



Centro Andino de Acción Popular

Quito-Ecuador, agosto del 2014

## **COYUNTURA**

Diálogo sobre la Coyuntura: cambios constitucionales,  
¿Enmiendas o reformas?

Conflictividad socio-política: Marzo-Junio 2014

## **TEMA CENTRAL**

La cuestión energética vista desde las soberanías. Esbozando  
algunos factores clave desde sus múltiples dimensiones

Seguridad Energética en América Latina. Reflexiones  
desde la sustentabilidad

Aportes para pensar el cambio del sistema energético  
¿Cambio de matriz o cambio de sistema?

Límites de las energías renovables

Cómo los instrumentos conforman las políticas: el caso de  
las empresas petroleras nacionales en Venezuela y Bolivia

## **DEBATE AGRARIO-RURAL**

Productividad agrícola en Ecuador: un largo camino por recorrer

## **ANALISIS**

Intercambios discursivos. Historia migratoria de los

Conceptos del movimiento indígena ecuatoriano

Debates sobre la democracia en globalización

## **RESEÑAS**

Teoría postcolonial y el espectro del capitalismo

Diálogos del catolicismo y protestantismo indígena en Chimborazo

Arte contemporáneo y cultura popular: el caso de Quito

**Suscripciones: Anual 3 números: US \$ 45 – Ecuador: \$ 15,50**

**Ejemplar suelto: Exterior US \$ 15,00 – Ecuador: \$ 5,50**

**Redacción: Diego Martín de Utreras N28-43 y Selva Alegre – Telef. 2522-763**

**Apartado aéreo 17-15-173 B Quito-Ecuador**

# ECUADOR DEBATE 92

---

Quito-Ecuador, Agosto 2014

PRESENTACION / 3-6

## COYUNTURA

Diálogo sobre la coyuntura: cambios constitucionales, ¿enmiendas o reformas? / 7-28

Conflictividad socio-política: Marzo-Junio 2014 / 29-38

## TEMA CENTRAL

La cuestión energética vista desde las soberanías. Esbozando algunos factores clave desde sus múltiples dimensiones

*Alberto Acosta, Pere Ariza-Montobbio, Francisco Venes, Paul Lorca, Rosalía Soley / 39-54*

Seguridad Energética en América Latina. Reflexiones desde la sustentabilidad

*María Cristina Vallejo / 55-84*

Aportes para pensar el cambio del sistema energético ¿Cambio de matriz o cambio de sistema?

*Pablo Bertinat, Jorge Chemes, Lisandro Arelovich / 85-102*

Límites de las energías renovables

*Gerardo Honty / 103-116*

Cómo los instrumentos conforman las políticas: el caso de las empresas petroleras nacionales en Venezuela y Bolivia

*Guillaume Fontaine, José Luis Fuentes y Susan Velasco / 117-132*

## DEBATE AGRARIO-RURAL

Productividad agrícola en Ecuador: un largo camino por recorrer

*María José Castillo V. / 133-164*

## 2 Índice

### ANÁLISIS

Intercambios discursivos. Historia migratoria de los conceptos del movimiento indígena ecuatoriano

*Philipp Altmann* / 165-176

Debates sobre la democracia en globalización

*César Ulloa Tapia* / 177-194

### RESEÑAS

Teoría postcolonial y el espectro del capitalismo / 195-200

Diálogos del catolicismo y protestantismo indígena en Chimborazo / 201-204

Arte contemporáneo y cultura popular: el caso de Quito / 205-208

# Seguridad energética en América Latina. Reflexiones desde la sustentabilidad\*

María Cristina Vallejo<sup>1</sup>

*La factibilidad de una política pública que garantice la seguridad energética de América Latina debe estar basada en un adecuado conocimiento de la actual situación de las fuentes energéticas. A partir de un diagnóstico de la demanda de energía, la producción de energía renovable y no renovable se proponen probables escenarios a mediano y largo plazo. Esto hace evidente la necesidad de una transición energética que permita enfrentar la producción de energía desde una integración regional.*

## Introducción

**E**l propósito de este análisis es evaluar la viabilidad de diferentes escenarios de diversificación energética para América Latina, a fin de identificar condiciones que permitan garantizar la seguridad energética regional en un marco de sustentabilidad.<sup>2</sup>

Existe un importante acervo de fuentes energéticas en la región, que se halla distribuido en forma desigual, por lo que,

muchas economías se abastecen a partir de la importación de energía. La mayor parte constituyen fuentes fósiles (petróleo, gas natural y carbón mineral), que se hallan supeditadas al vaivén de las crisis, las tensiones y los conflictos internacionales; y más aún, restringidas por su condición de agotamiento irreversible. El crecimiento económico reciente que ha experimentado América Latina<sup>3</sup> –un promedio anual de 5,1% entre 2000 y 2010 en términos per cápita y en dólares PPP (Banco

---

\* Una versión previa de este trabajo se presentó en el VI Foro de Debate ATENEA. Seguridad energética en Iberoamérica, Madrid, 6 de Noviembre de 2012.

1 María Cristina Vallejo es Doctora en Economía del Desarrollo, especializada en Economía Ecológica. Es profesora e investigadora de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO - Sede Ecuador. Dirigir correspondencia a [mcvallejo@flacso.edu.ec](mailto:mcvallejo@flacso.edu.ec)

2 En este documento se emplean los términos *sostenibilidad* y *sustentabilidad* como sinónimos, siguiendo la definición de desarrollo sustentable planteada por la Comisión Brundtland (1987): “el desarrollo que asegura las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”. Además, desde una línea de economía ecológica será importante distinguir entre condiciones de sustentabilidad fuerte, es decir, reconocer que hay funciones ecológicas que no pueden sustituirse por completo a partir del capital material, por lo que será necesario asegurar condiciones para su preservación.

3 En este trabajo se consideran los siguientes países latinoamericanos: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela.

Mundial, 2011)— también supone un reto importante en términos del abastecimiento energético de la región. En este artículo interesa analizar las principales directrices de la política pública que pueden contribuir a garantizar la seguridad energética de América Latina.

En particular, se analizan políticas de diversificación de sus fuentes energéticas hacia recursos renovables, con la intención de promover la seguridad energética regional. Los elementos de base para los escenarios de análisis son tanto la promoción de la eficiencia en el uso de recursos energéticos, como la reducción en la escala de uso. Se deja planteada la necesidad de aplicar el principio precautorio para aquellos territorios o poblaciones en las que existe el riesgo de producir efectos sociales y ambientales con consecuencias irreversibles.<sup>4</sup>

El argumento central que sirve de base para comparar estas estrategias es que en un marco de distribución desigual de recursos energéticos, una estrategia aislada de diversificación no es suficiente para garantizar la seguridad energética de la región. Un esquema de integración regional puede contribuir de mejor forma a la seguridad energética, conforme las posibilidades de cooperación factibles en la dimensión geopolítica y las restricciones que determina un marco de sustentabilidad.

A fin de evaluar estas cuestiones, se contrastan dos escenarios de desarrollo energético para la región: uno tendencial y otro de diversificación. En base a las trayectorias históricas, con cifras

desde 1970 hasta 2010, se proyectan estos escenarios a mediano plazo (hasta el año 2030) y a largo plazo (hasta el año 2100). Esta información permite construir balances energéticos, a partir de los cuales se analizan las condiciones de seguridad energética de la región latinoamericana. Al final del artículo se introducen algunas reflexiones sobre las condiciones necesarias para un proceso de integración sustentable.

Este texto se encuentra estructurado en cuatro secciones. Luego de esta introducción, en la primera parte se presenta un diagnóstico de la situación energética regional desde una perspectiva histórica. Este diagnóstico permite obtener algunas conclusiones en torno a la incidencia de esta realidad en las condiciones de seguridad energética regional. En la segunda sección se plantean posibles escenarios de corto, mediano y largo plazo para una transición energética de la región hacia fuentes renovables y se analiza su viabilidad. En la tercera sección se examinan los principales factores que pueden afectar la sostenibilidad de la política energética, y la contribución de un proceso de integración regional. Finalmente, en la última sección se presentan las conclusiones del trabajo.

## **1. Situación energética en América Latina**

Una forma de abordar la situación energética de un país o una región, es a partir del estudio de sus balances energéticos. Una mirada a estos instrumentos permite ubicar una posición superavitaria

---

4 Algunos de estos elementos coinciden y otros son complementarios a aquellos que han sido planteados por Acosta (2010: 24) como “soberanía energética”. Acosta aborda el concepto de “soberanías” desde las resistencias ciudadanas, y lo define como “la defensa del territorio y sobre todo del patrimonio”.

o deficitaria, así como también determinar ciertas condiciones de la sostenibilidad. Oxilia y Luna (2011), sostienen que América Latina y el Caribe tienen un rol geopolítico estratégico frente a las grandes potencias económicas que demandan recursos energéticos. Es que la región dispone de abundantes reservas de petróleo y carbón mineral, además de un considerable potencial energético en gas natural, hidroelectricidad y otras fuentes renovables de recursos. En estas condiciones, existe una importante complementariedad en las fuentes energéticas, suficiente para garantizar la seguridad energética de la región y sustentar también la demanda externa. No obstante, la desigual distribución de los recursos entre los países latinoamericanos constituye un significativo limitante para potenciar este rol estratégico de la región.

América Latina dispone del 23% de las reservas mundiales de petróleo crudo, que conforme cifras de la OPEC (2011) ascienden a 1,47 mil millones de barriles, de modo que como región se encuentra posicionada en el segundo lugar a nivel mundial por la disponibilidad de este recurso, después del Medio Oriente, que dispone del 54% de las reservas globales. De estas reservas regionales cerca del 90% se encuentran concentradas en Venezuela.

Las reservas de gas natural y carbón mineral de América Latina y el Caribe son menos significativas a nivel internacional. Esta región dispone del 4% del total de reservas mundiales de estos combustibles fósiles, que ascienden a 192.549 Gm<sup>3</sup> (mil millones de m<sup>3</sup>) de gas natural (OPEC, 2011) y 861 mil millones de TM de carbón mineral (BP, 2011). También en este caso, las reser-

vas se hallan altamente concentradas: el 73% del gas natural de la región se encuentra en Venezuela, y el 77% del carbón mineral en Brasil.

Sobre las energías renovables, el potencial más importante se concentra en la hidroenergía. El potencial hidroeléctrico de la región es de 650 GW, y el 40% de éste se encuentra en Brasil. Sin embargo, solamente existe capacidad instalada para la utilización del 23% del total (OLADE, 2010).

Sobre el potencial eólico, existen mediciones únicamente para Brasil, México y Chile, que suman un total de 461 GW, distribuidos en 350 GW en Brasil, 71 GW en México y 40 GW en Chile (GWEC, 2010). Se trata de un potencial significativo si se compara con la capacidad instalada de energía eólica a escala global para el año 2010, que se calculó cercana a 200 GW. Conforme estimaciones del GWEC (2010), la capacidad instalada global de energía eólica podría duplicarse en el próximo quinquenio, y alcanzar hasta 1.000 GW para 2020. En América Latina y el Caribe, para el año 2010 la capacidad instalada se calculó en 2.010 MW, cifra que es apenas el 1% de la capacidad global, aunque su ritmo de expansión en el transcurso del último año es similar al registrado en Asia (54%), el nivel más alto en todas las regiones del mundo. Brasil y México muestran los más notables resultados en la expansión de esta fuente energética dentro de la región. En Brasil se concentra el 46% de la capacidad instalada y en México el 26% (GWEC, 2010).

Estas cifras demuestran que en Latinoamérica existe un enorme potencial energético para la transición hacia fuentes renovables. No obstante, este poten-

cial energético se encuentra sub-explotado, pues las capacidades instaladas son muy limitadas. En 2011 se registró el récord mundial de inversiones en energías renovables, que ascendieron a 257 mil millones de dólares (PNUMA, 2012), siendo China y Estados Unidos los países que lideran este tipo de inversiones con 52 y 51 mil millones, respectivamente. Por su parte, América Latina se halla bastante lejos de estas cifras. En la tercera sección del artículo se analizan los gastos de inversión que serían necesarios para ampliar la capacidad de producción energética en la región.

Tanto la distribución desigual del potencial energético de la región, así como la limitada capacidad instalada existente, determinan que una buena proporción de los requerimientos en varios países sean cubiertos a partir de recursos importados. Solamente Argentina, Bolivia, Colombia, Ecuador, México, Paraguay y Venezuela se encuentran en la actualidad en una posición superavitaria en su balance comercial energético, de manera que son exportadores netos de energía, es decir, pueden exportar más energía de la que importan (véase tabla 1).

**Tabla No.1**  
**Importaciones y exportaciones netas<sup>a</sup> de energía<sup>b</sup> millones bep<sup>c</sup>**

<b>EXPORTADORES NETOS</b>	<b>1970</b>	<b>1980</b>	<b>1990</b>	<b>2000</b>	<b>2010</b>
América Latina	1.245,4	714,4	970,8	1.793,8	1.320,0
Argentina	-19,2	-26,4	14,2	155,0	13,6
Bolivia	4,9	14,3	15,4	10,6	66,8
Colombia	42,3	-4,2	155,1	332,9	529,7
Ecuador	-7,5	46,5	72,0	96,5	101,3
México	9,2	339,9	460,8	524,4	282,2
Paraguay	-1,4	-3,5	10,4	20,7	17,2
Venezuela	1.424,5	751,0	631,0	1.212,6	754,1
<b>IMPORTADORES NETOS</b>	<b>1970</b>	<b>1980</b>	<b>1990</b>	<b>2000</b>	<b>2010</b>
Brasil	-138,0	-345,6	-302,8	-334,0	-138,5
Chile	-23,8	-30,6	-46,5	-116,1	-173,4
Costa Rica	-2,9	-5,6	-6,6	-11,9	-17,0
El Salvador	-3,5	-4,3	-5,5	-13,5	-14,0
Guatemala	-5,8	-9,6	-8,4	-14,0	-24,9
Honduras	-2,7	-4,1	-5,2	-10,8	-17,1
Nicaragua	-3,6	-4,7	-4,6	-8,4	-9,1
Panamá	-5,1	-6,7	-6,3	-12,4	-20,0
Perú	-8,3	21,6	5,2	-23,6	-16,2
Uruguay	-13,4	-13,7	-7,4	-14,2	-14,7

**Notas:** a) El saldo neto en el balance comercial energético se calcula por la diferencia entre la exportación e importación de energía. Un valor negativo indica que el país es un importador neto. b) Se refiere al uso primario y secundario de energía, es decir, incluye combustibles de uso final. c) Se reportan cifras en barriles equivalentes de petróleo (bep). Algunas equivalencias de utilidad son las siguientes: 1 bep = 5,81 Giga-joules, 1 barril de petróleo = 1,0015 bep, 1 barril americano = 158,98 litros.

**Fuente:** OLADE (2012)

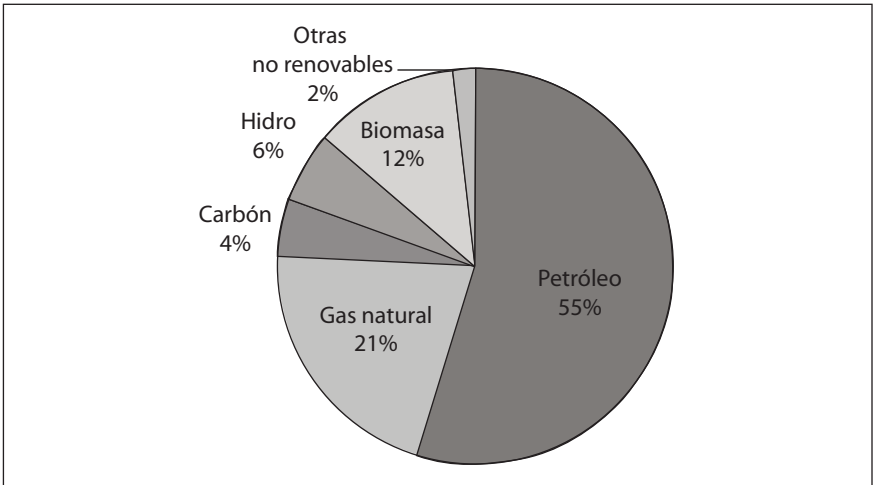
Elaboración propia

Cuando se desagrega el balance comercial por fuentes de energía, se identifica que, América Latina como región se especializa en la exportación de fuentes primarias y secundarias de energía. No obstante, a nivel de país, la mayoría son exportadores netos de energía primaria e importadores netos de energía secundaria. Solamente Argentina, Colombia, Paraguay, Perú y Venezuela mantienen un saldo positivo en su balance comercial de fuentes secundarias. Para los importadores netos, esta posición introduce un conjunto de restric-

ciones económicas, pues la dependencia respecto de los recursos externos no siempre puede garantizarse a precios adecuados y en cantidades suficientes.

En la actualidad, América Latina produce anualmente cerca de 7,2 mil millones de bep de energía primaria, y 3,3 mil millones de bep de energía secundaria (OLADE, 2012). La mayor parte de la producción primaria de la región se halla constituida por fuentes no renovables, aproximadamente un 80%. Véase gráfico 1.

**Gráfico No. 1**  
**Producción primaria de energía en América Latina: 2010**



Fuente: OLADE (2012).

Al menos la cuarta parte de la oferta energética<sup>5</sup> de América Latina se halla constituida por recursos renovables. En

contraste con la matriz energética mundial, que solamente contiene un 12% de oferta energética renovable. Esto supone

<sup>5</sup> La oferta total de energía se calcula como la suma de la producción interna de energía primaria, las importaciones, y la variación de inventarios (reservas), y de este monto se descuentan las exportaciones y la energía no aprovechada.



una posición ventajosa para América Latina porque en el mundo se planifica una progresiva transición hacia estas fuentes de recursos, tanto porque se reconoce la condición de agotamiento de los combustibles fósiles durante los próximos años, como por los efectos ambientales del cambio climático global asociado a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que se producen debido al uso de energía fósil. A la hora de decidir sobre la inversión en fuentes renovables y no convencionales de energía, la inestabilidad estructural que las caracteriza es una limitación importante, pero al mismo tiempo estas fuentes no están sujetas a la volatilidad de los precios internacionales característica de la energía fósil.

No obstante, aunque existen beneficios ambientales por la reducción de emisiones de GEI debido al uso progresivo de fuentes renovables de energía, también con estas fuentes se identifican diversos impactos ambientales. De hecho, cualquier estrategia para la seguridad energética deberá tomar en cuenta que todas las formas de producción a gran escala, ya sea de combustibles o de electricidad, en alguna etapa del proceso generan o pueden generar un impacto ambiental negativo (Hall et al., 1986; Oxilia y Luna, 2011).

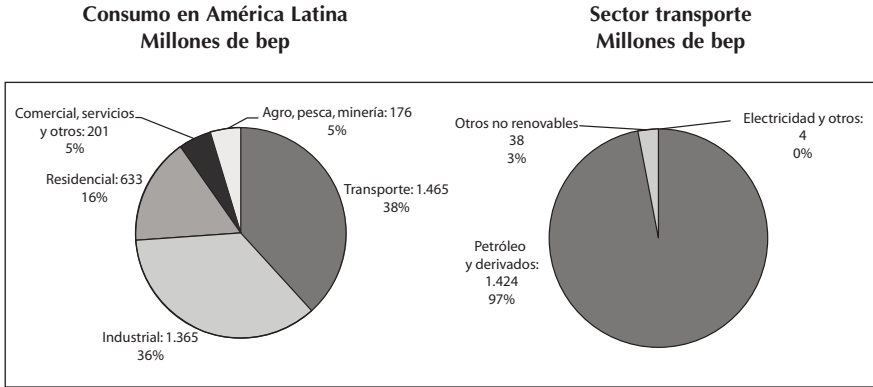
En América Latina, el mayor componente renovable de la producción primaria es la biomasa (55%). De acuerdo a Oxilia y Luna (2011: 20), dos aspectos

explican la alta contribución de la biomasa en la oferta energética regional: el uso de leña en el sector residencial y la producción de biocombustibles de primera generación. En ambos casos, se trata de un aprovechamiento energético que origina severas presiones en los recursos forestales y la biodiversidad, así como emisiones de GEI y otros efectos ambientales.

Sobre el uso de leña, las estimaciones de OLADE (2012) muestran una reducción en el consumo per cápita de América Latina, que pasó de 1,4 a 0,6 bep por habitante entre 1970 y 2010. Por el contrario, el consumo per cápita de bagazo se incrementó de 0,2 a 0,3 bep durante el mismo período. Actualmente se producen en la región latinoamericana 26,6 millones de m<sup>3</sup>/año de etanol para combustible, el 98% en Brasil (OLADE, 2010); y, 5 millones de m<sup>3</sup>/año de biodiesel (Oxilia y Luna, 2011).

El sector de transporte constituye una de las mayores preocupaciones energéticas a escala global. El sector consume cerca del 19% de la energía mundial, pero el 95% de sus fuentes son petróleo y sus derivados y el 99% son fuentes no renovables (IEA, 2011). En América Latina se observa una condición similar en la estructura del consumo energético total y del consumo del sector de transporte, aunque las fuentes renovables están completamente ausentes en el transporte. Véase el gráfico 2.

**Gráfico No. 2**  
**Consumo final de energía por sectores, 2010**



**Nota:** Se utilizó un factor de conversión de 5,8 millones btu = 1 bep, 1 btu = 1054,35 joules. Las categorías empleadas son: Petróleo y derivados: petróleo, diesel oil, fuel oil, gas licuado, gases, gasolinas/alcohol, kerosene y turbo. Otras fuentes no renovables: carbón mineral, coques, gas natural, nuclear. Electricidad y otros: electricidad, no energético, otras fuentes primarias y secundarias.

**Fuentes:** IEA (2011), OLADE (2012).  
 Elaboración propia

En cuanto al consumo de energía de la región, se registra un incremento en un factor de 2,2 entre 1970 y 2010 en el caso de la energía primaria, y un factor de 4,3 en el caso de la energía secundaria (OLADE, 2012). Además, existen algunos cambios en su composición. Los derivados de petróleo son desde los años setenta el principal componente del consumo de energía secundaria pero su participación se ha reducido; mientras que la proporción del consumo de electricidad se ha incrementado. De acuerdo a Oxilia y Luna (2011), esta transformación implica un cambio cualitativo originado en la modernización del sistema productivo, la expansión de la cobertura eléctrica, y la modernización del consumo doméstico (electrodomésticos diversos).

A pesar del incremento importante que ha tenido lugar en el consumo de energía de la región, persiste una amplia brecha respecto de los países desarrollados. La relación entre el promedio de América Latina y el promedio de la OCDE es de 1 a 5, es decir, mientras el habitante promedio latinoamericano consume menos de 1 tonelada equivalente de petróleo (tep) al año, el habitante promedio de la OCDE consume 5 tep al año. Dadas las perspectivas de crecimiento de la región, es previsible que este volumen de consumo siga incrementándose. De acuerdo a un análisis prospectivo de la OLADE (2008), se espera al menos duplicar el volumen de consumo diario de energía. En la actualidad se consumen a diario cerca de 11 megabeps y habrían expectativas de al-

canzar al menos 22 megabeps por día en el año 2032.

Estos elementos dan cuenta de algunos rasgos estructurales de los patrones de producción, consumo y comercio de energía en América Latina. En condiciones de crecimiento económico, es previsible para la región, un incremento significativo en el consumo de energía durante los próximos años. Cabe entonces preguntarse sobre las condiciones que permitirán garantizar la seguridad energética en la región. Un punto de partida para la discusión, será la definición de seguridad energética que se busca promover. Por un lado, se encuentra aquella concepción tradicional que visualiza a la energía como un insumo del crecimiento económico. Desde esta perspectiva, se procura garantizar el abastecimiento energético al mínimo costo económico posible. Por otro lado, existe una visión más compleja de la seguridad energética, que toma en consideración los límites físicos que caracterizan al recurso y otras dimensiones de la sustentabilidad que resultan afectadas debido a su utilización. Por eso, interesa discutir sobre esta segunda forma de entender la seguridad energética. En la siguiente sección se plantean escenarios de transición, cuya evaluación permitirá definir las bondades y limitaciones de los procesos de diversificación hacia fuentes renovables de energía.

## **2. Posibles escenarios de mediano y largo plazo**

Siguiendo la trayectoria actual de consumo, con una población y un PIB regional que crecen a tasas anuales de 0,1% y 2,8%, respectivamente, confor-

me proyecciones de IIASA (2009), se prevé que para los próximos 20 años la demanda energética de América Latina se incrementará en 1,4 veces, y para los próximos 90 años se triplicará. Entonces, cabe preguntarse sobre las condiciones de seguridad energética que permitirán satisfacer estas necesidades. A fin de contestar a esta pregunta, en esta sección se analizan dos escenarios de desarrollo energético para América Latina, que definen políticas diferenciadas para satisfacer los requerimientos crecientes de la región. En el primer escenario se proyecta un desarrollo energético inercial, conforme la trayectoria histórica de los flujos energéticos. El segundo escenario muestra proyecciones con metas específicas de diversificación, tendientes a promover el uso progresivo de fuentes renovables. Ambos escenarios se evalúan en dos períodos: el mediano y el largo plazo.

Para la construcción de estos escenarios se utilizan dos fuentes de información. La información histórica proviene del Sistema de Información Económica y Energética (SIEE) de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), cuyos registros de producción primaria, importaciones, exportaciones y reservas cubren el período 1970-2010. Para las estimaciones de consumo, producción y comercio energético hasta el año 2100, se utilizan proyecciones demográficas, económicas y energéticas elaboradas por el Instituto Internacional para el Análisis de Sistemas Aplicados (IIASA, 2009).

IIASA es un organismo austríaco de investigación científica, que en conjunto con la Iniciativa de gases de efecto invernadero (GGI, por sus siglas en inglés), ha desarrollado un conjunto de

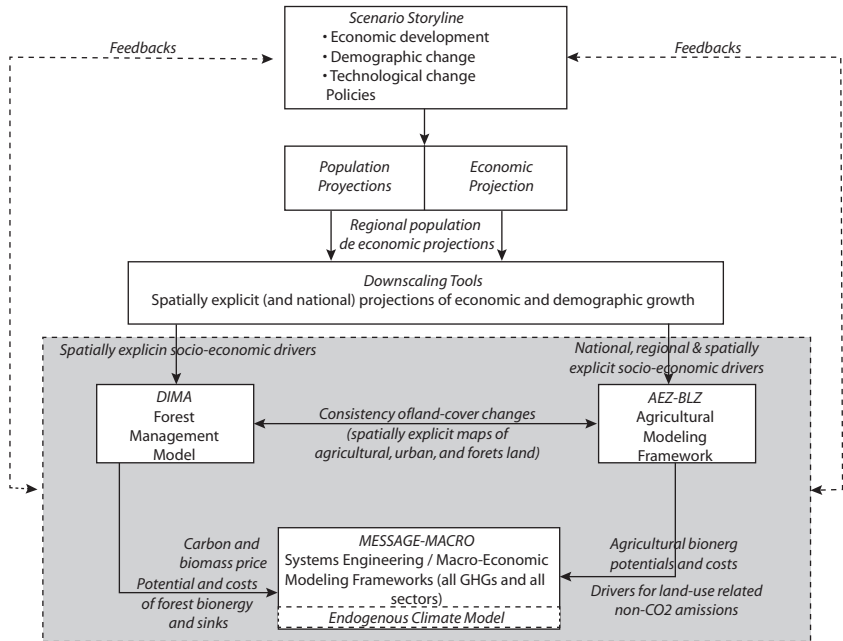
modelos que articulan varias disciplinas y sectores, creando un sistema de evaluación integrada (IIASA Integrated Assessment Modeling Framework) que permite abordar diversos problemas de la sustentabilidad en sistemas energéti-

cos y sus interacciones con varias actividades económicas que pueden afectar los suelos, los bosques y la agricultura. En el recuadro No.1 se reproduce un breve resumen del esquema de evaluación integrada de IIASA.

**Recuadro No.1**

La evaluación integrada en un marco de modelación permite combinar diferentes disciplinas, que operan a distintas escalas espaciales. Abarca a todos los sectores emisores de gases de efecto invernadero. La integración se logra a través de una serie de enlaces fuertes y otros débiles entre los componentes individuales, condición que garantiza la coherencia y verosimilitud del escenario interno.

**Gráfico No. 1**  
**Producción primaria de energía en América Latina: 2010**



Fuente: IIASA Integrated Assessment Modeling Framework

### 2.1. Planteamiento de escenarios

- a. En un escenario inercial, se proyecta la trayectoria histórica (entre 1970 y 2010) de los flujos energéticos de oferta y demanda. En este escenario se asume la ausencia de intervenciones de política que orienten cambios en la matriz energética de cada país.
- b. Un segundo escenario corresponde a la diversificación energética. En este caso, la intervención del Estado prioriza el uso de fuentes renovables. Se distingue una modalidad de diversificación lenta y otra dinámica. La diferencia entre ambos esquemas es una meta más alta de expansión de la producción primaria de energías renovables: para el primero se plantea incrementar en 1% la participación de fuentes renovables en la oferta energética nacional durante cada quinquenio; y, para el segundo se plantea un incremento de 5%.

Los supuestos generales que se utilizan para determinar la estructura de la oferta y la demanda energética comprenden:

- *La demanda de energía*

Se proyecta en función de tres elementos: i) la tendencia histórica del consumo per cápita de cada economía; ii) las proyecciones del crecimiento poblacional de cada país; y, iii) las proyecciones del crecimiento económico de cada país. Las dos úl-

timas proyecciones se toman de los trabajos realizados por IIASA (2009). Las cifras históricas del consumo per cápita sirven de base para estimar funciones de crecimiento lineal, exponencial, logarítmico, etcétera, del consumo per cápita de cada país de la región para el período posterior, conforme se determine en cada caso el mejor grado de ajuste de los datos a la respectiva función de estimación econométrica que aplica el método de los mínimos cuadrados ordinarios. Con las proyecciones demográficas de IIASA, se agregan las cifras de consumo total para cada país.

- *La producción primaria de energía no renovable*

Se considera la relación reservas/producción de cada recurso, que determina el número de años de producción que son factibles con un volumen constante de producción.<sup>6</sup> En aquellos casos en que esta razón supera el período de análisis, se asume que existen posibilidades de expandir la capacidad de producción, de manera que el acervo disponible de cada recurso no renovable puede llegar a agotarse durante el período de análisis.

- *La producción primaria de energía renovable*

Se distingue solamente entre dos tipos de fuentes renovables: hidroenergía y las demás. Una desagrega-

---

6 Se utiliza este supuesto para facilitar el tratamiento de la información. No obstante, en la práctica los planes de producción petrolera, por ejemplo, suponen una tasa de extracción creciente durante las primeras fases de explotación, y luego aplican tasas declinantes.

ción más amplia del sector energético renovable podría enriquecer notablemente la modelación de escenarios que se presentan en este documento. Sin embargo, existe escasa información o información poco concluyente sobre el potencial energético de los países latinoamericanos en cuanto a fuentes no convencionales de energía renovable (ver la sección previa). En estas condiciones, se propone para este trabajo una simplificación que funciona desde la perspectiva de la significación estadística de los resultados, aunque será necesario tomar en consideración algunas limitaciones analíticas que se introducen a partir de este supuesto. En la siguiente sección se estudian estos aspectos.

Se asume que la producción primaria de energía renovable tendrá como restricción la demanda doméstica total. Es decir, la capacidad de expansión de la producción de fuentes renovables estará limitada por los requerimientos domésticos de energía. Este supuesto permite garantizar la cobertura de la demanda interna y al mismo tiempo, permite hacer operativa una restricción en la escala de uso de energía. Ambas condiciones se identifican como elementos centrales de una estrategia para la seguridad energética sustentable. Para el caso de la hidroenergía se considera como restricción adicional el potencial hidroeléctrico de cada país.

Una restricción adicional que debería estudiarse en cada territorio tiene relación con riesgos ambientales o sociales que involucren procesos

irreversibles. En estos casos, será necesario aplicar el principio precautorio para decidir sobre la conveniencia de realizar ciertos emprendimientos energéticos. Siendo una modelación a escala nacional, una limitación de la modelación que se presenta en este estudio, es que no se realiza este análisis.

- Se calculan excedentes y deficiencias en los flujos energéticos de cada país, los cuales pueden destinarse a la exportación o solventarse con la importación de energía, respectivamente. Los flujos de importación y exportación de energía se calculan por la diferencia entre la oferta y demanda de energía de cada economía. Si la producción primaria supera el consumo doméstico, la diferencia podría ser exportada; y en forma inversa para las importaciones. En este aspecto, sin embargo, es preciso tomar en cuenta que el comercio internacional de los excedentes energéticos no solo depende de la disponibilidad de energía. Otros aspectos tales como la consolidación de la infraestructura necesaria para la interconexión física, restricciones de carácter técnico o diversos tipos de resistencia popular, y un entramado de regulaciones específicas pueden afectar los intercambios.

## 2.2. Análisis de resultados

### a. Escenario inercial

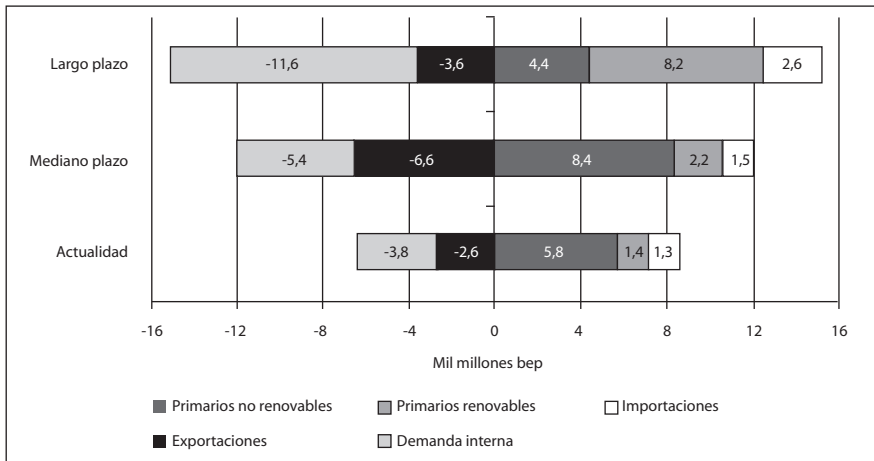
Con cifras de OLADE (2012) se estima que en la actualidad, la región latinoamericana cuenta con un exceden-

te de recursos energéticos. La producción agregada de la región a 2010 (5,8 + 1,4 millones de kbep<sup>7</sup> de producción primaria no renovable y renovable, respectivamente) permite cubrir la demanda interna de todos los países (3,8 millones de kbep) y se genera además un excedente energético suficiente para exportar. Conforme las proyecciones realizadas para el mediano plazo (2030) y el largo plazo (2100), en la ausencia de intervención gubernamental, la trayectoria del consumo energético anual de la región (5,4 y 11,6 millones de kbep en el mediano y en el largo plazo, respectivamente) puede seguir cubriéndose con la producción interna (10,6 y 12,6 millones de kbep de producción primaria en el mediano y en el

largo plazo, respectivamente) y se puede continuar exportando el excedente. En todos los casos, sin embargo, bajo este escenario inercial también es necesario importar una parte de los insumos energéticos que demanda cada economía.

Estas proyecciones se pueden revisar en el gráfico 3, que tal como los gráficos posteriores, muestra la estructura de la oferta y la demanda energética. La oferta se compone de la producción primaria de fuentes renovables y no renovables, así como también de las importaciones. En el gráfico, todos los rubros de la oferta se presentan en valores positivos. Por otro lado, la demanda de energía se presenta en valores negativos y se halla compuesta por el consumo doméstico y

**Gráfico No. 3**  
**Matriz energética de América Latina, escenario inercial**



Fuente: Estimación propia

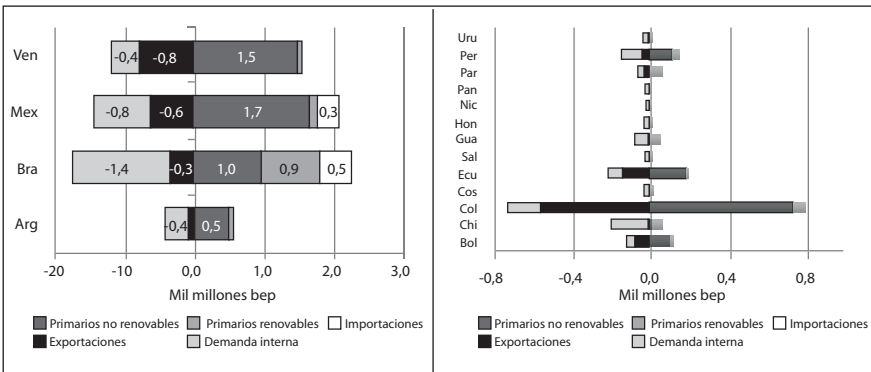
7 El prefijo “kilo” representa un factor 103= 1.000.

las exportaciones de energía.

Esta posición energética es aparentemente cómoda para la región, pues incluso en la ausencia de intervención gubernamental, la disponibilidad agregada de recursos muestra la suficiencia requerida para garantizar el abastecimiento energético regional. No obstante, existen diferencias importantes al interior de la región. Los recursos energéticos se distribu-

yen de manera desigual: mientras en países como Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, México, Paraguay, Perú y Venezuela el consumo actual se puede cubrir con la producción interna, en el resto de economías latinoamericanas son necesarios los recursos importados para satisfacer la demanda. Las economías que muestran mayor dependencia respecto de la energía importada son Chile, Pana-

**Gráfico No. 4**  
**Situación energética actual en América Latina**



Fuente: OLADE (2012)

má y Uruguay (véase gráfico 4).

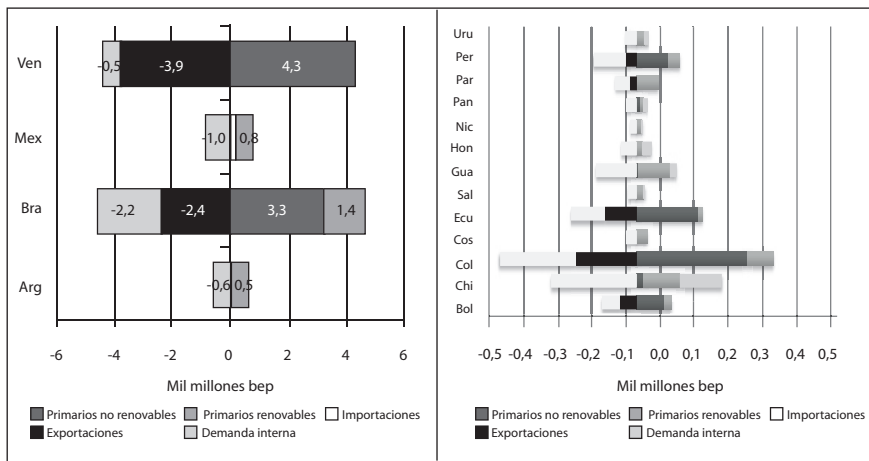
A mediano plazo, algunos países de la región tienen posibilidad de mantener o incluso expandir su capacidad de producción de energía primaria. Más adelante se verá que esto se debe principalmente a la disponibilidad de importantes reservas de petróleo, carbón mineral y gas natural en algunos países de la región. En estas condiciones, hasta el año 2030 en el agregado latinoamericano habría un incremento en la capacidad de garantizar el abastecimiento del consumo energético con la producción inter-

na, pero una vez más, a nivel de país existen diferencias significativas (véase gráfico 5).

En el largo plazo, en cambio, la mayor parte de economías latinoamericanas apenas logran cubrir su consumo a partir de la producción doméstica y muchas tienen creciente dependencia respecto de los insumos importados. La única excepción es Venezuela, en donde las reservas de recursos no renovables permiten abastecer con holgura las necesidades internas incluso en el largo plazo (véase gráfico 6).

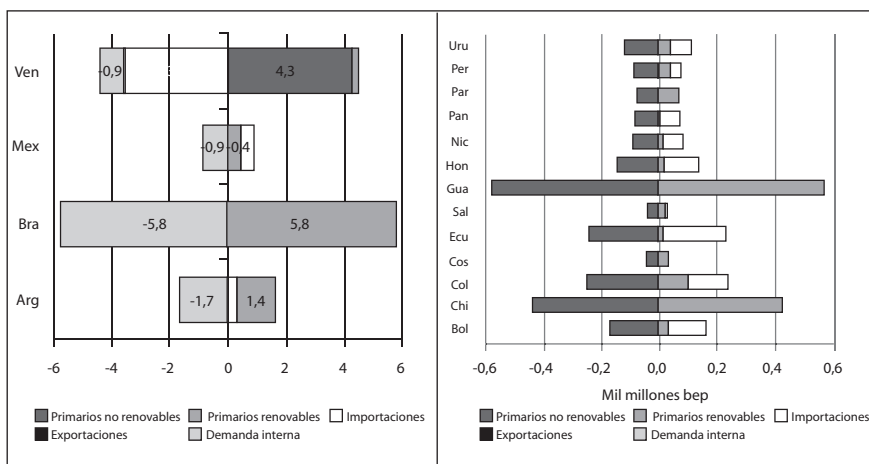


**Gráfico No. 5**  
**Situación energética inercial de América Latina en el mediano plazo**



Fuente: Estimación propia

**Gráfico No. 6**  
**Situación energética inercial de América Latina en el largo plazo**



Fuente: Estimación propia

La seguridad energética de varios países de América Latina, no solamente es afectada por la disponibilidad de los insumos importados, sino también por la condición de agotamiento de sus fuentes domésticas. En la actualidad, el 80% de la producción primaria de la región se halla compuesta por fuentes no renovables (véase gráfico 4), siendo Brasil, Colombia, México y Venezuela los países con las mayores reservas en la región. Se calcula que estos países en conjunto producen el 84% de la energía no renovable de América Latina. Siguiendo estas tendencias, a mediano plazo se proyecta que esta estructura no variará en forma significativa (79%), aunque en este caso, solamente la producción de Brasil y Venezuela acumularán el 90% del total de energía primaria. A largo plazo, en cambio, habrá una disminución considerable en la proporción de fuentes no renovables. Se proyecta que el 35% de la producción primaria estará compuesta por este tipo de recursos y el 98% de éstos se originarán en Venezuela.

Estas características inerciales en la estructura de la matriz energética regional y su distribución entre países, sugieren la necesidad de introducir la intervención estatal para garantizar la seguridad energética regional. Una estrategia de diversificación energética al interior de cada país puede contribuir a la reducción de la dependencia respecto de los insumos importados y de los recursos no renovables, que se analiza a continuación.

#### *b. Diversificación energética*

El potencial de la diversificación energética en los países latinoamericanos

ha sido analizado en varios estudios. Por ejemplo, en el caso ecuatoriano, el Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental (CEDA), presentó un estudio que discute la situación energética del Ecuador y evalúa el potencial de una estrategia de diversificación (Castro, 2011:10). La conclusión central del estudio es que “una matriz energética con mayor diversificación en sus fuentes en base a fuentes de energía renovable que operen de manera descentralizada... [contribuye a] una mejor seguridad energética, menor vulnerabilidad del sistema y mayores beneficios ambientales en Ecuador”. Otros estudios analizan la viabilidad de los procesos de diversificación en la región –véase por ejemplo los trabajos de Yépez-García et al. (2010) y Kozulj (2010).

En esta sección se analiza la contribución de una política de diversificación en las fuentes de energía, para garantizar la seguridad energética regional. Para ello, se plantean dos variantes de diversificación: una dinámica y otra lenta.

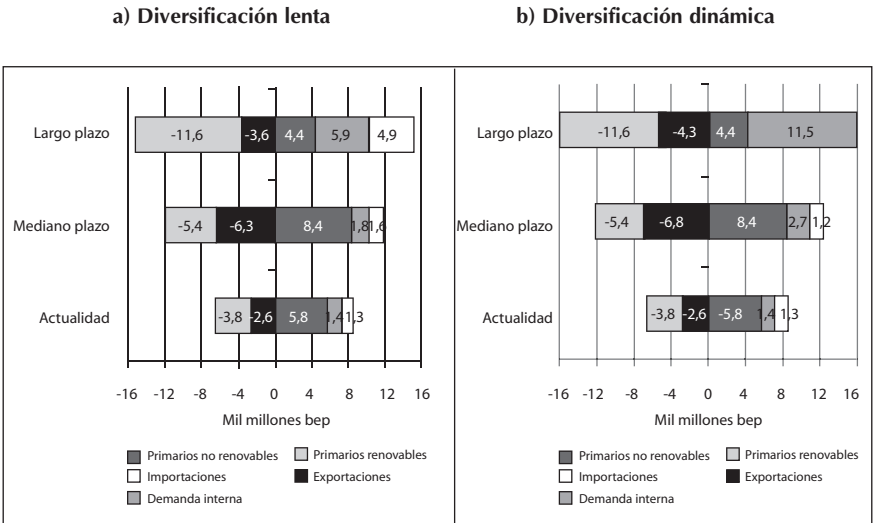
Para la diversificación lenta se asume que existe la meta gubernamental de incrementar cada quinquenio en 1% la participación de fuentes renovables en la oferta doméstica de energía primaria. Para la diversificación dinámica se asume una meta de incremento de 5% por quinquenio.

Como resultado de las proyecciones se tiene que si el proceso de diversificación es muy lento, en el agregado regional se pierde capacidad para garantizar el consumo interno con los recursos producidos localmente. Es decir, mientras la producción primaria es el doble de la demanda interna tanto en la actualidad como en el mediano plazo; para el largo plazo, la producción apenas cubre el

90% de los requerimientos energéticos de la región, y se potencia el grado de de-

pendencia respecto de los insumos energéticos importados (véase gráfico 7a).

**Gráfico No. 7**  
**Matriz energética de América Latina, escenarios de diversificación**



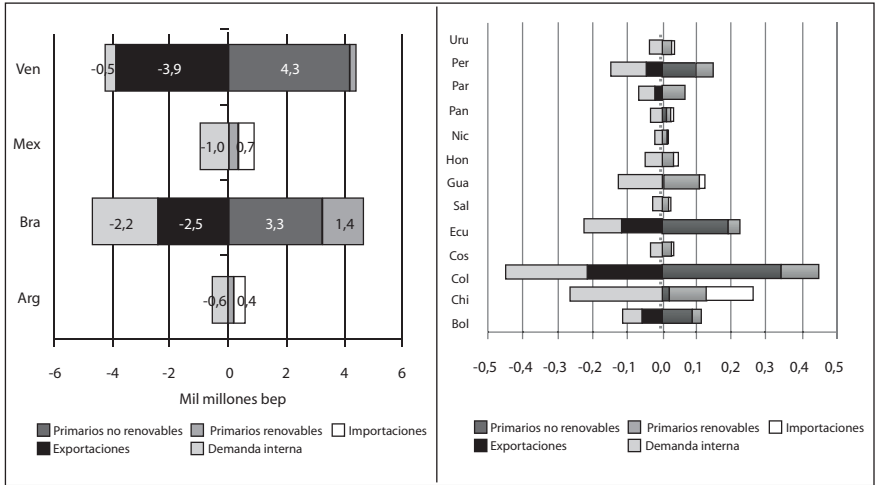
Fuente: Estimación propia

La situación difiere cuando se trata de un proceso de rápida diversificación. En estas condiciones, existe una mayor capacidad productiva interna para garantizar la cobertura de la demanda doméstica tanto en el mediano como en el largo plazo. Como consecuencia, la región muestra una reducida dependencia respecto de los insumos importados, y cuenta con mayores excedentes potencialmente exportables (véase gráfico 7b).

Un rasgo importante del proceso de diversificación dinámica es que en el lar-

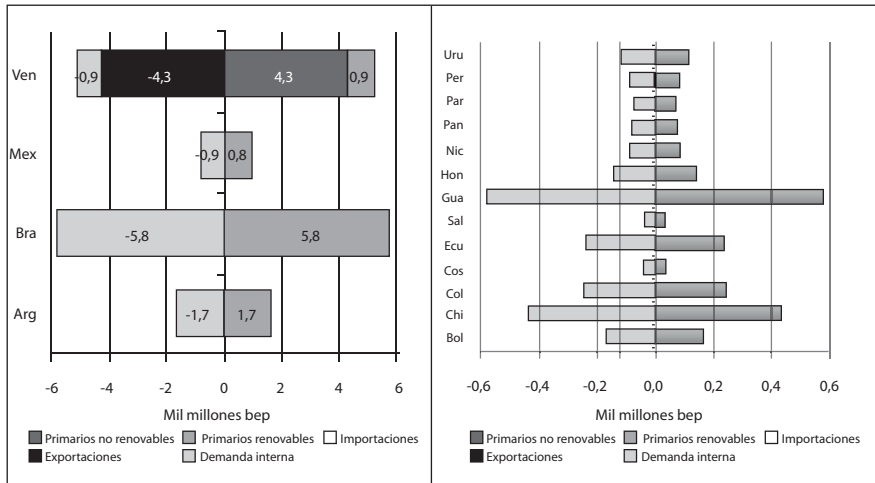
go plazo ninguna economía dependerá de las importaciones. A mediano plazo, la mayor parte de las economías latinoamericanas podrán cubrir más del 70% de su demanda energética con la producción interna. Son excepciones Argentina, Chile y México, en donde más del 50% de la oferta energética podría requerir energía importada (véase gráficos 8 y 9). Por el contrario, en un proceso de diversificación lenta, la dependencia respecto de las importaciones se encontrará más extendida en la región (véase gráficos 10 y 11).

**Gráfico No. 8**  
Escenario de diversificación dinámica a mediano plazo



Fuente: Estimación propia

**Gráfico No. 9**  
Escenario de diversificación dinámica a largo plazo



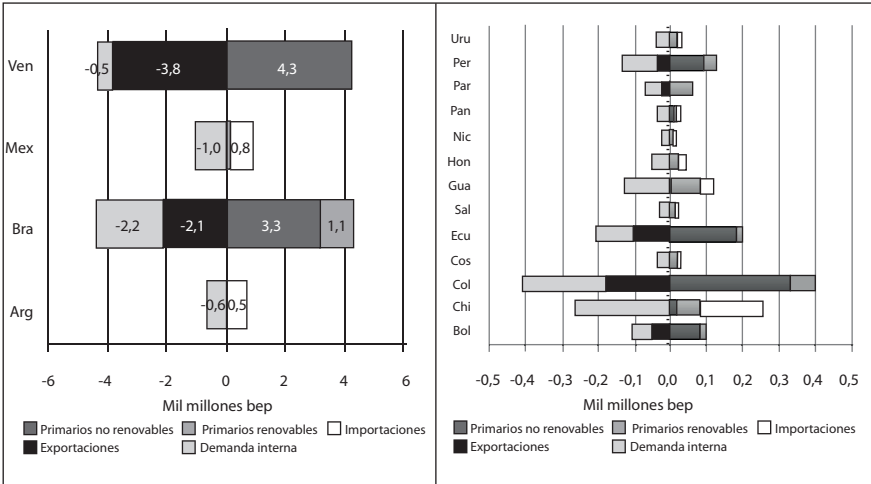
Fuente: Estimación propia

El segundo componente de dependencia energética que interesa evaluar es la contribución de fuentes no renovables. Al distinguir entre una política de diversificación dinámica y una lenta, la primera permite reducir de forma más efectiva la proporción de fuentes no renovables en la oferta total de América Latina, aunque es notable que en ambos escenarios de diversificación, la energía fósil continúa siendo la principal fuente de recursos para la región en el mediano plazo. Ya se ha explicado que estos recursos representan en la actualidad el 80% de la oferta energética regional, y se espera que una diversificación dinámica permita reducir en

forma significativa su participación: se calcula que hasta un 76% en el mediano plazo (véase gráfico 8) y hasta un 28% en el largo plazo (véase gráfico 9). Casi la totalidad de estos recursos no renovables provendrán de Venezuela (98%).

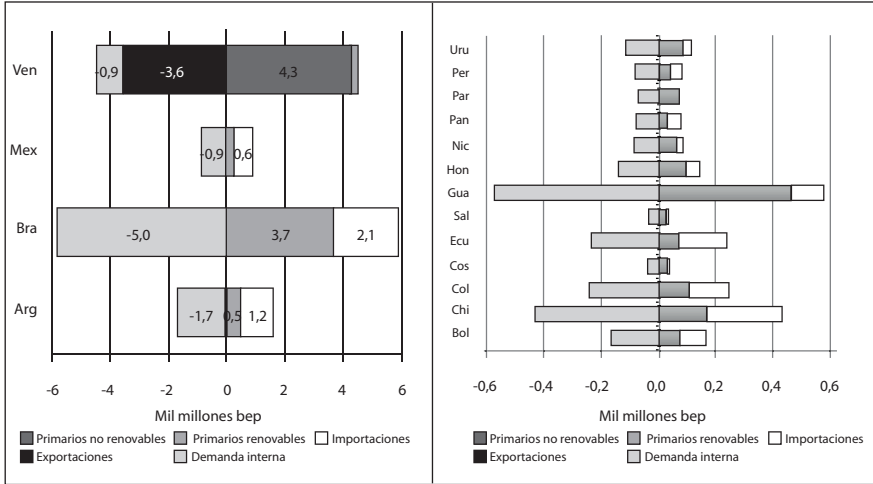
Con la diversificación lenta, en el mediano plazo se registrará un incremento en la dependencia respecto de las fuentes no renovables de energía, que serán el 82% de la oferta energética de la región. Para el largo plazo, esta relación disminuirá al 43%. Brasil acumulará el 39% de los recursos no renovables de la región en el año 2100 y Venezuela el 51% (véase gráficos 10 y 11).

**Gráfico No. 10**  
**Escenario de diversificación lenta a mediano plazo**



Fuente: Estimación propia

**Gráfico No. 11**  
**Escenario de diversificación lenta a largo plazo**



Fuente: Estimación propia

Con estos antecedentes se concluye que el desafío de la región no puede limitarse a la diversificación de sus fuentes energéticas. Un carácter renovable en el proceso de diversificación no es garantía de seguridad energética. De hecho, puede ser contraproducente por los riesgos sociales y ambientales que se hallan asociados a proyectos que se desarrollan a gran escala, en particular para la generación de hidroelectricidad y biocombustibles. Estos aspectos se analizan en la siguiente sección. Asimismo, si las políticas de diversificación no son dinámicas, se puede incluso poner en riesgo energético a la región al incrementar su dependencia respecto de recursos importados y fuentes agotables.

En un ambiente de creciente consumo energético, un aspecto de fundamental importancia es la posibilidad de ga-

rantizar la seguridad energética en la región a partir de la consolidación de un proceso coordinado de integración. Este aspecto, así como otros factores fundamentales para la sustentabilidad de la política energética, se analizan en la siguiente sección.

### 3. Factores clave para la sustentabilidad de una política energética

En este documento se plantea un concepto de seguridad energética que abarca una concepción más amplia que la suficiencia en el abastecimiento (o incluso autosuficiencia) que permita promover o sostener el crecimiento económico con el mínimo costo energético posible. Se argumenta que la aplicación de una noción de sustentabilidad en un sentido fuerte, que se plantea desde la

economía ecológica, puede contribuir a la seguridad energética tomando en consideración los límites físicos que caracterizan al recurso y otras dimensiones de la sustentabilidad. Estas “otras” dimensiones de la seguridad energética se analizan en esta sección. En particular: aspectos económicos como la limitada capacidad de financiamiento de nueva infraestructura energética y la dificultad de mantener mejoras continuas en la eficiencia energética; aspectos socio-ambientales relativos a los efectos del uso de diversas fuentes de energías; y, aspectos de la política referentes a la institucionalidad y el marco regulatorio sobre los complejos procesos de integración.

Por una parte, las condiciones biofísicas del sistema determinan una disponibilidad limitada de recursos. Debido al agotamiento previsible en las fuentes fósiles, las energías renovables se han considerado como una solución viable para garantizar la seguridad energética en el largo plazo. No obstante, tal como se ha analizado en la sección previa, una estrategia energética no puede limitarse al ámbito de la diversificación hacia fuentes renovables, requiere ser complementada con otros elementos que permitan garantizar también su sustentabilidad en el largo plazo. La diversificación energética no es el origen de posibilidades ilimitadas, también existen ciertas restricciones asociadas a algunas fuentes renovables, que analizamos a continuación. En consecuencia, un elemento fundamental de la seguridad energética será la reducción en la escala de uso de recursos para complementar las mejoras en la eficiencia energética que puedan lograrse con avances tecnológicos.

Cabe cuestionarse entonces ¿cuánta energía es necesaria para realizar aquellas actividades que son fundamentales para lograr una calidad de vida aceptable? Un ejercicio así lo propuso Max Neef (1986: 61), a partir de un cuantificador demográfico distinto, que denominó “persona ecológica” y que abrevió como “ecoson”. Max Neef explicaba que “la idea es establecer una escala aproximada de un drenaje razonable de los recursos que una persona necesita para lograr una calidad de vida aceptable”.

Es que en términos energéticos hay una distancia importante entre el consumo que realiza un individuo que emplea transporte público para movilizarse y aquel que lo hace en su propio vehículo (y más aún respecto del que va a pie). Estudiar la estructura del consumo energético así como estas diferencias en la escala de uso serán aspectos básicos para la definición de una política energética sustentable.

Las diferencias en el consumo energético per cápita entre países de altos y bajos ingresos han sido explicadas a partir del consumo exosomático de energía (Lotka, 1956; Georgescu-Roegen, 1971; Martínez-Alier y Roca, 2006). Exosomático proviene del prefijo «exo» que significa “fuera”, y del vocablo griego «soma» que significa “cuerpo”. Entonces, si el consumo endosomático (del prefijo «endo» que significa “dentro”) se interpreta como el consumo energético intrínseco a las necesidades corporales de los seres humanos o aquellas que se derivan de instrucciones genéticas; a diferencia de la categoría de exosomático, que definirá, el consumo que se explica por necesidades extra-corporales.

El consumo endosomático se define de manera independiente al nivel de ingresos de los individuos, se establece en base a los requerimientos nutricionales de los seres humanos, esto es, entre dos y tres mil kilocalorías diarias que permiten el funcionamiento del organismo. El consumo exosomático, en cambio, es independiente de las condiciones que determina la biología humana, se define por las condiciones económicas, culturales y sociales. Por lo tanto, se asociará un mayor consumo exosomático en aquellos individuos que tienen mayores ingresos (Martínez Alier y Roca, 2006).

Asimismo, las distintas etapas del crecimiento económico pueden crear patrones diferentes de consumo, por ejemplo una familia pobre que cocina con leña, al aumentar su ingreso seguramente podrá reemplazar este energético por otro más eficiente como el gas natural, es decir, una probable reducción en su consumo exosomático podrá ser explicada a partir del aumento en su ingreso. Sin embargo, en el agregado no siempre las mejoras en la eficiencia tecnológica se traducen en un ahorro energético, por el contrario, pueden resultar en un aumento de consumo total. Este aspecto se ha estudiado como “el efecto rebote” (Martínez-Alier, 2008), que se derivó del trabajo de Jevons (1865) sobre la sustentabilidad en el consumo del carbón.

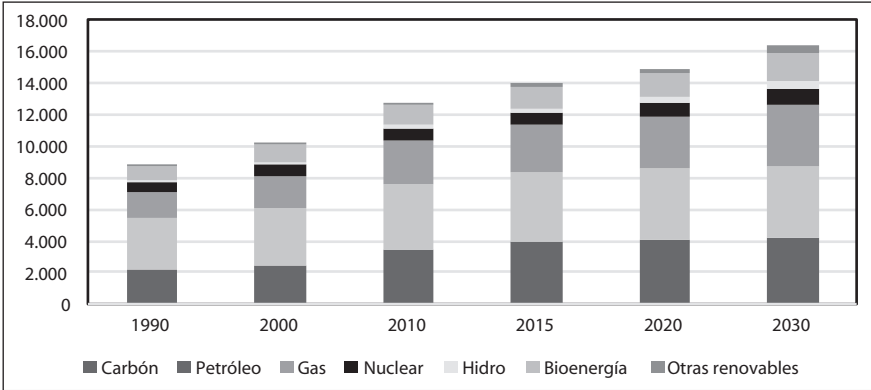
A partir del trabajo de Jevons (1865), sobre *La cuestión del carbón*, se estudió el impacto de las nuevas tecnologías en

los patrones de consumo energético. La conocida paradoja de Jevons plantea que aunque las mejoras tecnológicas permiten producir con mayor eficiencia, es decir, utilizar menos recursos por unidad de producción, en el agregado aumenta el consumo de energía porque los agentes intensifican el uso de la tecnología más eficiente. Un ejemplo contemporáneo de esta paradoja lo analizan Hildyard et al. (2012), cuando contrastan las ganancias en eficiencia en los vehículos que circularon en Estados Unidos durante los años sesenta con aquellos que circulan en nuestros días. Estos autores explican que la reducción en el consumo de energía que se deriva de una mayor eficiencia, se evapora (o incluso se invierte) con la expansión creciente del parque automotor. Es decir, aunque existan incrementos de la eficiencia energética, el efecto rebote puede resultar en un incremento del consumo total de energía.

Es evidente que a nivel mundial existe un creciente interés por impulsar tanto la transición hacia fuentes renovables, como las mejoras en la eficiencia energética. No obstante, el resultado neto de los esfuerzos emprendidos para conseguir esta transición tecnológica estaría coincidiendo con la paradoja de Jevons. En efecto, la demanda energética global en términos absolutos se incrementó durante los últimos años –aunque la crisis económica reciente ha moderado su ritmo de crecimiento– y existen expectativas de que continúe expandiéndose (véase gráfico 12).



**Gráfico No. 12**  
**Proyecciones de consumo global de energía**  
**Mil millones de bep**



**Nota:** Se utilizó un factor de conversión de 5,8 millones btu = 1 bep, 1 btu = 1054,35 joules.

**Fuentes:** IEA (2011), OLADE (2012).

Elaboración propia

Esto indica que la seguridad energética no solamente puede gestionarse desde una transición en la oferta sino que también es preciso impulsarla desde una transición en la demanda, reduciendo la escala del consumo, y en particular, del consumo exosomático.

Otro elemento que introduce restricciones para garantizar la seguridad energética es la limitada capacidad de financiamiento de infraestructura energética. La IEA (2011) calculó una inversión acumulada global de 38 billones de dólares que permitirá cubrir la demanda proyectada hasta el año 2035. El principal componente de esta inversión es la hidroelectricidad, con 16,9 billones (45%). Sin embargo, la energía fósil mantendrá un peso importante: 26% para petróleo (10 billones de dólares) y 25% para gas natural (9,5 billones). Los costos de inversión en diferentes fuentes de energía renovable se detallan en la

tabla 2, conforme cifras reportadas en el informe de IPCC sobre energías renovables y cambio climático (Bruckner et al., 2011; Edenhofer et al., 2011). En base a estos datos, se calcula que en América Latina, en donde actualmente se aprovecha solo un 23% del potencial hidroeléctrico, el monto de la inversión necesaria para instalar el potencial total sería de 500 mil millones de dólares con la estimación más conservadora. En este cómputo, sin embargo, no se consideran las especificidades en inversión tecnológica que supone la explotación del potencial hidráulico en una región con una alta complejidad geográfica y climática. La incorporación de estos aspectos seguramente derivaría en un monto más amplio de inversión necesaria. Por otro lado, un cálculo similar se podría realizar con las demás fuentes de energía, aunque habría que considerar la inestabilidad inherente a cada caso.

**Tabla No. 2**  
**Costo de la inversión para generación eléctrica a partir de fuentes renovables**

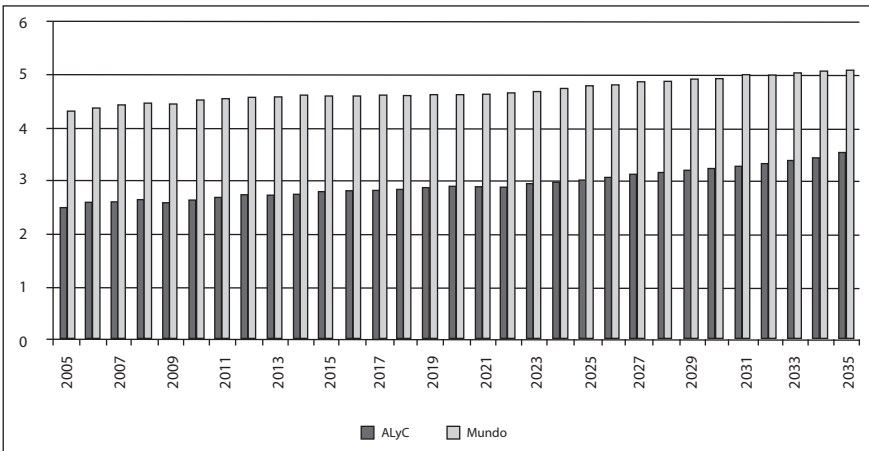
RECURSO	INVERSIÓN (US\$/kW)		
	MÍNIMO	MÁXIMO	PROMEDIO
Bioenergía	430	9.800	3.343
Solar	2.700	7.300	5.110
Geotérmica	1.800	5.200	3.175
Hidroeléctrica	1.000	3.000	2.000
Oceánica	4.500	5.000	4.750
Eólica	1.200	2.100	1.650

**Fuente:** Bruckner et al. (2011: 1004-1005)  
 Elaboración propia

Un elemento que adquiere cada vez mayor importancia en las estrategias energéticas de las economías, es la contribución de la transición hacia fuentes renovables para la mitigación del cambio climático. En este ámbito se argu-

menta sobre una responsabilidad diferenciada para las economías en desarrollo y las grandes economías industriales. Véase por ejemplo la comparación de la escala latinoamericana con la global (gráfico 13).

**Gráfico No. 13**  
**Proyección de las emisiones de CO<sub>2</sub>**  
**Toneladas per cápita**



**Fuente:** IEA (2011)  
 Elaboración propia

La diversificación, desde esta perspectiva, es abordada simplemente como una cuestión de expansión de la oferta energética en las fuentes renovables. Tal como se analizó en la primera sección, los principales componentes de la oferta en América Latina son la hidroelectricidad y los biocombustibles. No obstante, esta especialización no permite garantizar un modelo energético sustentable. En efecto, tanto la producción de biocombustibles como los grandes proyectos hidroeléctricos son el origen de conflictos ecológicos debido a los impactos sociales y ambientales que se asocian.

En particular, la producción de biocombustibles de primera generación ha sido ampliamente objetada debido a diversos impactos ambientales y sociales que se encuentran vinculados, algunos aspectos tienen que ver con riesgos relativos a la seguridad alimentaria. La producción energética a partir de biocombustibles demanda una gran cantidad de materia prima. Es decir, el desarrollo de esta industria supone que se emplea una ingente cantidad de recursos como tierra, agua, agroquímicos y otros. Se argumenta que el desarrollo de cultivos útiles para la producción de biocombustibles induce el reemplazo de grandes extensiones de tierra de producción agropecuaria, de fundamental interés para garantizar la seguridad alimentaria. La producción agrícola para estos fines entra entonces en una competencia por recursos como el agua y el suelo, y no sólo por su disponibilidad sino también por su calidad, que puede ser afectada por el uso intensivo de agroquímicos.

Esta lógica productiva introduce un conflicto de prioridades entre la seguri-

dad alimentaria y la seguridad energética, conflicto que no termina de resolverse porque además existe un debate inconcluso sobre los rendimientos energéticos y la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> que pueden asociarse a la producción de biocombustibles. Sastre et al. (2008) sintetizan cifras de diversos estudios sobre los rendimientos energéticos y emisiones atribuibles a los principales biocombustibles (véase tabla 3).

Las principales conclusiones que se obtienen a partir de su estudio apuntan en una dirección. No existen indicadores concluyentes sobre los rendimientos energéticos ni el estado del balance de emisiones de GEI que son atribuibles a diversos biocombustibles. Existe un amplio margen de variabilidad en los rendimientos, que depende de los supuestos y metodología que son utilizados en su cálculo. Por ejemplo, la definición de "energía" que se aplica determina resultados diferentes. Será más alto el consumo que incluye la energía indirecta, esto es, aquella que se empleó durante las diversas fases que componen el ciclo de vida de cada producto (es decir, no sólo la gasolina que se utiliza en forma directa para mover un automóvil sino también aquella que se utiliza para producir sus partes, transportarlas, ensamblarlas, etcétera). Otro aspecto que origina discrepancias son los factores de conversión adoptados para transformar el uso de insumos en unidades energéticas. Estos aspectos determinan resultados distintos al construir el balance de emisiones de GEI que se atribuyen a diferentes cultivos.

Las directrices europeas para el reemplazo de fuentes no renovables de

**Tabla 3**  
**Rendimiento energético y emisiones a partir de biocombustibles**

CULTIVO	RENDIMIENTO ENERGÉTICO		BALANCE DE EMISIONES DE GEI
	Litro / tonelada <sup>a</sup>	Producción/Uso <sup>b</sup>	% <sup>c</sup>
	BIOETANOL		
Maíz	372-287 <sup>(1)</sup> 370 <sup>(3)</sup>	1,34-1,39 <sup>(2)</sup> 0,78 <sup>(3)</sup>	-21%-38% <sup>(1)</sup> +30% <sup>(4)</sup>
Trigo	348 <sup>(1)</sup>	1,02-1,11 <sup>(1)</sup>	-19%-47% <sup>(1)</sup>
Caña de azúcar	73-90 <sup>(1)</sup>	8,3-10,2 <sup>(1)</sup>	nd
Remolacha azucarera	54-101 <sup>(1)</sup>	1,56-1,79 <sup>(1)</sup>	-41%-56% <sup>(1)</sup>
Leña	288 <sup>(1)</sup> 400 <sup>(3)</sup>	0,66-0,83 <sup>(1)</sup> 0,64 <sup>(3)</sup>	-51% <sup>(1)</sup> nd
BIO DIESEL			
Girasol	nd 260 <sup>(3)</sup>	3,00 <sup>(5)</sup> 0,46 <sup>(3)</sup>	nd nd
Soja	nd 180 <sup>(3)</sup>	1,5-3,3 <sup>(5)</sup> 0,78 <sup>(3)</sup>	-63% <sup>(1)</sup> nd

**Notas:** (a) Se mide en litros de biocombustible generado por tonelada de cada cultivo; (b) Se mide en kilocalorías de biocombustible generado por kilocaloría de energía utilizada. 1 kilocaloría = 4.186 joules; (c) Se mide la captación (emisión) de GEI en relación a la emisión de GEI asociada a la gasolina.

**Fuentes:** (1) IEA (2004), (2) Farrell et al. (2006), (3) Pimentel y Patzek (2005), (4) Pimentel (2001), (5) WWI et al., (2006), OLADE (2012).

energía en los estados miembros de la Unión Europea también suscitan un conjunto de desafíos energéticos para América Latina. En particular, la Directiva sobre biocarburantes aprobada por el Parlamento Europeo en 2009 buscaba incentivar el uso de biomasa en la generación de biocombustibles, a fin de producir una fuente energética alternativa para abastecer la demanda del sector transporte. Como resultado, se planificó limitar la emisión de GEI y promover un transporte más limpio, a partir de un estándar mínimo de 10% en el uso de energías renovables para el sector transporte hasta el año 2020, y una cuota del 20% de energías renovables en el consumo total de los países europeos. Esto

se traduce en una vasta cantidad de biocombustibles, que pueden obtenerse a partir del reemplazo de cultivos agrícolas tradicionales o la expansión de las áreas de cultivos para estos fines en los países latinoamericanos. Por ejemplo, Honty et al. (2005) estiman que para sustituir el 50% del combustible utilizado por el sector de transporte, en Brasil serán necesarias entre 18 y 224 millones de hectáreas, dependiendo del cultivo que se elija. Esta sustitución tendrá impactos directos en la seguridad alimentaria.

Respecto a los grandes proyectos hidroeléctricos, también pueden derivarse severos impactos sociales y ambientales, cuando su establecimiento requiere

el desplazamiento de poblaciones, o se ven afectados ecosistemas de los que éstas dependen, por ejemplo recursos forestales, biodiversidad o algunos servicios ecológicos fundamentales como la dotación de agua.

Otro aspecto que puede contribuir o destruir la sustentabilidad de una política energética son las posibilidades de aprovechar complementariedades energéticas en el marco de un proceso de integración regional. Hasta ahora, en América Latina han proliferado acuerdos bilaterales intra y extra regionales con resultados expeditos en el ámbito mercantil aunque alejados de los principios solidarios que sustentan la integración multilateral. Según explican González et al. (2008), en la región ha tenido lugar un proceso de "sobre integración", esto es, que diversos acuerdos bilaterales han emergido de forma paralela a los acuerdos multilaterales, y la ausencia de coordinación en ambos tipos de procesos ha socavado la propia integración, al introducir lineamientos contradictorios o dificultades para afianzar un marco institucional y regulatorio común, en particular para aquellos aspectos de mucha sensibilidad, tales como tarifas, impuestos, aranceles y resolución de conflictos.

Diversos estudios han evaluado el potencial de integración energética de América Latina (Ruiz-Caro, 2006; González et al., 2008; WEC, 2008; OLADE, 2011). Una de las principales conclusiones de estos trabajos es que la integración energética es un proceso que no solamente involucra la energía sino también otros factores. Por ejemplo, para la integración de infraestructura eléctrica o

de gas natural, la proximidad geográfica constituye uno de los aspectos fundamentales a considerar (WEC, 2008: 11). Pero definitivamente serían las prioridades de la geopolítica las que predominarían en la conformación de bloques energéticos intrarregionales. El problema fundamental es que los asuntos de la geopolítica se hallan centrados en la idea de promover la integración de los mercados antes que la integración de los pueblos, tal como argumenta Honty (2006). Esta integración de mercados se basa simplemente en la consolidación de interconexiones físicas para transportar energía útil para el crecimiento económico de cada país bajo una estructura de precios favorables al intercambio, mientras que estas otras dimensiones de la seguridad energética son ignoradas.

En definitiva, las políticas energéticas pueden propiciar efectos en diversos ámbitos. Por ello, los conceptos de suficiencia y diversificación quedan cortos para garantizar la seguridad energética. En esta sección se ha planteado la necesidad de una transición en los patrones de consumo que se oriente por una reducción en la escala de uso. Desde esta perspectiva, en lugar de centrarse en la ampliación de la disponibilidad de energía renovable, será importante introducir un cuestionamiento sobre las necesidades energéticas exosomáticas de cada población, conforme las características específicas de su territorio.

En una futura investigación deberá evaluarse una estrategia de integración regional. Por ahora, se pueden identificar algunos elementos que pueden contribuir a la consolidación de un proceso exitoso de integración. Lander (2010:

163) apunta que será preciso prestar “atención a los impactos productivos, sociales y culturales concretos que a corto, mediano y largo plazo puedan tener [los acuerdos de integración]”:

¿Profundizan el modelo primario exportador o fomentan procesos productivos endógenos? ¿Qué impactos tienen sobre el empleo? ¿Sobre la desigualdad? ¿Contribuyen a la profundización de la democracia? ¿Cuáles son sus impactos sobre la naturaleza? ¿Contribuyen a procesos de integración social y cultural entre los pueblos?

De hecho, algunos modelos de integración como la Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Sudamericana, mejor conocida como IIRSA, pudieron haber contribuido a la profundización de patrones históricos de subordinación, al mantener estructuras productivas altamente concentradas en sectores extractivos. Es que los sectores extractivos originan resistencia social, ya sea porque su expansión no logra resolver las desigualdades sociales o por los daños ambientales que afectan a las poblaciones que habitan en las áreas de explotación (Lander, 2010; Gudynas, 2012). Será preciso aplicar el principio precautorio, siempre que se identifiquen posibles riesgos o efectos indeseables irreversibles en lo social o en lo ambiental.

#### 4. Conclusiones

Los escenarios de desarrollo energético que se plantean en este documento evalúan los beneficios de la diversificación desde cuatro perspectivas: a) la disponibilidad de recursos en un marco de autosuficiencia energética de cada país,

b) la reducida dependencia respecto de la condición de agotamiento que caracteriza a la estructura de generación energética, c) los beneficios ambientales de la reducción en la escala de consumo energético, y d) los beneficios ambientales de la reducción en la generación de emisiones de GEI asociada al uso progresivo de fuentes renovables de energía. Todos estos elementos han sido evaluados desde una perspectiva de sustentabilidad fuerte, es decir desde los límites biofísicos existentes.

El planteamiento de estos escenarios permite concluir que un proceso de transición regional es necesario. Se demuestra que en condiciones inerciales, en la ausencia de intervención gubernamental, no es posible garantizar la seguridad energética en varios países de la región. Es decir, mientras en el agregado regional existen recursos disponibles para abastecer el consumo energético incluso en el largo plazo, la misma situación no se cumple para todas las economías al interior de la región. La mayor parte de países solamente logran cubrir sus necesidades energéticas a partir de una creciente dependencia respecto de los recursos importados, cuya disponibilidad no muestra condiciones de estabilidad.

Otro aspecto que amenaza la situación energética regional bajo condiciones inerciales, es la notable dependencia respecto de las fuentes energéticas no renovables. El consumo creciente que se proyecta para los próximos años se sustenta en estos recursos que se agotan progresivamente. Además, la presencia de impactos ambientales y sociales asociados al cambio climático global originado en el uso de fuentes fósiles, dan cuenta de la necesidad de una

transición energética hacia fuentes más limpias, aunque se admite que de una u otra manera, los emprendimientos energéticos de gran magnitud siempre involucran algún tipo de impacto, por lo que se hace necesaria una reducción de la escala de uso de energía y también un uso más eficiente. Estos aspectos motivaron la modelización de un segundo escenario, que evalúa ciertas condiciones de transición energética.

El segundo escenario analiza el potencial de una política orientada hacia la diversificación de fuentes de energía, que es complementada con la reducción en la escala de consumo regional, cuyo límite, se asume, está determinado por las necesidades domésticas de cada economía, aunque sería pertinente evaluar la estructura del consumo exosomático y definir algunos umbrales de sustentabilidad. La principal conclusión de esta evaluación es que la sola diversificación energética no permite resolver los desafíos de la seguridad energética regional.

Solamente condiciones de rápida diversificación permiten a la región reducir la dependencia respecto de las fuentes fósiles y de los recursos energéticos importados. Y aunque los resultados obtenidos muestran que es preciso reconocer que las fuentes fósiles seguirán siendo una parte fundamental del abastecimiento energético de la región; a su vez, será fundamental emprender una estrategia regional para la integración energética porque las fuentes renovables requieren cuantiosas inversiones para su desarrollo e instalación, difíciles de conseguir con la acción aislada de estas naciones.

Se ha visto además que el financiamiento de la infraestructura energética no puede convertirse en el único ele-

mento articulador de una estrategia de integración regional. Precisamente, cimentar la integración en interconexiones físicas para promover el crecimiento económico de cada nación a partir de un objetivo de suficiencia energética, es el origen de un espinoso proceso de integración que no ha podido consolidarse a lo largo de varios años.

En este artículo se han explicado al menos dos elementos básicos que contribuirán a la seguridad energética en la región en un marco de sustentabilidad. El primero, una diversificación energética condicionada por la escala de los posibles impactos en la población y los territorios. El segundo, una transición en el consumo exosomático orientada por el estudio de las necesidades energéticas que permitirán mantener una calidad de vida aceptable, esto es, apostar por una reducción en la escala de consumo energético antes que confiar en la eficiencia tecnológica. Estos dos elementos, sin embargo, pueden potenciarse en el marco de un proceso coordinado de integración regional que evite priorizar los objetivos de mercado.

Aunque en este estudio se recogen las principales dimensiones del problema de seguridad energética que caracteriza a la región latinoamericana y se orienta con algunas directrices de política pública para consolidar condiciones sostenibles en el largo plazo, la complejidad del problema implica una simplificación de otros aspectos que también resultan ser fundamentales. Un elemento importante que haría falta abordar en una futura investigación es el marco institucional y regulatorio para la transición energética de la región. Se ha explicado que la proliferación de acuerdos bilatera-

les es tanto causa como consecuencia del espinoso proceso de cooperación multilateral intrarregional que no logra consolidarse. Este elemento, junto con una evaluación detallada de un escenario de integración energética para la región, son los aspectos que se plantea desarrollar en futuras investigaciones.

## Bibliografía

- Acosta, A.  
2010 A modo de prólogo: Soberanías, una propuesta plural. En: Martínez, E. y Acosta, A., comps. *Soberanías*. Abya-Yala, Quito.
- Banco Mundial  
2011 *World Development Indicators*. Washington, DC. Estados Unidos: Banco Mundial.  
*BP Statistical Review of World Energy*, Junio 2011.
- Bruckner, T., Chum, H., Jäger-Waldau, A., Killingtveit, A., Gutiérrez-Negrín, L., Nyboer, J., Musial, W., Verbruggen, A., Wiser & R.  
2011 Annex III: Cost Table. En *IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*. Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Seyboth, K., Matschoss, P., Kadner, S., Zwickel, T., Eickemeier, P., Hansen, G., Schlömer, S. & von Stechow, C. (eds). Cambridge y Nueva York, Cambridge University Press.
- Castro, Miguel  
2011 *Hacia una matriz energética diversificada en Ecuador*. Quito: CEDA.
- Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Seyboth, K., Matschoss, P., Kadner, S., Zwickel, T., Eickemeier, P., Hansen, G., Schlömer, S. & von Stechow, C. (eds)  
2011 *IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*. Cambridge y Nueva York Cambridge University Press.
- Farrell, A., Plevin, R., Turner, B., Jones, A., O'Hare, M. & Kammen, D.  
2006 Ethanol can contribute to energy and environmental goals. *Science*, 311, 506-508.
- Georgescu-Roegen, N.  
1971 *The Entropy Law and the Economic Process*. Cambridge, Mass. London: Harvard UP, 1971.
- Global Wind Energy Council (GWEC)  
2010 *Global Wind Report. Annual market update 2010*. Bruselas, Bélgica: GWEC.
- González, M., Acosta, J., Guzmán, O., Obando, E., Pinguelli, L., Celi, P., Medinaceli, M., González, D. & Sohr, R.  
2008 *El factor energético y las perspectivas de integración de América del Sur*. Caracas, Venezuela: ILDIS, FES.
- Gudynas, E.  
2012 "Estado compensador y nuevos extractivismos. Las ambivalencias del progresismo sudamericano". *Nueva Sociedad*, No. 237: 128-146.
- Hall, C., Cleveland, C. & Kaufmann, R.  
1986 *Energy and resource quality. The ecology of the economic process*. New York: John Wiley & Sons.
- Hildyard, Nicholas, Lohmann, L. & Sexton, S.  
2012 *Energy Security For What? For Whom?* Dorset: The Corner House.
- International Energy Agency (IEA)  
2004 "Biofuels for transport". *Task 39*.
- IEA  
2011 *World Energy Outlook 2011*. París, Francia: OECD, IEA.
- International Institute for Applied System Analysis (IIASA)  
2009 *GGI Scenario Database Version 2.0*. Luxemburgo: International Institute for Applied Systems Analysis. Disponible en: <http://www.iiasa.ac.at/Research/GGI/DB/Jevons,WV>.
- 1865 *The Coal Question: An Inquiry Concerning the Progress of the Nation, and the Probable Exhaustion of Our Coal-Mines*. Londres: Macmillan.
- Kozulj, R.  
2010 *La participación de las fuentes renovables en la generación de energía eléctrica: inversiones y estrategias empresariales en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Lander, E.  
2010 "Los retos de otra integración en América Latina". En: Martínez, E. y Acosta, A., comps. *Soberanías*. Abya-Yala, Quito.
- Lotka, A.  
1956 *Elements of Mathematical Biology*. New York: Dover Publications.
- Martínez-Alier, J.  
2006 *Economía Ecológica y Política Ambiental*. México: Fondo de Cultura Económica.



- Martínez-Alier, J.  
2008 "Decrecimiento sostenible". *Ecología Política*, 35, 51-58.
- Organización Latinoamericana de Energía (OLADE)  
2012 *Sistema de Información Económica y Energética (SIEE)*. Quito, Ecuador: OLADE.
- OLADE  
2011 *Manual de Estadísticas Energéticas*. Quito, Ecuador: OLADE.
- OLADE  
2011 "La integración para la seguridad energética en América Latina y el Caribe". VI Foro de Integración Energética Regional. Panamá, 24-25 de octubre de 2011: OLADE.
- OLADE  
2010 *Informe de Estadísticas Energéticas 2010*. Quito, Ecuador: OLADE.
- OLADE  
2008 *Prospectiva energética de América Latina y el Caribe. Escenarios energéticos al 2032. Primer taller de trabajo – América del Sur*. Lima, Perú: OLADE.
- Organization of the Petroleum Exporting Countries (OPEC)  
2011 *Annual Statistical Bulletin 2010/2011*. Viena: OPEC.
- Oxilia, V. & Luna, N.  
2011 "Perspectivas de desarrollo energético en América Latina y el Caribe". *Enerlac*, 3(3): 11-24.
- Parlamento Europeo  
2009 Reglamento (CE) No. 1005/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea de 16 de septiembre de 2009 sobre las sustancias que agotan la capa de ozono. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 286/1. 31 de octubre de 2009. Disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:286:0001:0030:ES:PDF>
- Pimentel, D.  
2001 The limitations of biomass energy. En Meyers, R., (Ed.), *Encyclopedia of Physical Science and Technology*. San Diego, CA, Estados Unidos: Academic. pp. 159-171.
- Pimentel, D. & Patzek, T.  
2005 Ethanol production using corn, switchgrass, and wood; biodiesel production using soybean and sunflower, *Natural Resources Research*, 14 (1), 65-76.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)  
2012 *Tendencias mundiales de la inversión en energía renovable en 2011*. Washington: PNUMA.
- Ruiz-Caro, A.  
2006 *Cooperación e integración energética en América Latina y el Caribe*. Serie Recursos Naturales e Infraestructura, Santiago de Chile: CEPAL.
- Sastre, S., Peguero, G., Lomas, P., Di Donato, M.  
2008 Crítica y perspectivas de los AGRO (bio) combustibles: el caso de Cataluña en el contexto español. *CIP-Ecosocial, Dossier*, 7(1), 1-18.
- World Energy Council (WEC)  
2008 *Regional Energy Integration in Latin America and the Caribbean*. Londres WEC.
- World Watch Institute (WWI), Agency for Technical Cooperation (GTZ) & Agency of Renewable Resources (FNR)  
2006 *Biofuels for transportation: Global potential and implications for sustainable agriculture and energy in the 21st century*. Washington, DC: WWI, GTZ.