



WORLD ENERGY COUNCIL
CONSEIL MONDIAL DE L'ÉNERGIE
For sustainable energy.

Recursos energéticos globales

Encuesta 2013: Resumen

WORLD ENERGY COUNCIL
CONSEIL MONDIAL DE L'ÉNERGIE



Directivos del Consejo Mundial de Energía

Marie-José Nadeau

Chair

Younghoon David Kim

Co-chair elect

Leonhard Birnbaum

Vice Chair

Europe

José da Costa Carvalho Neto

Chair

Programme Committee

Arup Roy Choudhury

Vice Chair

Asia Pacific/South Asia

Jean-Marie Dauger

Chair Communications & Outreach Committee

TBC

Vice Chair

2016 Congress Turkey

Bonang Mohale

Vice Chair

Africa

O.H. (Dean) Oskvig

Vice Chair

North America

Süreya Yücel Özden

Vice chair

2016 Congress, Istanbul

Brian A. Statham

Chair

Studies Committee

José Antonio Vargas Lleras

Vice Chair

Latin America/Caribbean

Graham Ward, CBE

Vice Chair Finance

Wu, Xinxiong

Vice Chair

Asia

Taha M. Zadari

Vice Chair Special Responsibility

Gulf States & Middle East

Christoph Frei

Secretary General

World Energy Council

Copyright © 2013 World Energy Council

All rights reserved. All or part of this publication

may be used or reproduced as long as the following

citation is included on each copy or transmission:

'Used by permission of the World Energy Council'

www.worldenergy.org

Published 2013 by:

World Energy Council

Registered in England and Wales

No. 4184478

VAT Reg. No. GB 123 3802 48

Registered Office

Regency House 1–

4 Warwick Street

London W1B 5LT

ISBN: 978 0 946121 29 8

Prefacio

Como la energía es el principal "combustible" para el desarrollo social y económico y puesto que las actividades relacionadas con la energía tienen impactos ambientales significativos, es importante que los tomadores de decisiones tengan acceso a datos confiables y precisos en un formato fácil de usar. El WEC ha sido durante décadas uno de los pioneros en el campo de los recursos energéticos publicando cada tres años su informe principal **Encuesta de Recursos Energéticos (SER)**, el cual es liberado durante el Congreso Mundial de la Energía. **World Resources Energy (WER) 2013** es el nuevo título de esta publicación y de hecho, es la 23^a edición de la Encuesta. La encuesta es reconocida mundialmente como la principal fuente de información sobre los recursos energéticos mundiales. Su reputación y valor, desde la primera edición en 1933, descansan en dos factores principales: el estudio presenta datos sin sesgos y reales desde una organización independiente e imparcial, siendo el segundo factor la gran cantidad de recursos y de otros datos energéticos claves, conjuntamente con el análisis de los aspectos tecnológicos, económicos y ambientales evaluados para los niveles mundial, regional y nacionales.

El informe de 2013 abarca todos los recursos fósiles (carbón, petróleo y gas tanto convencionales como no convencionales), y de los principales recursos renovables y de transición: turba, nuclear, uranio, hidroelectricidad, biocombustibles y residuos, energía eólica, solar, geotérmica y energías marinas. Esta edición también analiza la eficiencia energética como una "fuente de energía" estratégica, porque cada unidad de energía ahorrada - el llamado "negajoule" - es menos costosa que la producción de la misma cantidad de energía.

Cada uno de los 12 capítulos está organizado en tres secciones: una introducción que cubre aspectos técnicos, económicos y cuestiones relativas al mercado; cuadros detallados con datos mundiales, regionales y nacionales para las reservas probadas y de producción, seguido de anotaciones sobre los países. La información proviene de fuentes internacionales diversas, incluyendo los aportes de expertos en recursos y datos de los Comités Miembros del WEC. La nueva estructura del sector energético posterior a la liberalización y privatización del mercado ha hecho que sea difícil acceder a datos y a otra información que la mayoría de las empresas y otras organizaciones consideran como "confidencial y sensible comercialmente".

El mundo que nos rodea ha cambiado significativamente en los últimos 20 años. A continuación se enumeran los principales impulsores que han determinado el suministro y uso de la energía:

- Fuerte aumento del precio del petróleo desde el año 2001 después de 15 años de precios moderados
- La crisis financiera y el lento crecimiento económico con la reducción drástica del consumo de energía en las grandes economías
- El gas de esquisto en América del Norte
- El accidente nuclear Fukushima Daiichi
- La inestable situación política en los países suministradores de energía en el Oriente Medio y el Norte de África, "La primavera árabe"
- Ausencia de un acuerdo global sobre la mitigación del cambio climático
- El colapso de los precios de CO₂ en el Sistema Europeo de Comercio de Emisiones
- El crecimiento exponencial de las energías renovables, particularmente en Europa debido a los generosos subsidios para los productores que pueden convertirse en un problema en lugar de una oportunidad
- Despliegue de tecnologías "inteligentes"
- El potencial de la eficiencia energética aún permanece sin explotar
- Las crecientes preocupaciones del público acerca de los nuevos proyectos de infraestructura, incluidos los proyectos de energía, y su impacto en el proceso de toma de decisiones políticas

Estoy muy agradecido a todos los que han contribuido a la elaboración del informe de 2013, incluyendo la Comisión de Estudio Miembros, los Comités Miembros del WEC, instituciones energéticas líderes y expertos individuales. Mi especial gracias por la coordinación, orientación y gestión de la Secretaría de WEC con una excelente y contribuciones de alto nivel profesional de Elena Nekhaev, Director de Programas y Paul Benfield, Senior Project Manager.

Alessandro Clerici
Executive Chair, WEC World Energy Resources



Chair **Alessandro Clerici**
CESI S.p.A.
Italy

Vice Chair **Marcos Assayag**
Petroleo Brasileiro S.A.
Brazil

Study Group Members

Bongani Thusi
**Ministry of Natural Resources
and Energy – Swaziland**
Swaziland

Brigitte Svarich
Energy Council of Canada
Canada

Fabian Melon
PricewaterhouseCoopers (PwC)
Germany

Fabio Emiro Sierra Vargas
National University of Colombia
Colombia

Firouzeh Amini
Iran

Gerardo Rabinovich
Argentina

Greg Schmidt
Energy Council of Canada
Canada

Iulian Iancu
Government of Romania
Romania

Jean-Eudes Moncomble
France

Jose Antonio Tagle
IBERDROLA
Spain

Klaus Hammes
Swedish Energy Agency
Sweden

Luca Lo Re
BNL Clean Energy AG
France

Marc Florette
GDF SUEZ
France

Mark Bohm
Suncor Energy Inc.
Canada

Michael W. Howard
EPRI
United States of America

Mostafa Tavanpoor Paveh
Iran

Pasquale Monti
Enel GreenPower
Italy

Paul Cheliak
Canadian Gas Association
Canada

Roland Luebke
German Coal Association
Germany

Sandra Scalari
ENEL S.p.A.
Italy

Sylvain Hercberg
EDF Energy plc
France

Tiina Koljonen
Technical Research Centre of Finland (VTT)
Finland

Uwe Maaßen
Deutscher Braunkohlen Industrie Verein e.V.
Germany

Volker Breisig
PricewaterhouseCoopers (PwC)
Germany

Wayne Chodzicki
KPMG LLP
Canada

Traducción libre realizada por la Secretaría Técnica del Comité Colombiano del Consejo
Mundial de Energía, COCME

Contenido

Introducción	5
¿Qué ha cambiado?	6
Carbon.....	10
Petróleo.....	12
Gas Natural	14
Uranio y nuclear	16
Hidroelectricidad.....	17
Viento	18
Solar Fotovoltaica.....	19
Bioenergía y residuos.....	20
Eficiencia energética	21
Costo de las tecnologías de generación	22
El camino por delante	24
Mensajes Claves	24

Introducción

Este resumen del informe “World Resources Energy” se apoya principalmente en los resultados del programa de trabajo del WEC desde el Congreso Mundial de la Energía en Montreal, en 2010. Centrándose en los recursos energéticos, el resumen también tiene en cuenta puntos de vista relevantes de los Comités miembro del WEC y de otros estudios y programas, tales como Políticas de Eficiencia energética y Tecnologías, Desempeño de las Plantas de Generación, Costo de las Tecnologías Energéticas realizado conjuntamente con Bloomberg New Energy Finance, el Trilema Energético, Escenarios globales de Energía 2050 y otros informes (www.worldenergy.org / publicaciones).

El Consejo Mundial de Energía produce la Encuesta del informe de Recursos Energéticos desde 1933. Esta 23ª edición de la encuesta se publicó bajo el nuevo título de Recursos Energéticos Globales (WER). Durante décadas, el informe ha sido el más ampliamente reconocido como una publicación autorizada sobre los recursos energéticos mundiales y millones de copias de la memoria han sido descargados desde el sitio web del WEC. La encuesta cubre:



Coal



Oil



Natural Gas



Uranium & Nuclear



Hydro Power



Bioenergy & Waste



Wind



Solar PV



Geothermal



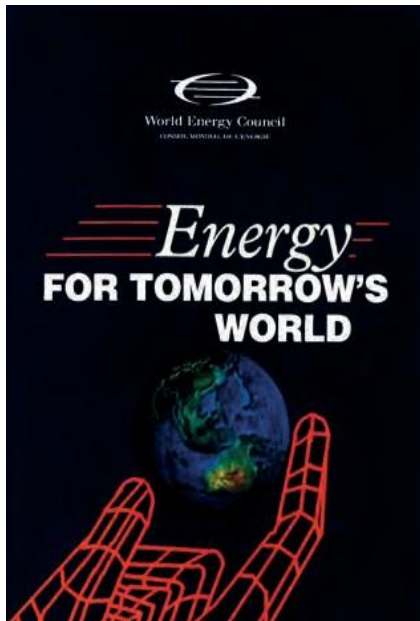
Peat



Marine Energies



Energy Efficiency



“El Informe WEC presenta temas energéticos de importancia mundial de una manera responsable y equilibrada, proporcionando una contribución muy útil al debate sobre estos temas”.

John S Jennings, Gerente Director del grupo la Royal Dutch Shell / Shell Group

“Este informe es una importante declaración que no sólo señala una ampliación de las perspectivas de la comunidad mundial de la energía, que el WEC representa efectivamente, sino también un punto de referencia para abordar las cuestiones de desarrollo sostenible”.

RK Pachauri, Director General, Instituto de la Energía y Recursos (TERI) y Presidente del Panel Intergubernamental sobre El Cambio Climático (IPCC)

Una característica adicional del informe de 2013, es la presentación de una perspectiva histórica de los recursos energéticos y de algunos importantes temas energéticos con base en el análisis comparativo de las estadísticas, hallazgos e hipótesis y su evolución en los últimos 20 años. Los resultados del informe se comparan con las proyecciones realizadas por el WEC en su informe hito “Energy for tomorrow’s World” publicado en 1993. Ese informe fue producido con un apoyo significativo de empresas privadas de los Comités miembros del WEC, empresas de servicios públicos, los gobiernos, el mundo académico y destacadas personalidades, en total más de 500 expertos en representación de casi 100 países, entre ellos todos los principales mercados de producción y consumo de energía. “Energy for tomorrow’s World” puso definitivamente al WEC en el mapa de los principales organismos mundiales de la energía.

2013 es un buen momento para detenerse y mirar hacia atrás, sobre todo porque el WEC está celebrando sus 90 años. Si uno tuviera que elegir entre una serie de supuestos que en las dos últimas décadas han influido más en el desarrollo del sector energético global, la mayoría escogería el medio ambiente y en particular el cambio climático. La energía renovable también estaría en la parte superior de la lista de los factores decisivos. El sector energético se veía diferente, hasta la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, firmada en Río de Janeiro en 1992. Desde entonces, el desarrollo sostenible se ha convertido en uno de los principales motores que configuran el futuro energético del mundo.

El sector de la energía es de largo plazo y, por tanto, cualquier estrategia a largo plazo debe apoyarse en información y datos fidedignos. La información detallada sobre los recursos, la selección de costos y una visión de conjunto sobre las tecnologías presentadas en el informe principal WER, proporcionan un excelente soporte para evaluar las diferentes opciones energéticas con base en la información fáctica facilitada por los miembros del CME de todo el mundo.

¿Qué ha cambiado?

El mundo que nos rodea ha cambiado significativamente en los últimos 20 años. La tecnología se ha convertido en uno de los principales motores de desarrollo económico y social. El rápido avance de la tecnología de la información (TI) en todo el mundo ha transformado no sólo nuestra forma de pensar, sino también la forma en que actuamos. Todos los aspectos de la vida humana se han visto afectados por ella y la Internet, en particular. No hace falta decir que prácticamente todas las tecnologías funcionan con electricidad y por lo tanto la participación de electricidad está aumentando rápidamente, más rápido que el suministro total de energía primaria (SEPT).

Tabla 1: Indicadores Clave correspondientes a 1993, 2011 y 2020

Fuente: 1993, 2020 cifras tomadas de "Energy for tomorrow's World" (WEC, 1995). 2011 figuras tomadas de World Energy Resources (WEC, 2013). Otras renovables 2020 figura tomada del informe de Escenarios World Energy Scenarios report (WEC, 2013)

	1993	2011	2020	Crecimiento 1993- 2011 %
Población, billones	5.5	7	8.1	27
GDP				
Trillón USD	25	70	65	180
TPES Mtoe	9532	14092	17208	48
Carbón Mt	4474	7520	10108	68
Petróleo Mt	3179	3973	4594	25
Gas natural bcm	2176	3510	4049	62
Nuclear TWh	2106	2386	3761	13
Hidroelectricidad TWh	2268	3229	3826	29
Biomasa Mtoe	1036	1277	1323	23
Otras renovables* TWh	44	515	1999	n/d
Producción de electricidad /año				
Total TWh	12607	22202	23000	76
Per cápita MWh	2	3	3	52
Emisiones de CO₂/año				
Total CO₂ Gt	21	30	42	44
Per cápita tonne CO₂	4	4	n/d	11
Intensidad energética koe, 2005 USD	0.24	0.19	n/d	-21

*Incluye todas las renovables, excepto hidro

El crecimiento de la población siempre ha sido y seguirá siendo uno de los principales impulsores de la demanda de energía, junto con el desarrollo económico y social. Mientras que la población mundial se ha incrementado en más de 1.5 mil millones durante las últimas dos décadas, la tasa global de crecimiento de la población ha venido disminuyendo. El número de personas sin acceso a la energía comercial se ha reducido un poco, y la estimación más reciente del Banco Mundial indica que es de 1,2 billones de personas.

Las únicas fuentes de energía renovables para las cuales se realizaron las proyecciones, en 1993, fueron la hidroelectricidad y la biomasa. La contribución de las energías renovables no era muy significativa en aquellos días, y el resto de las energías renovables no se tuvieron en cuenta de forma individual, pero si combinadas en un solo grupo llamado "otras energías renovables". Para efectos de comparación, los mismos recursos se incluyen en este epígrafe para el año 2011. Ellos sin embargo, se presentan por separado en el informe completo del World Resources Energy 2013.



La Tabla 1 muestra los valores reales para una serie de indicadores registrados en 1993, el estado de estos indicadores en 2011 y las proyecciones para 2020 realizadas en “Energy for tomorrow’s World” en el escenario de alto crecimiento al 2020. La comparación demuestra que los desarrollos futuros son a menudo subestimados. Incluso las más altas proyecciones realizadas hace 20 años, están por debajo de la realidad. ¿Qué quiere decir esto? Significa que la demanda de energía podría crecer significativamente más rápido de lo esperado, y si se gestionan adecuadamente, los recursos energéticos y las tecnologías deben estar disponibles para satisfacer esta demanda.

Los cambios en la industria de la energía en los últimos 20 años han sido significativos. En cuanto a los resultados de la presente encuesta World Energy Resources 2013 del WEC, se hace evidente que hay más recursos energéticos en el mundo de hoy como nunca antes. Sin embargo, el aumento en las evaluaciones de los recursos en 2013, en muchos casos, se puede atribuir a las nuevas y más eficientes tecnologías. Así la definición internacional utilizada por las Naciones Unidas estipula que:

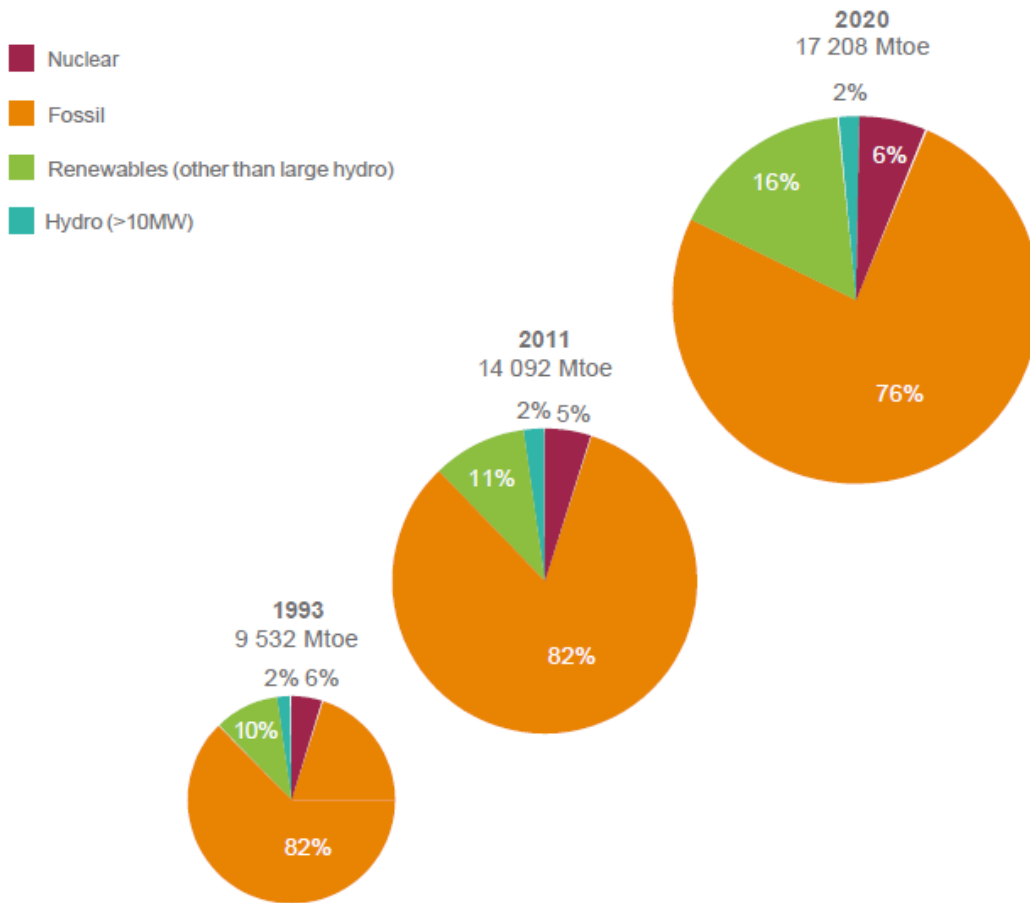
Las reservas recuperables probadas son las cantidades del inventario comprobado en sitio que se pueden recuperar en el futuro bajo las condiciones económicas locales actuales y esperadas con la tecnología existente disponible”.

Los recientes desarrollos de gas de esquisto en los Estados Unidos demuestran claramente este concepto y el papel de las tecnologías. Los enormes recursos de gas de esquisto siempre han estado ahí, pero es sólo a partir de la introducción de la tecnología de fracturamiento hidráulico y un precio económicamente atractivo, que la revolución del mercado del gas se ha convertido en una realidad.

El mensaje general que se desprende de la encuesta de 2013 confirma que los principales combustibles fósiles: carbón, petróleo y gas natural son abundantes y van a durar décadas.

Oferta Total de Energía Primaria por recurso 1993, 2011 y 2020

Fuente: WEC Survey of Energy Resources 1995, World Resources Energy 2013 y WEC World Energy Scenarios to 2050.



El suministro y uso de la energía tienen poderosos efectos económicos, sociales y ambientales. No toda la energía se suministra en condiciones comerciales. Los combustibles, como la leña o la tradicional biomasa son en gran parte no comerciales. La leña juega un papel de liderazgo en los países en desarrollo, donde es ampliamente utilizada para la calefacción y la cocción.

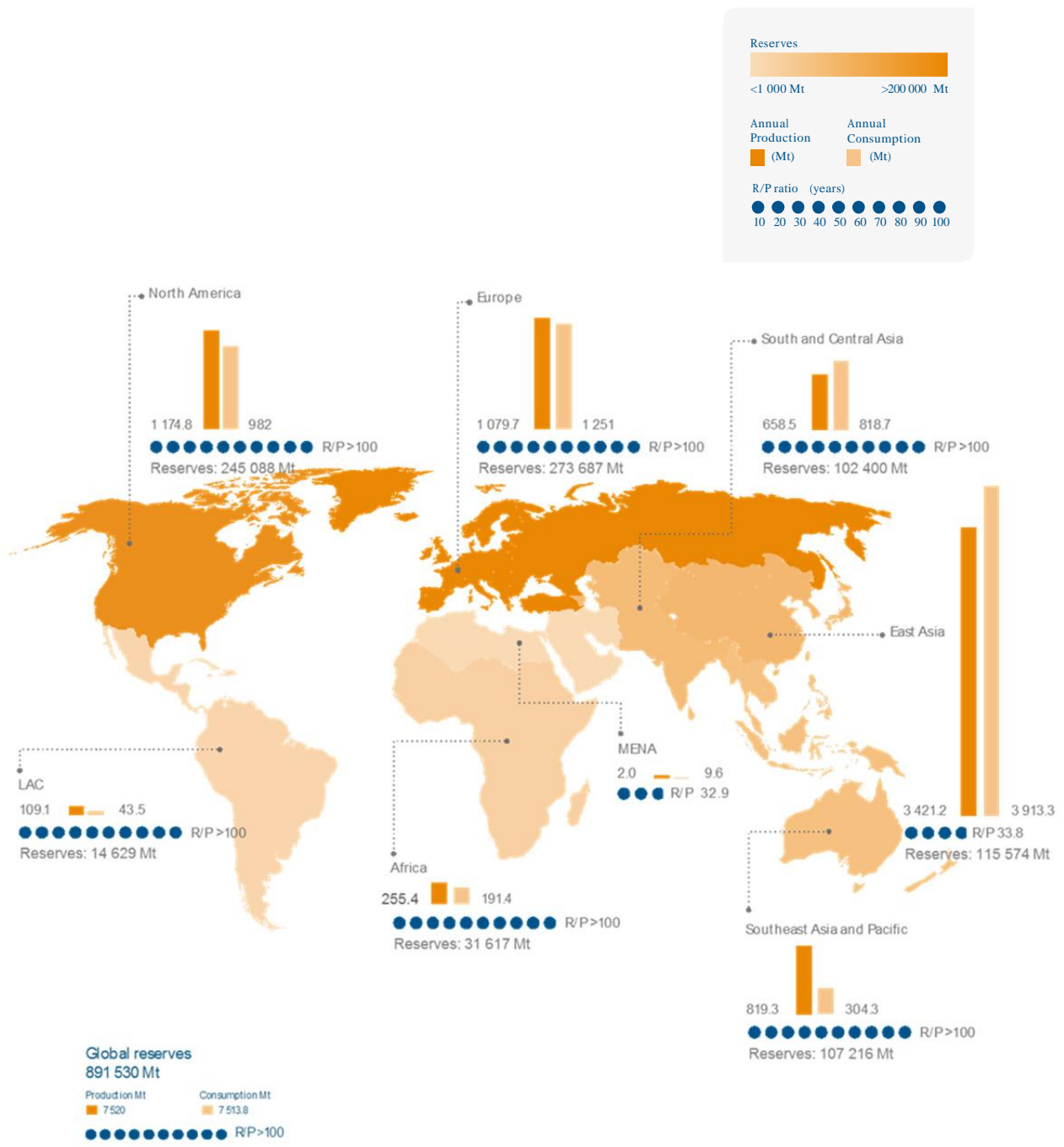
El acceso universal a la energía comercial sigue siendo un objetivo para el futuro. En muchos países, especialmente en África y Asia, el ritmo de electrificación se encuentra rezagada ante una demanda creciente. Es imprescindible hacer frente a este importante desafío sin más dilaciones, en particular, teniendo en cuenta el impacto que el acceso a la electricidad tiene en la vida de las personas y en su bienestar, en el crecimiento económico y el desarrollo social, incluida la prestación de servicios sociales básicos servicios, como la salud y la educación.

El establecimiento de infraestructura energética en los países menos desarrollados necesitará un importante esfuerzo por parte de la comunidad energética mundial. También va a requerir de estructuras políticas, legales e institucionales, que no existen en la actualidad. La creciente demanda de energía, la disminución de la inversión pública y la evolución del rol de las instituciones financieras multilaterales requieren mayores esfuerzos por parte de los gobiernos para cambiar sus roles con el fin de crear un ambiente propicio para los negocios que permita atraer la inversión privada, tanto nacional como internacional.





Carbón



A pesar de sus pobres credenciales medioambientales, el carbón sigue siendo un contribuyente importante para el suministro de energía en muchos países. El carbón es el combustible fósil más extendido en todo el mundo y más de 75 países tienen depósitos de carbón. La participación actual de carbón en la generación global de energía es más del 40%, pero se espera que disminuya en los próximos años, mientras que el consumo real de carbón crecerá en términos absolutos. Aunque los países de Europa, y en cierta medida en América del Norte, están tratando de cambiar su consumo por fuentes alternativas de energía, las reducciones son más que compensadas por las grandes economías en desarrollo, principalmente en Asia, que son impulsadas por carbón y tienen importantes reservas de este mineral. Sólo China utiliza actualmente, tanto carbón como el resto del mundo.

La continua popularidad del carbón se hace particularmente evidente cuando se comparan las cifras de producción actuales con las de hace 20 años. Mientras que las reservas

mundiales de carbón han disminuido un 14% entre 1993 y 2011, la producción se ha incrementado en 68% en el mismo período. En comparación con la encuesta del 2010, los datos más recientes muestran que las reservas de carbón probadas, han aumentado en un 1 % y la producción un 16%. El futuro del carbón depende principalmente del avance de las tecnologías limpias del carbón para mitigar los factores de riesgo, en particular las emisiones de CO₂. Hoy, la captura, uso y almacenamiento de carbono (CCS / CCUS) es la única tecnología a gran escala, que podría tener un impacto significativo en las emisiones de los combustibles fósiles. Está, sin embargo, aún en la fase de piloto y su futuro es incierto, principalmente por los altos costos y el impacto en la eficiencia de las plantas térmicas.

El carbón juega un papel importante para garantizar el acceso a la energía, debido a que es ampliamente disponible, seguro, confiable y con un costo relativamente bajo. Uno de los principales desafíos que enfrenta el mundo en la actualidad es que aproximadamente 1,2 millones de personas viven sin acceso a servicios energéticos modernos. El acceso a la energía es un requisito previo fundamental para la vida moderna y una herramienta clave en la erradicación la pobreza extrema en todo el mundo.

Existen recursos de carbón en muchos países en desarrollo y este informe demuestra que muchos países con problemas de electricidad, particularmente los de Asia y el sur de África, pueden acceder a los recursos de carbón en una forma asequible y segura para incrementar del suministro de electricidad. Por lo tanto, el carbón seguirá desempeñando un papel importante apoyando el desarrollo de la electricidad donde más se necesita. La electricidad con base en carbón se transmitirá por las redes nacionales garantizando a millones el acceso a la energía, facilitando de esta manera el crecimiento económico en el mundo en desarrollo.

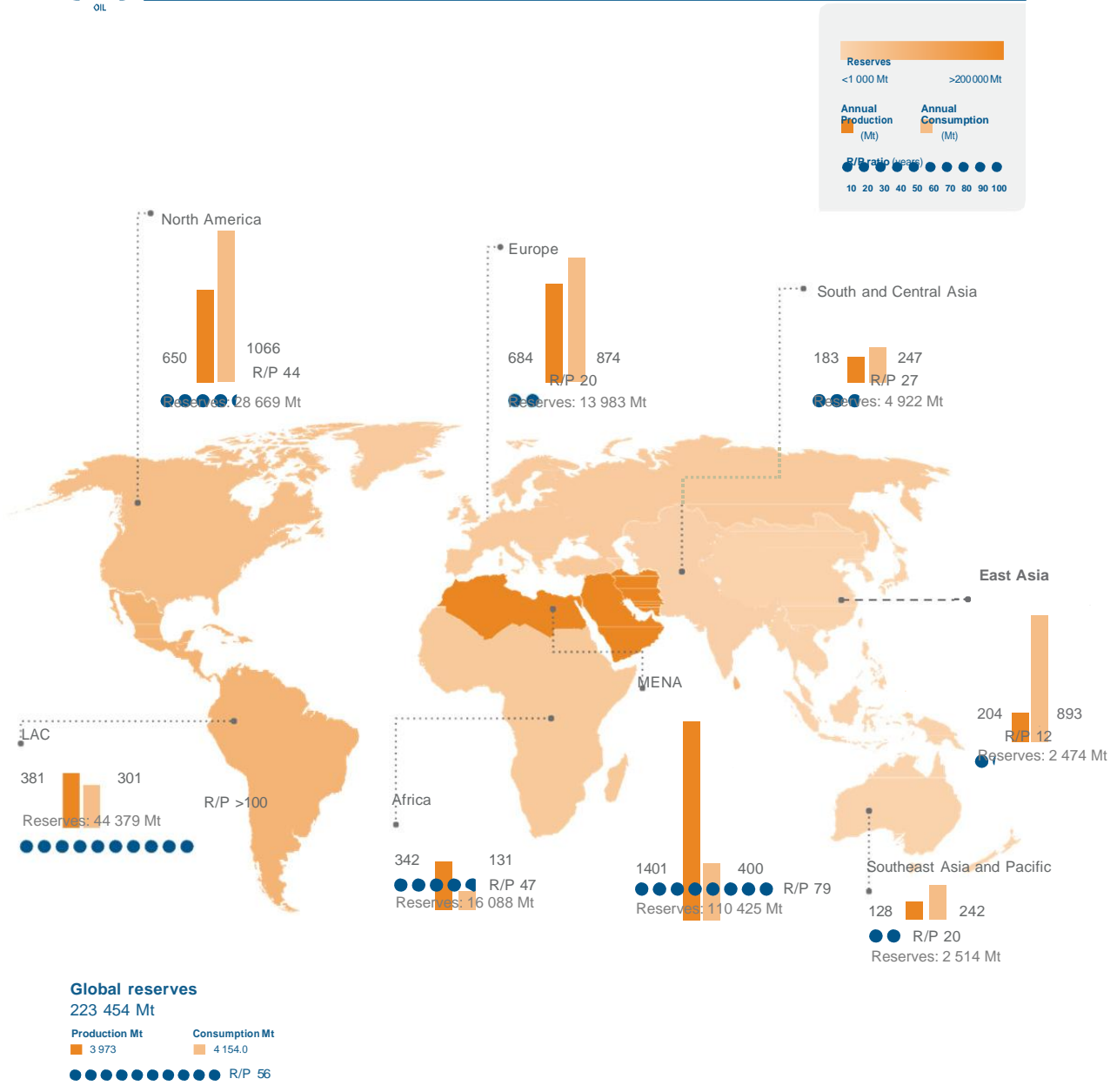
Reservas de carbón: 5 primeros países

País	Reservas (Mt)		Producción (Mt)		2011 R/P Años
	2011	1993	2011	1993	
Estados Unidos	237 295	168 391	1092	858	>100
Federación Rusa	157 010	168 700	327	304	>100
China	114 500	80 150	3384	1150	34
Australia	76 400	63 658	398	224	>100
India	60 600	48 963	516	263	>100
Resto del mundo	245 725	501 748	1805	1675	>100
Total mundial	8915 30	1031 610	7520	4474	>100

Beneficios	Desventajas
Distribución geográfica amplia	Altas emisiones de CO ₂ , partículas y otros contaminantes
Costos predecibles y estables	No es adecuado para las unidades de generación en horas pico
Nuevas tecnologías para el carbón mejoran la eficiencia y el desempeño ambiental	CCS/CCUS tienen impacto negativo sobre las plantas térmicas



Petróleo



Las crisis del petróleo de los años 70 y 80 se tradujeron en largas colas en las estaciones de servicio y el precio del petróleo disparado, tocando el cielo. En los años siguientes, las acaloradas discusiones sobre "pico del petróleo" se apoyaron en la expectativa del mundo de quedarse sin petróleo en unas pocas décadas. Ahora, en 2013, el tema del cenit del petróleo no está ya en los titulares, sin embargo, ya que el petróleo es un recurso finito, este tema volverá en el futuro. Las reservas mundiales de petróleo son casi 60% más grandes hoy que hace 20 años, y la producción de petróleo se ha incrementado en un 25%.

Si los recursos no convencionales de petróleo, incluyendo el esquisto bituminoso, arenas bituminosas, petróleo extra pesado y bitumen natural se tienen en cuenta, las reservas mundiales de petróleo serán cuatro veces más grande que las actuales reservas globales convencionales. El petróleo sigue siendo un recurso energético de primera con un amplio rango de aplicaciones posibles. Sin embargo, su principal uso estará orientado hacia el transporte y el sector petroquímico. La posición futura del petróleo en lo alto de la escalera energética enfrentará un fuerte desafío de otros combustibles, como el gas natural. Las

evaluaciones de los recursos petrolíferos se han incrementado constantemente entre 2000 y 2009 y aproximadamente la mitad de este incremento se debe a la reclasificación de las arenas petrolíferas del Canadá y las revisiones llevadas a cabo en los principales países de la OPEP: Irán, Venezuela y Qatar. En comparación con la encuesta del 2010 las reservas probadas de petróleo aumentaron en un 37% y la producción en 1%.

El petróleo es una industria global madura que ofrece a los participantes en el mercado oportunidades de buenos rendimientos económicos. El equilibrio entre la rentabilidad sobre el capital y los intereses de los países receptores es un asunto delicado. Algunos países, por razones políticas, han limitado el acceso de las empresas internacionales

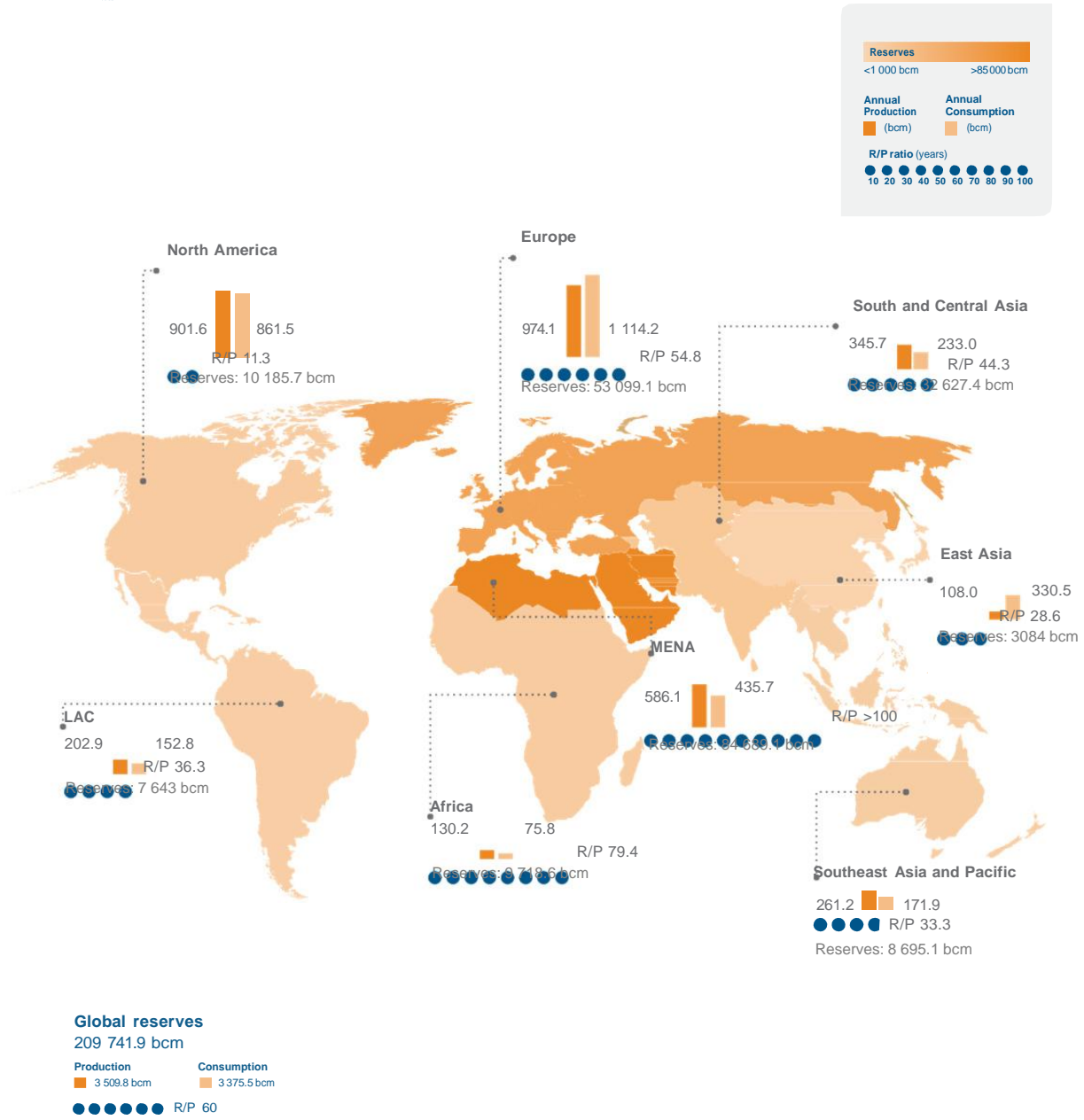
Reservas de crudo: 5 Primeros países

País	Reservas (Mt)		Producción (Mt)		R/P años
	2011	1993	2011	1993	
Venezuela	40 450	9842	155	129	>100
Arabia Saudita	36 500	35 620	526	422	69
Canadá	23 598	758	170	91	>100
Irán	21 359	12 700	222	171	96
Iraq	19 300	13 417	134	29	>100
Resto del mundo	82 247	68 339	2776	2 238	30
Total Mundial	223 454	140 676	3973	3 179	56

Beneficios	Inconvenientes
Actualmente es indispensable para el transporte por carretera y en la industria petroquímica	Volatilidad alta de los precios
Líder en la transacción de commodities	Tensiones geopolíticas relacionadas en las áreas con mayores reservas
Flexible, fácil para transportar	El mercado está liderado por los productores y grandes compañías nacionales(OPEC, NOCs)



Gas Natural



El gas natural es un recurso más de los combustibles fósiles, que continuará haciendo contribuciones significativas a la economía mundial de la energía. El más limpio de todos los combustibles fósiles, el gas natural, es abundante y flexible. Se utiliza cada vez más en las tecnologías más eficientes en generación de energía, tales como el Ciclo Combinado de Turbinas de Gas (CCGT), con eficiencias de conversión de aproximadamente 60%. La reservas de gas natural convencional han crecido un 36% en los últimos dos decenios y su producción en un 61%. En comparación con la encuesta de 2010, las reservas probadas de gas natural han crecido un 3% y la producción un 15%.

La exploración, el desarrollo y el transporte de gas por lo general requieren una inversión inicial importante. Es necesaria una estrecha coordinación entre la inversión en la infraestructuras de gas y de electricidad.

En su búsqueda de suministros seguros, sostenibles y asequibles de energía, el mundo está centrandó la atención en las fuentes de energía no convencionales. El gas de esquisto es una

de ellas. Ha puesto “patas arriba” los mercados de gas en Norteamérica, y está haciendo grandes progresos en otras regiones.

La emergencia del gas de esquisto como fuente de energía potencialmente importante puede tener grandes implicaciones estratégicas para la geopolítica y la industria de la energía. Los estudios más creíbles ponen la dotación mundial de recursos de gas esquisto, en 456 tcm. Existen alrededor de 700 fuentes conocidas de esquisto en todo el mundo en más de 150 cuencas. En la actualidad sólo a unos pocos de estos esquistos se han evaluado adecuadamente sus potenciales de producción, la mayoría de ellos en América del Norte. Los volúmenes potenciales de gas de esquisto son enormes y es probable que esto reconfigure significativamente los mercados del gas y de gas natural licuado (GLP) en todo el mundo.

Las reservas de gas natural: 5 Primeros países

País	Reservas (bcm)		Producción (bcm)		R/P años
	2011	1993	2011	1993	
Federación Rusa	47 750	48 160	670	640	71
Irán	33 790	20 659	150	27	>100
Qatar	25 200	7 079	117	14	>100
Turkmenistán	25 213	2 860	75	57	>100
Arabia Saudita	8 028	5 260	99	36	81
Resto del mundo	69 761	57 371	2398	1438	22
Total mundial	209 742	141 335	3509.8	2176	55

Beneficios	Inconvenientes
El más limpio de los combustibles fósiles	Los campos cada vez se encuentran más afuera de las costas y en zonas remotas
Combustible flexible y eficiente para plantas de generación	Alta exigencia de inversión inicial para el sistema de transporte y distribución
Incremento probado de reservas (re valoración y el gas de esquisto)	Las rutas de suministro son cada vez más largas y altos costos de la infraestructura

Uranio y nuclear

La industria nuclear tiene una historia relativamente corta: el primer reactor nuclear fue encargado en 1954. El uranio es la principal fuente de combustible para los reactores nucleares. La producción mundial de uranio se ha incrementado recientemente después de un largo período de disminución causada por el exceso de oferta tras el desarme nuclear. El presente estudio muestra que el total de recursos de uranio identificados ha crecido un 12,5 % desde 2008 y que son suficientes para más de 100 años de oferta, de acuerdo con los requerimientos actuales.

La producción total de electricidad de origen nuclear ha ido en aumento durante las últimas dos décadas y alcanzado una producción anual de alrededor de 2 600TWh a mediados de la década del 2000, aunque los tres principales accidentes nucleares han ralentizado o incluso revertido su crecimiento en algunos países. La cuota nuclear de la producción total mundial de electricidad alcanzó su pico de 17 % en la década de 1980, pero desde entonces ha ido disminuyendo y cayó al 13,5 % en el 2012. En términos absolutos, la producción nuclear se mantiene prácticamente en el mismo nivel que antes, pero su participación relativa en la generación de energía ha disminuido, debido principalmente al accidente de la planta nuclear de Fukushima.

Japón solía ser uno de los países con un alto porcentaje de energía nuclear (30 %) en su canasta de electricidad y con altos volúmenes de producción. Hoy en día, ninguna de sus 54 reactores está en funcionamiento. Los costos crecientes de las instalaciones nucleares y los extensos tiempos de aprobación requeridas para nuevas construcciones han tenido un impacto en la industria nuclear. La desaceleración no ha sido global, en los nuevos países, sobre todo en las economías en rápido desarrollo, en el Medio Oriente y Asia, siguen adelante con sus planes de establecer una industria nuclear.

Energía nuclear: Primeros cinco países

País nuclear	Capacidad instalada (MW)		Generación actual (GWh)	
	2011	1993	2011	1993
Estados Unidos	98 903	99 041	779 000	610 000
Francia	63 130	59 032	415 480	350 000
Japón	38 009	38 038	162 900	246 000
Federación Rusa	23 643	19 843	122 000	119 000
República de Corea	20 718	7 615	98 616	58 100
Resto del Mundo	119 675	116 726	787 777	722 900
Total mundial	364 078	340 295	2 385 903	2 106 000

Beneficios	Inconvenientes
Alta eficiencia	Alto CAPEX y el aumento de los costos de cumplimiento
Costo moderado y predecible de la electricidad durante la vida útil	Preocupación pública acerca de la operación y disposición final de residuos
Sin emisiones durante su ciclo de vida	Grandes pasivos en caso de un accidente nuclear

Hidroelectricidad

La energía hidráulica proporciona una cantidad significativa de la energía en todo el mundo y está presente en más de 100 países, contribuyendo con aproximadamente el 15 % de la producción mundial de electricidad. Los 5 mayores mercados para la energía hidráulica en términos de capacidad son Brasil, Canadá, China, Rusia y los Estados Unidos de América. China, supera significativamente a los demás y representa 24 % de la capacidad instalada global. En varios otros países, la energía hidroeléctrica representa más del 50% de toda la generación de electricidad, incluido Islandia, Nepal y Mozambique, por ejemplo. Durante el año 2012, se estima que entre el 27 - 30GW de nueva potencia hidroeléctrica y de 2 - 3GW de capacidad de almacenamiento por bombeo, fue encargado.

En muchos casos, el crecimiento de la hidroelectricidad fue facilitado por las políticas de apoyo a las energías renovables y a las penalizaciones por las emisiones de CO₂. En las últimas dos décadas, la capacidad de potencia total instalada mundialmente ha aumentado en un 55 %, mientras que la generación real en un 21 %. Desde la última encuesta, la capacidad instalada global se ha incrementado en un 8 %, pero la electricidad total producida se redujo en 14 %, debido principalmente a la escasez de agua.

Hidroelectricidad: 5 Primeros países

País	Capacidad instalada (MW)		Generación real (GWh)	
	2011	1993	2011	1993
China	231 000	44 600	714 000	138 700
Brasil	82 458	47 265	428 571	252 804
Estados Unidos	77 500	74 418	268 000	267 326
Canadá	75 104	61 959	348 110	315 750
Federación Rusa	49 700	42 818	180 000	160 300
Resto del mundo	430 420	338 204	828 437	1 150 750
Total mundial	946 182	609 264	2 767 118	2 285 960

Beneficios	Inconvenientes
Bajos costos de operación	Alto CAPEX
No hay residuos ni emisiones	Significativos requerimientos de terrenos para grandes plantas, represas y embalses
Tecnología sencilla y probada	Resistencia pública por causa de relocalizaciones y efectos climáticos

Viento

El viento está virtualmente en todas partes de la tierra, aunque hay amplias variaciones en sus características. El total de recursos es enorme; se estima que alrededor de un millón de GW para una cobertura total de la tierra. Si solo se utilizara el 1 % de esta área, y se considerara el factor de carga más bajo para las centrales eólicas (15-40 %, comparada con el 75-90 % de las centrales térmicas), seguiría correspondiendo, aproximadamente, a la producción total, a nivel mundial, de todas las plantas de generación de electricidad hoy en funcionamiento.

La capacidad de la energía eólica mundial se ha duplicado aproximadamente cada tres años y medio desde 1990. La capacidad total a finales de 2011 era de más de 238GW y la generación anual de electricidad alrededor de 377TWh, aproximadamente igual al consumo anual de electricidad de Australia. China, con aproximadamente 62GW, tiene la mayor capacidad instalada, mientras que Dinamarca, con más de 3 GW, tiene el nivel más alto per cápita. El viento significa alrededor del 20 % de la producción de electricidad en Dinamarca. Es difícil comparar las cifras de hoy con las de hace dos décadas.

Dado que los gobiernos comienzan a reducir sus subsidios a la energía renovable, el entorno empresarial se hace menos atractivo para los potenciales inversionistas. Subsidios más bajos y crecientes costos de los insumos tienen un impacto negativo sobre la industria eólica en los últimos años. No todos los proyectos previstos pueden ser implementados.

Energía eólica: Primeros 5 países

País	Capacidad instalada (MW)		Generación real (GWh)	
	2011	1993	2011	1993
China	62 364	15	73 200	-
Estados Unidos	46 919	1814	120 177	3 042
Alemania	29 071	650	48 883	-
España	21 673	52	41 790	177
India	15 880	40	19 475	45
Resto del mundo	62 142	-	74 087	-
Total mundial	238 049	-	337 613	-

Beneficios	Inconvenientes
Tecnologías conocidas, instalación y desmonte rápido de instalaciones costa afuera	Intermitencia
No hay costos de combustibles ni de residuos	Retos de integración a la red
Soluciones limpias para áreas remotas	Dependencia de los subsidios

Solar Fotovoltaica

La energía solar es la fuente de energía más abundante y está disponible para su uso en dos formas: directa (radiación solar) e indirecta (eólica, biomasa, hidráulica, océano, etc.). Incluso si sólo el 0,1 % de esta energía llega a la Tierra podría ser convertida con una eficiencia del 10 %, que sería cuatro veces más grande que la capacidad de generación de electricidad mundial total de alrededor de 5 000GW. Las estadísticas sobre las instalaciones de energía solar fotovoltaica son irregulares e inconsistentes. La tabla siguiente presenta los valores para 2011, pero los valores comparables para 1993 no están disponibles.

El uso de la energía solar está creciendo con fuerza en todo el mundo, en parte debido a la rápida disminución de los costos de fabricación de paneles solares y a generosos subsidios, particularmente en Europa. Por ejemplo, entre 2008-2011 la capacidad fotovoltaica se ha incrementado en los EE.UU. desde 1 168MW a 5 171MW, y en Alemania desde 5 877MW a 25 039M. Los cambios previstos en la legislación nacional y en la regional en relación con el apoyo a las energías renovables hacen probable que se modere este crecimiento.

País (FV)	Capacidad instalada (MW)		Generación real (GWh)	
	2011	1993	2011	1993
Alemania	25 039	-	19 340	-
Italia	12 773	-	10 730	-
Estados Unidos	5 171	360	5 260	897
Japón	4914	-	5 160	-
España	4332	-	7 386	-
Resto del mundo	16 621	-	5 002	-
Total mundial	68 850	-	52 878	-

Beneficios	Inconvenientes
Alta confiabilidad, sin partes móviles	Intermitencia
Rápida instalación y desmonte	Retos de integración a la red
Solución adecuada para áreas remotas	Utilización de materiales tóxicos en algunos modelos

Bioenergía y residuos

La bioenergía es una amplia categoría de combustibles energéticos fabricados a partir de una variedad de materias primas de origen biológico y por numerosas tecnologías de conversión para generar calor, electricidad, biocombustibles líquidos y gaseosos. El término "biomasa tradicional" se refiere principalmente a la leña, al carbón vegetal y a los residuos agrícolas utilizados en los hogares para la cocción, la iluminación y calefacción en los países en desarrollo.

El uso industrial de las materias primas para la producción de pulpa de papel, papel, tabaco, arrabio así sucesivamente, genera subproductos como virutas de corteza, madera, licor negro (residuo generado en el proceso de cocción química de las astillas de madera para producir pulpa) y residuos agrícolas, que se pueden convertir en bioenergía.

En el área de los biocombustibles, los dos principales ejemplos Brasil y Estados Unidos demuestran las posibilidades del uso de biocombustibles en el transporte por carretera. En la actualidad, la cuota de participación de los biocarburantes para la movilidad está alrededor del 2% del total mundial y se espera que llegue a 5 % en 2030.

El Biogás y la biomasa se utilizan tradicionalmente para la calefacción, pero recientemente han tenido lugar un notable incremento en su uso para la producción de electricidad en algunos países, en la medida en que las tecnologías de combustión se hacen más eficientes.

Cuando se trata de los residuos, las incineradoras están diseñadas principalmente para la quema de volúmenes grandes para eliminación de residuos, no para la producción de electricidad. Por lo tanto, la contribución de los residuos de suministro de energía primaria seguirá siendo mínima, aunque algunas interesantes aplicaciones están surgiendo, por ejemplo, en los sistemas de calefacción en algunas regiones.

La participación de la bioenergía en el suministro total de energía primaria (TPES) se estimó cercano al 10%, en 1990. Entre los años 1990 y 2010 el suministro de bioenergía aumentó desde 907 hasta 1240 Mtep como resultado de la creciente demanda de energía. Nuevas políticas para aumentar la participación de la energía renovable y los recursos energéticos autóctonos, también impulsan la demanda. Sin embargo, es difícil hacer comparaciones precisas con las cifras anteriores debido a la escasa disponibilidad y el bajo nivel de estandarización de la información.

Beneficios	Inconvenientes
<p>Recurso doméstico</p> <p>Tecnologías de combustión simples y probadas</p> <p>Biocombustibles como alternativa para el transporte</p>	<p>Transporte e implicaciones del procesamiento</p> <p>Necesidad de controlar las emisiones de NOx/SOx</p> <p>Aspectos del vínculo energía/ agua/ alimentos</p>

Eficiencia energética

La eficiencia energética es un componente importante de la economía de la energía. A menudo se considera una "fuente de energía", ya que ayuda a disminuir el uso de recursos energéticos primarios y lograr un ahorro considerable. Existe un enorme potencial para mejorar la eficiencia energética a lo largo de toda la cadena de valor de la energía. El informe del WEC 2013, *World Perspective Energía: Eficiencia Energética* ofrece algunos indicadores cuantitativos para las distintas fases de la cadena de valor y para industrias específicas. Sin embargo, la eficiencia energética no es sólo una cuestión de la utilización de tecnologías eficientes, las soluciones también deben tener en cuenta los aspectos económicos. Las tecnologías de eficiencia energética serán ampliamente utilizadas sólo cuando sean económicamente viables, en su vida útil, y cuando no haya barreras de implementación.

Ejemplos de potenciales mejoramiento de la eficiencia energética para los principales grupos tecnológicos:

- En la exploración de petróleo y gas la eficiencia energética del sistema eléctrico, que en la actualidad es del 20%, se podría aumentar hasta un 50 %.
- En la generación de energía eléctrica la eficiencia promedio de las centrales es del 34 %, para instalaciones que operan con carbón, comparada con la de mejor tecnología disponible del 46% para el carbón y el 61 % para unidades a gas.
- En transmisión y distribución de electricidad las pérdidas alcanzan entre el 5-12% o más en algunos países.
- Los edificios representan cerca del 40 % del consumo total de energía a nivel mundial y se estima que el potencial de ahorro energético en los edificios podría alcanzar entre 20 y 40%.

Demanda Global de Electricidad por Aplicación



Tres principales sectores representan aproximadamente el 70% del consumo total de electricidad en los países industrializados:

- ◆ Motores (45%)
- ◆ Iluminación (15%)
- ◆ Electrodomésticos & aparatos electrónicos (20%)

En algunos países en desarrollo con grandes industrias y equipos eléctricos obsoletos, la participación del consumo de electricidad de los motores es aún mayor. Los motores eléctricos consumen globalmente unos 9 000TWh/ year, pero los modelos más avanzados podrían ahorrar alrededor de 1 000TWh y reducir emisiones de CO₂ por 1GT al año. Esto equivale al consumo eléctrico anual de un país como Japón.

Las ambiciosas metas para la eficiencia energética van más allá de las soluciones de carácter estrictamente técnico abarcando el costo/evaluación de los beneficios, la financiación, la aceptación, la innovación y la evaluación del impacto en el medio ambiente. La rentabilidad de la inversión en tecnologías de eficiencia energética es a menudo cuestionada. Estudios integrales e imparciales sobre soluciones de eficiencia energética que incluyan el costo / evaluaciones de beneficios, podrían ayudar a promover la comprensión de los beneficios potenciales. La eficiencia energética requiere un compromiso a largo plazo y el marco de la financiación debe tener esto en cuenta. Las condiciones del préstamo deben cubrir la vida útil de la solución.

Costo de las tecnologías de generación

Un reciente estudio conjunto WEC-BNEF (Bloomberg New Energy Finance) define el costo estandarizado de la electricidad (LCOE) para una serie de tecnologías de uso general. LCOE es el precio que se debe recibir por una unidad de producción como pago para producir energía con el propósito de lograr una rentabilidad financiera (retorno) especificada - o para decirlo simplemente, el precio que el proyecto debe ganar por megavatio - hora con el fin de alcanzar el equilibrio. El cálculo LCOE estandariza las unidades de medición de los costos del ciclo de vida de la producción de electricidad facilitando de esta manera, la comparación del costo de producción de un megavatio - hora para cada tecnología. La fórmula sencilla, para este cálculo, se muestra a continuación:

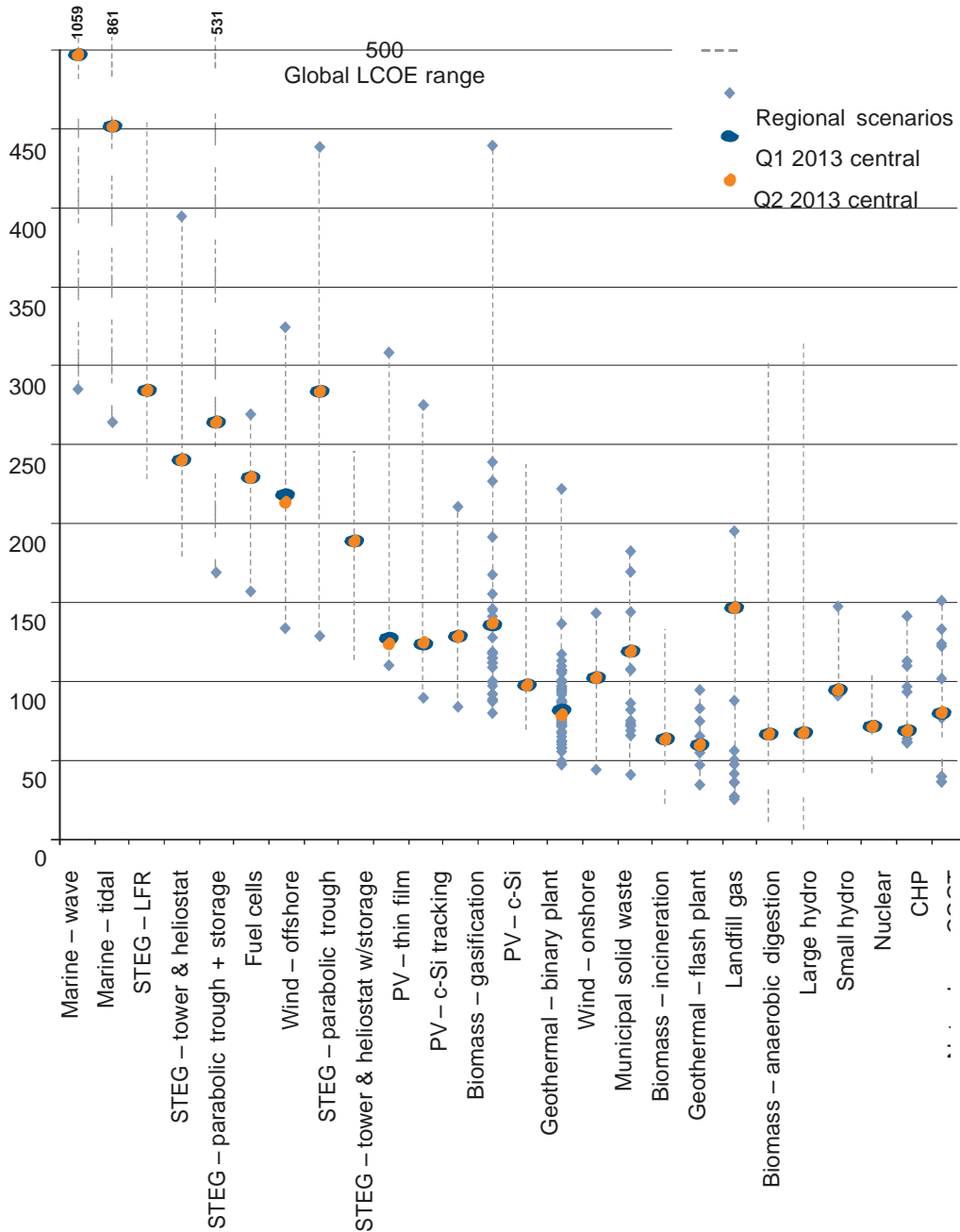
$$\text{LCOE} = \frac{\text{Annualised capex} + \text{fixed O\&M} + \text{variable O\&M} + \text{tax}}{8\,760 \text{ hours} * \text{resource factor} * \text{efficiency} * \text{availability}}$$

Los LCOEs presentados en el informe reflejan los costos reales de cada tecnología y excluye los subsidios y mecanismos de apoyo. Esto hace posible la comparación de los costos totales de cada tecnología sobre una misma base, pero no representan los costos netos asumidos por los desarrolladores en el mercado y los sobrecostos causados por volatilidades. Los costos ambientales no se tienen en cuenta, ni otros costos asociados con la integración de sistemas.

Costo estandarizado global de energía en Q2 2013 (USD / MWh)

Fuente: Bloomberg New Energy Finance.

Nota: La previsión es del BNEF New Normal forecast scenario del BNEF Global renewables Energy Market Outlook: Finance nueva normalidad de la BNEF Global de Energías Renovables:
<http://about.bnef.com/presentations/global-renewable-energy-market-outlook-2013-fact-pack-2/>



El camino por delante

La demanda de energía continuará creciendo en las próximas décadas. Los aumentos de población y un crecimiento de la tasa de electrificación traerán requerimientos enormes de suministros energéticos. La demanda global de energía primaria podría aumentar en un 50% para mediados de siglo. Al menos el 80% de este incremento vendrá de los países en desarrollo. Se espera que la demanda de China por sí sola se duplicará para el año 2035, y la de la India aumentará en casi el 150% durante el mismo período. Ambos países con grandes poblaciones y con expectativas de un alto crecimiento económico dominarán el consumo mundial de recursos energéticos en los próximos años.

Mensajes Claves

- Los cambios en la industria de la energía en los últimos 20 años han sido significativos. El crecimiento en el consumo de energía ha sido mayor de lo previsto, incluso en escenarios de alto crecimiento. La industria de la energía ha sido capaz de satisfacer este crecimiento a nivel mundial apoyada en incrementos continuos en las evaluaciones de las reservas, el mejoramiento en la producción de energía y en tecnologías de consumo. Los resultados de la encuesta 2013 WEC World Energy Resources muestran que hay más recursos energéticos en el mundo hoy que hace 20 años, o muchos años antes.
- Es obvio que para alejarse de los combustibles fósiles se necesitarán años y décadas, el carbón, el petróleo, el gas seguirán siendo los principales recursos energéticos en muchos países. El cambio de combustible no sucederá durante la noche. Las economías líderes del mundo son alimentadas por carbón: el 40% de electricidad en los Estados Unidos y el 79 % de la electricidad en China se genera en con carbón en centrales térmicas. Estas plantas continuarán funcionando durante décadas. El principal problema para el carbón es la penalización por emisiones de CO₂.
- Contrariamente a las expectativas de un mundo sin petróleo en unas pocas décadas, el llamado concepto del "pico del petróleo", que se impuso hace 20 años, ha sido casi olvidado. Las reservas de crudo a nivel mundial son casi 60% más grandes hoy que en 1993, y la producción de petróleo ha subido un 20%. Si se tienen en cuenta los recursos petrolíferos no convencionales, tales como los esquistos bituminosos, arenas bituminosas, petróleo extra pesado y bitumen natural, la dotación de petróleo del mundo podría cuadruplicarse. Una parte cada vez mayor del petróleo se consume en el sector del transporte de rápido crecimiento, donde permanecerá como el combustible principal.
- Se espera que el gas natural continúe con su crecimiento impulsado por la caída o la estabilidad de precios, y gracias a la creciente contribución del gas no convencional, como el gas de esquisto. Además para la generación de energía, se espera que el gas natural desempeñe un papel cada vez mayor como combustible para el sector del transporte.
- El futuro de la energía nuclear es incierto. Mientras que algunos países, principalmente en Europa, están haciendo planes para retirarse de la energía nuclear, otros países están tratando de establecer plantas de generación de energía nucleares. El futuro de la energía nuclear depende en gran medida de la aceptación del público, los costos y de los pasivos de los accidentes.
- El desarrollo de las energías renovables, sin incluir las grandes centrales hidroeléctricas, ha sido considerablemente más lento de lo esperado hace 20 años. A pesar del crecimiento exponencial de los recursos renovables, en términos porcentuales, en particular, la energía eólica y la energía solar fotovoltaica, la energía renovable sigue representando un pequeño porcentaje del TPES en la mayoría de los países. No se espera que su participación en el suministro de energía cambie drásticamente en los próximos años. El continuo crecimiento de las energías renovables depende de los subsidios y otro tipo de apoyo proporcionado por los gobiernos. La integración de las energías renovables intermitentes en las redes de electricidad también sigue siendo un

problema, que resulta en costos adicionales para el sistema y en facturas más altas de electricidad.

- La eficiencia energética ayuda a abordar el "trilema de la energía" y proporciona una inmediata oportunidad de disminuir la intensidad energética. Con esto se conseguirá un ahorro de energía y reducir los impactos ambientales de la producción y uso de energía.

Por último, la demanda de energía seguirá creciendo. Incluso, si hoy los recursos energéticos mundiales parecen ser abundantes, hay otras limitaciones que enfrenta el sector de la energía, sobre todo, los requerimientos de inversiones de capital significativas en países en desarrollo y en las economías desarrolladas. El medio ambiente y el clima, en particular, plantean un reto adicional. Las tecnologías limpias requerirán una financiación adecuada, y los consumidores de todo el mundo deben estar dispuestos a pagar precios más altos por su energía que los que paga hoy. La energía es un asunto global y para tomar las decisiones correctas, los tomadores de decisiones deben mirar el panorama mundial y basar sus decisiones en un análisis de ciclo de vida completa y con información energética confiable. El Consejo Mundial de la Energía (WEC) ha sido y seguirá siendo la principal institución de referencia para la evaluación de los recursos energéticos, independientemente de la geopolítica

Comités Miembros del Consejo Mundial de Energía

Albania	Israel	South Africa
Algeria	Italy	Spain
Argentina	Japan	Sri Lanka
Austria	Jordan	Swaziland
Bahrain	Kazakhstan	Sweden
Belgium	Kenya	Switzerland
Bolivia	Korea (Republic)	Syria (Arab Republic)
Botswana	Kuwait	Taiwan, China
Brazil	Latvia	Tanzania
Bulgaria	Lebanon	Thailand
Cameroon	Libya	Trinidad & Tobago
Canada	Lithuania	Tunisia
Chad	Luxembourg	Turkey
China	Macedonia (Republic)	Ukraine
Colombia	Mexico	United Arab Emirates
Congo (Democratic Republic)	Monaco	United Kingdom
Côte d'Ivoire	Morocco	United States
Croatia	Namibia	Uruguay
Cyprus	Nepal	Zimbabwe
Czech Republic	Netherlands	
Denmark	New Zealand	
Egypt (Arab Republic)	Niger	
Estonia	Nigeria	
Ethiopia	Pakistan	
Finland	Paraguay	
France	Peru	
Gabon	Philippines	
Germany	Poland	
Ghana	Portugal	
Greece	Qatar	
Hong Kong, China	Romania	
Hungary	Russian Federation	
Iceland	Saudi Arabia	
India	Senegal	
Indonesia	Serbia	
Iran (Islamic Republic)	Slovakia	
Ireland	Slovenia	

World Energy Council

Regency House 1–4 Warwick Street

London W1B 5LT United Kingdom

T (+44) 20 7734 5996

F (+44) 20 7734 5926

E info@worldenergy.org

www.worldenergy.org

For sustainable energy.

ISBN: 978 0 946121 29 8