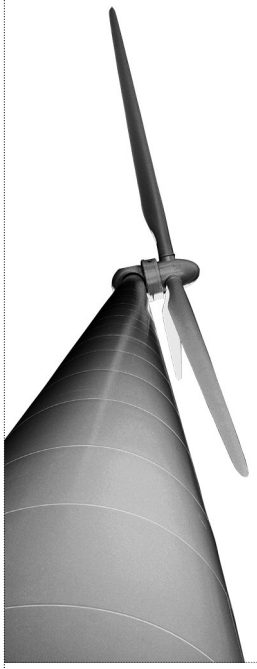
Desarrollando las renovables
Renovando el desarrollo

Hacia una energía limpia, segura y justa

Sustainlabour

CÁTEDRA UNIVERSIDAD EMPRESA SINDICATO: TRABAJO AMBIENTE Y SALUD



DESARROLLANDO LAS RENOVABLES RENOVANDO EL DESARROLLO

Hacia una energía limpia, segura y justa

Edita: Fundación Sustainlabour.

Autoría: Fundación Sustainlabour. Anabella Rosemberg, Laura Martín Murillo, Laura Maffei.

Cátedra Universidad-Empresa-Sindicato: Trabajo, Salud y Medio Ambiente, de la Universidad Politécnica de Madrid.

Coordinador de la Colección: Manuel López Quero.

Consejo Editorial: Sophie Dupressoir, responsable de Cambio Climático, Confederación Europea de Sindicatos; Michael Renner, Worldwatch Institute; Manuel Garí Ramos, director Medio Ambiente, Instituto Trabajo, Ambiente y Salud, ISTAS; Gonzalo Sáenz de Miera, director de Prospectiva Regulatoria de Iberdrola; Gonzalo León Serna, vicerrector de Investigación de la Universidad Politécnica de Madrid; Joaquín Nieto, secretario confederal de Medio Ambiente, Comisiones Obreras; Chowdhury Repon, director ejecutivo de Bangladesh Occupational Safety, Health and Environment Foundation (OSHE); Antonio Ruiz de Elvira, profesor de Física de la Universidad de Alcalá y miembro de Científicos por el Medio Ambiente (CIMA); Xabier Viteri, consejero delegado de Iberdrola Renovables; Peter Poschen, Oficina Internacional del Trabajo (OIT); Manuel López Quero, Cátedra Universidad, Empresa, Sindicato: Trabajo, Ambiente, Salud, Escuela Superior de Ingenieros de Montes.

Agradecimientos especiales a Carlos Gascó Travesedo y Yeray Fernández Díaz

Realiza: Paralelo Edición, SA

Coordinación de la edición: Yolanda de la Torre Sanz

ISBN: 878-84-612-3490-5

Depósito legal: M-19917-2008

Impreso en papel reciclado

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 7

PRIMERA PARTE.
Las energías renovables: energías del presente 9

1. Una cuestión de necesidad. El debate internacional en torno a la energía: seguridad en el suministro y dependencia energética, cambio climático y acceso a la energía 9
   - Seguridad del suministro y dependencia energética 10
   - Efecto invernadero y cambio climático 11
   - Una obligación para este siglo: extender el acceso a la energía 14

2. Los países desarrollados y el crecimiento sostenido de las energías renovables 15
   - ¿Cuáles han sido las razones para desarrollar las renovables? 16
   - ¿Qué ha hecho falta? ¿Qué sigue haciendo falta? Tendencias de inversión en los países desarrollados 17
   - ¿Cuál es el camino que tenemos por delante en el mundo desarrollado? ¿Qué tendríamos que instalar? 21
   - ¿Qué suponen las energías renovables como motor de empleo? 21
   - ¿Qué tipo de empleo crearán las renovables? 23

3. La economía del presente: hacia un cálculo real de los costes 24
   - Subsidios 25
   - Costes ambientales y sanitarios 26
   - Costes políticos e institucionales 29

4. La transición energética en el mundo: caminos diferentes hacia un futuro común 30
- La transición que nos lleva: los países desarrollados 30
- La transición a pactar: los países emergentes 32
- ¿Como contrarrestar esta lógica? 38
- Comenzar con buen pie: por un primer acceso renovable 39

SEGUNDA PARTE.
El rol de las energías renovables en el desarrollo 41

1. Relación entre desarrollo económico y energía 41
- Crecimiento, energía y ambiente: ¿enemigos? 43

2. Pobreza y acceso a la energía 45
- Energía y pobreza 45
- Energía y Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) 50

3. La apuesta por un salto cualitativo en el modelo de desarrollo: sostenibilidad y renovables 52
- Por un desarrollo autónomo 54
- Por un desarrollo justo 56
- Por un desarrollo limpio 58

TERCERA PARTE.
Energías renovables y otros vectores de desarrollo: participación y calidad institucional 63

1. Renovables y participación: ¿dinámicas correlativas o independientes? 63

- Acceso y democracia, cuando la teoría se une a la práctica 65
- Cuando la expresión democrática no empuja la sostenibilidad ambiental 67
- Tendencias positivas, caminos no siempre yuxtapuestos 69

2. Nuevas instituciones para nuevas energías 71
- Una visión amplia de las instituciones y su rol en el desarrollo y el desarrollo económico 71
- Energías renovables: la importancia de los marcos regulatorios y diferencias entre distintos modelos 74
- Un esquema para la necesaria regulación sobre renovables en los países en desarrollo 84

CONCLUSIÓN 89

CUARTA PARTE.
Desarrollando las renovables: una selección de buenas prácticas y sus respectivos contextos 91
- INDIA 91
- MÉXICO 102
- SUDÁFRICA 112

INTRODUCCIÓN

Suministro inseguro. Cambio climático. 1.600 millones de personas sin acceso a la electricidad. En materia energética, de fuentes y uso de la energía, definitivamente no estamos en el estadio de preguntarnos si habría que cambiar el modelo actual, o de si es posible hacerlo. El cambio de modelo en términos absolutos ya no se discute, sólo nos queda decidir su escala temporal, lo que significa que en estos años se tendrá que acordar cuándo lo cambiamos, cuándo pasamos de un modelo energético basado en los combustibles fósiles a uno basado en energías renovables y fuertemente orientado a la eficiencia y racionalidad en el uso energético.

Este libro explora las razones por las cuales es preciso tomar decisiones que permitan un futuro justo, seguro y limpio a la humanidad, y cómo esas decisiones están estrictamente relacionadas con el cambio de modelo energético.

Dichas decisiones variarán respecto de los contextos geopolíticos, económicos y sociales de cada país. La transición del modelo "fósil" al modelo "renovable" tomará distintos caminos dependiendo de si ocurre en un país desarrollado –donde la demanda energética está cubierta y es estable-, en una economía emergente –donde la demanda no está satisfecha y es creciente–, y en un país oprimido por la pobreza y con pocas perspectivas de crecimiento en el medio plazo –donde una fuente nueva de energía podría ser un vector de desarrollo.

Estos tres escenarios son analizados en el presente estudio, tres transiciones con una conclusión común: no hay desarrollo sin energía, pero tampoco habrá desarrollo si la energía en la que se basa es finita y costosa –en una concepción amplia del coste, teniendo en cuenta el coste económico, el coste ambiental, y también el coste político de depender de las fuentes clásicas de energía.

Este trabajo analiza las distintas consecuencias del modelo energético actual e identifica las diferencias que tiene con uno que estuviera basado en el desarrollo de las energías renovables. También estudia las distintas estrategias implementadas para promover las energías renovables y pone en evidencia la eficiencia relativa de los mecanismos de regulación sobre aquellos de mercado.

En la primera parte se introduce la actualidad del debate sobre la energía, fuertemente influida por temas como el cambio climático, la seguridad en el suministro y la dependencia energética. También se analiza la situación de las energías renovables en los países desarrollados y se propone un cálculo real de los costes de las mismas. Por último, se esbozan los caminos diferentes que tendrían que trazar países desarrollados, economías emergentes y países menos desarrollados para avanzar hacia un modelo energético sostenible.

En la segunda parte se aborda más específicamente el vínculo entre desarrollo y energía, la estrecha relación entre el acceso a la misma y la lucha contra la pobreza y también el salto cualitativo que significaría un acceso renovable para los países y las comunidades más desfavorecidas.

En la tercera parte se exploran los vínculos entre las energías renovables y otras variables esenciales para fortalecer el desarrollo, como son la participación y la calidad institucional. En el primer caso se apuntan la aportación –así como los desafíos– que implica el desarrollo de las energías renovables para la democracia en todos sus niveles –desde la política pública estatal hasta las formas locales de democracia–. En el caso de la calidad institucional, se analiza la importancia de los marcos regulatorios en el desarrollo de las energías renovables y se sugieren regulaciones posibles para los países en desarrollo.

En la cuarta y última parte se seleccionó una serie de buenas prácticas en materia de desarrollo de energías renovables. Se explican sus características, así como el contexto de política energética en el que las mismas tuvieron lugar.

Desde este trabajo, se busca promover el desarrollo de las energías renovables como un medio para contrarrestar el efecto ambientalmente negativo del modelo energético actual, pero también como medio de atacarse a otras injusticias contemporáneas, como la falta de acceso a la energía. Se busca también desmitificar los obstáculos de una transición que ya no es sólo necesaria sino urgente. Los próximos años determinarán si nuestra sociedad es capaz de lograr esta transformación voluntaria que implica cambios sensibles en nuestras formas de producir, consumir y distribuir los beneficios que la sociedad genera. Este trabajo pretende ser una modesta aportación hacia una reflexión más global sobre la sociedad que queremos construir.

PRIMERA PARTE
LAS ENERGÍAS RENOVABLES: ENERGÍAS DEL PRESENTE

1. UNA CUESTIÓN DE NECESIDAD. El debate internacional en torno a la energía: seguridad en el suministro y dependencia energética, cambio climático y acceso a la energía

La energía ha vuelto a convertirse en el epicentro del debate internacional. No es difícil enumerar por lo menos tres razones para este hecho. En primer lugar, los analistas coinciden en decir que el período de relativa estabilidad en los precios del petróleo llegó a su fin con los *shocks* sucesivos de 1973-74 y 1978. Las transformaciones se han producido también en el mercado de otros combustibles fósiles, como el gas, que se han convertido en moneda de cambio para resolver o acentuar conflictos geopolíticos. En segundo lugar, las consecuencias ambientales de la utilización del petróleo y otros combustibles fósiles se han transformado lenta pero sólidamente en el eje de un debate sobre la supervivencia misma de la sociedad contemporánea. Es evidente que el cambio climático es un problema político de primer orden. Y por último, cada vez más se reconoce la necesidad de asegurar el acceso de millones de personas a los servicios energéticos esenciales para garantizar el desarrollo económico y humano, que en el marco del actual modelo energético generaría una presión suplementaria sobre los recursos fósiles, de por sí escasos, y, como decíamos antes, con las consecuencias ambientales que ello implicaría. Es decir, el sistema energético actual genera graves conflictos económicos y estratégico-políticos, es una de las causas más graves del deterioro medioambiental y es esencialmente injusto porque margina una parte enorme de los habitantes del planeta a la pobreza.

La seguridad del suministro energético vuelve a ser una prioridad geopolítica para los países desarrollados, pero también para los países en desarrollo, que han visto el peso creciente de la importación de petróleo en su balanza de pagos y que saben que, de mantener ese patrón de consumo, el coste de ampliar y garantizar el acceso y la calidad del servicio a los ciudadanos que aún no están conectados a ninguna red será prohibitivo.

A este elemento de dependencia y costes se suma una dimensión que no ha cesado de cobrar importancia en los últimos años: el cambio climático. El cambio climático hace nece-

sario que los países desarrollados reduzcan su consumo de combustibles fósiles (y por consiguiente sus emisiones de GEI) en un nivel aún más importante, para así crear algún margen de maniobra para aquellos países que históricamente han consumido mucho menos. Los devastadores efectos que puede provocar nos obligan a replantearnos los costes de la energía. Tenerlos en cuenta significa que el coste de la utilización de los combustibles fósiles ya no es sólo un coste a corto plazo en términos de posibles desequilibrios contables para los países, sino que implica costes mucho más serios (económicos, ambientales, sociales) a medio y largo plazo, que ponen en riesgo los medios mismos de subsistencia de la población.

Lo más normal en este escenario es buscar alternativas, es decir, considerar las otras fuentes de energía disponibles. La búsqueda de fuentes de energía alternativas, donde encontrarán un espacio principal las renovables, tendrá que estar apoyada por información fiable, técnica, pero también económica, que incluya un cálculo real de costes, modificando los parámetros en torno a los cuales actualmente se evalúan estos últimos.

Seguridad del suministro y dependencia energética

El aumento constante en la demanda energética, las pruebas cada vez más numerosas sobre el cénit petrolero[1] y la consecuente disminución de las reservas mundiales, la dependencia de las importaciones de combustibles fósiles provenientes de países muchas veces inestables políticamente y la volatilidad de los precios internacionales de los combustibles fósiles (partiendo de 35 US$ el barril en 2004 y superando la barrera simbólica de 100 US$ en 2007) hacen de la cuestión de la seguridad energética un tema prioritario en la agenda política tanto nacional como global.

Los países en vías de desarrollo se encuentran en una situación particularmente vulnerable. Gran parte de su población no tiene ni siquiera un acceso básico a la energía. Las proyecciones deben ser por ello un aumento en su consumo energético debido a la obligatoriedad de extender el acceso a toda la población.

[1] El petróleo está consumiéndose cuatro veces más deprisa que el tiempo empleado en descubrirlo, y esta brecha se va agrandando cada año. La tasa de extracción actual está muy cerca de su máximo nivel posible.

¿Cuáles son entonces las opciones? En este sentido, es lógico pensar en una opción tecnológica como la de las energías renovables, en particular las de nueva generación como la eólica, solar y biomasa. Una de las principales características de estas energías es que son ya menos vulnerables a la inestabilidad del mercado energético.

En un informe publicado en 2006, la Agencia Internacional de la Energía (AIE) consideraba que, además de los beneficios ambientales de desarrollar las energías renovables, las mismas:

"...presentan ciertas características que les permiten mitigar los riesgos contra la oferta energética, como la inestabilidad del mercado energético, las fallas técnicas del sistema, amenazas externas y eventos climáticos extremos. En cuanto a los riesgos en el suministro, están claras las consecuencias de los precios fluctuantes del petróleo y del gas en la economía mundial, en particular para los países en desarrollo. Las economías más pobres, que importan combustibles fósiles, son especialmente vulnerables a los aumentos de precios que pueden afectarles su balanza de pagos".

"Las energías renovables pueden contribuir a la seguridad energética así como a objetivos ambientales a nivel nacional, regional o mundial. Aunque en muchos casos los objetivos ambientales sean más valorados, los gobiernos y la industria tendrían que tener en cuenta los beneficios en términos de seguridad cuando diseñan sus políticas"[2].

Efecto invernadero y cambio climático

Ya no existen dudas de que el aumento de las concentraciones de dióxido de carbono (CO_2) y otros gases de efecto invernadero (GEI), provocados principalmente por el consumo masivo de combustibles fósiles, es en gran medida responsable del fenómeno del cambio climático cuyas consecuencias estamos empezando a evidenciar.

Los países más desarrollados han aprovechado la difusión geográfica y temporal del cambio climático para diluir sus responsabilidades. Las consecuencias más inmediatas no serán sufridas principalmente por los países originariamente causantes del calentamiento global, sino por países que por sus características geográficas (como las islas del Pacífico, que

[2] IEA, (Agencia Internacional de Energía). Contribución de las energías renovables a la seguridad. Abril de 2007, página 7.

ven amenazada la existencia misma de su territorio) o de desarrollo (como es el caso de los países de África, muchos aún dependientes de la agricultura de secano y sin infraestructura alguna, que sufrirán las consecuencias de las sequías o de las inundaciones) pagarán, por lo menos en los impactos más inmediatos, el coste de la inacción de los responsables.

A medida que se ha ido consolidando la demostración del problema científicamente, ha sido más difícil sostener posiciones de negación del mismo. La progresiva aceptación llevó en primera instancia a la firma de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, acordada en el marco de la Cumbre de la Tierra en Río en 1992. ¿Qué cuestiones fundamentales establece esta convención? La Convención establece entre otras cosas la responsabilidad común de todos los países en el combate contra el cambio climático y sus efectos, pero también sus responsabilidades diferentes. La Convención se plantea como objetivo la estabilización de los gases de efecto invernadero a un nivel que "impida interfe-

TABLA 1

PAÍS	**OBJETIVO (1990*–2008/2012)**
UE–15*, Bulgaria, República Checa, Estonia, Letonia, Liechtenstein, Lituania, Mónaco, Rumanía, Eslovaquia, Eslovenia, Suiza	– 8%
Estados Unidos**	– 7%
Canadá, Hungría, Japón, Polonia	– 6%
Croacia	– 5%
Nueva Zelanda, Federación Rusa, Ucrania	0
Noruega	+1%
Australia***	+8%
Islandia	+10%

* Los 15 Estados que eran miembros de la UE en 1990 redistribuyen sus objetivos entre ellos, utilizando un esquema llamado "burbuja", en el que los países tienen distintos objetivos individuales, pero que combinados suman el objetivo estipulado por el Protocolo.

** Este país no ha ratificado el Protocolo de Kioto, por lo que no se trata de un objetivo de cumplimiento.

*** Australia firma el instrumento de ratificación del Protocolo de Kioto en diciembre de 2007.

Fuente: CMNUCC

rencias antropógenas peligrosas en el sistema climático"[3]. En 1997 se acuerda el Protocolo de Kioto, que concreta los compromisos de la Convención haciendo que los países industrializados se comprometan a establecer objetivos individuales y con fuerza de ley para limitar y reducir sus emisiones de GEI. El Protocolo estipula una reducción de un total de 5,2% respecto de los niveles de 1990 en el período que va de 2008 a 2012 (ver Tabla 1).

Sin embargo, el Protocolo ha atravesado una serie de dificultades. Principalmente la negativa a ratificarlo por parte de Estados Unidos, que a pesar de contar sólo con un 5% de la población mundial produce cerca de un cuarto de los GEI. Además, la sociedad civil ha denunciado que algunos países que lo han ratificado expresan demasiadas dificultades para alcanzar los objetivos fijados por la vía de la reducción de las emisiones domésticas.

Es preciso decir, no obstante, que recientemente la conciencia sobre la necesidad de actuar contra el cambio climático ha crecido de forma notable. La sucesión de eventos climáticos extremos –no necesariamente relacionados con el cambio climático, pero sí claros ejemplos de eventos que este último podría agravar– y la publicación de informes y documentales relacionados con el tema –*Una verdad incómoda,* el Informe Stern, el cuarto informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (GIEC)[4]–, cada uno a su manera y con su público, han logrado generar cierto impulso para la toma de decisiones, tanto en los gobiernos como a nivel de la ciudadanía.

En este contexto de avance sobre las dudas respecto de la existencia y la gravedad del cambio climático, la necesidad de promover políticas que separen o desacoplen el consumo de energía de la emisión de gases de efecto invernadero es enorme. El progreso en el conocimiento ha situado también el debate en los costes que se deberán afrontar si no se toman las decisiones políticas necesarias para frenar el crecimiento exponencial de las emisiones de CO_2.

---

[3] Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), artículo 2.

[4] Al detectar el problema del cambio climático mundial, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) crearon el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (GIEC) en 1988. Se trata de un grupo abierto a todos los miembros de las Naciones Unidas y de la OMM. La función del IPCC consiste en analizar, de forma exhaustiva, objetiva, abierta y transparente, la información científica, técnica y socioeconómica relevante para entender los elementos científicos del riesgo que supone el cambio climático provocado por las actividades humanas, sus posibles repercusiones y las posibilidades de adaptación y atenuación del mismo. Más de 2.500 científicos participaron en la elaboración de su último informe, el cuarto informe de evaluación.

Ello se ha visto reflejado de cierta forma en la última reunión del CMNUCC en 2007 en Bali, donde se lanzó el proceso de negociaciones que llevará al nuevo acuerdo sobre reducción de emisiones.

La generación de electricidad, por ejemplo, es responsable del 40% de las emisiones anuales de CO_2, y, con una proyección de aumento del 50% en la demanda de aquí a 2030[5], las emisiones de CO_2 podrían aumentar el 55% comparadas con los niveles de 2004.

Cuando se incluye la variable del cambio climático, el coste de mantener y, en muchos casos, teniendo en cuenta las previsiones de crecimiento en la demanda energética, aumentar el consumo de combustibles fósiles parece irracional. Sobre todo si se toma en consideración que se encuentran hoy ya desarrolladas fuentes de energía renovables capaces de afrontar el desafío del cambio climático, suministrando también otros resultados positivos, tales como la mejora en la calidad del aire en las urbes, la creación de empleo y la reducción de la dependencia energética.

Una obligación para este siglo: extender el acceso a la energía

La importancia de la energía para el desarrollo (humano y económico) es conocida. En el contexto descrito, es muy importante tener en cuenta que el acceso a la energía de los sectores de la población todavía excluidos se verá afectado por las elecciones que se hagan en materia de política energética –si se opta por las energías fósiles, el acceso se verá condicionado por la capacidad del país en cuestión a financiar la importación de los mismos a precio creciente–, y también puede empezar a verse condicionado por la presión sobre el control de las emisiones de CO_2 en las economías emergentes.

Según datos de las Naciones Unidas, son actualmente 1.500 millones de personas en el mundo las que no tienen acceso a la electricidad[6], cuatro quintos de las cuales viven en zonas rurales. La AIE estima en su informe de 2004 que para el año 2030 la mitad de la población del África subsahariana permanecerá aún sin electricidad y que África será la única

[5] *Annual Energy Outlook 2007.*
[6] *The Energy Challenge for Achieving the Millennium Development Goals,* 2005.

región donde el número total de gente sin acceso a la electricidad crecerá con respecto a la cantidad actual de gente sin acceso a esos servicios.

Lo cierto es que sin la adopción de políticas ambiciosas en el tema esta situación de exclusión no cambiará. Sin embargo, y a pesar de la importancia del acceso a la energía, los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM)[7] no han establecido ningún objetivo cifrado para el mismo. Como se analiza en detalle más adelante, para poder cumplir con el resto de los compromisos que se fijaron en los Objetivos del Milenio, los gobiernos deberán enfrentar previamente el desafío de garantizar el acceso a la energía, dada su relación directa con la consecución de los ODM. Es impensable reducir el analfabetismo y la mortalidad materno-infantil, por citar algún ejemplo, si las escuelas y los hospitales no tienen electricidad.

2. LOS PAÍSES DESARROLLADOS Y EL CRECIMIENTO SOSTENIDO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

En 2005 el mercado de las energías renovables creció considerablemente a nivel global (26% entre 2005 y 2006[8]). Sólo por citar un ejemplo, la energía solar fotovoltaica creció un 41% en 2006, alcanzando nueve veces el nivel de producción del año 2000. Además del crecimiento del mercado, el año 2005 marcó también un récord en las inversiones en energías renovables. Alemania y China fueron los líderes en inversiones, con cerca de siete mil millones de US$ cada uno, seguidos por EE UU, España y Japón. Las cifras globales esconden diferencias significativas. La importancia relativa de las energías renovables en cada uno de estos países es diferente:

a) con respecto a los objetivos que se persiguen (si acceso o conversión de sistemas energéticos);

b) con respecto a la antigüedad de la inversión y los contextos en los cuales ella se desarrolla;

c) con respecto a las perspectivas para el futuro.

---

[7] Los ODM son un conjunto de ocho macroobjetivos, aprobados por 191 países miembros de la ONU en 2000, a ser alcanzados por los países hasta 2015.

[8] *Greenpeace, energy [r]evolution,* página 5.

En esta sección dedicaremos nuestra atención a la situación de las energías renovables en los países desarrollados. En éstos las renovables se ubican principalmente como fuentes alternativas para un sistema energético ya establecido; la inversión data de varias décadas, en un contexto de crecimiento moderado de la demanda –como en el caso de los países miembros de la UE y Japón, con fuertes políticas de reducción de CO_2 y objetivos establecidos para el desarrollo de las renovables–. Asimismo, en los países desarrollados las capacidades para expandir las energías renovables son importantes, pero concentradas en el sector de las *nuevas* renovables, por ejemplo, solar y eólica, ya que las *clásicas* han agotado su capacidad de expansión, como en el caso de la gran hidroeléctrica.

¿Cuáles han sido las razones para desarrollar las renovables?

En los países desarrollados, las principales motivaciones para el crecimiento de las renovables aparecen en línea con la voluntad de cambiar las fuentes fósiles por fuentes alternativas limpias, en una primera fase como una vía para escapar a la dependencia respecto de los combustibles fósiles, en torno a los *shocks* petroleros de los años setenta.

Actualmente, como una segunda fase en esta expansión, a la preocupación por la inseguridad en el suministro energético se han unido preocupaciones medioambientales: estas fuentes son una forma de contrarrestar las presiones sobre nuestro planeta, en particular las emisiones de CO_2 y el consecuente calentamiento global.

Puesto que en estos países el acceso a los servicios energéticos está garantizado, este objetivo no constituye una motivación para la expansión de las renovables, como sí lo es en los países en desarrollo.

También es cierto que los países desarrollados se enfrentan también a otro desafío que no está sólo vinculado a las formas de generación de energía, sino también a su capacidad de gestionar la demanda y su uso. El consumo energético en los países desarrollados supone un promedio de más de 4.600 kilos petróleo-equivalentes por persona (en los países en desarrollo el promedio es de 910 kilos), con variaciones que van desde los casi 7.800 de EE UU a 3.100 en Italia, sólo por mencionar un ejemplo[9]. No es posible mantener este excesivo nivel de consumo y emisión de contaminantes, tanto por la finitud de los combustibles fósi-

les como por el fenómeno del cambio climático. La capacidad de acompañar las políticas de generación de energía renovable con planes de eficiencia y racionalidad energética ha adquirido una importancia creciente.

¿Qué ha hecho falta? ¿Qué sigue haciendo falta? Tendencias de inversión en los países desarrollados

Las primeras estadísticas disponibles sobre la evolución de las energías renovables en los países desarrollados remontan a los años setenta, cuando un importante movimiento hacia la independencia energética hacía aparición entre los cuadros gubernamentales, en un contexto de crisis política y aumento exponencial del precio del petróleo.

"Empezando en aquel momento –algunos países un poco antes–, los gobiernos crearon programas de I+D para desarrollar las fuentes de energía renovables como *alternativa* a los combustibles fósiles. Esto fue seguido por una serie de políticas para la promoción de esas tecnologías, incluyendo incentivos a la inversión, impuestos y subsidios, en particular para las nuevas renovables"[10].

Según la AIE[11], que analiza la evolución de los mercados energéticos en los países desarrollados, la parte de las renovables –incluyendo gran hidroeléctrica– en la oferta energética pasó de 141,5 Mtep[12] (4,6%) en 1970 a 280,9 (5,5%) en 2001.

En tres décadas, las energías renovables han aumentado a un promedio de 2,2%, cuando el total de la oferta energética ha aumentado a 1,6%. Si bien la parte de las energías renovables más *maduras,* como la hidroeléctrica o la geotérmica, declinó, la oferta proveniente de las *nuevas* renovables (eólica y solar, por ejemplo) creció al 23% por año entre 1980 y 2001.

---

[9] Earthtrends, Energy Consumption: Total energy consumption per capita Units: Kilograms of oil equivalent (kgoe) per person, based on data from International Energy Agency (IEA) Statistics Division. 2006. Energy Balances of OECD Countries (2006 edition) and Energy Balances of Non–OECD Countries (2006 edition).

[10] IEA, (Agencia Internacional de Energía). Contribución de las energías renovables a la seguridad. Abril de 2007.

[11] IEA, *Renewable Energy, Market and Policy Trends in IEA countries.* 2004, página 53.

[12] Mtep: Millones de toneladas equivalentes de petróleo.

El arranque del crecimiento de las renovables en los setenta y ochenta fue debido en gran parte a la aportación de fondos públicos luego del *shock* petrolero en los setenta. También lo fue su mantenimiento. Los gobiernos de la AIE dedicaron cerca de 291.000 millones de dólares a la Investigación, Desarrollo y Demostración (I+D+D) en el sector energético entre 1974 y 2002[13]. La inversión en los países desarrollados para la I+D+D en energía renovable sumó cerca de 23.550 millones de dólares, un 8% del total de los fondos para el mismo período. En la tabla presentada a continuación se ofrece el porcentaje de las inversiones para cada una de las energías renovables (ver Tabla 2).

TABLA 2. PORCENTAJE DE LAS INVERSIONES PARA CADA UNA DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Solar fotovoltaica	2,7%
Biomasa	1,6%
Energía eólica	1,1%
Geotérmica	0,9%
Calefacción y refrigeración solar	0,7%
Electricidad solar térmica	0,5%
Energía del océano y olas	0,1%
Gran hidroeléctrica	0,1%
Pequeña hidroeléctrica	0,04%

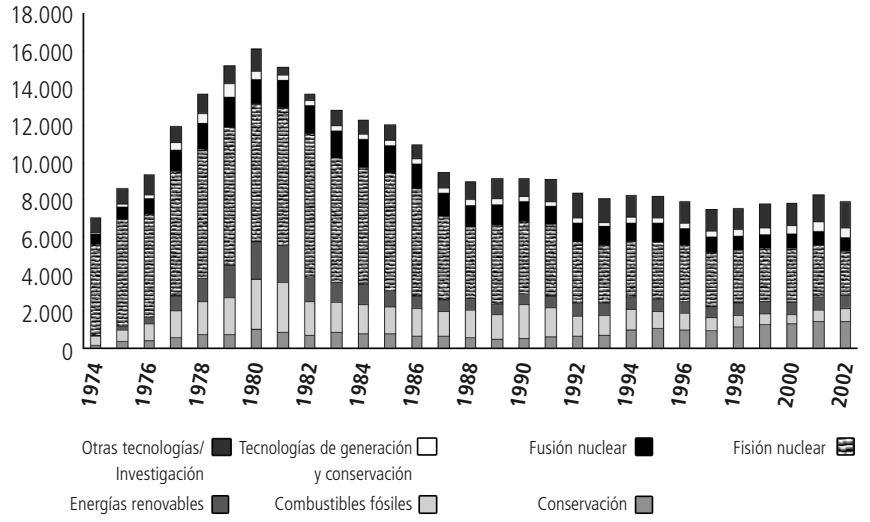
Fuente: IEA, *Renewable Energy, Market and Policy Trends in IEA countries.* 2004, página 53.

No obstante, a pesar del éxito, dichos presupuestos disminuyeron hasta cerca de la mitad hacia finales de los ochenta y permanecieron estables hasta el año 2002[14]. Esta reducción resulta inconsistente con la intención proclamada por los gobiernos de aumentar la parte de las renovables en la oferta energética.

[13] IEA, *Renewable Energy, Market and Policy Trends in IEA countries.* 2004, página 54.
[14] IEA, *Renewable Energy, Market and Policy Trends in IEA countries.* 2004, página 53.

La inversión en Investigación, Desarrollo y Demostración para las renovables creció rápidamente al final de los años setenta y alcanzó su récord en 1980, con casi 2.000 millones de US$. Esta inversión declinó a mediados de los ochenta y siguió estable desde entonces, entre 550 millones de US$ y 700 millones de US$ anuales. Para los países miembros de la AIE el promedio fue de 650 millones de US$ desde 1990 a 2002, 7,7% del cual era dinero público. Sin embargo, aún en el pico de los años 80, esta inversión puede considerarse pequeña si se compara con los recursos destinados a la I+D+D en las tecnologías fósil o nuclear (ver Gráfico 1).

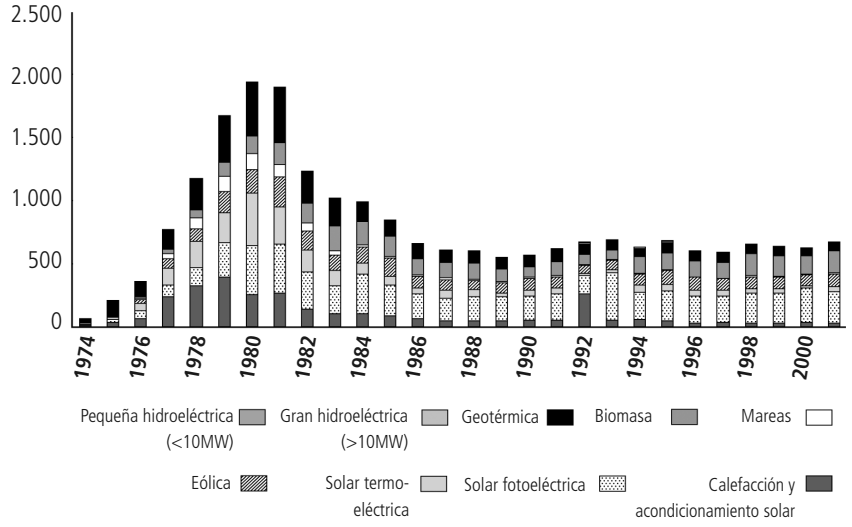
GRÁFICO 1. Presupuesto público en I+D+D para energía *Millones de US$ (precios y tasas de cambio 2002)*



Fuente: IEA, *Renewable Energy, Market and Policy Trends in IEA countries.* 2004, página 55.

Alemania, Japón y EE UU sumaron cerca del 66% de todos los fondos en el período 1990-2002, seguidos por Italia, Holanda y Suiza. Estos seis países juntos sumaron un promedio de 531 millones de US$ por año, constituyendo EE UU la media más elevada, con un presupuesto de 236,9 millones de US$ por año (ver Gráfico 2).

GRÁFICO 2. Presupuesto público en I+D+D para energía renovable *Millones de US$ (precios y tasas de cambio 2002)*



Fuente: IEA, *Renewable Energy, Market and Policy Trends in IEA countries.* 2004, página 55.

No obstante, el diferencial de crecimiento de las energías renovables no sólo se explica por los presupuestos destinados a la Investigación, Desarrollo y Demostración. Su impulso se ha debido también a otras políticas de promoción, específicamente en el área de la expansión y el crecimiento de esas tecnologías.

Entre los ejemplos de políticas de promoción de las energías renovables podemos encontrar la puesta en marcha de proyectos de demostración (que aumentan la visibilidad y la aceptación por parte del público), los incentivos financieros para la compra de la infraestructura necesaria para la generación de energía renovable, la instauración de tarifas de introducción a la red eléctrica *(feed-in tariffs),* los préstamos a baja tasa de interés, las subvenciones de capital y apoyo local a la construcción, por mencionar algunas.

Se puede observar a la luz de las distintas experiencias nacionales que la variable temporal ha sido importante en el éxito de las políticas llevadas a cabo. Sólo aquellas que se han mantenido en el tiempo han logrado establecer una evolución continuada de las energías re-

novables. En la mayor parte de los casos, las tarifas de introducción a la red han funcionado por períodos de 8-20 años. En cambio, las políticas intermitentes, como los créditos fiscales en EE UU, pueden dañar la inversión del sector privado por la incertidumbre temporal.

De este modo la estabilidad y la predictibilidad del apoyo público son importantes para lograr el crecimiento de las renovables. Asimismo es necesario un desarrollo de otro tipo de recursos, no necesariamente ligados a lo financiero, como lo son los recursos humanos y tecnológicos, así como también instrumentos legales y normativos, que aseguran el avance y proyección en el tiempo.

¿Cuál es el camino que tenemos por delante en el mundo desarrollado? ¿Qué tendríamos que instalar?

Según The Climate Group[15], en 2005 la capacidad instalada en el mundo en energías renovables (sin considerar las grandes hidroeléctricas) alcanzó los 182 GW, lo que supuso un aumento del 14% respecto de 2004, y un 4% del total de la producción de electricidad. La energía eólica representa el 50% de esa cifra y la solar un 5%[16].

Siguiendo las previsiones de esta organización, la generación eólica tendría que pasar de 90 GW a 124 GW de aquí a 2009. Dicha cifra se elevaría aún más para alcanzar 200 GW en 2012.

¿Qué suponen las energías renovables como motor de empleo?

La generación de empleo debería ser una de las variables que más importancia tuviera a la hora de tomar decisiones sobre actividades económicas. La cantidad y la calidad de los empleos debe ser uno de los factores que nos ayuden a elegir entre las diferentes opciones para la producción de energía. Aquellas actividades que sean intensivas en mano de obra deben gozar de prioridad. Más de 2.200.000 trabajadores están empleados actualmente en el sector de la energía renovable a nivel mundial. Este número es equivalente a la can-

[15] The Climate Group es una organización independiente, sin fines de lucro, dedicada a hacer avanzar la acción de los gobiernos y las empresas en cuestiones ligadas al cambio climático. http://theclimategroup.org/index.php/home/

[16] The Climate Group, *In the Black: The growth of the low carbon economy.* Mayo de 2007, página 7.

tidad de trabajadores empleados en la UE-25 en los sectores de electricidad, gas y agua juntos.

Según un informe del World Watch Institute, llevado a cabo para el PNUMA[17], a nivel mundial, 300.000 trabajadores están empleados en la generación eólica y más de 100.000 en la solar fotovoltaica. En China, Estados Unidos y Europa, más de 600.000 están empleados en la solar térmica –en su mayoría en China–. Se estima que cerca de 1.200 millones de trabajadores trabajan en el sector de la biomasa en los cuatro países líderes: Brasil, Estados Unidos, Alemania y China. En total, sumando los países de los cuales se tiene información, la cantidad de gente empleada por las renovables representa cerca de 2.300 millones. Teniendo en cuenta la falta de información, esta es sin duda una estimación conservadora".

Alemania, Japón, China, Brasil y Estados Unidos juegan roles preponderantes en el desarrollo de la tecnología renovable, y conservan hasta el momento la mayoría de los empleos renovables en el mundo.

En España, por ejemplo, en 2005 tenían actividad en el sector más de 1.300 empresas, dando empleo a unas 180.000[18] personas. En un estudio reciente[19] se establece que en 2010, en caso de cumplirse el objetivo de generar el 12% de la energía primaria con renovables, se llegaría a la cifra de 100.000 nuevos empleos en España. Si se apostara más fuertemente por este tipo de energía, se llegarían a crear hasta 200.000 nuevos empleos en el mismo año 2010 (según el estudio europeo MITRE).

La mayor parte de los estudios concluye que las renovables generan más empleo que las energías fósiles convencionales de media por cada megavatio de potencia instalada. Sobre el mantenimiento las cifras son menos claras (ver Tabla 3).

---

[17] Michael Renner, Sean Sweeney, and Jill Kubit, Green Jobs. Towards Sustainable Work in a Low-Carbon World. Preliminary report submitted by the Worldwatch Institute to the UN Environment Programme (UNEP/ILO/ITUC Green Jobs Initiative), December 2007.

[18] *IDAE, Plan de Energías Renovables 2005.*

[19] Sánchez López, Ana Belén. *Empleo en PyME del sector de las energías renovables e industrias auxiliares en España. ISTAS, CCOO.* España, 2007.

TABLA 3. EMPLEO MEDIO POR VIDA MEDIA DE LA INSTALACIÓN (EMPLEOS POR MEGAVATIOS DE CAPACIDAD MEDIA)

	Manufacturas, construcción, instalación	Operación y mantenimiento	Total
Solar fotovoltaica	5,76–6,21	1,20–4,80	6,96-11,01
Eólica.....	0,43–2,51	0,27	0,70–2,78
Biomasa.....	0,40	0,38–2,44	0,78–2,84
Carbón.....	0,27	0,74	1,01
Gas natural	0,25	0,70	0,95

Fuente: Michael Renner, Sean Sweeney, and Jill Kubit, Green Jobs. Towards Sustainable Work in a Low-Carbon World. Preliminary report submitted by the Worldwatch Institute to the UN Environment Programme (UNEP/ILO/ITUC Green Jobs Initiative), December 2007.

¿Qué tipo de empleo crearán las renovables?

Los empleos creados por el desarrollo de las energías renovables son muy diversos en necesidades de capacitación y perfiles profesionales. Éstos van desde la investigación y el desarrollo, a empleos relacionados con las ingenierías, arquitecturas, con servicios generales, como planificación y gestión, administración, marketing, operarios/as cualificados, etc.

Por ejemplo, la energía eólica emplea un amplio abanico de profesionales: meteorólogos, ingenieros mecánicos para el diseño de las turbinas y los generadores, personal de control de calidad, mecánicos y técnicos para mantener todo en buen estado[20].

Además, hay otros factores a tener en cuenta como las condiciones laborales, salariales, la sindicación. Para adoptar y llevar a cabo las posibilidades de desarrollo de las renovables la implicación de los trabajadores es fundamental. Desgraciadamente muy pocos estudios hacen hincapié en estas variables.

El estudio español anteriormente mencionado aconseja avanzar hacia empleos estables y de calidad, con un convenio de subsector que iguale sus condiciones a la media de las ac-

[20] Michael Renner. Going to work for Wind Power . World Watch. January February 2001, pag. 26.

tualmente existentes en la generación convencional de energía. Y también llama a formar a nuevos profesionales en cada una de las especialidades renovables, en el marco de un plan formativo adecuado.

Los últimos estudios sobre la expansión de las renovables en el mundo consideran que la inversión en los países en desarrollo comienza a ser mayor que en los desarrollados desde 2006[21]. El hecho de que la demanda de energía sea creciente en las economías emergentes, junto con una voluntad de ampliar el *mix* energético, ha hecho que muchos países se planteen objetivos a alcanzar en materia de renovables: por ejemplo, China se ha planteado un objetivo de 30 GW para 2020 en eólica, y seguramente superará el objetivo de 2 GW en solar para el mismo año; India se ha planteado un objetivo de 70 GW de generación eléctrica renovable para 2012, y sólo en 2007 planea aumentar en 2 GW la capacidad eólica.

3. LA ECONOMÍA DEL PRESENTE: HACIA UN CÁLCULO REAL DE LOS COSTES

El precio de los combustibles fósiles ha sido infravalorado. En primer lugar, su precio está profundamente distorsionado como consecuencia de los subsidios directos e indirectos (en forma de ayudas a la investigación y el desarrollo, proteccionismo a algunas industrias extractivas políticamente sensibles como la minería de carbón, exenciones de impuestos, entre otros). Estas distorsiones son comunes para la mayor parte de las actividades, pero en sectores considerados estratégicos, como la generación de energía, su importancia es mayor.

Cada vez más nuestra mayor conciencia de las consecuencias medioambientales de las actividades productivas nos enfrenta a la necesidad de buscar modos más adecuados de calcular los costes, cálculos que tengan en cuenta el coste medioambiental. Una estimación verdadera de las distorsiones actuales nos llevará a una economía más real y objetiva.

Así, por ejemplo, los costes de la transformación y utilización de energías de origen fósil para la salud humana y el medio ambiente escapan totalmente al precio del mercado. Si en el cál-

[21] UNEP and New Energy Finance – Global Trends in Sustainable Energy Investment 2007.

culo de los costes son eliminados los subsidios, y son internalizados los verdaderos costes ambientales y sanitarios de la utilización de combustibles fósiles, el precio aumenta considerablemente y las energías renovables aparecen inmediatamente competitivas. En este razonamiento es válido también obtener el cálculo de las más competitivas entre las renovables.

Subsidios

Myers y Kent desarrollaron una estimación de los subsidios a escala mundial para la energía fósil (119 billones de US$/año) y nuclear (12 billones de US$/año), con 200 billones de US$/año de externalidades. Van Beers y De Moor estimaron los subsidios a escala mundial para todos los combustibles (250 billones de US$/año, con más del 60% orientado a los fósiles), pero no incluyeron las externalidades.

Los subsidios a los combustibles fósiles son complejos y actúan en distintos momentos del ciclo de producción y venta de los mismos. Éstos se agrupan en torno a:

- la preproducción: por ejemplo en la investigación y desarrollo, y en la prospección;
- la producción: extracción, conversión/generación, distribución a los consumidores;
- el consumo: en general clasificado en torno a tres ideas –lucha contra la pobreza, ubicación de precios por debajo del mercado y subsidios orientados a cierta clase de consumidores–;
- la posproducción: cuando el Gobierno toma a su cargo, por ejemplo, los costes de desmantelar las infraestructuras instaladas luego de su vida útil, y la cobertura de las externalidades, que incluyen la contaminación, la degradación del suelo, problemas de salud, riesgos de accidentes e inseguridad energética[22].

Hay, por otro lado, gastos gubernamentales orientados a cubrir problemas asociados con algunos recursos energéticos. Esto incluye el financiamiento público para proteger las fuen-

[22] REN 21, *Removing Subsidies Leveling the Playing Field for Renewable Energy Technologies.* Marzo de 2004, página 753.

tes de energía y sus activos, la absorción pública de los costes para cubrir los problemas de salud profesional de los trabajadores y/o los subsidios públicos para controlar la contaminación.

Otro tipo de subsidios, principalmente en los países en desarrollo, son aquellos que dejan vacíos legales, imposibilitando la exigencia de compensación frente a los responsables de posibles daños y dejando espacio para las omisiones y descuidos que pueden provocar daños suplementarios. Este tipo de subsidios es difícil de cuantificar, pero es definitivamente una barrera para el desarrollo de energías alternativas y limpias.

Costes ambientales y sanitarios

Localmente, la producción y el consumo de energía a partir de fuentes fósiles conllevan a la contaminación del aire, del agua y a la degradación del suelo. A escala regional, sin precauciones especiales, las emisiones de sulfuros y nitrógeno son distribuidas a kilómetros a la redonda de las plantas de combustión. A escala global, las emisiones de gases de efecto invernadero a partir del consumo masivo de combustibles fósiles son una de las principales causas del cambio climático. Si bien el coste de cada uno de estos fenómenos es difícil de cuantificar, se puede observar por intermedio de algunos de sus efectos directos. Podríamos mencionar como ejemplos la contaminación del aire y sus costes sanitarios, y el cambio climático, con su lote de consecuencias que no han sido aún del todo analizadas.

COSTES SANITARIOS POR CONTAMINACIÓN DEL AIRE

La exposición a altos niveles de contaminación del aire, una de las consecuencias de la combustión de combustibles fósiles, muestra sus efectos desde mediados del siglo XX, cuando las ciudades europeas y de Estados Unidos experimentaron episodios de contaminación del aire, como el de 1952 en Londres, que causó varias muertes y centenares de personas hospitalizadas. Actualmente, en países desarrollados, aún con niveles relativamente bajos de contaminación, a pesar de las regulaciones, se han identificado serios efectos en la salud por la contaminación del aire derivada de la combustión.

Los riesgos más elevados se encuentran, con todo, en las megaciudades de los países en desarrollo, que alcanzan o superan los niveles de contaminación de la primera mitad del siglo en los países industrializados.

La contaminación del aire proveniente de fuentes de combustión está asociada a un espectro amplio de efectos crónicos y agudos, que varían con respecto a los componentes de la misma. La contaminación con partículas (que se inhalan y se instalan en los pulmones) es la más seria, causando cáncer de pulmón y otras muertes por incidentes cardiopulmonares. Otros componentes, como el plomo y el ozono, tienen efectos serios y contribuyen a agravar los efectos negativos de la contaminación del aire. Según la OMS, los análisis basados en las partículas consideran que son responsables del 5% de los cánceres de tráquea, bronquios y pulmones, el 2% de la mortalidad cardiorrespiratoria y el 1% de los decesos por infecciones respiratorias. Esto implica unas 800.000 muertes anuales y 7,9 millones de años perdidos de buena salud (DALYs, por sus siglas en inglés)[23]. Son los países en desarrollo los que soportan la mayor carga en este tipo de afecciones, con el 42% de las DALYs en la región Asia-Pacífico y el 19% en los países de alta mortalidad del sudeste asiático[24] (ver Gráfico 3).

COSTES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

El Informe Stern sobre los costes del cambio climático es tal vez el más ambicioso en esta área. Hace ya varios años que se conoce, y ahora queda confirmada con la nueva publicación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático[25], la influencia de la utilización de las energías fósiles en el aumento de las concentraciones de CO_2 en la atmósfera. El Informe Stern cuantificó algunos de los efectos del cambio climático que pueden ser imputados a los combustibles fósiles y que de hecho no se encuentran representados en sus costes actuales.

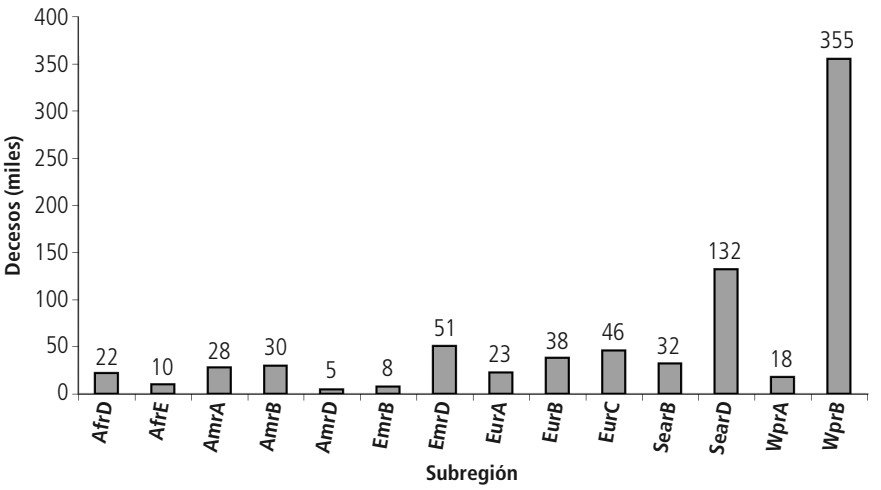
---

[23] OMS. Contaminación del aire urbano, estimaciones de la carga mundial de morbilidad causada por riesgos ambientales y profesionales; resultados basados en el Informe Mundial sobre la Salud, 2002.

[24] http://www.who.int/whr/2002/chapter4/en/index7.html

[25] Ver nota 4.

GRÁFICO 3. **Mortalidad atribuible a la contaminación del aire urbano, 2000**



Fuente: OMS. Contaminación del aire urbano, estimaciones de la carga mundial de morbilidad causada por riesgos ambientales y profesionales; resultados basados en el Informe Mundial sobre la Salud, 2002.

Stern calcula que el calentamiento global puede causar una reducción de hasta el 20% del PIB mundial, más de 200 millones de refugiados ambientales (como consecuencia de las sequías y las inundaciones), escasez de agua para un habitante del planeta sobre seis, extinción del 40% de especies, entre algunos de los efectos.

Los costes del cambio climático también se relacionan con los efectos en la salud provocados por la exposición a aumentos drásticos de la temperatura y del aumento de catástrofes climáticas. Otros riesgos provienen de la multiplicación de zonas de riesgo para las enfermedades de vector (como la malaria o el dengue) y de la temporalidad en la aparición de enfermedades ligadas a la calidad del agua, a las cosechas o a las plagas y pestes, la salinización de algunas fuentes de agua dulce como consecuencia de la elevación del nivel del mar, entre otros. Según la OMS, los cambios en el clima fueron responsables en el año 2000 del 2,4% de los casos de diarrea en el mundo, el 6% de los de malaria en los países de mediano ingreso y el 7% de los de dengue en algunos países industrializados.

Costes políticos e institucionales

Existen otros costes que no se tienen en cuenta cuando se hace el cálculo de impacto de la producción de combustibles fósiles. La corrupción, por ejemplo, ha sido destacada como una barrera para la reducción de la pobreza. Pocas industrias, con la excepción tal vez de las armas, han tenido más relación con la corrupción que las empresas relacionadas con los combustibles fósiles. Desde el inicio con la industria de carbón hasta el petróleo, las estructuras centralizadas de las industrias extractivas han seguido comportamientos rentistas, como lo llaman los universitarios.

Según la agencia de Naciones Unidas que se especializa en el comercio y el desarrollo (CNUCED), la porción más importante del flujo de por sí pequeño de inversiones hacia las regiones de bajo desarrollo humano como África subsahariana se dirige hacia la industria petrolera y de carbón[26]. Estas industrias son conocidas por pasar sólo una pequeña parte de sus beneficios a las poblaciones locales. Las consecuencias no son sólo injustas, sino conflictivas. De Angola a Nigeria, el petróleo ha sido y es una fuente de lucha, conflicto, deuda y explotación entre ricos y pobres (ver cuadro a continuación).

En 2002, Nigeria producía cerca de dos millones de barriles de crudo por día. El petróleo significaba el 80% del ingreso en las arcas del Estado y el 90% de las ganancias en divisas. Los 11.000 millones de US$ de ganancia por la venta del petróleo, distribuidos equitativamente, hubieran significado 27 céntimos de dólar por día para cada nigeriano.

Sin embargo, Nigeria contrajo deudas de 5.600 de millones de US$ a tasas de interés internacional bajo sus regímenes militares. Los servicios de la deuda costaron en 1999 y 2000 1.400 de millones de US$ por año. Muchos bancos de renombre, incluyendo Barclays, HSBC y Merill Lynch, fueron acusados por la autoridad regulatoria de la City por ignorar las reglas contra el lavado de dinero en relación a las cuentas del dictador nigeriano general Abacha.

[26] Ver el *Informe sobre las inversiones en el mundo* series (UNCTAD). Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo.

La deuda nigeriana es además una consecuencia del fracaso de proyectos financiados con préstamos internacionales, que no funcionaron por ser dependientes de productos, equipos o apoyo técnico extranjeros.

Simultáneamente, los costes de la degradación ambiental en Nigeria –la mayor parte en el delta del Níger, que fue durante mucho tiempo de alto interés para compañías como Shell, Mobil, Texaco y Chevron– han sido evaluados en 5.100 millones de US$. Ya en 1998, cerca de 14.000 reclamaciones de compensación por daños originados por la explotación de petróleo fueron presentados por grupos, individuos y comunidades a las Cortes nigerianas.

Más duras aún son las tensiones étnicas que se han exacerbado en las zonas donde existe petróleo. La violencia, resultado de la lucha por controlar los recursos petroleros, dejó, durante las elecciones provinciales y estatales de 2003, centenares de muertos y miles de refugiados.

Fuente: NEF, *The Price of Power: Poverty, climate change, the coming energy crisis and the renewable revolution.* 2004, página 12.

4. LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN EL MUNDO: CAMINOS DIFERENTES HACIA UN FUTURO COMÚN

Tras analizar las consecuencias del uso de los combustibles fósiles y su coste real, nos parece interesante constatar que sólo la vía del desarrollo de las energías renovables permite resolver las dinámicas contradictorias de acceso, seguridad del suministro y protección ambiental, tanto en los países desarrollados como en las economías emergentes y en desarrollo.

La transición que nos lleva: los países desarrollados

A pesar del progreso que hicieron las energías renovables en los países desarrollados, a día de hoy, el petróleo representa el 43% del consumo energético global. Además de ser un recurso importante para las industrias intensivas en energía, el petróleo moviliza el 90% del

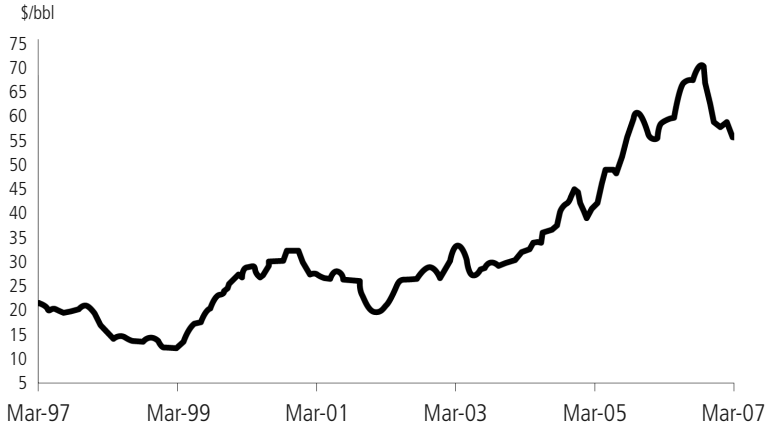
sistema de transporte. La agricultura también lo solicita para los fertilizantes y los pesticidas. Esta situación se enfrenta a dos elementos de peso:

- El último informe del GIEC confirma la necesidad de reducir entre un 50% y un 85% las emisiones de GEI de aquí al año 2050, reducción que tendrá que hacerse a nivel del 80% en los países desarrollados.
- El crudo de importación ha aumentado de 20 a más de 100 dólares estadounideses/barril en menos de diez años.

Estos dos elementos son reductores, cierto, pero enmarcan claramente la necesidad para los países desarrollados de encaminarse rápidamente hacia una economía libre de dióxido de carbono (ver Gráfico 4).

Las energías renovables existen en abundancia. La tecnología para aprovechar algunas de ellas, como la eólica, ya está madura. El mundo es lo suficientemente rico para ponerlas en

GRÁFICO 4. Total para la AIE, costes promedio del crudo importado *US$/ mil millones de barriles*



Fuente:
http://omrpublic.iea.org/pricescif.asp?cifcountry=All+Regions&cifformat=Time+Series+10+years&Submit=Submit

marcha, sobre todo si se inicia la transferencia de recursos desde la concesión de subsidios de los combustibles fósiles hacia el desarrollo y expansión de las renovables.

Ciertos países ya han iniciado un camino hacia una sociedad de baja intensidad en carbono. Casos como los de la Unión Europea, que se ha impuesto un objetivo del 20% de energías renovables para 2020 (acompañado por un 20% de reducción del consumo energético), son vías en esa dirección. Aun ciertos países que han sido reacios a ratificar compromisos internacionales en temas de cambio climático han establecido objetivos para las renovables, como Australia, que busca tener una capacidad instalada de 9.500 GWh/año para 2010.

La transición a pactar: los países emergentes

El punto de partida extremadamente bajo hace que el crecimiento de las energias renovables en los países emergentes haya sido y sea exponencial. En 2005, por ejemplo, China invirtió 7.000 millones de dólares, e India superó a Japón en capacidad de energías renovables instaladas. China aparece como líder en inversiones anuales; primero en agua caliente solar, tercero en producción de etanol y quinto en eólica. India aparece cuarto en eólica y en agua caliente solar. El aumento en la capacidad instalada también ha sido muy importante en Brasil (2,4 GW instalados en 2005).

De los 43 países con objetivos renovables nacionales, figuran ocho economías emergentes: Brasil, China, Egipto, India, Malasia, Filipinas, Sudáfrica y Tailandia.

Tailandia tiene como objetivo alcanzar un 8% de la energía primaria para 2011 (excluyendo biomasa tradicional). Filipinas busca alcanzar 5 GW para 2013, o duplicar su capacidad actual. Sudáfrica estableció en 2003 un objetivo de 10 TWh de energía adicional de fuente renovable para 2013, que representaría cerca del 4% de la capacidad de producción energética total. La legislatura mexicana estaba considerando una nueva ley sobre energías renovables que podría incluir un objetivo cifrado.

China estaba finalizando un objetivo del 16% de energía primaria de fuente renovable para el 2020, incluyendo gran hidroeléctrica, que hoy llega al 7,5%. Han incluido también objetivos para 2020 de 300 GW de hidroeléctrica, 30 GW de eólica, 30 GW de biomasa y 1,8 GW de solar (ver Tabla 4).

TABLA 4. **OBJETIVOS DE PRODUCCIÓN DE RENOVABLES DE CHINA**[27]

Fuente energética	Unidad	Producción actual	Objetivo 2010	Objetivo 2020
Eólica	GW	2,6	5	30
Biomasa	GW	2,0	5,5	30
Solar fotovoltaica	GW	0,08	0,3	1,8
Paneles solares	*	100	150	300
Etanol	**	1	2	10

* Millones de metros cuadrados. ** Millones de toneladas.

India, además de su objetivo de corto plazo del 10% para 2012, propuso objetivos de largo plazo para el año 2032 en distintas categorías, incluyendo 15% de electricidad; 10% de consumo de combustibles sustituidos por agrocombustibles, combustibles sintéticos o hidrógeno, y 100% de agua caliente solar en todas las instalaciones posibles (incluyendo la totalidad de hoteles y hospitales para 2022).

Este aumento en la inversión en renovables es correlativo al aumento generalizado esperado en el consumo energético en las economías emergentes. Los pronósticos que indican un fuerte crecimiento de la demanda energética global en los próximos años están basados en el crecimiento sostenido de las economías emergentes más importantes (las BICS: Brasil, India, China y Sudáfrica). En el escenario económico global, el desarrollo de estos países es un factor central, por ello las decisiones económicas y por supuesto las energéticas en dichos espacios tendrán una influencia masiva en la economía global en el futuro próximo. Algunos países han iniciado planificaciones tendentes a garantizar cierta forma de soberanía energética (como el caso de Brasil con los agrocombustibles). Sin embargo, buena parte de la infraestructura necesaria para abastecer las necesidades del mercado queda aún sin desarrollar.

[27] Eric Martinot y Li Junfeg. Powering China's Development: The role of renewable energy. Worldwatch Report. November 2007.

Muchos de los países emergentes cuentan con reservas de combustibles fósiles y utilizarlas parece la opción más sencilla para paliar sus necesidades. Además, si tenemos en cuenta que el consumo histórico *per cápita* de estos países ha sido y es aún bajísimo, podría aparecer el argumento del *derecho a contaminar,* sabiendo que durante siglos los países desarrollados han usado y abusado de los de su propio territorio y de los de otros países. Como veremos brevemente a continuación, las opciones poco sostenibles ambiental y/o socialmente abundan. No obstante, la elección de una producción energética sostenible es sin duda la más adaptada para acompañar el desarrollo de las economías emergentes, puesto que ello puede evitar también otros efectos adversos del modelo de desarrollo tradicional, como por ejemplo la contaminación con químicos peligrosos o los desechos tóxicos.

La eleción de fuentes energéticas no es un tema sencillo y desde luego no valen recetarios comunes. Las fuentes a promover y aquellas a contemplar con más cautela serán diferentes, en diferentes regiones y en diferentes tiempos.

No obstante, todos los esfuerzos deben hacerse para la transición hacia una producción energética sostenible para acompañar el desarrollo de las economías emergentes.

LA TENTACIÓN NUCLEAR

Todos los escenarios que se han construido sobre la progresión de la demanda energética en los países emergentes coinciden en mayor o menor medida con la necesidad de grandes flujos de inversión en el aprovisionamiento energético para los hogares y la industria. La cantidad de dinero necesaria a corto y medio plazo dependerá en buena medida de las opciones energéticas que se escojan.

Esto ha hecho que muchos países emergentes consideren o reconsideren la opción nuclear como vía para satisfacer la demanda energética creciente.

Se ha calculado que cerca del 25% de la deuda externa de los países en desarrollo está relacionada con las inversiones en energía tradicional. La energía nuclear, con sus necesidades altísimas de inversiones, sus costes cambiantes y, sobre todo, los costes al final del proceso, sólo puede aumentar ese patrón. Asimismo, la energía nuclear deja su legado de residuos nucleares, el temor a un accidente, además de los riesgos suplementarios en cues-

tiones de proliferación nuclear. Para los países en desarrollo, la energía nuclear parece entonces una opción de altos costes ambientales, sociales y económicos.

LOS AGROCARBURANTES

Los agrocombustibles provienen de granos de maíz, caña de azúcar, soja, colza y aceite de palma. Los más utilizados son básicamente el etanol y el biodiésel, que pueden utilizarse en los vehículos sin efectuar transformaciones. El etanol (90% de la producción de agrocombustibles) se mezcla con la gasolina, el biodiésel con el gasoil. La producción global de etanol en millones de litros aumentó de 17.279 (2000) a 38.200 (2006) y la de biodiésel pasó de 872 (2000) a 6.153 (2006)[28].

Este aumento exponencial, y la tendencia a una producción de carácter industrial, ha alertado a distintos actores sociales, que señalan ya tendencias negativas para el medio ambiente y de degradación de la situación social en los países exportadores de agrocombustibles.

Una ventaja de la biomasa (de la que proceden los agrocarburantes) es que, entre las formas de energía renovable, sólo ella puede almacenarse sin más, y procesarse para proporcionar otros productos sólidos, líquidos o gaseosos. En este sentido puede tener mucho interés para la obtención simultánea de subproductos "biológicos" (piensos, polímeros, fertilizantes, glicerina…) como sustitutos de la petroquímica convencional.

Los agrocarburantes son sustitutos de los combustibles fósiles que se usan en el transporte (gasolinas y gasóleos), donde existe un número muy limitado de combustibles alternativos a los convencionales, la mayoría de los cuales también se producen a partir de combustibles fósiles (como el gas natural).

Otra de las ventajas de los agrocarburantes es que, si las cosas se hacen bien –agronómica y ambientalmente–, tiene un balance neutro o ligeramente positivo de gases de efecto invernadero[29]. El uso de agrocarburantes, además, mejora la calidad del aire en las áreas ur-

---

[28] World Watch Institute, Vital Signs 2007-2008.

[29] Sin embargo, existen dudas con respecto al etanol proveniente del maíz y no hay consenso con respecto al balance de los agrocarburantes en GEI.

banas, reduciendo significativamente las emisiones de azufre y eliminando las de benceno y otros cancerígenos.

Según el Banco Mundial, la intensidad necesaria en mano de obra para la cosecha de los agrocarburantes también es una ventaja sobre los combustibles fósiles. Éstos emplean cien veces más trabajadores por julio de energía que los combustibles fósiles. Sin embargo, las plantaciones de aceite de palma en Indonesia parecen ofrecer menos empleos con respecto a las plantaciones que las precedían.

Sin embargo, los agrocombustibles muestran también en numerosas ocasiones un balance ambiental y social desfavorable. Implican un mayor consumo de combustibles fósiles en la forma de derivados (como los pesticidas, que necesitan del petróleo para ser producidos), emiten SOx y NOx y fomentan la expansión de las semillas genéticamente modificadas, con la consiguiente posibilidad de contaminar de aquellas destinadas a la alimentación. También pueden ocasionar efectos como los recientes aumentos de precios de aquellos alimentos que son derivados de las semillas utilizadas para la producción de agrocombustibles y las presiones sobre los bosques y otro tipo de extensiones con especies autóctonas.

Habrá que prestar atención a las condiciones laborales de estas formas de energía. Por ejemplo, un estudio de la OIT indica que se ha observado "una serie de impactos negativos asociados con esos cultivos, sobre todo cuando se expanden rápidamente. Esos impactos conciernen a las condiciones de trabajo y habitación, la salud laboral y pública, la distribución de los beneficios de la producción, el desarrollo local y la estabilidad de las comunidades. Los conflictos sobre los derechos tradicionales a la tierra son frecuentes, y las comunidades son en general afectadas de forma negativa por la presión hacia las infraestructuras y los recursos hídricos"[30]. En las comunidades donde los agrocombustibles se implantan, el trabajo asalariado deviene como la forma dominante de generación de ingreso. Y esto se asocia a otros fenómenos que se ven en el sector asalariado agrícola: empleo informal, empleos precarios, etc.

La deforestación para preparar terrenos para plantaciones en la producción de agrocombustibles podría incrementar las emisiones de CO_2 y disminuir la capacidad de sumidero de los bosques afectados.

---

[30] Poschen, Peter, ILO, *Social Impacts of Biofuel Production at the Micro-level.* 2007.

Con las tecnologías actualmente aplicadas, la producción y uso de los agrocombustibles en los países en desarrollo tiene límites claros y debería contemplarse con prudencia, dando prioridad a los usos domésticos sobre la exportación, la producción a pequeña escala y garantizando siempre condiciones ambientales, sociales y laborales sostenibles con los correspondientes certificados independientes, que garanticen que la producción se ha hecho con trabajo decente. El sistema de certificación forestal FSC puede ser un buen ejemplo.

La investigación de agrocombustibles de segunda generación merecería una atención especial para superar las dificultades y efectos adversos de las tecnologías ahora habituales.

GRANDES HIDROELÉCTRICAS: IMPACTO SOCIOAMBIENTAL

La energía hidráulica fue una de las primeras fuentes de energías renovables explotada de forma comercial, por lo que hoy es un sector tecnológicamente desarrollado y maduro, tras 150 años de evolución. En el mundo, cerca del 20% de la electricidad es de origen hidroeléctrico. La energía hidroeléctrica provee más del 50% de la electricidad nacional en cerca de 65 países, más de 80% en 32 países y cerca del 100% de la electricidad en 13 países.

En el mundo existen 45.000 hidroeléctricas construidas, que utilizan el 60% de los cursos de agua del planeta. Dos tercios de las hidroeléctricas están ubicados en países en desarrollo.

Dependiendo de la escala, las hidroeléctricas pueden provocar impactos socioambientales de dimensiones importantes que hay que tener en cuenta.

Las grandes hidroeléctricas pueden conllevar importantes impactos sobre la salud, el medio ambiente y la biodiversidad (alteración del régimen hídrico, expulsión de animales, destrucción de ecosistemas); la vida social y productiva (desplazamiento de poblaciones, migración de población rural –agricultores, pescadores, etcétera– hacia áreas urbanas, etcétera).

El aprovechamiento de los ríos para la producción eléctrica tendrá que tener en cuenta todos estos factores y priorizar aquellas centrales de menores impactos.

Respecto a las emisiones de gases de efecto invernadero, un aspecto que hay que tener en cuenta también es el nivel de emisiones de GEI, en particular las que pueden producirse en regiones tropicales. Estas emisiones son resultado de la descomposición de los bosques que quedan sumergidos, generando inmensos volúmenes de CO_2 y MH4. Las emisiones brutas de los embalses pueden representar entre el 1% y el 28% del potencial de calentamiento global de las emisiones de gases de efecto invernadero[31].

¿Cómo contrarrestar esta lógica?

Los sistemas de abastecimiento energético en las economías emergentes están al borde del colapso. La peligrosa suma de desinversión (como consecuencia de los procesos de privatizaciones), aumento de la demanda y dificultades crecientes a gestionar la geopolítica de la oferta convierten a esos países en espacios de alta vulnerabilidad. Estos últimos años se ha visto un aumento considerable de apagones e interrupciones en el suministro de electricidad, problemas fronterizos por la modificación en los términos de intercambio en los combustibles, etcétera.

Estos elementos tendrían que colaborar en la toma de conciencia sobre los límites de los modelos de abastecimiento energético actuales, de los sectores industriales que se promueven, así como de las formas de producción, muchas veces lejos de los estándares de eficiencia energética. También es preciso reflexionar en el tipo de empresas que se instalan en las economías emergentes, muchas veces huyendo regulaciones estrictas en los países desarrollados y agravando la huella ecológica de los países receptores de inversión.

Como se puede ver en los ejemplos que se mencionan en la cuarta parte, el potencial en energías renovables de las economías emergentes supera el aumento de la demanda actual, y esto en plazos para la instalación netamente más breves que los necesarios para inversiones en energías no renovables como la nuclear.

[31] Comisión Mundial de Represas -CRM-, p. 77.

Comenzar con buen pie: por un primer acceso renovable

Actualmente, en los países en desarrollo las formas más limpias de renovables –incluyendo solar, eólica, geotérmica o de las olas– representan una parte muy pequeña en la oferta global de energía: en África, un 0,2%; en América Latina, un 1,5%, en Asia, excluyendo China, un 3%[32].

Para alcanzar los Objetivos del Milenio y mejorar la calidad de vida de la gente, es necesario cerrar la brecha entre el mundo electrificado y el que no lo está. Sin embargo, las perspectivas de cubrir las necesidades de los más pobres por medio del uso de combustibles fósiles no son muy esperanzadoras. Llevar una red de eletricidad alimentada por combustibles fósiles a comunidades alejadas de las grandes ciudades en los países en desarrollo es poco práctico y oneroso, y por consiguiente políticamente difícil de realizar.

La vulnerabilidad de los importadores netos de combustible a un *shock* petrolero es inmensa. A principios de 2004 los precios mundiales del barril estaban a 35 US$. Un incremento de 5 dólares por barril aumentaría, a índices constantes de consumo, el coste de la energía para los países en desarrollo en 90 billones de US$ por año[33].

A pesar de la importancia de ampliar el acceso a la energía para los pobres, está claro que las desventajas de los combustibles fósiles en términos de incremento de los costes, de los riesgos sanitarios y de las emisiones de CO_2 (con efectos desastrosos sobre el clima) son demasiado serias para ser ignoradas. Estos impactos implican que cualquier paso que se haga para alcanzar los Objetivos del Milenio con combustibles fósiles significará hacer dos pasos hacia atrás en el desarrollo del país.

---

[32] NEF, *The Price of Power: Poverty, climate change, the coming energy crisis and the renewable revolution.* 2004, página 17.

[33] NEF, *The Price of Power: Poverty, climate change, the coming energy crisis and the renewable revolution.* 2004, página 19.

SEGUNDA PARTE
EL ROL DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL DESARROLLO

1. RELACIÓN ENTRE DESARROLLO ECONÓMICO Y ENERGÍA

La relación entre el desarrollo económico y la estructura de la producción ha sido bien estudiada por autores como Kuznets[34]. En las etapas iniciales del crecimiento económico, la parte de la agricultura en la producción total declina mientras sube la de la industria. En las etapas siguientes, con el aumento de la demanda de servicios financieros, comunicaciones y transporte, la parte de los servicios también aumenta y eventualmente domina sobre la producción.

Para la economía neoclásica, estos cambios en la composición del producto de un país tienen efectos en su demanda energética. El tamaño relativo de la agricultura, la industria y los servicios determinarán la demanda agregada de energía de la economía.

"Los procesos de industrialización están tipificados por un aumento enorme en el consumo energético debido al hecho de que la industria es más intensiva en energía que la agricultura. A medida que el desarrollo avanza, la producción de bienes y servicios empieza a dominar el producto total, y los avances en la tecnología permiten aumentar la eficiencia energética" [35].

El desarrollo económico también está caracterizado por el crecimiento de la demanda energética para el transporte y para usos comerciales y residenciales, siendo ambos reflejos de los cambios en el consumo.

La demanda energética de los hogares para transporte y otros usos (luz, electrodomésticos, climatización) requiere el desarrollo de una cierta infraestructura. Debido a la simultaneidad del crecimiento del producto de un país y el crecimiento de la demanda energética, la falta

---

[34] Kuznets, Simon: *Economic Growth of Nations: Total Output and Production Structure.* The Belnapp Press of Harvard University Press, 1971.

[35] Medlock, Kenneth; Soligo, Ronald: *The Composition and Growth of Energy Demand in China.* Abril de 1999.

de suficientes recursos puede retrasar el avance de la economía. El crecimiento en la demanda para transporte y otros bienes consumidores de energía aumenta la necesidad de estos recursos. La necesidad de cubrir esa demanda pone la presión en los gobiernos para que desarrollen los recursos domésticos o que aumenten la dependencia energética nacional, yendo a buscar fuentes internacionales.

Hay incluso visiones que modifican las ecuaciones básicas de la economía neoclásica para corregir la poca trascendencia que esta escuela da a la energía. Alam[36], por ejemplo, considera que la economía puede resumirse en flujos de actividades productoras y consumidoras de energía.

En esta visión, el pasaje de una economía basada en la biomasa a una economía fósil ha permitido históricamente la liberación de tierra para la producción de otros bienes, aumentando la capacidad de alimentar a una mayor población. Además, la energía proveniente de los combustibles fósiles sirvió también para expandir la oferta de materiales de construcción y máquinas, así como para favorecer la interminable carrera hacia máquinas más rápidas, más poderosas y más pequeñas para sustituir la variable trabajo en la ecuación económica clásica.

Del mismo modo, este autor considera que el pasar a una economía basada en los combustibles fósiles se hizo con mucha celeridad. En 1850, la biomasa representaba el 80% de los combustibles utilizados en el mundo, esta ratio bajó a 35% en 1900 y era de 15% en 1970.

El análisis de estos elementos resulta interesante cuando consideramos uno de los argumentos contra la factibilidad de la transición energética hacia las energías renovables. Los mismos que la consideran imposible olvidan que en los países desarrollados ya se operaron varias transiciones energéticas (de la biomasa al carbón, del carbón a los derivados del petróleo) y que dichas transiciones se hicieron rápidamente gracias a distintos incentivos de mercado y también legislativos.

---

[36] *Economic Growth with Energy,* 2006.

Crecimiento, energía y ambiente: ¿enemigos?

Las consecuencias ambientales del consumo creciente y masivo de combustibles fósiles que mencionábamos en la primera parte (como la contaminación del aire y el agua), vinculados estrechamente con el crecimiento económico, llevaron en los años setenta a una serie de reflexiones sobre la necesidad de superar las teorías de crecimiento y desarrollistas para evitar la destrucción del planeta.

MEDIO AMBIENTE *VERSUS* DESARROLLO

Desde el pensamiento clásico se ha venido planteando que existe una oposición entre desarrollo y protección ambiental. En esta visión, los países en desarrollo se concentrarían más en el *desarrollo,* en particular el social y económico, porque sus prioridades son las de aumentar los ingresos y la calidad de vida satisfaciendo las necesidades básicas con altos niveles de empleo. Los países desarrollados, que han alcanzado la industrialización y buena calidad de vida, enfatizarían la *sostenibilidad* y, por consiguiente, sus políticas se orientarían más a la protección del medio ambiente. En este pensamiento, para los países en desarrollo la protección del medio ambiente aparece como una barrera para su desarrollo que no fue impuesta a aquellos que hoy sí están industrializados. Los países desarrollados afirman que la protección ambiental tiene un carácter global que requiere el compromiso de todos los países, y en particular de aquellos que se están industrializando.

En esta línea se encuentran, por ejemplo, las primeras teorías que hacen eco de la finitud de los recursos y de la imposibilidad de permitir el desarrollo de los países más pobres.

El libro *Los límites del crecimiento*[37] fue tal vez el primero en abrir este debate. Basado en uno de los primeros modelos globales, trató de acomodar los problemas mundiales en un contexto global de integración económica, el libro anticipa un avenir bas-

[37] *Los límites del crecimiento.* Un informe al Club de Roma (1972), por Donella H. Meadows, Dennis l. Meadows, Jorgen Randers y William W. Behrens III.

tante negro: escasez, degradación, pobreza, crisis y colapso. La idea principal es que el modelo actual de crecimiento exponencial es la raíz de todos los males. Muchos estudios que le siguieron cuestionaron su metodología, sus conceptos y varios problemas de cálculo económico y de recursos. Sin embargo, el informe abrió un debate enorme en torno al crecimiento económico, el desarrollo socioeconómico y sus consecuencias para los recursos naturales y el medio ambiente. Parte del debate se concentró en la idea del *crecimiento cero,* una idea inaceptable tanto para los países en desarrollo como para los desarrollados. Una nueva corriente surge entonces para trabajar sobre la idea de un naciente paradigma de desarrollo, que sea ambiental, económica y socialmente sostenible.

Los debates recientes se han focalizado sobre el concepto de desarrollo sostenible y en las características complementarias entre desarrollo y sostenibilidad. Actualmente existen los recursos económicos, tecnológicos y humanos necesarios para garantizar un modo de desarrollo sostenible que, al mismo tiempo que asegure competitividad, permita preservar los recursos naturales y el medio ambiente, y contribuya a resolver los problemas de exclusión y pobreza, disminuyendo a su vez la presión sobre el medio ambiente y mejorando la salud y la calidad de vida de la población en general. Asimismo, existen pruebas de que aquellos países que se desarrollaron de una forma benigna *vis-à-vis* del medio ambiente lo han hecho de forma más rápida y mejor que aquellos que siguieron el camino degradación-rehabilitación.

Los conceptos como Factor 4 sobre eficiencia (producir el doble con la mitad de recursos), de huella ecológica sobre "suficiencia" (impacto ambiental de una población dada su relación con recursos disponibles) y de contracción y convergencia (contracción de los países desarrollados y convergencia de los países en desarrollo para alcanzar un acceso equilibrado a los recursos disponibles) se abren camino con herramientas conceptuales para el desarrollo sostenible.

Las teorías de freno al crecimiento surgidas en esta época implicaban una imposibilidad políticamente insostenible por su injusticia: el mundo en desarrollo no tenía espacio para crecer en un contexto de finitud de recursos naturales. Esta visión es, sin embargo, errónea si

se piensa en adaptar el principio de contracción y convergencia, según el cual los mayores consumidores de energía reducen su demanda y los países en transición y en desarrollo la aumentan para satisfacer un mercado interno que aún no tiene acceso a la misma. En el estricto contexto de la energía, esto último tendría que estar idealmente acompañado por nuevas tecnologías limpias que utilicen recursos renovables para la generación de energía.

Aunque las ideas de restricción del crecimiento no han tenido gran aceptación, queda sin embargo reconocida la necesidad imperante de reducir el consumo energético y aumentar la eficiencia de los procesos productivos y los actos de consumo.

2. POBREZA Y ACCESO A LA ENERGÍA

Energía y pobreza

La energía cumple un rol esencial en la vida de la gente de escasos recursos. Como menciona la Cumbre de la Tierra de Río (ECO 92) en el Programa 21[38], la energía es esencial para el desarrollo económico y social y para mejorar la calidad de vida (ver Gráfico 5).

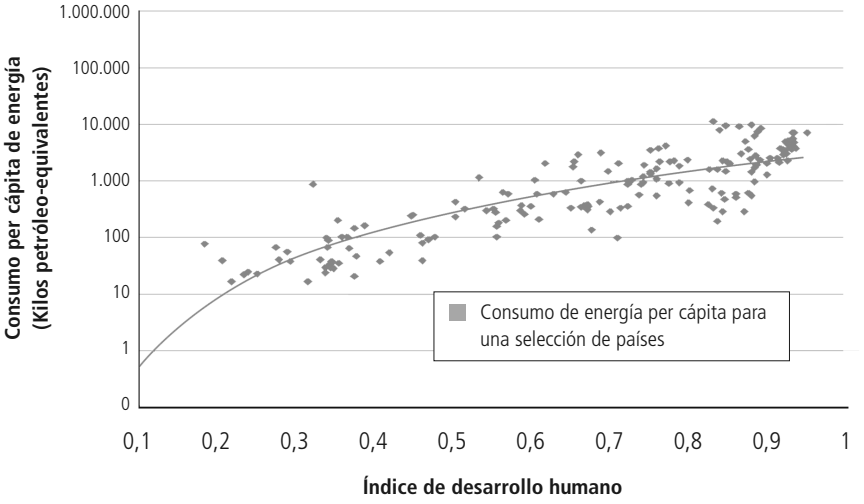
Como decíamos en la primera parte, el problema del acceso a la energía se presenta fundamentalmente en los países en desarrollo, donde aún existen amplios sectores de la población sin acceso a los servicios energéticos.

Le energía provee los medios directos o indirectos para alcanzar un nivel de vida digno. Los servicios energéticos contribuyen a reducir la pobreza extrema facilitando el desarrollo económico que tiene un efecto inmediato en las vidas de las poblaciones más vulnerables. Los servicios energéticos también mejoran las perspectivas de educación reduciendo el tiempo dedicado a cocinar o buscar combustibles y permitiendo más horas de estudio.

No obstante, los servicios energéticos mal gestionados o que no permiten el acceso a los más necesitados pueden tener un efecto negativo; por ejemplo, la exclusión social y tecnológica.

[38] También conocido como Agenda 21.

GRÁFICO 5



Fuente: Energy challenge UN Energy.

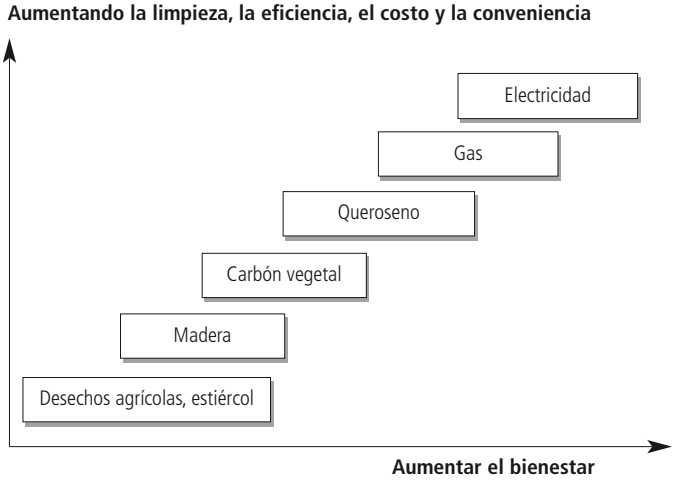
El tipo y consumo de energía de un hogar está determinado por su ingreso, la disponibilidad del combustible, su precio, la proximidad a la red, la distribución demográfica, el medio ambiente físico –rural o urbano–.

En general, los hogares van a ir utilizando distintos tipos de energía a medida que su ingreso aumenta, y esas energías serán progresivamente más eficientes, menos emisoras de CO_2, SO_2 y partículas y más intensas en capital (ver Gráfico 6).

Si bien los vínculos energía-pobreza tienden a ser similares entre pobres urbanos y rurales, hay ciertas especificidades que resultan interesantes de destacar.

Cabe mencionar que de los 1.600 millones de personas que en el mundo no tienen acceso a la electricidad, aproximadamente el 82% (1.300 millones) se encuentran en contexto rural, prácticamente en su totalidad en países en desarrollo. Cerca de 1.900 millones de personas (30% de la población mundial) vive en áreas urbanas de los países en desarrollo. El

GRÁFICO 6. **La escala energética**



Fuente: Meikle y Bannister, página 24.

porcentaje de electrificación en estas áreas urbanas es del 85%, siendo por tanto casi 280 millones de personas las que no tienen acceso a la energía eléctrica[39].

Cuando se hace referencia a la falta de acceso a la energía, la primera imagen que viene a la mente es la de aquellas poblaciones viviendo en territorios marginados, típicamente rurales, viviendo de la agricultura de subsistencia y con acceso limitado (si alguno) a los servicios básicos (agua, saneamiento, salud, educación, etcétera). La falta de energía forma parte de ese contexto. En las áreas rurales más marginadas de los países en desarrollo existe una relación estrecha entre la energía (en este caso, la biomasa) y la generación de ingresos, la protección del medio ambiente y la salud y la pobreza, como consecuencia de la suma de barreras al acceso a otras formas de energía.

[39] Electricity Access Chapter, World Energy Outlook 2006 - http://www.worldenergyoutlook.org/Electricity.pdf

El hecho de que muchas de esas poblaciones sólo puedan acceder al combustible proveniente de la biomasa tiene un efecto directo en la capacidad de los hogares para generar ingresos. Muchas mujeres pasan buena parte de su tiempo buscando, recolectando y transportando leña. Ese tiempo podría ser invertido en actividades más productivas que logren mejorar la situación de pobreza de las familias. Este tipo de combustibles también genera problemas de tipo ambiental (por la desaparición sostenida de los bosques) y sanitario (por los problemas causados por la contaminación del aire al interior de los hogares).

Por otra parte, los problemas de acceso a la energía son también patentes en las zonas urbanas. En un contexto de monetarización creciente de la economía, la dependencia *vis-à-vis* de la infraestructura y del medio ambiente, y relaciones sociales fragmentadas, la pobreza urbana en el mundo en desarrollo está en aumento. Cada una de estas características está vinculada en mayor o menor medida al uso de la energía y de servicios energéticos. El consumo de energía de los hogares representa un coste significativo e indispensable para esta población.

En un estudio realizado en Ghana, China e Indonesia, Meikle y Bannister[40] comprueban que las políticas relativas a la energía tienen un efecto claro en los hogares menos favorecidos. Si bien muchas de esas políticas trataban de favorecer a los hogares pobres, la mayoría falló. Por ejemplo, en Ghana, la política de tarificación por volumen de consumo (donde el que más consume es el que más paga) se realizó para favorecer a los consumidores de menores recursos. Esta medida no tuvo en cuenta la gestión de la energía hecha por esos usuarios, que muchas veces comparten una conexión entre varias familias para ahorrar dinero, por lo que la suma del consumo de muchos hogares superaba fácilmente los techos de la política y hacía pagar la tarifa más cara a aquellos que más merecían algún tipo de subsidio.

Es preciso también considerar el peso del coste de la energía en el presupuesto de los hogares con más carencias. Cuanto más pequeño es el ingreso, mayor es el coste relativo de la energía. El estudio antes mencionado expone que las familias con mayor número de carencias gastaban entre el 30% y el 50% de sus recursos en energía, mientras que una fa-

[40] *Energy, Poverty and Sustainable urban Livelihoods.* Meikle y Bannister, 2003.

milia de ingreso medio gastaba menos del 10%. La mayor parte de los hogares con mayores carencias tienen una flexibilidad presupuestaria muy reducida, por lo que un aumento de precios o un cambio en las políticas energéticas los afecta directamente y puede provocar el privilegio del pago de la energía con respecto a otros bienes esenciales.

Es importante considerar estos aumentos y cómo afectan la planificación a largo plazo de los hogares. Con un modelo basado en combustibles fósiles para garantizar el acceso a la energía en los países en desarrollo, el aumento del precio es una certeza, muchas veces eso acabará con la perspectiva de educar a los niños de la familia, o de cuidar a los ancianos, o simplemente de hacer más confortables las vidas cotidianas de la gente. Con aumentos drásticos de los precios, los hogares se ven forzados a concentrarse en sus objetivos de corto plazo (tener suficiente comida, energía y vestido para sobrevivir como familia). Y aun concentrándose en la supervivencia, los miembros de la familia se ven bajo presiones diferenciadas (las mujeres deben trabajar más horas para recolectar combustibles más baratos, los hombres deben trabajar más horas para poder financiar la misma cantidad de energía, etcétera).

Los hogares de escasos recursos reaccionan entonces de tres formas ante un aumento de precios de la energía: primero, eligen la fuente de energía de acuerdo a su precio (esto implica a veces un descenso en la *escala* energética, viendo que hay hogares que retroceden en un proceso que tendría que llevar siempre al escalón superior; segundo, los hogares reducen su consumo de energía, sea consumiendo menos o consumiendo, por ejemplo, comida menos nutritiva pero que demanda menos energía para ser cocinada, yendo a dormir más temprano o limitando el uso de otros artefactos eléctricos; en tercer lugar, reducen su consumo de bienes no energéticos (retiran a sus hijos de la escuela, dejan de comprar bienes durables a largo plazo o anulan todo tipo de actividad de ocio).

Este tipo de estrategias tienen un efecto en el capital social, humano y físico de esas comunidades. Social, porque las familias ya no tienen dinero para formar parte de la red de actividades sociales. El llamado capital humano sufre también por la pérdida en salud por la magra nutrición, la incapacidad de comprar medicamentos, la reducción de comidas cocidas, así como las consecuencias de largo plazo de retirar a los niños de la escolaridad. El capital físico se ve seriamente amenazado por alimentar con energía barata (biomasa) a los pobres que no pueden pagar otras formas de energía.

Energía y Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM)

En septiembre de 2000, en la Cumbre del Milenio de las Naciones Unidas, los líderes del mundo convinieron en establecer los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), un conjunto de ocho objetivos, con sus respectivas metas, que deberán ser alcanzados para el año 2015. Ellos son: erradicar la pobreza extrema y el hambre; alcanzar la educación básica universal; promover la igualdad de género y autonomía de las mujeres; reducir la mortalidad infantil; mejorar la salud materna; combatir el VIH/sida, paludismo y otras enfermedades; garantizar la sostenibilidad ambiental, y establecer una alianza mundial para el desarrollo.

Aunque el acceso a la energía en si mismo no es un objetivo, es en muchos casos un prerrequisito para cumplir con los Objetivos del Milenio. Este constituye un elemento fundamental (así como el acceso al agua potable o al saneamiento, que tampoco están especificados) para la consecución de esos logros, ya que los mismos no podrán ser alcanzados sin servicios energéticos accesibles, confiables y asequibles para las personas más desfavorecidas. La importancia del acceso a la energía para alcanzar los ODM es evidente también al analizar el conjunto de indicadores[41] definidos para medir los avances de los países hacia la consecución de los mismos.

Analizando algunos elementos sobre lo que representa para los sectores menos favorecidos el acceso a la energía, podemos ver cómo éste tiene impactos directos e indirectos para el logro de los ODM.

A nivel de los hogares, el acceso a la energía reduce o elimina la necesidad de provisión de otros combustibles (principalmente leña y carbón) para satisfacer necesidades energéticas como calefacción y cocinar, permitiendo de esta forma liberar el tiempo dedicado a estas tareas. Además del tiempo dedicado a la recolección y transporte, debemos considerar el tiempo y peso de muchas tareas domésticas que se simplifican al contar con acceso a los servicios energéticos. En general todas estas tareas recaen con mayor peso sobre las mujeres.

[41] Junto con la aprobación de los ocho objetivos y 18 metas, fueron aprobados 48 indicadores para medir los progresos hacia el logro de los ODM, mediante un consenso de expertos de la Secretaría de las Naciones Unidas y el FMI, la OCDE y el Banco Mundial.

Sumado a la liberación de tiempo y la disminución de la carga de ciertas tareas, existe en el interior de los hogares un impacto positivo de enorme importancia sobre la salud, principalmente para mujeres y niños que se ven expuestos a los gases de combustión. Según la OMS, éste es el cuarto factor de riesgo sanitario en los países en desarrollo, estimándose en 1,6 millones el número de mujeres y niños que mueren cada año a causa de afecciones respiratorias por contaminación del aire interno.

Otro elemento importante es la posibilidad de extender la jornada aprovechando horarios de escasa luz natural, ya sea para dedicarlo a tareas productivas, que puedan aumentar el ingreso familiar, como a actividades de estudio y formación o simplemente de ocio.

La posibilidad de acceso a la información a través de los medios de comunicación, e inclusive de las nuevas tecnologías de la comunicación, no sólo es un importante elemento de inclusión social y ciudadanía, sino un poderoso instrumento para la prevención sanitaria, para la inserción laboral y educativa, etcétera.

La "llegada" de los servicios energéticos a comunidades aisladas o marginadas repercute profundamente en la comunidad como un todo, mejorando la infraestructura, servicios e instalaciones públicas tales como provisión y tratamiento de agua, alumbrado público, instalaciones adecuadas en escuelas y hospitales, etcétera. También facilitará la retención de profesionales y técnicos de áreas importantes como la enseñanza y la salud.

Los servicios energéticos mejoran la salud alimentaria, aumentan la productividad del trabajo, generan empleo, mejoran la productividad agrícola, permiten la incorporación de tecnología, introducen el transporte motor, etcétera.

El uso y producción de energía afectan también al medio ambiente local, regional y global. La leña y el carbón vegetal utilizados en los hogares y la industria son insostenibles cuando llevan a la degradación del suelo y a la contaminación del aire como resultado de su combustión.

Así, la combustión de combustibles fósiles puede llevar a la contaminación del aire exterior, la acidificación del suelo y del agua y a emisiones de gases de efecto invernadero. En todos estos casos, el daño ambiental y sus efectos negativos pueden ser reducidos aumentando la eficiencia energética, introduciendo tecnologías modernas para la producción y el uso de energía e introduciendo las energías renovables.

Estos y otros elementos que podríamos enumerar tienen un alto impacto sobre la vida individual y colectiva y representan una mejora significativa de la calidad de vida de la población. Directa o indirectamente tienen efectos positivos en relación a cada uno de los ODM.

Más allá de objetivos y metas, a través de los elementos citados podemos visualizar fácilmente que el acceso a la energía es un elemento fundamental y necesario para poder garantizar derechos universales básicos como son el derecho a la educación, a la salud, al trabajo, a un ambiente sano o a la información, entre otros.

3. LA APUESTA POR UN SALTO CUALITATIVO EN EL MODELO DE DESARROLLO: SOSTENIBILIDAD Y RENOVABLES

Las consecuencias negativas del actual *mix* energético sobre la economía, el medio ambiente y el desarrollo social están claramente demostradas. Casi la totalidad de los 1.600 millones de personas sin acceso a la energía están en los países en desarrollo, un 80% habitan zonas rurales. Las energías renovables presentan la posibilidad de resolver este problema y al mismo tiempo mejorar las condiciones económicas y ambientales del necesario desarrollo de esos países.

Los beneficios de desarrollar las energías renovables se pueden concentrar en torno a tres ideas principales (cuyo orden de aparición no establece jerarquía alguna):

- Las energías renovables garantizan una importante autonomía de los países en desarrollo en una de las variables con mayor peso en el crecimiento, así como en relación a las variaciones de los precios de los combustibles, aumentando la disponibilidad de divisas que pueden ser invertidas en otras iniciativas más beneficiosas.
- Las energías renovables permiten reequilibrar el modelo actual, incluyendo la necesidad de justicia en las políticas energéticas, mejorando el acceso a la energía de los ciudadanos aún excluidos en los países en desarrollo. Los mismos sufren de falta de infraestructuras y también de una ideología de mercado que no ha permitido aumentar ese acceso por medio de las energías tradicionales y centralizadas.
- Las energías renovables son energías limpias, que permiten pensar el desarrollo desde un

ángulo diferente, donde la solidaridad intrageneracional (que es la que estaría cubierta por el elemento de acceso) deja también un margen para la solidaridad intergeneracional, permitiendo a las generaciones futuras disfrutar de un planeta diverso y en equilibrio.

Sin embargo, el gasto en energías fósiles sigue ganando en las prioridades de las instituciones internacionales de desarrollo, en las agencias de crédito y en los acuerdos bilaterales entre países. Por ejemplo, el gasto del Banco Mundial en la financiación de proyectos relacionados con combustibles fósicles fue en 2004 del orden de 26.500 millones de dólares, dieciocho veces superior a la financiación de renovables y eficiencia energética y muy lejos de los 650 millones de dolares que invirtió el Fondo Mundial para el Medio Ambiente entre 1992 y 2002 [42].

Cifras parecidas encontraremos para las agencias de crédito que financian masivamente plantas de combustibles fósiles. Mientras tanto, la ayuda al desarrollo de la OCDE se ha centrado en la construcción de hidroeléctricas, con aportaciones fluctuantes a lo largo del tiempo (ver Tabla 5).

TABLA 5. AYUDA AL DESARROLLO DE RENOVABLES 1999-2003 (EN MILLONES DE DÓLARES)

	1999	2000	1001	2002	2003
Hidro	244	368	584	694	239
Geotérmica	33	0.3	0	1.7	0.2
Solar	8	13	197	32	50
Eólica	33	3	31	53	151
Océanos	0	0,003	0	0	0
Biomasa	0,9	8,4	3,8	10,4	1,5
TOTAL	75	25	232	97	203

Fuente: REN21. Renewable Energy Policy Network. http://ren21.net/pdf/RE2005_ Notes_ References.pdf

[42] Janet L. Sawin, Mainstreaming Renewable Energy in the 21st Century. Worldwatch paper 169. May 2004.

Por un desarrollo autónomo

El modelo de consumo energético basado en el comercio de combustibles fósiles ha implicado para los países en desarrollo importadores la intensificación de una serie de problemas: bajos ingresos *per cápita* y serios problemas redistributivos, alto nivel de importaciones en relación con el PIB, serios déficit, alta deuda externa y acceso limitado a los mercados de capitales.

Esta dependencia los hace más vulnerables a posibles *shocks* económicos como consecuencia de la volatilidad de los precios, ineficiencia debido a las distorsiones causadas por los subsidios al petróleo y corrupción e inestabilidad social como consecuencia de la competencia por los recursos naturales.

Frente a esta coyuntura, está claro que un aumento de los precios del crudo no hace sino reforzar aún más estas tendencias y hunde a esos países en el círculo vicioso del subdesarrollo.

Las energías renovables presentan la oportunidad de revertir ese círculo, teniendo en cuenta que su coste principal es el del reembolso del capital invertido, mientras que el uso está basado en las capacidades endógenas del territorio donde la infraestructura se instaló. Dicho coste no es dependiente del fluctuante y creciente precio internacional de un recurso como el petróleo o el uranio. Asimismo, teniendo en cuenta que el impacto ambiental y sanitario es débil, las responsabilidades financieras futuras se eliminan.

Por otro lado, la creación de la industria manufacturera para las energías renovables será independiente de la presencia local del recurso natural en sí, dependerá de factores como el apoyo a la investigacion tecnológica, la presencia de mano de obra capacitada, etc.

Sumada a esta dependencia del país en cuanto a las fuentes de la energía, la importación de petróleo tiene otras consecuencias en términos de soberanía y libertad en la toma de decisiones.

Según la New Economics Foundation, el financiamiento de los proyectos relativos a los combustibles fósiles se lleva alrededor del 40% de los créditos de las agencias de créditos a la exportación, lo que significa que los gobiernos de los países en desarrollo se encuentran ata-

dos a las políticas dictadas por las agencias de desarrollo multilateral o a las agencias de los países de la OCDE más importantes[43].

En un ejercicio provocador y de largo plazo podríamos pensar en las consecuencias de un cambio en las formas de conseguir la energía para abastecer las necesidades de los países en desarrollo.

Si se redujeran los gastos –y por consiguiente la deuda– para financiar las importaciones de energía, también se reduciría la necesidad de divisas que se consiguen a través de las exportaciones. Aun admitiendo que la exportación no se realiza sólo con el fin de financiar las importaciones de energía, un cambio en la distribución de la producción hacia una forma menos orientada a la exportación implicaría una mejor repartición de los esfuerzos para cubrir las necesidades domésticas y locales. Este cambio implicaría al mismo tiempo una menor dependencia hacia los siempre "potenciales" inversores o mercados de capitales. Este escenario simplificado basado en muchos supuestos está ciertamente lejos aún; sin embargo, las tecnologías ya están listas para responder a la demanda, y la concreción de los supuestos no depende de la teoría económica, sino de la voluntad política de establecer una pauta energética diferente.

Incluso la AIE, en su informe sobre las energías renovables y la seguridad energética, hace una llamada a desarrollar políticas de investigación, desarrollo y expansión de energías renovables, que puedan también recibir los beneficios de los créditos en reducciones de carbono[44].

En el caso de los países en desarrollo exportadores de petróleo, si bien el aumento de los precios de crudo puede favorecerlos a corto plazo por los mayores ingresos para la misma cantidad exportada, a largo plazo, la dependencia hacia un mercado que tiende a desaparecer no parece el mejor camino para garantizar el desarrollo. A ello tendríamos que agregar las consecuencias, por lo menos cuestionables, de la exportación de petróleo para el de-

---

[43] NEF, *The Price of Power: Poverty, climate change, the coming energy crisis and the renewable revolution.* 2004, página 23.

[44] IEA, (Agencia Internacional de Energía). Contribución de las energías renovables a la seguridad. Abril 2007, página 8.

sarrollo de esos países, como lo muestra el caso de Nigeria, pero al que podríamos sumar también el caso de Guinea Ecuatorial, donde la explotación petrolera ha llevado a una degradación en términos de calidad de vida (incluyendo las libertades individuales y colectivas de los ciudadanos) confirmada por distintas entidades internacionales[45].

El mercado de los combustibles fósiles a nivel regional afecta además a las relaciones entre los países en desarrollo y muchas veces también ha dificultado los procesos de integración regional. Si bien la reinversión de los petrodólares venezolanos en el desarrollo de Latinoamérica aparece como una vía para la región, el utilizarlos para perpetuar la dependencia del continente hacia esos combustibles es por lo menos cuestionable.

Por un desarrollo justo

Como decíamos en la primera parte, la cuestión del acceso a la energía es un problema que enfrentan los países en desarrollo. En ellos, un 32% de la población aún no tiene acceso a los servicios de energía eléctrica, frente a un 0,5% en los países desarrollados[46].

El sistema centralizado y poco expandido de servicios energéticos en los países en desarrollo se encuentra frente al hecho de no poder proveer de servicios energéticos a los ciudadanos menos favorecidos. La privatización no mejoró estas carencias.

Esa falta de provisión de servicios los ubica en un lugar aún más marginado, sometidos a una carga exagerada de las tareas domésticas en el tiempo de trabajo diario, favoreciendo condiciones sanitarias deplorables, un acceso a la salud y a la educación limitados, etcétera.

Igualmente es preciso decir que el modelo de combustibles fósiles imperante aumenta la vulnerabilidad de los hogares más pobres. Cuando el crudo aumenta, los países importadores tienen que conseguir más divisas para financiarlo. Teniendo en cuenta el pequeño margen de maniobra que suelen tener los países en desarrollo a nivel internacional, basado principalmente en el precio internacional de las materias primas que exportan, en general de ten-

[45] CCOO, Trabajo y libertades sindicales en Guinea Ecuatorial, 2006.
[46] World Energy Outlook 2006, anexo B.

dencia a la baja, sólo les queda ajustar por medio de una reducción de la demanda doméstica, es decir, sea por medio de un aumento directo de precios de la energía o por medio de un aumento de precios interno vía nuevas tasas, impuestos, etcétera. Ambas medidas repercuten primero y más fuertemente en los hogares menos favorecidos.

Proveyendo energía a las comunidades que hasta ese momento estaban marginadas, las energías renovables les dan poder, permitiéndoles desarrollar, implementar y mantener tecnologías adaptadas a sus necesidades y sus capacidades y recursos.

Las energías renovables de pequeña y mediana escala promueven el desarrollo y la justicia social, dándole a la gente mayor control sobre la energía que necesitan en sus vidas cotidianas, y brindándoles la electricidad de la que habían sido siempre marginados, aquella de las redes centralizadas convencionales. También permiten la creación de empleos y reducen la dependencia económica, haciendo posible la continuidad de una vida económica activa en las zonas rurales.

Las renovables permiten un sistema de producción y consumo descentralizado, enraizando la generación eléctrica en la actividad económica y en el medio ambiente local. Los servicios energéticos se vuelven entonces un recurso de propiedad y gestión local, en comparación con las materias importadas –que aumentan la vulnerabilidad de la comunidad frente a interrupciones del suministro o a la fluctuación de precios–.

Existe evidencia de que las comunidades en los países en desarrollo que tienen acceso a los servicios energéticos por medio de las renovables son capaces de ejercer niveles más elevados de autonomía[47]. La generación de electricidad local no sólo permite a las comunidades y a los hogares mejorar su calidad de vida a través de la electricidad que generan, sino que a la par proveen oportunidades de formación técnica para miembros de la comunidad y fortalecen la acción política de los ciudadanos.

Las energías renovables tienen mucho potencial para el desarrollo de empleo para técnicos locales y otros trabajos asociados a la producción de energía. Por ejemplo, en comparación

[47] NEF – The Price of Power: Poverty, climate change, the coming energy crisis and the renewable revolution – 2004, página 23.

con las tecnologías asociadas a los combustibles fósiles, la industria fotovoltaica crea ocho veces más empleos que la explotación del gas y el petróleo, cinco veces más que los servicios de provisión de gas y 2,5 veces más que la industria del carbón[48].

Los trabajos en el sector de las renovables tienen también tendencia a ser menos peligrosos y a tener efectos negativos en la salud menos importantes que los trabajos en el sector de los combustibles fósiles. Por ejemplo, el PNUD estimó que la minería de carbón por sí sola causaba 16.000 decesos por año. Considerando que el 70% de la producción de carbón se encuentra en los países en desarrollo, aritméticamente, por lo menos 11.200 decesos ocurren en esos países[49].

Privilegiar las energías renovables en el *mix* energético reduciría evidentemente este número, como así sucedería con la cantidad de enfermedades profesionales ligadas a la industria del petróleo y el gas.

La energía renovable producida y utilizada a nivel local provee un alto grado de control, seguridad y confiabilidad. Los sistemas de generación de electricidad y las redes de distribución de renovables hacen posible que la propiedad de los servicios vaya a las comunidades y sea controlada por ellos, que pueden decidir también conectarse a otras redes cuando ello sea necesario. En cambio, la producción de energía convencional, sea fósil o nuclear, siempre necesitará una gestión centralizada y una gran cantidad de infraestructura. Además, en general los servicios energéticos son manejados o controlados por una pequeña cantidad de países o empresas. Por todo ello, los sistemas centralizados basados en combustibles fósiles son más vulnerables a los problemas de seguridad y a los consecuentes problemas de interrupción de suministro o caídas del sistema.

Por un desarrollo limpio

La variable ambiental de las energías renovables ha sido siempre la bandera por la cual se las ha defendido y promovido. Todo uso de energía afecta al medio ambiente, aunque no

[48] http://www.renewableenergystocks.com/PL/News/061906a.asp
[49] World energy assessment, energy and the challenge of sustainability 2000.

todas las formas de energía tienen el mismo impacto. Está claro que el impacto ambiental de las renovables de pequeña y mediana escala es mínimo. En cuanto a las otras, la necesidad de hacer estudios de impacto ambiental es indispensable, pero aún en esos casos y pudiendo ser acompañadas de medidas que moderen el impacto, en la comparación con las energías fósiles, el mismo es radicalmente inferior si se estudian las emisiones de CO_2, la contaminación del aire, la permanencia de los residuos tóxicos en el medio ambiente (sea el agua, la tierra o el aire), por el mero hecho de citar algunos de los impactos.

A medida que se reducen las fuentes de recursos energéticos tradicionales, el desarrollo de nuevos yacimientos se realizará en ecosistemas cada vez más remotos, cada vez más sensibles (como el mar o el Ártico). O se recurrirá a formas de explotación aún más dañinas para los ecosistemas (como el uso de bituminosas). El uso de las energías renovables minimiza la demanda de esos recursos y, por consiguiente, de sus impactos.

En líneas generales, cuando se utilizan las renovables, no se genera un daño a los cursos de agua, que sí se puede asociar al carbón o al traslado transoceánico de petróleo. No requieren tampoco cantidades masivas de agua, como la producción nuclear, la minería carbonífera o el refinamiento de petróleo. Las renovables tampoco producen desechos radiactivos u otros productos venenosos como arsénico, plomo o mercurio (la generación eléctrica proveniente del carbón es la mayor fuente de mercurio). Si las energías renovables se ubican correctamente (paneles solares en edificios o agrocombustibles en tierras marginales) entonces no generan conflictos mayores en torno al uso de la tierra.

Las plantas de biogás reducen la cantidad de emisiones enviadas a la atmósfera convirtiendo los residuos agrícolas y urbanos en electricidad. La energía eólica y la solar fotovoltaica instaladas en hogares o en negocios reducen la demanda en electricidad de origen fósil, especialmente en las horas de uso pico. La solar térmica y la geotérmica reducen la cantidad de energía necesaria para calentar el agua e iniciar ciertos procesos industriales, una vez más reduciendo la demanda de combustibles tradicionales.

Además de tener una ventaja evidente en el área de la reducción de emisiones, las energías renovables, en especial la electricidad geotérmica, necesitan menos tierra que otras formas de combustibles, como las minas de carbón. Los parques eólicos pueden producir energía limpia en gran escala mientras las actividades agrícolas continúan alrededor de las turbinas.

La solar fotovoltaica puede ser instalada en espacios que en general son inutilizados, como techos, estacionamientos y en zona rural, en territorios demasiado áridos para la utilización agrícola.

Si bien las renovables no tienen el mismo impacto negativo en los ecosistemas naturales que las fuentes convencionales de energía, es preciso mencionar algunas preocupaciones en torno a su producción. Para la fabricación de paneles solares son utilizadas algunas sustancias químicas asociadas a la industria informática, y la energía solar en general se conserva utilizando baterías de plomo ácido.

También se ha argumentado el daño que generan las turbinas eólicas a los pájaros. Sin embargo, se ha calculado que el número de muertes de aves en el Altamont Pass, donde hay 7.000 turbinas, ha sido tan sólo de 60 en dos años. Para contextualizar esta cifra se puede comparar con los 3.000 pájaros muertos en dos días en choques contra las cuatro chimeneas de la Florida Power Corporation's Crystal River Generating Facility[50].

Muchos de estos problemas están siendo tratados. Las innovaciones de la tecnología solar están aumentando la eficiencia del proceso, mientras reducen la cantidad de materiales necesarios (la producción de nuevas fotovoltaicas finas requiere menos silicio que los modelos anteriores). Las alternativas a las baterías de plomo ácido están siendo desarrolladas para que sean reciclables. El diseño de las turbinas va siendo modificado para responder a los problemas de anidado de las aves y a sus hábitos de caza. El proceso de decisión para instalar los parques eólicos tiene en cuenta factores tales como la proximidad a rutas migratorias o la presencia de las presas de las aves.

Las pequeñas hidroeléctricas pueden ser construidas para tener un impacto ambiental bajo, teniendo en cuenta las necesidades de la vida acuática, como el caso del salmón u otras especies que migran para realizar su reproducción. Los técnicos de la energía geotérmica están experimentando formas de reinyectar el agua que toman para prolongar la vida útil de los depósitos de agua caliente que utilizan.

[50] http://www.crest.org/articles/static/1/996090105_982708676.html#renf

Cuando son comparadas con las energías convencionales, las renovables son una parte de la solución sostenible de largo plazo necesaria para no degradar y diezmar los recursos naturales.

Una reorientación de los subsidios y las inversiones de los combustibles fósiles a las energías renovables es necesaria, aunque no suficiente, para combatir el cambio climático.

Los países en desarrollo se muestran reticentes a condicionar sus opciones energéticas cuando los países desarrollados han quemado combustibles fósiles de forma ilimitada durante siglos. Esa historia crea entonces un obstáculo político para la mayor implantación de las renovables. Por esta razón, el calentamiento global se ha vuelto un tema de justicia ambiental. En consecuencia, es preciso que cada solución incluya un marco en el cual las deudas ecológicas de los países más contaminadores sean tenidas en cuenta, garantizando el igual derecho a los bienes comunes globales. No se trata de tener derecho a hacer las cosas igual de mal, sino de encontrar soluciones que permitan mejorar globalmente.

TERCERA PARTE
ENERGÍAS RENOVABLES Y OTROS VECTORES DE DESARROLLO: PARTICIPACIÓN Y CALIDAD INSTITUCIONAL

1. RENOVABLES Y PARTICIPACIÓN: ¿DINÁMICAS CORRELATIVAS O INDEPENDIENTES?

Cuando hablamos de la oportunidad histórica que nos ofrecen las energías renovables como forma de hacer frente o moderar los múltiples impactos negativos de las energías convencionales, en particular el cambio climático, no hablamos simplemente de una sustitución (o complemento) de fuentes energéticas sino de una transformación compleja y estructural de los sistemas energéticos de producción, distribución y consumo.

Esta transformación implica nuevas formas de plantear la cuestión energética. Desde el punto de vista de la autonomía y autodeterminación, disminuir la dependencia de la importación de combustibles fósiles y asegurar el suministro. En este sentido, estamos hablando de soberanía y de políticas públicas orientadas por los propios intereses nacionales, y no por los impuestos por distintos centros de poder (económico o político) que se sirven de estos factores de dependencia para maximizar sus ventajas y ganancias.

Desde la perspectiva de acceso a los servicios energéticos, estamos hablando de justicia y de equidad, de la satisfacción de necesidades básicas. La universalización del acceso deberá contar entonces con un rol activo del Estado a través de la inversión directa y de diferentes mecanismos de incentivo, promoción y financiamiento para el desarrollo de fuentes y tecnologías que valoricen las capacidades y recursos locales, lo que no ocurrirá por sí solo dentro de la lógica del mercado.

En relación a la cuestión ambiental, además de disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, se trata de incorporar en la evaluación de las diferentes opciones energéticas los costes ambientales (y sociales) de cada una de ellas, muchas veces sufridos por poblaciones que ya se encuentran vulneradas en el ejercicio de sus derechos. No es sólo una cuestión económica, sino también de justicia intergeneracional.

Por todo ello las renovables pueden ser, además de una oportunidad de "limpiar" la matriz

energética, una forma de defender la soberanía y la capacidad de autodeterminación de un país en un sector estratégico para su desarrollo, al mismo tiempo que promover la justicia social y ambiental.

Entendemos que una transformación semejante no puede quedar en manos de autoridades políticas bien intencionadas. Se requiere de un amplio debate que cuente con la participación no sólo de los sectores vinculados directamente a la producción y distribución energética, sino con el conjunto de la sociedad.

La participación de la sociedad es de fundamental importancia para poder garantizar este proceso de transformación, dado que al hablar de políticas energéticas estamos discutiendo un modelo de desarrollo. Además, un nuevo modelo energético requerirá de la modificación de actitudes y hábitos de los propios usuarios, sean particulares, empresas o Administraciones públicas.

Para que esto ocurra, es imprescindible la creación de espacios institucionales que permitan la efectiva participación de la ciudadanía en los procesos de toma de decisiones, de control y de evaluación de la política energética, sus programas y proyectos.

Sin embargo, la sola existencia de espacios institucionales no es suficiente para garantizar la participación de la sociedad. Para que se lleve a cabo, deben además darse las condiciones objetivas que permitan a los ciudadanos expresarse con libertad, con la necesaria información, conociendo y ejerciendo plenamente sus derechos.

El acceso a la energía constituye un derecho básico en sí mismo, pero también por su contribución para el ejercicio efectivo de otros derechos. De esta forma, veíamos cómo impacta en lo cotidiano de la vida individual y colectiva al mejorar significativamente las oportunidades de generación de ingresos, de educación, de información, de comunicación, de salud, de seguridad alimentaria, etcétera.

Una sociedad, un ciudadano o ciudadana, que no tiene sus necesidades básicas satisfechas, que no tiene acceso a la comunicación e información, que no dispone de tiempo para socializar, se encontrará frente a enormes dificultades (si no totalmente imposibilitada) para tomar parte de cualquier espacio de participación, por falta de recursos de todo tipo.

Los cambios de hábitos y actitudes no serán solamente en lo referido al comportamiento

como usuarios de los servicios energéticos, más solidarios con el prójimo y más respetuosos con el medio ambiente, sino también en relación con la revalorización de la cultura de la participación y de la ciudadanía activa para el ejercicio pleno de los derechos individuales y colectivos.

La participación de la sociedad en la elección de las fuentes energéticas debe existir tanto en el ámbito de la comunidad que tendrá acceso a la energía como en el de aquellas comunidades que se verán afectadas por la instalación de dichas fuentes. En el caso de la energía hidroeléctrica, la diferencia entre los sectores beneficiados y los afectados por las decisiones de implantación es en algunos casos evidente. Por ello la participación debe tener en cuenta a ambos. Hay otros casos donde las fuentes de energía pueden ser propuestas como sostenibles por parte de diferentes actores y, sin embargo, un análisis en profundidad no lo corroboraría. La falta de participación y de debate no hace sino confirmar su carácter muchas veces injusto, insostenible y antidemocrático. La energía nuclear, por ejemplo, resulta poco o nada transparente, acerca de los mecanismos de transporte o de almacenamiento de residuos. Además, a menudo basado en razones de *seguridad nacional,* es imposible a la sociedad acceder a la información y participar en las decisiones, la gestión o el control.

Acceso y democracia, cuando la teoría se une a la práctica

Ya hemos mencionado varios aspectos positivos de las energías renovables frente a las fuentes de energía convencionales. Nos gustaría ahora destacar un punto respecto a la necesidad de democratización del acceso a la energía y la promoción de la participación de la sociedad en los procesos de toma de decisión y gestión de los servicios energéticos. Su ventaja reside fundamentalmente en el carácter local de las energías renovables, especialmente las de media y pequeña escala, y la posibilidad de trabajar con sistemas descentralizados.

La dimensión local es un espacio real para la traducción de conceptos como democracia, inclusión, sostenibilidad, en políticas concretas por ser el lugar donde las instancias de participación y decisión se encuentran más próximas a las necesidades y demandas de la población.

Si comparamos los sistemas energéticos basados en combustibles fósiles u otros convencionales con las nuevas fuentes de energía renovables (solar, eólica, biomasa), podemos ver que en el contexto de estas últimas la posibilidad de participación local en todas las etapas, desde la generación hasta la distribución, es comparativamente muy superior.

Las centrales termoeléctricas, las grandes hidroeléctricas, las plantas nucleares, necesitan de estructuras de gobierno centralizadas. Las demandas y preocupaciones de las poblaciones directa o indirectamente afectadas por este tipo de obras energéticas son raramente consideradas por aquellos que toman las decisiones. Pueden verse excluidas de los espacios de decisión o gestión, incluso de los beneficios.

Además de tener impactos sociales y ambientales significativamente menores a los de las fuentes de origen fósil, las fuentes de energía renovables permiten la posibilidad de trabajar con sistemas descentralizados donde la generación ocurre físicamente cerca del consumidor, pudiendo ser potenciadas al máximo las capacidades locales de producción, de gestión, de autodeterminación.

La población local podría así definir qué tipo de obras resultan más convenientes para atender sus demandas económicas, sociales y ambientales, evaluando localmente las oportunidades de generación de empleo, de formación, de acceso, etcétera, de las distintas opciones.

Las energías renovables posibilitan la generación de energía a partir de unidades de menor escala, permitiendo la competitividad de pequeños productores o de unidades de producción basadas en el cooperativismo y la economía solidaria, orientadas a las necesidades locales y con posibilidad de venta del excedente a la red de distribución (media y baja tensión). Sin embargo, la existencia de leyes sólidas que regulen el acceso a la red es una condición para conseguir inversiones de largo plazo en este sentido.

Es más probable que las políticas diseñadas a partir de procesos participativos auténticos sean más adecuadas al contexto real. Además permiten anticipar eventuales conflictos de intereses y asegurar la sostenibilidad temporal de los proyectos, garantizando la apropiación de la técnica y de la infraestructura por parte de los principales interesados. Una buena consulta y participación aseguran que los intereses colocados en la discusión incorporen la complejidad de las relaciones económicas, sociales, culturales y políticas, ya que los intereses de

los individuos, como ciudadanos y como seres humanos, no pueden reducirse a sus meros intereses económicos como productores y consumidores.

Este aspecto "democrático" de las energías renovables puede expresarse entonces en varios sentidos:

- democratización del acceso a los servicios energéticos, reduciendo o eliminando desequilibrios entre poblaciones cercanas o alejadas de los centros económicos (y por consiguiente de la red de distribución);
- mejor distribución de los beneficios, ya que la energía generada puede ser utilizada prioritariamente para atender las necesidades locales;
- mayor autonomía local frente a problemas de inestabilidad en el suministro por motivos macroeconómicos, geopolíticos, fenómenos naturales, etcétera;
- menor burocracia facilitando la participación de la población local en las distintas instancias decisorias;
- mayor proximidad a la realidad y problemas locales, e
- inclusión en la vida pública de sectores tradicionalmente postergados como mujeres, poblaciones tradicionales, indígenas, etcétera.

Cuando la expresión democrática no empuja la sostenibilidad ambiental

En países donde existe urgencia por satisfacer las necesidades básicas de la población, como garantizar la seguridad alimentaria, el acceso a servicios de agua y saneamiento, educación, salud, etcétera, las cuestiones ambientales pueden ser entendidas como secundarias, y el derecho a un medio ambiente sano como una cuestión de "lujo", reservado a países ricos.

A menudo se suele presentar la cuestión de la sostenibilidad ambiental como un impedimento para el desarrollo, restringiendo, por ejemplo, el desarrollo de determinadas actividades productivas, exigiendo la utilización de tecnologías más caras, imponiendo límites a la explotación de recursos, entre otros argumentos. Los mismos se ligan a supuestas limitaciones im-

puestas por los países ricos para perpetuar la dominación sobre los países que buscan desarrollarse.

Esta dicotomía es falsa, ya que resulta imposible despegar las cuestiones ambientales de las sociales. No existe la posibilidad de garantizar el derecho a la salud si el aire y el agua se encuentran contaminados; no hay posibilidades de garantizar la seguridad alimentaria si las tierras productivas se encuentran degradadas y erosionadas por manejo insostenible o por utilización de agrotóxicos, etcétera; no existe proyecto productivo a largo plazo si no se hace un uso racional de los recursos naturales, etcétera.

La comprensión de la íntima relación entre estas dimensiones aún no ha sido incorporada por la sociedad. Para ello hacen falta políticas de sensibilización y educación adecuadas dirigidas a la población general y a grupos específicos, por ejemplo, organizaciones sindicales y empresariales, comunicadores, educadores.

Las energías renovables han sufrido, por ejemplo, la resistencia de algunos grupos de ciudadanos que, siendo favorables a las energías renovables en general, se oponían a su instalación en su comunidad. Las contradicciones entre sostenibilidad ambiental y democracia no son tales. Con una voluntad de informar, formar y transformar el pensamiento actual sobre la gestión del territorio se pueden generar consensos en torno a estos temas.

En lo que hace a la cuestión energética, vimos que los impactos ambientales negativos de los sistemas energéticos basados en combustibles fósiles son de tal magnitud que no permiten restringir la cuestión a un problema ambiental, sino a las condiciones mismas de reproducción de la sociedad.

Vimos que fenómenos de alcance global como el cambio climático afectarán a la totalidad de nuestro planeta, sin importar si somos o no grandes emisores de gases de efecto invernadero. Sin embargo, como ocurre con muchos de los problemas ambientales, las peores consecuencias las sufrirán las poblaciones más desfavorecidas, que no podrán enfrentar situaciones de escasez de agua o alimentos, que no podrán hacer frente a las inclemencias del clima (inundaciones, olas de frío y calor, huracanes, tifones, tornados, etcétera).

En situaciones de grandes conflictos de intereses, como es el caso de las decisiones sobre política energética, las posiciones radicales son exacerbadas y sectores que se muestran crí-

ticos frente a posibles impactos ambientales de determinadas decisiones son calificados frecuentemente como contrarios a los intereses nacionales o insensibles frente a la necesidad de sus conciudadanos.

Tendencias positivas, caminos no siempre yuxtapuestos

El avance de las renovables y la participación de la sociedad en las cuestiones energéticas no pueden ser analizados de forma aislada. El análisis de estas dos variables está decididamente afectado por el marco general ligado a la manifestación democrática de la población, a las cuestiones de participación en general, a la confianza de los ciudadanos en las instituciones y en la capacidad de las mismas de respetar los acuerdos alcanzados.

A pesar de la existencia en muchos países de leyes y espacios que procuran garantizar la participación de la sociedad, existen aún varios desafíos que deben ser superados para que ésta pueda ser efectiva.

Uno de ellos es la dificultad del acceso a la información. A pesar de las normas y leyes vigentes que lo establecen como un derecho, en la realidad es más complicada: la población se encuentra muchas veces con problemas que van desde informaciones inexactas o insuficientes, con la necesidad de realizar complicados trámites para la obtención de la misma, a pagar de su propio bolsillo la reproducción de materiales impresos.

En el campo de las políticas energéticas, la falta de conocimiento técnico-científico adecuado es esgrimida como una de las razones para justificar la divulgación limitada de la información, o para restringir las posibilidades de participación a determinados sectores de la población.

Muchas veces las informaciones disponibles son presentadas, de forma intencional, con un lenguaje y formato que dificulta la comprensión por parte de los ciudadanos, dejando la discusión en manos de expertos.

Otro de los desafíos de los procesos participativos es la construcción del consenso, para lo cual deben ser reconocidos e incorporados en el proceso de negociación intereses divergentes. Esto implica considerar una mayor necesidad de tiempo para la toma de decisiones que cuando se toman de forma vertical o con participación reducida.

Frente a esta dificultad es habitual que ciertos sectores argumenten la urgencia en la toma de decisiones frente al riesgo (real o no) de déficit energético o posibilidad de "apagones".

En estas situaciones, las poblaciones o sectores que se resisten a la concreción de determinados emprendimientos porque ven vulnerados sus derechos, son presentadas como opositoras al "desarrollo" y contrarias a la voluntad de una mayoría que desea ver el suministro garantizado.

Entre los aspectos que deben ser considerados está el formato y funcionamiento de los espacios de participación y la representatividad de los miembros. La participación auténtica requiere no sólo de voluntad política, leyes y normas que reconozcan este derecho, sino de una sociedad madura, organizada, consciente de sus derechos y decidida a ejercerlos.

PARTICIPACIÓN Y MECANISMOS DE DESARROLLO LIMPIO

Los mecanismos de desarrollo limpio (MDL) fueron diseñados en el marco del Protocolo de Kioto como medio para reducir las emisiones de los países desarrollados, que con este tipo de proyectos pueden contar como propias reducciones que se realizan fuera de su territorio, a cambio de la transferencia tecnológica y una prueba del aporte de los proyectos realizados al desarrollo sostenible de las zonas donde los MDL se implantan. Hasta el día de hoy, más de 700 proyectos han sido aprobados y cerca de 1.400 esperan aprobación.

En el contexto de estos proyectos, y teniendo en cuenta que el objetivo de alcanzar una mejora en las condiciones de desarrollo del país que alberga el proyecto es una condición sine qua non para su realización, es preciso asegurar que el conjunto de derechos sociales, humanos y ambientales de la población es respetado, más allá de la reducción de emisiones de gas de efecto invernadero.

La decisión 3/CMP.1 del Protocolo de Kioto regula el funcionamiento de los Mecanismos de Desarrollo Limpio, su presentación, aprobación, implementación y posterior evaluación. En la misma se establece que la entidad que ha sido encargada por los países

para desarrollar el proyecto tiene que presentar, para que el mismo pueda ser aprobado, entre otras cosas:

"Los comentarios de las partes locales interesadas, un resumen de sus comentarios y un informe de la entidad sobre cómo esos comentarios fueron tenidos en cuenta en el proyecto"[51].

De más está decir que dicha demanda no representa una gran exigencia en materia de consulta de la sociedad civil. Para remediar esta situación, muchos países desarrollados han conformado comisiones de consulta a nivel nacional. Sin embargo, queda pendiente un compromiso mayor para asegurar la consulta de la sociedad civil del país receptor del MDL, que garantizaría la sostenibilidad del proyecto, dando cuenta de las verdaderas mejoras que el mismo podría generar en términos de derechos humanos, lucha contra la pobreza, acceso a los servicios básicos, etcétera.

2. NUEVAS INSTITUCIONES PARA NUEVAS ENERGÍAS

Una visión amplia de las instituciones y su rol en el desarrollo y el desarrollo económico

Cuando se piensa en instituciones, lo primero en lo que pensamos es en organizaciones. Y ya desde ese punto resulta bastante evidente que sin organizaciones eficaces, transparentes y responsables, se hace difícil pensar el desarrollo de un país y la integración de las demandas de la sociedad. Sin embargo, las instituciones no son sólo las organizaciones. El conjunto de las reglas y normas que nos gobiernan también lo son. Y son muchas veces esas reglas y normas las que determinan el tipo de vida a la que los ciudadanos pueden acceder en un país. Si viven en un contexto democrático, si la regulación de la prensa es lo suficientemente abierta para garantizar la libre expresión de la población, si los poderes del Es-

[51] Decisión 3/CMP.1 de la CMNUCC, http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/items/1673.php

tado son independientes entre sí y también respecto del poder económico, si se prevé una red de seguridad social que garantiza un mínimo vital a todos los ciudadanos, etcétera; todas esas reglas, normas y leyes dan forma a las sociedades contemporáneas y determinan su capacidad de desarrollarse. Es difícil pensar en un desarrollo sostenible donde los defensores de los derechos ciudadanos no pueden expresarse, por ejemplo.

Si bien las instituciones financieras y otros actores de las políticas públicas desvincularon desarrollo e instituciones democráticas, es preciso aclarar que el precio por el desarrollo en los países donde las instituciones no vehiculaban las necesidades de los pueblos ha sido pagado en ocasiones en vidas y ha implicado casi siempre la destrucción del medio ambiente.

Analizar las instituciones y su vínculo con el desarrollo permite dar una dimensión histórica a las razones de su aparición o de su ausencia (las instituciones de un país son la consecuencia de una larga serie de eventos que dieron forma a cada sociedad), confiriéndole a ese análisis un marco mucho más amplio que el de la acumulación de capital tradicional, utilizada aún hoy para explicar el desarrollo.

Sabemos que el desarrollo es un concepto complejo y que incluye distintas variables. En este caso, nos concentraremos en el vínculo entre las instituciones y el crecimiento económico, teniendo en cuenta que es este último en particular el que empuja sobre la demanda energética, como habíamos visto en la segunda parte. Sin embargo, es preciso dejar claro desde el inicio que en una sociedad donde la calidad institucional es baja, es decir, donde no se puede contar con las distintas reglas que han sido establecidas para vivir en sociedad, es impensable tener reglas claras en un intercambio comercial, que es sólo una de las formas a través de las cuales los seres humanos se relacionan.

Las instituciones son mecanismos de orden social y cooperativo que gobiernan el comportamiento de un grupo de individuos mediante reglas y normas. Hay varios tipos de instituciones:

- económicas: por ejemplo, aquellas relacionadas con el mercado y la producción, los sindicatos, las organizaciones de comercio, los cárteles, las estructuras de derechos de propiedad, los sistemas de propiedad de la tierra;
- políticas: como por ejemplo el sistema electoral, los procedimientos legislativos, el grado de centralización, el sistema de partidos;

- sociales y culturales: como las redes sociales, las normas sociales, los usos relativos a la familia y al matrimonio, la adhesión religiosa, las relaciones de género;
- legales: como la Corte o el peso de la ley civil con respecto a la costumbre o jurisprudencia.

La escuela de pensamiento institucionalista considera que la calidad institucional determina el desempeño del crecimiento económico de un país a largo plazo, pero también a medio.

Considerando a las instituciones como las "reglas de juego" de una sociedad, su calidad y adecuación al contexto son de enorme importancia cuando hablamos de crecimiento, ya que su buena comprensión crea las bases para la interacción humana.

Existen dos caminos directos a partir de los cuales el marco institucional afecta al crecimiento económico: primero, los cambios frecuentes y arbitrarios en el régimen impositivo, la regulación y otras políticas económicas vuelven el país peligroso, generando bajas en los volúmenes comerciados; segundo, los marcos institucionales en los que las ganancias económicas pueden realizarse por medio de caminos políticos dejando a los individuos reasignar recursos de la actividad económica a la actividad política.

Esta situación la encontramos en muchos países, en particular en países en desarrollo, donde en general resulta difícil de superar debido a que determinados grupos políticos o económicos encuentran en la existencia de estas prácticas oportunidades de enriquecimiento y perpetuación del poder.

En breve, las instituciones afectan el crecimiento porque modificando los incentivos determinan a su vez cómo se invierte, cuál es el nivel de innovación tecnológica y de educación, qué políticas se eligen y cómo los factores de producción son utilizados.

Es preciso entonces reflexionar sobre la forma en la que el cambio institucional puede concretarse, y si bien no es el objeto de esta publicación, consideramos importante subrayar algunos elementos que pueden ayudarnos en la reflexión sobre cómo establecer marcos regulatorios e incentivos necesarios para que las energías renovables puedan implantarse en los países en desarrollo y colaboren con el crecimiento y la mejora de la calidad de vida de sus habitantes.

Es preciso en todo caso adaptar las instituciones a su contexto, dado el fracaso con el que

se han encontrado distintas experiencias de traslado institucional. Aunque esto parezca una evidencia, esta recomendación no ha sido tenida en cuenta en las políticas consecutivas de cooperación internacional, como para citar un ejemplo, donde la condicionalidad de la ayuda se basa en la capacidad de los países de duplicar las instituciones de los países de donde los fondos son originarios.

De todas formas, y teniendo en cuenta lo antes mencionado, hay una constante institucional que aparece como base para el crecimiento económico y el fortalecimiento institucional: la necesidad de reforzar el Estado otorgándole prerrogativas que no dependan de las alternancias gubernamentales y la necesidad de un contexto pluripartidista democrático.

Un cambio institucional exitoso en general desafía las creencias sobre las mejores formas institucionales para adaptarse a las realidades domésticas. Los cambios institucionales son el resultado de la experimentación de agentes locales. Por último, el cambio institucional depende a medio plazo del cambio en las creencias, en las expectativas y en los comportamientos de la sociedad.

Las energías renovables suponen una transformación en la forma de producir, consumir y planificar nuestras vidas cotidianas. La transformación de las instituciones es un paso indispensable para favorecer su implantación.

Energías renovables: la importancia de los marcos regulatorios y diferencias entre distintos modelos

Un marco regulatorio para las energías renovables tiene que tener en cuenta las condiciones socioeconómicas, de infraestructura y ambientales de un país. Su objetivo debe ser el generar un terreno propicio para la atracción de inversores, la satisfacción de las demandas de los usuarios y la atención de las necesidades locales.

Hay numerosas razones que hacen que las energías renovables no sean competitivas frente a las energías de origen fósil:

- los precios de la energía no tienen en cuenta todos los impactos negativos ambientales y sociales, tanto global como localmente;

- la competencia se reduce como consecuencia de los monopolios existentes en los sistemas energéticos y de los subsidios gubernamentales que distorsionan el precio de la energía;
- el desarrollo de la energía renovable no sucederá lo suficientemente rápido como para mitigar los efectos del cambio climático, por lo que su difusión tiene que estar vinculada a una visión a largo plazo sobre los beneficios de un cambio en el sistema de generación de energía;
- los mercados fallan en valorar los beneficios de las renovables, generando pocos incentivos para la inversión privada en investigación y desarrollo.

Para corregirlas se hace necesario que los gobiernos establezcan un marco regulatorio que promueva la difusión e incentive tanto la inversión como el uso de las energías renovables, ya que el mercado por sí solo no lo hará.

Pero, ¿de qué hablamos exactamente cuando hablamos de regulación? Se podría definir como "una restricción legal promulgada por una agencia gubernamental por medio de una ley apoyada por una amenaza de sanción o de multa o por los correspondientes incentivos o subvenciones". La regulación establecida por el gobierno busca producir resultados que de otra forma no ocurrirían o prevenir situaciones que de otra forma sí ocurrirían. Los ejemplos más comunes de regulación incluyen las regulaciones para controlar la entrada en un mercado, los precios, los efectos de la contaminación, los estándares de producción, etcétera.

Las siguientes políticas regulatorias pueden ser llevadas a cabo para promover las energías renovables:

- políticas de acceso al mercado, incluyendo políticas de fijación de precios, de cuotas renovables o mecanismos de subastas, así como programas de facilitación de entrada al mercado, incluyendo programas para los pequeños productores, acuerdos de compra de energía estándar, etc.;

- políticas de incentivos financieros, incluyendo subvenciones, préstamos, créditos fiscales, y apoyos por emisiones evitadas de carbono;
- inversiones públicas;
- sensibilización del público, formación profesional.

Políticas de apoyo a las energías renovables

Categoría	Iniciativa
Acceso al mercado	Normativa que establece un precio regulado por energía renovable generada y obliga al sistema a la compra de toda la energía generada. Los pagos fijos, conocidos como tarifas, o los complementos a los precios, conocidos como primas, se aseguran durante un periodo determinado de tiempo y en general tienden a reducirse. Los costes son cubiertos por impuestos a la energía o cargos adicionales por kilowatio en la factura. Alemania, España y Dinamarca han adoptado normativa muy exitosa en este campo, lo que les ha convertido en líderes mundiales en renovables. Sistemas de cuotas: Los gobiernos fijan objetivos renovables a los suministradores de la energía, otorgan certificados renovables a los productores y dejan al mercado que determine el precio. Los más comunes son los llamados sistemas de certificados verdes negociables, como sistemas de "Renewable Portfolio Standard" en diferentes estados de Estados Unidos o los sistemas de certificados del Reino Unido o Italia en la Unión Europea. Estas políticas son relativamente recientes y no están siendo tan efectivas como los sistemas de procesos fijos. En general apoyan las tecnologías menos costosas, por lo que no son efectivas para el desarrollo de tecnologías como la solar, que

Políticas de apoyo a las energías renovables

Categoría	Iniciativa
	actualmente tiene mayores costes que la eólica o la minihidráulica.
	Introducción en red. Puede ser usado en conjunción con los sistemas de cuota. Permite a los hogares y otros consumidores de energía vender el exceso de electricidad renovable a la red a precios de mayorista. Lo han adoptado Japón, Tailandia, Canadá, algunos estados de Estados Unidos y otros países.
Incentivos financieros	Una variedad de mecanismos para subsidiar la inversión en el desarrollo tecnológico y apoyo a la producción de energía de renovables: incluye subsidios a la inversión, créditos fiscales, préstamos; han sido usados en Europa, Japón, Estados Unidos e India.
	California e India tuvieron sus particulares booms con estas políticas. Su experiencia demuestra que la falta de estándares tecnológicos, unida a exenciones fiscales generosas, puede llevar a fraude y equipos defectuosos.
	En Estados Unidos, la extensión del programa estatal de apoyo a esta energía (el conocido cono Production Tax Credit-PTC) puede dotar de estabilidad al sector. (Los problemas para continuar con los programas causaron ciclos de boom y caída. En el 2003 causó la pérdida de más de 2.000 empleos en manufactura y construcción y la paralización de 2.000 millones de dólares en inversiones).
	Las bonificaciones pueden ser preferibles a las exenciones fiscales. En Japón han sido muy exitosas para el desarrollo de la solar fotovoltaica. 24 estados de la Unión ofrecen bonificaciones también.

Políticas de apoyo a las energías renovables

Categoría	Iniciativa
	Préstamos y garantías a bajo interés y a largo plazo son fundamentales para garantizar los desembolsos de capital iniciales, como muestran las experiencias de China, India, Indonesia, Sudáfrica, y República Dominicana.
Estándares	Los estándares son esenciales para asegurar la alta calidad de las tecnologías, reducir los riesgos y atraer inversores. Los estándares fijados en Dinamarca en 1979 para las turbinas eólicas han sido esenciales para convertir a este país en el primer productor. En Alemania en 1979 los requisitos de calidad y certificación han prevenido muchos problemas de control que se experimentaban en California o India. Los códigos de edificación se están poniendo en marcha para incorporar la energía renovable en los edificios. En España, por ejemplo, el nuevo código de la edificación obliga a los nuevos edificios no residenciales a generar una porción de su energía con solar fotovoltaica.
Formación ocupacional	La formación de trabajadores y trabajadoras es esencial para asegurar una mano de obra competente para la manufactura, instalación y mantenimiento de los sistemas de energía renovable. Austria, Alemania e India están entre los países con programas de formación más exitosos.

Fuente: Green jobs. Towards Sustainable Work in a Low Carbon World, and Sustainlabour.

Las principales estrategias que están siendo utilizadas para lograr este objetivo son dos (ver tabla previa). El primer tipo de estrategia es el de sistemas de apoyo directo al precio, que mediante tarifas o primas busca retribuir la producción generada y eyectada en la red para asegurar una rentabilidad razonable de las inversiones *(feed-in tariffs).* Los gobiernos establecen este tipo de tarifas para cada tipo de renovables (mayores primas para tecnologías más costosas). El segundo tipo de estrategia es el uso de sistemas de certificados verdes negociables (CVN). Esta estrategia implica establecer cuotas de renovables a los suministradores (distribuidoras o comercializadoras) y dejar al mercado decidir el precio que debe ser pagado al productor de la energía renovable. El gobierno defiende el objetivo a lograr (garantizando que no se sobrepasa) y facilita con ello las inversiones en renovables, ya que los suministradores deben comprar los certificados a los productores para alcanzar dicha cuota. Los suministradores tienen un mayor coste que es sufragado por el Estado –a través de impuestos– o trasladado a los clientes finales, en forma de mayores tarifas.

El sistema de primas funciona de una manera muy sencilla, el productor inyecta en la red los kWh producidos y por cada kWh cobra una cantidad fijada administrativamente que puede ser fija o variable. La ventaja de este sistema es su certidumbre y predictibilidad, al no depender del mercado. La desventaja es la dificultad de fijar la prima correcta a cada tecnología; si se hace por debajo de lo debido, la tecnología apoyada no terminará de despegar; si se hace por encima, significa cargar este sobrecoste al consumidor final.

En el sistema de cuotas o certificados verdes el regulador del mercado reparte los certificados verdes a los productores de renovables en función de su producción. Además, se impone una cuota renovable a los comercializadores. Como ventaja, este sistema en principio promovería una mayor eficiencia, la desventaja es que establece dos mercados, el de la electricidad y el de los certificados, que son por naturaleza variables e inestables, y poco adecuados para tecnologías muy intensivas en capital, como son las renovables.

DETALLES DE LOS PRECIOS PARA INTRODUCIR ELECTRICIDAD EÓLICA EN LA RED EN ALEMANIA, ESPAÑA Y FRANCIA

Alemania. La retribución a los nuevos molinos en 2005 fue de 8,53 céntimos/kWh. Después de varios años el pago decrece dependiendo de la calidad del sitio hasta los actuales 5,39 céntimos/kWh. En sitios muy buenos, éste es el caso después de un período de cinco años.

España. Los productores de energía eólica pueden elegir entre dos tarifas: una fija (de 7,3 céntimos euro/kWh para los primeros 25 años a 6,1 en adelante) y otra variable (oscila entre un límite superior de 8,5 céntimos de euro /kWh y uno inferior de 7,1).

Francia. 8,36 céntimos kWh los primeros cinco años, luego el precio cae dependiendo de la cantidad de horas de carga completa (0-2.000 = 8,38 céntimos, 2.000-2.600 = 5,95 céntimos, 2.600-3.600 = 3,05 céntimos.

Estos dos sistemas –apoyo directo al precio y certificados verdes negociables– son sin duda los mecanismos básicos para aumentar el porcentaje de generación eléctrica renovable. Sin embargo, la decisión sobre si elegir uno u otro es muy significativa. Hay un cierto consenso alrededor de la idea de que el sistema de primas es más eficaz y eficiente que el sistema de cuotas o certificados verdes. Los países que han tenido más éxito aumentando su cuota de generación eléctrica renovable –Alemania, España, Dinamarca– implementaron ese sistema. Los países que han implementado un sistema de cuotas –Reino Unido e Italia– han tenido menos éxito.

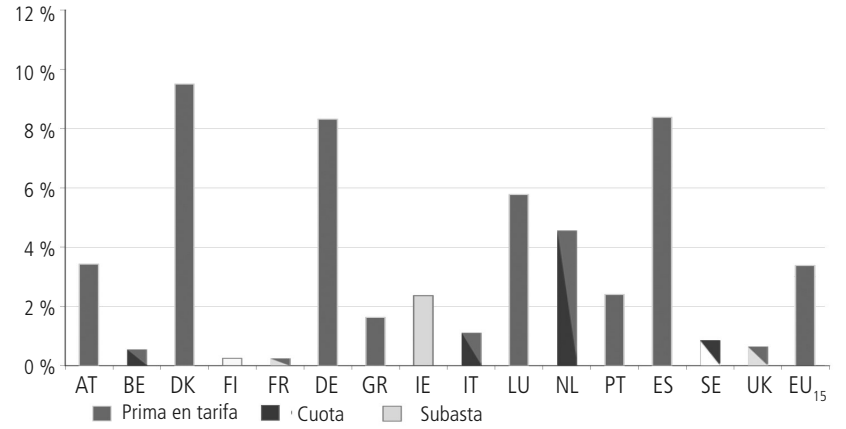
El análisis comparativo sobre marcos de apoyo a renovables realizado hasta el momento es el llevado a cabo por la Comisión Europea en 2006 y que dio lugar al documento *Comunicación de la CE sobre el apoyo a la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables*.

El informe analiza la eficacia –es decir los resultados– y la eficiencia –coste de los resultados– de los sistemas de primas y certificados aplicados en los diferentes países de la UE en el periodo 2001-2005.

En el estudio se define la eficacia como la capacidad del marco para generar renovables adicionales en relación con el potencial restante a 2020.

El análisis pone de manifiesto que los sistemas de primas son más eficaces que los certificados verdes negociables (CVN). Así, como puede verse en el siguiente gráfico, para el caso de la eólica, todos los países cuya eficacia es superior a la media comunitaria utilizan los apoyos directos al precio como herramienta básica para la promoción de esta tecnología (ver Gráfico 7).

GRÁFICO 7. **Efecto del marco de apoyo a la eólica en UE-15**



Fuente: Communication from the Commission: "The support of electricity from renewable energy sources", dic 2005.

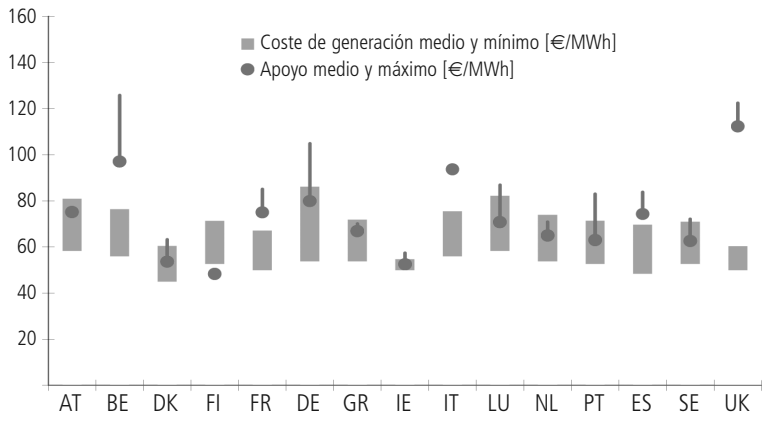
También destaca que hasta el momento no hay sistemas de certificados verdes negociables (CVN) que hayan sido efectivos para la promoción de las renovables y, en concreto, para el desarrollo de la energía eólica.

El análisis realizado pone de manifiesto importantes diferencias en los niveles retributivos a las energías renovables en los Estados miembros y muestra que, en general, en los países

con marcos de certificados verdes negociables las retribuciones son, al día de hoy, considerablemente superiores que en los países con primas.

Así, los costes de generación de la eólica y su retribución en diferentes países tienen, como se desprende del gráfico, poca relación con los costes medios de generación (ver Gráfico 8).

GRÁFICO 8. **Costes y apoyo a la eólica en la UE**



Fuente: Communication from the Commission: "The support of electricity from renewable energy sources", dic 2005.

* Los costes medios y mínimo representa el rango de costes según el potencial de generación –en este caso eólico– y la variabilidad existente entre el apoyo medio y los máximos a obtener.

Lo más llamativo es que las mayores retribuciones y las diferencias más importantes entre retribución y costes se encuentran en países con CVN como el Reino Unido, Italia y Bélgica. Esas mayores retribuciones –o, en último término, coste para el consumidor– pueden deberse, de acuerdo con el estudio, a la prima de riesgo más elevada solicitada por los inversores en este tipo de marcos, a los elevados costes administrativos y, probablemente, a que estos mercados de CVN todavía no están maduros.

Los resultados para 2006 de capacidad eólica instalada para los países europeos también muestran una clara ventaja de los sistemas de prima (ver Tabla 6).

TABLA 6

País	Tipo de sistema	Total capacidad eólica 2006 (MW)
Alemania	Primas	20.621,9
España	Primas	11.615,1
Dinamarca	Primas	3.136,6
Italia	Certificados verdes negociables	2.123,4
Reino Unido	Certificados verdes negociables	1.962,9
Portugal	Primas	1.716,4
Francia	Primas y licitaciones	1.635
Países Bajos	Certificados verdes negociables	1.560
Austria	Primas	964,5

En estos últimos años se han visto progresos en los marcos regulatorios de promoción de renovables. Además de los países desarrollados, muchos países en desarrollo han adoptado políticas y programas en este sentido. Egipto está trabajando en la promoción de la energía eólica, Madagascar estableció un nuevo programa para la energía hidráulica, Turquía adoptó una nueva ley sobre promoción de renovables en 2005, Uganda aprobó una política nacional de energía renovable en 2006, Irán empezó a aceptar la existencia de productores independientes de electricidad, India anunció una nueva política de precios que promueve la generación de electricidad de fuentes renovables, incluyendo cuotas, tarifas preferenciales y directrices para pequeños generadores de electricidad, y la lista sigue...

El éxito de estos programas y políticas dependerá de su anclaje en las necesidades locales y en su capacidad de generar buen apoyo de parte de las comunidades que utilizarán las tecnologías.

En la sección siguiente se esbozan algunas de las características necesarias, aunque no suficientes, para hacer de la transición a las renovables un pasaje exitoso.

Un esquema para la necesaria regulación sobre renovables en los países en desarrollo

Como sosteníamos anteriormente, para promover el crecimiento de la parte de energías renovables en la matriz energética harán falta no sólo recursos financieros, humanos y tecnológicos, sino también instrumentos legales y normativos que aseguren el avance y proyección en el tiempo de las políticas y esfuerzos realizados.

Otro elemento fundamental para el diseño de las políticas de renovables es el reconocimiento de la estrecha vinculación entre éstas y las referidas al medio ambiente, el desarrollo urbano, transporte, vivienda, agricultura, educación, etcétera.

El diseño y aplicación de una política de renovables requiere un rol activo del Estado. La tarea incluye responder a la equidad del sistema, a la sostenibilidad ambiental y a la seguridad en el suministro. Ello implica integrar desafíos sociales, ambientales, tecnológicos y políticos de largo plazo, que no serán considerados ni resueltos por el mercado.

El diseño de una política de renovables deberá incluir también la discusión sobre la distribución de la renta del sector petrolero y la orientación de excedentes hacia el desarrollo de energías alternativas.

Para su implementación será necesario cambiar estructuras, tradiciones y conciencias; un desafío que requiere de la cooperación, disposición a innovar y el compromiso de consumidores, empresarios y autoridades políticas.

Podemos señalar algunos elementos importantes que deberían ser considerados en el diseño de una política de energías renovables[52]:

- Garantizar que los consumidores potenciales conozcan las tecnologías y que tengan claro tanto los objetivos de las políticas que encuadran la promoción como el calendario de aplicación de las mismas: tanto a nivel de usuarios residenciales como de industrias, deben ser realizados esfuerzos para difundir las ventajas de la utilización de las energías reno-

[52] Namibian directorate of energy, Development of a regulatory framework for renewable energy and energy efficiency within the electricity sector, January 2007.

vables, así como la necesidad de reducir el consumo desmedido adoptando medidas de eficiencia energética. Deberán desarrollarse campañas de educación pública, programas de incentivos económicos a los usuarios, asesoría para la incorporación de fuentes renovables, etcétera. Este elemento es fundamental a su vez para democratizar el sector energético, permitiendo la participación informada de los ciudadanos en los procesos de planificación y decisión.

- Coordinar las políticas de energías renovables con las referidas al transporte, la vivienda, el desarrollo rural, la agricultura y la educación, e incluir también las políticas referidas al cambio climático: la política energética es un elemento estratégico para la definición de la política de desarrollo de un país. Se trata de un área transversal que deberá coordinarse con las políticas de eficiencia energética en el transporte, la industria y la vivienda, de desarrollo rural y urbano, educativas, de formación profesional y empleo, etcétera.

- Crear un marco legal y regulatorio que permita que las energías renovables sean competitivas frente a las fuentes de energía convencionales: el mismo deberá abarcar al conjunto de actividades de la cadena energética: exploración, explotación, transformación, transporte, distribución y uso final de la energía, tanto por las empresas energéticas como por el consumidor individual. El conjunto de leyes, normas, instrumentos económicos, que comprende el marco regulatorio deberá asegurar la debida incorporación de las externalidades de cada etapa de la cadena. Igualmente se deberá definir claramente la institucionalidad correspondiente, los mecanismos –incentivos, normativas y procedimientos generales–, los actores principales y sus roles.

- Tender de forma progresiva a tasar los combustibles no renovables con su precio real: la economía clásica no tiene en cuenta los costes ambientales y consecuentes daños a la salud pública, por lo que los precios de la energía son muy inferiores a sus costes reales, lo que no contribuye a que el mercado asigne espontáneamente los recursos necesarios para desarrollar las fuentes alternativas de energía. En este mismo sentido, la generación de electricidad a través de grandes hidroeléctricas debe considerar además los costes sociales por el desplazamiento de las poblaciones que deberán recibir como contraparte indemnizaciones justas para garantizar su recomposición física y económica.

- Proveer programas de apoyo para las energías renovables, eliminando gradualmente los

subsidios y reduciendo los riesgos asociados a la dependencia respecto de los mismos: actualmente las energías de origen fósil gozan de múltiples subsidios que van desde la exploración hasta el consumo, incluyendo la I+D. Este factor impacta también en el bajo coste de las energías convencionales frente a las renovables, que no cuentan con estos apoyos. Una política adecuada de subsidios debería servir de impulso inicial para asegurar la competitividad y el desarrollo de las fuentes alternativas, pero debería tender a la progresiva eliminación de los mismos para evitar la dependencia del sector. Las políticas de apoyo y subsidio incluyen el apoyo a las nuevas empresas de energías renovables.

- A nivel internacional deben fortalecerse los acuerdos políticos para asegurar el apoyo de las instituciones financieras multilaterales y nacionales a la transición hacia las energías renovables: las agencias multilaterales y de cooperación internacional deben incorporar claramente en sus políticas y programas el apoyo al desarrollo de las renovables y la implementación de políticas de eficiencia energética y disminución de emisiones de GEI. La comunidad internacional deberá hacer esfuerzos para mantener a los tomadores de decisiones de estas instituciones bien informados sobre los desafíos del cambio climático y las tecnologías y mercados de las energías renovables.

Es necesario establecer medidas que promuevan las energías renovables. Como dichas tecnologías son relativamente nuevas comparadas con las de las energías convencionales como el petróleo, el gas, el carbón y la nuclear, el marco político tiene que garantizar la igualdad de acceso a los mercados.

En principio, los programas de promoción de las energías renovables deben ser agresivos, a largo plazo, con líneas políticas claras y con el objetivo de influir a los tomadores de decisiones públicos y privados. Todas las instituciones y agencias envueltas tienen que trabajar más cooperativamente en el desarrollo y promoción de las energías renovables.

Se deben crear programas de financiamiento innovadores y sostenibles para que se expandan las tecnologías renovables. De especial interés son los programas de financiamiento que movilizan los recursos locales y facilitan la gestión de los créditos de pequeña escala.

Se deben aplicar más ampliamente las estrategias de difusión de las tecnologías de energías renovables que han demostrado signos de éxito. Muchas estrategias giran en torno a las ideas de participación, de generación de ingreso y de desarrollo de pequeñas empresas.

Existen sistemas de producción, marketing y difusión de la información que deben ser utilizados al máximo para reducir costes y asegurar la sostenibilidad del proyecto.

Los programas de formación sobre energías renovables son esenciales para desarrollar una masa crítica de personal entrenado localmente. Se debe utilizar al máximo la capacidad local.

Es necesario dar un fuerte incentivo a los sectores de I+D para la identificación y mapeo de recursos energéticos renovables disponibles, así como el desarrollo de las tecnologías más apropiadas y adaptadas al potencial local.

La adopción de modelos regulatorios de apoyo a las renovables es una decisión política de enorme importancia de cara al futuro. Obviamente, es fundamental que estos marcos de apoyo sean eficientes en el sentido económico, pero no sólo por lo que respecta al coste del sector eléctrico, sino en el sentido más amplio del bienestar social. Por ello, a la hora de decidir sobre el marco a poner en práctica se han de considerar también cuestiones tales como el desarrollo económico y social, el empleo, la seguridad energética o el medio ambiente.

Por lo que respecta a la regulación y considerando la experiencia reciente se desprenden las siguientes conclusiones:

- La regulación, más que la disponibilidad de recursos naturales (agua, viento, sol), es el factor determinante para el adecuado desarrollo de las energías renovables.
- Existen dos modelos regulatorios básicos de apoyo a estas energías: apoyo directo al precio (o sistemas de primas) y certificados verdes negociables.
- Estos dos sistemas llevan a resultados sensiblemente diferentes: los sistemas de primas se están mostrando más eficientes –en términos de coste– y más efectivos –en términos de resultados– que los sistemas de certificados verdes negociables. De hecho, no hay, hasta el momento, ningún caso de éxito de sistemas de certificados verdes negociables.
- Y esto es así porque los sistemas de primas son más predecibles y estables que los

sistemas de certificados y se adaptan mejor al sector renovables, muy intensivo en capital y a largo plazo.

- Como resultado puede concluirse que la elección del modelo de apoyo adecuado es determinante para el fomento de las renovables en un determinado contexto.

CONCLUSIÓN

Como hemos visto a lo largo de estas páginas, estamos viviendo un momento sumamente interesante. Este último decenio nos mostró una buena cantidad de señales que hacían pensar en el agotamiento del actual modelo energético. Sin embargo, no es sino hasta estos últimos años que la certeza se extiende a numerosos sectores sociales, y llega por fin al centro del sistema económico. La aceptación prácticamente universal de las causas del cambio climático y la consolidación de una voluntad colectiva para limitar sus efectos nocivos han supuesto el empujón definitivo.

Si años atrás la resistencia al cambio era poderosa y recibía apoyos y fondos, vivimos ahora un momento de consenso en el diagnóstico. El modelo de desarrollo económico basado fundamentalmente en los combustibles fósiles se ha agotado, lo que no significa que los combustibles fósiles no se vayan a seguir utilizando, sino que su carácter central y universal en la producción energética pertenece al pasado. Es sin duda el momento de las energías renovables.

Como se ha puesto de manifiesto en este estudio, estamos viviendo un momento histórico sumamente interesante, pero como todos los momentos históricos pasará rápidamente. Ahora podemos decidir qué objetivos vamos a promover en el nuevo modelo y cómo queremos que la transición sea gestionada.

Teniendo en cuenta la necesidad y los elevados costes de ese cambio, ¿por qué no optimizar la inversión que vamos a hacer? No habrá recursos para cambiar de modelo ahora, y luego, más adelante, para llevar el acceso a la energía a los pobres del planeta. Para sacar el mayor partido de los esfuerzos, justicia y equidad son variables que debemos integrar ahora en el nuevo modelo energético. Por ello la propuesta concreta que aquí se ha hecho es desarrollar las renovables, pero con un objetivo claro: renovar el desarrollo.

Este estudio deja claros los aportes de las energías renovables a la construcción de un desarrollo limpio, justo y seguro.

Las energías renovables se consolidan en los países más industrializados, y aquellos que más han apostado por estas fuentes parecen estar en mejor disposición para encarar los retos del futuro. En los países emergentes, las energías renovables están teniendo un crecimiento exponencial, permitiendo extender el acceso a la energía y generando también capacidad tecnológica, de la que dependerá en gran parte el mañana energético y productivo de estos países. Sólo para dar una idea del crecimiento a escala global, la participación de las renovables en la producción de energía mundial aumentó un 50% de 2004 a 2007.

En todos los casos, la regulación por parte de los Estados ha sido fundamental para el desarrollo de estas energías y se demuestra que regulación e instrumentos como las primas son piezas fundamentales en su consolidación.

Sin embargo, este estudio pone de manifiesto la necesidad de no promover una transición idéntica para todos los casos. El cambio de modelo energético debería llevarnos a la convivencia de multitud de tecnologías que consigan cubrir las necesidades energéticas de todos, y garantice el acceso universal a la energía. El futuro energético debe ser plural, adaptado a las necesidades y recursos locales.

Gestionar el cambio con variedad de soluciones y con el objetivo de integrar el acceso universal a la energía no es tarea fácil. La eficiencia de estas múltiples soluciones sólo podrá garantizarse mediante la participación de la ciudadanía en la toma de decisiones. Las renovables presentan ventajas debido a su mayor descentralización para trasladar el control de las energías a las poblaciones que deben beneficiarse de ellas. Pero estas ventajas deben afianzarse mediante el reforzamiento de los cauces institucionales.

La democratización de los sistemas energéticos evitará que se repitan los "fallos" del actual modelo: la gestión del cambio debe ser participada y democrática. De la capacidad de nuestras sociedades a exigir estrategias sostenibles ambiental y socialmente dependerá el grado de justicia del futuro modelo energético.

CUARTA PARTE
DESARROLLANDO LAS RENOVABLES: UNA SELECCIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS Y SUS RESPECTIVOS CONTEXTOS

INDIA

1. Datos del país

- Huella ecológica per cápita (WWF): puesto núm. 136 de 180 países (1 = peor).
- Emisiones de CO_2 por año = 1.102 millones de toneladas (2000).
- Emisiones de CO_2 per cápita = 1,1 toneladas.
- Protocolo de Kioto – Accesión; sin obligación de reducción (Non Annex I).
- Consumo = 319.161.000 toneladas de equivalente de petróleo.
- Consumo per cápita = 309.000 k de equivalente de petróleo.
- Consumo de electricidad = 597.888 millones de kWh.
- Índice de Desarrollo Humano 2006 (IDH-2006) = 0,611; puesto núm. 126 de 177 países (1 = mejor)

2. Contexto de la política energética

La preocupación por la seguridad energética ante las crisis petroleras de los setenta impulsó en India la discusión sobre una política para el desarrollo de fuentes de energía renovables como alternativa para sustituir los combustibles fósiles convencionales.

En 1992 fue creado el Ministerio de Fuentes No Convencionales de Energía, MNES, que a partir de 2006 pasó a llamarse Ministerio de Energías Nuevas y Renovables (Ministry of New and Renewable Energy, MNRE). Es la instancia responsable del diseño de la política de energías renovables del país.

India tiene uno de los programas más grandes a nivel mundial de energías renovables. Sus actividades cubren las principales tecnologías disponibles (biogás, biomasa, energía solar térmica y fotovoltaica, energía eólica, pequeñas hidroeléctricas y otras tecnologías emergentes). En cada una de estas áreas existen programas de evaluación de recursos, investigación y desarrollo, tecnologías para el desarrollo y demostración. Diversos sistemas y productos asociados a las energías renovables están disponibles de manera comercial y demuestran su viabilidad económica contra opciones que utilizan combustibles fósiles, particularmente cuando se consideran los costes ambientales de los mismos.

Con una base industrial fuerte y una comercialización exitosa de las tecnologías eólica, solar fotovoltaica, pequeñas hidroeléctricas, biogás y estufas modernas de biomasa, India está en la posición de ofrecer vanguardia tecnológica a otros países en vías de desarrollo y está posicionada para jugar un papel de liderazgo en el contexto internacional hacia un desarrollo energético sostenible.

3. Metas

Las metas acumulativas de medio plazo (2012) establecidas por el MNRE son de 24.000 MW de capacidad instalada (eólica, pequeñas hidroeléctricas y bioenergía, excluyendo la energía solar por considerarse que no será comercialmente competitiva a medio plazo) y la electrificación de 10.000 ciudades en regiones remotas. La proporción para cada una de ellas será:

Tecnología	Capacidad acumulada (MW)	%
Eólica	17.500	73
Pequeñas hidroeléctricas	3.360	14
Bioenergía	3.137	13
Total	**24.000**	**100**

Fuente: MNRE, 2007.

Según informaciones presentadas por el MNRE en Bruselas en enero de 2007, las metas a largo plazo (2032) son:

- Capacidad de energía renovable instalada: 10%-12% (actualmente, 7%).
- Generación de electricidad a partir de renovables: 4%-5% (actualmente, 2,5%).
- Vehículos con combustibles alternativos (hidrógeno, syngas y biogás): vehículos comercialmente competitivos (actualmente no lo son).
- Eficiencia de módulos solares: hasta 30% (actualmente, 14%).

4. Situación actual y potencial de las energías renovables

Actualmente cerca del 80% del consumo de energía en áreas rurales proviene de fuentes no comerciales. En cuanto al acceso a la electricidad, un 84% de las ciudades se encuentran electrificadas, en el ámbito rural un 44% de los hogares poseen acceso al suministro de electricidad.

Según datos del MNRE, la composición de la matriz energética es la siguiente:

Tecnología	Capacidad instalada (MW)	%
Térmica	83.772	65
Hidroeléctrica	33.193	25
Renovables	9.060	7
Nuclear	3.900	3
Total	**129.925**	**100**

Fuente: MNRE, 2006.

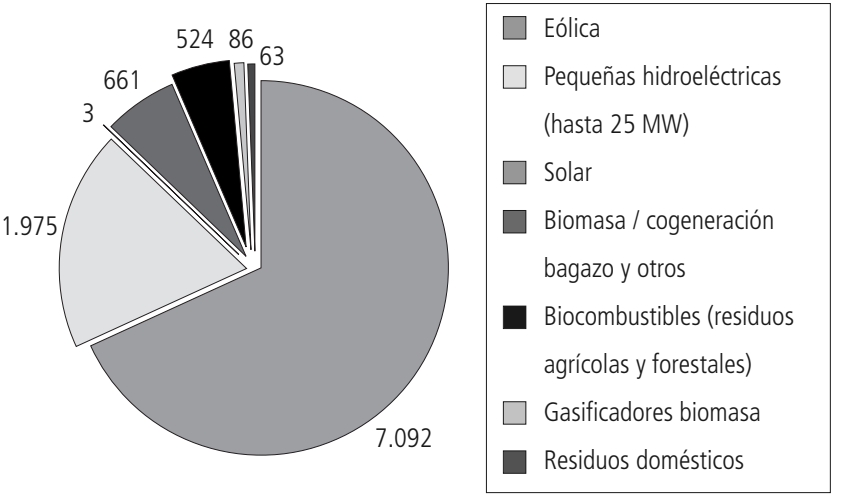
Según datos del MNRE, la generación de electricidad a partir de fuentes renovables fue en 2006 de 14.572 millones de kWh, con una capacidad instalada de 9.000 MW, frente a los

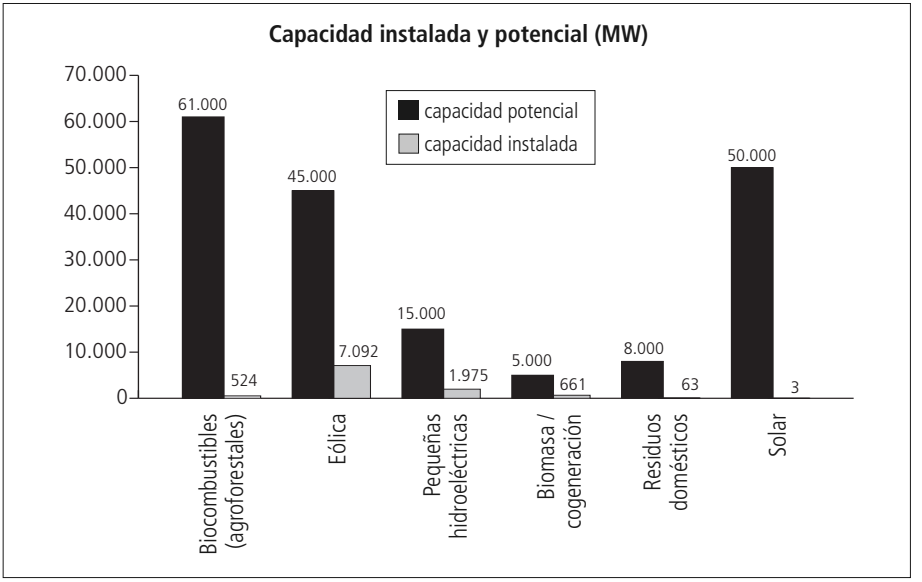
11.425 millones de kWh de 2005 (con capacidad instalada de 6.047 MW). Datos actuales revelan el siguiente escenario:

Fuente	Potencial estimado	Acumulado a 31/03/2007
Biocombustibles (residuos agrícolas y forestales)	61.000 MW	524 MW
Eólica	45.000 MW	7.092 MW
Pequeñas hidroeléctricas (hasta 25 MW)	15.000 MW	1.975 MW
Biomasa / cogeneración bagazo y otros	5.000 MW	661 MW
Gasificadores biomasa	—	86 MW
Residuos	7.000 MW	63 MW
Solar	50.000 MW	3 MW
Total (MW)	183.000 MW	10.404 MW

Fuente: MNRE, 2007.

Acumulado 2007 (MW)





5. Desafíos / líneas estratégicas

ACCESO A LA INFORMACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN DE LA OPINIÓN PÚBLICA

Bajo la premisa de la transparencia y el acceso a la información, el MNRE tiene una importante división responsable de la estrategia de comunicación. Las campañas de difusión y sensibilización son continuas, empleando diferentes medios que incluyen: parques energéticos, muestras, exhibiciones y ferias de sistemas y productos de energías renovables en todo el país, programas televisivos y radiales, producción de películas, etcétera. El uso del hindi, en el marco de la política de lengua oficial, es otro punto importante de la estrategia de comunicación. Existen programas de formación especialmente orientados a sectores estratégicos, como periodistas y profesores de educación técnica.

PARTICIPACIÓN DE LA SOCIEDAD

Comités Consultivos Distritales (District Advisory Comités-DAC). A partir de 2005 han sido creados DAC en 560 distritos. Están compuestos por funcionarios distritales, miembros del

Parlamento y representantes de ONG, de los cuales al menos seis deben ser mujeres. Los DAC están siendo muy efectivos en la promoción de las ER.

Unidad de Mujeres. Fue establecida en el MNRE en 1997; su función es la revisión de planes y programas del Ministerio desde la perspectiva de género, garantizando el acuerdo con las recomendaciones del Plan Nacional para las Mujeres.

INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

El MNRE tiene varios programas de apoyo a la I+D en tecnologías para energías renovables. Actualmente el énfasis está en la reducción de los costes y el aumento de la eficiencia. La política desarrollada por el Ministerio busca que el sector industrial se involucre. Se espera un aumento en la interacción y cooperación entre instituciones académicas, científicas y de investigación, con el sector industrial y emprendedores.

Las proyectos de I+D que cuentan con apoyo directo del MNRE son: Biogás, Energía Solar (fotovoltaicas, cocinas solares, solar térmica), Fotovoltaicas, Hidroelectricidad, Energía Eólica, Biomasa, Cogeneración, Gasificadores de Biomasa, Residuos Urbanos e Industriales, Hidrógenos, Geotérmica, Mareomotriz, Financiamiento y Cooperación Internacional.

6. Marco legal y regulatorio. Perspectivas

- **Ley de Electricidad 2003**

Con la aprobación de esta ley, en junio de 2003, se inició una importante reforma del sector, necesaria para establecer un mercado abierto y competitivo para la comercialización de energía. La ley consiste en reformas institucionales y regulatorias, incluyendo la comercialización con países vecinos. Introduce cambios significativos en la estructura industrial pasando a un sistema de comercialización con múltiples vendedores y compradores. La ley clarifica también el rol de las diferentes organizaciones involucradas y comisiones regulatorias, y establece plazos y metas para la reestructuración de la industria eléctrica.

Los objetivos son "consolidar las leyes relativas a la generación, transmisión, distribución, comercialización y uso de la electricidad, y la toma de medidas conducentes al desarrollo de la industria eléctrica, promoviendo la competencia, protegiendo los intereses de los con-

sumidores, la racionalización de las tarifas eléctricas, asegurar la transparencia en lo relativo a subsidios, la promoción de políticas ambientalmente amigables y eficientes, constitución de una Autoridad Eléctrica Central, de Comisiones Reguladoras y el establecimiento de un Tribunal de Apelaciones".

- **Instituciones técnicas vinculadas**

Son instituciones especializadas bajo control administrativo del MNRE y que tienen un papel de gran importancia en el sustento técnico de los programas del Ministerio: Centro de Energía Solar (Solar Energy Centre-SEC); Centro para las Tecnologías de Energía Eólica (Centre for Wind Energy Technology-CWET); Instituto Nacional de Energía Renovable (National Institute of Renewable Energy-NIRE), especializado en bioenergía, incluyendo agrocombustibles y combustibles sintéticos.

- **División de Información, Previsión, Análisis y de Recopilación de Datos Tecnológica (Technology Information Forecasting, Assessment & Databank Division, TIFAD)**

Esta división del MNRE tiene por objetivo el establecimiento de la Red de Energías Renovables (RENET), la creación de una Base de Datos de Energías Renovables (Renewable Energy Database, REDB); ambos proyectos, en su segunda fase de implementación. Provee apoyo a las agencias nodales de los estados para la implementación de tecnologías de comunicación (PC, servidores, *software,* etcétera) para su integración en la RENET.

- **Oficinas regionales**

El MNRE cuenta con nueve oficinas regionales en diferentes capitales de estados (Ahmedabad, Bhopal, Bhubaneswar, Chandigarh, Chennai, Guwahati, Hyderabad, Lucknow y Patna) que tienen entre sus funciones monitorizar y supervisar la implementación de los programas del Ministerio, realizar tareas de sensibilización y divulgación, establecer vínculos entre las Agencias Estaduales, ONG, promotores de proyectos, etcétera, y proveer el *feed-back* desde el terreno. Numerosos proyectos y programas son implementados en todo el país por medio de una amplia red de instituciones que incluyen agencias y departamentos nodales de los estados, ONG, instituciones de investigación y desarrollo, instituciones financieras, sector privado.

7. Instrumentos financieros

La difusión de las diferentes tecnologías de energías renovables ha contado con el apoyo de varias medidas por parte del Gobierno para incentivar las inversiones privadas e internacionales, incluyendo incentivos fiscales y financieros por medio de una amplia gama de programas implementados por el MNRE y la simplificación de procedimientos para la inversión privada nacional e internacional. Estas políticas ofrecen excelentes oportunidades para la inversión en el sector: mejoras tecnológicas, inducción de nuevas tecnologías, desarrollo de nuevos mercados y promoción de la exportación.

Numerosos incentivos fiscales y facilidades están actualmente disponibles tanto para productores como para consumidores de los sistemas de energías renovables. Éstos incluyen:

- depreciación acelerada del 100%, a efectos impositivos, en el primer año de la instalación de proyectos/sistemas;
- exención impositiva para la manufactura de la mayoría de los productos;
- tarifas aduaneras reducidas para equipamientos y la mayoría de los materiales y componentes;
- créditos blandos para fabricantes y usuarios de tecnologías comerciales;
- ventajas impositivas por cinco años para los proyectos de generación;
- precios remunerativos para la compra de energía de fuentes intermitentes conectadas a la red;
- incentivos financieros y subsidios para proyectos con elevado coste inicial;
- participación de las mujeres como beneficiarias y por su contribución con la implementación de los programas;
- incentivo a las ONG y pequeños emprendedores, etcétera.

El MNRE ha desarrollado una serie de guías para orientar a los estados en el establecimiento de medios de incentivo para la inversión de los sectores privado y público. En la actualidad

hay 17 estados que han desarrollado sus propios paquetes de políticas de incentivo. Algunos de ellos establecieron también sistemas de concesión o de exención impositiva.

AGENCIA INDIA DE DESARROLLO DE ENERGÍAS RENOVABLES (IREDA)

Es una institución financiera no bancaria bajo control administrativo del MNRE. Fue creada en 1987 para la gestión de préstamos y financiamiento para proyectos de energías renovables y eficiencia energética. Los sectores financiados son: hidroenergía, energía eólica, bioenergía, energía solar (fotovoltaica y térmica), actividades de desarrollo (desarrollo de mercado y esquemas de financiamiento), tecnologías emergentes, eficiencia energética, desarrollo de las mujeres y esquemas de asociación.

Los principales objetivos son:

- operación del fondo para desarrollo y expansión de fuentes de energía nuevas y renovables (NRSE);
- proveer apoyo financiero para proyectos específicos y planes de generación de electricidad y/o energía a partir de fuentes renovables y proyectos de eficiencia energética;
- reducir el coste de la energía renovable;
- apoyar la actualización tecnológica a través del NRSE;
- desarrollar criterios, sistemas y conceptos para el financiamiento de proyectos basados en Fuentes de Energía Nuevas y Renovables y de Eficiencia Energética.

Hasta el 31 de marzo de 2007, la cantidad de proyectos aprobados para recibir apoyo de la IREDA fueron 1.816, lo que representa fondos por 196 millones de US$ y una capacidad de generación de energía de 2.927 MW (fuente: IREDA, 2007).

FONDO PARA LA COMERCIALIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS ENERGÉTICAS NO CONVENCIONALES (NETCOF)

Este fondo fue creado por la IREDA y aprobado para su implementación en marzo de 2002.

Sus objetivos son: apoyar la comercialización de tecnologías no convencionales desarrolladas en India, apoyar la instalación de plantas piloto para la fabricación de sistemas y productos de Energías No Convencionales (NCE), apoyar la difusión de tecnologías de NCE para uso doméstico, adaptación o modificación de procesos y productos basados en tecnologías importadas para adaptarlos al mercado local, desarrollo de productos y tecnologías innovadoras con potencial de crecimiento y retorno.

El fondo da preferencia a compañías ya existentes con demostrada capacidad de obtener un razonable beneficio. Da preferencia a proyectos que no cuenten con ningún otro apoyo financiero del MNRE.

Pueden acceder a estos apoyos compañías con base en India, institutos de I+D e institutos académicos en colaboración con industrias.

8. Ejemplos de proyectos en desarrollo

PROGRAMAS DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA REGIÓN NORDESTE (NER)

El desarrollo económico de la región ha sido un foco especial del Gobierno de India, que ha destinado un 10% del presupuesto a esta región en el período 2006-2007. Entre los mayores logros durante 2006 se pueden mencionar la electrificación de 262 poblaciones en áreas remotas y la instalación de 1.246 plantas de biogás familiares. Se ha iniciado la construcción de un sistema de gasificador de biogás (2 x 300 KW) en Seppa, East Kamang.

PROYECTO PARA LA "REMOCIÓN DE BARRERAS EN LA GENERACIÓN DE ENERGÍA A PARTIR DE BIOMASA. PARTE I"

Este proyecto ha sido firmado por el MRNE y el PNUD en septiembre de 2006. Su objetivo es acelerar el desarrollo y expansión de determinadas tecnologías de bioenergía ambientalmente sostenibles. El coste estimado del proyecto es de 39,15 millones de US$, de los cuales 5,65 millones provienen de los mecanismos del GEF (Global Environment Facility) y 24,82 millones como préstamo de KfW. El proyecto está siendo implementado en ocho estados.

9. Fuentes consultadas

- India's Electricity Act, 2003: Implications for Regional Electricity Trade. USAID SARI/Energy Program. Septiembre, 2004. www.sari-energy.org
- MNES. Anual Report 2006-2007. http://mnes.nic.in/frame.htm?publications.htm
- Indian Renewable Energy Development Agency, IREDA. http://www.ireda.in/default.asp
- Renewable Energy for Distributed Power Generation / Co-generation & Bio-diesel. Presentación realizada por el MNRE durante el Indo-EU Working Group on Energy Efficiency and Renewable Energy. Bruselas. Enero, 2007. http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/international/bilateral/india/energy/doc/eu_india_3/res/shukla_re_%20in_india.pdf
- Haribandhu Panda; "Review of Renewable Energy Policy in India". Sari-Energy. 2004. http://www.sari-energy.org/rean/Resources/ReviewRenewableEnergyPolicyIndia.pdf

MÉXICO

1. Datos del país

- Huella ecológica per cápita (WWF): puesto núm. 52 de 180 países (1 = peor).
- Emisiones de CO_2 por año = 308.632.000 toneladas (2000).
- Emisiones de CO_2 per cápita = 4,3 toneladas.
- Protocolo de Kioto-Ratificado; sin obligación de reducción (Non Annex I).
- Consumo = 135.385.000 toneladas de equivalente de petróleo.
- Consumo per cápita = 1.331.000 k de equivalente de petróleo.
- Consumo de electricidad = 235.360 millones de kWh.
- Índice de Desarrollo Humano 2006 (IDH-2006) = 0,821; puesto núm. 53 de 177 países (1 = mejor).

2. Contexto de la política energética

El **Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012,** teniendo como premisa el Desarrollo Humano Sostenible y como perspectiva la Visión 2030, reconoce el importante potencial en energías renovables del país, y considera estratégico el aprovechamiento integral de las mismas. La cuestión es abordada en los ejes dos, "Economía competitiva y generadora de empleos", y cuatro, "Sostenibilidad ambiental" del plan.

La Secretaría Nacional de Energía –SENER– es el organismo responsable de la implementación de la política energética.

La SENER, en un plazo de nueve meses a partir de la publicación de la Ley para el Aprovechamiento de las Fuentes de Energías Renovables (en tratamiento en el Senado), deberá presentar un Programa para el Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía que establecerá objetivos y metas específicos y definirá las estrategias y acciones. Este programa

incluirá el inventario actualizado de las fuentes renovables de energía y observará los compromisos internacionales en materia de aprovechamiento de las fuentes renovables de energía y cambio climático.

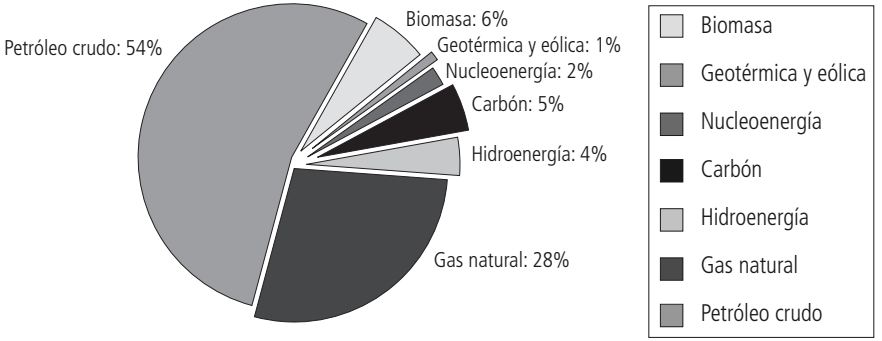
3. Metas

La perspectiva para el año 2012 es que la participación de las renovables en la generación de electricidad sea de un 8%, esto sin considerar la aportación de las grandes hidroeléctricas. Hasta 2014 se esperan incrementos importantes, impulsados por la SENER, en materia de hidroelectricidad (2.254 MW), eoloelectricidad (592 MW) y geotermia (125 MW).

4. Situación actual y potencial de las energías renovables

En los últimos años se ha logrado disminuir tanto la intensidad energética (consumo de energía primaria) como la intensidad de emisiones de CO_2. Sin embargo, los hidrocarburos (petróleo y gas) mantienen la mayor participación en la oferta interna bruta de energía primaria (82%), siendo la contribución de las energías renovables marginal (biomasa –8%–, eólica y geotérmica –1%–).

Oferta Interna de Energía Primaria - 2004



Biomasa: incluye leña y bagazo de caña. Fuente: BNE, 2004; SENER, 2005.

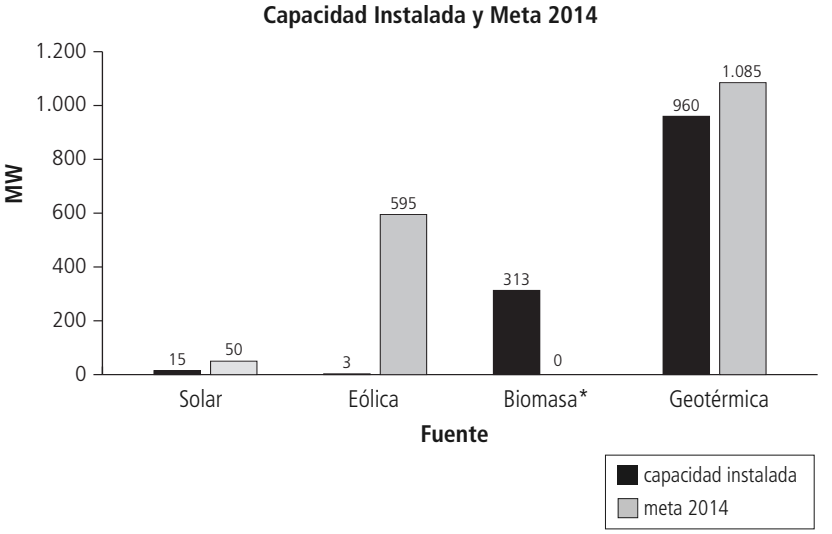
A finales de 2005 habían sido autorizados 54 permisos para generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables. A término de 2007 estarán en operación, habiéndose incorporado a la red más de 1.400 MW de capacidad en energías renovables y una generación de más de 5.000 GWh/año.

Fuente	Situación actual	Potencial
Solar	En 2003 la capacidad de sistemas fotovoltaicos era 15 MW, generando más de 8.000 MWh/año (electrificación rural, bombeo de agua y refrigeración).	Se espera tener instalados 50 MW con tecnología fotovoltaica para 2013 y generar 28 GWh/año.
Eólica	En 2004 se tenían instalados 3 MW, con los que se generaron 6 GWh de electricidad.	Los estudios de diversas instituciones mexicanas han cuantificado un potencial superior a los 40.000 MW.
Centrales minihidráulicas (<10 MW)	Existen tres centrales minihidráulicas con una capacidad instalada de 16 MW, que generan un total de 67 GWh/año. Adicionalmente están en operación tres centrales híbridas (minihidráulicas-gas natural).	Se estima que el potencial hidroeléctrico nacional para centrales con capacidades menores a los 10 MW es de 3.250 MW.
Biomasa	Representa el 8% del consumo de energía primaria: bagazo de caña (generación eléctrica y/o térmica en la industria azucarera) y leña (calefacción y cocción de alimentos).	El potencial se estima entre 2.635 y 3.771 petajoules/año: 40% de combustibles de madera, 26% de agrocombustibles y 0,6% de subproductos de origen municipal.

Fuente	Situación actual	Potencial
Biomasa	En 2005 la Comisión Reguladora de Energía autorizó 19 MW para generar 120 GWh/año con biogás, 70 MW para generar 105 GWh/año con bagazo y 224 MW para generar 391 GWh/año con sistemas híbridos.	Estimando 73 millones de toneladas de residuos agrícolas y forestales con potencial energético, y aprovechando residuos sólidos municipales de las 10 principales ciudades, se podría instalar una capacidad de 803 MW y generar 4.507 MWh/año (generación de electricidad a partir de su transformación térmica).
Geotérmica	México ocupa el tercer lugar mundial en capacidad de generación de energía geotérmica, con 960 MW instalados, generando más de 6.500 GWh/año.	Se estima que el potencial geotérmico permitiría instalar otros 2.400 MW.

Fuente	Capacidad instalada (2005)	Meta 2014	Capacitad potencial
Solar	15 MW	50 MW	—
Eólica.....	3 MW	595 MW	40.000 MW
Biomasa*.....	313 MW	Sin datos	803 MW
Geotérmica	960 MW	1.085 MW	6.500 MW

* Biomasa proveniente de residuos agrícolas, forestales, urbanos.
Fuente: SENER, 2005.



* Biomasa: sin datos para la meta 2014.

5. Desafíos / líneas estratégicas

Institucionales. La planificación energética está basada en metodologías que evalúan sólo el coste económico a corto plazo de la generación de energía. La falta de valoración de los beneficios que las energías renovables aportan a la economía nacional (estabilidad de precios a largo plazo y reducción de riesgos en el suministro), junto a la disponibilidad de recursos energéticos fósiles, hace que las políticas y prospectivas energéticas sigan basándose en combustibles fósiles.

Legales y regulatorios. Existen limitaciones constitucionales y legales a la participación privada en el sector energía. La Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica sólo permite la generación a particulares en casos específicos. Algunas limitaciones podrían superarse de aprobarse la Ley para el Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía (aprobada por diputados).

Económicos/financieros. Es necesario establecer incentivos económicos y fiscales, así como mecanismos financieros que permitan la competitividad de las energías renovables frente a las fuentes convencionales. La iniciativa de la Ley para el Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía (LAFRE) cuenta con un abanico de instrumentos de este tipo.

Cabe mencionar que, de manera paralela, la SENER, el GEF y el Banco Mundial están desarrollando conjuntamente un esquema para implementar un Fondo Verde que dará incentivos a productores independientes de energía que la entreguen a la CFE para el servicio público.

Técnicos. Es necesario extender a todo el territorio nacional los esfuerzos para estimar el potencial de las energías renovables; deben ser cuantificados también otros recursos, como el mareomotriz, la geotermia de baja entalpía, el biogás de residuos urbanos.

6. Marco legal y regulatorio. Perspectivas

- **Iniciativa de Ley para el Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía (LAFRE)**

Esta iniciativa fue aprobada en diciembre de 2005 por la Cámara de diputados. A la fecha aún no ha sido aprobada en la Cámara de senadores (julio de 2007).

La iniciativa define como meta para el año 2012 un porcentaje mínimo de participación de las energías renovables, respecto a la generación total de electricidad, del 8%, excluyendo las grandes hidroeléctricas. Establece que la SENER deberá elaborar y coordinar la ejecución de un Programa para el Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía para alcanzar esa meta, promoviendo la participación social en la planeación, aplicación y evaluación del programa.

La iniciativa establece que, para proyectos con capacidad mayor a 2,5 MW, deberán asegurarse mecanismos que permitan el seguimiento de los proyectos con la participación de las comunidades locales, de los grupos potencialmente afectados y de los grupos e individuos interesados.

- **Contrato de interconexión para fuentes intermitentes**

A fin de promover el desarrollo de proyectos privados de energía en la modalidad de autoabastecimiento mediante energías renovables del tipo intermitente, la Comisión Reguladora de Energía (CRE) aprobó en enero de 2005 este instrumento, que comprende la energía eólica, la solar y la hidroelectricidad con almacenamiento o disponibilidad de agua limitada. Con estos instrumentos se permite al autoabastecedor inyectar a la red de transmisión del suministrador la energía eléctrica generada, para ser consumida por sus centros de consumo cuando éstos lo requieran.

- **Ley del Impuesto sobre la Renta**

En el marco de esta ley existe una depreciación acelerada del 100% para inversiones en maquinaria y equipo para la generación de energía proveniente de fuentes renovables, lo cual resulta muy atractivo como instrumento de promoción. También se ha propuesto un nuevo estímulo fiscal que promueve la inversión y uso de energías renovables para vivienda, que consiste en un crédito fiscal del 30% a la inversión en equipos para la generación de energía proveniente de energías renovables.

- **Programas de desarrollo tecnológico**

La SENER ha desarrollado un plan de acción para eliminar barreras para el desarrollo de la generación eoloeléctrica, este proyecto tuvo inicio en 2004 con financiamiento del GEF (PNUD). El proyecto cuenta con 4,5 millones de US$ para desarrollar un centro regional de investigación y desarrollo de tecnologías eólicas en Oaxaca, que tiene previsto comenzar a funcionar en 2007, 2 millones de US$ para la instalación de estaciones anemométricas en varios puntos del país, y 60 millones de pesos para ejecutar tres proyectos eoloeléctricos.

Existe una importante red de investigación en materia de energías renovables en México que incluye instituciones tanto del sector público como privado, entre ellas la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE). La SENER establece las líneas de política en materia de investigación en energías renovables. El Gobierno de México participa de distintos organismos internacionales de energía con los que se están desarrollando distintos proyectos de investigación referentes a las energías renovables.

- **Proyecto de ER a Gran Escala (PERGE)**

Cuenta con una donación del GEF, a través del Banco Mundial, por un total de 70 millones de US$. Su objetivo es impulsar las energías renovables en conexión a la red en México. El proyecto se realizará en dos etapas; en la primera, se cuenta con 25 millones de US$, de los cuales 20 se destinarán a la realización de la Venta III, un proyecto eólico (101 MW), y los 5 restantes para actividades de asistencia técnica. El incentivo se otorgará a los productores a través del Fondo Verde. El proyecto entrará en operación en 2008. En una segunda etapa, se contará con 45 millones de US$, que se destinarán íntegramente al Fondo Verde.

7. Instrumentos financieros

- **Proyecto de creación de fideicomiso**

La iniciativa de la LAFRE tiene como uno de sus instrumentos más poderosos la creación de un fideicomiso que otorgaría incentivos temporales a proyectos que generen, mediante fuentes renovables, electricidad para el servicio público. Los recursos necesarios para el fideicomiso proveerán de tres tipos de fuentes: la presupuestal, que deberá ser gestionada por la propia SENER; los instrumentos de apoyo derivados de los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) y otros apoyos internacionales, y los derechos sobre emisiones de CO_2 o consumo de energéticos, para lo cual se buscará la aprobación de una iniciativa de ley gravando las emisiones de CO_2.

- **Fondos internacionales**

Está prevista la búsqueda de apoyos internacionales, como el del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF), para proyectos de generación de electricidad a gran escala a partir de energías renovables (especialmente la eólica), así como para la investigación y el desarrollo tecnológico.

- **Fondo Verde del PERGE**

Se trata de un mecanismo financiero que busca el reconocimiento del valor real de las fuentes renovables por su contribución a la reducción de riesgos en el suministro y a la estabilidad de precios de la energía, por su aporte a la capacidad del Sistema Eléctrico Nacional

y por su potencial para reducir los impactos ambientales. Destinará los recursos a otorgar incentivos por desempeño, cada proyecto recibirá un incentivo fijo por unidad de energía generada durante cinco años.

8. Ejemplos de proyectos en implementación

- **Planta híbrida en San Juanico, Baja California Sur**

Está conformada por 17 kW fotovoltaicos, 100 kW eólicos y motogenerador diésel de 80 kW. Fue licitada una planta híbrida de ciclo combinado con componente termosolar de 25 MW de capacidad en el noroeste de México, el cual se espera que entre en operación en 2008.

- **Energía eólica**

En 2006 entró en operación La Venta II, la primera planta eólica de gran escala (83 MW). La SENER tiene programada la construcción de otros 505 MW de capacidad eólica (en la modalidad de productor independiente) hasta 2014. Han sido otorgados siete permisos para proyectos privados de autoabastecimiento, que aportarán un total de 950 MW al Sistema Eléctrico Nacional.

- **Hidráulica (mini y media)**

Comexhidro, una empresa dedicada al aprovechamiento energético de presas de riego agrícola ya existentes, inauguró en 2003 su primer proyecto, una minihidroeléctrica de 8 MW de capacidad. En 2005 entró en operación otra minihidroeléctrica con una capacidad de 14 MW. El proyecto más importante de la empresa contará con una capacidad de 30 MW y está en construcción desde 2004.

- **Bioenergía**

El Proyecto de Bioenergía de Nuevo León, SA, en Monterrey, es el primero en el país que aprovecha el biogás liberado por un relleno sanitario para generar energía eléctrica, con una capacidad de 7 MW. El proyecto se desarrolló con un apoyo parcial del GEF (BM). Los cambios regulatorios y legales permitirán replicar este proyecto en otros rellenos sanitarios del país.

La Secretaría de Desarollo Social (SEDESOL) ofrece apoyo para este tipo de proyectos, desde el diseño de rellenos sanitarios hasta la generación de energía eléctrica. Actualmente cuenta con una cartera de cuatro proyectos con estudios de preinversión y colabora en el desarrollo de otros seis.

9. Fuentes consultadas

- Consejo Consultivo para el Fomento de las Energías Renovables en México, COFER. http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA_243_cofer
- Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012. http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx
- Secretaría de Energía, GTZ. Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable en México. 2006. http://www.energia.gob.mx/webSener/res/PE_y_DT/pub/FolletoERenMex-SENER-GTZ_ISBN.pdf
- México. Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Octubre de 2006. http://www.undp.org.mx/Doctos/Publicaciones/Tercera%20Comunicaci%C3%B3n%20Nacional.pdf

SUDÁFRICA

1. Datos del país

- Huella ecológica per cápita (WWF): puesto núm. 28 de 180 países (1 = peor).
- Emisiones de CO_2 por año = 356.000.000 toneladas (2000).
- Emisiones de CO_2 per cápita = 7,4 toneladas.
- Protocolo de Kioto – Accesión; sin obligación de reducción (Non Annex I).
- Consumo = 132.916.000 toneladas de equivalente de petróleo.
- Consumo per cápita = 2.613.000 k de equivalente de petróleo.
- Consumo electricidad = 236.924 millones de kWh.
- Índice de Desarrollo Humano 2006 (IDH-2006) = 0,653; puesto núm. 121 de 177 países (1 = mejor).

2. Contexto de la política energética

El Libro Blanco de Energías Renovables (noviembre de 2003) establece un programa estratégico y plan de acción para el desarrollo de las fuentes de energía renovables en Sudáfrica. Es complementario del Libro Blanco de la Política Energética (DME, 1998), donde es reconocido el significativo potencial de las energías renovables a medio y largo plazo.

El Departamento de Minerales y Energía (DME) es el responsable de la implementación del programa, en coordinación con otros departamentos claves: de Asuntos Ambientales y Turismo, Tesoro Nacional, de Comercio e Industria, Arte, de Ciencia y Tecnología, de Habitación, de Agricultura y Transporte, de Agua y Florestas.

El principal objetivo del programa es crear las condiciones para el desarrollo e implementación comercial de las energías renovables, con foco en tecnologías ya disponibles y que

muestren un potencial de beneficios sociales, ambientales y financieros para todas las partes involucradas.

El programa considera estratégica la diversificación de la matriz energética para asegurar el suministro, así como para enfrentar posibles futuras restricciones en las emisiones de GEI y atender las crecientes preocupaciones ambientales.

Un punto destacado por el programa es la capacidad de generación de empleo de las tecnologías de energías renovables frente a las convencionales.

El DME promoverá el "partenariado" con los actores claves: industria de energías renovables, sector industrial en general, productores independientes de energía, gobiernos locales y regionales, instituciones estatales, comunidades, ONG y organizaciones de consumidores.

3. Metas

El objetivo a medio plazo del programa (2013) es que las energías renovables aumenten su contribución en 10.000 GWh a partir de biomasa, energía eólica, solar y pequeñas hidroeléctricas. Esta energía sería utilizada para generación eléctrica y para tecnologías no eléctricas como calentamiento de agua y agrocombustibles. Esto representaría aproximadamente un 4% (1.667 MW) de la demanda de electricidad prevista para 2013 (41.539 MW).

Sin perjuicio de los procedimientos habituales de monitoreo y evaluación, será realizada una revisión del programa tras los primeros cinco años de implementación (2008) que permitirá realizar los cambios y adecuaciones considerados necesarios, teniendo en cuenta el cumplimiento de metas y posibles cambios en el contexto nacional e internacional. Esta revisión será realizada bajo criterios de sostenibilidad –económica, ambiental y social– a largo plazo.

4. Situación actual y potencial de las energías renovables

La principal fuente energética son los combustibles fósiles (90%), siendo el 75% proveniente del carbón. Un 9% (115.278 GWh/año) de la energía generada corresponde a un *mix* de energías renovables, principalmente madera, manejadas de forma insostenible, para uso do-

méstico de calefacción y cocción de alimentos. Este uso se da principalmente en regiones alejadas de la red o comunidades en situación de pobreza.

Fuente	Contribución
Carbón	71%
Petróleo	20%
Biomasa	5%
Nuclear	3%
Gas natural	1%

Fuente: Departamento de Minerales y Energía, 2000.

El consumo energético anual a partir de renovables está estimado en:

Fuente	Consumo
Leña (hogares)	52.889 GWh
Explotación comercial bagazo, pasta, pulpa	65.010 GWh
Eólica	32 GWh
Solar	532 GWh
Total	**118.463 GWh**

Fuente: DME, 2006.

En la generación de energía eléctrica, el 91% corresponde al carbón, y menos de un 1% del total tiene origen en fuentes de energía renovable (NER, 2000). La capacidad instalada de generación de electricidad a partir de renovables es de 896 MW, con una producción media de 1.800 GWh/año. La capacidad instalada de generación de energía térmica es de 378 MW, con una producción media de 500 GWh/año (excluyendo leña).

La combustión de carbón es la principal fuente de emisiones de CO_2 en Sudáfrica. Aunque no tiene obligación de restringir las emisiones, se encuentra entre los 10 países con mayor nivel de emisiones de CO_2 *per cápita* (7,4 toneladas).

Según estimaciones, la situación del sistema eléctrico es vulnerable. Esta situación podrá ser evitada por la construcción de plantas de generación, teniendo en cuenta que el programa resalta que la construcción de plantas basadas en energías renovables es sensiblemente más corta (de uno a tres años, dependiendo el tamaño) que las convencionales basadas en carbón (cinco años).

POTENCIAL

La Base de Datos de los Recursos de Energía Renovable de Sudáfrica (RRDB) se basa en el análisis de datos que abarcan la totalidad del territorio nacional. Considerando las características físicas y el potencial de generación, las tecnologías para generación de energía eléctrica más apropiadas para su desarrollo e implementación en Sudáfrica a medio plazo son las pequeñas hidroeléctricas (hasta 10 MW), eólica, solar y biomasa. En relación a esta última, el programa destaca el riesgo de la posible competencia con la producción de alimentos.

A largo plazo, podrán ser viables energías relacionadas con las olas, mareas y las corrientes marinas, cuyas tecnologías aún se encuentran en fase experimental.

El potencial energético estimado a partir de renovables es de aproximadamente 87.000 GWh, lo que representa casi el 49% de la electricidad consumida en 2001.

Fuente	**Potencial estimado**
Eólica (no incluye *offshore)*	198.000 GWh
Biomasa (bagazo, madera, agrocombustibles) ..	20.000 GWh/año
Pequeñas hidroeléctricas (hasta 10 MW)	9.900 GWh/año
Solar (fotovoltaica)	—
Residuos domésticos e industriales.....	132 MWh/año
Olas, mareas, corrientes marinas	60.000 MW (etapa experimental)

Fuente: DME, Eskom, CSIR. 2001.

5. Desafíos / líneas estratégicas

La estrategia combina la inversión y difusión de tecnologías de coste relativamente bajo, como las basadas en biomasa, al mismo tiempo que el desarrollo de tecnologías de aplicación en gran escala como la eólica y las pequeñas hidroeléctricas, y las adecuaciones institucionales necesarias.

El Gobierno debe introducir mecanismos fiscales y financieros, dentro de un marco legal y regulatorio apropiado, para facilitar que las renovables sean competitivas frente a tecnologías basadas en petróleo.

Son necesarias también adecuaciones institucionales, como la reestructuración del sector de generación y transmisión (en 2003 Eskom dominaba la casi totalidad del mercado).

El programa establece cuatro áreas estratégicas:

- **Instrumentos financieros.** Mecanismos apropiados de incentivo y financiamiento que aseguren, a nivel nacional, una asignación de recursos adecuada al potencial de las fuentes renovables, la creación de un clima favorable y atractivo a los inversores locales y extranjeros.
- **Instrumentos legales.** Desarrollar e implementar un sistema legal efectivo que posibilite la integración de las renovables en el mercado energético y la incorporación de productores de energía independientes en el sistema eléctrico existente.
- **Desarrollo de tecnología.** Promoviendo la investigación y desarrollo de tecnologías para la implementación sostenible de energías renovables y la manufactura local, para así disminuir el coste de equipamientos importados, crear beneficios de economías de escala e incentivar la creación de empleo local.
- **Información y educación.** Sensibilizar, informar y capacitar a la opinión pública, gobiernos locales y regionales y grupos específicos sobre los beneficios y oportunidades de las fuentes de energía renovables.

6. Marco legal y regulatorio. Perspectivas

- **DME. Plan Estratégico 2006/2007-2010/2011**

Para el apoyo al desarrollo de las energías renovables, el Plan Estratégico prevé la elaboración de legislación específica para promover el uso de energía segura, eficiente y ambientalmente amigable. Esta legislación creará varias entidades para promover la promoción de la eficiencia energética, las energías renovables y la protección ambiental.

- **Programa de Hidrocarburos, Planeamiento Energético y Energías Limpias (Programa 5)**

Este programa es parte del Plan Estratégico 2006/2007-2010/2011 del DME. Su objetivo principal es promover el uso sostenible de los recursos energéticos a través del planeamiento energético integrado, incluyendo el desarrollo de nuevas políticas y marcos regulatorios para diferentes fuentes energéticas y eficiencia energética. El programa establece cinco áreas claves: 1) planeamiento energético integrado, considerando demanda y recursos teniendo en cuenta fundamentos de seguridad, salud y ambientales; 2) mejora del acceso de los hogares de bajos ingresos a fuentes de energía modernas; 3) implementación de políticas económicas y legislación apropiadas; 4) seguridad del suministro, y 5) aumento de la parte de renovables en la matriz energética.

- **Energy Development Corporation (EDC)**

Es una nueva división creada dentro del Central Energy Fund (CEF) que tiene por objetivo la búsqueda de inversiones comercialmente viables para energías renovables (excluyendo biocombustibles y otras tecnologías ya desarrolladas y comercializadas en la región). La EDC centra su acción en determinadas áreas "nicho", proyectos comerciales y de desarrollo del sector de las energías renovables que beneficien prioritariamente a las comunidades menos favorecidas.

7. Instrumentos financieros

Los recursos financieros previstos para la implementación del programa provienen de fuentes nacionales e internacionales a través de mecanismos como GEF y MDL. Son contempladas

también otras fuentes de financiamiento internacionales como el Prototype Carbon Fund (PCF), así como inversiones del sector privado y recursos presupuestarios.

Han sido creados los siguientes instrumentos:

- **Oficina de Financiamiento y Subsidio para las Energías Renovables (REFSO)**

Fue creada en 2005, tiene la misión de gestionar la concesión de subsidios y de asesorar a los sectores interesados sobre el acceso a financiamiento y subsidios. Las compañías interesadas en desarrollar proyectos de energía renovable pueden acceder a estas informaciones y presentar su candidatura a través de Internet. El primer subsidio ha sido otorgado en 2006. Hay actualmente 29 candidaturas aceptadas, como proyectos factibles de ser beneficiarios del sistema de subsidios. El Plan Estratégico 2006/2007-2010/2011 establece como meta el subsidio de 23 proyectos (2007/2008, tres proyectos; 2008/2009, 10 proyectos; 2009/2010, 10 proyectos).

- **Proyecto para la Transformación del Mercado de Energías Renovables**

Tiene por objetivo remover las barreras y reducir los costes de implementación de las tecnologías de energías renovables. El proyecto tiene un coste total de 17,3 millones de US$, que es atendido con fondos provenientes del sector privado (9 millones de US$), GEF (fue concedido el 28 de junio de 2007 por el Banco Mundial por un monto de 6 millones de US$) y Gobierno de Sudáfrica (2,3 millones de US$).

- **DME. Plan Estratégico 2006/2007-2010/2011**

Dentro de sus objetivos estratégicos el plan propone la necesidad de "contribuir activamente para el desarrollo sostenible". Para ello el plan prevé la implementación de instrumentos como *feed-in tariffs* (el distribuidor se ve obligado a comprar, a determinado valor mínimo, electricidad de los generadores de energías renovables conectados a la red) y **Tradable RE Certificates,** TRC (los generadores de energías renovables tienen la posibilidad de obtener un TRC, que pueden comercializar nacional o internacionalmente y acceder a oportunidades de financiamiento).

8. Ejemplos de proyectos en desarrollo

Sistemas híbridos. Existen dos plantas piloto combinando sistemas solares y eólico: 1) Hluleka, en operación desde junio de 2002, consiste en dos generadores eólicos de 2,5 KW y tres módulos solares fotovoltaicos (total, 10,6 KW), y 2) Lucingweni, con paneles solares (50 KW) y generadores eólicos (36 KW).

Energía solar. Paneles fotovoltaicos, la capacidad actual de generación fotovoltaica instalada es de 5 MW/año. Pueden mencionarse dos experiencias: 1) *Folovhodwe Solar Village Project*: la electrificación por parte de la DME de la ciudad de Folovhodwe, Limpopo Province, mediante la instalación de 580 sistemas solares (1997/1998), y 2) *Maphephetheni Solar Village Project*: es un pequeño proyecto iniciado por el Solar Electric Light Fund y Solar Engineering Services en el período 1996-2001. Abarcó un total de 52 viviendas y una escuela que fueron equipadas con sistemas fotovoltaicos.

La DME estableció un proceso de concesión para la electrificación rural fuera de la red. Fueron realizadas seis concesiones.

Eskom, la empresa estatal de energía, está estudiando la factibilidad de una planta de energía solar de 100 MW en el Cabo Norte, con una tecnología que permite el almacenamiento para momentos de demanda pico.

Energía eólica. Hay actualmente dos granjas en funcionamiento: 1) Klipheuwel Wind Farm, con una capacidad de 3,2 MW, y 2) Darling Wind Farm, la primera granja comercial del país, que comenzó a operar a fines de 2005 con una capacidad de 5,2 MW. En una segunda etapa serán incorporados 5 MW.

Corrientes y olas marinas. Se encuentra en desarrollo un proyecto de generación de 20 MW en la costa oriental de Cabo Agulhas. Eskom, junto con Marine and Coastal Management y Bayworld Centre for Research and Education, está estudiando la factibilidad técnica de estos recursos; los resultados alcanzados prueban que podrían ser una fuente de energía significativa de gran escala.

10. Fuentes consultadas

- DME. Strategic Plan 2006/2007-2010/2011. *Minerals and Energy for Development and Prosperity.*
- DME, Digest of South African Energy Statistics. 2006. http://www.dme.gov.za/pdfs/energy/planning/2006%20Digest.pdf
- DME. Energy Outlook for South Africa: 2002. http://www.dme.gov.za/pdfs/energy/planning/energy_outlook_may02.pdf
- DME. White Paper on Renewable Energy. Noviembre de 2003. http://www.dme.gov.za/pdfs/energy/renewable/white_paper_renewable_energy.pdf
- South African Council of Science and Industry Research. http://www.csir.co.za
- Grupo Banco Mundial –Noticias–, 28/06/2007. http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/BANCOMUNDIAL/NEWSSPANISH/0,,contentMDK:21392555~menuPK:3327626~pagePK:34370~piPK:34424~theSitePK:1074568,00.html
- W. Matekenya y M. Mehlwana, *Energy Technologies For Climate Change Mitigation. What Is Appropriate For Sa?* CSIR, Pretoria, 2006.
- (Documento presentado en la Industrial and Commercial Use of Energy Conference 2006). http://researchspace.csir.co.za/dspace/bitstream/10204/1048/1/Matekenya_2006_D.pdf
- National Energy Regulator of South Africa. http://www.nersa.org.za/