el Balance Energético de Guatemala.

Del análisis del gráfico, se colige que:

- el aporte de las fuentes renovables de energía es importante pero no dominante, alcanzando sólo al 23,7% de la OTEP;
- dentro de este porcentaje, es muy reducida la oferta de hidroenergía (4,2%);
- la porción renovable no leñosa, consignada como productos de caña y otra biomasa, alcanza al 15,8%, y representa una porción importante de la oferta de energía.

Guatemala demuestra ser uno de los países de la región con más alto aporte de la dendroenergía a la OTEP, alcanzando un porcentaje acumulativo (porción renovable más no renovable) muy cercano al 60%. A este respecto, es importante subrayar que la información oficial recibida del MEM,<sup>11</sup> señala que el 96% de la leña consumida en áreas rurales y urbanas proviene de bosques sometidos a procesos de deforestación; por tanto se trata de biomasa no sostenible.

Esto justifica el rol preponderante de la biomasa no sostenible en la OTEP de Guatemala y su contundente diferencia comparativa con los gráficos de los otros países de la subregión centroamericana (véase particularmente el caso de El Salvador y Nicaragua).

## **K. HAITÍ**

### **1. Medio ambiente y energización rural**

El alto nivel de deterioro del medio ambiente de Haití dificulta todo esfuerzo de mejoramiento de la calidad de vida. Las causas de este deterioro son múltiples; sin embargo, el factor predominante sigue siendo la deforestación, que afecta a la agricultura y la producción de hidroenergía. Entre los elementos que influyen en el proceso de deforestación se encuentra en primer lugar la creciente demanda de carbón vegetal y leña por parte de los sectores urbanos y suburbanos.

En el contexto actual, para cumplir con su obligación de suministrar un servicio universal de energía eléctrica, el gobierno contempla el desarrollo energético en tres fases: la reforma legal del sector eléctrico, con la creación de una entidad de regulación autónoma; la modernización de la empresa eléctrica nacional; y un programa de suministro de electricidad en las zonas rurales y pueblos aislados.

La sustitución del carbón vegetal y la leña por otros combustible sigue siendo un objetivo a corto y mediano plazo.

En términos de energización dispersa, el Plan Quinquenal de Desarrollo Económico y Social del Gobierno de Haití, para el período 1999-2004, ha previsto la construcción de un centro de salud y una escuela primaria en cada una de las 565 comunidades rurales del país, por lo que la electrificación rural que utilice energías renovables se considera prioritaria en un programa que costará cerca de 6 millones de dólares.

---

<sup>11</sup> Oficio 447/2003, del 8 de julio de 2003, enviado por el Ministro de Energía y Minas de Guatemala, Excelentísimo Sr. Ing. Raúl Archila.

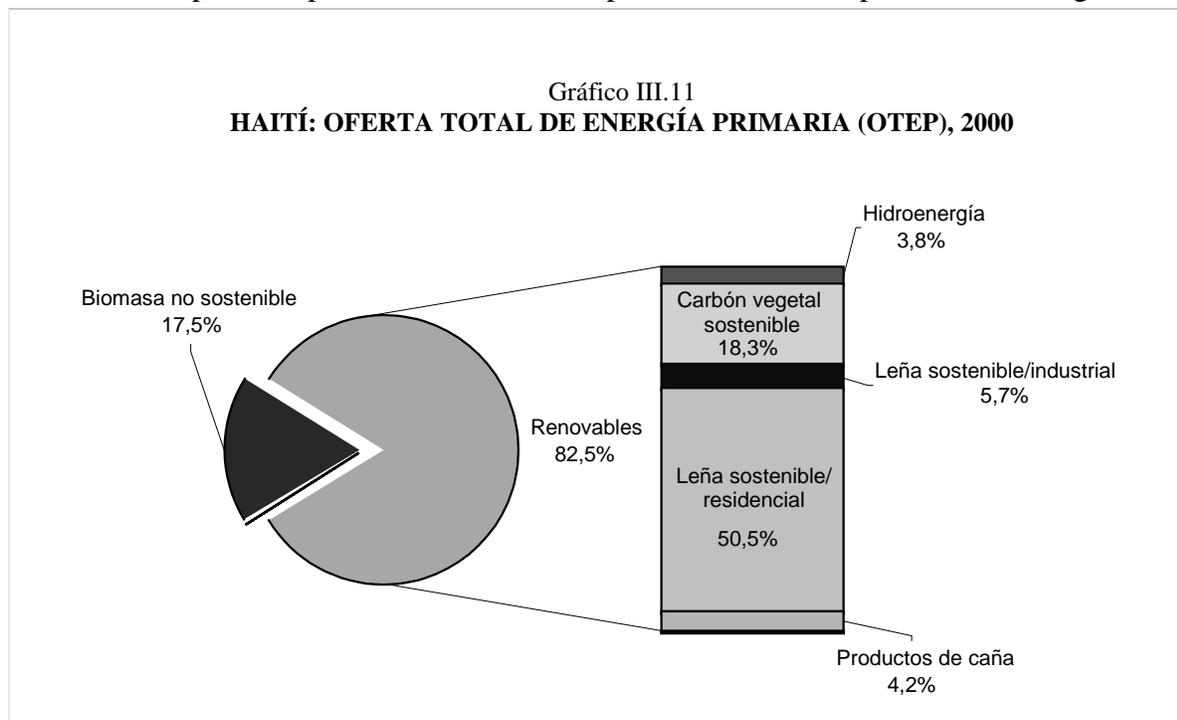
Por otra parte, con la participación del Instituto de Cooperación Franco Caribe se está llevando a cabo un estudio del potencial eólico en el norte del país, con el fin de elaborar un plan maestro de energía eólica para esta región.

## 2. Resultados del estudio

Para el año 2000, el estudio del sistema energético de Haití, representado por los flujos de su Balance Energético, determina que:

- al no disponer de refinerías de petróleo, Haití no produce ni importa hidrocarburos primarios;
- el aporte de la hidroenergía no es determinante en la oferta primaria;
- la leña primaria (renovable y no renovable) representa la casi totalidad de la OTEP (92%); el 28% de ella ingresa al centro de transformación carbonera para la producción de carbón vegetal; el 11% lo consume la industria y más del 60% se aplica para usos residenciales;
- el aporte de los productos de caña alcanza a un porcentaje poco apreciable, pero superior a la hidroelectricidad;
- no se registran usos de “otras primarias”.

La composición porcentual de la OTEP para el año 2000 se presenta como sigue:



**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT; y el Balance Energético de Haití.

Del análisis del gráfico, se concluye que:

- el aporte del grupo de fuentes renovables de energía es muy importante, alcanzando al 82,5% de la OTEP;
- se registra una reducida oferta de hidroenergía (3,8%) y de biomasa renovable no leñosa (productos de caña, 4,2%);
- Haití es el país de la región con el más alto aporte de dendroenergía a la OTEP, que alcanza un porcentaje de 74,5%; más de dos tercios de la leña renovable (68%) se utilizan para la energización de las viviendas;
- las nuevas tecnologías renovables como las energías eólica, fotovoltaica y geotérmica, no intervienen en la matriz energética.

## **L. HONDURAS**

### **1. Energización rural y fuentes renovables**

En la última década, en Honduras como en el resto de América Latina y el Caribe se han introducido políticas y estrategias energéticas para aumentar la disponibilidad de electricidad en los respectivos sistemas interconectados, con el objeto de i) contribuir a la electrificación rural; y ii) facilitar la expansión industrial ofreciendo incentivos a la inversión privada.

Dichas políticas incluyen incentivos a la generación de energías renovables, como es el caso de la compra obligatoria de energía por parte de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE). También se impulsó la generación de proyectos que contengan en su análisis financiero costos de certificados de carbono.

Noruega está aportando con más de 2,6 millones de dólares a la electrificación rural del país, sobre la base de un entendimiento entre el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE) y el Gobierno de Honduras. Por medio de la inversión en electrificación rural se proyecta servir a más de 160 comunidades rurales, con una cobertura aproximada de 3.400 familias.

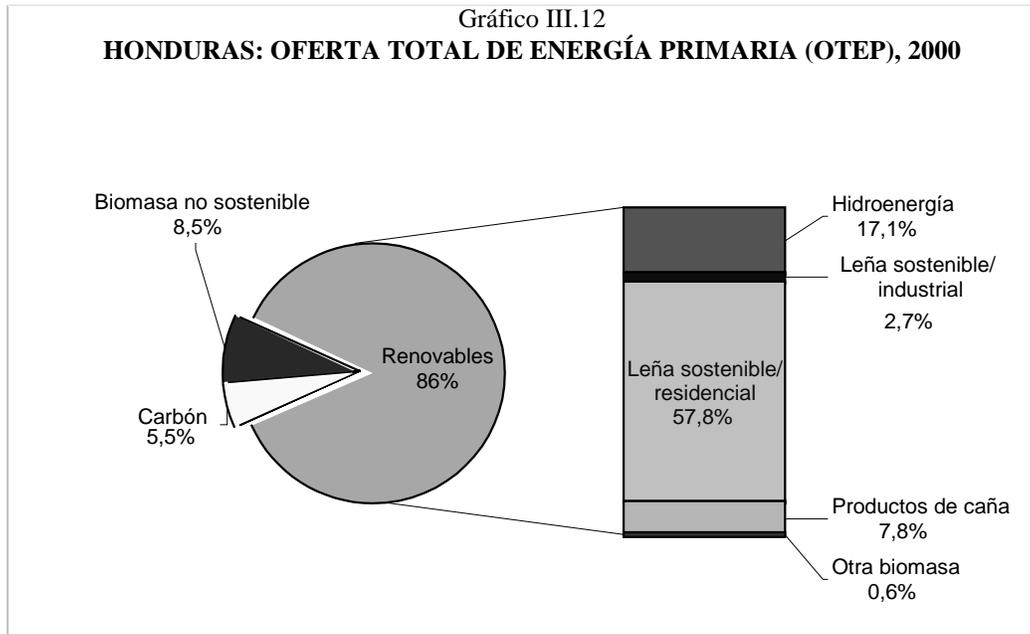
Por su parte, la Oficina de Mecanismos de Desarrollo Limpio e Implementación Conjunta de Honduras (OICH) identificó varios proyectos en el sector energético, entre los que destaca la generación eólica del proyecto “Honduras-2000”, localizado en el cerro Hula y las montañas de Azacualpa e Izopo, por medio de 80 aerogeneradores de 750 KW que estarán montados en torres de acero con una capacidad de 60 MW.

## 2. Resultados del estudio

El análisis de la Oferta y Consumo Total de Energía Primaria para el año 2000 de Honduras indica que:

- el país no produce ni importa hidrocarburos primarios; el aporte del carbón mineral, es reducido, con sólo 134.000 toneladas;
- el aporte de la hidroenergía es significativo en la oferta primaria. La generación alcanzó en 2000 a los 2.825 GWh, lo que representa casi un sexto de la OTEP;
- la leña primaria renovable y no renovable representa una parte importantísima de la OTEP (69%). Esta fuente se utiliza minoritariamente para fines del sector industrial, con sólo un 7%, y masivamente para usos residenciales: 93%;
- el aporte de los productos de caña alcanza a un porcentaje no despreciable, pero tampoco demasiado importante;
- las “otras primarias” por el momento no se contabilizan hasta la entrada en operación del proyecto eólico antes mencionado.

La composición porcentual de la OTEP para el año 2000 se presenta como sigue:



**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT; y el Balance Energético de Honduras.

Del análisis del gráfico, se desprende que:

- el aporte del total de fuentes renovables de energía es uno de los más altos entre los países de América Latina, alcanzando al 86% de la OTEP;
- de este porcentaje, es significativa la oferta de hidroenergía (17,1%) y de biomasa renovable no leñosa (productos de caña y otra biomasa, 8,4%);
- Honduras es el país de la región con el más alto aporte de la dendroenergía a la OTEP, alcanzando un porcentaje de 60,5%; casi toda la leña renovable (el 95% de ella) se utiliza para la energización de las familias;
- la entrada en operación del proyecto eólico en el cerro Hula permitirá alcanzar pronto un porcentaje apreciable (unos puntos porcentuales) en la OTEP del país.

## M. MÉXICO

### 1. Fuentes renovables

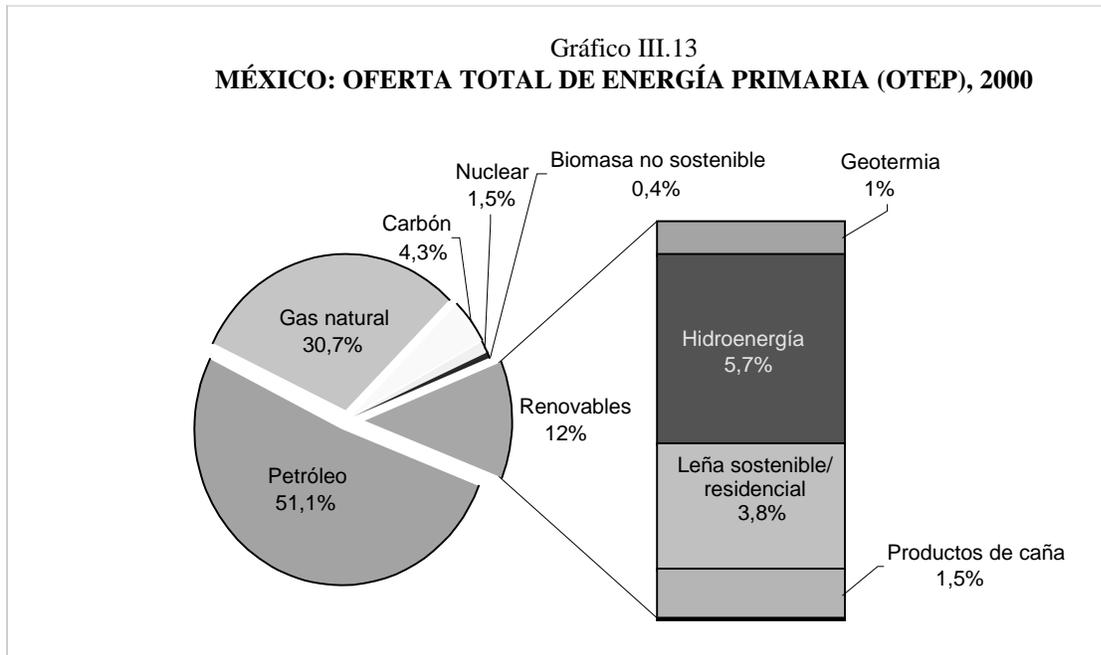
A partir del año 2000, se aceleró el desarrollo de algunos proyectos interesantes de generación eléctrica sobre la base de energías renovables, como es el caso del Proyecto Hidroeléctrico Atexcaco, de 20 MW, en el Estado de Puebla; de la Central Geotérmica Los Azufres, de 12 MW, en el Estado de Michoacán; y de la Central Hidroeléctrica El Gallo, de 30 MW, en el Estado de Guerrero.

### 2. Resultados del estudio

Del análisis del Balance Energético de México, se colige que:

- los hidrocarburos (petróleo y gas natural) juegan un papel preponderante en la oferta de energía del país, superando los dos tercios de la OTEP;
- el carbón y la energía nuclear aportan de forma poco significativa y representan no más del 6%;
- los aportes de la hidroenergía y la geotermia tampoco se presentan como determinantes en la oferta primaria;
- la oferta de leña primaria es, en términos porcentuales, también muy reducida en la OTEP; la totalidad de ella se aplica a usos residenciales;
- el aporte de los productos de caña es de sólo 14.000 toneladas, lo que representa el 1,5% de la OTEP;
- las “otras primarias” son prácticamente nulas en términos porcentuales, ya que los proyectos de biomasa existentes son de pequeño tamaño, las centrales eólicas sólo alcanzan a un total de 3 MW instalados y las plantas fotovoltaicas no superan los 23 MW de potencia (WEC, 2000).

La composición porcentual de la OTEP para el año 2000, de un país hidrocarburífero como México, se muestra en el siguiente gráfico:



**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT; y el Balance Energético de México.

Se observa que:

- el aporte de la totalidad de fuentes renovables es bastante reducido, alcanzando sólo al 12% de la OTEP;
- de las fuentes renovables, resulta significativa la oferta de hidroenergía (5,7%), mientras que la geotermia (1%) y la biomasa renovable no leñosa (productos de caña 1,5%) representan porciones poco apreciables;
- es bastante reducido el papel de la parte renovable de la leña (3,8%), que es utilizada sólo para el consumo familiar;
- en términos porcentuales, es prácticamente nulo el aporte de las nuevas tecnologías renovables, como la fotovoltaica y la eólica (esta última en leve crecimiento).

## N. NICARAGUA

### 1. Fuentes renovables y eficiencia energética

En 1999, la Comisión Nacional de Energía reglamentó el Fondo para el Desarrollo de la Industria Eléctrica, como un elemento estratégico para decidir el monto a financiar de los proyectos de energías renovables.

Entre otros proyectos y estudios específicos destacan: la estrategia y programa piloto para expandir la oferta de leña en la costa del Pacífico de Nicaragua; el diseño del programa piloto de utilización de lámparas fluorescentes compactas para reducir el consumo eléctrico en iluminación del sector residencial; el Plan Maestro Geotérmico; el fortalecimiento de la capacidad de estudio y análisis de eficiencia energética en la industria y comercio; los estudios de factibilidad en pequeñas plantas hidroeléctricas de Jinotega, Matagalpa y Boaco; la evaluación del potencial eólico; y proyectos piloto de la electrificación rural.

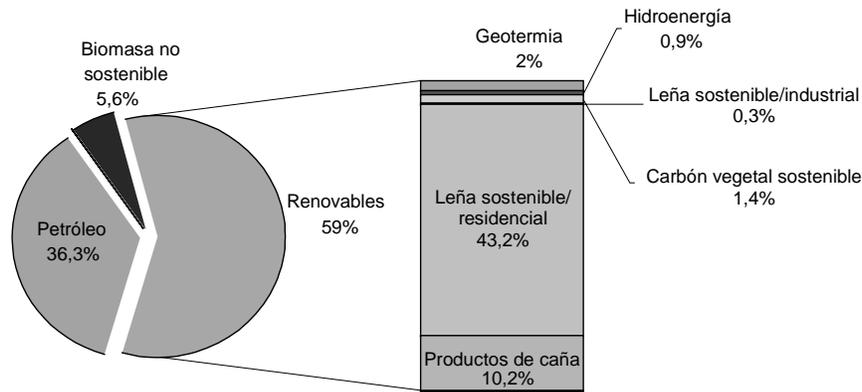
### 2. Resultados del estudio

Se puede observar que en el Balance Energético de Nicaragua:

- el petróleo importado juega un papel significativo en la oferta de energía del país, con más de un tercio de la participación en la OTEP;
- el aporte de la hidroenergía es mínimo, así como el de la geotermia;
- la leña primaria representa casi la mitad de la OTEP; sólo un 4% se destina a un uso intermedio como la producción de carbón vegetal, el 95% se aplica a usos residenciales y sólo un 1% es para la industria;
- el aporte de los productos de caña alcanza un porcentaje apreciable, quizá uno de los más importantes de Centroamérica;
- no obstante que desde hace algunos años se negocian proyectos eólicos de tamaño significativo, hasta el presente no se registran usos de “otras primarias”.

Así, la composición porcentual de la OTEP para el año 2000 se resume en el gráfico que sigue:

Gráfico III.14  
**NICARAGUA: OFERTA TOTAL DE ENERGÍA PRIMARIA (OTEP), 2000**



**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT; y el Balance Energético de Nicaragua.

Dicho gráfico muestra que:

- el aporte de fuentes renovables de energía es muy importante, alcanzando al 59% de la OTEP;
- resultan poco significativas las participaciones de la oferta de hidroenergía (0,9%) y de energía geotérmica (2%);
- se registra una participación importante de la biomasa renovable no leñosa (productos de caña), por cuanto alcanza al 10,2% de la OTEP;
- Honduras es uno de los países de la región con más alto aporte de la dendroenergía a la OTEP, que alcanza a un 45%; casi toda la leña renovable (el 96% de ella) se utiliza para el consumo de las personas o residencial;
- es prácticamente nulo el aporte de las nuevas tecnologías renovables, aunque exista un interesante potencial eólico que todavía no ha sido explotado.

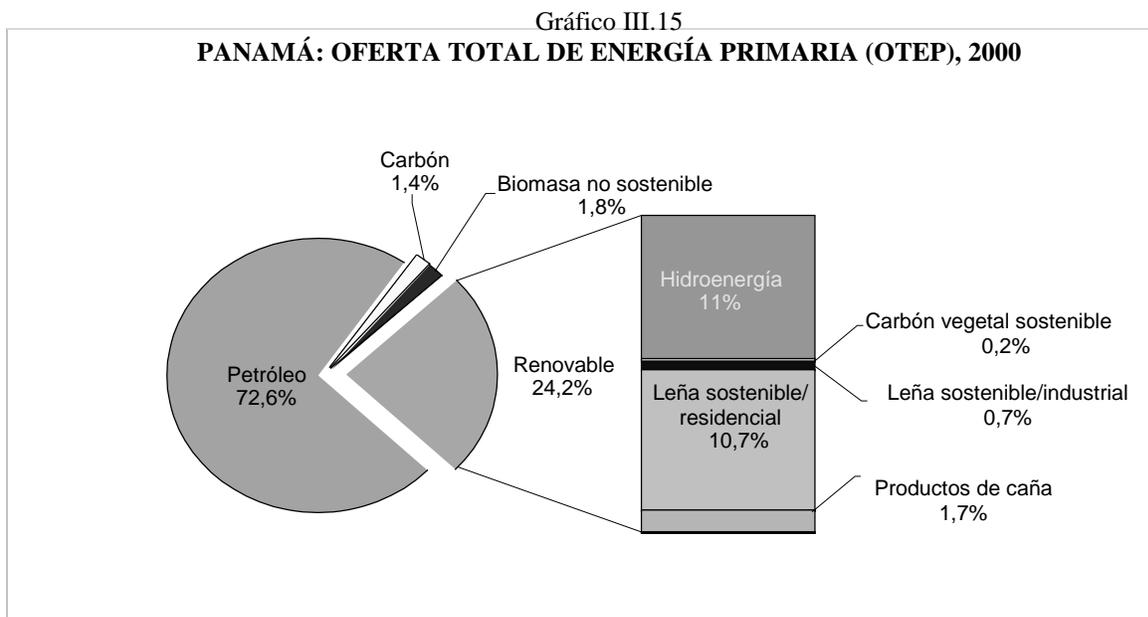
## Ñ. PANAMÁ

### 1. Resultados del estudio

El Balance Energético de Panamá indica que:

- el petróleo importado juega un papel preponderante dentro de la oferta de energía del país, superando el 70% de la OTEP;
- el carbón mineral importado (60.000 toneladas) representa una fracción marginal de la OTEP: sólo el 1,4%;
- el aporte de la hidroenergía es apreciable en la oferta;
- la leña primaria juega un rol parecido a la hidroenergía en la OTEP de Panamá y su destino es fundamentalmente el sector residencial con 89%, seguido del industrial con 9% y el 2% para la industria;
- el aporte de los productos de caña alcanza un porcentaje muy reducido, y las “otras primarias” no intervienen en la ecuación de la OTEP.

La composición porcentual de la OTEP para el año 2000 se presenta como sigue:



**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT; y el Balance Energético de Panamá.

Del análisis del gráfico, se desprende que:

- el aporte del total de fuentes renovables de energía representa aproximadamente un cuarto de la OTEP;
- la fracción más importante de la oferta renovable es la de hidroenergía (11%), mientras que la de los productos de caña es minoritaria (1,7%);
- la parte renovable de la leña se dirige casi exclusivamente a los usos residenciales (10,7% de la OTEP), mientras que sólo el 0,2% se traslada a la producción de carbón vegetal y 0,7% a las aplicaciones industriales;
- no se emplean en forma apreciable nuevas tecnologías renovables, aunque exista en el país un interesante potencial tanto eólico como geotérmico.

## O. PARAGUAY

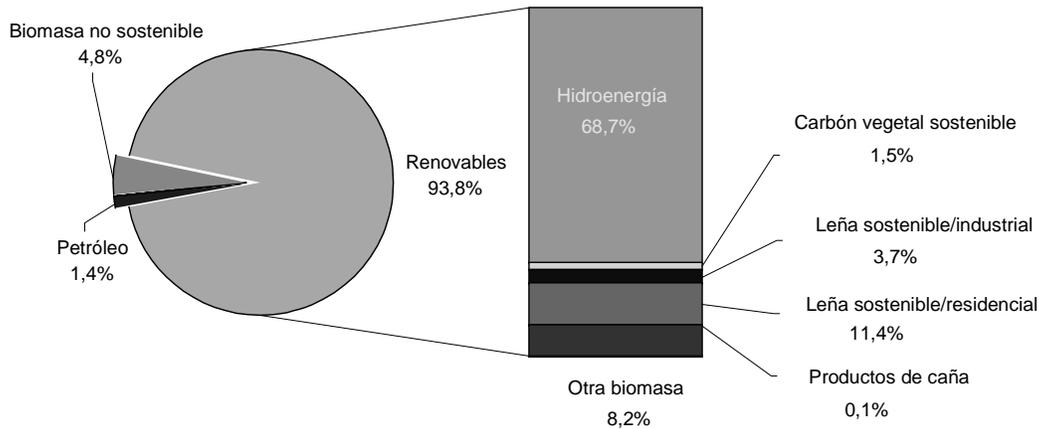
### 1. Resultados del estudio

Sobre la base del análisis de la Oferta y Consumo Total de Energía Primaria para el año 2000 se puede visualizar que:

- el petróleo importado juega un papel muy reducido en la oferta de energía del país;
- el aporte de la hidroenergía es claramente predominante en la OTEP de Paraguay: más de 60.000 GWh para un país de sólo 5,6 millones de habitantes;
- la leña primaria representa una proporción no trascendente de la OTEP; el 10% de ella ingresa a centros de transformación carbonera para la producción de carbón vegetal, el 31% es para la industria y casi un 60% se aplica a usos residenciales;
- el aporte de los productos de caña es casi nulo;
- las “otras primarias” alcanzan valores apreciables y son representadas principalmente por los residuos de las actividades del rubro agrícola (agrocombustibles).

El gráfico siguiente muestra la composición porcentual de la OTEP para el año 2000:

Gráfico III.16  
**PARAGUAY: OFERTA TOTAL DE ENERGÍA PRIMARIA (OTEP), 2000**



**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT; y el Balance Energético de Paraguay.

Se observa:

- que el aporte del grupo de fuentes renovables de energía es ampliamente mayoritario, alcanzando al 93,8% de la OTEP;
- el claro dominio de la oferta de hidroenergía (68,7%), la más alta de América Latina;
- que los productos de caña y otra biomasa superan el 8% de la OTEP;
- que es importante la participación de la biomasa renovable, con un 16,6%. De este porcentaje, el 1,5% va a carbón vegetal, el 3,7% es aplicado a fines industriales y el 11,4% a la energización de las familias;
- que no existe aporte de tecnologías renovables eólica, fotovoltaica ni geotérmica.

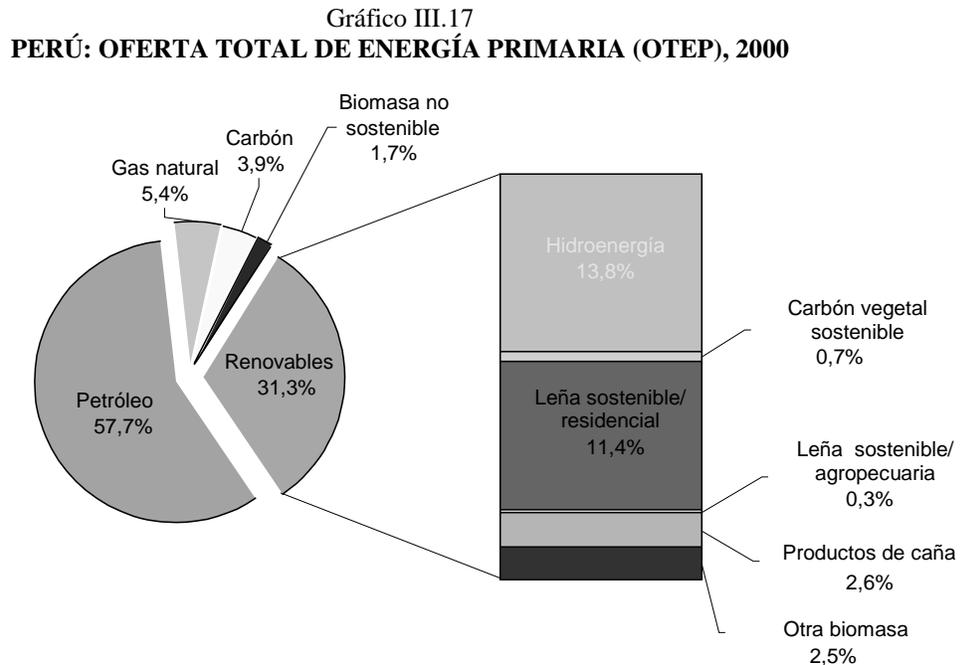
## P. PERÚ

Del análisis del Balance Energético de Perú, relativo a la parte Oferta y Consumo Total de Energía Primaria para el año 2000, se desprende que:

- el petróleo, tanto el producido localmente como el importado, juega un papel trascendental y predominante en la composición de la oferta de energía primaria del país, alcanzando casi a los dos tercios de la OTEP;
- el gas natural y el carbón representan proporciones que en conjunto no llegan al 10%, por tanto no determinantes;

- el aporte de la hidroenergía es significativo en la oferta primaria. La generación que en 2000 superó los 16.000 GWh, representó así el 14% de la oferta total primaria;
- la leña primaria no tiene una participación significativa en la OTEP. Mayoritariamente se consume en el sector residencial (90%), el 7% se destina a la producción de carbón vegetal, y sólo el 3% se aplica a labores agropecuarias. El uso industrial es prácticamente nulo;
- el aporte de los productos de caña es muy reducido y en “otras primarias” se registran principalmente consumos de residuos de actividades agrícolas (agrocombustibles).

El gráfico siguiente muestra la composición porcentual de la OTEP para el año 2000.



**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT; y el Balance Energético de Perú.

Del análisis del gráfico, se infiere que:

- el aporte de la totalidad de fuentes renovables de energía es apreciable, alcanzando a un tercio de la OTEP;
- dentro de este porcentaje resulta dominante la oferta de hidroenergía, que con el 13,8% representa más de la mitad del aporte del conjunto de las renovables;
- la otra mitad del aporte total de las renovables está constituido por la biomasa renovable no leñosa, con 5,1% y la dendroenergía renovable, con 12,2%. El destino

final de esta última se descompone en 0,7% para carbón vegetal, 11,2% para consumo residencial y 0,3% para el sector agropecuario;

- no existe aporte de las nuevas tecnologías renovables de energía eólica, fotovoltaica, y geotérmica, no obstante que Perú posee un importante potencial en recursos endógenos para producción geotermoelectrica, particularmente en su región meridional.

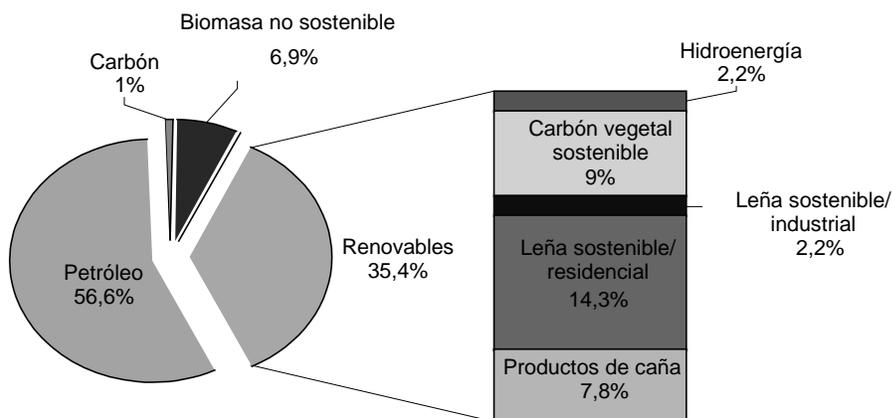
## Q. REPÚBLICA DOMINICANA

En la Oferta y Consumo Total de Energía Primaria para el año 2000 se puede observar que:

- el petróleo importado es la principal fuente de la oferta de energía del país, superando el 50% de participación en la OTEP;
- el aporte del carbón es marginal en términos porcentuales, así como el de la hidroenergía;
- la leña primaria supera los 3 millones de toneladas, representando un cuarto de la OTEP. El 39% de ella se destina al consumo intermedio, ya que es el insumo de las carboneras para la producción de carbón vegetal, el 12% se consume en la industria y casi un 50% se aplica a usos residenciales;
- el aporte de los productos de caña alcanza un porcentaje apreciable, habiéndose producido casi 2 millones de BEP en el año 2000;
- no se registra oferta de “otras primarias”.

La composición porcentual de la OTEP para el año 2000 es:

Gráfico III.18  
REPÚBLICA DOMINICANA: OFERTA TOTAL DE ENERGÍA PRIMARIA (OTEP), 2000



**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT; y el Balance Energético de República Dominicana.

Este gráfico sugiere que:

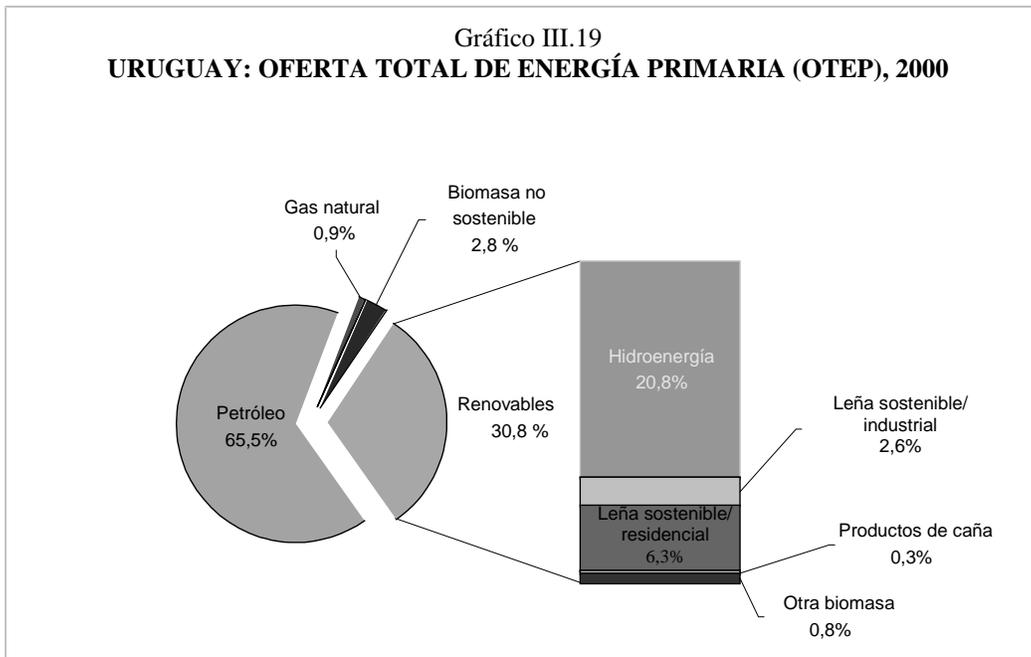
- más de un tercio de la OTEP es aportado por el conjunto de fuentes renovables, lo que es significativo;
- la oferta de biomasa renovable no leñosa, básicamente de productos de caña, es reducida con un 7,8%; y menor aún la de la hidroenergía con sólo el 2,2%;
- la contribución de la dendroenergía renovable es importante, ya que en términos porcentuales representa el 25,5% de la OTEP. De este porcentaje, más de la mitad se destina a usos residenciales (14,3%), un 9% a la producción de carbón vegetal y el restante 2,2% al uso en el sector industrial;
- no se observan utilizaciones de nuevas tecnologías renovables como la eólica, la fotovoltaica y la geotérmica.

## **R. URUGUAY**

El desglose del Balance Energético de Uruguay muestra que:

- el petróleo importado, con casi dos tercios de contribución a la OTEP, es la fuente predominante, y por tanto juega un papel fundamental en el abastecimiento energético de Uruguay;
- el aporte de la hidroenergía constituye la segunda fuente en orden de importancia. Con una generación que superó los 8.000 GWh, contribuyó a la oferta primaria con la quinta parte;
- la leña primaria no participa en forma significativa en la oferta de energía. Sin embargo, se destaca el destino de más de sus tres cuartas partes a consumos residenciales (78%), y el restante 22% a la industria;
- el aporte de los productos de caña alcanza un porcentaje marginal, así como el de las “otras primarias”.

La composición de la OTEP para el año 2000 se muestra en el siguiente gráfico:



**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT; y el Balance Energético de Uruguay.

Del análisis del gráfico, se deduce que:

- el aporte del “paquete” de fuentes renovables de energía es significativo, acercándose a un tercio de la OTEP (30,8%);
- resulta claramente predominante la oferta de hidroenergía (20,8% de la OTEP);
- en orden de importancia, le sigue la dendroenergía renovable principalmente destinada al consumo de las familias (6,3%) y marginal para usos industriales (2,6%). El uso intermedio de la leña para la producción de carbón vegetal es totalmente marginal (inferior a 0,1%);
- es marginal la participación de la biomasa renovable no leñosa (productos de caña y otra biomasa), con un porcentaje apenas superior al 1%;
- las nuevas tecnologías renovables no se contabilizan, a pesar que en Uruguay hay un uso importante de energía eólica (básicamente en la provisión y bombeo de agua en áreas rurales).

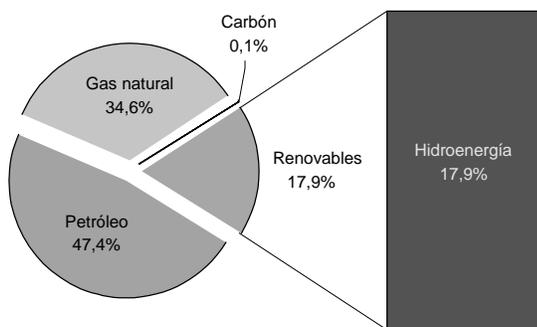
## S. VENEZUELA

El Balance Energético de Venezuela resulta una clara expresión de un país productor de hidrocarburos y exportador neto de petróleo. Los principales rasgos se resumen en que:

- la oferta de energía primaria del país está claramente dominada por los hidrocarburos; la contribución conjunta del petróleo y el gas natural supera el 80% de la OTEP;
- la hidroenergía es la única fuente renovable disponible en el país y representa el porcentaje remanente;
- la leña primaria, los productos de caña y las “otras primarias” aportan con valores extremadamente reducidos y por tanto no estimables en términos porcentuales. De las 42.000 toneladas de leña, el 71% se utiliza en la industria y el 29% para fines domésticos.

Sobre la base de estos datos y de la información sectorial proporcionada por el FAOSTAT, la composición porcentual de la OTEP para el año 2000 se presenta como sigue:

Gráfico III.20  
VENEZUELA: OFERTA TOTAL DE ENERGÍA PRIMARIA (OTEP), 2000



**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT; y el Balance Energético de Venezuela.

Se deduce fácilmente del gráfico que el aporte del conjunto de fuentes renovables de energía se limita a los recursos hidroenergéticos, alcanzando al 17,9% de la OTEP; son prácticamente nulos los aportes de las otras fuentes renovables.

## **IV. PANORAMA SUBREGIONAL**

El análisis de la participación de las fuentes renovables por subregiones tiene por objeto mostrar las potencialidades que cada subregión o grupo de países presenta, y que constituyan una base sobre la cual se pueda viabilizar un aumento de la participación de las fuentes renovables en las matrices energéticas nacionales y de la región.

De esta forma, además de los esfuerzos propios de cada país, podrían alcanzarse resultados de tipo subregional por medio de algunas iniciativas tales como: el intercambio tecnológico, la cooperación para asistencia a comunidades aisladas, el agrupamiento de matrices energéticas para alcanzar las metas mínimas, y el desarrollo de métodos de contabilización y mecanismos de intercambio de certificados de energías renovables, entre otras.

De esta manera, las subregiones podrían encontrar en la Iniciativa Latinoamericana una orientación para no penalizar a los países con condiciones naturales menos favorables en términos de sostenibilidad energética, sino más bien promover una mayor participación de las fuentes renovables en el ámbito regional y global.

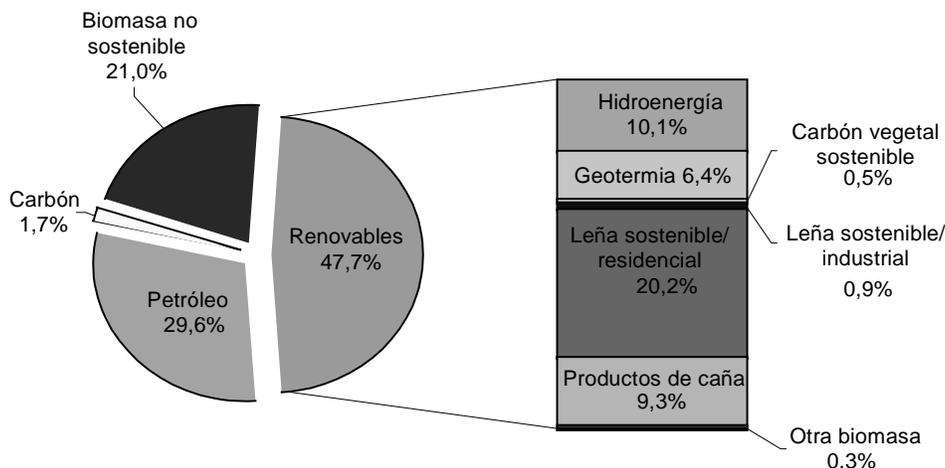
### **A. CENTROAMÉRICA**

En la subregión centroamericana, el aporte de las energías renovables en la OTEP es muy relevante, acercándose al 50%.

Aun cuando la participación del petróleo en la OTEP no supera el 30%, la dependencia del consumo total de hidrocarburos importados es relevante.

Asimismo, se destaca particularmente la porción de biomasa no sostenible, situación que plantea serias preocupaciones sobre la eficiencia y sostenibilidad del uso de la leña en los países de la región. Este hecho podría estimular proyectos y líneas de investigación sobre el tema, los que podrían ser propuestos a la atención de la cooperación internacional.

Gráfico IV.1  
**CENTROAMÉRICA: OFERTA TOTAL DE ENERGÍA PRIMARIA (OTEP), 2000**



**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT; y el Balance Energético de Centroamérica.

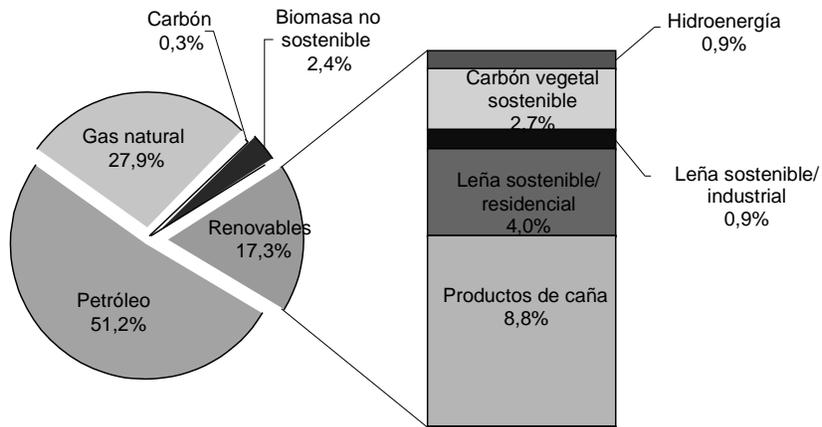
## B. CARIBE

El análisis de la OTEP para la región del Caribe integrado, esto es, para los nueve países que se analizan en este trabajo,<sup>12</sup> muestra una alta dependencia de los hidrocarburos de casi el 80%. Las renovables, que aportan el 17%, básicamente se componen de leña y productos de leña (7,6%), productos de caña (casi 9%); la hidroenergía es notoriamente marginal con menos del 1%.

Sin embargo, estas aseveraciones resultan poco significativas dada la alta heterogeneidad en términos de características energéticas tanto en la oferta como en la demanda de cada uno de los nueve países incluidos.

<sup>12</sup> Barbados, Cuba, Granada, Guyana, Haití, Jamaica, República Dominicana, Suriname y Trinidad y Tabago.

Gráfico IV.2  
**CARIBE: OFERTA TOTAL DE ENERGÍA PRIMARIA (OTEP), 2000**



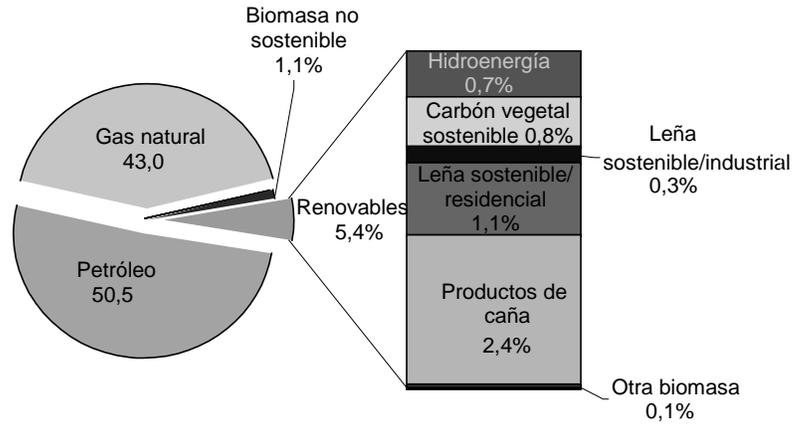
**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT; y el Balance Energético del Caribe.

Mucho más relevante resulta analizar la composición de la Oferta y Consumo, separando los resultados en dos subregiones: 1) los países que integran las Antillas Menores junto con Jamaica, Suriname y Guyana; y 2) los países pertenecientes a las Antillas Mayores (Haití, Cuba y República Dominicana).

### 1. Subregión 1 del Caribe

La dependencia de los hidrocarburos (93,5%) de los países de esta subregión es una de las más importantes que se registran en términos comparativos con las de otras subregiones de América Latina y el Caribe. En contraposición, el aporte de las renovables es extremadamente reducido (5,4%), ubicándose como el más bajo de toda la región. Entre las renovables es sólo apreciable el rol de los productos de caña.

Gráfico IV.3  
**CARIBE/SUBREGIÓN 1: OFERTA TOTAL DE ENERGÍA PRIMARIA (OTEP), 2000**  
*(Barbados, Suriname, Guyana, Granada, Trinidad y Tabago, Jamaica)*

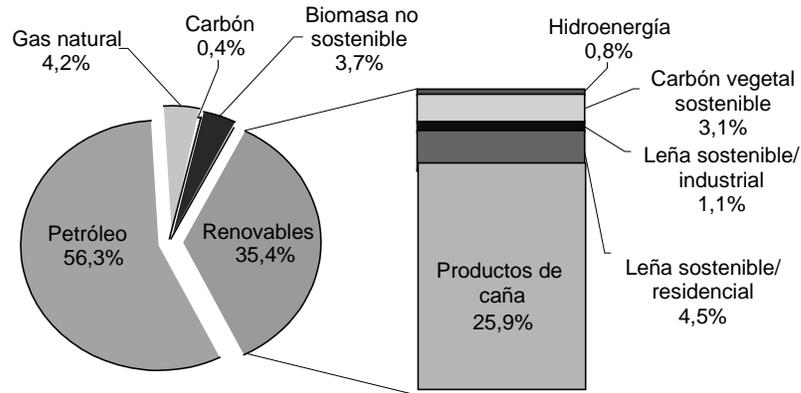


**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT; y el Balance Energético del Caribe.

## 2. Subregión 2 del Caribe

Una situación muy diferente a la anterior presenta la subregión integrada por Haití, Cuba y República Dominicana.

Gráfico IV.4  
**CARIBE/SUBREGIÓN 2: OFERTA TOTAL DE ENERGÍA PRIMARIA (OTEP), 2000**  
*(Cuba, República Dominicana, Haití)*



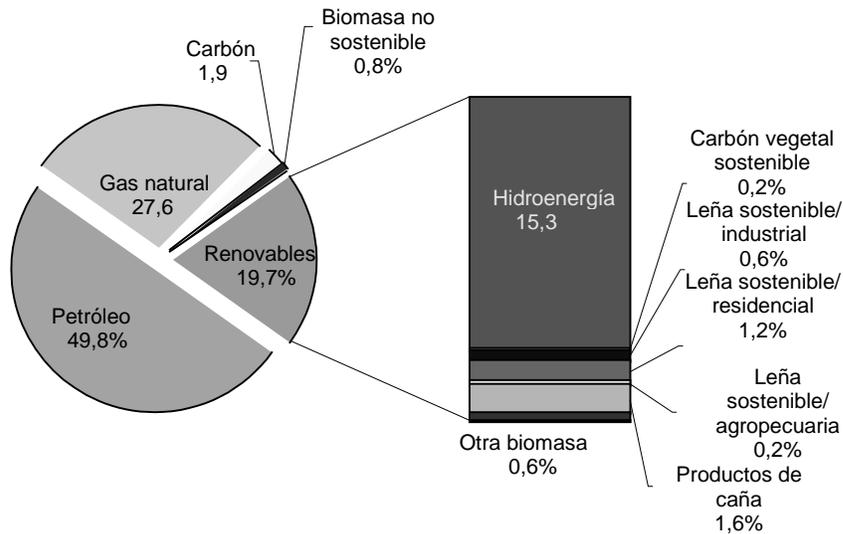
**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT; y el Balance Energético del Caribe.

El aporte de las renovables es bastante significativo, superando un tercio de la OTEP. De este tercio, los productos de caña representan más del 70%, mientras que la leña y sus productos derivados el otro 30% de la porción renovable total. La hidroenergía es totalmente marginal y no llega al 1%.

### C. COMUNIDAD ANDINA DE NACIONES

Para los países de la Comunidad Andina de Naciones: Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia, la dependencia de los hidrocarburos es muy relevante, acercándose al 80%.

Gráfico IV.5  
**COMUNIDAD ANDINA: OFERTA TOTAL DE ENERGÍA PRIMARIA (OTEPE), 2000**



**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (IAO), FAOSTAT; y el Balance Energético de la Comunidad Andina de Naciones.

Las renovables no alcanzan al 20% de participación en la oferta, con un rol preponderante de la hidroenergía, básicamente debido a la generación de las grandes centrales hidroeléctricas.

Considerando el enorme potencial del que disponen los países de la región en diferentes recursos renovables relativos a tecnologías modernas como la geotermia, la energía eólica, pequeñas centrales y centrales minihidráulicas, se vislumbra para la Comunidad Andina un importante espacio de mejoramiento. En particular, se puede hacer referencia al rol decisivo que

podría jugar el mercado internacional de créditos de carbono para nuevos proyectos que consideren la aplicación de estas tecnologías.

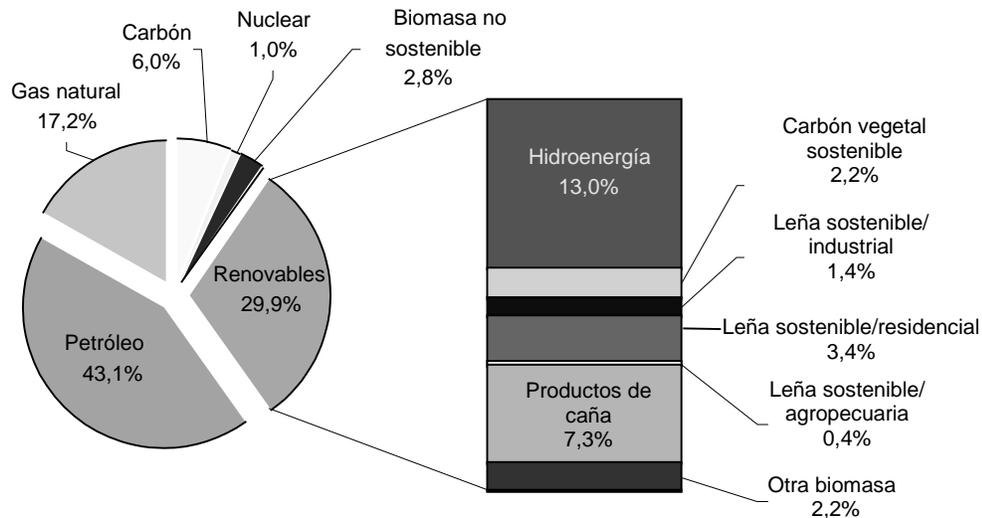
## D. MERCOSUR Y CHILE

La situación de este bloque de países, según el aspecto que se mire, puede ser bastante parecida, o no, a la de la Comunidad Andina.

Se parece en que por una parte se observa: i) una fuerte dependencia de los combustibles fósiles, ii) que las energías renovables no superan el 30% de participación, y iii) que es significativo el aporte de la generación hidro a partir de grandes centrales. También se asemeja a los países de la Comunidad Andina, en cuanto a que las perspectivas para las tecnologías renovables modernas, especialmente geotermia, energía eólica, mini y pequeñas centrales hidráulicas, se ven como muy promisorias, a pesar de que todavía no han sido explotadas en su debida forma.

Pero por otra parte, se diferencian en cuanto a la dotación de recursos fósiles. El Mercosur ampliado, no obstante el peso de los hidrocarburos en la OTEP, presenta un importante déficit en el balance comercial de hidrocarburos: en el año 2000 éste alcanzó a 257 millones de BEP, lo que representa el 22,3% de la energía fósil producida en esta subregión.

Gráfico IV.6  
MERCOSUR Y CHILE: OFERTA TOTAL DE ENERGÍA PRIMARIA (OTEP), 2000



**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT; y el Balance Energético del Mercosur.

## V. PANORAMA COMPARATIVO REGIONAL: ÍNDICES ENERGÉTICOS Y SOSTENIBILIDAD

El cuadro V.1 resume la información de las variables energéticas y no energéticas necesarias para la construcción de los índices que se presentan a continuación. A partir de esta información, se pueden calcular índices nacionales relativos al desempeño del sector energético para el año 2000, en directa relación con el papel de las energías renovables, y tomar en cuenta además la problemática ambiental local y global, ligada a las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Cuadro V.1  
AMÉRICA LATINA (20 PAÍSES): INDICADORES RELACIONADOS CON LA OFERTA TOTAL Y EL CONSUMO DE ENERGÍA, 2000

	Oferta total (sectorial) de energía							Consumo de energía						
	Población	OTE Renovable	Leña	OTE combinada secundaria	Petróleo	Hidro	CO2 electr	Per cápita	Leña	Comb Sec	Total	Prod. electr.	OTEP	CO2 Total
	Población 2000 (en miles)	Energía renovable total (kBEP)	Leña Total (kBEP)	Hidrocarburos secundarios - GLP, keros, diesel (kBEP)	Petróleo (kBEP)	Hidroenergía (kBEP)	Emisiones - generación eléctrica (m Ton CO2)	Consumo elec. p/capita (kwh/hab)	Consumo Leña (kBEP)	Consumo Hidrocarburos Secundarios (kBEP)	Consumo final Total (kBEP)	Producción energía eléctrica (GWh)	Oferta total de energía primaria (kBEP)	Emisiones totales (m Ton CO2)
ARG	37 500	37 594	4 350	103 991	192 900	17 588	21 037	2 033	1 953	25 023	324 902	90 006	481 199	135 100
BOL	8 516	8 657	2 457	9 025	14 890	4 531	1 786	407	2 457	4 650	19 285	3 972	36 224	7 117
BRA	172 000	515 087	154 790	302 898	584 030	190 602	27 087	1 724	98 361	127 172	1074 572	327 241	1271 142	296 897
CHI	15 100	36 229	30 655	46 610	75 886	6 287	11 692	2 599	28 266	42 557	143 595	42 531	184 991	54 017
COL	43 000	61 608	19 667	32 689	109 797	23 673	7 028	817	16 131	23 976	165 684	43 462	236 407	55 189
CRI	3 940	9 983	418	5 917	0	4 940	371	1 533	418	2 322	17 014	6 940	10 002	5 282
CUB	11 200	21 657	2 109	17 383	32 074	68	849	1 060	1 505	3 414	60 861	15 301	57 144	26 583
ECU	12 500	10 263	3 011	22 162	61 075	5 238	3 001	660	3 012	6 673	45 973	11 049	73 598	18 214
SLV	6 390	14 349	8 168	6 499	7 052	943	1 436	580	8 011	10 027	21 124	3 877	21 420	5 670
GTM	11 700	9 247	23 317	9 847	6 659	1 652	2 521	2 520	23 190	28 231	46 208	5 856	39 017	9 531
HTI	8 510	11 369	10 462	2 616	0	432	193	34	7 487	7 714	12 559	604	11 371	1 494
HND	6 650	10 718	8 606	5 080	0	2 135	1 220	506	8 607	10 333	19 971	3 917	12 463	4 601
MEX	100 000	128 150	43 720	208 952	526 708	58 910	111 493	1 574	43 721	156 788	703 210	197 235	975 719	353 358
NIC	5 200	10 678	8 468	3 439	6 086	154	1 499	310	8 054	9 863	15 281	2 472	16 766	3 578
PAN	2 800	5 761	2 953	4 951	16 117	2 433	1 080	1 370	2 886	5 336	13 727	5 124	22 195	4 805
PRY	5 600	53 421	11 671	6 071	740	37 225	0	790	10 431	11 221	26 415	45 310	54 163	3 421
PER	26 000	28 845	12 817	30 002	52 368	12 529	2 438	700	12 818	15 956	80 026	20 785	90 740	26 614
DOM	8 600	10 822	8 254	22 898	14 445	573	6 463	800	5 043	12 306	39 079	10 307	25 528	16 941
URY	3 340	7 346	2 767	6 617	15 627	4 959	25	1 910	2 750	4 685	18 067	9 250	23 851	5 237
VEN	24 600	145 552	220	53 395	385 310	145 317	24 694	2 600	31	27 325	233 838	89 973	813 240	127 619

OTE (P) = OFERTA TOTAL DE ENERGÍA (PRIMARIA)

**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT; y el Balance Energético de cada país.

kBEP = Miles de barriles equivalentes de petróleo. CO<sub>2</sub> = Dióxido de carbono.  
 Kwh/hab = Kilowatts/hora por habitante. GLP = Gas licuado de petróleo.  
 GWh = Gigawatts/hora.

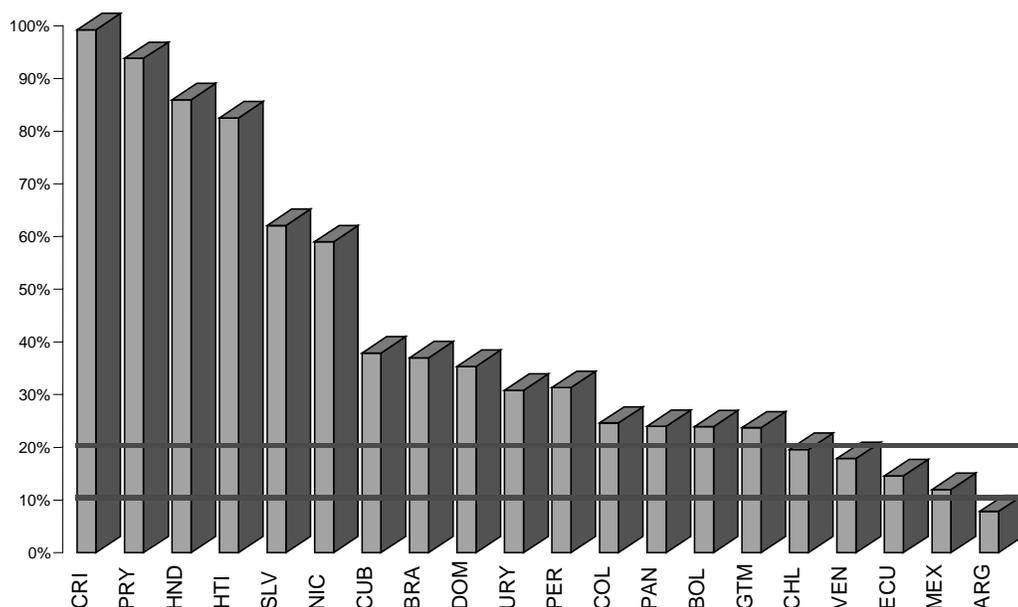
## 1. Índice de renovabilidad de la OTEP (IR)

Es la relación entre la Oferta Total del conjunto de las energías renovables y la OTEP para el año 2000.

Este parámetro informa en términos cuantitativos sobre el nivel de participación de las fuentes renovables, tanto en abastecimiento interno de energía destinado directamente a sectores de consumo final, como en intermedio destinado a un centro de transformación de un país.

Es necesario recordar que la meta es “alcanzar en 2010 el 10% de participación de fuentes renovables en la Oferta de Energía Primaria”, según la propuesta latinoamericana y del Caribe presentada en la Cumbre sobre Desarrollo Sostenible de Johannesburgo. Por lo tanto, un alto índice significa que el país sobrepasa la cuota y cumple así con la propuesta para los países de América Latina en el marco de dicha iniciativa.

Gráfico V.1  
**AMÉRICA LATINA (20 PAÍSES): ÍNDICE DE RENOVABILIDAD DE LA OTEP<sup>a</sup>**  
*(Oferta de renovables/OTEP)*



**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT; y el Balance Energético de cada país.

<sup>a</sup> Oferta total de energía primaria.

De la observación del gráfico V.1 surge que:

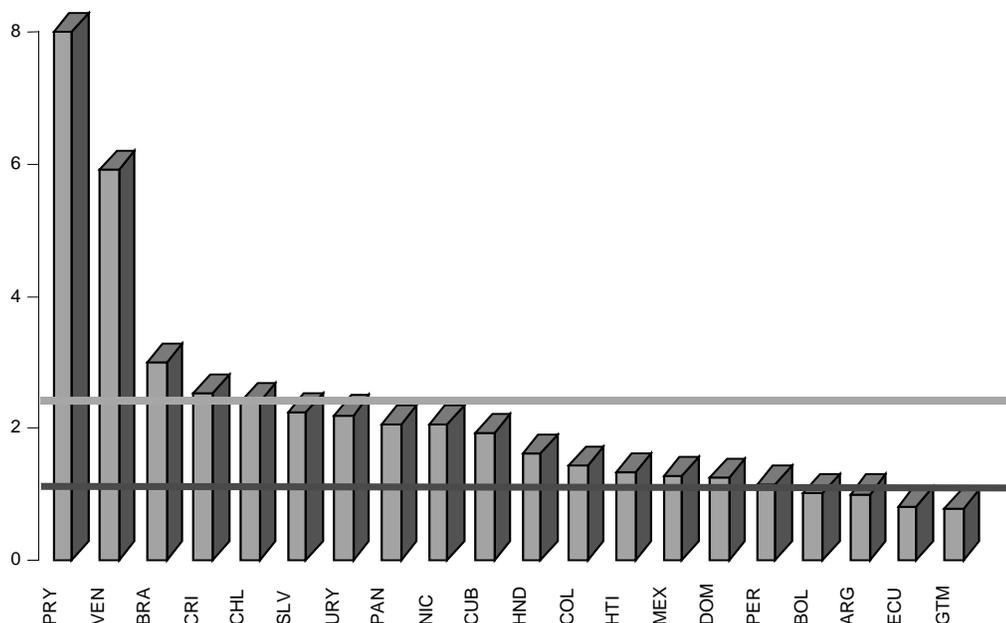
- Los países que están por debajo de la línea del 10%, o cercanos a ese porcentaje, tienen que realizar un importante esfuerzo si quieren alcanzar la meta de participación de renovables en la OTEP (por ejemplo, la de 10% al 2010 propuesta por la Iniciativa). Argentina es por tanto el país con mayores problemas en este sentido.
- Aquellos países que se sitúan dentro de la faja del 10% al 20% —casos de Chile, Ecuador, México y Venezuela— deberían actuar en forma decidida, tanto en términos de políticas como de promoción de proyectos renovables, si quieren mantener la fracción actual de participación de renovables en la OTEP. Un tercer grupo de países que presentan un riesgo menor está constituido por Bolivia, Colombia, Guatemala y Panamá, que de seguir la tendencia actual a la penetración de fósiles no renovables, a mediano plazo podrían no cumplir la meta indicada en la Iniciativa.

## **2. Índice de renovabilidad per cápita (IRC)**

Es la relación entre la oferta de energía primaria de todas las fuentes renovables y la población de un país. Un alto índice significa, en términos cualitativos, que existe un mayor “compromiso” con la sustentabilidad energética, y por tanto, con el origen renovable de la energía ofrecida de parte de cada ciudadano de un país.

Si el IRC de un país es bajo y el crecimiento de la población es alto, entonces existe el riesgo de que el país no pueda llegar en el 2010 a la meta de participación de las renovables a menos que no haga un esfuerzo por modificar la tipología de abastecimiento del consumo (menos hidrocarburos y más renovables). Pero también este índice tiene una importancia mayor hacia el futuro, dado que si la tasa de crecimiento de las energías renovables es inferior al incremento poblacional, la participación del 10% de renovables en la OTEP corre riesgo de no ser alcanzada o mantenida a mediano plazo.

Gráfico V.2  
**AMÉRICA LATINA (20 PAÍSES): ÍNDICE DE RENOVABILIDAD PER CÁPITA**  
 (En kBEP<sup>a</sup>/habitante)



**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT; y el Balance Energético de cada país.

<sup>a</sup> Miles de barriles equivalentes de petróleo.

El gráfico V.2 presenta las siguientes características:

- Paraguay presenta el mayor índice; esto es más bien debido a la gran oferta de energía hidráulica de la que dispone el país, que no presenta otras tecnologías o fuentes renovables diferentes a la leña. Algo muy parecido pasa con Venezuela.
- Costa Rica muestra un índice elevado, lo que es positivo en términos de desarrollo sostenible. En este caso, el alto valor alcanzado por el índice está efectivamente relacionado con una importante contribución en la OTEP de una variedad de fuentes de energía renovables, como geotermia, agrocombustibles, dendroenergía, e hidráulica.
- Chile y Brasil presentan valores elevados, relacionados básicamente con la fuerte influencia de la leña y la hidroenergía, pero en ausencia de otras tecnologías renovables.

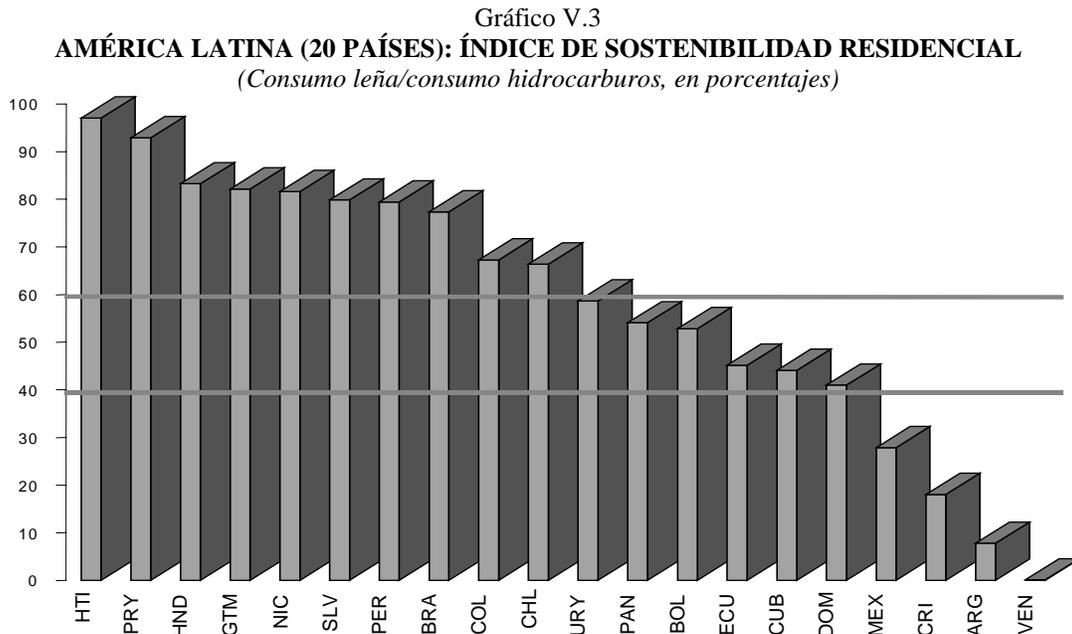
- Una vez más, los países petroleros y gasíferos (México, Argentina, Ecuador, Bolivia, Perú) presentan índices bajos, es decir contrarios a una orientación de largo plazo que propenda a un desarrollo energético sostenible. Guatemala también muestra valores muy bajos, en este caso debido a la importantísima porción no sostenible (96%) de la biomasa utilizada en el país, según información oficial del Ministerio de Energía y Minas (véase el capítulo III, letra J).

### 3. Índice de sostenibilidad residencial (ISR)

Definido como la relación entre el consumo de leña y el consumo de derivados de petróleo o hidrocarburos secundarios (kerosene, diesel, gas licuado de petróleo) del sector residencial, este parámetro informa sobre la importancia de la leña en el abastecimiento de las necesidades de uso calórico de la energía, principalmente la cocción, calefacción y el calentamiento de agua.

Un alto índice implica que un país es fuertemente dependiente de la leña para satisfacer sus necesidades locales y, por lo tanto, sería conveniente profundizar el análisis o disponer de mayor detalle sobre la base de información y las estimaciones utilizadas. Es decir, se deberían plantear la realización de estudios específicos para recalcular la “porción renovable” de la leña utilizada.

Además de este aspecto, un alto índice ISR también tiene matices sociales, por cuanto informa indirectamente sobre el nivel de pobreza de la población, tanto rural como urbano-marginal, y la falta de acceso a energéticos de mayor calidad, versatilidad y eficiencia.



**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT; y el Balance Energético de cada país.

Del gráfico V.3 se deduce que:

- Países como Argentina, México y Venezuela, que están por debajo de la línea del 20%, son fuertes usuarios de hidrocarburos secundarios, por tanto deberían presentar un consumo útil superior al resto de los países.
- Los países dentro de la faja y más de 40% y menos de 60% pueden evaluarse como “equilibrados” y en el límite de un abastecimiento satisfactorio de las necesidades calóricas.
- Los países centroamericanos, Haití, Chile, Brasil, Colombia, Paraguay y Perú presentan altos índices ISR, lo que señala una excesiva dependencia de la leña tanto en el área rural como urbano marginal. Por tanto, en estas áreas parecería que no hay un abastecimiento adecuado de las necesidades calóricas básicas, ni en acceso ni en calidad.

#### **4. Índice de dependencia hidroenergética en la oferta total renovable (IDH)**

Es la relación entre oferta de hidroenergía y la oferta de energía primaria compuesta por las energías renovables, y da cuenta de la importancia de la hidroenergía dentro de la oferta “renovable” de un país.

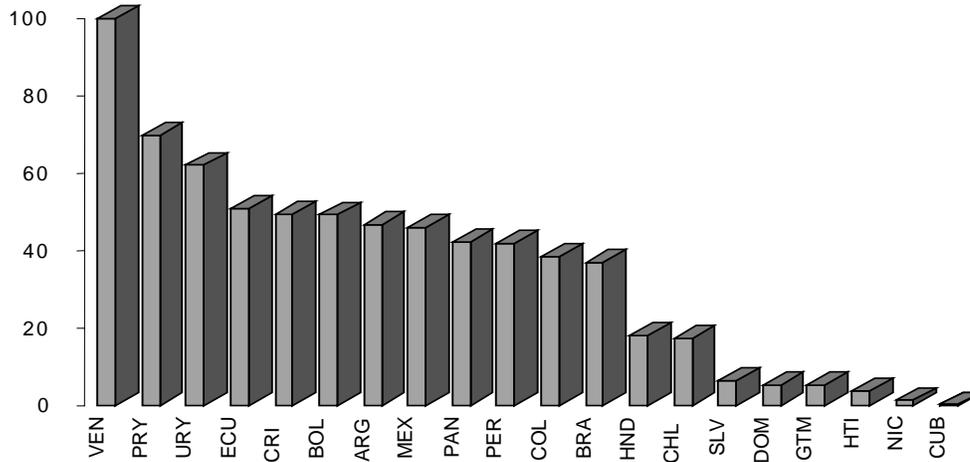
Un alto índice significa que la porción de renovabilidad de un país está fuertemente ligada a factores meteorológicos,<sup>13</sup> más que tecnológicos.

En un extremo se observa que Venezuela, Paraguay y Uruguay presentan altos índices, por contar con la fuente hidráulica como única fuente de la categoría renovable. En el otro, Cuba, Haití, y Nicaragua, por no contar con recursos hidroeléctricos significativos registran muy bajos índices. Finalmente, los países con valores intermedios (alrededor del 20% al 25%) son los que se identifican como más equilibrados en términos de aporte hidroenergético a la combinación de renovables (véase el gráfico V.4).

---

<sup>13</sup> Por supuesto que según los países esto depende también del correcto aprovechamiento de la capacidad instalada en los embalses de un país.

Gráfico V.4  
**AMÉRICA LATINA (20 PAÍSES): ÍNDICE DE DEPENDENCIA HIDROENERGÉTICA  
 DE LA OTE RENOVABLE**  
*(OTE hidro/OTE renovables, en porcentajes)*



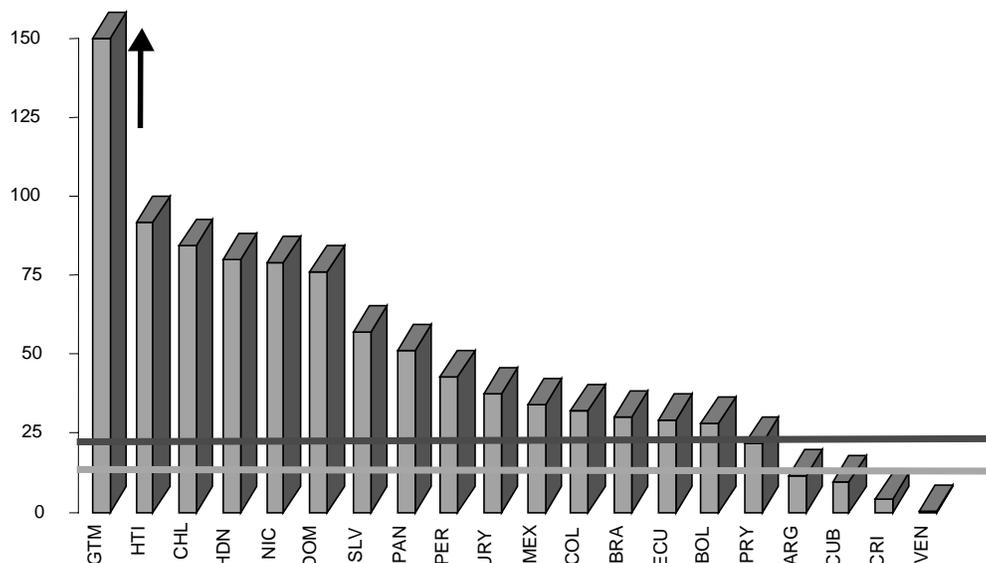
**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT; y el Balance Energético de cada país.

## 5. Índice de dependencia dendroenergética en la oferta total renovable (IDD)

Este índice relaciona la oferta total de leña con la oferta de energía primaria renovable total. Informa sobre la importancia que la dendroenergía reviste dentro de la oferta renovable de un país. Un alto índice denota que la cuota de renovabilidad de un país está ligada al aprovechamiento intensivo y por tanto no siempre sostenible de los recursos forestales.

Gráfico V.5  
**AMÉRICA LATINA (20 PAÍSES): ÍNDICE DE DEPENDENCIA DENDROENERGÉTICA  
 DE LA OTE RENOVABLE**

(OTE leña/OTE renovables total, en porcentajes)



**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT; y el Balance Energético de cada país.

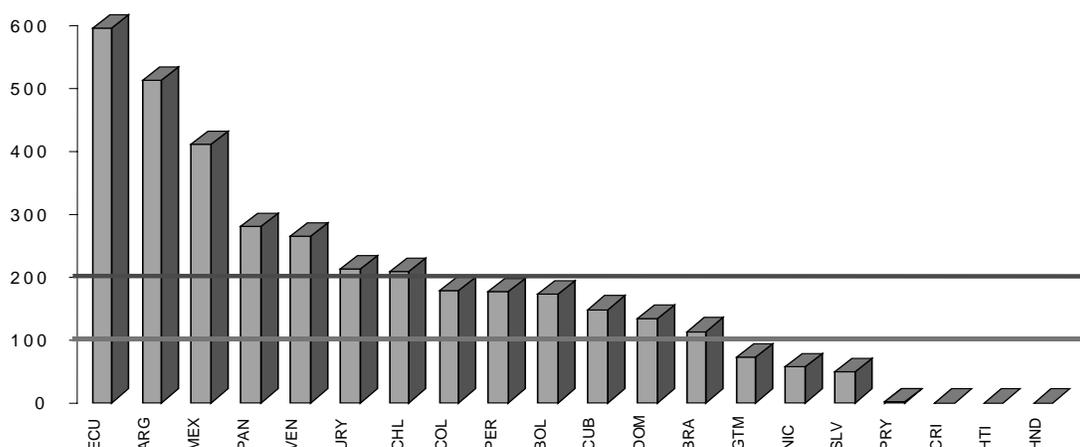
Para un análisis integral y coherente, el IDD debería ser comparado (país por país) con el ISR. Sin embargo, del gráfico V.5 se deduce que:

- La oferta de energía renovable en los países centroamericanos (con exclusión de Costa Rica) y en los caribeños (con exclusión de Cuba) está fuertemente ligada a la disponibilidad de leña. En el caso de Guatemala, el índice supera abultadamente el 200%, ya que, como se ha mencionado precedentemente, el Ministerio de Energía y Minas de ese país ha cuantificado que el 96% de la leña es producida en forma no sostenible, por lo que hay más dendroenergía no sostenible que consumo renovable de este energético.
- A este grupo de países de alta dependencia dendroenergética de la oferta se asocia Chile, que (además de la hidroenergía) sólo utiliza la leña como fuente renovable.
- Entre los países que han podido diversificar su oferta renovable y depender, por tanto, en menor medida de la leña, destacan en particular Costa Rica y Cuba. Por otra parte, Argentina, Paraguay y Venezuela también presentan bajos índices, lo que se explica por la alta proporción de hidroenergía dentro del conjunto de fuentes renovables.

## 6. Índice de dominancia petrolera (IDP)

Medido como la relación entre la oferta de energía primaria de petróleo y la oferta total de energías renovables en un país, este índice da cuenta de la importancia que el petróleo tiene dentro de la oferta de energía, en contraste con la disponibilidad y uso de energías renovables.

Gráfico V.6  
**AMÉRICA LATINA (20 PAÍSES): ÍNDICE DE DOMINANCIA PETROLERA**  
*(OTE petróleo/OTE renovables total, en porcentajes)*



**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT; y el Balance Energético de cada país.

Un alto índice significa —en términos cualitativos— un dominio mayor del petróleo sobre las renovables, es decir, de las fuentes contaminantes sobre las no contaminantes. De alguna manera el parámetro puede ser considerado como inversamente proporcional a la sostenibilidad del desarrollo energético de un país dado, tomando en consideración la relación entre la importación y la exportación de petróleo.

Del análisis comparativo del IDP para los países de la región, en el gráfico V.6 se puede observar que:

- Como era previsible, los tres principales países exportadores de petróleo: Ecuador, México, y Venezuela, y además Argentina, presentan índices superiores al 200%. En el caso de Venezuela, el índice es un poco más bajo, debido al importante papel de la oferta hidroenergética. Chile también entra en esta categoría, aunque es un importador neto de hidrocarburos, hecho que demuestra cierta vulnerabilidad al abastecimiento energético, dependiente del exterior, que podría afectar al país.

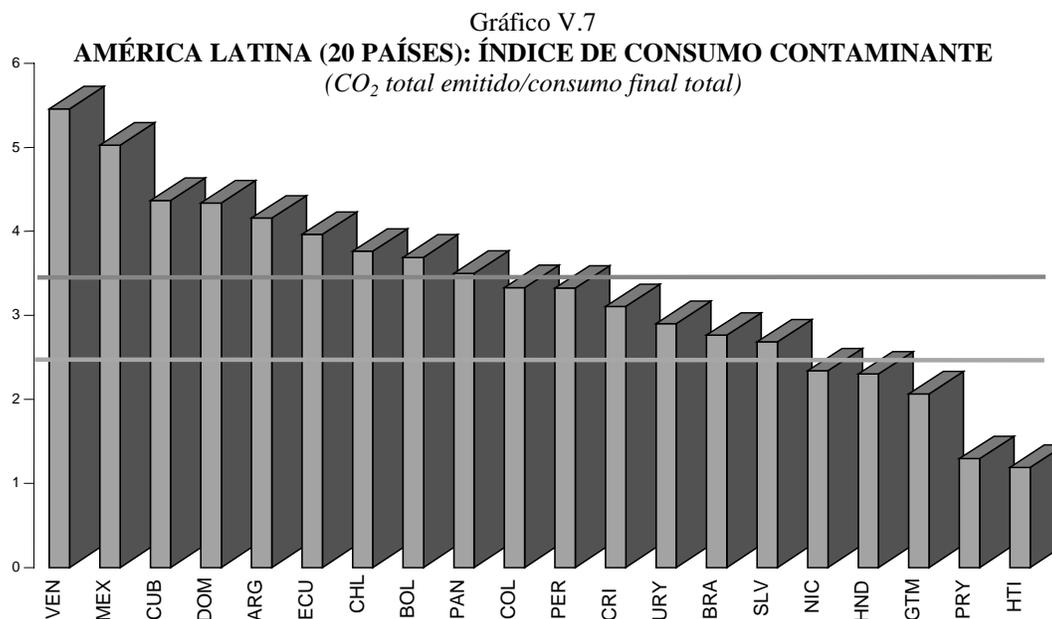
- Excluyendo a Panamá, los países centroamericanos importadores netos de hidrocarburos presentan índices muy bajos, dado que las respectivas ofertas energéticas están principalmente basadas en la leña. Costa Rica muestra valores bajos gracias a, como se mencionó precedentemente, un equilibrado y diversificado balance de las renovables. Paraguay, que también es un país importador neto de petróleo, registra valores bajos debido a la trascendencia y sustantivo aporte de sus recursos hídricos.

## 7. Índice de consumo contaminante (ICC)

Mide la relación entre las emisiones totales de CO<sub>2</sub> (en miles de toneladas) emitidas a la atmósfera y el consumo final total del país en ese año (en kBEP); de esta forma, un alto índice significa que el consumo energético del país es particularmente contaminante.

Sería relevante realizar una comparación temporal de este índice (por ejemplo: 1980-1990-2000), para verificar cuál es la tendencia que se observó a lo largo del tiempo.<sup>14</sup>

Si un país presenta ya un alto índice en el año 2000 y su tendencia ha ido creciendo en los últimos 20 años, es que se trata de un país de alto riesgo ambiental global, por cuanto emite en términos proporcionales una cantidad demasiado alta de gases de efecto invernadero por unidad de consumo.



**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT; y el Balance Energético de cada país.

<sup>14</sup> Este análisis excede los alcances del presente estudio.

El gráfico V.7 muestra que:

- Los países centroamericanos<sup>15</sup> presentan bajo ICC por tener escasa dependencia petrolera en la OTEP. Paraguay también es un país con bajo índice debido a su dominancia hidroeléctrica.
- Los países exportadores de hidrocarburos (Argentina, Bolivia, Ecuador, México, Venezuela) y aquellos cuya OTEP es fuertemente dependiente del petróleo (Cuba, Chile, República Dominicana), son los países que, en términos comparativos, emiten una cantidad demasiado alta de gases de efecto invernadero, aportando al calentamiento de la atmósfera.

### 8. Índice de generación eléctrica contaminante (IGC)

Se refiere a la relación entre la cantidad de CO<sub>2</sub> emitida en el proceso de generación total de electricidad. Si bien constituye una simplificación, indica cuán contaminante es el proceso de producción de cada GWh de electricidad.

En términos cualitativos, un alto índice significa que producir ese GWh de electricidad —más allá del simple costo técnico/operativo de generación— tiene un elevado costo ambiental para el país, tanto por los efectos locales (contaminación directa e indirecta en la zona de las centrales) como globales (emisión de sustancias que ayudan a aumentar el efecto invernadero).

Es un índice directamente relacionado al mix energético del que dispone un país, en particular, al equilibrio del parque de generación hidrotérmica que se utiliza. En los países que no disponen de recursos hidroeléctricos, evidentemente el IGC será mayor.

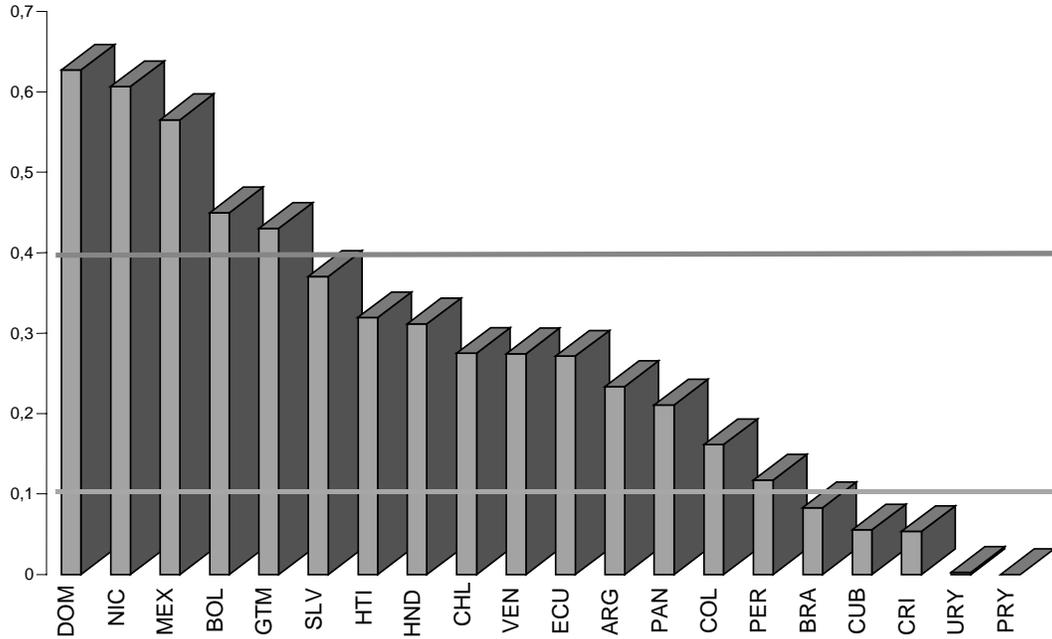
El gráfico V.8 demuestra que:

- Costa Rica, Brasil, Paraguay y Uruguay<sup>16</sup> son países relativamente limpios en su proceso de generación de electricidad; en el caso de Costa Rica, esto se debe, como ya se mencionó, al importante “mix renovable” de que dispone el país (geotermia, eólica, hidroenergía), mientras que en el caso de los últimos tres países el bajo índice obedece únicamente a la fuerte dependencia hidroenergética (compárese con el índice IDH).

<sup>15</sup> A esta categoría parece asociarse Haití, con valores extremadamente bajos de consumo contaminante, hecho que causa dudas ya que el país quema casi exclusivamente maderas y derivados de petróleo para abastecerse. Por esta razón, Haití debería ser objeto de un análisis más profundo, con el objeto de corroborar el origen y cuantificación de los datos utilizados en este trabajo.

<sup>16</sup> A esta categoría parece asociarse Cuba, hecho que causa dudas, ya que la dependencia petrolera de su OTEP es particularmente alta y la tecnología actualmente aplicada en la generación por medio de caña de azúcar es poco eficiente. Por esta razón, Cuba podría ser objeto de un análisis más detallado en lo que se refiere al origen y cálculo aquí presentados.

Gráfico V.8  
**AMÉRICA LATINA (20 PAÍSES): ÍNDICE DE GENERACIÓN CONTAMINANTE**  
*(Ton CO<sub>2</sub> de generación eléctrica/GWh Producción total de electricidad)*



**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); el Sistema de Información Económico-Energética (SIEE); el Sistema de Información Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), FAOSTAT; y el Balance Energético de cada país.

- México, Nicaragua, Bolivia, Guatemala y República Dominicana muestran una generación particularmente contaminante en términos de emisiones de CO<sub>2</sub>. En el caso de México y Bolivia, esto es debido al rol predominante de los hidrocarburos en la OTEP; en los otros países, ese rol es menor (aunque siempre superior al 20%) y se asocia evidentemente a un proceso menos eficiente de la generación, con bajos niveles de rendimiento del parque de generación térmica.

## VI. CONCLUSIONES Y PROPUESTAS PARA PROFUNDIZAR EL ESTUDIO

Resulta evidente que los países de América Latina presentan comportamientos extremadamente disímiles en el ámbito energético, dependiendo fundamentalmente de su calidad de países exportadores, autoabastecidos o importadores de hidrocarburos.

Sin embargo, los resultados muestran que el aporte de las energías renovables varía profundamente de país en país, de manera casi independiente de su desarrollo relativo y en menor medida de su dotación en recursos energéticos no renovables. La realidad de la Oferta Total de Energía Primaria y de las problemáticas energéticas en países como Argentina, país autoabastecido y exportador marginal de hidrocarburos, es muy similar a la de los grandes exportadores como México y Venezuela. A su vez, resulta obvio que estas situaciones sean diametralmente opuestas a las de países importadores. Pero aun en el caso de estos últimos, es sorprendente la diferencia entre Haití, Honduras y Guatemala y la de Uruguay y Costa Rica, por ejemplo.

Del análisis de la información producida en el presente informe, es posible dar cuenta del papel predominante de la dendroenergía en la OTEP de países como Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Haití. Este hecho, que en términos de desarrollo sostenible puede ser considerado positivo por la reducida utilización de combustibles fósiles, es al mismo tiempo preocupante y en cierta forma negativo debido al fuerte impacto y presión que se ejerce sobre los recursos forestales nacionales y el consecuente aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas de la quema de leña.

Pero también en los países donde la utilización de la biomasa para fines energéticos es casi marginal pueden existir problemas de sostenibilidad, debido a la fuerte utilización de combustibles fósiles a todos los niveles: en sectores de consumo final como el industrial y residencial, o de consumos intermedios como en la generación eléctrica. En este grupo de países se encuentran Argentina, México, Venezuela, Ecuador.

Existe finalmente una categoría de países con problemáticas mixtas, como es el caso de Cuba, donde podría darse una utilización de procesos de combustión poco eficientes de los derivados de caña; República Dominicana y Panamá, que denotarían una baja eficiencia en la transformación térmica de los combustible fósiles importados; y Chile y Uruguay, que dependen casi exclusivamente del petróleo importado y la hidroenergía.

Fuera de la norma están los países con más del 90% renovable no dendroenergético y menos del 2% petrolero en la OTEP: es el caso de Paraguay, un país básicamente hidroenergético, y Costa Rica, país que demuestra tener un buen equilibrio de renovables, por cuanto la composición de su OTEP aparece muy diversificada y en ella se encuentran participaciones de geotermia, hidro, productos de caña, dendroenergía y eólica.

Sobre la base de esta diferenciación general —así como del estudio realizado para cada país de la región en relación con la OTEP del año 2000 y tomando en cuenta el análisis tanto

directo como comparativo de los índices de desempeño— se estima conveniente ampliar y profundizar el análisis de:

- i) las fracciones de renovabilidad de las diferentes aplicaciones de la leña primaria (sobre la base de la metodología propuesta por Brasil) en países seleccionados. Se debería focalizar en aquellos países que, aunque presentan una alta participación de las energías renovables en la OTEP, registran una fuerte dependencia de la leña en su abastecimiento energético, como es el caso de los países centroamericanos (excluido Costa Rica), los que, por esta razón, pueden mostrar altas participaciones de dendroenergía no sostenible;
- ii) los problemas y obstáculos existentes en la aplicación de políticas de promoción y fomento de iniciativas que promuevan las energías renovables en países seleccionados. Se centraría en aquellos países que presenten una cuota muy reducida de participación de fuentes renovables en la OTEP, como es el caso de Argentina, Ecuador, Chile y México, vale decir, países que podrían tener serias dificultades para alcanzar la meta del 10% renovable propuesta por la Iniciativa Latinoamericana;
- iii) el efectivo espacio de mejoramiento del que dispondrían países como Brasil y Cuba, dependientes en más del 50% del petróleo en la OTEP, pero con alto potencial de recursos renovables alternativos a la hidroenergía, en particular productos de caña y energía eólica;
- iv) examinar los problemas y obstáculos existentes para el aprovechamiento eficiente de recursos renovables, en particular, productos de caña y “otra biomasa”, en países como Perú, República Dominicana y Haití;
- v) analizar las condiciones de entorno, de tipo regulatorio y económico necesarias para la penetración de las tecnologías modernas de energía eólica, fotovoltaica, geotérmica, combustión de residuos sólidos urbanos (RSU) en países que dispongan de dichos recursos sin aprovechar y, al mismo tiempo, sean fuertemente dependientes del petróleo importado, como es el caso de Chile, Panamá, Colombia y Ecuador.

Como se expresó anteriormente, el objetivo específico del presente documento fue realizar un análisis sobre la sostenibilidad de la energía primaria al año 2000. Es decir, se intentó retratar la situación a dicho año, obteniéndose conclusiones positivas en algunos casos e interrogantes en otros.

Queda pendiente tratar esta problemática en un análisis no estático, sino dinámico. Esto es, proponer un conjunto de escenarios posibles por el que transitarán los países de América Latina y el Caribe, y observar los condicionantes nacionales, subregionales y regionales para que aquellos países o subregiones que no cumplen la meta de la Iniciativa Latinoamericana implementen políticas que los acerquen a esas metas. Y para que aquellos que la cumplen, pero que corren el riesgo de incumplirla, redireccionen sus tendencias y políticas hacia un desarrollo sostenible del sector energético.

## BIBLIOGRAFÍA

- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2000), *Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe* (LC/G.2118-P), Santiago de Chile, febrero. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S/E.00.II.G.1.
- CEPAL/PNUMA (Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) (2001), *La Sostenibilidad del Desarrollo en América Latina y el Caribe: Desafíos y Oportunidades*, Conferencia Regional de América Latina y el Caribe preparatoria de la Cumbre sobre Desarrollo Sostenible de Johannesburg, (LC/G.2145), Rio de Janeiro, octubre. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.02.II.G.48.
- Coviello, Manlio (2003), “Fuentes Renovables de Energía: análisis del entorno internacional y propuestas para su penetración sostenida en los países de América Latina y el Caribe”, serie Recursos naturales e infraestructura, inédito.
- EIA (Administración de Información Energética) (2003), *International Energy Outlook 2002 & 2000*, Washington, D.C., mayo.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) (2003), *Sistema de Información Estadístico*, Base de Datos Estadísticos de la Agricultura (FAOSTAT), Forestry Products (<http://www.apps.fao.org>).
- \_\_\_\_\_ (2002), *Economic Analisis of Wood Energy Systems*, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)/Forestry Department, Roma.
- \_\_\_\_\_ (2001), Unified Wood Energy Terminology (UWET) (<http://www.fao.org/forestry/fop/foph/energy/doc/uwet/>).
- \_\_\_\_\_ (1995), *Evaluación de los Recursos Forestales. Síntesis Mundial*. Estudio FAO: Montes 124. Roma.
- Gallopín, Gilberto (1995), “Conceptual and Methodological Challenges in Environmental and Natural Resources Research”, documento presentado at the International Symposium on Statistics in Agriculture and Environmental Research, Palmira, junio.
- Goldemberg, José, Suani Coelho y O. Lucon (2002), “How adequate policies can push renewables”, inédito.
- Goldemberg, José y Suani Coelho (2002), “Renewable energy: traditional biomass vs modern biomass”, inédito.
- IEA (International Energy Agency) (2003a), *Key World Energy Statistics*, París, septiembre.
- \_\_\_\_\_ (2003b), *Renewable Information 2002 & 2000*, París.
- \_\_\_\_\_ (2002), *Renewable in Global Energy Supply, an IEA Fact Sheet*, París, noviembre.
- \_\_\_\_\_ (2000), *Energy Balances of non-OECD Countries*, París, septiembre.
- LAMNET (Latin American Thematic Network on Bioenergy) (2002), sitio oficial (<http://www.bioenergy-lamnet.org>).
- OLADE (Organización Latinoamericana de Energía) (2003), “Sistema de Información Económica-Energética/SIEE. Balances Energéticos de los países de América Latina y el Caribe” (<http://www.olade.ec.org/siee/>).
- Patusco, João A. (2002), “A lenha na matriz energética brasileira”, inédito.
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) (2000), “World Energy Assessment” (<http://www.undp.org/seed/eap/activities/wea/>).

- USDOE (United States Department of Energy) (2000), “Energy Information Administration/International Energy Database” (<http://www.eia.doe.gov>).
- WEC (Consejo Mundial de la Energía) (2002), “Survey of Energy Resources, 19<sup>th</sup> Edition” (<http://www.worldenergy.org/wec-geis/>).