

ENERGÍA RENOVABLE 2007

GLOBAL STATUS REPORT

Versión en Español

REN21 Renewable Energy
Policy Network
for the 21st Century



www.ren21.net

Red de Política de Energías Renovables para el Siglo 21

REN21 es una red global de política para compartir ideas y alentar acciones destinadas a la promoción de la energía renovable. Brinda un foro para el liderazgo y el intercambio en el diseño, implementación y demás procesos de política internacional. Alienta políticas pertinentes que incrementen el buen uso de las energías renovables, tanto en las economías en desarrollo como en las industrializadas.

Está abierta a un amplio espectro de actores especializados, REN21 vincula gobiernos, instituciones internacionales, organizaciones no gubernamentales, asociaciones industriales, entre otras alianzas e iniciativas. Uniendo actores pertenecientes a las comunidades de la energía, el desarrollo y el ambiente, REN21 potencia sus éxitos y fortalece su influencia para la rápida expansión de las energías renovables a lo largo del mundo.

REN21 Steering Committee

Sultan Al Jaber <i>Abu Dhabi Future Energy Company United Arab Emirate</i>	Hans-Jorgen Koc <i>Danish Energy Authority Denmark</i>	Urban Rid <i>Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety Germany</i>
Richard Burrett <i>Sustainable Development ABN AMRO</i>	Sara Larrain <i>Chile Sustentable</i>	Athena Ronquillo Ballesteros <i>Climite and Energy Greenpeace International</i>
Corrado Clini <i>Ministry for the Environment and Territory Italy</i>	Li Junfeng <i>National Development and Reform Commission, Energy Research Institute Chinese Renewable Energy Industries Association China</i>	Jamal Saghir <i>Energy, Transport, and Water The World Bank</i>
Chris Dodwell <i>Department for Environment, Food and Rural Affairs United Kingdom</i>	Imma Mayol <i>United Cities and Local Governments/City of Barcelona</i>	Claudia Vieira Santos <i>Ministry of External Relations Brazil</i>
Michael Eckhart <i>American Council on Renewable Energy</i>	Paul Mubiru <i>Ministry of Energy and Mineral Development Uganda</i>	Steve Sawyer <i>Global Wind Energy Council</i>
Mohamed El-Ashry <i>United Nations Foundation</i>	Kevin Nassiep <i>National Energy Research Institute South Africa</i>	V. Subramanian <i>Ministry of New and Renewable Energy India</i>
Amal Haddouche <i>Centre de Développement des Energies Renouvelables Morocco</i>	Mika Ohbayashi <i>Institute for Sustainable Energy Policies, Japan</i>	Griffin Thompson <i>Department of State United States</i>
David Hales <i>College of the Atlantic, USA</i>	Rajendra Pachauri <i>The Energy and Resources Institute, India</i>	Ibrahim Togola <i>Mali Folkecenter/Citizens United for Renewable Energy and Sustainability</i>
Kirsty Hamilton <i>hatham House, UK</i>	Wolfgang Palz <i>World Council for Renewable Energy</i>	Piotr Tulej <i>DG Environment: Energy Unit European Commission</i>
Neil Hirst <i>Energy Technology and R&D Office International Energy Agency</i>	Mark Radka <i>Division of Technology, Industry and Economics United Nations Environment Programme</i>	Arthouros Zervos <i>European Renewable Energy Council</i>
Richard Hosier <i>Global Environment Facility</i>	Peter Rae <i>World Wind Energy Association/International Renewable Energy Alliance</i>	Ton van der Zon <i>Ministry of Foreign Affairs Netherlands</i>
Olav Kjørven <i>Bureau of Development Policy United Nations Development Programme</i>		

Disclaimer / Nota sobre responsabilidad o Descargo

Las publicaciones y reportes presentados por REN21 buscan enfatizar la importancia de la energía renovable y generar discusiones sobre aspectos centrales para la promoción de energía renovable. Si bien los artículos y reportes se han beneficiado de consideraciones y contribuciones de la propia comunidad de REN21, no representan necesariamente un consenso entre los participantes de la red respecto a aspecto alguno. Si bien este reporte presenta la mejor información disponible por parte de los autores, en un punto del tiempo, tanto REN21 como sus participantes, no pueden ser responsabilizados por su exactitud y corrección.

ENERGÍA RENOVABLE 2007
GLOBAL STATUS REPORT
Versión en Español

PREFACIO

La energía renovable le ofrece a nuestro planeta la oportunidad de reducir las emisiones de carbono, limpiar el aire y poner a nuestra civilización sobre cimientos más sustentables. También ofrece a los países de todo el mundo la oportunidad de mejorar su seguridad energética y de estimular el desarrollo económico. Los avances en la energía renovable verificados en los últimos cinco años, así como el lugar donde se encuentra actualmente la industria, han dejado nuestras percepciones muy alejadas de la realidad. Este informe nos ayuda a ajustar esas percepciones y a informarnos. Brinda una imagen general de los mercados, políticas, industrias, y opciones para áreas rurales de energía renovable en todo el mundo.

En la actualidad, más de 65 países tienen objetivos propios para la incorporación de energía renovable y están promulgando una serie de políticas de amplio alcance para alcanzar tales objetivos. Las agencias multilaterales y los inversores privados por igual están priorizando la energía renovable en sus carteras. Asimismo, muchas industrias y tecnologías renovables han crecido a razón del 20 a 60 por ciento, año tras año, capturando el interés de las compañías globales de mayor envergadura. En el 2007, se invirtieron más de US\$100 mil millones en recursos de producción de energía renovable, fabricación, investigación y desarrollo – un verdadero hito global. Las tendencias de crecimiento muestran que esta cifra continuará aumentando.

En el 2004, 3,000 delegados de 150 países se unieron para compartir ideas y asumir compromisos en la conferencia “Energías Renovables 2004” que se llevó a cabo en Bonn, Alemania. A partir de esta conferencia se propusieron acciones específicas, las cuales se delinean en las tendencias que se describen en

este informe. La conferencia también dio inicio a la Red de Política Global REN21. La red ha crecido de manera tal que se puede compartir ideas, facilitar la acción y ofrecer liderazgo para la promoción de la energía renovable. Este tipo de liderazgo nunca ha sido tan importante como en la actualidad ya que las energías renovables han alcanzado los lugares más altos de la agenda de política internacional de las Naciones Unidas, el G8 y otros foros multilaterales.

Este informe presenta una perspectiva integrada sobre la situación de la energía renovable global, no disponible en el 2004. Es el producto de un equipo internacional compuesto por más de 140 investigadores y colaboradores tanto de países desarrollados como de países en desarrollo, basado en una vasta experiencia y diversas fuentes de información. El informe se produjo por primera vez en el 2005 y fue actualizado en el 2006, presentándose nuevamente a principios del 2008.

Quisiera agradecer al gobierno alemán su patrocinio financiero, al Instituto Worldwatch su liderazgo en la producción, a la Cooperación Técnica Alemana (GTZ) por la administración, a la Secretaría de REN21 por la supervisión y administración, a los miembros del Comité Directivo de REN21 por su orientación, a todos los investigadores y colaboradores por su aporte durante estos últimos tres años y por la información que hizo que esto fuera posible, y al autor principal del informe, Erich Martinot, por el trabajo monumental de compilarlo en su totalidad.

REN21 tiene el orgullo de ofrecer este panorama sobre energía renovable a la comunidad global.

Mohamed El-Ashry
Presidente, REN21

Cita del Reporte y Copyright

REN21. 2008. “Renewables 2007 Global Status Report” (Paris: REN21 Secretariat and Washington, DC: Worldwatch Institute).
Copyright © 2008 Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH.

CONTENIDO

RECONOCIMIENTOS	4	de Calentamiento Existente, en Países Seleccionados, 2006.....	13
RESÚMEN EJECUTIVO	6	Figura 9. Calentadores Solares de Agua/ Capacidad de Calentamiento Existente, en Países Seleccionados, 2006.....	14
INDICADORES SELECCIONADOS Y CINCO PAÍSES LÍDERES	9	Figura 10. Producción de Etanol y Biodiesel, 2000 – 2007.....	14
1. PANORAMA DEL MERCADO GLOBAL.....	10	Figura 11. Inversión Anual en Potencia Instalada Nueva Renovable, 1995–2007.....	19
2. FLUJOS DE INVERSIÓN.....	19	Figura 12. Targets en la UE para Energía Renovable - Porcentaje de la Energía Final 2020.....	27
3. TENDENCIAS DE LA INDUSTRIA.....	22	Tabla 1. Situación de las Tecnologías Renovables — Características y Costos.....	16
4. CONTEXTO POLÍTICO	26	Tabla 2. Políticas de Promoción de Energía Renovable.....	29
Objetivos Cuantitativos de Política para Energía Renovable.....	26	Tabla 3. Ciudades Seleccionadas con Metas y/o Políticas para penetración de Energía Renovable.....	37
Políticas de Promoción en Generación Eléctrica	28	Tabla 4. Empleos Comunes de Energía Renovable Existentes en Áreas Rurales (Fuera de Red).....	41
Calentamiento Solar de Agua.....	32	Tabla R1. Incremento de Energía Renovable y Potencia Instalada Existente, 2006.....	46
Políticas de Biocombustibles.....	34	Tabla R2. Energía Eólica Incorporada y Existente, 10 Países Líderes, 2005 y 2006.....	46
Compra de Electricidad Verde o Limpia y Certificados por Electricidad generada a partir de fuentes renovables	35	Tabla R3. Programas para Paneles Solares en Techos - Conectados a la Red, 2002–2006.....	47
Políticas Municipales	36	Tabla R4. Potencia Instalada Renovable, Existente al año 2006.....	47
5. LA ENERGÍA RENOVABLE RURAL (NO CONECTADA A LA RED ELÉCTRICA).....	40	Tabla R5. Capacidad Instalada de Calentamiento Solar de Agua, 10 Países Líderes /UE y Total Mundial, 2005 y 2006.....	48
TABLAS DE REFERENCIA	46	Tabla R6. Producción de Biocombustibles, 15 Países Líderes más UE, 2006.....	48
GLOSARIO.....	54	Tabla R7. Porcentaje de Energía Primaria y Final a partir de Renovables, Existente al 2006 y Targets.....	49
NOTAS FINALES	56	Tabla R8. Porcentaje de Electricidad a partir de Renovables, Existente al 2006 y Targets.....	50
Anexos (ver documento por separado) *		Tabla R9. Otros Targets para Energía Renovable.....	51
Lista de Referencias (ver documento por separado) *		Tabla R10. Número Acumulado de Países/Estados/ Provincias que han Implementado Políticas de Feed-in.....	52
		Tabla R11. Número Acumulado de Países/Estados/ Provincias que han Implementado Políticas de Estándares para Cartera de Renovables (RPS).....	52
		Tabla R12. Mandatos para Mezcla de Biocombustibles.....	53

Nota de Recuadro, Figuras y Tablas

Nota de recuadro 1. Participación de energías renovables (primaria vs. primaria equivalente vs. final).....	26
Figura 1. Participación de la Energía Renovable en el Consumo Final Global de Energía, 2006.....	10
Figura 2. Participación de Energías Renovables en la Electricidad Global, 2006.....	10
Figura 3. Tasas Anuales de Crecimiento de la Potencia Instalada de Energía Renovable, 2002–2006.....	11
Figura 4. Energía Eólica Mundial Potencia Instalada Existente, 1995-2007.....	11
Figura 5. Potencia Instalada Eólica, 10 Países Líderes, 2006.....	12
Figura 6. Solar FV, Potencia Instalada Mundial Existente, 1995-2007.....	12
Figura 7. Potencia Instalada a partir de Renovables Países en Desarrollo, UE y 6 Países Líderes, 2006....	13
Figura 8. Calentadores Solares de Agua / Capacidad	

* Anexos y Lista de Referencias disponibles en la Página WEB de REN21, www.ren21.net

RECONOCIMIENTOS

Este reporte fue encargado por REN21 y fue producido en colaboración con el Worldwatch Institute y una red global de investigadores colegas. El financiamiento fue provisto por el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania y por el Ministerio Federal de Ambiente, Protección a la Naturaleza y Seguridad Nuclear de Alemania.

Autor Líder y Director de Investigación

Eric Martinot (Worldwatch Institute and Tsinghua University)

Productores

Worldwatch Institute and Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH

Edición, Diseño y Diagramación

(Reporte original en inglés)

Lisa Mastny y Lyle Rosbotham (Worldwatch Institute)

Coordinación

Paul Suding, Virginia Sonntag-O'Brien, y Philippe Lempp (REN21 Secretariat)

Agradecimiento especial

Tsinghua-BP Clean Energy Research and Education Center, Tsinghua University

Corresponsales Nacionales y Regionales

Europa y Alemania: Manfred Fishedick y Frank Merten (Wuppertal Institute)

Estados Unidos: Janet Sawin y Chris Flavin (Worldwatch Institute); Ryan Wiser (Lawrence Berkeley Laboratory)

América Latina: Gonzalo Bravo y Daniel Bouille (Energy Economics Institute, Fundación Bariloche, Argentina)

África: Secou Sarr (ENDA); Stephen Karakezi, Waeni Kithyoma, y Derrick Okello (AFREPREN/FWD)

Australia: Jenniy Gregory (Clean Energy Council); Mark Diesendorf (University of New South Wales)

Brasil: José Roberto Moreira (Biomass Users Network Brazil)

Canadá: José Etcheverry (York University)

China: Li Junfeng y Wang Zhongying (China Energy Research Institute); Frank Haugwitz (EU-China Energy and Environment Program); Sebastian Meyer (Azure International)

Egipto: Rafik Youssef Georgy (New and Renewable Energy Authority)

India: Akanksha Chaurey (The Energy and Resources Institute)

Indonesia: Fabby Tumiwa (Indonesia NGOs Working Group on Power Sector Restructuring)

Japón: Mika Obayashi y Tetsunari Iida (Institute for Sustainable Energy Policies)

Korea: Kyung-Jin Boo (Korean Energy Economics Institute)

México: Odon de Buen (National Autonomous University of Mexico)

Marruecos: Mustapha Taoumi (Renewable Energy Development Center)

Filipinas: Rafael Senga (WWF); Jasper Inventor y Red Constantino (Greenpeace)

Rusia: June Koch (CMT Consulting)

España: Miquel Muñoz y Josep Puig (Autonomous University of Barcelona)

Tailandia: Samuel Martin (formerly Asian Institute of Technology) y Chris Greacen (Palang Thai)

Sud África: Gisela Prasad (Energy for Development Research Center)

Investigadores de Tópicos Específicos

OECD y políticas: Paolo Frankl, Ralph Sims, Samantha Ölz, y Sierra Peterson (International Energy Agency); Piotr Tulej (European Commission DG-Environment)

Países en Desarrollo: Anil Cabraal, Todd Johnson, Kilian Reiche, Xiaodong Wang (World Bank)

Mercados de Energía Eólica: Steve Sawyer (Global Wind Energy Council)

Solar FV: Travis Bradford y Hilary Flynn (Prometheus Institute); Michael Rogol (Photon Consulting); Paul Maycock (PV News); Denis Lenardic (pvresources.com)

Mercados de Concentradores solares térmicos: Fred Morse (Morse Associates)

Mercados de Geotermia: John Lund (International Geothermal Association)

Mercados de Calentadores solares de agua: Werner Weiss y Irene Bergman (IEA Solar Heating and Cooling Program)

Biocombustibles: Raya Widenoja (Worldwatch Institute); Suzanne Hunt y Peter Stair (previamente Worldwatch)

Tecnología: Dan Bilello and other technology managers (NREL)

Financiamiento: Michael Liebreich (New Energy Finance); Virginia Sonntag-O'Brien (REN21, previamente BASE)

Subsidios a la Energía: Doug Koplou (Earth Track)

Compañías: John Michael Bueth (Georgetown University); Michael Rogol (Photon Consulting)

Empleos: Daniele Guidi (Ecosoluzioni)
 Targets u Objetivos de Política: Paul Suding and Philippe Lempp (REN21)
 Tarifas *feed-in*: Miguel Mendonca (World Future Council)
 Green power: Lori Bird (NREL); Veit Bürger (Öko-Institut)
 Ciudades: Cathy Kunkel (Princeton University); Maryke van Staden, Jean-Olivier Daphond, y Monika Zimmermann (ICLEI-Europe); Kristen Hughes y John Byrne (University of Delaware); Jong-dall Kim (Kyungpook National University)

Revisores y Contribuciones

Lawrence Agbemabiese (UNEP); Morgan Bazilian (Department of Communications, Energy and Natural Resources, Ireland); Peter Droege (University of Newcastle); Françoise d'Estais (UNEP); Claudia von Fersen (KfW); Lisa Frantzis (Navigant Consulting); Thomas Johansson (Lund University); Dan Kammen (UC Berkeley); Hyojin Kim (UC San Diego); Ole Langniss (ZSW/Center for Solar Energy and Hydrogen Research); Molly Melhuish (New Zealand Sustainable Energy Forum); Wolfgang Mostert (Mostert Associates); Kevin Nassiep (SANERI); Lars Nilsson (Lund University); Ron Pernick (Clean Edge); Chris Porter (Photon Consulting); Daniel Puig (UNEP); Qin Haiyan (China Wind Energy Association); Mark Radka (UNEP); Wilson Rickerson (Bronx Community College); Frank Rosillo-Calle (Imperial College London); Jamal Saghir (World Bank); Martin Schöpe (BMU); Annette Schou (Danish Energy Authority); Shi Pengfei (China Wind Energy Association); Scott Sklar (Stella Group); Sven Teske (Greenpeace International); Eric Usher (UNEP); Mary Walsh (White and Case LLP); Wang Sicheng (Beijing Jike); Jeremy Woods (Imperial College of London); Ellen von Zitzewitz (formerly BMU).

Otras Contribuciones para Ediciones Anteriores

Molly Aeck (formerly Worldwatch); Lily Alisse (formerly IEA); Dennis Anderson (Imperial College of London); Sven Anemüller (Germanwatch); Robert Bailis (UC

Berkeley); Jane Barbieri (IEA); Doug Barnes (World Bank); Jeff Bell (World Alliance for Decentralized Energy); Eldon Boes (NREL); Verena Brinkmann (GTZ); John Christensen (UNEP); Wendy Clark (NREL); Christian de Gromard (French FFEM); Nikhil Desai (formerly World Bank); Jens Drillisch (GTZ/KfW); Christine Eibs-Singer (E+Co); Charles Feinstein (World Bank); Larry Flowers (NREL); Alyssa Frederick (ACORE); David Fridley (LBNL); Uwe Fritsche (Öko-Institut); Lew Fulton (UNEP and IEA); Chandra Govindarajulu (World Bank); Gu Shuhua (Tsinghua University); Jan Hamrin (CRS); Miao Hong (China World Bank CRES); Katja Hünecke (Öko-Institut); Alyssa Kagel (U.S. Geothermal Energy Association); Sivan Kartha (SEI-US); Marlis Kees (GTZ); Simon Koppers (German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development); Jean Ku (formerly NREL); Lars Kvale (CRS); Ole Langniss (ZSW); Debra Lew (NREL); Li Hua (SenterNovem); Li Shaoyi (UNDESA); Dan Lieberman (CRS); Liu Dehua (Tsinghua University); Liu Jinghe (China Energy Research Society); Liu Pei (Tsinghua University); John Lund (International Geothermal Association); Luo Zhentao (China Association of Solar Thermal Application); Subodh Mathur (World Bank); Susan McDade (UNDP); Alan Miller (IFC); Pradeep Monga (UNIDO); Hansjörg Müller (GTZ); Rolf Posorski (GTZ); Venkata Ramana (Winrock); Jeannie Renne (NREL); Ikuko Sasaki (ISEP); Oliver Schaefer (EREC); Michael Schlup (formerly BASE); Klaus Schmidt (Öko-Institut); Rick Sellers (former IEA); Judy Siegel (Energy and Security Group); Peter Stair (Worldwatch Institute); Till Stenzel (IEA); Blair Swezey (NREL); Richard Taylor (International Hydropower Association); Christof Timpe (Öko-Institut); Valérie Thill (European Investment Bank); Molly Tirpak (ICF); Dieter Uh (GTZ); Bill Wallace (formerly China UNDP Renewable Energy Project); Njeri Wamukonya (UNEP); Wang Wei (China World Bank REDP); Wang Yunbo (Tsinghua University); Christine Woerlen (formerly GEF); Dana Younger (IFC); Arthouros Zervos (European Renewable Energy Council).

RESÚMEN EJECUTIVO

En el 2007, fueron invertidos más de US\$100 mil millones en nueva capacidad (potencia instalada) de energía renovable, plantas de fabricación e investigación y desarrollo – un verdadero hito global. Sin embargo, las percepciones sobre energía renovable han quedado muy lejos de la realidad dado el rápido cambio experimentado en los últimos años. Este informe captura la realidad y ofrece un panorama general del estado de la energía renovable en todo el mundo en el 2007. El informe cubre las tendencias de los mercados, las industrias, las políticas, y la energía renovable en áreas rurales (fuera de la red). (Por su concepción el informe no desarrolla un análisis, tampoco discute temas coyunturales ni pronostica el futuro). Muchas de las tendencias reflejan la creciente importancia respecto a la energía convencional.

- ▶ En el 2007, la **potencia instalada de generación eléctrica renovable** alcanzó aproximadamente 240 gigawatts (GW) en todo el mundo, un incremento del 50 por ciento en comparación con el 2004. Las energías renovables representan el 5 por ciento de la capacidad global de energía y el 3.4 por ciento de la generación global de energía. (Las cifras no incluyen las grandes hidroeléctricas, que en sí misma representaron un 15 por ciento de la generación global de energía.)
- ▶ Durante el 2006, la energía renovable generó **energía eléctrica** en todo el mundo equivalente a un cuarto de las plantas nucleares de energía del mundo, sin contar las grandes hidroeléctricas. (Y más que la energía nuclear, si contamos las grandes hidroeléctricas.)
- ▶ La **energía eólica** es la mayor componente renovable de la potencia instalada, en el 2007 creció un 28 por ciento en todo el mundo hasta alcanzar aproximadamente los 95 GW. Las adiciones de capacidad anual incrementaron aún más: 40 por ciento más en el 2007, en comparación con el 2006.
- ▶ La tecnología energética de mayor crecimiento en el mundo es la **energía fotovoltaica solar conectada a redes** (FV), con incrementos anuales del 50 por ciento en potencia instalada acumulada en el 2006 y en el 2007, hasta alcanzar aproximadamente 7,7 GW. Esto se traduce en 1,5 millones de hogares con techos

solares generando energía fotovoltaica que alimenta las redes en todo el mundo.

- ▶ Los **colectores solares en techos** se utilizan para producir agua caliente para aproximadamente 50 millones de hogares en todo el mundo, y calefacción de ambientes para un creciente número de hogares. La capacidad aprovechamiento solar directo para calentamiento de agua y ambientes aumentó un 19 por ciento en el 2006 hasta alcanzar 105 gigawatt-térmicos (GWt) en todo el mundo.
- ▶ **Las energías de biomasa y geotérmica** generalmente se emplean para fines energéticos y de calentamiento, con recientes incrementos en varios países, incluyendo usos para la calefacción de distritos. Más de 2 millones de bombas de calor o bombas térmicas que aprovechan la energía del suelo son utilizadas en 30 países para la calefacción y refrigeración de edificios.
- ▶ Durante el 2007, la producción de **biocombustibles** (etanol y biodiesel) superó aproximadamente los 53 mil millones de litros, hasta 43 por ciento desde el 2005. La producción de etanol en el 2007 representó aproximadamente un 4 por ciento de los 1,300 mil millones de litros de gasolina consumidos en todo el mundo. En el 2006, la producción anual de biodiesel aumentó más del 50 por ciento.
- ▶ La **energía renovable**, especialmente las pequeñas hidroeléctricas, biomasa, y FV solar proveen electricidad, calor, fuerza motriz y bombeo por agua a diez millones de personas en áreas rurales de países en desarrollo, cubriendo necesidades de la agricultura, la pequeña industria, hogares, escuelas y comunidades. Veinticinco millones de hogares cocinan e iluminan sus hogares con biogás, y 2,5 millones de hogares utilizan sistemas de iluminación solar.
- ▶ Los **países en desarrollo** como grupo, cuentan con más del 40 por ciento de la potencia instalada renovable existente, más del 70 por ciento de la capacidad de agua caliente solar existente y el 45 por ciento de la producción de biocombustibles.
Incluyendo todos estos mercados, en el 2007 se invirtieron aproximadamente US\$71 mil millones en

nueva energía renovable y capacidad térmica en todo el mundo (excluyendo las grandes hidroeléctricas), de lo cual el 47 por ciento fue destinado a energía eólica y el 30 por ciento se destinó a FV solar. La inversión en las grandes hidroeléctricas fue de aproximadamente US\$15 – US\$20 mil millones adicionales. Los flujos de inversión fueron diversificados y focalizados hacia los principales rubros renovables, aún más durante el 2006/2007. Esto incluye a los flujos provenientes de bancos comerciales y de inversión más importantes, capital de riesgo e inversores en activos privados, organizaciones de desarrollo multilateral y bilateral y financieras locales más pequeñas.

La industria de la energía renovable no solo vio nacer a muchas compañías, sino que fue testigo de los grandes incrementos en las valuaciones corporativas, y de las muchas empresas que empezaron a cotizar en bolsa. Con sólo contar las 140 primeras compañías de energía renovable que cotizaron en la Bolsa, se obtiene una capitalización de mercado combinada de más de US\$100 mil millones. Las compañías también ampliaron su expansión en los mercados emergentes. Actualmente se verifica un significativo crecimiento industrial en un conjunto de tecnologías comerciales emergentes, incluyendo FV solar en lámina delgada (thin-film), concentradores solares térmicos para generación eléctrica y biocombustibles de segunda generación o generación avanzada (con las primeras plantas comerciales completadas en el 2007 por primera vez en la historia o en proceso de construcción). Los puestos de trabajo de todo el mundo provenientes de la fabricación, operaciones y mantenimiento de energía renovable superaron los 2,4 millones en todo el mundo, incluyendo unos 1,1 millones de la producción de biocombustibles.

Existen objetivos cuantitativos o *targets* de política para la penetración de energía renovable en por lo menos 66 países en todo el mundo, incluyendo los 27 países de la Unión Europea, 29 estados de los Estados Unidos (y Washington D.C.) y 9 provincias canadienses. La mayoría de los *targets* son para participación en la generación eléctrica, energía primaria y/o energía final en un año futuro. La mayoría de los *targets* tienen como objetivo el 2010-2012, existiendo un creciente número de *targets* con el 2020 como año objetivo. Actualmente existe un *target* para toda la Unión Europea del 20 por ciento, en términos de energía final para el 2020 y un *target* chino del 15 por ciento de energía primaria para el 2020. Además de China, existen otros países en desarrollo que han

adoptado o mejorado sus objetivos cuantitativos durante el 2006/2007. Además se han establecido *targets* para biocombustibles como participación futura en la energía del transporte en varios países, incluyendo uno para toda la Unión Europea correspondiente al 2020.

Las políticas de promoción de energías renovables han crecido rápidamente en los últimos años. Por lo menos 60 países – 37 países desarrollados y en transición y 23 países en desarrollo – cuentan con cierto tipo de políticas para promover la generación de energía renovable. La política más común es la ley de Tarifas *Feed-in* (precios o premios garantizados). Para el 2007, por lo menos 37 países y 9 estados/provincias habían adoptado políticas con el esquema del tipo *feed-in*, y más de la mitad han sido promulgadas desde el 2002. La fuerte incorporación de este tipo de tarifas continúa en todo el mundo a medida que los países promulgan nuevas políticas del tipo *feed-in* o actualizan las existentes. Por lo menos 44 estados, provincias y países han promulgado estándares para cartera de renovables (Renewable Portfolio Standard RPS), también denominadas obligación de renovables o políticas de cuotas.

Existen muchas otras maneras de respaldar las políticas para la generación de energía renovable, incluyendo subsidios o devoluciones fiscales por inversiones de capital; incentivos impositivos y créditos; impuestos a las ventas y exenciones de impuesto al valor agregado; pagos por producción de energía o créditos impositivos; medición neta; inversión pública o financiación; y llamados públicos a licitación. Y muchos países en desarrollo han acelerado significativamente sus políticas de promoción de electricidad renovable en los últimos años, promulgando, fortaleciendo o considerando una amplia gama de políticas y programas.

Las políticas para impulsar los calentadores solares de agua y biocombustibles han crecido considerablemente en los últimos años. Las resoluciones para la incorporación de calentadores solares de agua en las nuevas construcciones representan una fuerte tendencia en crecimiento tanto a nivel nacional como local. Muchas jurisdicciones también ofrecen subsidios de capital y/o conducen programas de promoción de calentadores solares de agua. Por lo menos 36 estados/provincias y 17 países a nivel nacional han promulgado resoluciones para la mezcla de biocombustibles en los combustibles de vehículos. La mayoría de las resoluciones requieren la mezcla del 10-15 por ciento de etanol con gasolina o la mezcla del 2-5 por ciento de biodiesel con combustible diesel. Las exenciones impositivas al

combustible y/o subsidios de producción se han convertido en importantes políticas de biocombustibles en más de una docena de países.

Por debajo del nivel nacional y estadual/provincial, las municipalidades de todo el mundo están fijando *targets* para participaciones futuras en la energía renovable para el consumo gubernamental o el consumo total de una ciudad, que generalmente oscila entre el 10 – 20 por ciento. Algunas ciudades han establecido *targets* de reducción del dióxido de carbono. Muchas ciudades están promulgando políticas para promover el uso de calentadores solares de agua y la FV solar, y están realizando una planificación urbana que incorpore la energía renovable.

Las organizaciones para la facilitación de mercados (MFOs) también están respaldando el crecimiento de mercados de energía renovable, inversiones, industrias, y políticas a través de redes, estudios de mercado, capacitación, facilitación de proyectos, consultoría, financiamiento, asesoramiento sobre políticas, entre otros tipos de asistencia técnica. En la actualidad existen cientos de organizaciones de este tipo en todo el mundo, incluyendo asociaciones industriales, organizaciones no gubernamentales, agencias de desarrollo multilateral y bilateral, asociaciones y redes internacionales y agencias gubernamentales.

INDICADORES SELECCIONADOS Y CINCO PAÍSES LÍDERES

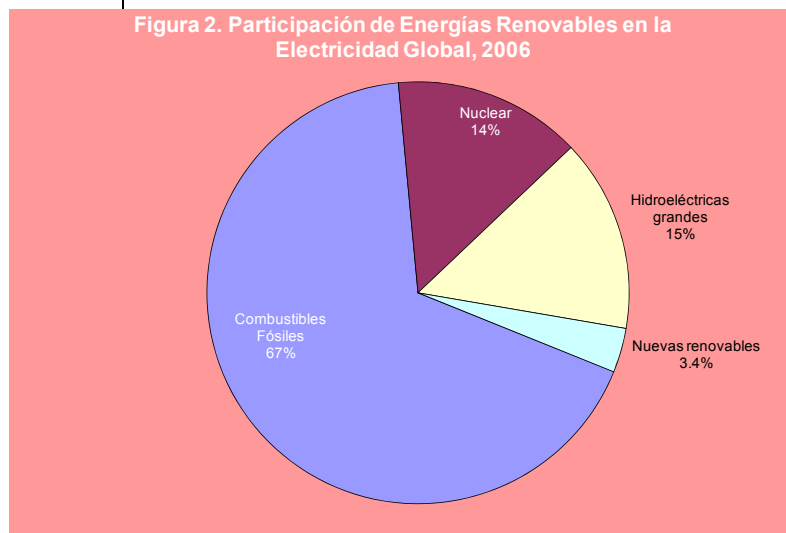
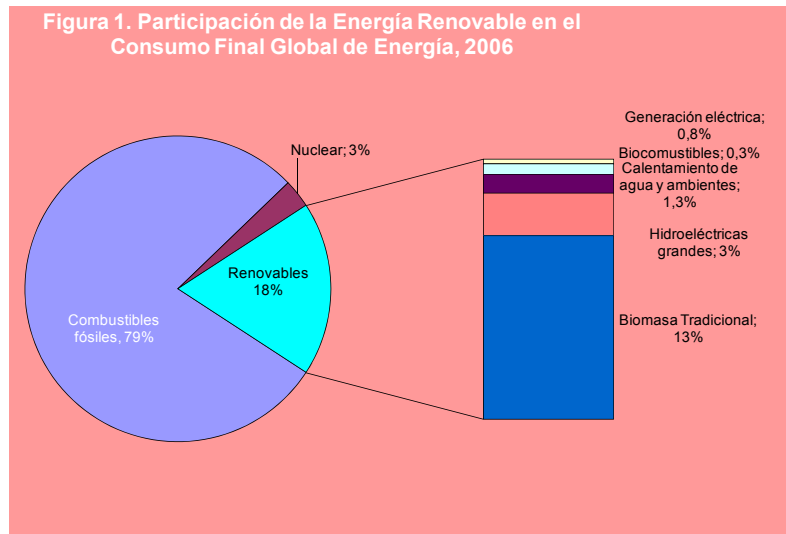
Indicadores Seleccionados	2005	▶	2006	▶	2007 (estimado)
Inversión anual en potencia instalada nueva renovable	\$40	▶	55	▶	71,000 millones
Potencia instalada renovable (existente, excluyendo grandes hidroeléctricas)	182	▶	207	▶	240 GW
Potencia instalada renovable (existente, incluyendo grandes hidroeléctricas)	930	▶	970	▶	1,010 GW
Potencia instalada eólica (existente)	59	▶	74	▶	95 GW
Potencia instalada solar FV conectada a Red (existente)	3.5	▶	5.1	▶	7.8 GW
Solar PV incremento de capacidad (anual)	1.8	▶	2.5	▶	3.8 GW
Capacidad de calentamiento de agua (existente)	88	▶	105	▶	128 GWth
Producción de Etanol (anual)	33	▶	39	▶	46,000 millones lt.
Producción de Biodiesel (anual)	3.9	▶	6	▶	8,000 millones lt.
Países con objetivos cuantitativos de política – <i>targets</i> -	52	▶			66
Estados/provincias/países con precios o premios garantizados para la energía renovable - <i>feed-in</i> -	41	▶			46
Estados/provincias/países con estándares para cartera de Energía Renovable u Obligación – <i>RPS</i> -	38	▶			44
Estados/provincias/países con obligaciones para biocombustibles	38	▶			53

Cinco Países Líderes	#1	#2	#3	#4	#5
Valores anuales para el 2006					
Inversiones en nueva capacidad	Alemania	China	Estados Unidos	España	Japón
Incremento de energía eólica	Estados Unidos	Alemania	India	España	China
Incremento de solar FV (conectada a red)	Alemania	Japón	Estados Unidos	España	Corea del Sur
Incremento de calentamiento solar de agua	China	Alemania	Turquía	India	Austria
Producción de Etanol	Estados Unidos	Brasil	China	Alemania	España
Producción de Biodiesel	Alemania	Estados Unidos	Francia	Italia	República Checa
Potencia Instalada Existente año 2006					
Potencia Instalada energía renovable	China	Alemania	Estados Unidos	España	India
Pequeñas hidroeléctricas	China	Japón	Estados Unidos	Italia	Brasil
Energía Eólica	Alemania	España/ Estados Unidos		India	Dinamarca
Energía a partir de Biomasa	Estados Unidos	Brasil	Filipinas	Alemania/Suecia/Finlandia	
Energía Geotérmica	Estados Unidos	Filipinas	México	Indonesia/Italia	
Solar FV (conectada a red)	Alemania	Japón	Estados Unidos	España	Países Bajos/ Italia
Calentamiento solar de agua	China	Turquía	Alemania	Japón	Israel

1. PANORAMA DEL MERCADO GLOBAL

La energía renovable abastece el 18 por ciento del consumo final de energía a nivel mundial, que incluye a la tradicional biomasa, las grandes centrales hidroeléctricas, y las “nuevas” fuentes de energía renovable (pequeñas centrales hidroeléctricas, la biomasa moderna, la energía eólica, solar y geotérmica, así como los biocombustibles).*† (Ver Figura 1). La biomasa tradicional, empleada principalmente para la cocción y la calefacción, representa alrededor del 13 por ciento y registra un leve crecimiento o incluso una disminución en algunas regiones, en vistas de que se la utiliza con mayor eficacia o se la sustituye por formas de energía más modernas. Las grandes centrales hidroeléctricas representan el tres por ciento y crecen en forma modesta, principalmente en los países en vías de desarrollo. Las nuevas fuentes de energía renovables representan el 2,4 por ciento y crecen en forma vertiginosa en los países desarrollados y en algunos países en vías de desarrollo.‡ Es evidente que cada una de estas tres formas de energía renovable es única en cuanto a sus características y tendencias. Este informe se centra principalmente en las nuevas fuentes de energía renovables, dado su gran potencial para el futuro y la necesidad apremiante de apoyo por parte del mercado y de políticas tendientes a acelerar su uso comercial. §¹

La energía renovable sustituye a los combustibles convencionales en cuatro sectores diferenciados: la generación de energía eléctrica, el



* Salvo indicación en contrario, el término “energía renovable” en este informe se refiere a “nuevas” fuentes de energía renovables. La práctica habitual consiste en definir como “grandes centrales hidroeléctricas” a las que cuentan con una capacidad mayor a 10 megavatios (MW), si bien las estadísticas correspondientes a las pequeñas centrales hidroeléctricas que se presentan en este informe incluyen centrales de hasta 50 MW en China y 30 MW en Brasil, dado que estos países definen y presentan a las pequeñas centrales hidroeléctricas sobre la base de los umbrales mencionados precedentemente.

† La Figura 1 ilustra el consumo final de energía, que difiere de la cuota de energía primaria indicada en el informe correspondiente a la edición del año 2005 y a la que se suele citar en otros documentos; en la Columna lateral 1, página 21, se provee una explicación de estos factores. Según la metodología que se adopte, la cuota de energía primaria de todas las fuentes de energía renovables en el año 2006 fue del 13 o del 17 por ciento.

‡ El término “país en vías de desarrollo” no es exacto, pero en general alude a un país con un bajo ingreso por cápita. Constituye un parámetro el hecho de si califica o no para recibir asistencia del Banco Mundial. En este informe se agrupan bajo este término a los países no integrantes de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) además se incluye a México y Turquía, que son miembros de la OCDE; no obstante, se excluye a Rusia y otras ex economías de planificación central en proceso de transición.

§ El presente informe abarca sólo las tecnologías de energía renovable que en la actualidad se aplican a nivel comercial a una escala global considerable. Entre otras tecnologías que constituyen una promesa desde el punto de vista comercial o que ya se están utilizando en proporción limitada cabe mencionar: la refrigeración solar activa (que también se denomina “sistema de aire acondicionado alimentado por energía solar”), la conversión de energía térmica oceánica, la energía de las mareas y del oleaje, y la energía geotérmica derivada de rocas secas/húmedas y calientes. Asimismo, si bien la calefacción y refrigeración solar pasiva constituye una práctica comercial demostrada y generalizada en el diseño de edificios, no se incluye en este informe.

sistema de agua caliente y la calefacción de ambientes, los combustibles para el transporte, y la energía rural no conectada a la red eléctrica (off-grid) (ver Tabla R1, página 46). Con respecto a la generación de energía eléctrica, la energía renovable comprende aproximadamente el 5 por ciento de la capacidad de generación eléctrica global y abastece el 3,4 por ciento de la producción eléctrica global (sin incluir las grandes centrales hidroeléctricas) (Ver Figura 2). La biomasa y la energía solar y geotérmica proveen de agua caliente y calefacción de ambientes a decenas de millones de edificios. En la actualidad, tan solo los colectores de calentamiento solar de agua se emplean en unos cincuenta millones de hogares en todo el mundo, la mayoría en China. La biomasa y la energía geotérmica también proporcionan calor para la industria, los hogares y la agricultura. El aporte de los biocombustibles para el transporte es aún pequeño pero creciente en algunos países y muy elevado en Brasil, donde el etanol proveniente de la caña de azúcar reemplaza más del 40 por ciento del consumo de nafta en el país. En los países en vías de desarrollo, más de 500 millones de hogares utilizan la biomasa tradicional para la cocción y la calefacción; 25 millones de hogares cocinan y cuentan con alumbrado a base del biogás (en reemplazo del querosén y otros combustibles utilizados para la cocción); más de tres millones de hogares se alumbran mediante energía fotovoltaicos (FV) solar; y un número creciente de pequeñas industrias – incluyendo los procesos agrícolas – obtienen calor de proceso y fuerza motriz de los digestores de biogás de pequeña escala.²

La potencia instalada global renovable creció a una tasa anual del 15–30 por ciento en el período 2002–2006, se incluye la energía eólica, los sistemas de calentamiento solar de agua, la calefacción geotérmica y la energía fotovoltaica no conectada a la red eléctrica (Ver Figura 3). El incremento de la energía fotovoltaica conectada a la red eléctrica ha eclipsado a todos ellos, con un ritmo de crecimiento anual promedio del 60 por ciento durante ese período. El uso de biocombustibles también ha registrado un incremento en el mismo período, con un promedio anual del 40 por ciento en el caso del biodiesel y

Figura 3. Tasas Anuales de Crecimiento de la Potencia Instalada de Energía Renovable, 2002–2006

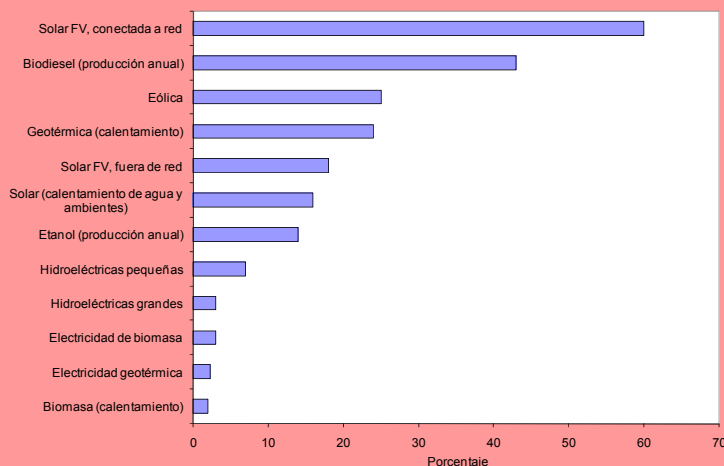
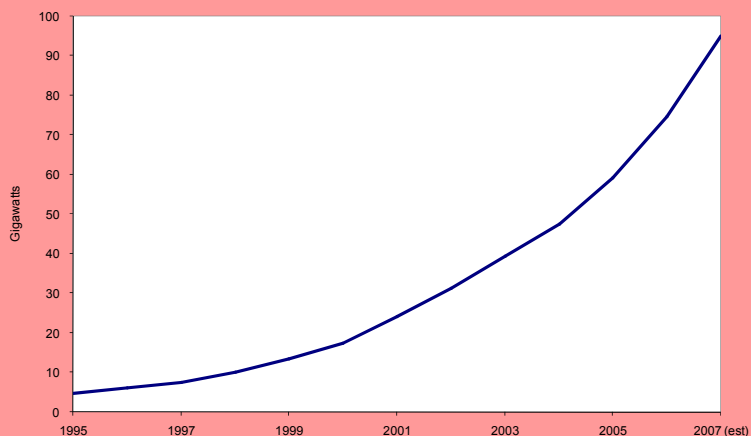


Figura 4. Energía Eólica Mundial Potencia Instalada Existente, 1995-2007



del 15 por ciento en el caso del etanol. Otras tecnologías crecen a tasas más habituales del 3–5 por ciento, entre ellas, las grandes centrales hidroeléctricas, la generación de energía y calor a partir de la biomasa, y la energía geotérmica, si bien en algunos países estas tecnologías crecen a un ritmo mucho más acelerado que el promedio global. Estas tasas de crecimiento se comparan con las globales en el caso de los combustibles fósiles, que en los últimos años fueron del orden del 2–4 por ciento (y mayor en algunos países en vías de desarrollo).³

En lo que respecta al sector de generación de energía eléctrica, la proveniente de grandes centrales hidroeléctricas continúa siendo una de las tecnologías energéticas de menor costo, si bien las restricciones en materia ambiental, los efectos del reasentamiento y la disponibilidad de lugares de emplazamiento han limitado la posibilidad de mayor crecimiento en muchos países. Las grandes centrales hidroeléctricas abastecieron el 15 por ciento de la producción de electricidad global en el

Figura 5. Potencia Instalada Eólica, 10 Países Líderes, 2006

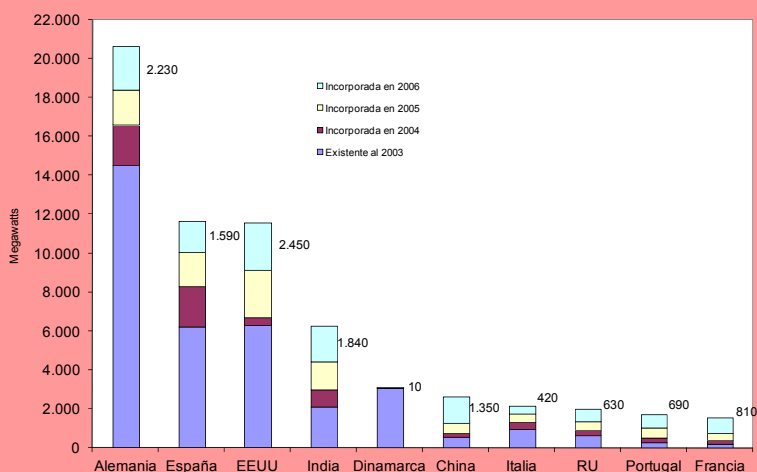
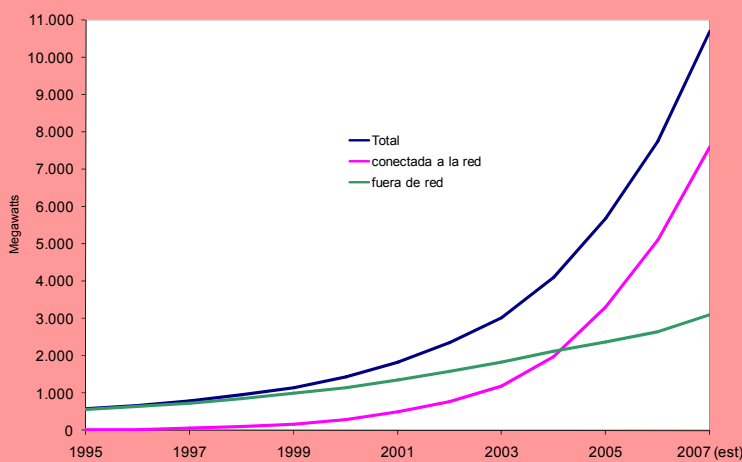


Figura 6. Solar FV, Potencia Instalada Mundial Existente, 1995-2007



año 2006, en comparación con el 19 por ciento registrado una década atrás. Las grandes centrales hidroeléctricas crecieron a un promedio global del tres por ciento anual en el período 2002–2006 (menos del uno por ciento en los países desarrollados). China ha registrado el mayor crecimiento, con más del ocho por ciento anual en el mismo período. Los cinco mayores productores de electricidad proveniente de grandes centrales hidroeléctricas en el año 2006 fueron: China (14 por ciento de la producción mundial), Canadá y Brasil (12 por ciento cada uno), Estados Unidos (10 por ciento), y Rusia (6 por ciento). El aumento de producción hidroeléctrica en China se mantuvo al mismo nivel que el vertiginoso crecimiento del sector eléctrico, que en el año 2006 sumó alrededor de 6 gigavatios (GW) en el caso de las grandes centrales hidroeléctricas y 6 GW en las pequeñas centrales hidroeléctricas. Muchos otros países en vías de desarrollo continúan desarrollando la producción hidroeléctrica en forma activa. Con frecuencia, se recurre a la producción de pequeñas

centrales hidroeléctricas en aplicaciones autónomas o semi-autónomas en los países en vías de desarrollo para sustituir a los generadores diesel u otras centrales eléctricas de menor envergadura o bien para proveer electricidad a poblaciones rurales.⁴

En el año 2007, el aumento de la potencia instalada de la energía eólica fue mayor que el de cualquier otra tecnología de energía renovable (incluso mayor al de la producción hidroeléctrica), con un incremento estimado en 21 GW, un 28 por ciento en comparación con el año anterior (Ver Figura 4). La energía eólica también se ha convertido en una de las tecnologías de energía renovable más vastas, con instalaciones en más de 70 países. No obstante, dos tercios del aporte de energía eólica global en el año 2006 (15 GW en total) estaban concentrados en sólo cinco países: Estados Unidos (2,5 GW), Alemania (2,2 GW), India (1,8 GW), España (1,6 GW), y China (1,4 GW) (Ver Figura 5, y el Cuadro R2, página 46). Varios países en vías de desarrollo han sido activos en este sentido: Brasil, Costa Rica, Egipto, Irán, México, y Marruecos han sumado potencia instalada en el año 2006. La energía eólica en Brasil y México, en conjunto, ha aumentado diez veces en el año 2006, de 30 megavatios (MW) a casi 300 MW.⁵

Las instalaciones de energía mar adentro (offshore) están surgiendo lentamente, en parte debido a costos más elevados y cuestiones de mantenimiento en contraposición con los mercados en tierra, en franco auge. En los últimos años se ha registrado un aporte anual de unos cientos de megavatios, en su mayoría en Europa. En el año 2007, comenzó la construcción de una granja eólica mar adentro de 300 MW en Bélgica, la más grande en el continente europeo. Francia, Suecia y el Reino Unido han iniciado su desarrollo a nivel mar adentro en el período 2006/2007, con granjas eólicas dentro del rango de 100–150 MW que se espera para el bienio 2008/2009.

Por lo general, la biomasa se emplea tanto para la electricidad y la calefacción - su uso ha registrado un incremento en algunos países de Europa, en especial, Austria, Dinamarca, Hungría, los Países Bajos, Suecia, y el Reino Unido - como también en algunos países en vías de desarrollo. En el año 2006, se estima que la potencia instalada proveniente de la biomasa fue de 45 GW. En el

Reino Unido, ha crecido el nivel de combustión simultánea (co-firing), que consiste en la combustión de pequeñas cantidades de biomasa en centrales eléctricas a base de carbón. La utilización de la biomasa para la calefacción de distrito y la cogeneración de calor y electricidad (CHP, por sus siglas en inglés) se ha expandido en Austria, Dinamarca, Finlandia, Suecia y los Países Bálticos, y aporta una cuota considerable del combustible (5–50 por ciento) para la calefacción de distrito. Entre los países en vías de desarrollo, es común la utilización de electricidad y calor en pequeña escala proveniente de desechos agrícolas, por ejemplo, del arroz o la cáscara de coco. El uso de bagazo (la caña de azúcar luego de extraer su jugo) para la producción de electricidad y calor es considerable en países con una vasta industria azucarera, entre ellos, Australia, Brasil, China, Colombia, Cuba, India, las Filipinas, y Tailandia. Los pellets de biomasa se han tornado más frecuentes, y su consumo en Europa en el año 2005 fue de aproximadamente seis millones de toneladas; cerca de la mitad se ha utilizado para la calefacción residencial y la otra mitad para generación de energía eléctrica (con frecuencia en plantas de CHP de menor escala). Los principales países europeos que emplean pellets son: Austria, Bélgica, Dinamarca, Alemania, Italia, los Países Bajos, y Suecia. Si bien no existe una división global del consumo de biomasa para la calefacción y para la electricidad, dos tercios de la biomasa en Europa se utilizan para la calefacción.⁶

La energía geotérmica proporciona casi 10 GW de potencia instalada, y crece alrededor de un 2–3 por ciento al año. La mayor parte se genera en Italia, Indonesia, Japón, México, Nueva Zelanda, las Filipinas, y Estados Unidos; muchos otros países aportan una potencia instalada adicional. En Islandia, un cuarto de toda la generación de energía eléctrica proviene de la energía geotérmica.⁷

La energía fotovoltaica conectada a la red eléctrica continúa siendo la tecnología de generación de energía eléctrica que registra el crecimiento más acelerado en el mundo, con incrementos en la potencia instalada acumulada del 50 por ciento anual tanto en el año 2006 y 2007; se calcula que hacia fines del año 2007, la potencia era de 7,8 GW (Ver Figura 6). Esta potencia se traduce en una cantidad estimada de 1,5 millones

Figura 7. Potencia Instalada a partir de Renovables Países en Desarrollo, UE y 6 Países Líderes, 2006

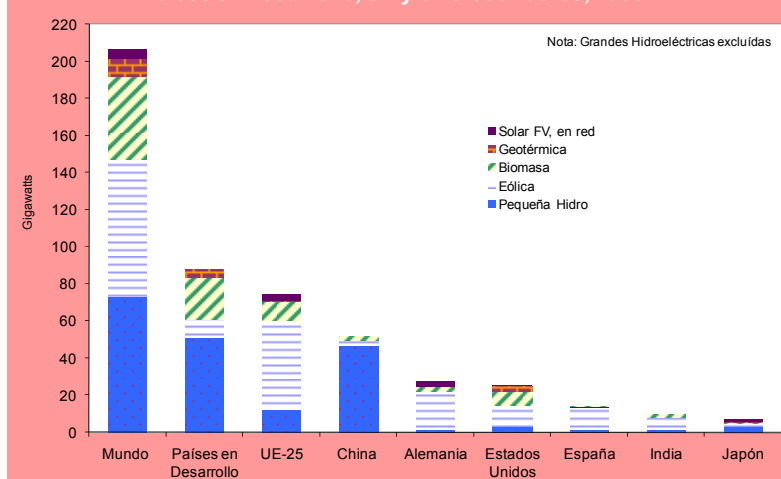
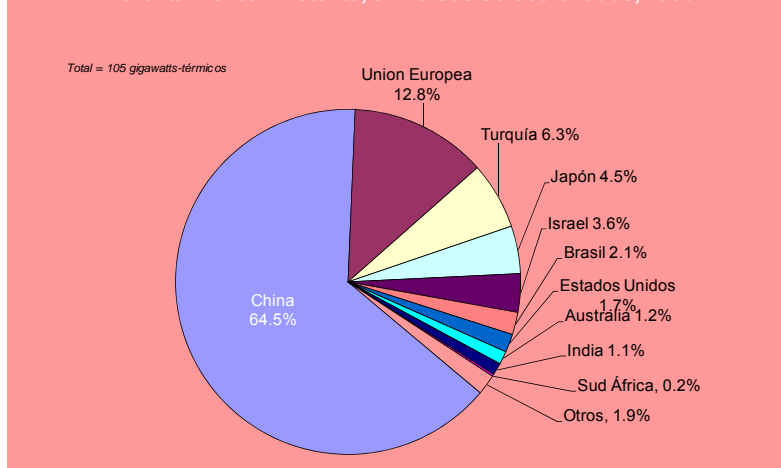


Figura 8. Calentadores Solares de Agua / Capacidad de Calentamiento Existente, en Países Seleccionados, 2006



de hogares con paneles fotovoltaicos integrados al techo y conectados a la red eléctrica a nivel mundial. Alemania concentró la mitad del mercado global en el año 2006, con un aporte del orden de 850–1,000 GW. La energía fotovoltaica conectada a la red eléctrica registró un incremento de aproximadamente 300 MW en Japón, 100 MW en Estados Unidos, y 100 MW en España en el año 2006 (Ver Cuadro R3, página 47). El mercado de energía fotovoltaica en España fue el de crecimiento más acelerado en comparación con cualquier otro país en el año 2007, en parte con motivo de la revisión de políticas y la creación de otras, con un aporte estimado de 400 MW en ese año, cuatro veces más que el aporte del año anterior. Otros países europeos han comenzado a registrar un fuerte crecimiento, en particular Italia y Grecia, con la instrumentación reciente de políticas, con lo cual se modifica la situación imperante. Francia ha efectuado una revisión reciente de las políticas de precios o premios garantizados (*feed-in tariffs*) con la consiguiente aceleración del crecimiento, que hasta ese momento había sido

lento. Italia parecía tener la determinación de instalar 20 MW de potencia en el año 2007 y Francia, 15 MW, en ambos casos el doble de la potencia correspondiente al año 2006. En Estados Unidos, California continúa siendo el líder indiscutido, tras dominar el 70 por ciento del mercado estadounidense en el año 2006. Nueva Jersey se posiciona en el segundo lugar, al tiempo que están surgiendo otros mercados en varios estados del sudoeste y este del país. Corea también se vislumbra como un mercado fuerte.⁸

La mayoría de las instalaciones fotovoltaicas tienen sólo unos pocos kilovatios (kW) o decenas de kilovatios. Entre ellas cabe mencionarse la integración de sistemas fotovoltaicos en la edificación (BIPV, por sus siglas en inglés), que cada vez es mayor y ha comenzado a atraer la atención de la comunidad arquitectónica convencional. Además, el crecimiento de instalaciones fotovoltaicas de gran escala fue vertiginoso en el bienio 2006/2007, con niveles de cientos de kilovatios y megavatios. Un caso conocido fue el de la instalación por parte de Google de un sistema fotovoltaico de 1,6 MW en su casa matriz en California. Y la planta de la Base de la Fuerza Aérea Nellis en Nevada, de 14 MW, se ha convertido recientemente en la mayor planta fotovoltaica de Estados Unidos. En la actualidad, España alberga las dos centrales eléctricas fotovoltaicas más grandes del mundo, de 20 MW cada una, en las ciudades de Jumilla (en la región de Murcia) y Beneixama (en la región de Alicante). En total, existen más de 800 centrales a nivel mundial con una potencia mayor a 200 kW y al menos 9 centrales tienen más de 10 MW: en Alemania, Portugal, España y Estados Unidos. En el extremo opuesto se hallan instalaciones de menor envergadura, no conectadas a la red eléctrica, que por lo general no llegan a un kilovatio de potencia y que están diseñadas para diversas aplicaciones, por ejemplo, hogares rurales sin acceso a la energía eléctrica, telecomunicaciones remotas, señales de tráfico, faroles, y productos para el consumidor. Si se incluyen estas instalaciones fotovoltaicas no conectadas a la red eléctrica, que siguen creciendo a tasas anuales de dos dígitos, se calcula que la potencia acumulada de las instalaciones fotovoltaicas existentes a nivel mundial a fines del año 2007 ha alcanzado los 10,5 GW, vale decir, un

incremento de 7,7 GW con respecto al año 2006.⁹ (Ver Figura 6).

La energía térmica solar concentrada (CSP, por sus siglas en inglés) permaneció estancada desde principios de la década del 90 hasta el 2004, año en

Figura 9. Calentadores Solares de Agua/ Capacidad de Calentamiento Existente, en Países Seleccionados, 2006

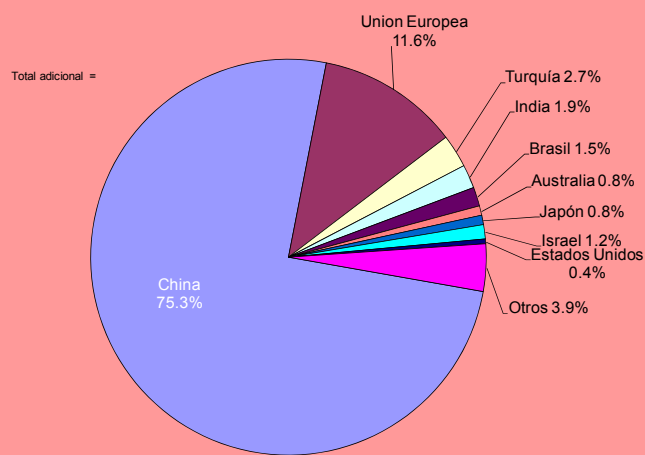
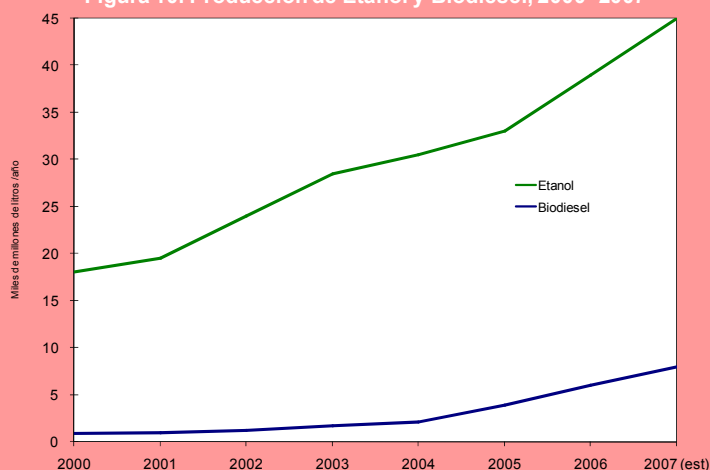


Figura 10. Producción de Etanol y Biodiesel, 2000–2007



el que se reactivaron las inversiones en centrales nuevas de escala comercial. A partir de entonces, los planes comerciales de Israel, Portugal, España y Estados Unidos han despertado un gran interés y derivado en evolución tecnológica e inversiones. En el bienio 2006/2007 se concluyeron tres centrales: una central de cilindros o colectores parabólicos en Nevada de 64 MW, una central de colectores en Arizona de 1 MW, y una central de torre (o sistema de colector central) en España de 11 MW. Hacia el año 2007, había más de 20 proyectos en todo el mundo en relación con la energía térmica solar concentrada, ya sea en construcción o en las etapas de planificación o estudios de factibilidad. En España, hacia fines del año 2007 se estaban construyendo tres centrales de colectores parabólicos de 50 MW y se proyectaba la construcción de diez centrales adicionales de 50

MW. En Estados Unidos, las empresas de servicios públicos de los estados de California y Florida anunciaron planes o ya habían contratado al menos ocho proyectos nuevos que totalizaban más de 2,000 MW. En lo que respecta a los países en vías de desarrollo, en el período 2006/2007 se aprobaron tres proyectos del Banco Mundial para la construcción de centrales integradas de energía térmica solar concentrada (CSP) / ciclo combinado con turbina de gas en Egipto, México y Marruecos, cada una de ellas con componentes de CSP de 20–30 MW; paralelamente, se estaban considerando o desarrollando otros proyectos en Argelia, China, India y Sudáfrica. Toda esta actividad también ha reactivado los procesos de fabricación vinculados con la energía térmica solar concentrada (Ver el apartado Tendencias de la Industria, página 23).¹⁰

En conjunto, se calcula que en el año 2006 la potencia de la electricidad renovable existente, a nivel mundial, alcanzó 207 GW, lo cual representa un aumento del 14 por ciento en comparación con el año 2005, sin incluir a las grandes centrales hidroeléctricas (Ver Figura 7, y Cuadro R4, página 47). La energía proveniente de pequeñas centrales hidroeléctricas y la energía eólica conforman tres cuartos de la potencia total. Estos 207 GW representan aproximadamente un cinco por ciento de la potencia instalada a nivel mundial considerando el total de generación de energía eléctrica: 4,300 GW. Los seis principales productores fueron: China (52 GW), Alemania (27 GW), Estados Unidos (26 GW), España (14 GW), India (10 GW), y Japón (7 GW). Los países en vías de desarrollo, en su conjunto e incluyendo a China, cuentan con 88 GW (43 por ciento del total), que en su mayoría provienen de la biomasa y de pequeñas centrales hidroeléctricas. Se calcula que la potencia global en el año 2007 alcanzó los 240 GW en el año 2007.¹¹

En cuanto al sector de agua caliente y calefacción, la biomasa y las centrales de cogeneración de calor y electricidad proporcionan la mayor fuente de calefacción derivada de fuentes de energía renovables a nivel mundial. Las tecnologías de los sistemas de calentamiento solar de agua también se están generalizando y contribuyen en forma considerable a la provisión de agua caliente en China, Israel, Japón, Turquía y varios países de la Unión Europea, así como países más pequeños, como es el caso de Barbados. Decenas de otros países también evidencian mercados emergentes, entre ellos, Brasil, Egipto, India, Jordania, Marruecos y Túnez. Mediante nuevas políticas, se espera que estos mercados crezcan en forma

acelerada en los años venideros (Ver el apartado Panorama de las Políticas, página 27). La potencia de los sistemas de calentamiento solar de agua existentes se incrementó en un 19 por ciento en el año 2006, tras alcanzar los 105 gigavatios térmicos (GWth) a nivel global, sin incluir la calefacción de piscinas con techo no vidriado (Ver Figura 8, y el Cuadro R5, página 48). En el año 2006, China aportó el 75 por ciento de la potencia global, con un incremento del volumen anual de ventas del 35 por ciento, tras alcanzar los 14 GWth (20 millones de metros cuadrados) (Ver Figura 9). Las instalaciones de calentamiento solar de agua en Europa registraron un aumento anual del 50 por ciento en el año 2006, con más de 2 GWth, principalmente en Austria, Francia, Alemania, Grecia, Italia y España. Si bien tradicionalmente los sistemas de calentamiento solar de agua han predominado en mercados residenciales, los mercados comerciales e industriales – en franco crecimiento – representan una marcada tendencia, en parte atribuida a la adopción de nuevas políticas y mandatos. Se calculaba que la potencia global oscilaría los 125–128 GWth en el año 2007.¹² Las instalaciones fotovoltaicas también está ganando terreno en algunos países. En Austria, Alemania y Suecia, más del 50 por ciento del área instalada del colector por año se utiliza para sistemas de calentamiento solar de agua y calefacción de ambientes mediante instalaciones fotovoltaicas. Poco menos del cinco por ciento de los sistemas en China proveen calefacción de ambientes además de agua caliente. En el período 2006/2007, los sistemas de refrigeración alimentados por energía solar despertaron un mayor interés para una variedad de edificios comerciales e industriales; en Europa, se pusieron en servicio decenas de sistemas a gran escala (vale decir, 100–500 metros cuadrados), en su mayoría en Alemania.¹³

En la actualidad, las centrales de calefacción geotérmica (incluso las bombas de calor a nivel de los edificios) están presentes en al menos 76 países. La mayor parte de la capacidad de las centrales en países industrializados se concentra en Italia, Japón, Nueva Zelanda, y Estados Unidos. En varios países se estaban construyendo centrales energéticas. El uso del calor directo geotérmico crece con mayor rapidez que la energía geotérmica, con una tasa de crecimiento anual del orden del 30–40 por ciento. Islandia lidera el mercado de calefacción directa, dado que abastece el 85 por ciento de sus necesidades de calefacción de ambientes mediante energía geotérmica.

Tabla 1. Situación de las Tecnologías Renovables — Características y Costos

Tecnología	Características Típicas	Costos de Energía Típicos (US cent/ kilowatt-hora)
Generación Eléctrica		
Hidroeléctricas grandes	<i>Potencia de planta:</i> 10 megawatts (MW)–18,000 MW	3–4
Hidroeléctricas pequeñas	<i>Potencia de planta:</i> 1–10 MW	4–7
Eólicas en tierra	<i>Potencia de la turbina:</i> 1–3 MW <i>Diámetro Aspas:</i> 60–100 metros	5–8
Eólicas mar adentro	<i>Potencia de la turbina:</i> 1.5–5 MW <i>Diámetro Aspas:</i> 70–125 metros	8–12
Biomasa	<i>Potencia de planta:</i> 1–20 MW	5–12
Geotermia	Doble-flash, vapor natural [double-flash, natural steam]	4–7
Solar FV (modulo)	<i>Tipo de celda y eficiencia:</i> cristal simple -single-crystal- 17%; policristalino -polycrystalline- 15%; silicona amorfa - amorphous silicon- 10%; película delgada -thin film- 9-12%	—
Solar FV sobre techos	<i>Potencia instalada pico:</i> 2–5 kilowatts-pico	20–80*
Concentradores solares térmicos (CSP)	<i>Potencia de planta:</i> 50–500 MW (colector), 10-20 MW (torre); <i>Tipos:</i> colector - trough-; torre o receptor central - tower-, plato -dish-	12–18†
Calentamiento de Agua		
Calentamiento con Biomasa	<i>Potencia de planta:</i> 1–20 MW	1–6
Calentamiento solar	<i>Tamaño:</i> 2–5 m ² (hogar); 20–200 m ² (mediano/multi-familia); 0.5–2 MWth (grande/district heating); <i>Tipos:</i> evacuated tube, flat-plate	2–20 (hogar) 1–15 (mediano) 1–8 (grande)
Calentamiento/ enfriamiento geotérmico	<i>Potencia de planta:</i> 1–10 MW; <i>Tipos:</i> heat pumps, direct use, chillers	0.5–2
Biocombustibles		
Etanol	<i>Productos agrícolas:</i> caña de azúcar, remolacha azucarera, maíz, mandioca, sorgo, trigo (y celulosa a futuro)	25–30 cent/litro (azúcar) 40–50 cent/litro (maíz) (gasolina equivalente)
Biodiesel	<i>Productos agrícolas:</i> soja, colza o canola, semillas de mostaza, palma, jatropha, o aceites vegetales usados.	40–80 cents/litro (diesel equivalente)
Energía Rural (fuera de red)		
Mini-hidroeléctricas	<i>Potencia instalada:</i> 100–1,000 kilowatts (kW)	5–10
Micro- hidroeléctricas	<i>Potencia instalada:</i> 1–100 kW	7–20
Pico- hidroeléctricas	<i>Potencia instalada:</i> 0.1–1 kW	20–40
Digestor a biogas	<i>Tamaño del digestor:</i> 6–8 metros cúbicos	n/a
Gasificador a biomasa	<i>Tamaño:</i> 20–5,000 kW	8–12
Pequeña turbina eólica	<i>Potencia de la turbina:</i> 3–100 kW	15–25
Turbina eólica hogareña	<i>Potencia de la turbina:</i> 0.1–3 kW	15–35
Mini red para comunidad	<i>Potencia del sistema:</i> 10–1,000 kW	25–100
Sistema Solar hogareño	<i>Potencia del sistema:</i> 20–100 watts	40–60

Nota: Los costos son costos económicos, excluyen subsidios o incentivos de política. Los costos típicos de la energía corresponden a las mejores condiciones posibles, incluyendo el diseño del sistema, localización, y disponibilidad de recursos. Condiciones óptimas pueden arrojar costos menores, condiciones menos favorables pueden resultar en costos substancialmente superiores. Los costos de sistemas híbridos de generación eléctrica fuera de red empleando renovables dependen fuertemente del tamaño del sistema, localización y aspectos asociados como respaldo de diesel y depósito de baterías. (*) Costos típicos entre 20–40 centavos por kWh corresponden a latitudes bajas con radiación solar de 2500 kWh/m²/año, 30-50 centavos/kWh para 1500 kWh/m²/año (típico del sur de Europa), y 50-80 centavos para 1000 kWh/m²/año (latitudes superiores). (†) Costos para plantas colectoras; los costos caen al incrementarse el tamaño de planta. Fuente: Ver nota final 18.

Aproximadamente la mitad de la capacidad de generación de calor geotérmico se da bajo la forma de bombas de calor geotérmicas (también denominadas “bombas de calor conectadas al subsuelo”), que se utilizan tanto para la calefacción como para la refrigeración. En todo el mundo se utilizan más de dos millones de bombas de calor conectadas al subsuelo.¹⁴

En lo que respecta al sector de combustibles para el transporte, la producción de etanol para vehículos alcanzó los 39 mil millones de litros en el año 2006, lo cual representa un incremento del 18 por ciento en relación con el año anterior (Ver Figura 10, y el Cuadro R6, página 48). La mayor parte del incremento en la producción tuvo lugar en Estados Unidos, con aumentos importantes en Brasil, Francia, Alemania y España. Estados Unidos llegó a ser el productor líder de etanol en el año 2006, con una producción mayor a 18 mil millones de litros y con una clara ventaja respecto del otrora productor líder, Brasil. La producción en Estados Unidos aumentó un 20 por ciento a medida que comenzaron a funcionar decenas de plantas productoras nuevas. Aún así, la producción de etanol en Estados Unidos no logró satisfacer la demanda en el año 2006 y, en consecuencia, la importación de etanol se incrementó seis veces, hasta alcanzar los 2,3 mil millones de litros. Hacia el año 2007, la mayor parte de la nafta vendida en el país se mezclaba con una proporción de etanol como oxigenante sustituto del éter metil tert-butílico (MTBE), prohibido en cada vez más estados por cuestiones ambientales (si bien los biocombustibles también generan inquietud al respecto).¹⁵

La producción de etanol en Brasil aumentó a aproximadamente 18 mil millones de litros en el año 2006, casi la mitad del total mundial. Todas las estaciones de combustible brasileñas venden tanto etanol puro como gasohol (alconafta), mezcla compuesta por un 25 por ciento de etanol y un 75 por ciento de nafta. La demanda de etanol como combustible, en comparación con la nafta, fue muy marcada en el año 2007, debido a la incorporación de los denominados “vehículos de combustible alternativo” por parte de los fabricantes de Brasil en los últimos años. En estos vehículos se puede utilizar cualquiera de las dos mezclas y han tenido amplia aceptación en conductores, con un 85 por ciento de participación en el mercado respecto de la totalidad de ventas de vehículos en Brasil. En los últimos años, ha surgido un comercio global

considerable del etanol, siendo Brasil el principal exportador. Entre otros países productores de etanol cabe mencionar: Australia, Canadá, China, Colombia, la República Dominicana, Francia, Alemania, India, Jamaica, Malawi, Polonia, Sudáfrica, España, Suecia, Tailandia, y Zambia.¹⁶ La producción de biodiesel trepó al 50 por ciento en el año 2006, tras alcanzar los 6 mil millones de litros a nivel mundial. La mitad de la producción de biodiesel aún se concentra en Alemania. También se registraron aumentos importantes en la producción en Italia y Estados Unidos (donde ya superó el triple). En Europa, gracias al apoyo de nuevas políticas, el biodiesel ha tenido mayor aceptación y participación en el mercado. La producción del biodiesel también ha registrado un marcado empuje en el Sudeste Asiático (Malasia, Indonesia, Singapur y China), América Latina (Argentina y Brasil), y el sudeste de Europa (Rumania y Serbia). La meta de Malasia es capturar el 10 por ciento del mercado global de biodiesel para el año 2010, sobre la base de sus plantaciones de palma aceitera. Indonesia también planificaba expandir sus plantaciones de palma aceitera en 1,5 millones de hectáreas para el año 2008, con lo cual se alcanzará los 7 millones de hectáreas en total, como parte de un programa de expansión que incluye \$100 millones en subsidios para la palma aceitera y otros agrocombustibles como la soja y el maíz. † Otros productores de biodiesel son: Austria, Bélgica, la República Checa, Dinamarca, Francia y el Reino Unido.¹⁷

El Cuadro 1 muestra las características y los costos de las aplicaciones más comunes de la energía renovable. Muchos de estos costos todavía son más elevados que los de las tecnologías energéticas convencionales (los costos típicos de generación eléctrica a nivel mayorista ronda los 4–8 centavos por kilovatio-hora (kWh) para la generación de base, pero pueden ser más elevados para la energía pico y aún mayores para los generadores diesel no conectados a la red eléctrica). La existencia de costos más elevados y otras barreras al mercado implica que la mayoría de las fuentes de energía renovables aún requieren el apoyo de políticas. No obstante, la competitividad económica no es estática. Los costos de muchas tecnologías vinculadas con las fuentes de energía renovables han disminuido en forma considerable gracias a mejoras tecnológicas y la madurez del mercado (si bien factores del mercado a corto plazo

* Si bien las diversas consideraciones con respecto a los biocombustibles exceden el alcance del presente informe, un número creciente de ellas tratan cuestiones ambientales y sociales vinculadas con los biocombustibles, como ser el uso del terreno y la deforestación, la utilización del agua, la energía neta, el equilibrio del carbono y el impacto en los mercados de alimentos, factores que pueden diferir en forma considerable en cada país. Al respecto, Ver Worldwatch (2006) y Kammen y otros (2007).

† Salvo indicación en contrario, todas las cifras que se expresan en dólares y centésimos que se indican en el presente informe se refieren a dólares estadounidenses.

han puesto freno a la disminución de costos; Ver el apartado Tendencias de la Industria, página 23). Al mismo tiempo, algunos costos de la tecnología convencional van disminuyendo (por ejemplo, con las mejoras en la tecnología de la turbina de gas), mientras que otros se incrementan debido al aumento de los costos del combustible y los

requisitos en materia ambiental, entre muchos factores. La competitividad de los costos en el futuro también se relaciona con la incertidumbre en torno a los precios de los combustibles fósiles y las políticas vinculadas con el carbón, que imperen en el futuro.¹⁸

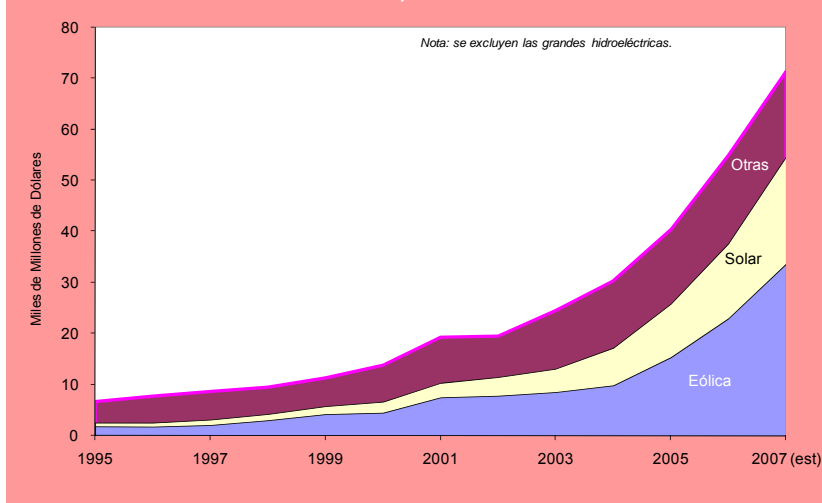
2. FLUJOS DE INVERSIÓN

En el 2007 se invirtieron aproximadamente US\$71 mil millones en potencia instalada renovable en todo el mundo, en comparación con el 2006 y el 2005, cuando la inversión fue de US\$55 mil millones y de US\$40 mil millones, respectivamente. (Ver Figura 11). Casi todo el incremento se debió a nuevas inversiones en FV solar y energía eólica. Considerando las participaciones por tecnología - que alcanzó los US\$71 mil millones de inversión anual - la energía eólica (47 por ciento) lideró la lista, seguida de la FV solar (30 por ciento), y calentamiento solar de agua (9 por ciento), luego con participaciones menores figuran las pequeñas hidroeléctricas, energía y calor de biomasa y energía y calor geotérmicos. La energía térmica solar concentrada recibió una inversión significativa en potencia instalada, US\$0,25 mil millones por primera vez desde 1990. Aproximadamente entre US\$15 y US\$20 mil millones por año continúan siendo invertidos en las grandes hidroeléctricas. Los países que más participación tuvieron en la inversión anual en energías renovables fueron Alemania, China, Estados Unidos, España, Japón e India.

La inversión en Alemania creció más de US\$14 mil millones en el 2007, mayormente en energía eólica y FV solar, mientras que la inversión en China fue de US\$12 mil millones, principalmente en pequeñas hidroeléctricas, calentamiento solar de agua y energía eólica. Estados Unidos ocupó el tercer lugar, con más de US\$10 mil millones.¹⁹

Además de la inversión en potencia instalada renovable, durante el 2006/2007 hubo significativas inversiones de capital en nuevas plantas de fabricación y equipos para FV solares y biocombustibles. Se estima que la inversión en plantas y equipos FV solares alcanzó US\$10 mil millones en el 2007, mientras que en el 2006 fue de US\$8 mil millones. La inversión en nueva capacidad de producción de biocombustibles en todo el mundo también ha crecido rápidamente, y se estima que alcanzó los US\$4 mil millones en el 2007. El valor de las plantas de producción de biocombustibles en

Figura 11. Inversión Anual en Potencia Instalada Nueva Renovable, 1995–2007



proceso de construcción y los planes anunciados de construcción superan los US\$4 mil millones en Estados Unidos, US\$44 mil millones en Brasil y US\$2 mil millones en Francia.²⁰

Considerando las inversiones en mayor potencia instalada renovable (excluyendo las hidroeléctricas grandes), los nuevos gastos en capacidad de fabricación y en investigación y desarrollo (estimados en más de US\$16 mil millones en el 2006 según fuentes públicas y privadas), no quedan dudas que más de US\$100 mil millones fueron invertidos en energía renovable en el 2007 –marcando un significativo hito global. (Otros análisis recientes de inversiones en energías renovables también han reflejado este hito; ver Nota al pie de página 21). Si bien gran parte de esta inversión se está llevando a cabo en Europa, China y Estados Unidos, los mercados emergentes están capturando también, crecientes porciones de la inversión en nueva potencia instalada, instalaciones fabriles e Investigación y Desarrollo, notablemente en Brasil e India.²¹

En la actualidad, las fuentes de financiamiento e inversión para energía renovable provienen de una diversidad de organismos públicos y privados. Las inversiones provenientes de fuentes privadas dirigidas tanto a capital de riesgo, como a destinos dominantes se está acelerando, no sólo para las tecnologías comprobadas, sino también para aquellas en desarrollo. En los últimos años, los inversores institucionales más grandes y los bancos

* Esta sección no trata los subsidios ni otras formas de apoyo gubernamental para energía renovable, ya sea directo (incluido en el presupuesto) o indirecto (tal como costos adicionales de tarifas feed-in (precios o premios garantizados)). No existen datos exhaustivos sobre subsidios o costos de tarifas feed-in. En el informe del 2005 se citó una cifra de US\$10 mil millones con el apoyo combinado de Europa y Estados Unidos, a pesar de que ha habido grandes incrementos en subsidios a los biocombustibles desde entonces. Koplów (2007) calcula que esa cifra alcanza aproximadamente los US\$20 o US\$30 mil millones en todo el mundo, dependiendo del alcance del término subsidio.

globales han estado realizando préstamos para energía renovable. Y cada vez más bancos están trabajando con el nivel minorista, tales como financieras en Ontario, Canadá, con el desarrollo de productos tales como las “hipotecas verdes” y préstamos especiales para energías renovables en hogares y pequeños negocios. La firma estadounidense Clean Edge expresó lo siguiente acerca de la inversión en energía limpia durante el 2007: “Hemos alcanzado el punto en que el crecimiento constante y rápido de la energía limpia ya es historia vieja. Cada año trae consigo niveles de éxito cada vez más altos. Este pareciera ser el futuro de la energía limpia: inversiones corporativas históricas y la ya nada extraña emergencia de nuevos jugadores – a veces quizás algo sorprendidos.”²²

La financiación de capitales de riesgo para energía renovable entró en auge durante el 2006/2007, especialmente para la energía FV solar y biocombustibles, superando los US\$3 mil millones en todo el mundo durante el 2006. Las sumas de capital de riesgo individuales en la actualidad superan el nivel de los US\$100 millones, ya sea en rondas de financiación única o distribuida en períodos extendidos de desarrollo tecnológico. Estados Unidos lidera la inversión en capitales de riesgo, con más del 60 por ciento de estos capitales del mundo invertido en energía limpia durante el 2006 y con US\$800 millones reportados solo para biocombustibles; una gran parte de esos fondos ha sido destinada al desarrollo y comercialización de tecnologías para la conversión de celulosa en etanol.²³

Los flujos de financiación multilateral, bilateral y otra financiación pública para energías renovables en los países en desarrollo (asistencia para el desarrollo en el exterior) han crecido significativamente durante el 2005-2007, superando los US\$600-US\$700 millones al año. Además de las inversiones en infraestructura, una parte significativa de estos fondos está destinada a promover la capacitación, el desarrollo de políticas, la facilitación de mercados, la asistencia técnica y otras necesidades no relacionadas con la inversión. Las tres fuentes más grandes de financiación han sido el banco de desarrollo de Alemania, el KfW Entwicklungsbank, el Grupo del Banco Mundial y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM). KfW destinó €210 millones (US\$300 millones) a energía renovable en países en desarrollo en el 2007, incluyendo tanto fondos del presupuesto público, como fondos de mercado separados.* El

“Fondo especial para energías renovables y eficiencia energética” del KfW, establecido en el 2005 para la provisión de créditos blandos como parte de la cooperación internacional para el desarrollo de Alemania, fue ampliado en el 2007, otorgando un total de €1.3 mil millones (US\$1.8 millones) por el período 2005-2011 (la financiación original era de €500 millones, o US\$700 millones, por el período 2005-2009).²⁴

El Grupo del Banco Mundial destinó US\$220 millones para nuevas energías renovables, y US\$690 millones para las grandes hidroeléctricas utilizando sus propios fondos durante el ejercicio fiscal del 2007. También destinó US\$130 millones adicionales junto con el FMAM. El Banco Mundial destinó en total aproximadamente US\$1,2 mil millones a las energías renovables (incluyendo la financiación de carbono), casi el doble del monto promedio de los dos ejercicios fiscales anteriores. Se espera que la financiación del Banco Mundial continúe en aumento durante el ejercicio fiscal 2009 de manera consistente con el compromiso asumido en el 2004 por el Banco en Bonn, Alemania, de incrementar el respaldo para las energías renovables y eficiencia energética en un 20 por ciento por año durante el período fiscal 2005-2009. (De hecho, a mediados del 2007 - fines del ejercicio fiscal 2007 - ya se había alcanzado en su totalidad el objetivo cuantitativo acumulado hasta el 2009). La financiación conjunta del sector privado también se expandió significativamente a través de la Corporación Financiera Internacional del Banco Mundial. El FMAM ha asignado US\$100 millones por cada año calendario en los últimos años para la financiación conjunta de proyectos de energía renovable implementados por el Banco Mundial, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y varios otros organismos. Muchas veces la financiación conjunta, ya sea indirecta o relacionada con el sector privado, es mayor que la financiación directa de dichas agencias ya que muchos proyectos catalizan la inversión privada. Los gobiernos de países receptores también contribuyen con la financiación conjunta.²⁵

Otras fuentes de financiación pública incluyen organismos de asistencia bilateral, organismos de las Naciones Unidas y aportes de gobiernos de países receptores a los proyectos de asistencia al desarrollo. Muchos organismos y gobiernos están ofreciendo asistencia para energías renovables en el rango (generalmente) de los US\$5 a US\$25

* Todos los montos que se expresan en euros en este informe han sido convertidos a Dólares estadounidenses a una tasa de cambio de \$1,40.

millones por año, incluyendo el Banco de Desarrollo de Asia (ADB), el Banco Europeo para la Reconstrucción y el Desarrollo (EBRD), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), PNUD, PNUMA, la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI), Dinamarca (Danida), Francia (Ademe y FFEM), Alemania (GTZ), Italia, Japón (JBIC), y Suecia (Sida). Entre otros de los donantes que aportan asistencia técnica y financiera anualmente se encuentran la Organización de Alimentos y Agricultura de las Naciones Unidas (FAO), Australia (AusAid), Canadá (CIDA), los Países Bajos (Novem), Suiza (SDC), y el Reino Unido (DFID). Algunos de estos donantes están estableciendo fondos de inversión y líneas de crédito que combinan financiación privada adicional para fines específicos.²⁶

La financiación para energía renovable en países en desarrollo ha crecido con la participación de muchos bancos locales públicos y privados, fondos gubernamentales, y prestamistas de micro

créditos rurales. La Agencia para el Desarrollo de Energía Renovable (IREDA) de Japón es un buen ejemplo de una fuente pública nacional de fondos. El programa PROINFA de Brasil, que comenzó en el 2002, vio la concreción de significativas inversiones durante el 2006 y 2007, principalmente de los bancos del país. En el Caribe y Latinoamérica, nuevos proyectos eólicos, como por ejemplo en Jamaica y Costa Rica, están recibiendo financiación privada. Tailandia también ha estado financiando a productores pequeños de energía con fondos públicos, con más de 1500 MW de potencia renovable instalada a mediados del 2006, mayormente en proyectos de biomasa y biogas (potencia instalada promedio de aproximadamente 20 MW). En los últimos años se pueden citar muchos ejemplos de micro créditos rurales en Asia y África, con conocidas iniciativas, tanto públicas como privadas, en India, Sri Lanka, Bangladesh, Uganda y en otros lados.²⁷

3. TENDENCIAS DE LA INDUSTRIA

Durante los años 2006 y 2007 los inversores de todo el mundo volcaron su atención a la industria de energía renovable. Esta atención se tradujo en valuaciones de acciones más altas y una expansión más agresiva de la industria. A mediados del 2007, por lo menos 140 compañías de energía renovable que cotizan en bolsas de todo el mundo (o de divisiones de energía renovable de compañías principales) habían alcanzado – cada una - una capitalización de mercado superior a los US\$40 millones. El número de firmas en esta categoría aumentó significativamente de las aproximadamente 85 compañías que existían a mediados del 2006. Hacia mediados del 2007, la capitalización total del mercado estimada de estas firmas y divisiones era de más de US\$100 mil millones. Muchísimas empresas se vieron atraídas por la idea de cotizar en bolsa y/o de alcanzar el nivel de capitalización de US\$40 millones como oferta pública inicial (IPO, por sus siglas en inglés), y la actividad de inversiones continuó agresivamente durante el 2007.²⁸

Un gran número de compañías de energía renovable alcanzaron ofertas públicas iniciales de alto perfil, generando una capitalización de casi mil millones de dólares o más durante el 2006/2007. Entre estas firmas se encontraban las compañías fotovoltaicas (FV) solares First Solar (Estados Unidos), Trina Solar (Estados Unidos), Centrosolar (Alemania) y Renesola (Reino Unido), la compañía eólica Iberdrola (España), y los productores estadounidenses de biocombustibles VeraSun Energy, Aventine y Pacific Ethanol. La exuberancia parecía mantenerse al menos en algunos casos, como por ejemplo, la capitalización actual de Pacific Ethanol de US\$600 millones siguió una pérdida neta de US\$10 millones en el 2005. First Solar fue la oferta pública inicial más alta, con un valor de mercado que superó los US\$4 mil millones en el 2007. Varias compañías fotovoltaicas chinas también empezaron a cotizar en bolsa en el 2006 y a principios del 2007. De hecho, algunos analistas consideraron el 2006 como el “año de las ofertas públicas iniciales en energía solar”, a medida que las compañías solares continuaron representando la parte más grande de las firmas existentes y otras que se sumaron a las 140 principales que habían sido identificadas. En términos generales, el crecimiento de la industria a fines del 2006 y principios del 2007 fue mayor en términos de

tecnologías y compañías en relación con las pocas ofertas “exitosas” que dominaron el 2005 y los comienzos del 2006 (algunas de las cuales llevaron a una capitalización de más de US\$5 mil millones).²⁹

En total, las compañías de energía limpia llegaron a alcanzar aproximadamente US\$10 mil millones en el 2006 a través de los mercados de acciones, casi duplicando el monto del 2005. Más de la mitad del total del 2006 fue alcanzado en los mercados europeos, con Estados Unidos ocupando el segundo lugar, alcanzando aproximadamente US\$3 mil millones. Londres ocupó el lugar central, a medida que el Mercado de Inversión Alternativa (AIM, por sus siglas en inglés) de la ciudad albergaba 17 ofertas públicas iniciales y 14 ofertas secundarias de energía limpia y compañías relacionadas con el carbono, alcanzando más de US\$1,6 millones en nuevos fondos. A comienzos del 2007, había aproximadamente 50 compañías de energía limpia cotizando en el AIM. La mayoría de estas compañías eran relativamente pequeñas, pero combinadas alcanzaron una capitalización de mercado de casi US\$8 mil millones. Durante el 2007, los fondos alcanzados a través de la bolsa de valores se duplicaron, hasta alcanzar aproximadamente US\$17 mil millones.³⁰

El período 2006/2007 se caracterizó por la aceleración de las inversiones en plantas de fabricación de turbinas eólicas, componentes de turbinas eólicas, paneles fotovoltaicos solares convencionales, paneles fotovoltaicos solares de lámina delgada y componentes para concentradores solares térmicos. Además se verificó la continuidad de una rápida inversión en plantas convencionales de producción de biocombustibles en algunos países y el comienzo de la inversión comercial en plantas avanzadas de biocombustibles (de segunda generación) en Canadá, Alemania, Japón, los Países Bajos, Suecia y Estados Unidos.³¹

La compañía eólica más importante del mundo era Vestas (Dinamarca), seguida por Gamesa (España), GE (EE.UU.), Enercon (Alemania), Suzlon (India), Siemens, Nordex, y Repower (Alemania), Acciona (España), y Goldwind (China). Virtualmente todos los proveedores de turbinas eólicas incrementaron su capacidad de producción durante el 2006/2007. Y un gran número de proveedores locales se están concentrando actualmente en componentes claves tales como

cajas de cambio, cuchillas, cojinetes, torres y piezas fundidas. No obstante, la industria continuó experimentando dificultades en la cadena de suministro debido al gran crecimiento de la demanda, poniendo una presión sin precedentes en los fabricantes de componentes. Dos consecuencias de ello fueron el incremento en los tiempos de entrega de turbinas (algunos alcanzaron hasta dos años) y precios de turbinas más altos. Además, el incremento de precios en las materias primas para el acero, cobre, y fibra de carbono contribuyeron consecuentemente al respectivo incremento de precios. Adicionalmente, los aumentos en los tamaños de las turbinas, ahora de 2MW y mayores aún, junto a la presión generalmente en la industria global de herramientas de maquinarias, significó que los proveedores de componentes sufrieran una gran presión para producir las nuevas partes que requerían los nuevos y mayores tamaños en cantidades suficientes.³²

La industria de energía eólica verificó un incremento en las instalaciones de fabricación eólica en Estado Unidos, India y China, ampliando la base de fabricación de Europa con el crecimiento de cadenas de suministro más localizadas. Durante muchos años, India ha estado exportando componentes y turbinas, pareciera que el 2006/2007 marcó el punto de partida para China también, con el anuncio de acuerdos para la exportación de turbinas y componentes. En este país, los dos fabricantes locales principales eran Goldwind y Sinovel Wind, con el 33 por ciento y el 6 por ciento del mercado chino, respectivamente, en el 2006. En el 2007, más de 40 firmas chinas aspiraban a la fabricación a escala comercial de turbinas eólicas, muchas de ellas se dedicaban al desarrollo y testeo de prototipos, mientras que algunas comenzaban a producir turbinas comerciales durante el 2006/2007. Se espera una expansión persistente de esta producción todo el mundo, especialmente en los mercados emergentes. A principios del 2007, el Consejo Global de Energía Eólica hizo la siguiente observación: “los expertos predicen que se vislumbra el final del camino para este auge”.³³

En el 2006, la industria fotovoltaica solar produjo 2,5 GW, un incremento del 40 por ciento en comparación con el 2005, cuando representaba 1,8 GW. En el 2007 se esperaba alcanzar una producción de 3,5–3,8 GW. En el 2006, los cinco productores principales del mundo eran Sharp (Japón), Q-cells (Alemania), Kyocera (Japón), Suntech (China) y Sanyo (Japón). En conjunto, estos cinco productores representaban casi la mitad

de la producción global. La compañía estadounidense que ocupó el lugar más alto fue First Solar, alcanzando el puesto decimotercero en todo el mundo. La inversión en nuevas instalaciones de fabricación de paneles fotovoltaicos solares fue muy fuerte en Europa, Japón, China, China Taipei y Estados Unidos, donde se reportaron muchos emprendimientos. Notablemente, en el 2006 la producción China (370 MW) superó significativamente la de Estados Unidos (200 MW) por primera vez. China Taipei también alcanzó rápidamente a Estados Unidos, con una producción de 180 MW en el 2006, duplicando el nivel del 2005. Una serie de compañías ha anunciado su intención de incrementar la fabricación con mega plantas que generen una producción de 1000 MW.³⁴

La industria fotovoltaica solar también vio un incremento acelerado en las instalaciones de producción de silicón en todo el mundo, en respuesta a la escasez de esta materia prima industrial. Los fabricantes de paneles fotovoltaicos solares firmaron contratos a largo plazo para garantizar el creciente suministro y los fabricantes de siliconas, en consistencia, están anunciando planes de construcción de nuevas plantas. A fines del 2007, más de 70 fábricas de silicón estaban en construcción o en etapa de planificación.

Los paneles fotovoltaicos de lámina delgada representaron una pequeña participación de producción fotovoltaica solar, aproximadamente el 6-8 por ciento en el 2006. Sin embargo, la lámina delgada ganó aceptación como tecnología “dominante” durante el 2006/2007, en parte debido a la madurez alcanzada en la fabricación y costos más bajos de producción y en parte debido a su ventaja en términos de materia prima industrial de silicón – requiere sólo un centésimo de la silicón empleada en células convencionales. Además de Estados Unidos y Europa, por lo menos una docena de fabricantes en China, China Taipei, India, Japón y Sudáfrica están proyectando la expansión de la producción de láminas delgadas en un futuro cercano. A fines del 2007, Sharp de Japón anunció sus planes para completar una nueva planta de producción de lámina delgada de 1 GW para el 2010, elevando su capacidad total para esta producción a 1,2 GW. A fines del 2007, el Banco Sarasin reportó que “en los meses recientes se ha producido un gran incremento en las actividades nuevas y existentes en este campo. En la actualidad hay más de 80 compañías activas en la tecnología de lámina delgada.”³⁵

Durante el 2006/2007, la industria de biocombustibles abrió muchas nuevas plantas y

continuó con sus planes agresivos de expansión en una serie de países. En toda Europa apareció nueva capacidad de biodiesel, incluyendo Bélgica, la República Checa, Francia, Alemania, Italia, Polonia, Portugal, España, Suecia y el Reino Unido, con incorporaciones también proyectadas en los Países Bajos. La capacidad total de producción de biodiesel en Europa aumentó a casi 7 mil millones de litros por año a fines del 2006, de 4,5 mil millones de litros por año en el 2005. Entre los países en desarrollo, Argentina contó con ocho firmas con 0,7 mil millones de capacidad de producción de litros en el 2007 y tiene proyectado duplicar esa capacidad para el 2008. Argentina también se ha convertido en uno de los principales exportadores de biodiesel, con envíos de casi 400 millones de litros en el 2007. Brasil, por su lado, vio un gran incremento en la inversión del 2007 para satisfacer el requisito de mezcla de B2 (2 por ciento) a comienzos del 2008 (ver sección Panorama Político, página 27). En Sudáfrica, la primera planta comercial de biodiesel comenzó sus operaciones en el 2007, utilizando aceite de girasol como materia prima. Y se han anunciado muchos planes de construcción de nuevas plantas de biodiesel. Además, en el 2006/2007 varios países anunciaron más plantaciones de palma y jatrofa, incluyendo Brasil, Bulgaria, India, Indonesia, Malasia, las Filipinas y Singapur (a pesar que en algunas regiones, la expansión de plantaciones de palma para los mercados de biodiesel estaba presentando preocupaciones de tipo ambiental y social).³⁶

En la industria del etanol, Estados Unidos fue el país dominante, con 130 plantas en operación y una capacidad de producción de 26 mil millones de litros por año en el 2007, un incremento del 60 por ciento en comparación con el 2005. Otras 84 plantas se encontraban en construcción o en expansión, y una vez completadas casi duplicarán la capacidad de producción. Brasil continuó con sus planes de expansión de etanol, iniciados en el 2005, con el fin de más que duplicar la producción agregando 22 mil millones de litros por año de nuevas plantaciones de azúcar y capacidad de producción de etanol para el 2012. La inversión total requerida en Brasil durante el 2006-2012 podría superar los US\$15 mil millones. Gran parte de la expansión de plantas de etanol y de plantaciones de caña de azúcar se está llevando a cabo con financiamiento público a nivel nacional, pese a que una creciente porción proviene de inversores extranjeros. A fines del 2006, España tenía 16 plantas de biocombustibles en operación,

aunque la mayor parte de la producción se exportaba.³⁷

Durante el 2006/2007, el comienzo de una seria inversión comercial en biocombustibles de segunda generación marcó otro hito. Gran parte de esta inversión estaba yendo más allá de plantas de escala piloto. El respaldo gubernamental, junto con la inversión privada, constituyeron un factor muy importante. Canadá creó un fondo de CAD \$500 millones (US\$500 millones) para invertir en compañías privadas dedicadas al desarrollo de instalaciones de gran escala para la producción de etanol y biodiesel de celulosa. En el 2006, Japón asignó 15 mil millones de yenes (US\$130 millones) para investigación y desarrollo, proyectos pilotos y respaldo de mercado. A comienzos de 2007, Estados Unidos anunció que invertiría hasta US\$390 millones en seis plantas de producción de etanol con celulosa en los próximos cuatro años, con una capacidad total de 500 millones de litros por año. La primera planta comercial del mundo de etanol a partir de la madera, comenzó sus operaciones en Japón en el 2007, con una capacidad de 1,4 millones de litros por año. En Estados Unidos, se espera que la primera planta de etanol a partir de la madera sea finalizada en el 2008, con una producción inicial de 75 millones de litros por año. En Iowa, una planta valuada en US\$200 millones ha sido diseñada para digerir fibra de maíz y rastrojos (tallos y hojas); su construcción comenzó en el 2007 y se espera que sea completada en el 2009. En Europa, una firma holandesa había comenzado la construcción de una planta valuada en US\$200 millones que produciría 200 millones de litros por año en base a paja de trigo y otros residuos a fines del 2008. También comenzaron a participar grandes inversores institucionales, como es el caso de Goldman Sachs con US\$30 millones de inversión en Iogen Corporation de Canadá.³⁸

La industria de plantas de concentradores térmicos solares (CSP, por sus siglas en inglés), terminó la primera ronda de construcción durante el 2006/2007, un resurgimiento después de más de 15 años de inactividad comercial. Varios jugadores de la industria estaban planificando nuevos proyectos, incluyendo Abengoa Solar, Acciona e Iberdrola (España), Solar Millennium (Alemania) y Stirling Energy Systems (EE.UU.). Solar Millennium firmó un acuerdo con dos socios chinos para el desarrollo de 200 MW en Inner Mongolia para el 2012, como parte de un marco comercial más amplio de 1000 MW de CSP en China para el 2020. Las actividades de fabricación de la industria de CSP también parecieron dar señales de mayor crecimiento

durante el 2007, por ejemplo, la firma estadounidense Ausra anunció una nueva planta en Nevada que comenzaría a producir 700 MW de componentes de energía térmica solar para mediados del 2008. Y Schott de Alemania también planea duplicar su capacidad de producción de colectores (receivers) en el 2008 con nuevas instalaciones en España y Estados Unidos.³⁹

Los ejemplos de compañías y las tendencias de la industria tratadas en esta sección son sólo ejemplos del gran número de nuevas historias acerca de energías renovables que ahora aparecen de manera cotidiana. Estas historias ilustran cómo

la industria de energía renovable continúa creciendo y evolucionando rápidamente. Más allá de las valuaciones de las compañías y de una creciente lista de proyectos y asociaciones anunciadas, una consecuencia importante fue el incremento en los puestos de trabajo en todo el mundo de los sectores de fabricación, operaciones y mantenimiento energético. El total de puestos de trabajo superó aproximadamente los 2,4 millones en el 2006, incluyendo aproximadamente 1,1 millones destinados a la producción de biocombustibles. Y las cifras crecen día tras día.⁴⁰

4. CONTEXTO POLÍTICO

Las políticas de promoción de energía renovable han existido en unos pocos países desde los 80s y tempranos 90's, pero la política de las denominadas renovables (léase "energías renovables") comenzó a emerger en muchos otros países, estados, provincias y ciudades durante el período 1998-2007, especialmente en los últimos cinco años. Muchas de estas políticas han influido substancialmente en el desarrollo del mercado presentado en las secciones previas. Este apartado cubre en primer lugar los targets (objetivos cuantitativos de participación porcentual) para las energías renovables, y luego examina las políticas de promoción de generación eléctrica renovable, calentamiento solar de agua, y biocombustibles. También discute la compra de electricidad verde – green power – así como la certificación y políticas a nivel municipal o local.⁴¹

Está fuera del alcance del presente reporte análisis los impactos de las políticas y las lecciones aprendidas. Sin embargo la literatura sobre política refleja claramente que las políticas han tenido un impacto sustantivo en la velocidad y alcance del desarrollo de la energía renovable, pese a que una mirada de problemas vinculados al diseño e implementación. La Agencia Internacional de Energía observó en el 2004, es su libro fundamental *El Mercado de la Energía Renovable y las Tendencias de Política en los Países AIE*, que el crecimiento significativo del mercado siempre se ha originado en combinaciones de política, antes que en una única política, que la longevidad y predictibilidad del apoyo político es importante, que tanto la autoridad local y estatal/provincial como la participación son importantes, y que los mecanismos individuales de política están evolucionando, al ganarse experiencia en los países.⁴²

Objetivos Cuantitativos de Política para Energía Renovable

Existen targets u objetivos cuantitativos de política para la energía renovable en al menos 66

Nota de recuadro 1. Participación de energías renovables (primaria vs. primaria equivalente vs. final)

Hay tres maneras diferentes de calcular la participación de energía renovable en el suministro de energía global. Las tres son válidas, sin embargo, las diferencias entre ellas a veces causan confusión y distorsionan las percepciones acerca de los aportes relativos de las distintas fuentes de energía.

El método más común empleado en la mayoría de los informes estadísticos y objetivos cuantitativos (targets) de políticas, es la participación de la energía primaria, de acuerdo con el método de la Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés). El método de la IEA considera el combustible total consumido más el valor energético de la electricidad producida por energías renovables tales como la hidráulica y la eólica, lo cual permite obtener un registro literal y físico. Sin embargo, surge un problema debido a las grandes pérdidas de energía inherentes a todas las plantas de energía eléctrica. El método de la IEA cuenta el insumo de la planta de energía para combustibles fósiles (y biomasa y nuclear), pero cuenta el producto de la planta de energía para la energía eólica, solar e hidráulica. Este problema se hace visible cuando se considera que tanto la energía hidráulica como la nuclear produjeron en el 2006 aproximadamente la misma cantidad de electricidad útil en todo el mundo. Sin embargo, de acuerdo con el método de la IEA, la energía nuclear representa entre el 5 y 6 por ciento de la energía global primaria, mientras que la energía hidráulica representa un poco más del 2 por ciento.

Para resolver este problema, algunos especialistas definen la participación de energía primaria de acuerdo con el "método de sustitución" (denominado también el método BP – por British Petroleum). Para la electricidad renovable, este método cuenta la energía primaria equivalente de combustibles fósiles necesaria para generar esa electricidad renovable. BP utiliza este método en su Revisión Estadística anual de Energía Mundial. El método BP se utiliza también en otras compilados estadísticos globales de energía de renombre tales como la Estimación de Energía Mundial (World Energy Assessment) del Programa para el Desarrollo de las Naciones Unidas y ha sido utilizado por otros analistas desde hace por lo menos una década. Cuando se incluye a la energía hidráulica, solar o eólica, la participación de las energías renovables de acuerdo al método de BP es significativamente mayor que la participación obtenida a través del método de la IEA.

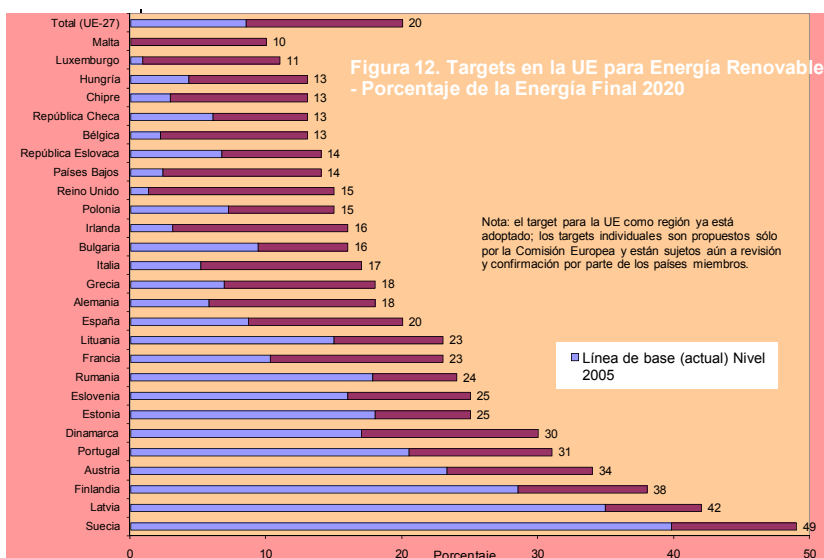
Para evitar ambigüedades inherentes al cálculo de la participación de energía primaria conforme a cualquiera de los dos métodos, está surgiendo un tercer método: contar la participación de la energía útil o final. (Energía final significa en el punto de consumo final, como electricidad, calor y combustibles directamente utilizados). Este método cuenta todas las formas de electricidad de igual modo, independientemente de su origen. La Comisión Europea (EC, por sus siglas en inglés) adoptó este método en el 2007, cuando estableció el objetivo de la Unión Europea del 20 por ciento de participación de energía renovable para el 2020. De esta manera, este tercer método podría ser denominado el "método de la EC". La Tabla R7, página 40, muestra las participaciones y objetivos existentes de acuerdo con el método de la EC y de la IEA. Para más detalles, favor de referirse a la nota al final de página⁴⁵.

países de todo el mundo. Para el 2007, por lo menos 64 países poseían un target nacional para la oferta de energía renovable, incluyendo los 27 países de la Unión Europea. (Ver Tablas R7-R9,

páginas 49-51.) Además, 29 estados de los EEUU (y el Distrito de Columbia) y 9 provincias canadienses poseen targets basados en estándares para cartera o portafolio de energías renovables o metas de política, aunque ni los Estados Unidos ni Canadá poseen un target nacional. La mayor parte de los targets por país son para porciones de la generación eléctrica, típicamente entre el 5 y el 30 por ciento, aunque llegan a cubrir desde el 2 ciento al 78 por ciento. Otros targets son para la participación dentro de la energía total primaria u oferta final de energía, capacidad instalada específica, o cantidad total de la producción de energía a partir de renovables, incluyendo calor. (Ver Apartado 1 para una explicación del target sobre energía final vs. energía primaria.) La mayor parte de los objetivos se establecen para el período 2010-2012, aunque un número creciente apunta ahora al 2020 y al 2025. En muchos países existen también targets para biocombustibles. (Ver sección Políticas de Biocombustibles, página 34.)^{43, 44, 45}

A principios del 2007 la Comisión Europea adoptó nuevos objetivos obligatorios para el 2020, incluyendo 20 por ciento de la energía final y 10 por ciento del combustible del transporte. (Ver Figura 12) Estos nuevos objetivos extienden los targets ya existentes del 21 por ciento para la electricidad y del 12 por ciento para la energía primaria, para el 2010. El target del 20 por ciento de energía final puede implicar un 34 por ciento de la electricidad provista por renovables hacia el 2020, de acuerdo con la Comisión Europea. De modo similar a los targets existentes para la electricidad, los países individuales deberán acordar y adoptar sus propios objetivos para alcanzar el 20 por ciento comprometido a nivel UE. (Ver Tabla R7, página 49.) Algunos países ya han implementado medidas individuales para la penetración de energías renovables: por ejemplo, los Países Bajos habían adoptado un objetivo del 20 por ciento de participación en la energía final para el 2020. Alemania planea incrementar la participación de las energías renovables en la electricidad hasta el 25-30 por ciento para el 2020 y continuar luego aumentando tal porcentaje, según algunas propuestas hasta un 45 por ciento hacia el 2030.⁴⁶

Entre los 64 países con targets nacionales, se encuentran 22 naciones en vías de desarrollo: Argelia, Argentina, Brasil, China, República Dominicana, Egipto, India, Indonesia, Irán, Jordania, Malasia, Mali, Marruecos, Nigeria,



Pakistán, Filipinas, Senegal, Sud África, Siria, Tailandia, Túnez y Uganda. Entre los países en desarrollo, China recibió considerable atención al confirmar objetivos dentro de su nuevo plan de desarrollo a largo plazo de energías renovables, publicado en septiembre de 2007. El target de China es 15 por ciento de energía primaria para el 2020, existiendo objetivos individuales por tecnología, incluyendo 300 GW de hidro, 30 GW eólicos, 30 GW de biomasa y 1.8 GW de solar FV. Alcanzar estos targets, implicaría casi triplicar la capacidad instalada renovable del país para el 2020.⁴⁷

Además de China varios otros países en desarrollo adoptaron o actualizaron sus targets durante 2006/2007. Argentina estableció un objetivo del 8 por ciento de la generación de electricidad a partir de energías renovables para el 2016 (excluyendo grandes hidroeléctricas). Egipto actualizó sus targets al 20 por ciento de participación de las energías renovables en la electricidad para el 2020 – el objetivo previa era del 14 por ciento (que incluía 7 por ciento de hidroelectricidad). Este nuevo target contiene más del 12 por ciento para la energía eólica, que se espera alcance los 8 GW hacia el 2020. El gobierno provincial de Western Cape en Sud África estableció un target del 15 por ciento de la electricidad para el 2014. Marruecos se encontraba finalizando una nueva ley de energía renovable que fijaría un objetivo de penetración del 10 por ciento para la energía primaria y del 20 por ciento para la electricidad para el 2012, implicando 1 GW de nueva capacidad de energías renovables. Por último, Uganda implemento un amplio y completo conjunto de targets hasta el 2017 en el marco de la nueva estrategia para las energías renovables del año 2007. Otros países en desarrollo se encontraban trabajando también en targets

esperados para el futuro cercano, incluyendo una propuesta – Plataforma de Brasilia sobre Energías Renovables- de 21 países de América Latina y el Caribe para cubrir un 10 por ciento de la energía primaria a partir de renovables. México está considerando un objetivo del 8 por ciento para la electricidad en el 2012, excluyendo las grandes hidroeléctricas. India ha propuesto por su parte, metas de largo plazo para el 2032 en diversas categorías, incluyendo 15 por ciento de capacidad instalada eléctrica, 10 por ciento de biocombustibles y combustibles sintéticos en reemplazo del 10 por ciento del petróleo, así como impulsar el uso de calentamiento solar de agua, donde sea posible.⁴⁸

Políticas de Promoción en Generación Eléctrica

Por lo menos 60 países – 37 desarrollados y en transición y 23 naciones en desarrollo – poseen algún tipo de política para promover la generación eléctrica a partir de energías renovables. (Ver Tabla 2.) La política más común consiste en leyes de *feed-in* –cuota o precio garantizado por la producción de energía a partir de fuentes renovables – que han sido implementadas en muchos países y regiones en años recientes. Los Estados Unidos fueron el primer país que implementó una ley de este tipo, en 1978. Luego Dinamarca, Alemania, Grecia, India, Italia, España y Suiza adoptaron a su vez políticas de *feed-in* a principios de los años 90. Hacia el 2007 por lo menos 37 países y 9 estados/provincias habían adoptado estas políticas, más de la mitad de ellas implementadas desde el 2002. (Ver Tabla R10, página 52.) Las tarifas tipo *feed-in* han alentado claramente la innovación, el interés y la inversión en muchos países. Estas políticas han tenido mayor efecto sobre la energía eólica, pero también han influido positivamente en el desarrollo de la solar FV, biomasa y pequeñas hidroeléctricas.⁴⁹

El auge de las tarifas tipo *feed-in* continua en todo el mundo al implementar los países nuevas políticas de *feed-in* o revisar las existentes. Durante el 2006/2007 se produjeron muchos cambios e incorporaciones, particularmente en Europa. Por ejemplo Portugal modificó su tarifa de *feed-in*, contemplando diferencias en las tecnologías, impactos ambientales, e inflación. Austria enmendó su ley de electricidad originada en fuentes renovables, permitiendo un nuevo sistema de tarifas tipo *feed-in*. España modificó los premios o primas

de sus tarifas de *feed-in* (que se adicionan al precio básico de la electricidad) para desacoplar las primas de los precios de la electricidad evitando beneficios extraordinarios cuando tales precios suben significativamente. Alemania propuso modificaciones a su ley de *feed-in* “EEG”. En otras latitudes, Indonesia revisó sus tarifas de *feed-in* para abarcar plantas de hasta 10 MW de potencia, previamente el límite era 1 MW. Tailandia adoptó una nueva política de *feed-in* para energía eólica, solar, biomasa y micro-hidro. Ontario, Canadá implementó una tarifa de *feed-in* para un conjunto de tecnologías similares. A nivel nacional adoptó el equivalente a una prima de *feed-in* sobre las tarifas, otorgando 1 centavo de dólar Canadiense por kWh a prácticamente todos los tipos de proyectos de energía renovable construidos hasta el 2011, se espera cubrir así unos 4 GW de capacidad adicional.⁵⁰

Durante el 2006/2007 surgieron muchas nuevas tarifas tipo *feed-in* dirigidas específicamente a la solar FV. En Europa, Italia apunta a promover la instalación de 3000 MW de solar FV – casi un millón de hogares si se emplean para instalaciones residenciales - hacia el 2016, mediante nuevas tarifas de *feed-in*. La política italiana incorpora una previsión cada vez más frecuente: las tarifas son 5 centavos de euro/kWh (7 centavos de dólar/kWh) más altas para instalaciones arquitectónicamente integradas (building-integrated) en vez de instalaciones con techo superior ordinario. Francia ha reevaluado sus políticas de *feed-in* para solar FV, incrementando sus tarifas en 30 centavos de euro/kWh (42 centavos de dólar/kWh) para áreas metropolitanas, con un premio de 25 centavos de euro/kWh (35 centavos de dólar/kWh) para instalaciones del tipo edificio-integradas. La nueva ley de energía renovable griega, otorga 40-50 centavos de euro/kWh (55-70 centavos de dólar/kWh) dependiendo del tamaño del sistema y la localización. Las nuevas tarifas de Austria se ubican entre 32-49 centavos de euro/kWh (45-70 centavos de dólar/kWh) según el tamaño del sistema. Portugal paga ahora 31-45 centavos de euro/kWh dependiendo del tamaño del sistema. Fuera de Europa, Corea del Sur incorporó la solar FV dentro de la política vigente de *feed-in*, con una tarifa de 677 KEW /kWh (74 centavos de dólar/kWh). El estado de South Australia fijó una nueva tarifa tipo *feed-in* de 44 centavos de UD/kWh (40 centavos de dólar/kWh). Argentina implementó

Tabla 2. Políticas de Promoción de Energía Renovable

País / Política	tarifa o premios garantizados -feed in-	Objetivos cuantitativos/ cuotas para penetración de renovables – obligación RPS; renewables portfolio standard	Subsidios de capital o reintegros	Créditos a la Inversión o para pago de impuestos	Reducción de impuestos a las ventas, activos, o al valor agregado	Certificados negociables de energía renovable	Créditos impositivos o pagos por producción de energía	Medición neta (red-cliente –red) net metering	Préstamos, inversión pública, o financiamiento	Licitación pública competitiva
Países desarrollados y en transición										
Alemania	✓		✓	✓	✓				✓	
Australia		✓	✓			✓			✓	
Austria	✓		✓	✓					✓	
Bélgica		✓	✓		✓	✓		✓		
Canadá	(*)	(*)	✓	✓	✓			(*)	✓	(*)
Chipre	✓		✓							
Corea			✓	✓	✓				✓	
Croacia	✓			✓					✓	
Dinamarca	✓			✓	✓	✓			✓	✓
Eslovenia	✓								✓	✓
España			✓	✓					✓	
Estados Unidos	(*)	(*)	✓	✓	(*)	(*)	✓	(*)	(*)	(*)
Estonia	✓									
Finlandia			✓		✓	✓	✓			
Francia	✓		✓	✓	✓	✓			✓	✓
Grecia	✓		✓	✓	✓	✓			✓	
Hungría	✓				✓	✓			✓	
Irlanda	✓		✓	✓		✓				✓
Israel										
Italia		✓	✓	✓		✓		✓		
Japón	(*)	✓	✓			✓		✓	✓	✓
Latvia	✓								✓	✓
Lituania	✓		✓	✓					✓	
Luxemburgo	✓		✓	✓					✓	
Malta	✓				✓					
Noruega			✓	✓		✓				✓
Nueva Zelanda			✓						✓	
Países Bajos	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓
Polonia		✓	✓	✓	✓				✓	✓
Portugal	✓		✓	✓	✓					
Reino Unido		✓	✓	✓	✓	✓				
República Checa	✓		✓	✓	✓	✓		✓		
República Eslovaca	✓			✓					✓	
Rumania					✓					
Rusia			✓			✓				
Suecia		✓	✓	✓	✓	✓	✓			
Suiza	✓									
Países en desarrollo										
Argelia	✓			✓	✓	✓				
Argentina	✓		✓	(*)	✓		✓			
Brasil	✓								✓	✓
Camboya			✓							
Chile			✓							
China	✓		✓		✓				✓	✓
Costa Rica	✓									
Ecuador	✓			✓						
Filipinas			✓	✓	✓				✓	
Guatemala				✓	✓					
Honduras				✓	✓					
India	(*)	(*)	✓	✓	✓		✓		✓	✓
Indonesia	✓									
Marruecos				✓						
México				✓				✓		
Nicaragua	✓			✓	✓					
Panamá							✓			
Sri Lanka	✓									
Sud África										
Tailandia	✓		✓					✓	✓	
Túnez			✓	✓						
Turquía	✓		✓							
Uganda	✓								✓	

Nota: Los asteriscos (*) indican que algunos estados o provincias pertenecientes a los respectivos países, poseen políticas estatales o provinciales. Pero no existe la medida a nivel país. Sólo han sido incluidas las políticas implementadas, sin embargo para algunas políticas reflejadas, la regulación de implementación puede no estar desarrollada o vigente aún. Esto lleva a falta de implementación o impacto. Las políticas cuya discontinuación es conocida, han sido omitidas. Muchas políticas de *feed-in* son limitadas en alcance y tecnología. Algunas de las políticas indicadas pueden corresponder a otros mercados además de la generación eléctrica, por ejemplo los calentadores solares de agua y biocombustibles. Fuente: Todas las referencias disponibles sobre política, incluyendo la base de datos online del IEA, Global Renewable Energy Policies and Measures y contribuciones al presente reporte.

en el 2006 una política de *feed-in* que otorga el equivalente a 30 centavos de dólar/kWh para solar FV (junto con un premio de 0.5 centavos/kWh para la energía eólica). India por su parte anunció un premio por el equivalente a 30 centavos de dólar/kWh para solar FV (y de 25 centavos de dólar/kWh para energía solar térmica).⁵¹

Muchos otros países y estados/provincias continúan debatiendo y formulando políticas de *feed-in* para el futuro. Entre las jurisdicciones que consideran su incorporación se encuentran Bulgaria, el estado de West Bengal en India, la provincia de Columbia Británica de Canadá, y los estados de California y Michigan de EEUU. Los Países Bajos luego de la expiración en el 2006 de una forma de tarifa tipo *feed-in*, que recurría a premios para la producción de electricidad, comenzó a formular un nuevo sistema basado en premios, que se espera terminar en el 2008. En general los puntos comunes de debate en los esfuerzos tanto nuevos como revisionistas, incluyen: niveles y reducciones graduales de tarifas; períodos de apoyo o vigencia; la carga de los costos compartidos por los diferentes segmentos de consumidores; límites de capacidad máximos y mínimos, límites basados en el tipo de propiedad y tratamiento diferencial según sub clase de tecnología.⁵²

Las políticas de estándares de cartera de energías renovables (RPS: Renewable portfolio Standard), también llamados obligación de renovables o política de cuotas, están presentes a nivel estados/provincias en los Estados Unidos, Canadá e India, y a nivel país en siete naciones – Australia, China, Italia, Japón, Polonia, Suecia y el Reino Unido. (Ver Tabla R11, página 52.) Globalmente, 44 estados, provincias o países poseían políticas de RPS en el 2007. La mayor parte de éstas políticas requieren una participación de las fuentes renovables en la generación total de electricidad, del orden del 5-20 por ciento, usualmente para el 2010 o 2012, sin embargo políticas más recientes están extendiendo el target hasta el 2015, 2020, e inclusive 2025. La mayor parte de los targets de RPS implican cuantiosas inversiones futuras, aunque el medio específico (y su efectividad) para alcanzar las cuotas puede variar sustantivamente entre países o estados. En los Estados Unidos, cinco estados implementaron nuevas políticas de RPS durante 2006/2007 (Illinois, New Hampshire, Carolina del Norte, Oregon, y el Estado de Washington) llevando el número total de estados con políticas de RPS, dentro de los EEUU a 25 más el Distrito de Columbia (así como otros cuatro estados con metas

de Política). Adicionalmente, nueve estados del mismo país revisaron sus targets para RPS existentes, incluyendo California, que anticipó para el 2010 su target del 20 por ciento previsto originalmente para 2017. Canadá posee tres provincias con políticas de RPS y siete más con alguna forma de planificación de targets, India, por su parte posee al menos seis estados con políticas de RPS.⁵³

A nivel nación, China anunció a fines de 2007 mandatos para RPS, éstos integran su marco de política de apoyo a las energías renovables. La participación de las energías renovables exceptuando hidro, hacia el 2010 debería ser del 1 por ciento de la electricidad total generada. Aumentando al 3 por ciento hacia el 2020. Adicionalmente, todo generador eléctrico de China cuya capacidad o potencia instalada sea superior a los 5 GW, debe incrementar la participación de generación renovable no hidroeléctrica dentro de su propiedad, hasta el 3 por ciento para el 2010 y hasta el 8 por ciento al 2020. También en el 2007, Japón revisó su política de RPS al 1.63 por ciento para el 2014 (previamente fijaba un 1.35 por ciento para el 2010), para una magnitud estimada en 16 terawatt-hora (TWh) hacia el 2014.⁵⁴

Existen otras múltiples formas de apoyo político a la generación eléctrica renovable, incluyendo subsidios o reintegros por inversión directa de capital, incentivos y créditos impositivos, exenciones al impuesto a las ventas y al valor agregado (IVA), pagos directos por producción o créditos impositivos (i.e., por kWh), mercado de certificados verdes, medición neta (red-usuario-red; net metering), e inversión o financiamiento pública directa. (Ver Tabla 2.) Algún tipo de subsidio o reintegro por inversión directa de capital es ofrecido en al menos 35 países. Rusia se sumó a esta categoría a fines de 2007 mediante una legislación que otorga subsidios a la inversión para interconexiones a la red de productores de electricidad basada en energía renovable, junto con certificados de energía renovable y otras medidas. Incentivos impositivos y créditos son también formas usuales de apoyo financiero. La mayor parte de los estados de los EEUU, algunas provincias de Argentina, y al menos 40 países contemplan una variedad de incentivos impositivos y créditos para energía renovable. Varios países, estados y provincias han establecido fondos especiales para energía renovable empleados para financiar directamente inversiones, brindar préstamos a bajo interés, o facilitar mercados por otras formas, por ejemplo mediante investigación, educación y estándares.

Otra política presente en un pequeño número de países y provincias en años pasados es la licitación pública competitiva por cantidades preestablecidas de capacidad instalada renovable. Un notable ejemplo actual es la política China de “concesión” de energía eólica, con cuatro vueltas o rounds de ofertas durante 2003-2006 y un quinto round comenzando a fines del 2007. Sumadas las potencias instaladas de los cinco rounds podrían alcanzar los 3.6 GW en total. Brasil ha conducido también este tipo de rondas de oferentes o licitaciones públicas para pequeña hidroeléctrica, eólica y energía de biomasa como parte de su programa PROINFA.⁵⁵

Dos importantes desarrollos de política para la promoción de electricidad a partir de energías renovables tuvieron lugar en los Estados Unidos a nivel federal durante 2006/2007. El primero fue la extensión del crédito por el impuesto a la producción (PTC) hasta fines del 2008, acompañado de discusiones legislativas adicionales respecto a exenciones a más largo plazo hasta el 2012-2013. Establecidas originalmente en el año 1994 en 1.5 centavos de dólar/kWh y ajustadas por inflación hasta 2 centavos de dólar /kWh al 2007, el crédito ha apoyado energía eólica y otras renovables, en combinación con políticas al nivel de los estados. El segundo desarrollo de política consiste en una ley nacional de libre acceso a las redes de transmisión, que permitió situar a la energía renovable en pie de igualdad respecto a la energía convencional, convirtiéndose en un emblema o marca registrada. Esta ley crea una nueva categoría de servicios de transmisión, llamada servicio en “condición firme”, que reconoce la naturaleza intermitente de algunos recursos renovables. Los cargos por des-balances, que reflejan diferencias existentes entre la energía prevista o programada y la real o actual, deben contemplar la limitada capacidad de predecir y controlar el flujo de energía producido en base a renovables. A nivel estatal han aparecido otras medidas en el segmento de transmisión; por ejemplo Colorado requiere que las compañías eléctricas identifiquen regiones ventosas que poseen restricciones en sus sistemas de transmisión y desarrollen planes para mejorar tal capacidad de transmisión; New Mexico estableció una Autoridad de la Transmisión de Energías Renovables, para mejorar el acceso al transporte; California por su parte adoptó nuevas reglas para precios de transmisión para impulsar las energías renovables.

Además de la tarifas tipo *feed-in*, las políticas de promoción solar FV vinculada a redes, instalada en

techos, están presentes ahora en varios países. Éstas políticas han sido responsables del rápido crecimiento del mercado en los últimos años. Los subsidios al Capital se están volviendo moneda corriente a nivel nacional, estatal, local, y de la compañía, alcanzando usualmente un 30-50 por ciento de los costos de instalación.

Aproximadamente la mitad de los estados de EEUU poseen este tipo de programas de subsidios (o políticas de crédito impositivo), ya sea a lo largo de todo el estado, o bien para empresas específicas. Los programas californianos de subsidios son los más antiguos, y su nueva “Iniciativa Solar” postula 3 GW de solar FV para el 2017 para hogares, escuelas, comercios, y granjas. Corea posee un programa similar y espera 300 MW para el 2011 mediante su programa de los 100000 techos, que inicialmente brindaba un 70 por ciento de subsidios al capital. Tanto los Estados Unidos como Suecia brindan un 30 por ciento de crédito impositivo para solar FV (aunque la política de EEUU fue fijada hasta el 2008). Francia provee un 50 por ciento de crédito sobre el impuesto a los ingresos. Australia brinda reintegros de hasta 8 dólares AU/watt (7 dólares/watt). El Reino Unido retomó en el 2007 un programa de subsidios que favorece las instalaciones solares FV en hogares, la micro eólica, y el calentamiento solar de agua. En Japón, más de 300 municipios continúan otorgando subsidios a la energía solar FV, aún luego de la expiración del subsidio nacional en el 2005. Nuevos programas para solar FV en techos han sido anunciados en muchos otros países.⁵⁶

La medición o facturación neta (net metering/billing) constituye también una importante política para permitir -mediante la instalación de paneles solares FV en techos (además de otras renovables) – que el exceso de energía sea vendido en la red. La llamada medición neta existe actualmente en al menos 10 países y 39 estados de EEUU. La mayor parte de esta facturación neta incluye sólo a pequeñas instalaciones, pero un número creciente de regulaciones permite incorporar escalas mayores. Por ejemplo Maryland aumentó su límite para la capacidad de medición neta de 200 kW a 2 MW, y New Mexico incrementó el límite de 10 kW a 80 MW. Además de los subsidios y la medición neta, algunas jurisdicciones están comenzando a incorporar mandatos para solar FV en ciertos tipos de construcciones nuevas, mediante códigos de construcción. Se destaca el código de construcción español, que obliga la instalación de paneles solares FV para ciertos tipos de construcciones nuevas y renovaciones (así

como calentamiento solar de agua; ver sección siguiente).

En los últimos años los países en Desarrollo han acelerado notablemente sus políticas de promoción de energía renovable, implementando, fortaleciendo, o considerando un amplio rango de políticas y programas (algunos de ellos trascienden el sector eléctrico). A continuación se presentan algunos ejemplos. En América Latina, México está considerando una nueva ley de energías renovables que facilitará el desarrollo eólico, establecerá metodologías para valorizar la electricidad a partir de fuentes renovables, y creará un fondo nacional para renovables. Argentina dispuso por ley en el 2006 la creación de un fondo nacional para energías renovables. Además cuatro provincias Argentinas (Santa Cruz, Buenos Aires, Santa Fe, y Chubut) también poseen sus propias leyes de promoción de energías renovables, implementadas en años anteriores, estableciendo extensiones impositivas al ingreso y a la propiedad y subsidios a la producción de electricidad. Ecuador implementó una tarifa tipo *feed-in* en el 2005 para energía eólica, solar FV y de biomasa, así como reducciones o exenciones de ciertos impuestos y contribuciones. En Asia, la India anunció en el 2006 una nueva política de tarifas, destinada a promover la generación renovable de electricidad, incluyendo cuotas, tarifas preferenciales, y lineamientos para precios de electricidad “no firme” (interrumpible). Las Filipinas consideraban un conjunto de posibles medidas, incluyendo tarifas *feed-in*, estándares de cartera, reducciones en los impuestos a las importaciones y al ingreso, medición neta, y un fondo nacional para energía renovable (éstas se suman a las políticas existentes de apoyo a las pequeñas hidroeléctricas y geotermia). En Indonesia se discutían incentivos tarifarios para proyectos pequeños de electricidad basada en fuentes renovables. Pakistán implementó una tarifa parcial de *feed-in* para desarrollar la energía eólica, condonando tributos a la importación de turbinas eólicas, y estaba considerando una ley de promoción de energía renovable de mayor amplitud. En cuanto a la región de África y Medio Oriente, Uganda aprobó una estrategia comprehensiva para la promoción de energía renovable hasta el año 2017 y estaba asignando además tarifas tipo *feed-in* en base a análisis individual de proyectos. Egipto estaba trabajando para desarrollar la energía eólica. Madagascar estableció un nuevo programa para hidroenergía. Irán desarrollaba una nueva ley de promoción y comenzó a permitir la incorporación de generadores independientes de electricidad. Turquía aprobó una nueva ley de promoción de

energía renovable en el 2005. Jordania por su parte propuso un proyecto de ley con disposiciones tales como, alquiler o concesión gratuita de tierras públicas para granjas eólicas, interconexiones de la red eléctrica pagadas por las compañías, crédito para el impuesto a la producción, extensiones de cargos aduaneros e impuestos al ingreso y un fondo para inversiones en energías renovables.

Calentamiento Solar de Agua

Las obligaciones o mandatos para calentamiento solar de agua en las nuevas construcciones, representan una tendencia sólida y creciente, tanto a nivel nacional como local. Israel fue por mucho tiempo el único país con un mandato a nivel nación, España lo siguió en el 2006 con un código nacional para la construcción, que requiere niveles mínimos de agua caliente solar (calentada directamente con energía solar) y paneles solares FV en las construcciones nuevas y renovaciones. El agua caliente solar debe cubrir 30-70 por ciento de las necesidades energéticas totales de agua caliente, dependiendo de la zona climática, el nivel de consumo y combustibles de reserva. Por lo menos otros cuatro países han adoptado mandatos para calentamiento solar de agua durante el 2007: India implementó nuevos códigos nacionales de conservación de la energía para edificios residenciales, hoteles y hospitales con sistemas centralizados de calentamiento de agua. Requiriendo que por lo menos un 20 por ciento de la capacidad de calentamiento sea de origen solar. Corea requiere que un mínimo del 5 por ciento de los costos de inversión sea en energías renovables, para nuevos edificios públicos con más de 3000 metros cuadrados. China publicó un plan para hacer próximamente obligatorio, a nivel país el calentamiento solar de agua en ciertos tipos de nuevas construcciones. La ley alemana de Calentamiento con Energías Renovables requerirá que todo edificio nuevo desde el 2009, obtenga por lo menos el 14 por ciento de la energía necesaria para calentar el hogar y el agua de fuentes renovables, entre ellas solar, biomasa y geotermia. Los edificios existentes en Alemania deberán ser reacondicionados para alcanzar un 10 por ciento de la energía para calentamiento de fuentes renovables. Como parte de la ley, Alemania asignó para el año 2008, €350 millones (US\$490 millones) para subsidios de capital para propietarios de viviendas.⁵⁷

Los gobiernos locales o municipios también han implementado obligaciones para calentamiento solar de agua. Más de 70 municipalidades de España establecieron ordenanzas previas al

mandato nacional. Barcelona fue la primera ciudad española en incorporar estas ordenanzas, implementada inicialmente en el 2000 y actualizada subsecuentemente en el 2006 para cubrir todas las nuevas construcciones y renovaciones. Barcelona requiere que el 60 por ciento de la energía empleada en calentamiento de agua provenga del aprovechamiento solar. Otros ejemplos municipales incluyen a las ciudades chinas de Rizaho, que exige calentamiento solar de agua en toda nueva construcción y Shenzhen, que obliga el aprovechamiento solar para calentar agua en nuevas construcciones residenciales con menos de 12 pisos de altura. En la India, la ciudad de Nagpur exige calentamiento solar de agua a nuevos edificios residenciales superiores a los 1500 metros cuadrados, con un 10 por ciento de extensión en el impuesto a la propiedad como incentivo adicional. Ciudad del Cabo en Sud África, presentó un decreto u ordenanza en el 2007, actualmente bajó revisión, requiriendo calentamiento solar de agua en las casas nuevas de las familias de ingresos medios y altos. San Pablo, la ciudad más grande de Brasil, exige por ley del 2007 calentamiento solar del agua en toda nueva construcción superior a los 800 metros cuadrados. Otras ciudades están trabajando en esta opción, Roma requeriría un 30-50 por ciento de energía solar para el calentar agua para nuevas construcciones.⁵⁸

China es el único de los países más grandes que posee metas a largo plazo para calentamiento solar de agua, con targets de 150 millones de metros cuadrados para el 2010 y 300 millones de metros cuadrados par el 2020 (comparado con los 100 millones de metros cuadrados para 2006). Alcanzar estos objetivos significaría aproximadamente que la cuarta parte de todos los hogares chinos recurran al calentamiento solar del agua hacia el 2020, junto con participaciones significativas de edificios comerciales y públicos. El diseño de los edificios y la construcción en muchas áreas urbanas de China incorporan ahora calentamiento solar de agua, mientras la población urbana del país sigue aumentando (alcanzando los 580 millones hacia el 2006).

Los subsidios de capital para calentamiento solar de agua son ahora política usual en muchos estados y países. Al menos 19 países y probablemente muchos más, brindan subsidios de capital, exenciones, o créditos impositivos a la inversión para equipamiento de calentamiento de agua y calefacción mediante aprovechamiento directo del sol. Entre ellos Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Chipre, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Japón, los Países

Bajos, Nueva Zelanda, Portugal, España, Suecia, el Reino Unido y los Estados Unidos. Estos subsidios representan usualmente un 20-40 por ciento de los costos del sistema. Los créditos impositivos a la inversión suelen permitir la deducción completa o parcial de impuestos, por ejemplo el 30 por ciento de crédito impositivo federal para calentamiento solar de agua en EEUU (válido hasta fines del 2007, cuya extensión está siendo considerada actualmente). Alemania introdujo recientemente nuevos incentivos para instalaciones a gran escala, con préstamos a bajo interés y 30 por ciento de subsidio al costo de capital para grandes sistemas mayores a los 40 metros cuadrados para calentamiento, enfriamiento, y calor para procesos industriales. Muchos estados de los EEUU y algunas provincias de Canadá también ofrecen subsidios al capital. El mayor programa de subsidios en los Estados Unidos fue implementado por California a fines del 2007, ofreciendo US\$250 millones en reintegros por 10 años, para un objetivo de 200000 sistemas residenciales y comerciales. La meta del programa es establecer un exitoso mercado a lo largo de todo el estado.

Recientemente la provincia de Ontario, Canadá implementó una programa de mejora y renovación de los hogares (incluyendo calentamiento solar de agua) proveyendo hasta 5000 dólares canadienses, disponiendo prestamos a tasa de interés nula para las familias, y estableciendo un objetivo de 100000 sistemas instalados de calentamiento solar de agua. Algunas compañías eléctricas ofrecen subsidios de capital con el objetivo de reducir la demanda eléctrica, por ejemplo la sud africana ESKOM incorporó en el 2007 el calentamiento solar de agua dentro de su programa de manejo de la demanda (DSM) y planea sumar 1 millón de nuevos sistemas para los próximos cinco años.

Existen también – o están siendo discutidas – otras políticas o propuestas para apoyar el calentamiento solar de agua. La ciudad brasilera de Betim está instalando calentadores solares de agua en todos los nuevos hogares construidos por el estado. Los certificados de energía renovable italianos (llamados “certificados blancos”) también se aplican al calentamiento solar de agua. La Comisión Europea estaba considerando políticas de promoción para el calentamiento a partir de fuentes renovables, incluyendo energía solar, lo que podría derivar en una nueva directiva (y luego un conjunto completo de directivas generales para la electricidad, el transporte, y el calentamiento). Varios países del norte de África y Medio Oriente continúan sus desarrollos de políticas para promocionar el calentamiento de agua, códigos de

construcción, y/o programas de promoción, entre ellos Túnez, Marruecos, Egipto, Jordania y Siria.

PROSOL de Túnez posee un programa de “transformación de mercado” que incluye tanto medidas del “lado de la demanda” como “del lado de la oferta”, como por ejemplo un 20-30 por ciento de subsidio al capital, apoyo para industriales y técnicos instaladores /implementadores y mejora de los estándares de calidad.

Políticas de Biocombustibles

Se han implementado obligaciones o mandatos para incorporar biocombustibles en los vehículos en al menos 36 estados/provincias y 17 países a nivel nacional. (Ver Tabla R12, página 53.) La mayor parte de los mandatos requieren mezclas de 19-15 por ciento de etanol con gasolinas o naftas o mezclas del 2-5 por ciento de biodiesel con diesel oil. Estas obligaciones son además bastante recientes, implementadas durante los últimos 2-3 años. India incorpora la obligación en al menos 13 estados/territorios, China en 9 provincias, los EEUU en 9 estados, Canadá en 3 provincias, Australia en 2 estados y al menos 9 países en desarrollo a las establecen a nivel nacional. Entre los mandatos más recientes se destacan el de Canadá - que dispone una participación del 5 por ciento del etanol (E5) para el 2010 y del 2 por ciento del biodiesel (E2) para el año 2012; el de Filipinas – B1 y E10 para el 2010; y Australia que estableció el primer mandato a nivel de estados para mezcla de etanol, en New South Wales en 2007. El Reino Unido posee una obligación efectiva a partir del 2008. Las provincias canadienses de Columbia Británica y Québec anunciaron la imposición de una obligación para la mezcla de etanol, pero aún no han especificado porcentajes. Muchas jurisdicciones están comenzando con los mandatos de biocombustibles en vehículos del gobierno, incluyendo varios estados de los EEUU.

Brasil ha sido el líder mundial en obligaciones de mezcla de biocombustibles por 30 años, bajo su programa “ProAlcool”. Las participaciones de la mezcla se ajustan ocasionalmente, pero se han mantenido en el rango del 20-25 por ciento. Se requiere que todas las estaciones de expendio vendan tanto gasohol (E25) como etanol puro (E100). La obligación de mezcla fue acompañada también por un conjunto de políticas de apoyo, incluyendo requerimientos para distribuidoras, subsidios a productores y facilidades impositivas para vehículos (tanto los flex-fuel como aquellos que emplean solo etanol puro).

Además del mandato de mezcla, durante 2006/2007 surgieron muchos nuevos objetivos y

planes para biocombustibles, definiendo así su futuro nivel de empleo. Un nuevo estándar para combustibles renovables de los EEUU, requiere que los distribuidores incrementen el volumen anual de biocombustibles mezclados a 36 mil millones de galones (136 mil millones de litros) para el 2022, extendiendo así el estándar previo de 7.5 mil millones de galones (28 mil millones de litros) para el 2012. El nuevo estándar implica que hacia el año 2022 el 20 por ciento de la gasolina para transporte carretero va a ser biocombustibles. El Reino Unido posee una obligación similar (Renewable Obligation) para combustible renovable, con un objetivo del 5 por ciento para el 2010. La nueva estrategia de Japón para la producción de etanol a largo plazo apunta a 6 mil millones de litros por año para el 2030, lo que representa un 5 por ciento de la energía consumida por el transporte. China impuso objetivos por el equivalente a 13 mil millones de litros de etanol y 2.3 mil millones de litros de biodiesel por año para el 2020. La nueva estrategia para biocombustibles de Sud África propone un 4.5 por ciento de biocombustibles. Portugal y Francia han adoptado un target del 10 por ciento de la energía del transporte para el año 2010 y 2015 respectivamente. Bélgica y Croacia adoptaron un target del 5.4 por ciento para el 2010. La Comisión Europea estableció un nuevo target para toda Europa del 10 por ciento de la energía consumida por el transporte hacia el año 2020, extendiendo de este modo el nivel previo del 5.75 por ciento.⁵⁹

Las exenciones al impuesto a los combustibles y los subsidios a la producción se han vuelto importantes políticas de promoción de biocombustibles. Estados Unidos posee los mayores subsidios a la producción, el gobierno federal brinda 51 centavos de crédito impositivo por galón (14 centavos por litro) para mezclas de etanol hasta el 2010, y 43 centavos por galón (12 centavos por litro) de crédito impositivo para biodiesel hasta el 2008. Varios estados del mismo país también ofrecen incentivos a la producción y reducciones o exenciones del impuesto a las ventas. Canadá también implementó recientemente subsidios a la producción de biocombustibles por 10 centavos de dólar canadiense por litro (10 centavos de dólar) para etanol y 20 centavos de dólar canadiense por litro para biodiesel. Los subsidios se aplican durante los tres primeros años y luego declinan, se espera que incrementen la producción de etanol hasta 2 mil millones de litros por año, y la de biodiesel hasta 600 millones de litros por año. Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia y Paraguay

también poseen incentivos impositivos para la producción.⁶⁰

Existen exenciones impositivas para los biocombustibles en al menos 10 países de la UE, incluyendo Bélgica, Francia, Grecia, Irlanda, Italia, Lituania, Eslovenia, España, Suecia y el Reino Unido. Alemania tenía una exención que caducó en el 2007. Irlanda anunció en el 2006 subsidios extras por €265 millones (US\$370 millones) concedidos como exención de impuestos para biocombustibles. Otros países OECD con exenciones al impuesto a los combustibles son Canadá (comenzando en 2008) y Australia. Exenciones al citado impuesto están presentes también en varios países en desarrollo, entre ellos Argentina, Bolivia, Colombia y Sud África. Las exoneraciones del impuesto a los combustibles suelen coincidir con otros tipos de beneficios impositivos para el comercio e inversión en biocombustibles.

Compra de Electricidad Verde o Limpia y Certificados por Electricidad generada a partir de fuentes renovables

Existen actualmente más de 4 millones de consumidores de electricidad verde (generada con fuentes renovables) en Europa, los Estados Unidos, Canadá, Australia y Japón. La compra de electricidad verde y los programas de fijación de precios verdes por parte de las distribuidoras o comercializadoras están en expansión, ayudados por una combinación de políticas de apoyo, iniciativas privadas, programas de las compañías prestatarias y compras del gobierno. Los tres vehículos principales para estas compras son: programas de precios verdes (ecológicos) de las firmas vendedoras de electricidad, competencia por las ventas al mercado minorista de terceros productores habilitados mediante liberalización o desregulación del mercado eléctrico (green marketing) y comercio voluntario de certificados de energía renovable.* Al expandirse los mercados, el sobre precio por electricidad verde, respecto a la convencional ha tendido generalmente a la baja.⁶¹

En Europa, la compra de electricidad verde y tarificación verde han existido en algunos países desde fines de los 90's. En la mayor parte de las naciones, la porción de mercado de la electricidad verde es aún pequeña, menos del 5 por ciento, aún en países con opción en la elección del proveedor de electricidad (mercado minorista liberalizado), tal es el caso de Finlandia, Alemania, Suecia, Suiza, y el Reino Unido. Los países bajos han sido los líderes en el número de consumidores de este tipo

de electricidad, debido en parte a fuertes impuestos sobre la electricidad originada en combustibles fósiles, combinados con exenciones de impuestos por electricidad verde, reforzados por campañas masivas en los medios. Durante 2006/2007 los consumidores de electricidad verde se estimaron en 2.3 millones, cerca del 30 por ciento de todos los hogares de los países bajos. Sin embargo, este número ha disminuido desde los más de 3 millones existentes en los primeros años, al caducar el impuesto al combustible fósil y la exención. Suecia también posee un importante mercado de electricidad verde, compuesto principalmente por compradores no residenciales. El mercado de electricidad verde alemán ha crecido constantemente desde 1998, con más de 750000 consumidores en el año 2006. En algunos países europeos, la etiqueta de electricidad verde ha sido introducida para reforzar la confianza del consumidor, por ejemplo el "ok-power" en Alemania y el "nature-made star" en Suiza. Hacia el 2005, el tamaño estimado del mercado europeo eléctrico verde era de 27 tera watt-hora (TWh), incluyendo 15 RWh en los Países Bajos, 7.5 TWh en Suecia, y 2TWh en Alemania.

Veintiún países europeos son miembros del Sistema Europeo de Energía Certificada (EECS), una estructura que permite la producción, transferencia, y ejecución de certificados voluntarios de energía renovable (RECs). El EECS ha comenzado también a brindar certificados de "garantía de origen" junto con los RECs, esto permite a los generadores de electricidad verde probar el origen renovable de la fuente productora de electricidad (según fue dispuesto por una Directiva de la UE del 2001 y una Orden Ejecutiva del 2004). Durante los primeros 10 meses del 2007 se emitieron 100 TWh de certificados, mientras que en todo el 2006 habían sido sólo 67 TWh. La hidroelectricidad domina crecientemente el comercio de certificados, con un 93 por ciento de los del 2007, comparado con un 81 por ciento del total del 2006. (Noruega, uno de los principales productores hidroeléctricos, generó el 60 por ciento de todos los certificados del 2007.) Excluyendo la hidroelectricidad, alrededor de 4 TWh fueron emitidos durante los primeros 10 meses de 2007, comparados con los 12 TWh de todo el 2006. Una porción creciente de los RECs incorporan la cláusula de garantía de origen, al irse registrando más países y emisores.

Los Estados Unidos poseen más de 600000 consumidores de electricidad verde comprando unos 12 TWh en el 2006, estimativamente, mucho

* Los certificados de energía renovables pueden cumplir - en algunos países - roles distintos al comercio voluntario: permitir que se cubra la cuota obligatoria.

más de los 8.5 TWh de 2005. Hoy en día los sobre costos por electricidad verde, para consumidores residenciales y pequeños usuarios comerciales rondan los 1-3 centavos/kWh, con algunos sobre precios de menos de 1 centavo/kWh. La compra de electricidad verde comenzó a fines de los 90's y el mercado ha crecido rápidamente en años recientes. Por lo menos 3 GW de capacidad instalada de energía renovable está respaldada por el mercado de energía verde. En la actualidad más de 700 compañías eléctricas a lo largo de los Estados Unidos ofrecen programas de tarificación eléctrica verde. La regulación de más de media docena de estados, requiere que las firmas prestatarias o proveedores de electricidad ofrezcan productos de electricidad verde a sus clientes. Muchas grandes empresas en los Estados Unidos, desde contratistas de aeroespaciales a compañías de comida naturista, están comprando voluntariamente productos de electricidad verde. El programa "Green Power Partnership" de la Agencia de Protección Ambiental de los EEUU, ha tenido más de 700 socios que compraban en forma colectiva 9 TWh de electricidad verde anual, hacia mediados de 2007. Un programa de certificación voluntaria "Green-e" ayudó a crear credibilidad en el mercado.

Otros países también han visto ganancias originadas en compras de electricidad verde. Australia tenía 650000 consumidores de electricidad verde comprando 400 gigawatt-hora (GWh) a una variedad de intermediarios minoristas a fines del 2007, su mercado se crece velozmente. Este país también desarrolló el comercio de certificados de energía renovable para facilitar la confianza y cumplimiento de su estándar de cartera o portafolio nacional. En Canadá, alrededor de una docena de organizaciones, incluyendo firmas distribuidoras y comercializadores independientes, ofrecen opciones de electricidad verde. Para fines del 2003, cerca de 20000 consumidores estaban comprando energía renovable mediante estos programas. En Sud África, una compañía ha comenzado a ofrecer electricidad verde a sus clientes minoristas, hasta ahora electricidad originada en bagazo de ingenios azucareros, pero la compañía planea expandirse incorporando energía eólica y otras fuentes cuando estén disponibles.

El sistema de Certificación de Electricidad Verde de Japón, vendió 58 GWh de certificados en el 2006, principalmente para clientes corporativos, municipales sin fines de lucro, con una pequeña porción vendida a clientes residenciales. La Compañía de Energía Natural de Japón es el primer vendedor de certificados, y posee entre sus clientes

más de 50 grandes firmas como Sony, Asahi, Toyota y Hitachi. Los sobre costos por energía verde se sitúan entre los 3-4 yenes/kWh (2.5-2.4 centavos de dólar/kWh). Otras iniciativas para electricidad verde en Japón están en desarrollo, como por ejemplo la Red para Compras de Energía Verde establecida por el gobierno de Tokio en el 2007 para reunir gobiernos locales o municipales de todo el Japón, dispuestos a promocionar la variante limpia de electricidad. Muchas compañías eléctricas ofrecen a sus clientes unirse a un Fondo de Electricidad Verde, que les permite contribuir voluntariamente apoyando las inversiones en electricidad verde (mediante donaciones mensuales); cerca de 35000 clientes se encontraban aportando a este fondo a mediados de 2007.

Políticas Municipales

Las ciudades alrededor del mundo continúan implementando políticas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y promocionar la energía renovable. (Ver Tabla 3, página siguiente.) Los motivos son múltiples, incluyendo protección climática, mejora en la calidad del aire y desarrollo local sustentable. Varias de las principales ciudades contrajeron nuevos compromisos durante el 2006/2007. Por ejemplo Londres anunció un objetivo de reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) del 20 por ciento para el 2010, respecto al nivel de 1990, y del 60 por ciento para el 2050. La ciudad de Nueva York anunció su "PlaNYC 2030", que incluye políticas de apoyo a instalaciones solares, un proyecto piloto para el primer edificio carbono-neutral de la ciudad e incrementos en la generación distribuida. Tokio por su parte propuso un ambicioso target del 20 por ciento para el consumo total de energía hacia el 2020, desde un nivel actual inferior al 3 por ciento. Este objetivo va a ser formalmente adoptado en el 2008 como parte del "Plan Básico Ambiental" de la ciudad de Tokio, que actualmente está analizando un importante número de nuevas políticas. Subsecuentemente adoptó un presupuesto de 50 mil millones de yenes (US\$450 millones) para alcanzar su objetivo paralelo de 25 por ciento de reducción de CO₂ respecto al nivel del 2000, para el año 2020, parte de éste será empleado para energías renovables. En conjunto con este objetivo, un consejo de compañías privadas y productores eléctricos formaron un "Comité para la Expansión de la Energía Solar" que se propone alcanzar un 1 GW de nueva capacidad de energía solar FV y de calentamiento solar de agua dentro de Tokio para el 2017.⁶²

Tabla 3. Ciudades Seleccionadas con Metas y/o Políticas para penetración de Energía Renovable

Ciudad / Política	Metas para penetración de energía renovable	Metas para reducción de CO ₂	Políticas para calentamiento solar de agua	Políticas para solar FV	Planeamiento urbano, pilotos y otras políticas
Adelaide, Australia	√	√			√
Austin (Texas), EEUU	√	√			√
Barcelona, España			√		
Berlin, Alemania		√	√	√	
Betim, Brasil		√	√		√
Chicago, EEUU	√				
Ciudad de México, México				√	√
Ciudad del Cabo, Sud África	√	√			√
Daegu, Corea	√	√			√
Estocolmo, Suecia	√	√			√
Freiburg, Alemania	√	√	√	√	√
Gwangju, Corea	√	√			√
La Haya, Países Bajos		√			
Leicester, RU	√				√
Londres, RU		√			
Malmö, Suecia		√			√
Melbourne, Australia	√	√			√
Mineapolis, EEUU	√				√
Nagpur, India		√	√	√	
Nueva York, EEUU		√		√	√
Oxford, RU	√	√	√	√	√
Portland, EEUU	√	√	√	√	√
Rizhao, China			√	√	
Salt Lake City, EEUU	√	√			√
San Pablo, Brasil			√		
Santa Monica, EEUU	√				√
Sapporo, Japón		√			√
Tokio, Japón	√		√	√	√
Toronto, Canadá		√			
Townsville, Australia			√	√	
Vancouver, Canadá		√			
Växjö, Suecia	√	√	√	√	√
Woking, RU	√	√	√	√	√

Fuente: Ver nota final 62.

Muchas otras ciudades del mundo también adoptaron nuevas políticas durante el 2006/2007. Por ejemplo, en Alemania, la ciudad de Freiburg incrementó su objetivo de reducción de CO₂ al 30 por ciento para el 2030, mediante acciones tales como co-generación y construcción de casas solares pasivas. En Canadá Vancouver estableció una meta para que toda construcción nueva en la ciudad sea carbón-neutra para el año 2030 y Toronto implementó un “Fondo de Energía Verde” de US\$20 millones para apoyar la inversión en energía renovable. En los Estados Unidos, la ciudad de Austin, Texas, adoptó una resolución de

protección climática convocando y pidiendo un estándar de cartera de energías renovables más severo, con un 30 por ciento de electricidad generada con fuentes renovables para el año 2020, con edificios públicos de la ciudad recibiendo el 100 por ciento de su energía de fuentes renovables para el 2012. La ciudad de Boulder, Colorado, aprobó el primer impuesto al carbón de los EEUU, que grava las compras de electricidad originada en combustibles fósiles, pero exime la producida con energías renovables (electricidad verde). Algunos gobiernos locales del Reino Unido ahora requieren

energía renovable en-sitio para toda nueva edificación superior a cierto umbral de tamaño.⁶³

Existe considerable diversidad en el tipo de targets que están siendo adoptados para la energía renovable. Muchas ciudades han incorporado objetivos futuros del 10-20 por ciento de participación en todo consumo eléctrico. Por ejemplo Adelaida; Australia; Ciudad del Cabo en Sud África; Freiberg en Alemania; Sacramento en los EEUU y Woking en el Reino Unido. El horizonte establecido por estos targets usualmente alcanza el 2010-2020. Algunos objetivos se fijan sobre una porción del consumo total de energía – no sólo de la electricidad - tal es el caso de Leicester, Reino Unido, con un objetivo del 20 por ciento para el 2020 y Taegu en Corea, con un target del 5 por ciento para el 2010. (A nivel país Corea adoptó en el 2006 el plan “Energy Vision 2030” para que los gobiernos locales alcancen un 9 por ciento de participación de la energía en ese año horizonte.) Otros tipos de targets locales se aplican sobre la capacidad instalada, como Oxford, Reino Unido y Ciudad del Cabo en Sud África, ambos disponen un 10 por ciento de calentamiento solar de agua en los hogares, para el 2010 (y solar FV también en Oxford). Barcelona, España posee un objetivo de 100000 metros cuadrados de calentamiento solar de agua para el 2010. La ciudad de Salt Lake en los Estados Unidos por su parte, estableció un target del 10 por ciento de la energía empleada por edificios nuevos. Melbourne, Australia dispuso un 25 por ciento de la electricidad residencial y un 50 por ciento del alumbrado público a partir de energías renovables para el año 2010.

Las ciudades han adoptado también metas de reducción para las emisiones de CO₂, generalmente un 10-20 por ciento sobre un nivel base (1990 es el más común) para el 2010-2020, consistente con los targets del Protocolo de Kyoto. Algunos ejemplos son Berlín y Freiburg, Alemania (25 por ciento); Gwangju, Corea (20 por ciento); Malmo, Suecia (25 por ciento); Melbourne, Australia (20 por ciento); Pórtland y Oregon, Estados Unidos (10 por ciento); Sapporo, Japón (10 por ciento); Vaxjo, Suecia (70 por ciento para el 2025 sólo en ciertas áreas) y Toronto y Vancouver, Canadá (30 por ciento para el 2020). La Haya, Países Bajos, planea que el consumo gubernamental del municipio sea CO₂ neutro (cero emisiones netas) para el 2006 y que ocurra lo mismo en toda la ciudad en el largo plazo. Adelaida, Australia, planea también emisiones netas nulas para el 2012 en edificios y para el 2020 en el transporte. Estocolmo, Suecia, propone reducir las emisiones por debajo de un determinado umbral per-cápita. Suele existir

un fuerte vínculo a nivel ciudad, entre las metas de reducción de emisiones de CO₂ y los programas y políticas que establecen targets para energía renovable. Por ejemplo Vaxjo, Suecia acaba de reducir sus emisiones en un 24 por ciento en áreas específicas respecto a los niveles del año 1993, mediante una combinación de biomasa para la calefacción de distritos y el transporte y electricidad solar y calor para edificios.⁶⁴

Varias ciudades han decidido comprar electricidad verde para edificios y operaciones del gobierno municipal. Entre ellas Pórtland, Oregon, y Santa Mónica, California en los Estados Unidos, compran el 100 por ciento de sus requerimientos de electricidad bajo la forma verde. Woking, Reino Unido, por su parte pretende un 100 por ciento para el 2011. Otras ciudades de EEUU están comprando electricidad verde, usualmente entre un 10-20 por ciento de sus necesidades municipales, entre ellas Chicago, Los Ángeles, Minneapolis y San Diego. Melbourne, Australia ha establecido un target de emisiones de carbón netas nulas para las operaciones municipales para el 2020 con energías renovables y otras medidas. Además de electricidad verde, algunas ciudades requieren biocombustibles en el transporte público y/o vehículos municipales, entre ellas Betim en Brasil y Estocolmo en Suecia.

La energía renovable está siendo incorporada por el planeamiento urbano, en muchas ciudades de todo el mundo. Más de la mitad de las municipalidades de Japón han creado esa visión como parte de un programa de “Nueva Visión Regional de la Energía”, del mismo modo, varias prefecturas o unidades administrativas de la Ciudad de Yokohama. Otros ejemplos incluyen a Gothenburg y Estocolmo en Suecia, ambos con visiones y planeamiento para el largo plazo destinados a volverse total o mayormente libres de combustibles fósiles hacia el 2050. También puede citarse el programa de planificación ambiental comprehensiva de largo plazo: “Salt Lake City Green” en Estados Unidos.

En algunos países también están emergiendo desarrollos de energías renovables liderados por la comunidad. En un grupo de pueblos japoneses, nueve granjas eólicas - con financiamiento y de propiedad comunitaria - totalizando 20 MW fueron completados hacia el 2007. Acciones para recavar más fondos para inversiones adicionales ya estaban desarrollándose. En la Ciudad de Lida prefectura de Pagano, está en funcionamiento desde el 2005 un fondo de inversiones dirigido por la comunidad, para energía solar FV y eficiencia energética de más de 200 millones de yenes (US\$2 millones). En España, una planta solar FV de 10

MW - propiedad de 750 ciudadanos del municipio de Milagro en Navarra – comenzó a operar en el 2007, está contribuyendo en una amplia proporción (60 por ciento) de la oferta de electricidad renovable de Navarra.

Los gobiernos municipales están uniendo fuerzas para compartir recursos y establecer compromisos conjuntos a través de asociaciones o redes de apoyo. Por ejemplo el Acuerdo de Protección Climática de los Gobiernos Principales Locales, fue lanzado en diciembre de 2007 en la Conferencia para el Cambio Climático de las Naciones Unidas sostenida en Bali, Indonesia. Los firmantes acordaron medir y reportar tanto las reducciones anuales de las emisiones de gases de efecto invernadero, como los efectos de tales reducciones de emisiones, incluyendo energía renovable, con el objetivo de reducir las emisiones

de gases de efecto invernadero a nivel mundial en un 60 por ciento para el año 2050, respecto a los niveles del año 1990. Este acuerdo le da continuidad a otros, como el U.S. Mayors' Climate Protection Agreement, que establece objetivos de reducción del 7 por ciento respecto a los niveles de 1990 para el año 2012, y que ahora involucra a más de 700 ciudades de los EEUU. Muchas asociaciones o iniciativas con metas similares existen hoy en día, como el Consejo Mundial de Ciudades Principales sobre Cambio Climático, la Iniciativa Europea para Ciudades Solares, el Programa Australiano de Ciudades Solares, la Iniciativa Internacional de Ciudades Solares, la Iniciativa ICLEI de Comunidades Locales Renovables Modelo y la campaña de Ciudades ICLEI para Protección del Clima.⁶⁵

5. LA ENERGÍA RENOVABLE RURAL (NO CONECTADA A LA RED ELÉCTRICA)

Las aplicaciones más comunes de la energía renovable para los servicios energéticos rurales (no conectados a la red eléctrica) son la cocción, la iluminación y otras necesidades de electricidad menores, la fuerza motriz para procesos, el bombeo de agua, así como la calefacción y refrigeración. Estas aplicaciones o empleos se describen en el Cuadro 4, que combina los empleos y tecnologías "tradicionales" o "de primera generación" (es decir, la biomasa sin procesar y las pequeñas centrales hidroeléctricas) con aplicaciones y tecnologías "de segunda generación" (es decir, aquéllas relacionadas con la energía eólica, los paneles solares, la gasificación de la biomasa, y las centrales hidroeléctricas para el pico o punto de máxima carga). Si bien en materia de desarrollo gran parte de la atención se ha focalizado en las tecnologías de segunda generación, los profesionales del desarrollo rural constantemente les recuerdan a las comunidades de desarrollo y de energía renovable, sobre la importancia de las tecnologías de primera generación, especialmente en los países menos desarrollados. Este capítulo trata algunas de las aplicaciones de la energía rural mencionadas en el Cuadro 4 y luego se aboca a la política de electrificación rural.⁶⁶

Por aplicaciones "tradicionales" se entiende principalmente la combustión de leña, los desechos (residuos) agrícolas y forestales, el estiércol, y otros combustibles no procesados derivados de la biomasa para la cocción y calefacción hogareña y otras necesidades de calor de proceso. Parte de la biomasa se convierte en carbón vegetal y se vende en los mercados comerciales. La biomasa constituye una proporción importante del suministro de energía primaria total en muchos países en desarrollo. En el año 2001, esta proporción fue del 49 por ciento en África, 25 por ciento en Asia, y 18 por ciento en América Latina. En algunos países africanos, la proporción es mucho mayor: el 90 por ciento en Guinea y Nigeria, y el 80 por ciento en Mali. En el año 2000, los hogares en África Subsahariana consumieron casi 470 millones de toneladas de combustibles leñosos (0,72 toneladas per cápita) bajo la forma de leña y carbón vegetal. En comparación, India y China, en conjunto, consumieron 340 millones de toneladas. En África Subsahariana, los residuos de leña o de las cosechas constituyen la fuente primaria de la energía utilizada en los hogares: un 94 por ciento de los hogares rurales y un 41 por ciento de los

urbanos. Por su parte, el carbón vegetal constituye la fuente primaria de energía de un 4 por ciento de los hogares rurales y un 34 por ciento de los urbanos. En lo que respecta al kerosén, es la fuente primaria de energía en el 2 por ciento de los hogares rurales y el 13 por ciento de los urbanos.⁶⁷

Los costos y los impactos ambientales del uso de la biomasa tradicional (y los correspondientes beneficios de las cocinas [estufas] mejoradas a base de biomasa y otras tecnologías) exceden el alcance de este informe; no obstante, aún son altamente significativos. Gran parte de la biomasa como combustible se obtiene fuera de la economía comercial, y el tiempo de recolección constituye un gasto no-monetario significativo, en especial para las mujeres. Los investigadores Majid Ezzati y Daniel Kammen, en una revisión exhaustiva de la literatura en la materia, señalan que "los cálculos conservadores de la tasa de mortalidad global como consecuencia de la exposición a la contaminación del aire — derivada de combustibles sólidos — en el interior de los ambientes indican entre 1,5 y 2 millones de muertes en el año 2000, atribuibles a este factor de riesgo, lo cual representa un 3–4 por ciento de la tasa de mortalidad total a nivel mundial."⁶⁸

Cocción: Cocinas mejoradas por uso de Biomasa

Las cocinas mejoradas para quema de biomasa ahorran entre un 10 a un 50 por ciento del consumo de biomasa con destino al mismo uso, cocción. Además pueden brindar una sustantiva mejora en la calidad del aire en el interior de los hogares, reduciendo también los gases de efecto invernadero. Se han fabricado y comercializado cocinas mejoradas principalmente en China e India, donde los gobiernos han fomentado su uso y en Kenia, donde se desarrolló un gran mercado comercial. En la actualidad, existen 220 millones de cocinas mejoradas en uso en todo el mundo, como resultado de una variedad de programas públicos y mercados privados exitosos en las últimas dos décadas. Este número se compara con los aproximadamente 570 millones de hogares a nivel mundial que dependen de la biomasa tradicional como combustible primario para la cocción. En la actualidad, los 180 millones de cocinas mejoradas que existen en China constituyen cerca del 95 por ciento de esos hogares. Los 34 millones de cocinas mejoradas en India representan cerca del 25 por ciento de tales hogares.⁶⁹

Tabla 4. Empleos Comunes de Energía Renovable Existentes en Áreas Rurales (Fuera de Red)

Servicios o Usos de Energía	Empleo de Energía Renovable	Combustible Convencional
Cocción (hogares, hornos y cocinas comerciales)	<ul style="list-style-type: none"> • combustión directa de biomasa (leña, residuos agrícolas y forestales, carbón vegetal, bosta y otras formas) • biogás de digestores hogareños • cocinas solares 	GLP, kerosén
Iluminación y otras necesidades eléctricas menores (hogares, escuelas, alumbrado público, teléfono, herramientas, almacenamiento de medicamentos)	<ul style="list-style-type: none"> • hidroelectricidad (pico, micro y pequeña escala) • biogás de digestores hogareños • gasificador de biomasa, escala reducida con motor a gas • pequeñas redes de escala comunitaria y sistemas híbridos eólico/solares hogareños 	velas, kerosén, baterías, recarga de batería central, generadores diesel
Procesos de fuerza motriz (tareas productivas de escala reducida)	<ul style="list-style-type: none"> • pequeña hidro con motor eléctrico • generación eléctrica con biomasa y motor eléctrico • gasificador de biomasa con motor a gas 	Motores y generadores diesel
Bombeo de agua (agricultura y agua potable)	<ul style="list-style-type: none"> • bombas mecánicas eólicas • bombas solares FV 	Bombas a diesel
Calentamiento y Ventilación (secado de productos agrícolas y otros procesos agrícolas, agua caliente)	<ul style="list-style-type: none"> • combustión directa de biomasa • biogás de digestores de pequeña y mediana escala • secadores solares de productos agrícolas • calentadores solares de agua • producción de hielo para conservación de alimentos 	GLP, kerosén, generadores diesel

En África, los esfuerzos de investigación, difusión y comercialización de las últimas décadas han brindado una gama de cocinas mejoradas a base de carbón vegetal y, en la actualidad, de la combustión de leña. Muchos de los diseños de estas cocinas, así como los programas y las políticas que sustentaron su comercialización, han resultado altamente exitosos, con una red de apoyo conformada por fabricantes, distribuidores y minoristas. Tanto las organizaciones no gubernamentales como las pequeñas empresas continúan promoviendo y comercializando las cocinas. Hoy en día, África cuenta con más de 8 millones de cocinas mejoradas. Kenia ha sido el líder, con más de tres millones. La cocina con parrilla de cerámica *Kenya Ceramic Jiko* (KCJ) se encuentra en más de la mitad de todos los hogares urbanos y casi un 16–20 por ciento de los hogares rurales de Kenia. El uso de cocinas mejoradas del tipo KCJ también es generalizado en África Subsahariana, incluyendo Burkina Faso, Burundi, Etiopía, Ghana, Mali, Ruanda, Senegal, Sudán, Tanzania, y Uganda. En la actualidad existen al menos tres millones de cocinas mejoradas – de todo tipo - en Etiopía, 1,3 millones en Sudáfrica, 250000 en Senegal, 200000 tanto en Nigeria como en Burkina Faso, 170000 en Uganda, 150000 en Ghana, y cantidades significativas en Eritrea,

Tanzania, y Zimbabwe. En Sudán, se han distribuido unas 100000 cocinas mejoradas (que se las conoce localmente como las cocinas Tara) entre habitantes desplazados dentro del país en la región de Darfur y ya hay planes de elevar el número a 300000.

Al menos un tercio de los países africanos cuentan con programas para cocinas mejoradas a base de biomasa, y muchos otros más se han comprometido su contribución para el desarrollo de la tecnología, fomentar proyectos y en general, promover el acceso a tipos de energía moderna para la cocción en poblaciones rurales, que actualmente utilizan la biomasa tradicional. Entre estos últimos: Botswana, Malawi, Namibia, Suazilandia, Tanzania, Uganda, y Zambia. Más recientemente, en el año 2007, Uganda anunció su meta de incrementar la cantidad de cocinas mejoradas a cuatro millones para el año 2017. Además, el Foro de Ministros de Energía de África se comprometió en términos generales a asegurar el acceso a servicios energéticos modernos - las cocinas mejoradas entre ellos – por parte de los hogares rurales de África en el plazo de diez años. La Comunidad Económica de los Estados del África Occidental, por su parte, se comprometió a proveer formas de energía modernas para la cocción a toda la población rural, vale decir, más de 300 millones

de habitantes. Y Marruecos asumió el compromiso de proveer 1 millón de cocinas mejoradas para el año 2015.

Cocción e Iluminación: Digestores de Gas

Aproximadamente 25 millones de hogares en todo el planeta reciben energía para la iluminación y la cocción del biogás generado en plantas a escala doméstica (denominadas digestores anaeróbicos). La cifra mencionada incluye: 20 millones de hogares en China, 3,9 millones en India, y 150000 en Nepal. Además de proveer energía para la cocción y el alumbrado, el biogás ha mejorado las condiciones de vida de los hogares rurales en forma indirecta. A modo de ejemplo, el análisis de los beneficios del biogás en Nepal muestra una reducción de la carga laboral de las mujeres y niñas de 3 horas / día por hogar, el ahorro de 25 litros / hogar de kerosén al año y el ahorro de combustible leñoso, desechos agrícolas y estiércol del orden de 3 toneladas / hogar por año.⁷⁰

En China, es generalizado el uso de biogás a escala doméstica para el alumbrado y la cocción en hogares rurales. Un digestor típico, de 6–8 metros cúbicos, produce 300 metros cúbicos de biogás por año y su costo asciende a 1,500–2000 RMB (US\$ 200–250), según la provincia de que se trate. Dado que la tecnología de los digestores es simple, los pueden proveer pequeñas empresas locales, o bien construir los granjeros mismos. En el año 2006, el gobierno chino proveyó 2,5 mil millones de RMB (US\$ 320 millones) en concepto de subsidios para digestores de gas (aproximadamente 800–1,200 RMB, o US\$ 110–160 por unidad). Algunos analistas estiman que hoy en día se producen más de un millón de digestores de gas por año en China, y el gobierno se ha fijado la meta de alcanzar los 30 millones de digestores para el año 2010 y 45 millones para el año 2020. Fuera de la escala doméstica, estaban funcionando en China unas miles de plantas industriales de biogás medianas y grandes, con un plan de acción nacional reciente en materia de biogás tendiente a incrementar la cantidad de ese tipo de plantas.

En India, el Ministerio de Energías Nuevas y Renovables ha estado promoviendo las plantas de biogás a escala doméstica desde inicios de la década del 80. El Ministerio proporciona subsidios y financiamiento para la construcción y mantenimiento de plantas, capacitación, toma de conciencia pública, centros técnicos, y apoyo a los entes de aplicación locales. La famosa Khadi and Village Industries Commission también brinda apoyo a las plantas de biogás. Nepal ya proporcionaba un 75 por ciento de subsidios para

plantas familiares de biogás, además del Programa de Apoyo SNV / Biogás, en el transcurso del cual 60 compañías privadas de biogás aumentaron su capacidad técnica y de mercado, 100 organizaciones de micro-crédito proporcionaron créditos, se adoptaron normas de calidad, y se creó una organización permanente tendiente a facilitar el mercado.

Electricidad, Calor y Fuerza Motriz: Gasificación de la Biomasa

La gasificación térmica de la biomasa a pequeña escala constituye una tecnología comercial en crecimiento en algunos países en desarrollo, y en forma marcada en China e India. El gas proveniente de un gasificador se puede quemar directamente para obtener calor o se lo puede utilizar en turbinas de gas o motores de gas para obtener electricidad y/o fuerza motriz. En algunas provincias chinas, el biogás proveniente de gasificadores térmicos también provee combustible para la cocción a través de redes de distribución entubadas. Se calculaba que la capacidad total de los gasificadores en India en el año 2002 fue de 35 MW, y 10 fabricantes estaban vendiendo gasificadores de pequeña escala junto con los motores. En las Filipinas, los gasificadores se han acoplado a los motores diesel de combustible dual y se han estado utilizando para la molienda de arroz y la irrigación desde la década de los 80. Asimismo, también se han empleado gasificadores en Indonesia, Sri Lanka, y Tailandia.

En la India, se han demostrado proyectos de gasificación de la biomasa para la producción y procesamiento de seda y otros materiales textiles a nivel comercial, con la participación de empresarios locales y períodos de recupero de la inversión tan breves como un año. El secado de especias (cardamomo) con gasificadores da como resultado un producto de mayor calidad en un período menor de secado. Más del 85 por ciento de los beneficiarios son pequeños productores, propietarios de menos de dos hectáreas. El secado de caucho también ofrece períodos de recupero de la inversión menores a un año. Los gasificadores también se emplean para secar ladrillos antes de cocerlos en un horno. El uso del gasificador reduce el consumo de combustible y el humo asociado, y disminuye el tiempo de secado (incrementando la productividad), con una mejora de las condiciones de trabajo. Hacia el año 2006, la India había obtenido 70 MW mediante sistemas de gasificación de biomasa a pequeña escala para la generación de energía eléctrica en áreas rurales (no conectadas a la red eléctrica).

Electricidad: Mini-Redes / Sistemas Híbridos para Aldeas

Las mini-redes para aldeas pueden abastecer a decenas o cientos de hogares. Tradicionalmente, las mini-redes en áreas remotas e islas se han alimentado de generadores diesel o pequeñas centrales hidroeléctricas. La generación resultante de paneles solares, energía eólica, o biomasa — con frecuencia en combinaciones híbridas que incluyen baterías y/o un generador diesel complementario — poco a poco brinda alternativas al modelo tradicional, mayormente en Asia. Existen decenas de miles de mini-redes en China, que se basan principalmente en pequeñas centrales hidroeléctricas, mientras que en India, Nepal, Vietnam y Sri Lanka hay cientos o miles. El uso de las tecnologías eólicas y fotovoltaicas para mini-redes aún se da en miles de sistemas a nivel mundial, en su mayor parte instaladas en China desde el año 2000. El “*Township Electrification Program*” [Programa de Electrificación de Municipios] de China, correspondiente al período 2002–2004 proveyó de electricidad a 1,5 millones de habitantes de áreas rurales en 1000 municipios (aproximadamente 300000 hogares), generada por paneles solares, sistemas híbridos eólicos-fotovoltaicos, y sistemas de pequeñas centrales hidroeléctricas. Durante el período 2002–2004, más de 700 municipios recibieron estaciones fotovoltaicas de aproximadamente 30–150 kW (unos 15 MW en total) para aldeas. Algunos de estos sistemas eran híbridos, con energía eólica (aproximadamente 800 kW de energía eólica en total). India, el otro sitio principal de sistemas de energía eléctrica para aldeas, cuenta con 550 kW de sistemas híbridos eólicos/fotovoltaicos instalados, que abastecen miles de hogares en unas doce aldeas.

Bombeo de Agua: Energía Eólica y FV Solar

La energía FV solar y eólica para el bombeo de agua (tanto para la irrigación como para el agua potable) reciben aceptación generalizada, y se están llevando a cabo muchos más proyectos e inversiones. Se emplea alrededor de 1 millón de bombas mecánicas eólicas para el bombeo de agua, principalmente en Argentina. También se utiliza un considerable número de bombas eólicas en África, incluyendo Sudáfrica (300000), Namibia (30000), Cabo Verde (800), Zimbabwe (650), y muchos otros países (otros 2000). En la actualidad existen más de 50000 bombas con paneles solares a nivel mundial, en su mayoría en la India. Recientemente se instalaron en ese país más de

4000 bombas solares (con un rango de 200–2000 vatios) en áreas rurales, como parte del Programa de Bombeo de Agua mediante Paneles Solares (*Indian Solar PV Water Pumping Programme*). Se calcula que en África Occidental hay más de 1000 bombas de agua solares en uso. Han surgido programas de donación para el suministro de agua potable alimentado por paneles solares en Argentina, Brasil, Indonesia, Jordania, Namibia, Nigeria, las Filipinas, Túnez, y Zimbabwe, entre otros. Asimismo, en los últimos años ha habido un número creciente de proyectos comerciales para el suministro de agua potable alimentado por paneles solares, como así también para bombeo y purificación, donde se destacan la India, las Maldivas, y las Filipinas.

Electricidad: Sistemas Solares Domésticos y Comunales

Hacia el año 2007, más de 2,5 millones de hogares en países en desarrollo recibían electricidad mediante sistemas solares domésticos (SSD). El mayor crecimiento ha tenido lugar en determinados países del continente asiático (Bangladesh, China, India, Nepal, Sri Lanka y Tailandia), donde el problema del acceso económico a estos sistemas se ha superado ya sea mediante micro-créditos o vendiendo sistemas pequeños a cambio de efectivo, y tanto el gobierno como los programas de donaciones han respaldado a los mercados. En cada uno de estos países, se han incorporado cientos o miles de nuevas instalaciones domésticas en forma mensual en los últimos años. China ha sido por lejos el mayor mercado, con más de 400000 sistemas incorporados. En Bangladesh, en la actualidad existen más de 150000 hogares con sistemas solares domésticos, y se incorporan alrededor de 7000 cada mes. Fuera de Asia, otros mercados importantes son: Kenia, México y Marruecos. Los planes de algunos países latinoamericanos pueden orientar el incremento de sistemas solares domésticos hacia esa región, si se continúa con los enfoques promisorios tendientes a que los sistemas sean asequibles, junto con subsidios gubernamentales y/o modelos de pago por servicio. Otra aplicación en franco crecimiento es el alumbrado público fotovoltaico, con 55000 faroles en la India hoy en día. También se ha incrementado el uso de electricidad solar para escuelas rurales, clínicas y edificios comunitarios.⁷¹

África, con tasas de electrificación muy inferiores y un bajo ingreso per cápita, ha evidenciado un menor crecimiento en los sistemas solares domésticos, a excepción de algunos países. No obstante, se instalaron al menos medio millón de

sistemas en ese continente. Kenia cuenta con 200000 sistemas y registra un continuo crecimiento del mercado, impulsado por las ventas en efectivo de módulos pequeños para hogares en áreas rurales y periurbanas. Sudáfrica cuenta con 150000 sistemas, y en muchos otros países existe un número menor. En Uganda se ha concebido un programa de diez años que apunta a los sistemas solares domésticos y otros usos productivos en la pequeña industria, la educación y la asistencia médica. Otros países como Mali, Senegal y Tanzania procuraban proveer subsidios limitados para las fuentes de energía renovables en áreas rurales, tales como los sistemas solares domésticos. En Marruecos, los programas fotovoltaicos de la empresa nacional de servicios públicos y las concesiones de pago por servicio han logrado que se instalen más de 37000 sistemas en miles de aldeas, con un programa en curso para otros 80000 sistemas y la meta de 150000 sistemas para el año 2010 como parte de la planificación de la electrificación rural.

Otros Usos Productivos del Calor y la Electricidad

Los usos productivos del calor y la electricidad para la industria a pequeña escala, la agricultura, las telecomunicaciones, la salud, y la educación en áreas rurales conforman un área de creciente interés para aplicar las tecnologías modernas de fuentes de energía renovables. Entre los ejemplos de las aplicaciones industriales cabe mencionarse: la producción de seda, la fabricación de ladrillos, el secado de caucho, la creación de artesanías, la costura, la soldadura y la carpintería. Son ejemplos de aplicaciones agrícolas y de procesamiento de alimentos: la irrigación, el secado de los alimentos, la trituración y molienda de granos, las estufas y los hornos, la elaboración de hielo, los cercos para el ganado y la refrigeración de la leche. Las aplicaciones en materia de salud incluyen a la refrigeración de vacunas y la iluminación. En lo que respecta a las aplicaciones en materia de comunicaciones cabe mencionar: los cines, teléfonos, computadoras y transmisión de radio en aldeas. Otras aplicaciones comunitarias incluyen el alumbrado público y la purificación del agua potable. A pesar de la diversidad de las aplicaciones potenciales, los proyectos existentes aún son escasos. No obstante, los enfoques tendientes al financiamiento de emprendimientos rurales de pequeña y mediana escala vinculados con actividades comerciales productivas, relacionadas con la energía han ganado considerable atención en los últimos años, y

recibido el financiamiento de bancos comerciales y donaciones internacionales.

Mientras las aplicaciones de la energía renovable para el alumbrado, el bombeo de agua, la refrigeración con fines médicos, y la fuerza motriz comienzan a atraer mayor atención, la aplicación de las fuentes de energía renovables a las necesidades de calefacción aún no se instrumenta lo suficiente. Los combustibles derivados de la biomasa tradicional se emplean para generar calor y servicios relacionados, por ejemplo, la cocción, la calefacción de ambientes, el secado de la cosecha, el tostado, el procesamiento agrícola, los hornos, y el procesamiento comercial de alimentos. Las aplicaciones de la calefacción solar y las tecnologías avanzadas de la biomasa recién comienzan a atraer la atención de la comunidad de desarrollo. Los gobiernos de países en desarrollo también se centran más en estas áreas. A modo de ejemplo, el gobierno de la India ha lanzado programas de gran alcance que fomentan el uso de la biomasa para la electricidad, el calor, y la fuerza motriz en áreas rurales, incluso la combustión, la cogeneración, y la gasificación. Estos programas de energía rural apuntan a todos los tipos de necesidades hogareñas, comunitarias, y productivas en cientos de distritos rurales.

Políticas y programas de Electrificación Rural

Las políticas y los programas nacionales de electrificación rural, junto con los programas de donaciones internacionales, han considerado a la energía renovable como un complemento de estrategias de "acceso" y, de esta forma, han abastecido a un porcentaje creciente de poblaciones rurales que no tienen acceso a las redes eléctricas nacionales. Se calcula que 350 millones de hogares a nivel mundial aún carecen de ese acceso. En África, el porcentaje de poblaciones rurales con acceso a la electricidad es extremadamente bajo en muchos países; por ejemplo, 24 por ciento en Costa de Marfil y Ghana, 16 por ciento en Senegal, 5 por ciento en Kenia y Mali, y 2 por ciento en Zambia. Las principales opciones de electrificación incluyen extensión de la red eléctrica, generadores diesel conectados en mini-redes, energía renovable conectada a mini-redes (utilizando centrales mini y micro hidroeléctricas, energía solar, eólica y/o gasificación de la biomasa, en ocasiones combinada con diesel), y la energía renovable a escala hogareña (que se basa en centrales micro y pico-hidroeléctricas, sistemas solares domésticos, y pequeñas turbinas eólicas). Con frecuencia el costo de la extensión de la red eléctrica tradicional es

prohibitivo: en Kenia, por ejemplo, el costo promedio de una conexión nueva para un hogar rural es siete veces mayor que el ingreso per cápita del país.

El interés por utilizar tecnologías de energía renovable a fin de proveer electricidad a áreas rurales y remotas como una alternativa rentable a la extensión de la red está cobrando impulso en muchos países en desarrollo. Los programas de electrificación rural en varios países, en particular en América Latina, están incorporando en forma expresa inversiones a gran escala en sistemas solares domésticos para algunos de los hogares que necesitan electrificación. Los gobiernos están reconociendo áreas geográficas rurales en las cuales la extensión de la red no es viable y, por ende, adoptan políticas explícitas y subsidios para las fuentes de energía renovables en esas áreas, para complementar los programas de electrificación que suponen la extensión de líneas. Esto sucede a nivel mundial. Brasil planificó proveer electricidad a 2,5 millones de hogares para el año 2008 en el marco del programa “Luz para Todos”, y se fijó la meta de suministrar energía renovable a 200000 hogares, o cerca del 10 por ciento de ellos. El Programa de Electrificación de Municipios de China, que se concretó en gran medida en el transcurso del año 2004, proveyó electricidad a 1 millón de habitantes de áreas rurales derivada de energía renovable. El Programa de Electrificación de Aldeas Aisladas (*Remote Village Electrification Programme*) del gobierno de China ha identificado a 18000 aldeas para proveerles electricidad, en parte con tecnologías de energía renovable, mediante gasificadores de biomasa. Senegal ha incorporado paneles solares en sus esfuerzos de electrificación rural, e incrementado la tasa de electrificación rural en un 3 por ciento adicional.

Varios países latinoamericanos han lanzado o reformado programas de electrificación rural en forma reciente, entre ellos: Bolivia, Chile, Guatemala, México, Nicaragua, y Perú. La mayoría de estos países han emprendido esfuerzos tendientes a la energía renovable “convencional” como una opción estándar para los recientes esfuerzos de electrificación rural. Por ejemplo, Chile ha identificado a las fuentes de energía renovables como una tecnología clave, de cara a una segunda fase de su programa nacional de electrificación rural. Bolivia se ha fijado como meta el acceso a la electrificación para el 50 por ciento de la población rural en el año 2015, con 25000 sistemas solares

domésticos y microcentrales hidroeléctricas (5–100 kW) para miles de hogares. Honduras anunció su objetivo de acceso universal para un porcentaje de hogares que se abastecerán con fuentes de energía renovables. En vistas de este aumento planificado de fuentes de energía renovables para la electrificación rural, los entes reguladores y las empresas de servicios públicos han advertido que el marco legal y regulatorio debe adaptarse en forma acorde, a la mayor brevedad. De hecho, en los últimos años han surgido nuevas leyes o normas en Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, la República Dominicana, Guatemala, y Nicaragua.

Los ejemplos de países asiáticos con el mandato específico de proveer energía renovable para la electrificación rural incluyen a Bangladesh, China, India, Indonesia, Nepal, las Filipinas, Sri Lanka, Tailandia y Vietnam. Por ejemplo, las Filipinas estaban emprendiendo una estrategia para alcanzar la electrificación completa de sus aldeas para el año 2009, en la cual se contemplaba en forma expresa el suministro de energía renovable. Indonesia asignó el equivalente a US\$ 75 millones para el bienio 2006/2007 para la electrificación rural mediante microcentrales hidroeléctricas, la energía eólica, y los paneles solares, que se canalizarán a través de los gobiernos locales. Sri Lanka se estaba fijando la meta de que el 85 por ciento de la población tuviera acceso a la electricidad y subsidiaba en forma directa los sistemas solares domésticos para alcanzarla; en la actualidad existen más de 110000 hogares con sistemas solares domésticos. Tailandia proveyó electricidad a 200000 hogares no conectados a la red eléctrica con sistemas solares domésticos en el período 2003–2006, con lo cual básicamente se concreta el 100 por ciento de la electrificación a nivel nacional. Nepal concluyó un programa de electrificación rural para unos 20000 hogares con 170 proyectos de microcentrales hidroeléctricas. Por su parte, el Programa de Energía Rural Integrada de la India, que utiliza energía renovable, había abastecido a más de 300 distritos y 2,200 aldeas en el año 2006, con la instrumentación de proyectos adicionales en más de 800 aldeas y 700 poblados en 13 territorios estatales y nacionales. India propuso aumentar la cobertura, el alumbrado y la fuerza motriz con fuentes de energía renovables en 600000 aldeas para el año 2032, comenzando con 10000 aldeas aisladas, que actualmente carecen de electricidad, para el año 2012.

TABLAS DE REFERENCIA

Tabla R1. Incremento de Energía Renovable y Potencia Instalada Existente, 2006

	Incremento durante 2006	Existente al final del 2006
Generación Eléctrica (GW)		
Hidroeléctricas grandes	12-14	770
Turbinas Eólicas	15	74
Hidroeléctricas pequeñas	7	73
Electricidad de Biomasa	n/a	45
Electricidad de Geotermia	0.2	9.5
Solar FV, conectada a redes	1.6	5.1
Solar FV, fuera de red	0.3	2.7
Concentradores solares térmicos (CSP)	< 0.1	0.4
Energía oceánica (mareas)	~ 0	0.3
Agua caliente/calentamiento de agua (GWth)		
Calentamiento con biomasa	n/a	235
Colectores solares para agua caliente/ calentamiento de agua (esmaltados o espejados)	18	105
Calentamiento geotérmico	n/a	33
Combustible para transporte (miles de millones de litros/año)		
Producción de Etanol	5	39
Producción de Biodiesel	2.1	6

Fuente: Ver nota final 2.

Tabla R2. Energía Eólica Incorporada y Existente, 10 Países Líderes, 2005 y 2006

País	Incorporada 2005	Existente 2005	Incorporada 2006	Existente 2006
megawatts				
Alemania	1,810	18,420	2,230	20,620
España	1,760	10,030	1,590	11,620
Estados Unidos	2,430	9,150	2,450	11,600
India	1,	4,430	1,840	6,270
Dinamarca	20	3,120	10	3,140
China	500	1,260	1,350	2,600
Italia	450	1,720	420	2,120
Reino Unido	450	1,330	630	1,960
Portugal	500	1,020	690	1,720
Francia	370	760	810	1,570

Nota: El total global Incorporado en 2006 fue de 15 GW, 74 GW acumulados. La estimación para las incorporaciones a nivel mundial en el 2007 es de 21 GW, 95 GW acumulados. Fuente: ver nota final 5.

Tabla R3. Programas para Paneles Solares en Techos - Conectados a la Red, 2002–2006

	Incorporada 2002	Incorporada 2003	Incorporada 2004	Incorporada 2005	Incorporada 2006	Existente 2005	Existente 2006
megawatts							
Japón (Sunshine)	140	170	230	—	—	1,250	1,540
Japón (otro)	40	50	40	310	290		
Alemania	80	150	600	860	830*	1,900	2,800*
California	—	—	47	55	70		
EEUU Otros	—	—	10	10	30	220	320
España	5	5	12	23	106	50	160
UE Otros	—	—	—	—	30	130	160
Corea del Sur	—	—	3	5	20	15	35
Otros Países	—	—	—	> 20	> 50	> 30	> 80
Total Incorporada	270	400	900	1,250	1,600		
Acumulado					3,500		5,100

Nota Las incorporaciones estimadas para el 2007 son 2.7 GW y 7.8 GW existentes (sólo vinculadas a redes). Las cifras son aproximadas y sujetas a revisión futura. Un porcentaje desconocido de los datos para Alemania y Japón son fuera de red; las cantidades para Alemania pueden ser pequeñas. Para Japón la cantidad se estima en alrededor de 150 MW acumulado para el 2005. Los datos relevados para Japón corresponden al año fiscal terminado en marzo, pero las cifras de esta tabla están corregidas para el año calendario. (*) La escala de las incorporaciones para Alemania año 2006 han sido reportadas por diferentes fuentes en el rango de 830–1,050 MW, y las acumuladas llegarían a 3,050 MW. Fuente: Ver nota final 8.

Tabla R4. Potencia Instalada Renovable, Existente al año 2006

Tecnología	Total Mundial	Países en Desarrollo	UE- 25	China	Alemania	Estados Unidos	España	India	Japón
gigawatts									
Energía eólica	74	10.1	48.5	2.6	20.6	11.6	11.6	6.3	1.6
Hidroeléctrica pequeña	73	51	12	47	1.7	3.0	1.8	1.9	3.5
Energía de biomasa	45	22	10	2.0	2.3	7.6	0.5	1.5	> 0.1
Energía de geotermia	9.5	4.7	0.8	~ 0	0	2.8	0	0	0.5
Solar fotovoltaica-en red	5.1	~ 0	3.2	~ 0	2.8	0.3	0.1	~ 0	1.5
Energía solar térmica - CSP	0.4	0	~ 0	0	0	0.4	< 0.1	0	0
Energía Oceánica (marea)	0.3	0	0.3	0	0	0	0	0	0
Potencia instalada total renovable (excluyendo grandes hidroeléctricas)	207	88	75	52	27	26	14	10	7
Para comparación									
Hidroeléctricas grandes	770	355	115	100	7	95	17	35	45
Potencia instalada total renovable	4,300	1,650	720	620	130	1,100	79	140	290

Nota: Los valores pequeños, del orden de unos pocos megawatts, son indicados como “~ 0.” La energía de biomasa, las grandes hidroeléctricas, y la potencia instalada total son aproximadas. La estimación global de capacidad renovable total para el 2007 es de 240 GW, Fuente: Ver nota final 10.

**Tabla R5. Capacidad Instalada de Calentamiento Solar de Agua,
10 Países líderes /UE y Total Mundial, 2005 y 2006**

País/UE	Incorporaciones 2005	Existente 2005	Incorporaciones 2006	Existente 2006	Existente 2006
	----- millones de metros cuadrados -----				gigawatts-térmicos
China	14.5	78	19.5	97	67.9
Unión Europea	2.0	16.0	3.0	19.3	13.5
Turquía	0.4	9.0	0.7	9.4	6.6
Japón	0.3	7.0	0.2	6.7	4.7
Israel	0.2	5.3	0.3	5.4	3.8
Brasil	0.4	2.7	0.4	3.1	2.2
Estados Unidos	0.1	2.6	0.1	2.6	1.8
Australia	0.2	1.6	0.2	1.8	1.3
India	0.5	1.3	0.6	1.8	1.2
Jordania	—	—	—	0.7	0.5
(otros países)	< 1	< 2	< 1	< 3	< 2
World Total	19	126	25	150	105

Nota: Las cifras excluyen calentamiento de piscinas (colectores no esmaltados). La estimación global para la incorporación en el 2007 es de 24 GWth, 128 GWth acumulados. Las cifras existentes incluyen provisiones por retiro de servicio. Por convención, 1 millón de metros cuadrados = 0.7 GWth. *Fuentes:* Ver Nota final 12.

Tabla R6. Producción de Biocombustibles, 15 Países Líderes más UE, 2006

País	Etanol	Biodiesel
	Miles de millones de litros	
1. Estados Unidos	18.3	0.85
2. Brasil	17.5	0.07
3. Alemania	0.5	2.80
4. China	1.0	0.07
5. Francia	0.25	0.63
6. Italia	0.13	0.57
7. España	0.40	0.14
8. India	0.30	0.03
9. Canadá	0.20	0.05
9. Polonia	0.12	0.13
9. República Checa	0.02	0.15
9. Colombia	0.20	0.06
13. Suecia	0.14	—
13. Malasia	—	0.14
15. Reino Unido	—	0.11
UE Total	1.6	4.5
Total Mundial	39	6

Nota: Los valores corresponden solo a etanol para combustible; las cifras para la producción total de etanol serían significativamente superiores. La tabla ordena por el total de biocombustibles. *Fuente:* Ver Notas finales 15 y 17.

Tabla R7. Porcentaje de Energía Primaria y Final a partir de Renovables, Existente al 2006 y Targets

País/región	Energía Primaria (método IEA)		Energía Final (método EC)	
	Porcentaje Existente (2006)	Target Futuro	Porcentaje Existente (2005-06)	Target Futuro
Mundo	13%	—	18%	—
UE-25/UE-27	6.5%	12% al 2010	8.5%	20% al 2020
Países seleccionados de la UE				
Austria	20%	—	23%	34% al 2020
República Checa	4.1%	8-10% al 2020	6.1%	13% al 2020
Dinamarca	15%	30% al 2025	17%	30% al 2020
Francia	6.0%	7% al 2010	10%	23% al 2020
Alemania	5.6%	4% al 2010	5.8%	18% al 2020
Italia	6.5%	—	5.2%	17% al 2020
Latvia	36%	6% al 2010	35%	42% al 2020
Lituania	8.8%	12% al 2010	15%	23% al 2020
Países Bajos	2.7%	—	2.4%	14% al 2020
Polonia	4.6%	14% al 2020	7.2%	15% al 2020
España	6.5%	12.1% al 2010	8.7%	20% al 2020
Suecia	28%	—	40%	49% al 2020
Reino Unido	1.7%	—	1.3%	15% al 2020
Otros Países				
Desarrollados/OECD				
Canadá	16%	—	20%	—
Japón	3.2%	—	3.2%	—
Corea	0.5%	5% al 2011	0.6%	—
México	9.4%	—	9.3%	—
Estados Unidos	4.8%	—	5.3%	—
Países en Desarrollo				
Argentina	8.2%	—	—	—
Brasil	43%	—	—	—
China*	8%	15% al 2020	—	—
Egipto	4.2%	14% al 2020	—	—
India	31%	—	—	—
Indonesia	3%	15% al 2025	—	—
Jordania	1.1%	10% al 2020	—	—
Kenya	81%	—	—	—
Mali	—	15% al 2020	—	—
Marruecos*	4.3%	10% al 2010	—	—
Senegal	40%	15% al 2025	—	—
Sud África	11%	—	—	—
Tailandia*	4%	8% al 2011	—	—

Nota: No han sido incluidos todos los países con *targets* para la energía primaria; ver Nota final 43 para países no indicados. Los *targets* para energía final al 2020 fueron propuestos en enero del 2008 por la Comisión Europea y fueron sometidos a revisión y confirmación por parte de los países miembros. El año correspondiente al porcentaje de energía final actual es 2005 para países de la UE y 2006 para el mundo y otros países. El *target* para la energía primaria al 2010 corresponde a la UE-25; el *target* para la energía final al 2020 corresponde a la UE-27.

(*) Los porcentajes y *targets* actuales para China, Marruecos y Tailandia excluyen a la biomasa tradicional. Algunos países exhibidos también poseen otro tipo de *targets*; ver Tablas R8 y R9. Fuente: Ver Nota final 43.

Tabla R8. Porcentaje de Electricidad a partir de Renovables, Existente al 2006 y Targets

País/región	Porcentaje actual (2006)	Target futuro	País/región	Porcentaje actual (2006)	Target futuro
World	18%	—			
UE-25	14%	21% al 2010			
Países UE Seleccionados			Otros Países Desarrollados/OECD		
Austria	62%	78% al 2010	Australia	7.9%	—
Bélgica	2.8%	6.0% al 2010	Canadá	59%	—
República Checa	4.2%	8.0% al 2010	Israel	—	5% al 2016
Dinamarca	26%	29% al 2010	Japón*	0.4%	1.63% al 2014
Finlandia	29%	31.5% al 2010	Corea	1.0%	7% al 2010
Francia	10.9%	21% al 2010	México	16%	—
Alemania	11.5%	12.5% al 2010	Nueva Zelanda	65%	90% al 2025
Grecia	13%	20.1% al 2010	Suiza	52%	—
Hungría	4.4%	3.6% al 2010	Estados Unidos	9.2%	—
Irlanda	10%	13.2% al 2010	Países en Desarrollo		
Italia	16%	25% al 2010	Argentina*	1.3%	8% al 2016
Luxemburgo	6.9%	5.7% al 2010	Brasil *	5%	—
Países Bajos	8.2%	9.0% al 2010	China	17%	—
Polonia	2.6%	7.5% al 2010	Egipto	15%	20% al 2020
Portugal	32%	45% al 2010	India	4%	—
República Eslovaca	14%	31% al 2010	Malasia	—	5% al 2005
España	19%	29.4% al 2010	Marruecos	10%	20% al 2012
Suecia	49%	60% al 2010	Nigeria	—	7% al 2025
Reino Unido	4.1%	10% al 2010	Pakistán	—	10% al 2015
			Tailandia	7%	—

Nota: No han sido incluidos todos los países con *targets* para la electricidad; ver Nota final 44 para los países no indicados. Todos los países UE poseen *targets* para penetración eléctrica al 2010, no sólo los indicados en tabla. Algunos países detallados poseen también otro tipo de *targets*; ver Tablas R7 y R9.

(*) Las cifras correspondientes a Argentina, Brasil, y Japón no incluyen grandes hidroeléctricas; en tal caso las cifras serían 35%, 75%, y 10%, respectivamente. Los porcentajes superiores al 10% fueron redondeados al número entero más próximo. Estados Unidos y Canadá poseen *targets* estatales o provinciales de-facto, mediante políticas de estándares de cartera renovable (RPS); ver Tabla R11. *Fuente:* Nota final 44.

Tabla R9. Otros Targets para Energía Renovable

País	Target(s)
Australia	9.5 TWh de producción anual de electricidad al 2010 (RPS)
Brasil	Incorporación de 3.3 GW eólicos, biomasa, pequeña hidro al 2006
Canadá	3.5% a 15% de la electricidad en 4 provincias (RPS); otros tipos de <i>targets</i> en 5 provincias
China	300 GW hidro, 30 GW eólicos, 30 GW biomasa, 1.8 GW Solar FV, 300 millones de metros cuadrados de calentamiento solar de agua al 2020
Croacia	400 MW al 2010, excluyendo grandes hidroeléctricas
República Dominicana	500 MW potencia instalada de energía eólica al 2015
India	Incorporación de un 10% de capacidad de energía eléctrica durante 2003–2012 (10 GW esperados). Objetivo de 10.5 GW electricidad eólica total disponible al 2012; otras metas de largo plazo para el 2032
Italia	3 GW de solar FV al 2016
Irán	500 MW de producción de electricidad al 2010
Corea	1.3 GW de solar FV conectada a red al 2011, incluyendo 100,000 hogares solares
México	4 GW Incorporados al 2014
Marruecos	1 GW energía eólica al 2012 y 400,000 metros cuadrados de calentamiento solar de agua incorporados al 2015
Nueva Zelanda	30 PJ de capacidad incorporada (incluyendo combustibles para generación de calor y para el transporte al 2012)
Noruega	7 TWh provenientes de calor generado y energía eólica al 2010
Filipinas	4.7 GW capacidad total existente al 2013
Singapur	50,000 metros cuadrados (~35 MWth) calentamiento solar de agua al 2012
Sud África	Incorporación de 10 TWh energía final al 2013
Suiza	3.5 TWh de electricidad y calor generado al 2010
España	500 MW energía solar al 2010
Túnez	500,000 metros cuadrados calentamiento solar de agua al 2009 y 300 MW eólicos Incorporados al 2011
Turquía	2% de electricidad eólica al 2010
Uganda	100 MW pequeña hidro y 45 GW geotermia al 2017; otros <i>targets</i> para electricidad rural y usos productivos.
Estados Unidos	5% a 30% (típico) de electricidad en 26 estados y Distrito de Columbia (RPS)

Nota: Estos países pueden tener otros *targets* para energía primaria o electricidad; ver Tablas R7, R8. *Fuente:* Compilado de todas las fuentes disponibles de política y de las contribuciones al presente reporte. Ver Nota final 48.

Tabla R10. Número Acumulado de Países/Estados/Provincias que han Implementado Políticas de *Feed-in*

Año	Número Acumulado	Países/Estados/Provincias Incorporadas Año Indicado
1978	1	Estados Unidos
1990	2	Alemania
1991	3	Suiza
1992	4	Italia
1993	6	Dinamarca, India
1994	8	España, Grecia
1997	9	Sri Lanka
1998	10	Suecia
1999	13	Portugal, Noruega, Eslovenia
2000	13	—
2001	15	Francia, Latvia
2002	21	Argelia, Austria, Brasil , República Checa, Indonesia, Lituania
2003	28	Chipre, Estonia, Hungría, Corea del Sur, República Eslovaca, Maharashtra (India)
2004	34	Italia, Israel, Nicaragua, Príncipe Edward Island (Canadá), Andhra Pradesh y Madhya Pradesh (India)
2005	41	Karnataka, Uttaranchal, y Uttar Pradesh (India); China; Turquía; Ecuador; Irlanda
2006	44	Ontario (Canadá), Argentina, Tailandia
2007	46	South Australia (Australia), Croacia

Nota: El número acumulado indica jurisdicciones que han implementado políticas de *feed in* (premio o cuota garantizada para incorporar energía renovable) en el año indicado. Unas pocas políticas han sido discontinuadas. *Fuente:* Todas las referencias disponibles sobre política, incluyendo la base de datos online del IEA, *Global Renewable Energy Policies and Measures* y contribuciones al presente reporte.

Tabla R11. Número Acumulado de Países/Estados/Provincias que han Implementado Políticas de Estándares para Cartera de Renovables (RPS)

Año	Número Acumulado	Países/Estados/Provincias Incorporada
1983	1	Iowa (EEUU)
1994	2	Minnesota (EEUU)
1996	3	Arizona (EEUU)
1997	6	Maine, Massachusetts, Nevada (EEUU)
1998	9	Connecticut, Pennsylvania, Wisconsin (EEUU)
1999	12	New Jersey, Texas (EEUU); Italia
2000	13	New México (EEUU)
2001	15	Flandes (Bélgica); Australia
2002	18	California (EEUU); Valonia (Bélgica); Reino Unido
2003	19	Japón; Suecia; Maharashtra (India)
2004	34	Colorado, Hawaii, Maryland, Nueva York, Rhode Island (EEUU); Nova Scotia, Ontario, Prince Edward Island (Canadá); Andhra Pradesh, Karnataka, Madhya Pradesh, Orissa (India); Polonia
2005	38	Distrito de Columbia, Delaware, Montana (EEUU); Gujarat (India)
2006	39	Estado de Washington (EEUU)
2007	44	Illinois, New Hampshire, North Carolina, Oregon (EEUU); China

Nota: El número acumulado indica jurisdicciones que han implementado políticas de *Estándares para Cartera de Renovables (RPS)* para incorporar energía renovable en el primer año de implementación; muchas políticas son revisadas en años subsecuentes. *Fuente:* Todas las referencias disponibles sobre política, incluyendo la base de datos online del IEA, *Global Renewable Energy Policies and Measures* y contribuciones al presente reporte. Para las políticas de RPS en EEUU, ver Wisser et al. (2008).

Tabla R12. Mandatos para Mezcla de Biocombustibles

País	Mandato
Australia	E2 en New South Wales, aumentando a E10 para 2011; E5 en Queensland para 2010
Argentina	E5 y B5 para 2010
Bolivia	B2.5 para 2007 y B20 para 2015
Brasil	E22 a E25 actual (ligera variación en el tiempo); B2 para 2008 y B5 para 2013
Canadá	E5 para 2010 y B2 para 2012; E7.5 en Saskatchewan y Manitoba; E5 para 2007 en Ontario
China	E10 en 9 provincias
Colombia	E10 existente; B5 para 2008
República Dominicana	E15 y B2 para 2015
Alemania	E2 y B4.4 para 2007; B5.75 para 2010
India	E10 en 13 estados /territorios
Italia	E1 y B1
Malasia	B5 para 2008
Nueva Zelanda	3.4 porcentaje total biocombustibles para 2012 (etanol o biodiesel o combinación)
Paraguay	B1 para 2007, B3 para 2008, y B5 para 2009
Perú	B5 y E7.8 para 2010 a nivel país; comenzando regionalmente en 2006 (etanol) y en 2008 (biodiesel)
Filipinas	B1 y E5 para 2008; B2 y E10 para 2011
Sud África	E8-E10 y B2-B5 (propuesto)
Tailandia	E10 para 2007; 3 por ciento de participación biodiesel para 2011
Reino Unido	E2.5/B2.5 para 2008; E5/B5 para 2010
Estados Unidos	Nivel país, 130 mil millones de litros/año para 2022 (36 mil millones de galones); E10 en Iowa, Hawaii, Missouri, y Montana; E20 en Minnesota; B5 en New México; E2 y B2 en Louisiana y Estado de Washington; Pennsylvania 3.4 mil millones de litros /año biocombustibles para 2017 (0.9 mil millones de galones)
Uruguay	E5 para 2014; B2 desde 2008-2011 y B5 para 2012

Nota: La tabla muestra obligaciones impuestas a proveedores de combustibles; existen otros países con targets futuros indicativos que no se ilustran aquí; ver sección Política de Biocombustibles, página 34. Mandatos en algunos estados de EEUU toman vigencia sólo en años futuros o bajo ciertas condiciones futuras, o se aplican sólo a una parte de la gasolina vendida. *Fuente:* Todas las referencias disponibles sobre política, incluyendo la base de datos online del IEA, *Global Renewable Energy Policies and Measures* y contribuciones al presente reporte.

GLOSARIO

Agua caliente/calefacción solar. Son colectores solares en techo que calientan el agua y la almacenan en un tanque para utilizar como agua caliente con fines domésticos o para la calefacción de ambientes.

Biodiesel. Es un combustible que se utiliza en automóviles, camiones, autobuses y otros vehículos que funcionan con diesel. Se obtiene del cultivo de aceite de semillas como soja, *rapeseed* (canola o colza) y mostaza, o de otras fuentes de aceites vegetales tales como el aceite para cocinar usado.

Biodigestor. Convierte los desechos de animales y de plantas en gas para ser utilizado en iluminación, cocción, calefacción y generación eléctrica.

Biomasa moderna. Son las tecnologías que utilizan biomasa que no sean las definidas por la biomasa tradicional, tales como la cogeneración de biomasa para energía y calor, la gasificación de biomasa, los digestores anaeróbicos de biogas y los biocombustibles líquidos para vehículos.

Biomasa tradicional. Biomasa sin procesar, incluyendo desechos agrícolas, desechos de productos forestales, madera recolectada como combustible, y estiércol de animales, que se quema en cocinas u hornos para obtener energía calórica para cocinar, calefacción y procesos agrícolas e industriales, generalmente en áreas rurales.

Certificados comerciables de energía renovable (RECs, por sus siglas en inglés). Cada certificado representa la generación certificada de una unidad de energía renovable (generalmente un megawatt-hora). Los certificados constituyen una herramienta para la comercialización de las obligaciones energéticas y el cumplimiento de las mismas entre consumidores y/o productores, y además constituye un medio para la compra voluntaria de energía verde.

Crédito impositivo a la inversión. Permite que las inversiones en energía renovable se puedan deducir de las obligaciones impositivas o cálculo de ingresos con fines impositivos, parcialmente o en su totalidad.

Crédito impositivo a la producción. Establece un crédito impositivo anual para los inversores o titulares de propiedades aptas o aceptadas, basado en el monto de electricidad generado por esa instalación.

Energía de biomasa y calor. Es la generación de energía y/o calor a partir de biomasa sólida, incluyendo desechos de productos forestales, residuos y desechos agrícolas, cultivos energéticos o Agrocombustibles y el componente orgánico de residuos sólidos municipales y desechos industriales. También incluye energía y calor proveniente de procesos del biogas.

Energía geotérmica y calor. Es la energía calórica emitida de la Tierra, generalmente en la forma de agua caliente o vapor, que puede ser utilizada para producir electricidad o calefacción directa para edificios, industrias y agricultura.

Energía/Electricidad verde. Compras voluntarias de electricidad renovable por parte de clientes residenciales, comerciales, gubernamentales o industriales, directamente de las compañías de servicios públicos, de un generador de energía renovable de terceros, o a través de la comercialización de certificados de energía renovable (RECs, por sus siglas en inglés).

Estándar de portafolio renovable (RPS, por sus siglas en inglés). También denominado obligaciones renovables o políticas de cuotas. Es una norma que requiere la venta de un porcentaje mínimo de generación eléctrica - o provisión de potencia instalada - con energía renovable. Las compañías de servicios públicos obligadas deben garantizar que se cumpla este objetivo.

Etanol. Es un combustible para vehículos que se obtiene de la biomasa (generalmente del maíz, caña de azúcar, o trigo), que puede reemplazar la gasolina común en porcentajes modestos o ser utilizada en su forma pura en vehículos adaptados especialmente para tal fin.

Feed-in, Tarifa (precios o premios garantizados). Es una política que establece un precio fijo garantizado al que los productores pueden vender la energía en la red de energía eléctrica. Algunas

políticas establecen tarifas fijas mientras que otras establecen premios fijos que se agregan a las tarifas relacionadas con el mercado o con los costos.

Grandes centrales hidroeléctricas. Generación de energía eléctrica proveniente del flujo de agua embalsada, que generalmente se encuentra en una presa. Por lo general, las grandes centrales hidroeléctricas utilizan un reservorio sustancial y se definen como mayores a los 10 megawatts. Esta definición puede variar por país.

Medición/Facturación neta. Permite circular y computar el flujo de la electricidad en dos direcciones entre la red de distribución de energía eléctrica y los clientes con su propia generación. El cliente paga sólo por la energía eléctrica neta que utiliza.

Objetivo cuantitativo de energía renovable (Target). Es un compromiso, un plan o un objetivo por país de alcanzar un cierto nivel de energía renovable en una fecha futura. Algunos objetivos son legislados mientras que otros son establecidos por los organismos o ministerios reguladores.

Paneles/módulos/células fotovoltaicas (FV) solares. Convierte la luz solar en electricidad. Las

células son bloques básicos de edificios, que luego son fabricados en módulos y paneles.

Pequeñas/mini/micro/pico centrales de energía eléctrica. Son pequeñas instalaciones que obtienen energía del agua corriente, generalmente sin un gran reservorio. El prefijo define la escala.

Sistema solar para hogares. Es un panel solar en techo, batería y control de carga que puede proporcionar modestas cantidades de energía a hogares rurales no conectados a la red de energía eléctrica.

Subsidios de capital o incentivos al consumidor. Son pagos por única vez por parte del gobierno o servicios públicos para cubrir un porcentaje del costo de capital de una inversión, tales como el sistema de calentamiento solar de agua o el sistema FV solar en techo.

Target (Objetivo cuantitativo de energía renovable). Es un compromiso, un plan o un objetivo por país de alcanzar un cierto nivel de energía renovable en una fecha futura. Algunos objetivos son legislados mientras que otros son establecidos por los organismos o ministerios reguladores.

NOTAS FINALES

Información Adicional y Fuentes de Datos

This 2007 report edition follows previous 2005 and 2006 editions (*Renewables 2005 Global Status Report* and *Renewables Global Status Report 2006 Update*). To save space, these notes highlight the most important considerations and details and refer the reader elsewhere for further information and sources, including the Annexes to this 2007 edition, Endnotes 1 through 43 of the 2006 edition, and Notes N1 through N44 of the 2005 edition (which are contained in the separate 80-page *Renewables 2005 Global Status Report—Notes and References Companion Document*). A full list of references from all three years 2005–2007 is contained in the *Renewables 2007 Global Status Report—References* document. All of these documents can be found on the REN21 Web site, at www.ren21.net.

Most figures of global capacity, growth, and investment portrayed in this report are not exact, but are approximate to two significant digits. Where necessary, triangulation of conflicting, partial, or older information is made using assumptions and growth trends. The original 2005 report drew from over 250 published references, plus a variety of electronic newsletters, numerous unpublished submissions from contributors, personal communications, and Web sites. The 2006 edition and this 2007 edition add many more sources. There has generally been no single source of information for any fact globally, as most existing sources report only on developed (OECD) countries or on regional or national levels, such as Europe or the United States, although global sources have emerged in recent years for wind power, solar PV, solar hot water, and biodiesel. Some global aggregates must be built from the bottom up, adding or aggregating individual country information. Very little material exists that covers developing countries as a group. Data for developing countries is often some years older than data for developed countries, and thus extrapolations to the present must be made from older data, based on assumed and historical growth rates. This is one of the reasons that capacity data (kilowatts) instead of energy data (kilowatt-hours) are reported, as capacity expansion is easier to extrapolate than energy production and is less prone to seasonal and annual variations that are common to many forms of renewables. (Other reasons are that capacity data better mimic investment trends over time, as capacity is usually directly proportion to investment, while energy production is not; and capacity data is generally more available for developing countries than energy production.) Annual increments to capacity are generally available only for wind, solar PV, and solar hot water.

Notas Finales

1. See Endnote 43, Annex 1, and Martinot et al. (2007) for methodological details of calculating shares of primary energy supply and final energy consumption. Figure 1 is based on the following data for 2006: (a) total final energy consumption 8,150 million tons of oil equivalent (Mtoe), including traditional biomass (from IEA 2007a adjusted for 2006); (b) traditional biomass 1,050 Mtoe (adjusted by 2 percent/year growth from 2001 estimate by Johansson and Goldemberg, although there are no consistent global estimates for growth of traditional biomass); and (c) large hydro 2,850 terrawatt-hours (TWh), small hydro 260 TWh, biomass power 230 TWh, wind power 155 TWh, final biomass heat 4,000 petajoules (PJ), geothermal

heat 280 PJ, solar hot water 250 PJ, and biofuels 1,100 PJ. All traditional biomass supply is considered final energy consumption for purposes of this analysis. For heat from modern biomass, there is some ambiguity as to what constitutes “final energy consumption.” Typically, it includes the heat content of steam and hot water produced from central biomass boilers and heat-and-power plants, but analyses can vary depending on how building-level heating boilers are counted. Few global estimates exist for modern biomass heat consumption, including district heating supply and direct industry use. IEA SHC (2007) gives 4000 PJ heat from modern bioenergy, and Johansson and Turkemburg (2004) give 730 TWh(th), or 2600 PJ final heat in 2001. Figures from IEA and other sources suggest that biomass for final heat consumption in industry is substantial (although there are few published studies on this topic), and therefore that heating/hot water from new renewables could be higher than shown in Figure 1.

2. For technology-by-technology sources, see Endnotes 4–17. For historical data and sources, see Note N3 of the 2005 report edition. Electricity data for 2006 from BP (2007) *Statistical Review of World Energy*. As of this writing, global electricity statistics by the IEA were only available for 2005. IEA (2007b) *Renewables Information 2007*, gives renewables a 17.9 percent electricity share for 2005, including 16.0 percent for hydro (both large and small). BP gives 19,028 TWh total for 2006, including 2,808 TWh for nuclear and 3,040 TWh for hydro. BP figure adjusted upwards by 520 TWh to account for new renewables minus a share of small hydro assumed not counted in statistics, for 19,550 TWh total; shares in Figure 2 based on this total plus numbers from Endnote 1. Number of homes with solar hot water collectors estimated based on 2.5 square meters (m²)/home average for developing countries and 4 m²/home for developed countries, with a modest total share for commercial use.

3. For technology-by-technology sources for Figure 3, see Endnotes 4–17.

4. For more details on large hydro in recent years, see Endnote 1 of the 2006 report edition and Note N5 of the 2005 report edition. Global generation statistics from BP (2007), with further information from International Hydro Association (2007). Hydro in China for 2006 from Martinot and Li (2007). Initial 2007 estimates for China are 5.5 gigawatts (GW) small hydro and 7.5 GW large hydro. Small hydro total from Martinot’s database of country-by-country information. In the last few years, more emphasis has been put on the environmental integration of small hydro plants into river systems in order to minimize environmental impacts, incorporating new technology and operating methods.

5. Table R2 and Figures 4 and 5 from Global Wind Energy Council (GWEC) (2007). GWEC in January 2008 estimated 94 GW for global wind power in 2007, with 20 GW added, including 8.5 GW in Europe (including 3.5 GW in Spain), 5.2 GW in the United States, and 3.4 GW in China. Other late-2007 projections were 2 GW in India, and 0.5 GW in Japan.

6. For further details, see Endnote 2 of the 2006 report edition and Note N6 of the 2005 report edition. OECD biomass power capacity was 24 GW in 2005 (IEA 2007b), including 0.4 GW in Mexico and Turkey (which are counted in the developing

country total). European biomass information from European Biomass Association (2007). Biomass power-generation capacity figures presented here do not include electricity from municipal solid waste (MSW) or industrial waste. Many sources include MSW in biomass figures, although there is no universally accepted definition. If MSW were to be included, the global biomass power generation figure might increase by 9–10 GW. OECD power capacity from MSW was 8.5 GW in 2005 (IEA 2007b). Developing country numbers for MSW are difficult to estimate. Growth rate for biomass heating is taken from Johansson and Turkenburg (2004) and reflects growth rate for the period 1997–2001; more recent worldwide growth rates are not available. Developing country total for biomass power capacity revised downward slightly for previous years due to new information.

7. Geothermal power capacity grew by an average of 2.4 percent from 2000–2004 (World Geothermal Council 2005 and Lund 2005). Geothermal generation in OECD countries grew by 1.9 percent in 2006 (IEA *Renewables Information* 2007).

8. Solar PV is separated into grid-connected and off-grid to reflect the different market characteristics of each application, such as costs relative to competing alternatives and types of policy support. Recent sources include Photon Consulting (2007), Sarasin (2007), *PV News* by Prometheus Institute (various issues), *Solar Buzz* (various issues), *EurObserver* 178 (2007), the Center for Solar Energy and Hydrogen Research (ZSW) (2008), the German Photovoltaic Industries Association (BSW) (2007), and *Greenprices* 41 and 43 (2007). Korea data from Korea Institute of Energy Research and Korea Photovoltaic Development Organization. There was agreement by Sarasin and *PV News* on 2.5 GW production in 2006. Figures for 2007 are still preliminary estimates. Photon Consulting estimated 3.8 to 4.0 GW of solar PV production in 2007, which might imply more than 3 GW of total installations during 2007, given historical ratios of installations (market volume) to total production, of which about 0.4–0.5 GW is probably off-grid. However, the European Photovoltaic Industries Association (EPIA) in December 2007 estimated added global solar PV capacity of just 2.3 GW in 2007. Cumulative solar PV figures from different sources are difficult to reconcile; Table R3 provides a best estimate for various years and countries from conflicting historical sources. Particularly installations in Germany have been the subject of contention in previous years (see Note N7 of the 2005 report edition and the notes associated with Table 3 of the 2006 report edition for extensive discussion and sources). EPIA estimated in December 2007 that global cumulative PV capacity reached 9 GW in 2007, but a historical database of additions by country maintained by Martinot suggests a cumulative total of more than 10.5 GW by 2007. According to the Spanish Solar PV Industries Association (ASIF), Spain added 400 MW of solar PV in 2007, up from 106 MW added in 2006, to reach a cumulative 560 MW in 2007. Global number of homes with solar PV is approximate, assuming an average 4 kW for new installations in Japan and Germany, coupled with historical figures (see Note N7 of 2005 report edition).

9. Project descriptions from sources in Endnote 8 plus other news reports. The Jumilla plant was inaugurated in December 2007; see www.jumilla.org/noticias/noticia.asp?cat=815&ver=t. The Beneixama plant was inaugurated in September 2007. List of 800 plants over 200 kW from “World’s Largest Photovoltaic Systems” Web site, www.pvresources.com/en/top50pv.php. These 800 plants totaled about 875 MW in 2007.

10. CSP sources include Sarasin (2007), submissions from report contributors, and news reports. Solar Millennium is

building four 50 MW plants, three of which began construction during 2006/2007. In addition, Iberdrola is planning nine 50 MW plants in Spain. World Bank project IDs are P041396, P050567, and P066426. Eskom in South Africa is planning a 100 MW CSP plant in Northern Cape Province by 2009–2010.

11. Table R4 numbers and sources from Endnotes 4–10; see also Notes N3 through N7 from the 2005 report edition, and the notes associated with Table 4 in the 2006 report edition. Figures in Table R4 should not be compared with previous versions of this table or similar tables to get growth rates. Adjustments from previous versions are a combination of real growth plus adjustment due to improved data. GEA/Gawell and Greenberg (2007) also a source.

12. Table R5 and Figures 8 and 9 compiled and estimated based on Weiss and Bergmann/IEA SHC (2007), Sarasin (2007), Martinot and Li (2007), European Solar Thermal Industry Federation (ESTIF) (2007), and individual country reports by report contributors. See also Note N8 from the 2005 report edition. Solar hot water retirements are significant in some countries, particularly countries with older markets like Japan and Turkey, and data reporting here attempts to account for these retirements. Sarasin (2007) predicted 23 gigawatts-thermal (GW_{th}) added in 2007, which accounting for retirements would bring total global capacity to 125 GW_{th} in 2007. Countries in North Africa and the Middle East were engaged in ambitious programs; Morocco reached 150,000 square meters (m²) cumulative by mid-2006 and expected 400,000 m² by 2012 and 1 million m² by 2020; Egypt had 400,000 m² and Jordan had 660,000 m² cumulative by 2006 (Claus and Mostert 2007).

13. “Solar hot water/heating” is also commonly called “solar heating and cooling” to emphasize that solar cooling (solar-assisted air conditioning) is also a commercial technology. This report uses “solar hot water/heating” because hot water alone constitutes the vast majority of installed capacity. Some capacity worldwide, particularly in Europe, does serve space heating, although space heating is a small share of total heat even in combined systems. Solar cooling is not yet in widespread commercial use but many believe its future is promising. Sarasin (2007) reported around 40 systems in service in Europe solar-assisted air conditioning of buildings, with total capacity 4.4 MW_{th}. See IEA/RETD (2007) for a comprehensive report on the subject.

14. Geothermal heat figures include shallow geothermal energy and ground-source heat pumps. See Note N6 of the 2005 report edition for further details. Geothermal heating capacity grew by an average of 12.9 percent from 2000–2004 (World Geothermal Council 2005 and Lund 2005). Lund (2005) reported 1.7 million ground-source heat pumps with 56 percent of total geothermal heat capacity (27,600 GW_{th}), but noted that the data are incomplete. Ground-source heat pumps grew by 24 percent per year from 2000–2005.

15. Table R6 and Figure 10 from Worldwatch (2007), Pinto and Hunt (2007), Etter (2007), *Greenprices* 47 (2007), European Bioethanol Fuel Association (eBIO) (2007), U.S. Renewable Fuels Association (2007), Canada Renewable Fuels Association (2007), and submissions from report contributors. Table R6 and Figure 10 only report fuel ethanol for vehicles; F.O. Licht (2007) and others report total ethanol production, which includes non-fuel uses and is substantially higher. Thus there is no published number for global fuel-ethanol-only production. The global ethanol total in Table R6 is a bottom-up accounting given best estimates for all significant countries. See Endnotes 5 and 6 of the 2006 report edition and Notes N9 and N10 of the 2005 report edition for extensive discussions of

biofuels production and cost analyses, particularly with reference to Brazil's plan to add 5 billion liters/year of production capacity by 2009. Ethanol figures do not include production of ethyl tertiary butyl ether (ETBE) in Europe.

16. Other uses for ethanol are emerging in Brazil, including for airplane fuel and as a feedstock for the chemical industry, which also occurred in the 1980s. DATAGRO (2007) issued a forecast in March 2007 for 20.6 billion liters of production for 2007. Vehicle statistics from National Association of Auto Manufacturers of Brazil (ANFAVEA) (2007).

17. Table R6 and Figure 10 from F.O. Licht (2007), supplemented by European Biodiesel Board (2007) and submissions from report contributors. Biodiesel trends also from Krbitz (2007). There are serious concerns among many environmental groups about the growth of tropical oil plantations.

18. Data for Table 1 compiled from a variety of sources, including the National Renewable Energy Laboratory, World Bank, and the International Energy Agency and its various Implementing Agreements. Many current estimates are unpublished. No single published source provides a comprehensive or authoritative view on all costs. Changes in costs from the 2005 report edition reflect a combination of refined estimates, technology changes, and commercial market changes. See World Bank (2007b) for treatment of many technologies. See Note N11 of the 2005 report edition for further historical sources.

19. Global investment numbers are rough approximations and reflect a database by Eric Martinot of installed capacity by technology and by year. These installed capacity figures are multiplied by assumed average capacity costs (i.e., in \$/kW or \$/m²). Capacity costs are taken globally, with the exception of small hydropower and solar hot water in China, to which lower cost estimates are applied. Some costs, such as biomass power generation, vary widely, and a global average becomes problematic. See Note N12 of the 2005 report edition for full methodological details. Figures used for 2006 and 2007 capacity additions are (respectively): 15.3 GW and 21 GW of wind power at \$1,600/kW, 2.15 GW and 3.0 GW of solar PV at \$7,000/kW (total system cost), 21.8 million m² and 23 million m² of solar hot water at \$130/m² (China, Turkey, India, other), 3.1 million m² and 3.6 million m² of solar hot water at \$800/m² (EU and other developed countries), on the order of 2 GW biomass power additions at \$2,000/kW, on the order of 250 MW geothermal power additions at \$1,600/kW, 6.5 GW and 5.5 GW of small hydro in China at \$800/kW, and on the order of 400 MW of small hydro elsewhere at \$1,300/kW, plus smaller amounts for solar thermal power, biomass heating, and geothermal heating. Navigant Consulting (2008) also produces an annual estimate of investment in new capacity, which was \$47 billion for 2006 and \$55 billion preliminary for 2007, excluding solar hot water and small hydro, which confirm the estimates here accounting for solar hot water and small hydro. Figure 11, based on above capacity costs, approximates real 2007 dollars and adjusts for historical capacity costs but does not take into account exchange rate fluctuations. See Endnote 21 for other investment estimates.

20. Solar PV manufacturing investment estimated by Photon Consulting. For biofuels, from market reports, it appeared that typical costs of new biodiesel production plants were in the range of \$0.6 to \$0.8 billion per billion liters/year of production capacity. (See Endnote 7 of the 2006 report edition for further methodological details.) The 2006 report edition used \$0.3 to \$0.6 billion per billion liters/year of production capacity for ethanol. Using these figures and averaging new ethanol and

biodiesel capacity increases for 2006/2007, about 6 billion liters/year ethanol capacity installed per year at \$0.4 billion, plus 2 billion liters/year biodiesel capacity installed per year at \$0.7 billion, yields \$2.4 billion/year for ethanol and \$1.4 billion/year for biodiesel, or a total of \$3.8 billion/year. These numbers are significantly higher than the totals estimated in the 2006 report edition: \$1 billion for 2005 and \$2 billion for 2006. The 2006 report edition applied the per-unit investment cost for ethanol to biodiesel, which resulted in lower estimates. There is also much greater investment in Brazil expected through 2009; considering capacity increases in Brazil during 2006/2007, it is likely that about \$1.5 billion of investment occurred during 2006 in Brazil and \$2 billion in 2007.

21. Further insight into investment and finance trends can be found in the REN21-associated report *Global Trends in Sustainable Energy Investment 2007*, published as collaborative of the United Nations Environment Programme (UNEP) Sustainable Energy Finance Initiative (SEFI) and New Energy Finance (UNEP/NEF 2007). Future editions of that report are contemplated. That report provides an alternate measure of sustainable energy investment, one that is more transaction-oriented and includes components that the \$71 billion estimate for 2007 cited in this report does not. The UNEP/NEF report shows \$75 billion of investment in "sustainable energy" during 2006 (and \$117 billion for 2007 estimated in an early-2008 update). This measure includes venture capital and private equity investments, capital raised on public markets, and R&D expenditures, as well as smaller amounts for other technologies like energy efficiency and fuel cells. Merger and acquisition activity is also contained in another UNEP/NEF aggregate total. Just considering new capacity investments, the UNEP/NEF number for 2006 for "asset financing" is approximately \$39 billion, which is the most directly comparable with the \$55 billion given in this report for 2006. Differences in methodology account for part of the discrepancy. The latest UNEP/NEF asset-financing estimate for 2007 was \$55 billion, comparable with the \$71 billion estimate in this report allowing for other factors. The UNEP/NEF report also gives \$7 billion in venture capital and private equity, and \$16 billion in R&D for 2006.

22. Clean Edge (2007); Pinto and Hunt (2007); New Energy Finance (2007). This report does not cover carbon finance or Clean Development Mechanism (CDM) projects. Renewable energy projects incorporating these financing vehicles were completed, ongoing, and planned in several countries.

23. Ibid.

24. Multilateral funding figures from World Bank (2007a), GEF (2007), and personal communication with Claudia Fersen, KfW, December 2007. See also Note N15 from the 2005 report edition and Endnote 8 of the 2006 report edition.

25. Ibid. World Bank total funding for renewables included \$150 million in carbon finance in fiscal year 2007, although this report does not cover carbon finance.

26. Ibid.

27. See 2005 report edition for further examples of financing programs in developing countries. The Brazil PROINFA program had added 850 MW by mid-2007, with another 950 MW under construction; of the total, 1,076 MW was small hydro, 514 MW biomass, and 216 MW wind (Porto 2007).

28. The methodology for this calculation is described in Endnote 10 of the 2006 report edition and Note N17 of the 2005 report edition. Annex 2 contains the updated list of

companies. Sources include Bloomberg, MarketWatch.com, InvestGreen.ca, Investext, Reuters, and company data.

29. Sources include news reports and original research by report contributors. For examples of past sources and industry trends, see Notes N18 through N23 of the 2005 report edition.

30. New Energy Finance (2007).

31. Winds of caution could sometimes be felt, as price increases in 2005–2007 have hindered solar PV, wind, and biofuels. Solar PV has not declined from the \$3.00–3.50/watt range due to high demand and silicon feedstock shortages. Wind turbine costs actually rose, from \$1,000–1,100/kW in 2003 to \$1,500/kW or more in 2006, partly due to high prices for steel and fiberglass. Biofuels profit margins in the United States disappeared in 2006 as the price of corn doubled in just two years due in part to demand by ethanol producers. These could all be viewed as short-term, as markets will adjust with increased capacity, but these cost trends still captured industry attention.

32. Global Wind Energy Council (2007); Emerging Energy Research (2007).

33. Global Wind Energy Council (2007); GreenHunter energy; Martinot and Li (2007).

34. PV News March, April, October, and December 2007; Photon Consulting (2007); Sarasin (2007).

35. PV News March, April, October, and December 2007; Sarasin (2007). Sarasin (2007) reports 200 MW of thin-film production in 2006, or 7.8 percent, while PV News reported only about 6 percent in 2006.

36. Kingsman Biodiesel News, 2 December 2007. See also *New Energy Finance* 124NS (2007) for examples of the difficulties recently faced by biofuels producers in some countries, including high feedstock prices, overcapacity, cheap imported ethanol from Brazil, and hesitant fulfillment of mandatory blending rules.

37. U.S. Renewable Fuels Association Web site, www.ethanolrfa.org, viewed 12 November 2007.

38. News articles; *New Energy Finance* issue 121NS; www.rangefuels.com; ir.verenium.com.

39. Sarasin (2007); news reports; submissions from report contributors. In the U.S. state of Nevada, the 64 MW “Solar One” plant came on-line and was expected to produce electricity at a cost of around 15–17 cents/kWh. In Spain, the 11 MW solar thermal plant (tower type) at the Sanlcar la Mayor (Sevilla) came on-line in early 2007. Construction of two additional solar thermal plants was scheduled to begin at the same site in Spain (20 MW and 50 MW), with the entire project planned for 300 MW by 2013.

40. For methodology of jobs estimate, see Annex 3 and also Note N24 of the 2005 report edition. Renner, Sweeny, and Kubit (2008, preliminary) provide a similar estimate of 2.3 million jobs globally, including 1.2 million for biofuels in the four leading biofuels-producing countries (figures include indirect jobs). The greatest uncertainties in jobs estimates concern biofuels, and there are also issues concerning the quality and social impacts of biofuels jobs. For the 2005 report edition, the jobs estimate was based on analytical factors for jobs-per-existing-capacity and jobs-per-unit-of-produced-capacity. Total jobs were based on existing capacity (i.e., operation and maintenance) plus newly manufactured/installed capacity (i.e., construction). There is also the issue of estimating “indirect

jobs”—whose definition is not always clear. Biofuels jobs estimates based partly on parameters from the Brazil sugarcane association, which include some plantation-based jobs.

41. This section is only intended to be indicative of the overall landscape of policy activity. Policies listed are generally those that have been enacted by legislative bodies. Some of the policies listed may not yet be implemented, or are awaiting detailed implementing regulations. It is obviously difficult to capture every policy, so some policies may be unintentionally omitted or incorrectly listed. Some policies may also be discontinued or very recently enacted. The terms “targets” and “goals” are used loosely and interchangeably, as many different types of targets and goals exist, ranging from domestic planning to multi-lateral commitments, and it would be impossible to qualify them all properly. This report does not cover policies and activities related to technology transfer, capacity building, carbon finance, and Clean Development Mechanism projects, nor does it highlight broader framework and strategic policies—all of which are still important to renewable energy progress. For the most part, this report also does not cover policies that are still under discussion or formulation, except to highlight overall trends, particularly for developing countries where policy action is relatively newer. Policy information comes from a wide variety of sources, and particularly from unpublished submissions from report contributors. The on-line IEA Global Renewable Energy Policy and Measures database (<http://renewables.iea.org>) provides one of the most comprehensive sources of policy information. For details of policies and sources covered in past years, see Notes N25 through N35 of the 2005 report edition, and Endnotes 16 through 40 of the 2006 report edition. Details from policy submissions by report contributors compiled into Annex 4.

42. A new policy and market review by the IEA, building on the original 2004 book, is forthcoming in 2008 and will contain substantial policy details and experience for IEA countries.

43. Table R7: Other energy share targets not shown include Algeria (5 percent by 2020), Armenia (35 percent by 2020), Barbados (over 20 percent by 2012), Romania (11 percent by 2010 and 15 percent by 2015), Syria (4 percent by 2010 and 10 percent by 2020), and Uganda (61 percent by 2017). Czech Republic and Poland also have targets for 2010 (5–6 percent and 7.5 percent respectively), and Morocco was discussing targets. Existing shares of primary energy are for 2006; for most countries they come from IEA (2007b) *Renewables Information* (according to IEA method), and include traditional biomass, municipal solid waste, and large hydro. Shares of final energy are estimated for OECD countries using the following (preliminary) methodology (see also Annex 1): Share of final energy calculated by dividing total renewable energy final consumption by Total Final Consumption (TFC) in IEA energy balances available at www.iea.org for 2004, adjusted upwards for 2006 by the ratio of primary energy for 2006 vs. 2004 from BP (2007). Total renewables final consumption is the sum of four components: (1) renewable-produced electricity, (2) final heat consumption from renewables after transformation in heating and combined heat-and-power plants, (3) final direct consumption of solar heat, geothermal heat, municipal waste, biomass, and gas-from-biomass, and (4) final liquid biofuels consumption. Components 1–3 are available for 2006 from the IEA (2007b) *Renewables Information*, but not component 4, which is derived instead from Table R6. Power losses and self-consumption for renewable-produced electricity should be netted out but were ignored. Global share of final energy calculated using data from Figure 1 (see Endnote 1), plus TFC

for 2005 from IEA (2007a) *Key World Energy Statistics*, adjusted to 2006. Final energy shares lower than primary energy shares for some countries may be due to a high share of biomass for electricity. Global final energy share is higher than primary energy share partly due to traditional biomass, which is entirely final energy consumption. German figures supplied separately from ZSW/Center for Solar Energy and Hydrogen Research.

44. Table R8: Other countries with electricity share targets not shown are Croatia (5.8 percent by 2010 excluding large hydro) and Moldova (2.5–3 percent). Israel also has a 2 percent target by 2007 and Egypt also has a 3 percent target by 2010. Existing shares are IEA preliminary estimates for 2006 given in *Renewables Information 2007*. Japan's target also excludes geothermal. In Canada and the United States, provinces and states have individual de facto targets in the form of renewable energy portfolio standards; see Table R11. Morocco was discussing targets for share of energy and electricity. Sources for targets: submissions by report contributors; see also Note N25 from 2005 report edition.

45. Sidebar 1: Rather than count primary or final energy shares, many targets use the share of electricity from renewables instead. (See Table R8 and Figure 2.) This avoids the need to choose a method of counting energy, although it does not capture the contributions made from heating and transport fuels. With the IEA method, the IEA assumes a 33 percent power plant efficiency for nuclear, when counting primary energy associated with nuclear electricity. With the BP method, BP assumes a 38 percent power plant efficiency when counting primary energy associated with both nuclear and hydro. The difference between these assumed efficiencies can cause discrepancies when trying to reconcile IEA and BP statistics for primary energy. There is also the issue of whether traditional biomass is counted in the primary energy total, which if so lowers the shares of hydro and nuclear (because total primary energy is higher). And there is the issue of whether or not small hydro is included in the hydro share. With all of these methodological differences and options, the shares for nuclear and hydro in reported statistics can vary. Thus, exact figures are not given in Sidebar 1 to avoid confusion. See Endnote 43, Annex 1, and Martinot et al. (2007) for further methodological details for calculating shares of primary and final energy.

46. In contrast to the burden sharing associated with the final energy target, the transport fuels target applies the same 10 percent share to every country equally. And the transport fuels target is binding only if production proves "sustainable" and only if second-generation biofuels become commercially available. A 2007 EC "green paper" on market-based mechanisms for energy- and environment-related policy emphasizes that future biofuels development should avoid unsustainable forms in favor of second-generation biofuels. See *Greenprices* 36 (2007).

47. China finalized its "Medium and Long-term Renewable Energy Development Plan" in September 2007 and issued a final set of targets through 2020. The share of total primary energy by 2020 was revised slightly downward, to 15 percent, from a previously discussed 16 percent. See Martinot and Li (2007).

48. Eighteen new countries were added to the list of countries with renewable energy targets since the 2005 report edition: Algeria, Argentina, Armenia, Barbados, Bulgaria, Croatia, Iran, Jordan, Mexico, Moldova, Morocco, Nigeria, Pakistan, Romania, Senegal, Syria, Tunisia, and Uganda. (See Tables R7–R9 for target details.) The year of enactment is unclear for some of these and the status of targets in Iran and Mali is

uncertain. Uganda announced in 2007 a comprehensive set of targets for renewables in 2012 and 2017, including for power generation, rural electrification, rural productive uses, solar hot water, and biofuels (see Ministry of Energy and Mineral Development 2007). Egypt expects wind power to grow by at least 500 MW per year starting in 2011; there were also separate targets for 750 MW solar thermal power capacity by 2017. India's proposed goals now specify enhanced use of solar hot water in hotels, hospitals, and similar uses by 2022, 10 years earlier than previously stated goals. New short-term targets in India by 2012 include maximal use of cogeneration in the sugar and other biomass-based industries. Bulgaria is included by virtue of its EU ascension, although specific targets were not available.

49. The U.S. national feed-in law was the Public Utility Regulatory Policy Act (PURPA), although some analysts do not consider PURPA to have been a true national feed-in law. Several states actively implemented PURPA but most discontinued implementation in the 1990s. In general, feed-in tariffs vary significantly in design from country to country (see Mendonca 2007). Some policies apply only to certain technologies or maximum capacity. Most policies establish different tariffs for different technologies, usually related to the cost of generation, for example distinguishing between off-shore and on-shore wind power. Some policies also differentiate tariffs by size of plant, location/region, year of initial plant operation, and operational season of the year. Tariffs for a given plant may decline incrementally over time, but typically last for 10–20 years.

50. Details of feed-in tariffs for the countries mentioned are provided in Annex 5, including price levels, eligible capacity ranges, time periods, special rules, and further expectations. Some tariffs are based on more complicated formulas, such as Spain's tariff for solar PV, which is derived from a multiple of mean conventional electricity prices over specified time periods. See Mendonca (2007) for a comprehensive treatment of feed-in tariffs. First year feed-in tariffs for a survey of 10 countries by Gipe (2007) show feed-in prices for wind power in the range 7–11 cents/kWh, for solar PV in the range 37–74 cents/kWh, and for biomass in the range 8–23 cents/kWh. The survey was for Austria, Brazil, California, the Czech Republic, France, Germany, Italy, Minnesota, Ontario, Portugal, South Korea, Spain (less than 50 MW), Turkey, and Washington State. See also *EurObserver* 178 (2007).

51. Ibid. Germany was considering lower solar PV feed-in tariffs for 2009 than provided in current law, which might lead to an accelerated market in 2008 in advance of the decreases. Spain faces a similar phenomenon, since it reached its program cap in September 2007 (85 percent of 400 MW), with the existing tariff only valid for systems installed through September 2008. Expectations were for lower tariffs (but a larger cap) after that. Italy terminated its existing program in 2006 and then adopted a new program that led to an acceleration of installations. An added 20 MW is expected in 2007, following 11 MW in 2006. France increased incentives for solar PV due to lower-than-expected installations; an added 15 MW is expected in 2007, following 6 MW in 2006. Greece adopted a new renewable energy law in 2007 that improves feed-in tariff conditions. Korea's solar PV program also includes R&D support, targets for homes and public buildings, loans, and local government support. India now provides a subsidy of 12 rupees/kWh for solar PV and 10 rupees/kWh for CSP, limited to 10 MW in each state.

52. For details on the Netherlands, see *Greenprices* 27 (2006) and 39 (2007).

- 53.** In the United States, there are four additional states with policy goals that are not legally binding renewable portfolio standards: Missouri, North Dakota, Vermont, and Virginia. New RPS targets enacted during 2006/2007 are Illinois (10 percent by 2015 and 25 percent by 2025), New Hampshire (25 percent by 2025), North Carolina (12.5 percent by 2018), Oregon (25 percent by 2025), and Washington (15 percent by 2020). In addition, New Mexico and Colorado both doubled their existing targets to reach 20 percent by 2020; Nevada will reach 20 percent by 2015; Minnesota will attain 25–30 percent by 2020–2025; and Maryland added a 2 percent solar PV requirement by 2022 that could result in 1.5 GW of added capacity. See Wiser et al. (2008) for more details on U.S. RPS policies. In Canada, British Columbia targets 50 percent from clean energy; Alberta and Manitoba target 900 MW and 1,000 MW of wind power, respectively; Ontario RPS is 5 percent by 2007 and 10 percent by 2010; Quebec targets 4,000 MW of wind by 2015; New Brunswick RPS is 10 percent by 2016 and 400 MW of wind by 2016; Nova Scotia RPS is 5 percent by 2010 and 20 percent by 2013; Newfoundland/Labrador targets 150 MW of wind; and Prince Edward Island targets 15 percent by 2010 (achieved) and 100 percent by 2015.
- 54.** See Martinot and Li (2007) for more on China's policies.
- 55.** Awarded prices under China's concession policy have been low, however, in the range of 0.42–0.50 RMB/kWh (5.0–6.3 cents/kWh) during 2005 and 2006. Some observers believe not all awarded projects will actually be built given the low prices. See Martinot and Li (2007) for more on China's policies.
- 56.** Solar PV tax credits and subsidy and rebate programs vary in design. Some specify maximum size limits, such as 10 kW. Some provide higher subsidies up to a capacity limit and lower subsidies beyond that limit. Some are capped at a total program monetary amount. Some apply to equipment cost but not installation cost. See Annex 6 for country-by-country details.
- 57.** China's National Development and Reform Commission issued its "Plan on Enforcement of Utilization of Solar Energy Heating Nationwide" in 2007, which is expected to apply to hospitals, schools, and hotels; see Martinot and Li (2007). India's national codes are initially voluntary, but will later become mandatory.
- 58.** São Paulo's solar collector mandate applies to all new residences with more than three bathrooms and all industrial and commercial buildings.
- 59.** Biofuels policies from a wide variety of sources. See Kojima, Mitchell, and Ward (2007) for a good summary, and also *Greenprices* 42 (2007). California in 2007 adopted a new type of biofuels-related policy, a "low-carbon fuel standard" (LCFS) that targets a 10 percent reduction in the average carbon intensity of vehicle fuels by 2020. The United States at the federal level and European Commission have also been considering LCFS policies.
- 60.** In addition to the policies mentioned, there are a growing number of international collaborations and initiatives with respect to biofuels, such as the International Biofuels Forum launched in 2007 with the participation of Brazil, the United States, China, India, the European Union, and South Africa to promote an international market; and a 2007 memorandum of understanding between Brazil and the United States on research for second-generation biofuels. For a recent analysis of biofuels trade policies and issues, see Kojima, Mitchell, and Ward (2007).
- 61.** Recent sources of information on green power include RECS International (2005), *Greenprices* (2006), Brger (2007), www.recs.org, Association of Issuing Bodies (2007), Bird and Swezey (2006), Bird (2007), U.S. EPA Green Power Partnership (2007), GreenPower Accreditation Program (2007), and Whitmore and Bramley (2004).
- 62.** Information on individual cities supplied by ICLEI-Europe, www.martinot.info/solarcities.htm, Worldwatch Institute, and Cathy Kunkel, Princeton University and visiting researcher at Tsinghua University. For more detailed descriptions and sources, see Note N35 from 2005 report edition, and 2007 Annex 7.
- 63.** Many smaller regions, counties, and villages are also engaged in local renewable energy policies and programs. Some of these are aiming for or achieving 100 percent renewables use, including more than a dozen localities in Germany such as Juehnde in Lower Saxony. In Bavaria, six rural counties declared their intention to become 100 percent energy autonomous by 2035.
- 64.** At the city level, however, such target setting is complicated by industrial production, as emissions from industry are not necessarily attributable to residents of the city. There are a growing number of "100 percent cities" that target full consumption supplied by renewables, such as the Germany cities of Emden, Kassel, Nuremberg, and Wolfhagen.
- 65.** The World Mayors and Local Governments Climate Protection Agreement builds on the existing commitments of local governments and their associations, including the ICLEI Cities for Climate Protection Campaign, World Mayors Council on Climate Change, U.S. Mayors' Climate Protection Agreement, C40 Climate Leadership Group, and United Cities and Local Government (UCLG) Jeju Declaration. See www.iclei.org/climateagreement. The C40 Large Cities Climate Summit in the United States is not mentioned in the text because it is primarily aimed at helping cities finance energy efficiency improvements. The Australian Solar Cities program has now selected four cities: Adelaide, Blacktown, Townsville, and Alice Springs. ICLEI's Local Renewables Initiative began in 2005 and aims to create a network of model cities, with initial activities in Europe, India, and Brazil.
- 66.** Progress with rural use of renewable energy is difficult to track comprehensively on a year-by-year basis, particularly traditional and modern biomass use, which continues to dominate rural energy consumption. Data collection is extremely time and people intensive. A comprehensive update of the rural energy section for this edition has not been possible. See Notes N36 to N44 of the 2005 report edition for original sources and data for much of the background information in this section.
- 67.** Supplemented with data from Enda Energy (2006).
- 68.** Ezzati and Kammen (2002). See also Note N37 from the 2005 report edition.
- 69.** Improved biomass cook stoves are more properly considered a fuel-efficiency technology rather than a renewable energy production technology. Nevertheless, they are clearly a form of rural renewable energy use, one with enormous scope and consequences of use. Policies and programs to promote efficient stoves are therefore not renewable energy "promotion" policies, as is typical with other renewables covered in this report, but rather are designed to improve the health, economic, and resource impacts of an existing renewable energy use (and thus closely linked to sustainable forestry and land management). The number of existing and operating

improved stoves may be significantly less than reported figures given here; for example, in India some estimates say a majority of stoves have passed their useful lifetimes and no longer operate. See AFRENPREN/FWD (2006). UNDP et al. (2000) *World Energy Assessment* discusses the environmental impacts, including greenhouse gases, of traditional biomass cookstoves.

70. Updates on China and India from Martinot and Li (2007) and from India Ministry of New and Renewable Energy (2007).

71. Figures include solar lanterns in India. Further details on solar home systems statistics and business-model characteristics can be found in Annex 8, Note N34 of the 2005 report edition, and Endnote 43 and associated text in the 2006 report edition. See also World Bank (2007a) for recent multilateral programs.