

## ENERGIA EN LAS TRANSICIONES

Gerardo Honty

CLAES

---

### *Introducción*

La proyección del consumo de energía a nivel global se enfrenta a límites físicos y ecológicos imposibles de ignorar. El pico de los hidrocarburos convencionales, las incertidumbres tecnológicas y ambientales de los no convencionales y la amenaza del cambio climático son solo algunos de ellos. En mundo requiere iniciar un proceso de transición hacia una matriz energética sustentable, entendiendo como tal aquella que pueda satisfacer las necesidades de todos los seres humanos “para siempre”.

En este texto se presentan orientaciones de políticas públicas para iniciar esas transiciones considerando los distintos componentes de oferta y demanda de la matriz energética: fuentes renovables y no renovables, transformación, y consumo para usos domésticos y productivos (industria, transporte y agropecuaria).

Estas propuestas forman parte del capítulo energético de la iniciativa Transiciones que varias instituciones latinoamericanas vienen llevando adelante ([www.transiciones.org](http://www.transiciones.org)).

El objetivo del presente documento es dar un breve panorama de la situación energética a nivel global y los límites ecológicos y físicos a los que la civilización humana se enfrenta, si pretende continuar el camino del desarrollo convencional. Estamos acostumbrados a describir el proceso productivo a través de la cadena Producción – Distribución – Consumo. Pero a esta cadena le faltan un par de eslabones que casi nunca son tenidos en cuenta por la economía: la fuente de los recursos y el desperdicio. Por lo tanto el ciclo completo que deberíamos considerar al analizar los procesos productivos (y particularmente el uso de la energía) debe ser: Recursos – Producción – Distribución - Consumo – Residuos.

En este texto vamos a analizar dos límites que se presentan al uso creciente de la energía en las sociedades modernas que están relacionados con estos dos eslabones perdidos: el agotamiento de los recursos fósiles (primer eslabón de la cadena) y el cambio climático (principal efecto global de los residuos del sector energético).

## El límite de los recursos

La energía es un factor clave para la producción y la satisfacción de innumerables necesidades humanas; máxime en la sociedad moderna donde la mayoría de los satisfactores de esas necesidades están asociadas al uso de la energía. Sin embargo el uso creciente de los recursos energéticos está encontrándose con límites físicos y restricciones ecológicas de una magnitud que hacen prever escenarios de difícil dilucidación en las próximas décadas. El agotamiento de los recursos fósiles (principal fuente energética del mundo contemporáneo) el calentamiento global y el aumento poblacional, sumado a la dificultad de establecer estrategias de desarrollo alternativo han puesto el problema de la producción y el uso de la energía en los primeros lugares de la agenda política internacional.

De acuerdo a los datos presentados en junio de 2011 en el Reporte Mundial de la Energía (BP, 2011) el petróleo continúa siendo la principal fuente de energía primaria en el mundo representando el 34% del consumo energético. Le siguen en orden el carbón (30%) y el gas natural (24%). La hidroelectricidad (6%), la energía nuclear (5%) y las fuentes renovables distintas de la biomasa (1%) completan el cuadro<sup>1</sup>.

Luego que la crisis del 2009 impusiera un descenso en el consumo energético global, en el año 2010 volvió a presentarse un crecimiento pronunciado (5,6%) la mayor tasa de crecimiento anual desde el año 1973. Este incremento fue fuertemente marcado por China que aumentó su demanda energética en un 11,3% respecto al año anterior y fue responsable por el 20,3% del consumo mundial total de energía, superando a Estados Unidos. En el año 2011 hubo un nuevo incremento del consumo energético global (2,5%) sostenido por los países en desarrollo (China fue responsable por el 71% de este crecimiento) mientras que los países desarrollados continuaron reduciendo su consumo (BP, 2011; BP, 2012).

Los países pertenecientes a la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, llamados comúnmente países “desarrollados” o “industrializados”) han estabilizado su consumo energético desde el año 2000 mientras que los demás países (comúnmente llamados “en desarrollo”) mantienen un constante crecimiento. A partir del año 2008 la relación entre ambos bloques ha cambiado y los países “en desarrollo” superan en consumo energético a los “desarrollados”. En el año 2010 los países de la OCDE consumieron el 46,7% de la energía mientras que los no-OCDE representaron el 53% del consumo global.

En el caso de América Latina en particular (excluyendo México y Chile que son parte de la OCDE) el aumento del consumo de energía en el año 2010 fue del 5,1% respecto al año 2009. A lo largo de la última década (2000 – 2010) el consumo energético en la región aumentó un 32%. Brasil es el mayor consumidor de energía (41%), seguido de Venezuela (14%) y Argentina (12%). La fuente mayormente utilizada es el petróleo (46%) seguido de la hidroelectricidad (25%), el gas natural (22%) y en menor medida el carbón (4%).

---

<sup>1</sup> Vale la pena aclarar que en estas estadísticas no se incluyen la leña y otras formas de biomasa que alcanzan el 10% de la oferta energética global y son muy importantes en varios países.

## Reservas

Como puede verse, la región es muy dependiente del petróleo. Pero este energético se ha topado con el llamado “pico” mundial del petróleo, el momento en el que la producción diaria de crudo convencional alcanzó su máximo posible y solo puede esperarse un pronunciado declive. Las reservas conocidas de petróleo alcanzan en la actualidad 1,4 billones ( $10^{12}$ ) de barriles. Con el consumo actual y suponiendo que todo el petróleo se pudiera extraer, esto alcanzaría para cubrir la demanda durante 46 años. Pero ni los yacimientos pueden ser explotados al 100% por razones técnicas, ni el ritmo de extracción puede mantenerse.

La “Prospectiva Mundial de la Energía” publicada por la Agencia Internacional de la Energía (AIE, 2010), informa que en el futuro “*la producción de crudo convencional alcanza un nivel casi estable de 68-69 millones de barriles diarios (mb/d), pero sin llegar a su pico histórico de 70 mb/d alcanzado en 2006*”. Esto quiere decir que si la demanda de petróleo continúa aumentando, no será posible abastecerla como se ha hecho hasta ahora.

Al haber alcanzado su pico la explotación de crudo convencional, el crecimiento esperado de la oferta (15 mb/d al 2030) provendrá del llamado petróleo “no convencional”, básicamente las arenas bituminosas (principalmente de las de Alberta en Canadá), el crudo extra-pesado (como el de la Faja del Orinoco) y los líquidos de gas natural. Suele incluirse también en esta categoría a las reservas ubicadas bajo el lecho marino en aguas muy profundas y debajo del casquete polar ártico. Las reservas no convencionales se estiman mayores que las convencionales pero sus costos de explotación y costos ambientales son también bastante mayores.

En el caso del gas natural, la mitad de todo el crecimiento esperado de la oferta provendrá de recursos no convencionales, principalmente de China, Estados Unidos y Australia.

### **GAS NO CONVENCIONAL**

Para la AIE el Gas No Convencional se refiere a una parte de la base de recursos de gas que ha sido tradicionalmente considerado difícil o costoso de producir. Distingue particularmente tres tipos de categorías de gas no convencional:

- **Shale gas**, es el gas natural contenido en formaciones rocosas, comúnmente clasificados como pizarra. Son formaciones de esquisto que se caracterizan por una baja permeabilidad, donde el gas fluye con menor facilidad que en un depósito convencional.
- **Metano de carbón**, también conocido como gas de hulla, es el gas natural contenido en capas de carbón. Aunque la extracción de metano en capas de carbón se llevó a cabo inicialmente para hacer las minas más seguras, ahora se produce típicamente a partir de las capas de carbón no explotables.
- **Tight Gas**, es un término general para el gas natural que se encuentra en formaciones de baja permeabilidad. En general, se clasifica como tight gas esos reservorios de baja permeabilidad que no se puede explotar económicamente sin el uso de tecnologías para estimular el flujo del gas tal como fracturación hidráulica.

## **PETROLEO NO CONVENCIONAL**

Para la AIE, el Petróleo No Convencional es aquel obtenido por técnicas no convencionales de producción. Este puede ser extraído de reservorios que contienen petróleos extra pesados o arenas petrolíferas que requieren un tratamiento *in situ* antes de que puedan ser traídos a la superficie para su refinación, o aquellos que pueden ser traídos a la superficie sin tratamiento y requieren procesamiento después de extraídos (*ex situ*). El petróleo convencional tiene un grado API mayor a 20° (densidad menor a 0.934 g/cm<sup>3</sup>), mientras que el no convencional posee un grado API menor a 10°.

Los petróleos no convencionales pueden clasificarse en:

- Arenas petrolíferas ("oil sands" o "tar sands")
- Petróleos extra-pesados (bitumen)
- Esquistos o pizarras bituminosas ("oil shales")
- Combustibles sintéticos derivados de la conversión de gas a líquidos ("gas-to-liquids" o GTL)
- Combustibles sintéticos derivados de la conversión de carbón a líquidos ("coal-to-liquids" o CTL).

### **Arenas petrolíferas ("oil sands" o "tar sands")**

Las reservas estimadas de estos recursos es de 2.4 billones de barriles, la mayor parte de las cuales se encuentra en Canadá (1.7 billones de barriles). Se estima que 315.000 millones de ellos pueden ser recuperables con las técnicas actualmente disponibles. Si estas arenas se encuentran en superficie (hasta 75 m de profundidad), se explotan en la forma de minería a cielo abierto. Dos toneladas de materiales deben ser removidos por cada barril de petróleo que puede obtenerse. En caso de encontrarse en profundidad suelen utilizarse técnicas de inyección de vapor o solventes para lograr su explotación.

### **Petróleos extra-pesados (bitumen)**

Las reservas estimadas de crudo extra pesado se sitúan en 2,1 billones de barriles de los cuales el 90% (1,7 billones) se encuentran en la Faja del Orinoco Venezolana. Sin embargo, con las técnicas actuales de explotación solo serían recuperables unos 250.000 millones de barriles. A diferencia de las arenas petrolíferas, este crudo solo se encuentra en el subsuelo, es de menor densidad y puede explotarse a través de las técnicas de perforación horizontal.

### **Esquistos o pizarras bituminosas ("oil shales" o kerógeno)**

Se trata de rocas sedimentarias, básicamente lutitas muy compactadas y laminadas. Se estiman reservas de entre 2,5 a 3 billones de barriles con una recuperación posible en torno a 1 billón de barriles. El 60% de estos recursos de concentran en Estados Unidos, seguido por Brasil, Jordania, Marruecos y Rusia. En caso de presencia de estos recursos a nivel del suelo se explotan en la forma de minería a cielo abierto. En caso de encontrarse en el subsuelo se utiliza la tecnología de fractura hidráulica. Hasta el 2030 no se espera un aporte significativo de este tipo de petróleo al menos que exista un salto tecnológico significativo.

### **"Gas-to-liquids" o GTL**

Se trata de convertir gas natural en combustibles que puedan ser utilizados directamente en motores de combustión. Para ello se utiliza la tecnología conocida como Fischer-Tropsch, que transforma el metano en gas de síntesis. En la actualidad existe una producción diaria de aproximadamente 200.000 barriles diarios de este tipo de hidrocarburos y no se espera un gran crecimiento en razón de sus altos costos.

### **"Coal-to-liquids" o CTL**

También utiliza la tecnología Fischer-Tropsch para transformar el carbón en combustible. La Agencia Internacional de la Energía prevé que la producción mundial de CTL alcance el millón de barriles diarios en el 2030.

Sin embargo estas prometedoras reservas de combustibles no convencionales enfrentan una serie de problemas técnicos, económicos y ambientales de difícil resolución. Datos de la realidad Estados Unidos –país líder en este tipo de explotaciones- demuestran que las tasas de recuperación (cantidad de hidrocarburos que efectivamente se puede extraer) se han demostrado muy bajas y la declinación de la capacidad de producción de los pozos muy alta. (Hugges D, 2013). Las tasas de retorno energético y económico también han sido muy bajas y el sobredimensionamiento de la industria está más vinculado a la especulación financiera que a sus reales posibilidades de explotación (Rogers D, 2013). Tanto en el caso del gas como del petróleo, sostener la capacidad de producción al nivel actual requiere de montos de inversión mayores que el valor actual de los hidrocarburos obtenidos.

Esto nos pone ante un escenario de combustibles más caros que los actuales, altamente contaminantes y que requerirán de enormes inversiones para hacer posible su explotación. Las implicancias de la escasez o carestía del petróleo son enormes. La alta densidad energética y la ductilidad de este combustible han determinado unas formas de producción y de consumo que son imposibles de sustituir a partir de las otras fuentes conocidas. Algunos usos como la generación de electricidad o de calor pueden encontrar sustitutos: eólica, solar, biomasas, etc. Pero en otros sectores como el transporte o la agricultura, la escasez de petróleo no va a ser fácilmente sustituible.

En particular, el caso de la cadena alimentaria ha sido señalada como uno de los sectores más vulnerables (Froggatt y Glada, 2010; FAO, 2011; UNEP, 2012). El aumento de los precios de petróleo debido a la escasez, tendrá consecuencias para la producción agrícola por el incremento de los fertilizantes y pesticidas así como el combustible para la maquinaria. La creciente dependencia de la agricultura de estos insumos hace aún más vulnerable al sector que en el pasado. Pero por otro lado, los alimentos forman parte de una cadena de transporte y distribución cada vez más larga. La FAO estima, por ejemplo, que la dieta diaria de un estadounidense medio viaja, en promedio, 8.000 kilómetros antes de llegar a su mesa. El reporte de Froggatt y Glada, preparado para la aseguradora Lloyd's de Londres, prevé una posible crisis de abastecimiento de petróleo en el corto plazo que pondría en serio riesgo a la cadena de transporte y distribución de alimentos.

Por su parte, en el terreno de las energías renovables, si bien la fuente en sí es renovable y potencialmente “infinita”, no lo son los materiales necesarios para la fabricación de los equipos necesarios para la transformación. Paneles solares, aerogeneradores, baterías y otros requieren de una serie de metales que son escasos. Algunos de ellos ya han alcanzado su “pico” de extracción (Wouters y Bol, 2009) y otros presentan un horizonte de reservas menor a 25 años (Graedel, 2010).

En el caso de las biomasas (biocombustibles sólidos, líquidos o gaseosos) el límite de la disponibilidad de tierras para su cultivo es bastante evidente y, al menos con las tecnologías disponibles en la actualidad o previsibles en los próximos 20 años, su posible participación es muy reducida.

Consecuentemente la expansión de la utilización de las energías renovables también tiene sus límites acotados de recursos.

## El límite ambiental

La extracción y uso de combustibles fósiles produce graves efectos ambientales. La región latinoamericana puede dar cuenta de los importantes impactos provocados por la explotación petrolera y de la polución que sufren sus ciudades a consecuencia de su utilización. Pero además de estos daños locales, en los últimos años ha cobrado relevancia el fenómeno del cambio climático, estableciendo un nuevo límite al uso de los combustibles fósiles.

A nivel de Naciones Unidas hay una definición clara respecto a que, para evitar un cambio climático “peligroso”, el aumento de la temperatura durante el siglo XXI no debería exceder el límite de los dos grados centígrados (PNUD, 2007)<sup>2</sup>. Para mantener el aumento de la temperatura media del planeta por debajo de los 2° C es imprescindible alcanzar una estabilización de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera de 450 ppm (partes por millón) como máximo. Para tener un punto de comparación recordemos que al comienzo de la revolución industrial el nivel era de 280 ppm, que en el 2009 alcanzó la cifra de 390 ppm y continúa en ascenso.

Según los datos con los que contamos hoy, para alcanzar un punto de equilibrio de 450 ppm de CO<sub>2</sub>, para el año 2050 el total de las emisiones mundiales debería reducirse a la mitad de las que hubo en el año 1990 e incluso continuar luego la disminución. Sin embargo, el informe de la AIE citado más arriba expresa: *“El aumento previsto en las emisiones de gases de efecto invernadero en el escenario de referencia nos está llevando a duplicar la concentración de esos gases en la atmósfera a fines de este siglo, lo que conllevaría una elevación de la temperatura media del planeta hasta 6° centígrados”*

Esto impone un nuevo límite al uso de combustibles fósiles. Según las Naciones Unidas (PNUD, 2007) para no sobrepasar los márgenes del cambio climático peligroso, solo podríamos emitir 1.400 gigatoneladas de dióxido de carbono (Gton CO<sub>2</sub>) a lo largo de todo el siglo XXI. Sin embargo, según la Agencia Internacional de la Energía, para el año 2050 ya habremos lanzado a la atmósfera 2.100 Gton CO<sub>2</sub> (AIE, 2009).

Si sumamos el remanente de petróleo convencional más el petróleo no convencional que se pretende explotar, la cantidad de carbono a emitir superaría largamente las 5.000 Gton CO<sub>2</sub> (Stern, 2007). *“Si el mundo pretende cumplir el objetivo de limitación del aumento de la temperatura mundial a 2 °C, hasta 2050 no se podrá consumir más de un tercio de las reservas probadas de combustibles fósiles, a menos que se generalice el uso de la tecnología de captura y almacenamiento de carbono”* (AIE, 2012).

El tiempo para tomar esta decisión es muy breve, 10 años según el Banco Mundial (The World Bank, 2010). Para lograr estabilizar la concentración de dióxido de carbono en 450 ppm las emisiones globales deberían dejar de crecer en 2015 (alcanzar el máximo) para luego comenzar a descender significativamente. Sin embargo las emisiones globales hasta el día de hoy continúan creciendo y las decisiones políticas que deben tomarse para cambiar esta trayectoria no se vislumbran.

---

<sup>2</sup> Varios países en América Latina –al igual que otros en otras regiones- han sostenido que este límite debería ser menor. Bolivia en particular, sostiene que este límite debería ubicarse en 1° C

Las usinas térmicas a carbón o petróleo, las refinerías y toda la infraestructura con ellas relacionadas tienen una vida útil de entre 40 a 60 años. Toda decisión que se tome ahora sobre las inversiones destinadas al sector energético tendrá implicancias en el volumen de gases de efecto invernadero que se emitan durante el próximo medio siglo. *“Nuestro Escenario 450, que examina las acciones necesarias para alcanzar dicho objetivo, refleja que cerca de las cuatro quintas partes de las emisiones permitidas para 2035 están ya comprometidas por centrales eléctricas, fábricas, edificios, etc. ya existentes. Si no se toman medidas para reducir las emisiones de CO2 antes de 2017, el conjunto de infraestructuras energéticas existentes en esa fecha habrá comprometido ya todas las emisiones de CO2 permitidas”* (AIE, 2012).

Existe una fuerte convicción en los países “en desarrollo” que sus emisiones son bajas y que les asiste el “derecho al desarrollo”, razones por las cuales no les compete asumir la reducción de emisiones como una tarea propia. Sin embargo, en el caso sudamericano esto es relativo: las emisiones no son bajas (en términos per cápita son bastante similares a las de los países “desarrollados”) ni puede reivindicarse razonablemente el derecho a destruir el ambiente de las generaciones futuras por el mero hecho de que otros ya lo comprometieron. Por razones de espacio no nos extenderemos en este tema por lo que sugerimos a los interesados la lectura del capítulo 2 del libro *“Cambio Climático: Negociaciones y Consecuencias para América Latina”* (Honty, 2011) disponible en [www.energiasur.com](http://www.energiasur.com).

## **Prospectiva**

Las proyecciones habitualmente aceptadas, como las de la AIE o del Departamento de Energía de los Estados Unidos (EIA, 2010), señalan un aumento global de energía cercano al 50% en los próximos 20 años. La mayor parte de este aumento se dará en los países asiáticos no pertenecientes a la OCDE, básicamente India y China donde el consumo energético más que se duplicaría. En América Latina el aumento esperado es de aproximadamente un 50%, mientras que en los países de la OCDE el aumento será muy reducido.

Una parte sustancial de este crecimiento de la demanda de petróleo proviene del sector transporte. La demanda de petróleo pasará de los 87,4 millones de barriles diarios (bdp) consumidos en 2011 a 99,7 millones bdp en 2035. El sector del transporte que ya supone más de la mitad del consumo mundial de petróleo, incrementará su participación en el futuro. El número de automóviles se duplicará y alcanzará los 1.700 millones mientras que la demanda de transporte de mercancías por carretera aumentará rápidamente (40% del aumento de la demanda mundial de petróleo). El precio medio para el crudo importado para 2035 rondará los 125 USD/barril (en USD de 2011) lo que representa más de 215 USD/barril en términos nominales (AIE, 2012).

Entretanto, los gobiernos de la región latinoamericana actúan bajo la premisa casi axiomática de la inevitabilidad (cuando no, la deseabilidad) del aumento del consumo energético. Todos los países se preparan para extraer más petróleo y gas, generar más electricidad, producir más bicomcombustibles, y estimulan modalidades de consumo que profundizan el crecimiento de la demanda. Subyacen en esta visión ideas de desarrollo y progreso según las cuales el aumento del consumo de bienes materiales se asocia a la felicidad y el bienestar.

En consecuencia la región latinoamericana se enfrenta a un desafío de difícil resolución. Casi la mitad de su abastecimiento energético depende del petróleo y las proyecciones indican que aumentará la demanda. Pero esta es una fuente de energía que será cada vez más escasa, más costosa, con mayores impactos ambientales, y aun suponiendo que se pudiera acceder a ella no podría utilizarse a riesgo de convertir al planeta en un páramo inhabitable. Sin embargo los planes y proyectos en la región solo admiten la premisa del aumento del consumo energético como signo de bienestar social. Desde esta perspectiva la idea de desarrollo no sólo se presenta como “insustentable” sino más bien como literalmente “imposible”.

En el corto plazo, es probable que muchos países de la región se vean enfrentados al problema de la escasez de petróleo y su consecuente aumento de precios. Los países que son importadores netos de petróleo o sus derivados podrán sufrir problemas de abastecimiento y aumento de los costos del crudo. Los países exportadores se encontrarán en la disyuntiva entre aumentar sus ingresos por la venta de un petróleo más caro, mantener sus reservas para uso propio o utilizarlo como arma de negociación en el terreno geopolítico. En cualquier caso estos países deberán soportar la presión internacional de gobiernos y empresas ávidos de combustibles.

En el mediano plazo, la suba de precios y la escasez de petróleo, sumado a la presión por la amenaza del cambio climático, es probable que induzcan el desarrollo de otras fuentes energéticas (sobre todo renovables), así como tecnologías y usos menos intensivos en combustibles fósiles. Al decir de Ahmed Zaki Yamani (ex-Ministro de Petróleo Saudí y ex-Secretario General de la OPEP) *“la Edad de Piedra llegó a su fin no por la falta de piedras, y la edad del petróleo terminará pero no por la falta de petróleo”*. Las nuevas formas de producir y utilizar la energía irán dejando a las opciones petroleras en “la edad de piedra”. Las inversiones energéticas son de largos períodos de retorno (40 ó 50 años) y condicionan toda la infraestructura en varios sectores (transporte, industria, electricidad, etc.) por muchos años. Por lo tanto es aconsejable que los países analicen si es conveniente ampliar las inversiones en el negocio del combustible fósil o prepararse para las tecnologías del futuro.

## **Energía y pobreza**

La AIE (2011) estima que hay 1.300 millones de personas (más del 20% de la población mundial) que no tiene acceso a la electricidad y existen 2.700 millones habitantes en el planeta (el 40% de la población) que dependen exclusivamente de la biomasa para cocinar sus alimentos pues no tiene acceso a otras fuentes energéticas.

La contaminación del aire en los hogares causada por la utilización de biomasa tradicional y carbón provoca la enfermedad y muerte de millones de personas en el mundo. El reporte estima que más de 1,5 millones de personas morirán prematuramente cada año hasta 2030, una cifra mayor que las muertes causadas por malaria, tuberculosis o SIDA (AIE, 2010b).

En muchos casos, las poblaciones de bajos recursos que acceden a energéticos “modernos” para cocción o calentamiento de agua, deben pagar por esta energía un costo mucho mayor que el que pagan los más adinerados. En Argentina, el precio de la unidad calórica del gas licuado de petróleo o supergás (GLP) es más de tres veces la del gas natural. Sin embargo buena parte de la población de menores ingresos (el 40% del quintil más pobre) utiliza GLP mientras que en el



quintil más rico, el 90% utiliza el gas natural más barato (Altomonte, 2008). En el área rural de Bolivia, los costos para cubrir la demanda del 11% de energía que podría ser sustituida por electricidad significan, en promedio, un 78% del gasto energético total de una familia (Fernández, 2010).

La AIE dice además que para el año 2030 estas cifras no sufrirán cambios significativos a menos que se adopten políticas e inversiones específicas con este fin. El informe calcula que para solucionar este problema en el 2030 se necesita una inversión global de 30 mil millones de dólares anuales para llevar la electricidad a las poblaciones que aún carecen de ella y 3,5 mil millones anuales para hacerles llegar mejores opciones de cocción. Toda esta inversión representa menos del 3% de todos los fondos que se proyectan destinar al sector energía mundial en ese período (AIE, 2011).

En particular para América Latina se calcula que existen 31 millones de personas sin acceso a la electricidad y 85 millones (un tercio de la población) aún utilizan biomasa (leña, residuos vegetales o estiércol seco) para cocinar. Llevar la electricidad a todos los latinoamericanos tendría un costo adicional de 7 mil millones de dólares entre 2010 y 2030, es decir, una inversión anual de USD 285 millones. Otros 2 mil millones de dólares serían necesarios en mismo período (USD 95 millones anuales) para lograr el acceso a nuevas formas de energía para cocinar a toda la población de América Latina (AIE, 2010b)

### **Sustentabilidad energética**

Ante el pico del petróleo y el cambio climático, parece imprescindible comenzar a imaginar alternativas que permitan armonizar las necesidades energéticas humanas con la sustentabilidad ecológica. Esto va de la mano del abandono de la noción misma de desarrollo y la búsqueda de nuevos paradigmas evolutivos para las sociedades. En lo relativo a la energía, el objetivo final debería ser asegurar la disponibilidad de energía para la satisfacción de las necesidades humanas de manera sustentable, es decir “para siempre”. Esto es, lograr una matriz energética que solo dependa de fuentes renovables utilizadas de manera que garanticen su renovabilidad.

La energía no se crea ni se fabrica: la energía se transforma. Nadie puede crear energía de la nada, sino que se requiere de alguna forma de energía previa para obtener una energía útil para los fines humanos. Suele hablarse de países “productores” de petróleo o de gas natural. Pero esto es falso: estos recursos han sido producidos por la Naturaleza y los países lo único que hacen es extraerlo. La gran fuente primaria de energía de nuestro mundo ha sido y es el sol. Todas las formas de energía son derivaciones de aquella gran fuente de energía primigenia: la leña es el resultado del proceso de fotosíntesis que las plantas y los árboles hacen con la energía solar; los combustibles fósiles (gas natural, petróleo y carbón) son el resultado de la descomposición de animales y plantas que acumularon la energía solar durante su vida y una vez muertos fue conservada en el subsuelo terrestre a lo largo de millones de años; el viento y la fuerza de los ríos también son el resultado de la acción del sol. Las únicas excepciones a esta regla son la geotermia (una energía que proviene del centro mismo de la Tierra), la nuclear (contenida en ciertos minerales) y la mareomotriz (que depende de las fuerzas gravitacionales).

Pero si la energía no se produce sino que se transforma, la única manera de utilizarla sosteniblemente es aprovechando el flujo de energía que se “reproduce” natural y

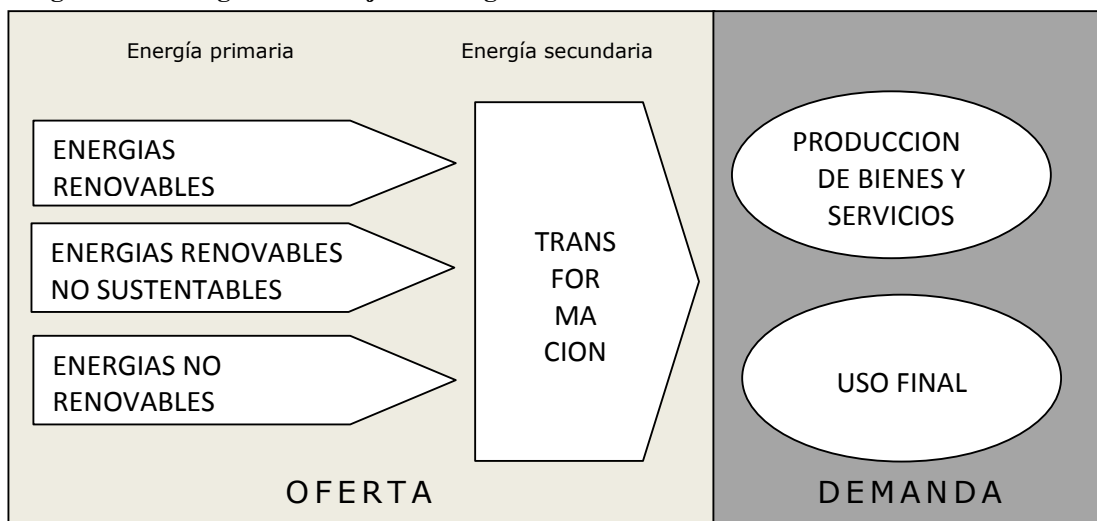
constantemente. La humanidad ha estado en los últimos 100 años consumiendo vorazmente un capital solar acumulado durante cientos de millones de años. Y esto podrá durar a lo sumo 20 años más. Es un pequeño oasis de 120 años en toda la historia humana. La sostenibilidad del uso de la energía en el futuro dependerá de la capacidad de aprovechamiento de la energía solar y sus derivadas. Y de esto se trata el “para siempre”. Las Transiciones deben enfocarse en preparar la institucionalidad y la tecnología capaces de administrar con eficacia y equidad ese flujo de energía que se reproduce natural y constantemente en la biosfera.

## POLÍTICAS ENERGÉTICAS PARA LAS TRANSICIONES

Las políticas energéticas en las transiciones deben ser abordadas en distintos ámbitos y sectores. A los efectos de este análisis abordaremos los distintos aspectos que componen la matriz energética de acuerdo al diagrama presentado en la Figura N° 1. Como puede verse, la matriz está compuesta por un sector denominado “Oferta”, donde se presentan las fuentes de energía que alimentarán el sistema, y otro denominado “Demanda” donde se representan los sectores que consumen la energía. Una primera observación es que la sustentabilidad de una matriz, no solo está determinada por la oferta energética (cantidad y tipo de fuente) sino también por la demanda (cantidad y forma de uso de la energía).

En todos los sectores de la cadena existen impactos ambientales, ya sea en la extracción de recursos naturales para el abastecimiento, como en la transformación (donde se generan residuos, efluentes, etc.) o en el consumo ya sea productivo o final (donde también se generan residuos y efluentes). Consecuentemente, reducir el consumo de energía, así como controlar las formas de su obtención, transformación y consumo se vuelven elementos claves para el diseño de una matriz energética sustentable.

**Figura N° 1 Diagrama de flujo de energía<sup>3</sup>**



### 1. Las fuentes primarias

Se denominan fuentes primarias a aquellas formas de energía tal como se encuentran en la naturaleza: hidráulica, eólica, gas natural, petróleo, carbón mineral, nuclear, solar, oceánica, etc. Algunas de ellas pueden ser utilizadas directamente, otras requieren de su transformación para poder ser aprovechadas por el ser humano.

<sup>3</sup> Algunas fuentes energéticas primarias son utilizadas directamente sin pasar por procesos de transformación, como el caso de la leña y el gas natural.

Las fuentes primarias pueden ser clasificadas de diferentes maneras:

*Alternativas*: son aquellas que no están presentes en la matriz energética de un país. Por ejemplo, el gas natural o la energía eólica pueden ser igualmente fuentes alternativas en un país que no las haya tenido anteriormente.

*Renovables*: es un atributo de la fuente. Es una forma de la energía que por su naturaleza fluye continuamente en la biosfera. Por ejemplo: eólica, solar, hidráulica, etc.

*Sustentables*: es una condición dependiente de su forma de apropiación. No todas las fuentes renovables son sustentables pues la renovabilidad depende de la manera en que estas son apropiadas por el ser humano. Algunos ejemplos: La leña recolectada de bosques naturales solo es sustentable si el proceso de recolección garantiza la conservación del ciclo de renovación del bosque. Los cultivos energéticos (para leña, biocombustibles, biogás, etc) serán sustentables dependiendo de las condiciones de cultivo, la materia prima utilizada, la intensidad y extensión de los cultivos, etc. La hidráulica será sustentable dependiendo de las condiciones tecnológicas de su apropiación, la dimensión de una represa, la interferencia con el ciclo hídrico, etc.

*No renovables*: Son aquellas que tienen un stock finito en la naturaleza y cuya utilización agota irremediablemente las reservas. Ejemplos: petróleo, gas natural, carbón mineral y uranio.

*Limpias*: Esta es una definición un poco más ambigua. Suelen denominarse fuentes “limpias” aquellas que no producen efluentes líquidos o gaseosos contaminantes en su proceso de aprovechamiento. Algunas fuentes como la nuclear o la hidráulica suelen ubicarse controversialmente en esta categoría.

El objetivo final de las transiciones es alcanzar una matriz energética cien por ciento renovable y sustentable, única forma posible de asegurar “para siempre” la disponibilidad de energía para la supervivencia humana.

### **1.1 Fuentes primarias: Medidas para las transiciones**

Según el IPCC (2011) el potencial técnico de las renovables es suficiente para cubrir la demanda de energía mundial. Pero el potencial técnico está limitado por cuestiones ambientales, económicas y culturales. Los escenarios a futuro descritos en el informe señalan una participación máxima de las fuentes renovables en la matriz primaria mundial de hasta el 27% en 2030 y 77% en 2050. En América Latina la proporción de renovables en la matriz energética de 2030 alcanzará al 30% correspondiendo 18% a biomasas, 10% a hidráulica y 2% a otras renovables (AIE, 2009)

**Cuadro N° 1: Principales fuentes de energía renovable**

Fuente	Descripción
Bioenergía	Incluye una variada gama de productos finales sólidos, líquidos o gaseosos. A modo de ejemplo en esta categoría se incluyen: etanol, biodiesel, biogás, leña, residuos agropecuarios, residuos urbanos, <i>pellets</i> , entre otros.
Hidráulica	Es la energía contenida en el agua que fluye de una altura superior a una menor. Puede requerir distinto grado de obras civiles para lograr su aprovechamiento.
Solar	En esta categoría se encuentran diversas tecnologías que pueden ser utilizadas tanto para generación de electricidad fotovoltaica o térmica (concentradores), como para usos calóricos directos (agua caliente sanitaria, calor para procesos productivos, calefacción, etc.)
Eólica	Aprovecha la energía del viento para convertirla en electricidad o energía mecánica (ej: bombeo de agua).
Geotermia	Es la energía contenida en reservorios hidrotermales bajo el suelo terrestre. Estos fluidos a altas temperaturas puede ser utilizado para generación de electricidad u otros usos calóricos.
Oceánica	Incluye un conjunto de formas de aprovechamiento de las corrientes, olas, gradientes térmicos y fuerzas gravitacionales presentes en los océanos y mares. La mayoría están en fase de investigación o ensayos piloto.

El proceso de las transiciones debe estar orientado a reducir progresivamente el uso de fuentes no renovables y aumentar la utilización de fuentes renovables sustentables. Para ello deben tomarse una serie de decisiones políticas, aplicar algunas medidas novedosas y profundizar otras que ya están siendo implementadas. El objetivo principal de este listado es ofrecer una serie de medidas posibles de ser tomadas aún en el contexto del pensamiento económico y social actual. Algunos ejemplos indicativos, no exhaustivos, se verán a continuación.

*Moratoria a la exploración de nuevas reservas fósiles.* Además de los impactos ambientales ya conocidos de la explotación de hidrocarburos convencionales y los aún mayores de los no convencionales, las reservas probadas de estos recursos fósiles contienen más carbono del que se puede emitir para evitar el cambio climático peligroso como se vio anteriormente. Por lo tanto no tiene ningún sentido aumentar la cantidad de reservas de algo que no vamos a poder utilizar.

*Internalización de externalidades.* Este es un instrumento económico bastante aceptado -aunque poco utilizado- y que cuenta con antecedentes. En el caso de la explotación y utilización de hidrocarburos, la sola incorporación de los costos sociales y ambientales en las evaluaciones previas o en los precios finales haría inviables muchos emprendimientos y aplicaciones. Solo a modo de ejemplo pueden citarse los juicios a Chevron Texaco en Ecuador o a BP en Estados Unidos (Deep Horizon) que han evaluado los daños producidos en USD 18.000 millones y USD 7.500 millones respectivamente.

*Reorientar subsidios.* Los subsidios a la explotación, transporte y consumo de hidrocarburos llegan a cifras exorbitantes (ver Cuadro N° 2). Sólo el 6% de estos subsidios están destinados al consumo de los sectores más pobres según la AIE. Es difícil sostener el argumento de que las

energías renovables no son competitivas cuando se las compara con fuentes fósiles tan altamente subsidiadas y que no incorporan externalidades. Retirar los subsidios a los fósiles y reorientarlos a las renovables volvería automáticamente competitivas a estas fuentes.

**Cuadro N° 2. Comparativo inversiones anuales (en miles de millones de USD)**

**Fuente: AIE, 2010 y PNUD, 2008**

Concepto	USD miles de millones
Subsidios mundiales a combustibles fósiles 2008	558
Subsidios mundiales a combustibles fósiles 2012 (estimado)	730
Subsidios a combustibles fósiles en países “en desarrollo” 2007	310
Costo de alcanzar la cobertura eléctrica al 100% población mundial	33
Costo de alcanzar la cobertura para cocción al 100% pob. mundial	2,7
Costo de reducir 25% las emisiones energéticas mundiales en 2030	200

*Aprovechar financiamiento internacional de CC.* La preocupación internacional sobre el cambio climático ha impulsado la creación de fondos, políticas y mecanismos de mercado orientados a la promoción de las energías renovables. Si bien es probable que esto por si solo sea insuficiente, no deben ser desaprovechados.

*Reorientar Inversiones.* Según la Agencia Internacional de la Energía, las inversiones adicionales para lograr un escenario de estabilización del clima a nivel global (450 ppm de CO<sub>2</sub> en la atmósfera) tendría un costo de entre 0,1% y 0,2% del PBI mundial en 2020 y entre 0,9% y 1,6% en 2030 (AIE, 2009). Esto significa que lograr una transformación tecnológica en la matriz energética hacia fuentes renovables no representa un costo imposible de asumir para la economía mundial. Vale la pena recordar que según Stern (2007) hacer frente a los efectos del cambio climático tendrá un costo de entre 5% y 20% del PBI global.

**1.2 Fuentes de energía renovables no sustentables**

A los ejemplos anteriormente descritos para el caso general de las fuentes de energía, deben agregársele algunas consideraciones particulares para los casos de las fuentes renovables que por su modo de apropiación pueden resultar insustentables. Esto refiere particularmente a la hidroelectricidad, la biomasa en general y los biocombustibles (una forma específica de aprovechamiento de la biomasa). Para estos casos será necesario incorporar regulaciones que garanticen la renovabilidad de la fuente.

Un primer límite estará dado por la dotación de “Patrimonio Natural” que se defina, el cual debe permanecer intocado. En el caso de la propuesta de CLAES esto es el 25% de la extensión de cada eco-región completando un 50% bajo usos productivos regulados. Este porcentaje podría ser diferente en otras propuestas o realidades, pero sea cual sea, este es un primer límite de apropiación.

Otros límites estarán dados por las regulaciones específicas que se adopten. Por ejemplo: en el caso de las hidroeléctricas pueden establecerse límites por tamaño del embalse, alto de caída de

la represa u otros. En el caso de la explotación de la biomasa pueden establecerse normas de recolección sustentable o para la regulación de los cultivos energéticos.

En todos los casos, y como ocurre con varias de las propuestas sugeridas en el marco de las transiciones, es necesario hacer efectivos los mecanismos de control y penalización que hoy existen y no se aplican o se aplican mal a la vez que incorporar otros nuevos.

#### *El caso particular de los biocombustibles*

El concepto de “biocombustibles” incluye una larga lista de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos derivados de diferentes tipos de biomasa a través de muy diversos tratamientos. En el Cuadro N° 3 se presenta una síntesis de esta diversidad. Sin embargo en los últimos años han tomado notoriedad (por su volumen de comercialización, su proyección futura y sus impactos ambientales y sociales) dos tipos particulares de biocombustibles: el etanol y el biodiesel producidos a partir de cultivos agrícolas.

Es imposible que este tipo de combustibles vaya a abastecer toda la demanda de combustibles líquidos proyectada para los próximos años. Solamente para abastecer de biocombustibles a la flota de vehículos hoy existente se necesitaría el doble de toda la tierra arable disponible en el planeta. Esto es particularmente preocupante en el sector transporte pues para los motores de combustión interna no existe otra alternativa al uso de los derivados del petróleo.

A pesar de eso, la biomasa sigue siendo una de las pocas formas sustentables de acumulación de energía solar capaces de ofrecer una alternativa al consumo del “patrimonio solar” acumulado en los fósiles. Hay nuevos desarrollos tecnológicos orientados a los vehículos movidos con motores eléctricos o a hidrógeno en un estado aún incipiente en términos comerciales. El cambio tecnológico de todo el parque automotor necesario para el transporte o la producción hacia vehículos eléctricos parece excesivamente costoso y de largo plazo. Además esta podría ser una solución para los vehículos ligeros, pero no para el transporte de cargas o la maquinaria pesada.

En consecuencia será necesario en las transiciones y aún después, la utilización de algunas formas de combustibles líquidos o gaseosos de origen biomásico para usos imprescindibles como maquinaria agrícola, transporte de cargas o distribución local de mercaderías. Las materias primas, las formas de cultivo, las zonas de producción, los volúmenes y otros elementos deberán ser establecidos, regulados y controlados para asegurar que el biocombustible sea una fuente energética renovable y sustentable.

**Cuadro N° 3. Biomasa y biocombustibles convencionales. Tratamientos y usos.**

Biomasa			Tratamiento	Productos	Usos
Cultivos energéticos	Forestales		Triturado, secado y densificado	Astillas, briquetas o pellets	Energía térmica, energía eléctrica
	Agrícolas	Sacarígenos, amiláceos	Fermentación alcohólica	Etanol	Motores de combustión interna para transporte
		Oleaginosos	Esterificación	Biodiesel	Motores de combustión interna para transporte, energía térmica en calderas
Residuos	Residuos de bajo contenido de humedad	Forestales, agroforestales y agrícolas	Triturado, secado y densificado	Astillas, briquetas o pellets	Energía térmica, energía eléctrica
			Procesos termoquímicos	Carbón vegetal, gasógeno o crudo biológico	Energía térmica, energía eléctrica
			Hidrólisis y fermentación	Etanol	Motores de combustión interna para transporte
			Fermentación anaeróbica	Biogás	Energía térmica, motores de combustión interna para transporte y energía eléctrica
	Residuos de alto contenido de humedad	Estiércol, residuos pecuarios, agroindustriales, residuos sólidos urbanos	Fermentación anaeróbica	Biogás	Energía térmica, motores de combustión interna para transporte y energía eléctrica
	Aceites y grasas residuales		Esterificación	Biodiesel	Motores de combustión interna para transporte y energía térmica en calderas

Fuente: Lobato, Virginia: Taller a distancia "Agrocombustibles en América Latina". Documento de Estudio N° 1. CLAES, 2008

## 2. Las fuentes secundarias

La energía secundaria está constituida por aquellas fuentes energéticas que no se encuentran directamente en la naturaleza sino que son derivadas de la transformación de una fuente primaria. Por ejemplo la electricidad (que puede provenir de distintas fuentes primarias como el



gas natural, la eólica o la nuclear), las gasolinas (derivadas del petróleo), el carbón vegetal (derivado de la leña), los biocombustibles (derivados de cultivos energéticos, residuos, etc.) entre otras. La mayor proporción de energía utilizada por el ser humano proviene de fuentes secundarias por lo que existe una importante actividad de “transformación” de la energía.

Estas actividades incluyen, por ejemplo: refinerías para convertir petróleo en gasolinas, usinas para generar electricidad a partir de fuel oil o gas natural, aerogeneradores para convertir el viento en electricidad, etc. Todo proceso de transformación implica una “pérdida” energética pues siempre se obtiene menos cantidad de energía secundaria que la cantidad de energía primaria que haya entrado al sistema. Los niveles de pérdida están en función de la eficiencia de la conversión dependiendo básicamente de la tecnología utilizada.

Pero además, los procesos de transformación de la energía suelen tener impactos ambientales asociados. Por ejemplo, las represas que deben construirse para la obtención de hidroelectricidad, los efluentes líquidos de las refinerías, los gases de las termoeléctricas, etc.

Los impactos ambientales globales del aprovechamiento masivo de la energía eólica y solar aún están por estudiarse, pero también se sospecha que los puedan tener (Prieto, 2009; Trainer, 2012). Sin embargo, un tema que no puede soslayarse es la finitud y los impactos ambientales de extracción de los metales y minerales necesarios para la fabricación de los equipos de transformación de las energías renovables (paneles fotovoltaicos, acumuladores, aerogeneradores, etc.). Algunos estudios indican que varios de estos metales ya han alcanzado su pico de explotación. (Wouters y Bol, 2009)

## **2.1. Sector Transformación: Medidas para las transiciones**

Al igual que en otras áreas, normas o políticas existentes y generalmente aceptadas pueden ser utilizadas para las transiciones. Por ejemplo: 1) las normas de Ordenamiento Territorial, 2) las Evaluaciones Ambientales Estratégicas y de Impacto Ambiental, 3) los Planes de Mitigación y Contingencia y 4) controles efectivos, pueden jugar un papel clave para evitar impactos ambientales indeseados. Este tipo de legislación existe en la mayoría de los países latinoamericanos pero no son aplicadas o lo son muy deficientemente. Una primera medida en el contexto de las Transiciones es aplicar eficazmente toda esta batería jurídica ya existente. Esto desalentaría muchas inversiones que podrían reorientarse a proyectos de menor impacto ambiental.

También los instrumentos financieros propuestos para la promoción de las energías renovables pueden aplicarse al sector transformación: 1) la reorientación de los subsidios de la industria de transformación de hidrocarburos a la de renovables, 2) la internalización de las externalidades y 3) el aprovechamiento de la financiación destinada al combate del cambio climático.

La eficiencia de la tecnología es muy relevante en este sector. Una atención particular merece la industria de la “co-generación” (producción de electricidad y calor) pues mejora sensiblemente la eficiencia de la transformación de la energía. Varios estudios demuestran que en América Latina es más económico invertir en eficiencia que en aumento de la infraestructura de transformación. Para un análisis detallado de este tema véase *“Invertir mejor: América Latina necesita menos energía y más política”* disponible en [www.energiasur.com](http://www.energiasur.com)

### 3. Sistemas de producción y usuarios finales.

Hasta aquí hemos abordado lo que se define como el lado de la “oferta” de energía. Para las transiciones es importante de ese lado, determinar las fuentes que se utilizarán, las formas de su apropiación, transformación y la eficiencia de las tecnologías utilizadas. Pero es imposible pensar en una estrategia de sustentabilidad en el campo energético si no se logra una reducción significativa de su consumo esperado hacia el futuro. Como vimos anteriormente, la cantidad de energía renovable disponible no es suficiente para abastecer la demanda esperada.

Por eso entraremos ahora en lo que se identifica como el lado de la “demanda” de energía, tanto aquella destinada a la “producción”, como aquella destinada al “usuario final”. En ambos casos será importante la eficiencia de las tecnologías pero también otros factores que están relacionados con los “para qué” de la energía. Esto es, los objetivos políticos y estratégicos que la sociedad le asigne a la matriz energética.

En consecuencia habrá dos estrategias distintas y convergentes para lograr este objetivo. Por un lado un esfuerzo importante en los niveles de eficiencia energética y por otro un ahorro basado e cambio de hábitos, políticas, etc. Para alcanzar el nivel de reducción del consumo de energía que se requiere para lograr la sustentabilidad será necesario introducir cambios en los hábitos de consumo, rediseño de las cadenas productivas, reordenamiento territorial, nuevas modalidades de intercambio de bienes y servicios, entre otros.

**Cuadro N° 4: Clasificación de fuentes según destino**

ELECTRICIDAD	CALOR	TRANSPORTE
Eólica Solar fotovoltaica Solar térmica Geotermia Hidráulica Mareomotriz Biomásas -Sólidas -Líquidas -Gaseosas	Solar térmica Geotermia Biomásas -Sólidas -Líquidas -Gaseosas	Electricidad Biomásas -Líquidas -Gaseosas

#### 3.1. Sector Producción: Medidas para las transiciones

La energía es utilizada como insumo en todas las actividades de producción de bienes y servicios: industria, transporte, agropecuaria, comercio, etc. Pero las sociedades establecen unos marcos normativos (jurídicos, económicos, consuetudinarios, etc.) que orientan o determinan la demanda energética. Por ejemplo: tarifas diferenciales de los energéticos, exoneraciones tributarias, subsidios, prohibiciones, restricciones, campañas educativas, etc.

Los criterios para establecer estas normas son definidos explícita o implícitamente por los gobiernos. Por ejemplo el subsidio a ciertos combustibles, exoneraciones a ciertas industrias, infraestructura para cierto tipo de transportes, etc. Las transiciones utilizarán esta batería de instrumentos para orientar el diseño de las matrices energéticas en función de los objetivos políticos y estratégicos que se definan prioritarios. Por ejemplo: favorecer el transporte público en detrimento del privado, desestimular las industrias energo-intensivas, promover las industrias orientadas al consumo interno, favorecer los emprendimientos de mayor empleabilidad, etc.

*Empleabilidad.* Uno de los criterios generalmente utilizados para medir la capacidad de distribución de la riqueza de una industria es la cantidad de fuentes de trabajo que genera. Para el caso de la energía el indicador utilizado es el que relaciona la cantidad de empleos directos con la cantidad de energía consumidos por la industria en cuestión. En un trabajo de Bermann (2002) referido al caso de Brasil, por ejemplo, se reporta que el sector Alimentos emplea a 70 personas por cada GWh consumido, mientras que el sector Hierro apenas emplea a 1 persona.

*Intensidad energética.* La cantidad de energía que consume una industria también puede relativizarse en función del valor del producto obtenido. La intensidad energética es utilizada para medir la eficiencia del uso de la energía de un país o un sector de la economía y se expresa como el cociente entre la cantidad de energía utilizada y el valor de la producción expresada en moneda.

*Normas de obsolescencia.* La vida útil de los productos industriales es un elemento determinante de la demanda de energía y materiales de una sociedad. Establecer estándares de obsolescencia para los distintos bienes producidos es una de las medidas no utilizadas en la actualidad y que deberán ser incorporadas en las nuevas políticas para las transiciones<sup>4</sup>.

*Normas de eficiencia.* Existen varios sistemas de “etiquetado” de productos en función de su eficiencia energética, por ejemplo en lámparas, electrodomésticos, gasodomésticos, etc. Sin embargo estos sistemas son, en la actualidad, meramente indicativos pero no restrictivos. Es decir, dan señales al consumidor pero no limitan, impiden o “castigan” la producción y consumo de bienes ineficientes. Esta tendencia debería ser profundizada, aplicando mecanismos de promoción y castigo e incluso estableciendo estándares mínimos de eficiencia energética para la producción y comercialización de ciertos bienes. Según la Agencia Internacional de Energía (2012) aún existen amplias posibilidades de eficiencia energética en los sectores edificaciones (cuatro quintos de potencial desaprovechado) y en la industria (50%). Si se levantaran las barreras que obstaculizan la implementación de medidas económicamente viables, el crecimiento de la demanda de energía primaria hacia el 2035 podría reducirse a la mitad.

*Utilización de materiales reciclados y renovables.* De la misma manera deberían establecerse sistemas de promoción, castigo o limitación de productos en función de la utilización de insumos renovables o renovables para su fabricación. Muchos componentes de las nuevas tecnologías (computadoras, celulares, etc.) utilizan una variedad de minerales escasos que en poco tiempo son desechados de manera irrecuperable. El reprocesamiento de productos y

---

<sup>4</sup> “Comprar, tirar , comprar” es un interesante documental sobre la obsolescencia programada de los productos industriales (<http://www.youtube.com/watch?v=BYh8zyTOn88>).

componentes usados mediante sistemas de recuperación, permiten ahorrar actualmente alrededor de 10,7 millones de barriles de petróleo cada año. Para reciclar materiales como el aluminio, por ejemplo, sólo hace falta el 5% de la energía que se consume en la producción primaria. (PNUMA, 2011)

*Reciclaje de residuos y sistemas cerrados.* Muchas industrias tienen potencial para utilizar materia prima reciclada (plásticos, metales, etc.) o utilizar sus propios residuos como insumo productivo (efluentes o residuos orgánicos como forma de energía). Estas opciones deben ser promocionadas y privilegiadas como forma de reducir la demanda de materiales y energía en la producción.

*Internalización de externalidades.* El sector industrial es uno de los mayores responsables de la contaminación ambiental y los daños a la salud. Según PNUMA, “la industria manufacturera es responsable del 17% de los daños a la salud relacionados con la contaminación del aire, con un costo asociado a los daños causados por la polución equivalente al 1-5% del PIB mundial” (PNUMA, 2011; 16). Solamente la internalización de estos costos haría económicamente posible la implementación de las dos medidas anteriores. Un estudio de Harvard Medical School citado por UNEP (2011) ha estimado que el costo real de la generación de electricidad a base de carbón en Estados Unidos es de US\$ 0.27 por kWh cuando el costo de producción es de US\$ 0.09 por kWh. Un estudio similar para la Unión Europea ha estimado las externalidades de la generación de electricidad en 0,26 euros por kWh

*Transporte de cargas.* Ordenamiento territorial en previsión de la reducción de las necesidades de transporte. Sustitución total o parcial del transporte carretero por transporte ferroviario o fluvial.

*Compras del sector público.* Durante Rio+20 varios países anunciaron una nueva iniciativa mundial internacional para la contratación pública sostenible (SPPI por su sigla en inglés) con el fin de elevar los niveles del gasto público hacia bienes y servicios que maximicen beneficios sociales y medioambientales. Según UNEP muchos ejemplos alrededor del mundo muestran que las contrataciones públicas tienen el potencial de transformar los mercados, fomentar la competencia entre las eco-industrias y conservar los recursos naturales (UNEP, 2012b)

*Agropecuaria.* El sector agrícola ha ido haciéndose cada vez más dependiente de insumos que utilizan petróleo y gas natural como materia prima para su elaboración como es el caso de los fertilizantes y pesticidas. Pero también requiere de grandes cantidades de energía para los sistemas de riego y la maquinaria. En la producción ganadera también los insumos energéticos están creciendo y se estima que en la actualidad se requieren 2 litros de petróleo para cada kilo de carne que se produce (FAO, 2011). Bajo esta perspectiva se hace necesaria una reconversión productiva del sector agropecuario para reducir la dependencia de los combustibles fósiles a la vez que se reorienta el consumo hacia la producción local de manera de reducir las necesidades de transporte. Si no se realiza esta reconversión de manera programada, la crisis del petróleo lo hará pero con costos sociales mucho mayores.

Algunas propuestas para las transiciones energéticas en el sector agropecuario son las siguientes:

- Introducir prácticas agroecológicas que reduzcan el consumo de agua y agroquímicos.
- Reducir el uso de maquinaria aumentando la mano de obra humana.

- Utilización de fuentes energéticas endógenas (biogás, biomasas, biocombustibles)
- Reorientar la producción agropecuaria hacia los mercados locales
- Favorecer el consumo de alimentos producidos localmente

### **3.2. Sector uso final: Medidas para las Transiciones**

Las familias, comunidades y personas son los destinatarios finales y objetivo principal de todo el proceso de transformación de energía. Uno de los objetivos principales de las transiciones será asegurar la disponibilidad de la energía mínima imprescindible para garantizar la vida humana en condiciones satisfactorias. Pero también, en un contexto de sustentabilidad y renovabilidad de la matriz energética, procurará reducir los consumos excesivos de energía.

Este sector refiere a la energía consumida para usos finales no productivos. Es decir aquella demanda energética que no es un insumo para la producción sino para satisfacción directa de las necesidades humanas: iluminación y calefacción de las viviendas, cocción, transporte de personas, etc. Este es un sector con grandes posibilidades de ahorro energético. Algunos ejemplos de políticas que ya han sido sugeridas incluso por organismos internacionales y que son parcialmente aplicadas en varios países son las siguientes:

*Eficiencia energética.* Se trata de la renovación del equipamiento de uso final de la energía hacia tecnologías y equipos más eficientes. Electrodomésticos, gasodomésticos, iluminación, motores, etc. Los instrumentos para la aplicación de esta política son diversos. Algunos son regulatorios (por ejemplo: normas constructivas, normativa para edificios públicos, licitaciones del estado, etc.) Otros son financieros y están relacionados con los impuestos o subsidios a las diferentes tecnologías. Otros son orientativos hacia el mercado, como los etiquetados, las campañas educativas, etc. Las transiciones deberían profundizar en todos estos instrumentos haciéndolos cada vez más normativos y restrictivos. Existe un estudio detallado de CEPAL (2010) recopilando las experiencias de eficiencia energética en los países de la región.

*Construcción y edificios.* El diseño arquitectónico de un edificio determina su gasto energético a lo largo de toda su vida útil. La eficiencia térmica, iluminación, sistemas sanitarios, altura, asoleamiento, etc. incidirán en la factura energética de los usuarios de cada día. Códigos de construcción adecuados, información al consumidor y líneas de crédito selectivas tienen gran influencia en el potencial de ahorro energético del sector. Este sector es además el mayor demandante de materiales a nivel global, por lo que su regulación podría tener impactos positivos para la reducción de la extracción de recursos naturales.

*Eficiencia asignativa.* Es un caso particular de eficiencia donde lo fundamental no es la relación entre la cantidad de energía requerida y la energía final obtenida, sino el aprovechamiento de una fuente alternativa preferente. Este es el caso de la energía solar térmica utilizada para calentamiento de agua o calefacción. Más allá de la eficiencia energética de los equipos utilizados, la eficiencia deriva de la utilización de una fuente gratuita y renovable en lugar de una fuente costosa y potencialmente no renovable como la electricidad o el gas. Otro caso (aunque con otras restricciones) es la utilización de la biomasa para cocción y calefacción.

*Transporte de pasajeros.* El transporte es (y será) uno de los sectores de mayor consumo de energía en América Latina. Esto está relacionado en parte con la creciente presencia del

transporte individual en las ciudades. En contraste, el transporte público es deficitario y tiene una incidencia decisiva en la preferencia de los usuarios por el transporte individual (automóviles y motocicletas). El resultado es un sistema de transporte que en su conjunto resulta ineficiente, de altas emisiones de gases contaminantes del aire urbano, con alto consumo de petróleo, congestión (con pérdida de horas de trabajo o esparcimiento), etc. Invertir en políticas y sistemas de transporte público más eficientes y eficaces, resulta en un ahorro de divisas (en el caso de los países importadores de petróleo o derivados) y de infraestructura, una reducción de la contaminación local, descongestión del tráfico y –sobre todo- un mejor sistema de transporte para los sectores de menores recursos que nunca podrían acceder a un transporte individual propio. Además es necesario facilitar el acceso en vez de la movilidad apelando a medidas de ordenamiento territorial y planificación urbana. Una consecuencia directa del crecimiento económico es el aumento de los automóviles particulares. En América Latina se espera que el número de automóviles pase de 40 millones en la actualidad a 110 millones en 2030 (AIE, 2009). Las inversiones en infraestructura para canalizar toda esta flota de vehículos será enorme, sin considerar los efectos ambientales y suponiendo que exista combustible suficiente para alimentarlos. Por lo tanto es necesario instalar desde ya políticas que tiendan a limitar este crecimiento desarrollando el transporte público. En este sentido es ilustrativa la diferencia que existe en este terreno entre los países desarrollados: por ejemplo la situación de Europa (donde el transporte público tiene un gran desarrollo) comparada con la de Estados Unidos (donde prevalece el transporte individual).

*Instrumentos regulatorios.* Algunos instrumentos regulatorios ya se esbozaron anteriormente. Por ejemplo las normas que regulan la eficiencia térmica de las nuevas edificaciones, los estándares mínimos de eficiencia para electrodomésticos, la legislación que obliga a ciertos edificios a contar con calentadores solares de agua, la legislación que obliga a los proveedores de energía a financiar proyectos de eficiencia, etc.

*Instrumentos financieros.* Existen algunos instrumentos financieros que pueden ser aplicados para orientar a los consumidores hacia estas opciones más eficientes. Por ejemplo las tarifas escalonadas de los servicios energéticos (a mayor consumo, mayor costo unitario de la energía), los subsidios “cruzados” (aplicar impuestos a ciertos equipamientos menos eficientes para subsidiar otros más eficientes), financiamiento con bajo o nulo interés de equipos eficientes, etc. Es importante considerar en este tipo de medidas criterios para no encarecer los productos de consumo de los sectores de bajos recursos. Por ejemplo, los impuestos a los derivados de petróleo afectan a por igual todos los ciudadanos, en cambio, los impuestos o peajes a los automóviles son más selectivos en este sentido.

*Educación.* Las campañas educativas y la información pueden ser un factor clave para el ahorro energético. Un claro ejemplo de esto fue la campaña realizada en Brasil en el año 2001 ante una crisis energética inminente que logró reducir significativamente el consumo de energía en un plazo muy breve y ese ahorro se mantuvo aún después de superada la crisis. Los temas y segmentos poblacionales objeto de las “campañas” educativas pueden ser diversas y apuntar a elementos directos como el recambio de lámparas hasta otros más indirectos como el reciclado de los residuos domiciliarios.

#### **4. Conclusiones**

Como puede verse, los cambios necesarios para poder alcanzar una matriz energética sustentable son muchos, deben darse en diferentes ámbitos y sectores y requieren de profundas transformaciones políticas y tecnológicas. No obstante, existen herramientas conceptuales, jurídicas y económicas con potencial para iniciar el período de transiciones. La profundidad y velocidad de esos cambios dependerá de las acciones que desde los distintos ámbitos de la sociedad (política, académica, institucional, etc.) tomen en esa dirección.

Como en todo proceso de cambio social habrá resistencias y obstáculos de diversa índole. Pero los límites físicos y ecológicos del planeta son incontrastables y los senderos que nos son ofrecidos desde los enfoques tradicionales de desarrollo no pueden dar respuesta a estos problemas. El enfoque de Transiciones ofrece un marco de referencia para diseñar una trayectoria de evolución de las sociedades humanas que pueda adecuar sus requerimientos energéticos dentro de esos límites.

La globalización, la dependencia de los mercados externos y los condicionamientos internacionales de diverso tipo, podrían obstaculizar o dificultar la implementación de estas políticas. De la misma manera, para los países exportadores de hidrocarburos, reducir su explotación puede significar una merma importante de sus ingresos fiscales. Es por esa razón que las Transiciones son concebidas en un contexto de integración regional particular, el Regionalismo Autónomo. Este regionalismo autónomo se basa en un intenso proceso de vinculación y articulación dentro de América del Sur, incluyendo una complementariedad productiva por medio de cadenas productivas compartidas, una articulación ecológica, y reformas políticas volcadas hacia estrategias y políticas comunes<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Por mayor información acerca del concepto de Regionalismo Autónomo véase [www.integracionsur.com](http://www.integracionsur.com) y [www.transiciones.org](http://www.transiciones.org)

## BIBLIOGRAFÍA

(AIE) Agencia Internacional de la Energía (2009) “World Energy Outlook 2009”. París. Agencia Internacional de la Energía. 698 p.

(AIE) Agencia Internacional de la Energía (2010) “World Energy Outlook 2010”. Resumen ejecutivo. París. Agencia Internacional de la Energía. 21 p.

(AIE) Agencia Internacional de la Energía (2010b) “How to make modern energy access universal?” París. Agencia Internacional de la Energía. 52 p.

(AIE) Agencia Internacional de la Energía (2012) “World Energy Outlook 2012”. Resumen ejecutivo. París. Agencia Internacional de la Energía. 15 p.

(AIE) Agencia Internacional de la Energía (2011) “Energy for all. Financing access for the poor. Special early excerpt of the World Energy Outlook 2011”. París. Agencia Internacional de la Energía. 52 p.

Altomonte, Hugo (2008) *América Latina y el Caribe frente a la coyuntura energética internacional: oportunidades para una nueva agenda de políticas*. Santiago de Chile. CEPAL. 114 p.

Bermann, Celio (2002) *¿Energía para quién y para qué?* Sao Paulo. FASE.

BP (2011) “Statistical Review of World Energy 2011”. Londres. BP. 45 p.

BP (2012) “Statistical Review of World Energy 2012”. Londres. BP. 45 p.

(CEPAL) Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2010) “Energy efficiency in Latin America and the Caribbean: Situation and outlook”. Santiago de Chile. CEPAL. 287 p.

(EIA) Energy Information Administration (2010) “International Energy Outlook 2010”. Washington. U.S. Energy Information Administration/ Department of Energy. 328 p.

(FAO) Food and Agriculture Organization of the United Nations (2011) “Energy-Smart Food for People and Climate. Issue Paper”. Roma. FAO. 78 p.

Fernández, Miguel (2010) *Rol e impacto socioeconómico de las Energías Renovables en el área rural de Bolivia*. La Paz. CEDLA. 84 p.

Honty, Gerardo (2011) *Cambio Climático: Negociaciones y consecuencias para América Latina*. , Montevideo. Ed. Coscoroba. 205 p.

Hughes, David (2013) “Drill, Baby, Drill: Can Unconventional Fuels Usher in a New Era of Energy Abundance?” Post Carbon Institute. California, USA. 178 p.

(IPCC) International Panel on Climate Change (2011) “Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Summary for Policy Makers”. Reino Unido Cambridge University Press. 25 p.

Froggatt, Antony y Glada Lahn (2010) *Sustainable Energy Security Strategic risks and opportunities for business*. Londres. Lloyd’s/Chatham House. 48 p.

Graedel T.E. (2010) Metal stocks in society. Scientific Synthesis. UNEP 52 p.



(PNUD) Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (2007) “Informe sobre Desarrollo Humano 2007-2008. La lucha contra el cambio climático: Solidaridad frente a un mundo dividido” Nueva York. PNUD. 386 p.

(PNUD) Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (2008) “La Hoja de Ruta de Bali. Los temas clave en negociación”. Nueva York. PNUD. 309 p.

(PNUMA) Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2011): “Hacia una economía verde. Guía para el desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza. Síntesis para los encargados de la formulación de políticas”. [www.unep.org/greeneconomy](http://www.unep.org/greeneconomy). 52 p.

Prieto, Pedro (2009): “Algunas consideraciones sobre el cambio climático, el calentamiento global y las energías renovables en aplicaciones masivas”. Disponible en [http://www.crisisenergetica.org/ficheros/demanda\\_CO2\\_renovables\\_PPP.pdf](http://www.crisisenergetica.org/ficheros/demanda_CO2_renovables_PPP.pdf). (visitado en 20/04/12)

Rogers, Deborah (2013): “Shale and Wall Street. Was the decline in natural gas prices orchestrated?” Energy Policy Forum. 32 p.

Stern, Nicholas (2007) *El Informe Stern. La verdad del cambio climático*. Barcelona. Paidós. 389 p.

Trainer, Ted (2012) “Renewable energy – cannot sustain an energy-intensive society”. Disponible en <http://socialsciences.arts.unsw.edu.au/tsw/RE.long.htm>. (Visitado en 20/04/12)

The World Bank (2010) “World Development Report. Development and Climate Change”. Washington. The World Bank. 417 p.

(UNEP) United Nations Environment Programme (2011) “Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication”. Nairobi. UNEP. 631 p.

(UNEP) United Nations Environment Programme (2012) “The end to cheap oil: a threat to food security and an incentive to reduce fossil fuels in agriculture”. UNEP/GEAS. Disponible en <http://unep.org/geas/>. Visitado en 24 de agosto de 2012.

(UNEP) United Nations Environment Programme (2012b) “La economía verde incluyente obtuvo el visto bueno por parte de los Jefes de Estado en Río+20”. Disponible en <http://www.unep.org/newscentre/Default.aspx?DocumentID=2688&ArticleID=9195&l=es>. Visitado en 24 de agosto de 2012

(WEC) World Energy Council (2010). 2010 Survey of Energy Resources. Londres. WEC. 608 p.

Wouters, Huib y Derk Bol (2009) *Material Scarcity, An M2i study*. Stichting Materials innovation institute, Holanda. 72 p. Disponible en [http://www.m2i.nl/images/stories/m2i%20material\\_scarcity%20report.pdf](http://www.m2i.nl/images/stories/m2i%20material_scarcity%20report.pdf) (Visitado en 24 de agosto de 2012)