

# SVILUPPO E DIFFUSIONE DELLE ENERGIE RINNOVABILI

## Principi per politiche efficaci

Le energie rinnovabili hanno un ruolo fondamentale nell'affrontare problemi quali cambiamenti climatici, degrado ambientale e sicurezza degli approvvigionamenti energetici. Poiché queste sfide diventano sempre più pressanti, i governi e i mercati sono alla ricerca di soluzioni innovative. Quali sono allora i fattori chiave che possono determinare il successo delle politiche in materia di energie rinnovabili? Com'è possibile migliorare le politiche attuali per incoraggiare una maggiore implementazione di queste energie? Quale impatto possono avere politiche più efficaci sulla quota delle energie rinnovabili nel futuro mix energetico globale, e con quali tempi?

*Sviluppo e diffusione delle energie rinnovabili: Principi per politiche efficaci* affronta queste domande. Nel replicare all'appello del G8 di Gleneagles per un futuro energetico sicuro e pulito, il presente documento evidenzia gli strumenti politici chiave affinché le energie rinnovabili vengano presto annoverate tra le energie di uso comune. Questa analisi illustra le buone pratiche applicando in modo combinato i criteri di misurazione di efficacia ed efficienza relativi alle politiche per le energie rinnovabili nel settore dei trasporti, dell'elettricità e del riscaldamento. L'analisi mette in luce l'esistenza di notevoli barriere che ostacolano la penetrazione delle energie rinnovabili, e indica che il loro grande potenziale potrebbe essere sfruttato molto più velocemente e in misura molto maggiore se venissero adottate alcune buone pratiche.

Un quadro normativo accuratamente progettato, e differenziato in modo tale da offrire sostegno a tecnologie a diverso grado di maturità, assicurerà lo sviluppo di un'ampia gamma di tecnologie delle energie rinnovabili. *Sviluppo e Diffusione delle energie rinnovabili: Principi per politiche efficaci* fornisce raccomandazioni sui principi chiave da considerare nella progettazione delle politiche, e rappresenta una guida per i responsabili delle decisioni.



SVILUPPO E  
RINNOVABILI

DIFFUSIONE

DELLE

ENERGIE

Principi per politiche efficaci



International  
Energy Agency

A supporto del Piano d'Azione del G8

# SVILUPPO E DIFFUSIONE DELLE ENERGIE RINNOVABILI

## Principi per politiche efficaci

ITALIAN TRANSLATION of  
*Deploying Renewables: Principles for Effective Policies* © OECD/IEA, 2008

Questa pubblicazione è stata originariamente pubblicata in lingua inglese. Nonostante l'AIE abbia compiuto ogni sforzo per assicurare che questa traduzione in italiano sia il più possibile aderente al testo originale inglese, potrebbero esserci alcune lievi differenze.



International  
Energy Agency

A supporto del Piano d'Azione del G8

# SVILUPPO E DIFFUSIONE DELLE ENERGIE RINNOVABILI

## Principi per politiche efficaci

**ITALIAN TRANSLATION of  
*Deploying Renewables: Principles for Effective Policies* © OECD/IEA, 2008**

Questa pubblicazione è stato originariamente pubblicata in lingua inglese. Nonostante l'AIE abbia compiuto ogni sforzo per assicurare che questa traduzione in italiano sia il più possibile aderente al testo originale inglese, potrebbero esserci alcune lievi differenze.

## INTERNATIONAL ENERGY AGENCY

The International Energy Agency (IEA), an autonomous agency, was established in November 1974. Its mandate is two-fold: to promote energy security amongst its member countries through collective response to physical disruptions in oil supply and to advise member countries on sound energy policy.

The IEA carries out a comprehensive programme of energy co-operation among 28 advanced economies, each of which is obliged to hold oil stocks equivalent to 90 days of its net imports. The Agency aims to:

- Secure member countries' access to reliable and ample supplies of all forms of energy; in particular, through maintaining effective emergency response capabilities in case of oil supply disruptions.
- Promote sustainable energy policies that spur economic growth and environmental protection in a global context – particularly in terms of reducing greenhouse-gas emissions that contribute to climate change.
  - Improve transparency of international markets through collection and analysis of energy data.
    - Support global collaboration on energy technology to secure future energy supplies and mitigate their environmental impact, including through improved energy efficiency and development and deployment of low-carbon technologies.
      - Find solutions to global energy challenges through engagement and dialogue with non-member countries, industry, international organisations and other stakeholders.

IEA member countries:

Australia  
Austria  
Belgium  
Canada  
Czech Republic  
Denmark  
Finland  
France  
Germany  
Greece  
Hungary  
Ireland  
Italy  
Japan  
Korea (Republic of)  
Luxembourg  
Netherlands  
New Zealand  
Norway  
Poland  
Portugal  
Slovak Republic  
Spain  
Sweden  
Switzerland  
Turkey  
United Kingdom  
United States



International  
Energy Agency

© OECD/IEA, 2009

**International Energy Agency**  
9 rue de la Fédération  
75739 Paris Cedex 15, France

Please note that this publication is subject to specific restrictions that limit its use and distribution. The terms and conditions are available online at [www.iea.org/about/copyright.sp](http://www.iea.org/about/copyright.sp)

The European Commission also participates in the work of the IEA.

## Premessa

L'AIE sottolinea che, se si vuole raggiungere una riduzione pari al 50% delle emissioni globali di CO<sub>2</sub>. Le energie rinnovabili giocheranno un ruolo chiave in questa rivoluzione. L'AIE stima che all'incirca il 50% della fornitura globale di energia elettrica dovrà essere assicurata da fonti energetiche rinnovabili.

È una sfida enorme. Per raggiungere questi obiettivi così ambiziosi saranno necessari un impegno politico senza precedenti, nonché la progettazione e l'implementazione di politiche realmente efficaci. I governi si trovano quindi ad affrontare il problema di come stimolare l'implementazione delle energie rinnovabili nel modo più efficace ed economicamente più vantaggioso. In che modo le politiche attualmente adottate si dimostrano adeguate a rispondere a queste esigenze? Vanno nella direzione giusta per sostenere i necessari tassi di innovazione tecnologica e di crescita del mercato?

Per la prima volta l'AIE ha effettuato un'analisi comparativa a livello mondiale degli effetti ottenuti grazie alle diverse politiche di promozione delle energie rinnovabili.

Lo studio comprende tutti i Paesi OCSE e del gruppo BRICS (Brasile, Russia, India, Cina e Sudafrica) e riguarda questi tre settori: produzione di energia elettrica, riscaldamento e carburanti per trasporti.

L'analisi giunge alla conclusione che, ad oggi, solo un numero limitato di paesi ha implementato efficaci politiche di sostegno alle energie rinnovabili, e che perciò esiste un grande potenziale di miglioramento. Negli ultimi anni, alcuni paesi hanno compiuto notevoli progressi nel promuovere le energie rinnovabili, il cui mercato si è di conseguenza considerevolmente ampliato. Tuttavia, a livello globale è possibile – e necessario – fare molto di più, sia nei Paesi OCSE, sia nelle grandi economie emergenti che negli altri paesi, per affrontare l'improcrastinabile esigenza di trasformare il nostro presente energeticamente insostenibile in un *futuro* energeticamente sicuro e pulito.

Il presente studio intitolato *Sviluppo e diffusione delle energie rinnovabili: principi per politiche efficaci* evidenzia i fattori di successo gli strumenti di politica pubblica essenziali affinché le energie rinnovabili siano presto annoverate tra le energie di uso comune a livello globale. L'analisi mette in luce l'esistenza di notevoli barriere che ostacolano la penetrazione delle energie indica che il loro grande potenziale potrebbe essere sfruttato molto più velocemente e in modo molto esteso se venissero adottate alcune buone pratiche.

Al fine di realizzare una transizione fluida verso l'integrazione delle energie rinnovabili nel mercato di massa, la progettazione delle politiche loro dedicate dovrebbe riflettere un insieme di principi fondamentali, secondo un approccio integrato. Il presente studio fornisce raccomandazioni circa la progettazione di tali politiche e rappresenta una guida per i decisori.

I risultati illustrati nella presente pubblicazione non sono sempre rassicuranti. Essi si basano tuttavia su un'analisi oggettiva, e individuano le opportunità di miglioramento e di cambiamento. Riteniamo che i decisori, che stanno tracciando la rotta delle future strategie nazionali in materia di energie rinnovabili, dovrebbero esaminarli con grande attenzione.

Saremmo felici di poter collaborare con i governi e con le altre principali parti interessate nel tradurre questi principi in strumenti di politica pubblica.

**Nobuo Tanaka**  
Executive Director



## Ringraziamenti

L'autrice principale e coordinatrice della presente pubblicazione è Samantha Ölz, Analista delle Politiche per la Renewable Energy Unit (REU) dell'Agenzia Internazionale dell'Energia. Tuttavia, il documento attinge ad approfonditi contributi critici dei colleghi di REU Paolo Frankl, Ralph Sims, Hugo Chandler e Steffen Schlömer, che hanno redatto alcune delle sezioni, con il supporto amministrativo di Jane Berrington. A Paolo Frankl, Direttore di REU, si deve la supervisione del progetto.

Il presente lavoro è stato svolto sotto la guida del Working Party on Renewable Energy Technologies dell'AIE, che ha fornito un costante sostegno, in particolare nelle persone di Roberto Vigotti (Chair), Martin Schöpe (Germania), Willem van der Heul (Paesi Bassi), Gilles Mercier (Canada), Andreas Indinger (Austria), Daniel Argyropoulos (Germania), Annette Schou (Danimarca), Morgan Bazilian (già Membro per l'Irlanda), Natascia Falcucci (Italia), Gerardo Montanino (Italia), Yutaka Yoshimoto (Giappone), Yasuo Kuwahara (Giappone), Kyota Kanai (Giappone), Kentaro Endo (Giappone), Tetsuji Tomita (Giappone), Kenji Ueki (Giappone), Kaoru Yamaguchi (Giappone), Godfrey Bevan (Irlanda) e Michael Rantil (Svezia). Tutti gli Accordi di Attuazione (Implementing Agreements) sulle energie rinnovabili hanno fornito un apporto preziosissimo, accompagnato da fondamentali suggerimenti tecnici e dati di mercato. Il presente rapporto è stato anche presentato e discusso entro il Committee on Energy Research and Technology dell'AIE.

L'AIE esprime la propria sentita riconoscenza al Ministero tedesco dell'ambiente, protezione della natura e sicurezza nucleare, all'Organizzazione giapponese per le nuove energie e lo sviluppo tecnologico industriale (NEDO) e ad Enel S.p.A. per il loro fondamentale contributo finanziario alla realizzazione di questo progetto.

Neil Hirst, Direttore dell'Office of Energy Technology and R&D (ETO) dell'AIE, ha svolto un preziosissimo ruolo di guida, fornendo costante sostegno e ispirazione per tutta la durata del progetto. La struttura della pubblicazione ha ricevuto contributi importanti anche da Antonio Pflüger, Direttore della Energy Technology Collaboration Division, e da Piotr Tulej, Direttore della REU fino al gennaio 2007. Un ringraziamento particolare va a Pieter Boot, Direttore dell'Office of Long-term Co-operation and Policy Analysis, a Hisashi Yoshikawa, Direttore della Country Studies Division, a Elena Merle-Béral e agli ex colleghi AIE Andreas Biermann, Frieder Frasch, Nobuyuki Hara e Ulrik Stridbaek per i perspicaci commenti e i fecondi spunti di discussione che hanno sollevato durante la stesura preliminare della pubblicazione.

Il presente lavoro si basa anche sul contributo della Energy Statistics Division AIE: porgiamo sentiti ringraziamenti a Zuzana Dobrotková, Jung-Ah Kang e Olivier Lavagne d'Ortigue.

Numerosi consulenti hanno contribuito a diverse parti del progetto:

Dati supplementari sulle politiche per le energie rinnovabili e sui loro mercati sono stati raccolti da Li Junfeng e Ma Lingjuan (Chinese Renewable Energy Industries Association, Cina), Jorge Huacuz (Instituto de Investigaciones Eléctricas, Messico), Shirish Garud (TERI, India), Glynn Morris (AGAMA Energy, Sud Africa), Ryan Wisler (Lawrence Berkeley National Laboratory, USA) e Matthew Brown (InterEnergy Solutions, USA).

Gustav Resch, Reinhard Haas e Thomas Faber (Energy Economics Group, Vienna University of Technology, Austria), Mario Ragwitz, Anne Held e Benjamin Pflüger (Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research, Germania) e Ryan Wisler (Lawrence Berkeley National Laboratory, USA) hanno fornito un contributo fondamentale all'analisi dell'efficacia e dell'efficienza delle politiche.

A Ian Torrens si deve l'accurato editing del manoscritto.

Sentiti ringraziamenti ai colleghi AIE del Communications and information Office, in particolare a Rebecca Gaghen, Muriel Custodio, Sophie Schlondorff, Jane Barbière e Sylvie Stephan, che hanno grandemente contribuito alla realizzazione e alla distribuzione del presente documento, fornendo significativi apporti al materiale presentato. L'aiuto di Corinne Hayworth e di Bertrand Sadin nella preparazione del CD-ROM allegato è stato molto apprezzato.

I preziosi suggerimenti forniti dal REN21 (Renewable Energy Policy Network for the 21<sup>st</sup> Century) Secretariat, in particolare da Paul Suding, e dai membri del REN21 Steering Committee sono stati parimenti molto apprezzati.

I partecipanti al seminario AIE su "Global Best Practice in Renewable Energy Policy- Making" del giugno 2007<sup>1</sup>, organizzato a sostegno del progetto, hanno contribuito alla presente analisi con importanti osservazioni, dati e commenti.

Eventuali errori e omissioni sono da attribuire esclusivamente ad AIE.

Per domande e commenti rivolgersi a:

Samantha Ölz  
Agenzia Internazionale dell'Energia  
9, rue de la Fédération  
75739 Paris Cedex 15  
FRANCIA

E-mail: [samantha.olz@iea.org](mailto:samantha.olz@iea.org)

---

1. Gli atti del seminario sono disponibili sul sito AIE a questo indirizzo:  
[http://www.iea.org/Textbase/work/workshopdetail.asp?WS\\_ID=318](http://www.iea.org/Textbase/work/workshopdetail.asp?WS_ID=318).

## Indice

Premessa .....	3
Ringraziamenti .....	5
Indice .....	7
Elenco delle figure .....	10
Elenco delle tabelle.....	13
<b>NOTA DI SINTESI</b>	<b>15</b>
<b>Introduzione</b> .....	<b>15</b>
<b>Principali scoperte analitiche</b> .....	<b>17</b>
Produzione di energia da fonti rinnovabili (RES-H) .....	17
Produzione di calore da fonti rinnovabili (RES-H) .....	20
Biocarburanti .....	21
<b>Messaggi fondamentali e conclusioni</b> .....	<b>22</b>
<b>Raccomandazioni</b> .....	<b>25</b>
<b>INTRODUZIONE</b>	<b>27</b>
<b>Contesto</b> .....	<b>27</b>
<b>Scopo della pubblicazione</b> .....	<b>28</b>
<b>Struttura della pubblicazione</b> .....	<b>29</b>
<b>CAPITOLO 1 • TECNOLOGIE DELLE ENERGIE RINNOVABILI</b>	
<b>TENDENZE DEL MERCATO NEI PAESI OCSE E BRICS</b>	<b>31</b>
<b>Tendenze nei mercati dell'elettricità da fonti rinnovabili (RES-E)</b> .....	<b>31</b>
<b>Tendenze nei mercati del riscaldamento rinnovabile (RES-H)</b> .....	<b>39</b>
Tendenze di mercato per il riscaldamento rinnovabile commerciale .....	39
Tendenze di mercato per il riscaldamento diretto solare e geotermico .....	47
<b>Tendenze nei mercati dei carburanti rinnovabili nei trasporti (RES-T)</b> .....	<b>51</b>
<b>Rinnovabili nella fornitura di energia primaria</b> .....	<b>58</b>



<b>CAPITOLO 2 • POTENZIALI E COSTI PER LE TECNOLOGIE DELLE ENERGIE RINNOVABILI (RET)</b>	<b>61</b>
<b>Approccio metodologico</b> .....	<b>61</b>
<b>Visione d'insieme dei potenziali RET a medio termine</b> .....	<b>64</b>
<b>Il settore della produzione di elettricità da fonti energetiche rinnovabili (RES-E)</b> .....	<b>72</b>
<b>Il settore del riscaldamento</b> .....	<b>76</b>
<b>Il settore dei trasporti</b> .....	<b>77</b>
<b>Panoramica dei costi per le RET</b> .....	<b>79</b>
<b>CAPITOLO 3 • EFFICACIA ED EFFICIENZA DELLE POLITICHE DI SVILUPPO DEL MERCATO DELLE ENERGIE RINNOVABILI</b>	<b>85</b>
<b>Messaggi chiave</b> .....	<b>85</b>
<b>Presentazione generale</b> .....	<b>86</b>
Misurazione dell'efficacia e dell'efficienza delle politiche .....	87
Indicatori di efficacia delle politiche .....	88
Efficienza del livello di remunerazione.....	90
Panoramica degli schemi di sostegno .....	92
<b>Evoluzione degli schemi di supporto nei Paesi OCSE e BRICS</b> .....	<b>93</b>
<b>Situazione attuale e obiettivi per le energie rinnovabili nei Paesi OCSE e BRICS</b> .....	<b>93</b>
<b>Analisi di efficacia della politica RE ed efficienza della remunerazione: tecnologie RES-E</b> .....	<b>100</b>
Eolico on-shore .....	100
Energia elettrica da biomassa solida .....	109
Energia elettrica da biogas.....	115
Solare fotovoltaico (FV) .....	121
Energia idroelettrica.....	129
Elettricità geotermica .....	134
<b>Analisi dell'efficacia delle politiche per le energie rinnovabili e dell'efficienza del livello di retribuzione: tecnologie delle energie rinnovabili per la produzione di calore (RES-H)</b> .....	<b>137</b>
Calore geotermico.....	138
Acqua calda solare.....	141
Calore da biomassa per cogenerazione .....	145
<b>Analisi dell'efficacia delle politiche per le energie rinnovabili e del livello di supporto: tecnologie RES-T</b> .....	<b>149</b>
Biocarburanti .....	149

<b>CAPITOLO 4 • TENDENZE IN RICERCA, SVILUPPO E DIMOSTRAZIONE (RSD) PER LE ENERGIE RINNOVABILI</b>	<b>157</b>
<b>Spesa nazionale in RSD per le energie rinnovabili nei Paesi AIE .....</b>	<b>157</b>
Spesa complessiva in RSD per le energie .....	157
Quote delle energie rinnovabili nella spesa per RSD.....	158
Quote delle varie tecnologie nella spesa in RSD per le fonti energetiche rinnovabili (RES) .....	158
Spesa a priorità dei singoli Paesi.....	160
Spesa pubblica recente in RSD per energie rinnovabili .....	161
<b>Spesa nazionale per le attività di RSD in alcuni Paesi non-OCSE .....</b>	<b>162</b>
India.....	162
Cina .....	162
Sudafrica .....	163
Russia.....	164
<b>Programmi di RSD.....</b>	<b>164</b>
Programmi di RSD nel contesto strategico.....	164
Collaborazione internazionale.....	165
<b>Strutturazione delle attività di RSD.....</b>	<b>166</b>
Definizione degli obiettivi .....	167
esigenze a breve e lungo termine.....	168
Impiego efficiente dei fondi.....	169
Controllo e valutazione .....	169
<b>Il ruolo del settore privato .....</b>	<b>169</b>
<b>CAPITOLO 5 • CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI</b>	<b>173</b>
<b>Efficacia delle politiche nei Paesi OCSE e BRICS .....</b>	<b>173</b>
<b>Principali lezioni imparate e principi per le politiche efficaci.....</b>	<b>174</b>
<b>Verso un approccio integrato delle politiche .....</b>	<b>178</b>
<b>Raccomandazioni .....</b>	<b>180</b>
<b>ALLEGATO A • DEFINIZIONI, ABBREVIAZIONI, ACRONIMI E UNITÀ DI MISURA</b>	<b>183</b>
<b>ALLEGATO B • BIBLIOGRAFIA</b>	<b>193</b>

## ELENCO DELLE FIGURE

### Nota di sintesi

Figura 1 • Schema di combinazione delle politiche di incentivo in funzione della maturità delle tecnologie .....	25
--	----

### Capitolo 1

Figura 1 • Tendenze di mercato per l'elettricità da fonti rinnovabili per i quattro principali produttori tra i Paesi OCSE e BRICS, 1990-2005 .....	32
Figura 2 • Tendenze di produzione dell'elettricità rinnovabile nei Paesi OCSE-Ue, 1990-2005 .....	33
Figura 3 • Tendenze del mercato dell'elettricità rinnovabile in Paesi OCSE selezionati, 1990-2005 .....	34
Figura 4 • Tendenze del mercato dell'elettricità rinnovabile in alcuni Paesi BRICS, 1990-2005 .....	34
Figura 5 • Tendenze di mercato per il calore commerciale da fonti rinnovabili per i tre maggiori produttori tra i Paesi OCSE e BRICS, 1990-2005 .....	40
Figura 6 • Quote dei combustibili usati per il riscaldamento di spazi residenziali in un campione di Paesi AIE, 1990 e 2004 .....	41
Figura 7 • Tendenze nella produzione di calore da fonti rinnovabili in un campione di Paesi OCSE-Ue(Svezia esclusa), 1990-2005 .....	41
Figura 8 • Tendenze del mercato del riscaldamento commerciale da rinnovabili in Paesi OCSE non-Ueselezionati, 1990-2005.....	42
Figura 9 • Tendenze nell'uso diretto di calore geotermico e da solare termico nei Paesi OCSE-Ue, 1990-2005 .....	47
Figure 10 • Tendenze nell'uso diretto di calore geotermico e da solare termico nei Paesi non-Ue Paesi OCSE, 1990-2005 .....	48
Figure 11 • Tendenze riguardanti il consumo di carburanti rinnovabili per i trasporti per i tre consumatori principali di biocarburanti, 1990-2005 .....	51
Figure 12 • Tendenze nel consumo di biocarburanti nei Paesi OCSE-Ue, 1990-2005 .....	52
Figure 13 • Tendenze nel consumo di biocarburanti in altri Paesi, 1990-2005.....	53
Figure 14 • Distribuzione di energie rinnovabili nella fornitura di energia totale primaria mondiale, 2005.....	58
Figure 15 • Distribuzione di prodotto nella fornitura di energia mondiale .....	59

### Capitolo 2

Figura 1 • Criteri di misurazione relativi ai potenziali delle RET.....	62
Figura 2 • Curva costi/risorse per il potenziale relativo a una specifica RET .....	63
Figura 3 • Produzione (TWh) nel 2005 e potenziale supplementare realizzabile a medio termine (fino al 2020) per RES-E: OCSE e BRICS.....	72
Figura 4 • Potenziali supplementari realizzabili a medio termine, suddivisi per tecnologia (fino al 2020) per RES-E per paese: OCSE e BRICS .....	73
Figura 5 • Quote delle varie tecnologie per il potenziale supplementare realizzabile a medio termine per RES-E per paese: OCSE e BRICS.....	74

Figura 6 • Contributo della RES-E come potenziale realizzabile a medio termine (2020) rispetto al totale dell'elettricità generata nel 2005 .....	75
Figura 7 • Potenziali totali per RES-H a medio termine (2020) suddivisi per tecnologia: OECD e BRICS .....	76
Figura 8 • Quote del potenziale totale realizzabile a medio termine, suddivise per tecnologia, per RES-H: OCSE e BRICS .....	77
Figura 9 • Generazione raggiunta (2005) e potenziale supplementare realizzabile a medio termine per i biocarburanti: OCSE e BRICS.....	78
Figure 10 • Scomposizione per paese del potenziale realizzabile a medio termine relativo ai biocarburanti: OCSE e BRICS .....	79

### Capitolo 3

Figura 1 • Esempio dell'indicatore di efficacia per una RET specifica, in un paese specifico, in un anno specifico .....	89
Figura 2 • Eolico on-shore: Efficacia media 2000-2005 ed efficacia media 2004/2005 (per paese) .....	104
Figura 3 • Eolico on-shore: efficacia della politica in funzione dei livelli di remunerazione annualizzati.....	106
Figura 4 • Eolico on-shore: livelli di remunerazione annualizzati nel 2005 per i Paesi analizzati .....	108
Figura 5 • Elettricità da biomassa solida: efficacia media 2000-2005 e media 2004/2005 (per paese) .....	112
Figura 6 • Elettricità da biomassa solida: efficacia della politica in funzione dei livelli di remunerazione annualizzati .....	113
Figura 7 • Elettricità da biomassa solida: livelli di remunerazione annualizzati 2005 per i Paesi analizzati .....	115
Figura 8 • Energia elettrica da biogas: media dell'efficacia 2000-2005 e media dell'efficacia 2004/2005 (per paese) .....	119
Figura 9 • Elettricità da biogas: efficacia della politica in funzione dei livelli di remunerazione annualizzati.....	120
Figure 10 • Elettricità da biogas: livelli di remunerazione annualizzati 2005 per i Paesi analizzati .....	121
Figure 11 • Solare FV: efficacia media 2000-2005 ed efficacia media 2004/2005 (per paese).....	125
Figura 12 • Solare FV: efficacia della politica rispetto ai livelli di remunerazione annuali (scala normale).....	126
Figura 13 • Solare FV: l'efficacia della politica rispetto ai livelli di remunerazione elevati (larga scala) .....	126
Figura 14 • Solare FV: livelli di remunerazione annualizzati 2005 dei Paesi analizzati .....	128
Figura 15 • Energia idroelettrica: Efficacia media 2000-2005 ed efficacia media 2004/2005 (per paese).....	133
Figura 16 • Elettricità geotermica: Efficacia media 2000-2005 ed efficacia media 2004/2005 (per paese).....	136

Figura 17 •	Elettricità geotermica: Consumo medio per persona nel 2005 .....	137
Figura 18 •	Acqua calda da solare termico: Efficacia media 2000-2005 ed efficacia media 2004/2005 (per paese) .....	140
Figura 19 •	Acqua calda da solare termico: Efficacia media 2000-2005 ed efficacia media 2004/2005 (per paese) .....	144
Figura 20 •	Calore da biomassa per cogenerazione (CHP): Efficacia media 2000-2005 ed efficacia media 2004/2005 (per paese) .....	148
Figura 21 •	Biocarburanti: Efficacia media 2000-2005 ed efficacia media 2004/2005 (per paese).....	154

## Capitolo 4

Figura 1 •	Spesa di tutti i Paesi membri dell'AIE in RSD per l'energia, 1974-2006 .....	157
Figura 2 •	Quote delle energie rinnovabili relative a RSD per l'energia in tutti i Paesi membri dell'AIE, 1974-2006.....	158
Figura 3 •	Budget RSD di tutti i Paesi membri dell'AIE suddivisi per tecnologia, 1974-2006.....	159
Figura 4 •	Quote delle tecnologie nei budget RSD per le energie rinnovabili di tutti i Paesi membri dell'AIE, 1974-2006.....	159
Figura 5 •	Budget medi annuali RSD per le energie rinnovabili, 1990-2006 .....	160
Figura 6 •	Budget medi annuali RSD per le energie rinnovabili, in percentuale rispetto al PIL, 1990-2006.....	161
Figura 7 •	Spesa pubblica cinese in RSD per le energie rinnovabili .....	163
Figura 8 •	Data di attuazione dei programmi nazionali di RSD per le energie rinnovabili .....	165
Figura 9 •	Illustrazione del ruolo del governo e del settore privato in RSD nelle fasi di ricerca nel tempo .....	170

## Capitolo 5

Figura 1 •	Quadro combinato degli incentivi alle politiche in funzione della maturità delle tecnologie .....	179
------------	---	-----

## ELENCO DELLE TABELLE

---

### Capitolo 1

Tabella 1 •	Tendenze globali della RES-E in termini assoluti e come percentuale della produzione di elettricità totale, 1990-2005.....	35
Tabella 2 •	Tendenze globali per le fonti energetiche rinnovabili commerciali per il riscaldamento (RES-H) in termini assoluti e percentuale della produzione di RES-H commerciali all'interno della produzione totale di sistemi riscaldamento, 1990-2005.....	43
Tabella 3 •	Tendenze globali nell'uso diretto di RET per il calore (in termini assoluti), 1990-2005.....	49
Tabella 4 •	Tendenze globali nell'utilizzo diretto di tecnologie delle energie rinnovabili (RET) per le fonti di calore (in termini assoluti),	

	1990-2005.....	54
Tabella 5	• Tendenze globali per RES-T in termini assoluti e quota percentuale delle RES-T nel consumo totale di carburanti per trasporto su strada,1990-2005...	54

## Capitolo 2

Tabella 1	• Potenziali totali realizzabili a medio termine per le RET: OCSE e BRICS.....	65
Tabella 2	• Potenziali totali realizzabili a medio termine per le RET: Uea 27.....	67
Tabella 3	• Potenziali supplementari realizzabili a medio termine per le RET: OCSE e BRICS.....	69
Tabella 4	• Potenziali supplementari realizzabili a medio termine per le RET: Uea 27 ...	70
Tabella 5	• Caratteristiche chiave e costi delle tecnologie delle energie rinnovabili.....	80

## Capitolo 3

Tabella 1	• Panoramica degli indicatori alternativi di efficacia della politica .....	88
Tabella 2	• Evoluzione dei principali meccanismi di supporto alle politiche RES-E da gennaio 2000 a dicembre 2007 (OCSE e BRICS) .....	94
Tabella 3	• Mercati delle energie rinnovabili nel 2005 e obiettivi vincolanti e volontari delle politiche governative (OCSE e BRICS).....	96
Tabella 4	• Eolico on-shore: Risultati di riepilogo per efficacia e livello di remunerazione (OCSE e BRICS) .....	102
Tabella 5	• Crescita dell'energia eolica negli Stati Uniti .....	107
Tabella 6	• Elettricità da biomassa solida: Risultati di riepilogo per efficacia e livello di remunerazione (OCSE e BRICS) .....	110
Tabella 7	• Elettricità da biogas: Risultati di riepilogo per efficacia e livello di remunerazione (OCSE e BRICS) .....	117
Tabella 8	• Solare FV: Risultati di riepilogo per efficacia e livello di remunerazione (OECD e BRICS) .....	123
Tabella 9	• Crescita della capacità FV connessa alla rete negli Stati Uniti .....	128
Tabella 10	• Sette Paesi principali in termini di capacità idroelettrica supplementare installata dal 2000 al 2005 .....	130
Tabella 11	• Energia idroelettrica: Risultati di riepilogo per efficacia (OCSE e BRICS).....	131
Tabella 12	• Elettricità geotermica: Risultati di riepilogo per efficacia (OECD e BRICS)....	135
Tabella 13	• Calore geotermico: Risultati di riepilogo per efficacia (OCSE e BRICS).....	139
Tabella 14	• Acqua calda da solare termico: Risultati di riepilogo per efficacia (OCSE e BRICS) .....	142
Tabella 15	• Calore da biomassa per cogenerazione (CHP): Risultati di riepilogo per efficacia (OCSE e BRICS) .....	146
Tabella 16	• Biocarburanti: Risultati di riepilogo per efficacia e livello di supporto (OCSE e BRICS) .....	152

## Capitolo 4

Tabella 1	• Spesa proposta per RSD in energie rinnovabili nell'undicesimo Piano Quinquennale (2007-2012).....	162
-----------	---	-----



## Nota di sintesi

### Introduzione

Recentemente, valutazioni formulate sia dall'AIE sia da altri organismi hanno dimostrato che sarà necessario un ampio ventaglio di tecnologie delle energie sostenibili per affrontare la sfida insita nella transizione verso un approvvigionamento energetico pulito, affidabile, sicuro e competitivo. Le fonti energetiche rinnovabili (RES) e le relative tecnologie (RET) possono giocare un ruolo importante nel conseguimento di questo obiettivo. Molti Paesi hanno segnato dei progressi nel promuovere le energie rinnovabili all'interno del loro mix energetico, ma gli ostacoli rimangono e sono necessari ulteriori sforzi. Il presente rapporto fornisce una valutazione dell'efficacia e dell'efficienza delle politiche per le energie rinnovabili nei Paesi OCSE e in Brasile, Russia, India, Cina e Sudafrica (BRICS). Nel 2005, questi 35 Paesi hanno realizzato l'80% della generazione di elettricità commerciale da fonti rinnovabili a livello globale, il 77% del riscaldamento/raffrescamento commerciale da fonti rinnovabili (escludendo l'uso di biomasse tradizionali) e il 98% della produzione di carburante per trasporti da fonti rinnovabili.

Nel 2005, le energie rinnovabili (inclusa l'energia idroelettrica) hanno contribuito per il 18% alla generazione di elettricità a livello globale, per meno del 3% al consumo globale di calore (escludendo l'uso di biomasse tradizionali<sup>2</sup>) e per l'1%. Si stima che entro il 2030 le energie rinnovabili contribuiranno per il 29% alla generazione di energia e per il 7% ai carburanti per trasporti, secondo il rapporto AIE *World Energy Outlook (WEO) Alternative Policy Scenario 2007*, in cui le politiche attualmente in esame vengono attuate. Entro il 2050, il contributo delle energie rinnovabili potrebbe crescere ulteriormente, fino a sfiorare il 50% dell'elettricità, se l'ambizioso obiettivo di una riduzione globale del 50% delle emissioni di CO<sub>2</sub> riferite al 2005 venisse raggiunto, situazione illustrata negli scenari BLU nel documento AIE *Energy Technology Perspectives (ETP) 2008*. Per quanto raggiungibile, questo risultato richiede sia un fortissimo impegno politico ed economico sia azioni immediate da parte di tutti i governi.

Alcune delle tecnologie delle energie rinnovabili (RET) sono prossime a diventare commerciali, e dovrebbero essere introdotte per prime su larga scala. Altri tipi di RET, pur presentando un elevato potenziale, sono meno mature e richiedono una visione a lungo termine. Per ridurre il loro costo sarà necessario coordinare gli sforzi nel campo della ricerca, sviluppo e dimostrazione (RD&D), e applicare gli insegnamenti in materia di tecnologia derivanti dalla loro introduzione sul mercato. Il rapporto *ETP 2008* sottolinea che una combinazione di RET a maggiore e minore grado di maturità giocherà un ruolo fondamentale nel raggiungere significative riduzioni nelle emissioni di CO<sub>2</sub> secondo un meccanismo di competizione. Questi risultati enfatizzano l'urgenza con cui è necessario attuare una struttura di politiche coerenti, efficaci e a lungo termine, se si vuole incoraggiare il percorso verso una piena integrazione nel mercato di un ampio ventaglio di RET.

Questo rapporto analizza in modo approfondito dati e informazioni relativi a politiche e mercati delle energie rinnovabili nel periodo 2000-2005. Prende in esame eolico, biomassa, biogas, geotermia, solare FV ed energia idroelettrica nel settore dell'elettricità; calore da biomassa, calore geotermico e solare termico nel settore del riscaldamento; infine etanolo e biodiesel nel settore dei trasporti<sup>3</sup>.

2. L'uso delle biomasse tradizionali corrisponde a circa 40 EJ, ovvero al 9-10% dell'approvvigionamento energetico primario a livello mondiale.

3. Ciò significa che lo studio pone l'accento sulle RET più mature, che hanno già superato la fase di dimostrazione. Pertanto le tecnologie attualmente meno mature, come l'eolico off-shore, i sistemi geotermici avanzati (EGS), l'energia dal moto ondoso e mareomotrice, non rientrano in questa valutazione.



## Metodologia

- Lo scopo di questa valutazione consiste nel misurare l'efficacia delle politiche per la promozione delle energie rinnovabili, nel periodo compreso tra il 2000 e il 2005, applicando un *indicatore* quantitativo di *efficacia della politica*. Questo indicatore viene calcolato dividendo lo sviluppo supplementare di energia rinnovabile raggiunta in un dato anno per il rimanente "potenziale realizzabile" a medio termine stimato entro il 2020, nel paese in esame. Il fondamento logico su cui si basa questo indicatore di efficacia è che esso minimizza il rischio di distorsione quando si confrontano Paesi di grandezza diversa, punti di partenza in termini di sviluppo delle energie rinnovabili e livelli di ambizione delle politiche e degli obiettivi relativi alle energie rinnovabili, tenendo conto delle risorse disponibili in termini di energie rinnovabili.
- Il "potenziale realizzabile" si basa su una visione a lungo termine del potenziale tecnico, tarato in modo tale da considerare gli inevitabili vincoli a medio termine sul tasso di cambiamento, quali i tassi massimi di crescita del mercato e i vincoli di pianificazione. I potenziali realizzabili a medio termine per ciascuna RET vengono dedotti in base alle risorse di ciascun paese, tenendo conto dello sviluppo tecnologico.
- Nella maggior parte dei Paesi il potenziale realizzabile aggiuntivo entro il 2020 supera di gran lunga la diffusione raggiunta delle fonti di energia rinnovabili fino a oggi. Il potenziale addizionale complessivo fino al 2020 per la produzione di elettricità da fonti rinnovabili (FER-E) nei Paesi OCSE e BRICS raggiunge un totale di 6 271 TWh. Questa cifra corrisponde al 41% della produzione elettrica totale del 2005 ed è di 2,5 volte superiore rispetto alla produzione attuale di energia elettrica da fonti rinnovabili (FER-E). In termini assoluti, la Cina ha il potenziale addizionale più alto, seguita dall'Europa dei 27 e da Stati Uniti, India, Russia, Canada e Brasile. In generale, i Paesi BRICS rappresentano il 47% del potenziale addizionale realizzabile fra i Paesi che sono stati presi in esame.
- Il rapporto fra il potenziale addizionale e la produzione ottenuta nel 2005 è ancora più grande per la produzione di calore da fonti rinnovabili (RES-H). Per il calore solare termico e geotermico il potenziale addizionale è di circa trenta volte superiore rispetto alla produzione di calore ottenuta da queste fonti.
- Nel caso di combustibili liquidi per il trasporto ottenuti da fonti rinnovabili (RES-T), il potenziale addizionale realizzabile stimato che possono raggiungere i biocarburanti di prima generazione supera di 5 volte il livello di produzione attuale. La stima si basa sull'ipotesi prudente che un massimo del 10% della terra attualmente arabile potrebbe essere usata per la coltivazione di colture da energia nel 2020, con una quota inferiore (3,5-8,5%) ipotizzata per le economie emergenti (Paesi BRICS) a causa di una concorrenza potenzialmente più forte con la produzione alimentare e le pressioni ambientali.
- La valutazione analizza inoltre i costi degli incentivi per ciascuna tipologia di energia rinnovabile in tutti i Paesi OCSE e BRICS. Le diverse tipologie di incentivi rinnovabili hanno schemi temporali diversi che variano, ad esempio, a seconda del fatto che influiscano sugli investimenti diretti o sui rendimenti operativi. La remunerazione per ciascuna tecnologia in ciascuna nazione è stata calcolata annualizzando i livelli su un periodo comune di 20 anni. Questa relazione non analizza l'efficacia in termini di costi dei sistemi di energie rinnovabili se confrontati con altre tecnologie che prevedono la riduzione del diossido di carbonio

## Principali scoperte analitiche

### *Produzione di energia da fonti rinnovabili (FER-E)*

#### *Energia eolica on-shore*

Solitamente, la presenza di barriere non economiche ha un significativo impatto negativo sull'efficacia delle politiche che mirano allo sviluppo dell'energia eolica, a prescindere dal tipo di schema di incentivazione. Fra queste barriere possiamo citare ostacoli amministrativi (ad esempio ritardi e limitazioni relativamente alla pianificazione, mancanza di coordinazione fra le diverse autorità, tempistica dilatata per l'ottenimento delle autorizzazioni), accesso grid, struttura del mercato dell'elettricità, mancanza di informazione e formazione e accettazione a livello sociale.

Un livello minimo di remunerazione<sup>4</sup> sembra essere necessario per incoraggiare la diffusione dell'energia eolica. Fino al 2005, nessuno dei Paesi che forniscono livelli generici di remunerazione al di sotto di USD 0,07/kWh<sup>5</sup> aveva dato prova di un'efficacia di diffusione significativa.

Il gruppo di Paesi con i più elevati livelli di rendimento (Germania, Spagna,<sup>6</sup> Danimarca e, più di recente, Portogallo) si servivano di tariffe in conto energia (FIT - feed-in tariffs) per incoraggiare la diffusione dell'energia eolica. Il loro successo nell'installazione di eolico on-shore deriva da un'elevata stabilità degli investimenti, garantiti dalle tariffe in conto energia a lungo termine, da un quadro di lavoro appropriato con esigue barriere amministrative e normative e condizioni di accesso grid relativamente favorevoli. Nel 2005 i livelli medi di remunerazione in questi Paesi (USD 0,09-0,11/kWh) erano inferiori rispetto a quelli dei Paesi che applicavano sistemi di quote obbligate con certificati verdi negoziabili (TGC - Tradable Green Certificates) (USD 0,13-0,17/kWh).

Oltre ad alcuni livelli minimi di soglia, livelli di remunerazione superiori non sono per forza di cose sinonimo di maggiore efficacia delle politiche. I più alti livelli di remunerazione sulla base di unità generate per l'eolico, fra i Paesi presi in esame, si riscontrano in Italia, Belgio e nel Regno Unito, tutti Paesi che hanno applicato sistemi di quote obbligate con certificati verdi negoziabili. Per il momento, tuttavia, nessuno di questi Paesi ha raggiunto elevati livelli di efficacia di diffusione. Ciò è probabilmente dovuto alla presenza di elevate barriere non-economiche oltre che a problemi intrinseci relativamente alla realizzazione di sistemi di certificati verdi negoziabili in questi Paesi, che causano premi di rischio più alti per gli investitori.

Lo sviluppo dell'eolico negli Stati Uniti è sostenuto da un insieme di politiche statali e federali. A livello federale, l'energia eolica riceve generosi incentivi statali sotto forma di crediti d'imposta per 10 anni di produzione -che in effetti fungono da premio in conto energia -e di un deprezzamento accelerato a 5 anni. La combinazione degli incentivi fiscali federali con gli incentivi finanziari statali e i sistemi di quote obbligate per le energie rinnovabili si è rivelata una strategia vincente per l'aumento della capacità energetica eolica negli Stati Uniti. Alla data attuale nessun sostegno federale o statale da solo è stato sufficiente a favorire lo sviluppo dell'energia eolica. Inoltre, la mancanza di stabilità in termini di fornitura dello sconto sulla tassa di produzione su base continua ha portato a cicli di sostanziale espansione e recessione nelle installazioni di energia eolica negli Stati Uniti nel corso degli anni 2000.

4. I livelli di remunerazione comprendono la somma del prezzo dell'elettricità più eventuali premi e/o incentivi ricevuti per ogni singola unità di elettricità rinnovabile.

5. Tutti i dati sono espressi in dollari statunitensi, anno 2005 e sono stati valutati con i tassi di cambio di mercato.

6. Dal 2004 la Spagna offre ai produttori di energia rinnovabile la possibilità di scegliere fra tariffe in conto energia (FIT) e premi in conto energia (FIP).

### *Energia elettrica da biomassa solida*

Le nazioni che hanno avuto più successo nella diffusione di energia elettrica realizzata a partire da biomassa solida nel periodo che va dal 2000 al 2005, relativamente al rispettivo potenziale realizzabile, sono stati i Paesi OCSE-Ue. I livelli di rendimento più elevati sono stati registrati in Olanda, Svezia, Belgio e Danimarca.

Proprio come per l'energia eolica, per avviare la diffusione è necessario un determinato livello minimo di remunerazione; si tratta in questo caso di USD 0,08/kWh, e le barriere non-economiche hanno un impatto negativo sull'efficacia delle politiche. Nel caso della biomassa solida si vede che solitamente diversi tipi di schemi d'incentivazione possono rivelarsi efficaci. In Svezia, ad esempio, i sistemi di quote obbligate sono stati efficaci e a costi moderati (USD 0,08/kWh), mentre in Belgio il sistema delle quote obbligate ha stimolato una diffusione della biomassa a un costo elevato (USD 0,14/kWh). In Olanda (USD 0,12/kWh), Danimarca (USD 0,09/kWh) e Ungheria (USD 0,10/kWh) vengono usati i sistemi tariffari in conto energia e i sistemi a premio.

Le nazioni con un'elevata crescita di diffusione (Olanda, Svezia, Belgio e Danimarca) sono riusciti nel loro intento grazie all'ampia disponibilità di abbondante biomassa combinata con l'opportunità di una co-combustione nelle caldaie a carbone. La valutazione del ciclo di vita della produzione bioenergetica è tuttavia necessaria per garantire che la sostenibilità di questa risorsa copra l'intera catena logistica e le possibili modifiche di destinazione d'uso della terra. Ciò potrebbe costituire un vincolo per sfruttamenti futuri, anche in considerazione della concorrenza da parte di altri utenti per accedere alla risorsa.

### *Elettricità da biogas*

Il quantitativo di elettricità prodotta da biogas agricoli, gas di discarica e gas di fognatura fra il 2000 e il 2005 è stato basso, se confrontato con i risultati nel campo della produzione elettrica da eolico e da biomassa solida. Nessuno dei Paesi BRICS ha dichiarato di aver generato elettricità da biogas.

Il livello di remunerazione necessario per la creazione di progetti finanziariamente fattibili dipende in larga misura dallo specifico combustibile utilizzato oltre che dall'entità del progetto. Dai mercati agricoli si è recentemente sviluppata una sana competizione per l'approvvigionamento delle materie prime, e questo non può che influire sulla fattibilità dei progetti in molti Paesi. I Paesi che applicano sistemi di tariffe in conto energia attuano spesso livelli di remunerazione molto diversi fra di loro per la promozione di diverse tecnologie del biogas, e li differenziano secondo le dimensioni dell'installazione.

La crescita più alta in termini di generazione di biogas dal 2000 al 2005 è stata registrata in Germania, Regno Unito e Lussemburgo. In Germania e in Lussemburgo vengono applicate le tariffe in conto energia, mentre il Regno Unito si serve di un sistema di quote obbligate con certificati verdi negoziabili. In Germania lo schema degli incentivi tariffe in conto energia ha comportato costi relativamente alti se confrontato con altri Paesi, a causa della scala da piccola a media e del tipo di materie prime usate nelle applicazioni agricole.

Oltre al Regno Unito, anche in Italia il sistema di quote obbligate con certificati verdi negoziabili ha consentito di registrare ottimi livelli di efficacia, con una solida crescita in entrambi i Paesi basata principalmente sull'espansione della capacità del gas di discarica per la produzione del metano, meno costoso rispetto ad altre materie prime biogas.

## *Solare fotovoltaico*

Il potenziale tecnico realizzabile a medio termine per il fotovoltaico (FV) nei Paesi OCSE e BRICS è di 394 TWh, il che equivale alla produzione elettrica del Regno Unito nel 2005. Sono comunque i costi d'investimento, ancora decisamente elevati, degli impianti fotovoltaici a costituire la barriera più importante per una più ampia diffusione di questa tecnologia. Visto che fino al 2005 era stato sfruttato solo l'1% del potenziale realizzabile, i livelli medi di efficacia delle politiche che per il fotovoltaico dal 2000 al 2005 sono inferiori di un punto. Molto spesso ciò va a vantaggio di tecnologie delle energie rinnovabili più mature quali ad esempio l'eolico. Lo sviluppo del fotovoltaico in termini di capacità installata assoluta è stato dominato dalla Germania e dal Giappone, seguiti a breve distanza dagli Stati Uniti. Queste tre nazioni, da sole, sono state responsabili all'incirca dell'88% della capacità installata totale alla fine del 2005.

Le tariffe in conto energia (integrate dalla facile disponibilità di prestiti agevolati e da un equo accesso grid) si sono rivelate estremamente efficaci in Germania, anche se a costi elevati (USD 0,65/kWh). Nel corso degli ultimi anni, il livello delle tariffe in conto energia in Germania per il fotovoltaico solare è diminuito, ed è stato introdotto<sup>7</sup> un elemento di regressione. Il parlamento tedesco ha approvato le proposte di accelerare i tassi di degressione per le installazioni indipendenti dal 5% l'anno nel 2008 fino al 10% l'anno nel 2010 e del 9% dal 2011 in poi. In questo modo si creano incentivi per ridurre i costi e progredire.

## *Energia idroelettrica*

Nella maggior parte dei Paesi OCSE, ad eccezione del Canada e della Turchia, il potenziale addizionale per la diffusione dell'energia idroelettrica è basso, in quanto questo potenziale è già stato sfruttato oppure è collegato a strutture legali relativamente alla gestione integrata delle acque, come ad esempio la Direttiva UE sulle Acque oltre che da una sporadica resistenza pubblica. In molte nazioni UE-OCSE, la crescita si presenta quasi sempre sotto forma di rimessa in funzione o ammodernamento di impianti esistenti su larga scala o costruzione di nuovi impianti su piccola scala.

Eppure, nella maggior parte dei Paesi BRICS è stato registrato un sostanziale progresso dell'energia idroelettrica nel corso degli ultimi anni e rimane un potenziale addizionale sostanziale fino al 2020. Questa crescita è principalmente guidata dal drastico aumento della domanda di elettricità nei Paesi BRICS. C'è inoltre la necessità di un'espansione della capacità relativamente agli aspetti idrologici della conservazione dell'acqua e dei sistemi di gestione. E così, visto che l'energia idroelettrica costituisce un elemento importante della politica energetica integrata in questi Paesi, gli schemi a sostegno dell'energia rinnovabile non sono stati, in larga misura, necessari per stimolarne lo sviluppo.

Visto che l'energia idroelettrica su vasta scala è molto spesso competitiva se confrontata con la generazione di energia termica e nucleare, molti Paesi nutrono un profondo interesse relativamente allo sviluppo di questa energia. Uno dei principali fattori limitanti può essere l'impatto ambientale dello sviluppo su larga scala, che potrebbe seriamente ritardare il processo di pianificazione e addirittura far deragliare l'attuazione dei progetti principali.

7. La degressione si riferisce a una diminuzione percentuale pre-determinata (spesso annuale) nel livello di supporto fornito per una determinata installazione di energia rinnovabile.

### *Elettricità geotermica*

Il motore principale che ha guidato la diffusione dell'energia geotermica è il fatto di poter disporre di risorse geotermiche ad alta temperatura in modo rapido senza necessità di scendere in profondità. Questo spiega perché solo 10 fra tutti i Paesi OCSE e BRICS producono, anche se in quantitativi esigui, elettricità geotermica. Islanda, Messico e Stati Uniti hanno ottenuto, nel corso degli ultimi anni, il tasso di crescita più alto. L'Italia, il paese con la più elevata efficacia delle politiche, basata su un sistema di quote obbligate con certificati verdi negoziabili, produce più del 90% di tutta l'energia geotermica fra i Paesi OCSE-Ue.

### ***Produzione di calore da fonti rinnovabili (RES-H)***

Le politiche che incoraggiano lo sviluppo e la diffusione delle tecnologie RES-H sono state ampiamente trascurate, se si pensa ad esempio a quelle relative al supporto fornito all'elettricità rinnovabile o ai biocarburanti per il trasporto. L'assenza relativa di politiche di appoggio, a prescindere dalla loro efficacia, sommata agli importanti potenziali a medio termine non sfruttati, sono le ragioni fondamentali per le quali i livelli di efficacia delle politiche sono inferiori di più di 20 punti rispetto alle tecnologie FER-E. C'è una mancanza di dati disponibili relativamente alle politiche e ai mercati RES-H, in particolare nei Paesi BRICS.

### *Calore geotermico*

Nonostante l'uso del calore geotermico sia una prassi consolidata in diversi Paesi, il progresso relativo, valutato con un indicatore di efficacia, è lento, per lo meno rispetto al grandissimo potenziale realizzabile a medio termine. Va inoltre operato un distinguo fra il calore geotermico di profondità, spesso in competizione con il calore tradizionale, ove disponibile, e il calore da pompe di calore con sorgenti a bassa profondità. Le principali barriere che ostacolano la diffusione sono i costi, una pianificazione ostica e delle procedure per la richiesta di permessi estremamente complesse nonché la distanza fra le risorse geotermiche di profondità e i centri di domanda del calore. Le pompe di calore a terreno possono essere utilizzate di fatto ovunque a livello mondiale, sia per il riscaldamento che per il raffreddamento, ma comportano costi d'investimento estremamente elevati, che a loro volta richiedono il supporto di adeguate politiche. Ecco perché fino a oggi queste tecnologie sono state diffuse in modo estremamente limitato.

Svizzera e Turchia sono stati i Paesi di gran lunga più efficaci nello sviluppo di calore geotermico fra il 2000 e il 2005. Tuttavia, a causa della significativa mancanza di risorse idrotermali ad alta temperatura, non appartengono al gruppo di Paesi più importanti per la produzione di elettricità geotermica. I sistemi geotermici migliorati da scavi in profondità sono agli inizi e sono costosi, ma hanno un potenziale molto esteso, a condizione che vengano superati gli attuali ostacoli di ordine economico.

### *Acqua calda solare*

Se da un lato le risorse di calore solare termico sono abbondanti in molte regioni del mondo, dall'altro i significativi progressi compiuti nel corso degli ultimi anni, con un raddoppiamento della produzione e delle installazioni nel periodo 2000-2005, si concentrano unicamente in pochi Paesi. La Cina è responsabile di circa la metà della generazione di calore solare termico a livello globale e insieme al Brasile e all'Austria sta attualmente avanzando più rapidamente per utilizzare il suo potenziale realizzabile. In Cina è possibile attribuire lo sviluppo alla competitività economica del calore solare termico in molte regioni del paese. I principali motori dello sviluppo della domanda da parte dei consumatori in Cina sono un'infrastruttura di riscaldamento convenzionale scarsamente sviluppata, un'industria manifatturiera nazionale ben sviluppata e dei mutamenti di carattere demografico. Il Brasile non fornisce sostegno politico al calore solare

termico, ma dispone di elevati livelli di irradiazione solare, mentre l'Austria ha raggiunto un risultato quasi dello stesso livello grazie a investimenti piuttosto modesti in sovvenzioni, disseminazione delle informazioni e programmi di formazione.

Le principali barriere che ostacolano lo sviluppo del calore solare termico nella maggior parte dei Paesi comprendono linee guida di pianificazione non adeguate e la mancanza di incentivi economici uniformi, programmi di sensibilizzazione e occasioni di formazione. Alcune politiche di regolamentazione, come ad esempio l'obbligo del riscaldamento solare a Barcellona e in altri comuni spagnoli, costituiscono misure politiche innovative molto interessanti per contribuire al superamento di queste barriere; ciò potrebbe, a sua volta, portare a una crescita significativa.

### *Calore da biomassa e produzione combinata di calore e di elettricità (CHP - Combined Heat and Power)*

Il teleriscaldamento e gli impianti di produzione combinata di calore e di elettricità (CHP) sono utilizzi efficienti di risorse di biomassa a condizione che ci sia una domanda di calore sufficientemente vicina alla produzione. Eppure il rendimento globale della generazione di calore basata sulla produzione combinata di calore e di elettricità risulta essere alquanto moderato a livello globale. Questa tecnologia viene attuata prevalentemente in Europa, e corrisponde all'80% della generazione totale di biomassa CHP in tutti i Paesi OCSE e BRICS. I Paesi BRICS costituiscono l'11% del calore CHP prodotto da biomassa mentre gli altri Paesi OCSE aggiungono il restante 9%.

L'efficacia di questo settore è superiore rispetto ad altre tecnologie RES-H, anche se rimane comunque significativamente inferiore rispetto ai risultati ottenuti per le tecnologie FER-E. La crescita di gran lunga maggiore dal 2000 al 2005 è stata raggiunta nei Paesi scandinavi, in particolare in Danimarca e in Svezia. I fattori di successo critico sono potenziali di biomassa economici e abbondanti, che potrebbero essere derivati da un forte settore forestale combinato con incentivi effettivi per la promozione dell'elettricità da biomassa e dei biocarburanti per il trasporto. Come nel caso dell'elettricità da biomassa, i benefici ambientali netti del ciclo di vita del calore da biomassa vanno valutati con attenzione alla luce della modifica della destinazione d'uso e degli impatti sul trasporto delle materie prime che derivano da un'espansione su larga scala della produzione di bioenergia. Inoltre, i finanziamenti per la biomassa CHP dovrebbero essere in linea con il sostegno fornito per l'elettricità da biomassa, sulla base dell'efficienza stagionale totale dell'installazione.

Un ulteriore significativo fattore di successo per la generazione di calore da CHP è l'esistenza di reti di riscaldamento oppure la possibilità di costruirne di nuove. Ciò dipende fortemente dalla densità della domanda di calore e dalla tradizione della diffusione di calore collegata alla rete che spiega alcuni dei successi ottenuti nei Paesi scandinavi.

Queste condizioni di base vengono soddisfatte anche in alcuni dei Paesi BRICS, come ad esempio Cina e Russia, dove esiste un buon potenziale.

### ***Biocarburanti***

Dal 2000 al 2005 i Paesi OCSE e BRICS hanno raddoppiato la propria produzione di biocarburanti di prima generazione (etanolo e biodiesel). Nel 2005 hanno sostituito 20 Mtep di carburanti fossili, che rappresentano l'1% dell'energia mondiale dedicata ai trasporti. La produzione di etanolo è chiaramente dominata da Brasile e Stati Uniti (dove beneficia di notevoli sussidi), con quote, rispettivamente del 41% e del 44%, della produzione totale di etanolo del 2005 nei Paesi OCSE e BRICS. La produzione e il consumo di biocarburanti ha a sua volta registrato una crescita principalmente nella regione dell'UE, supportata da sussidi molto elevati tramite esenzioni fiscali. Anche Cina e India hanno dimostrato un'efficacia relativamente alta nella loro diffusione

dell'etanolo; la Cina ha introdotto una quota di miscelazione mentre l'India un'esenzione fiscale e un prezzo garantito per i produttori di etanolo.

Diversamente dalla maggior parte delle forme di energia rinnovabile, che tendono a essere consumate e finanziate a livello nazionale, i biocarburanti liquidi possono essere commercializzati ed esportati su vasta scala. Questo significa che, per andare a incidere sul quantitativo di biocarburanti consumati a livello nazionale, è possibile utilizzare una più ampia gamma di politiche, come ad esempio tariffe di importazione ed esportazione, di modo che alcuni Paesi producano grandi quantitativi di biocarburanti consumandone internamente solo una piccola parte. Le misure di sostegno più diffuse sono un'esenzione totale o parziale delle tasse sulle concessioni governative, una tassa ecologica o una sul valore aggiunto, oltre che la miscelazione obbligatoria.

La maggior parte dei Paesi che promuove biocarburanti aveva fatto ricorso a misure fiscali esistenti oppure le aveva attuate fra il 2000 e il 2005, mentre le quote di miscelazione sono state adottate solo più di recente.

Fra tutti i Paesi analizzati, il Brasile rimane il precursore nella produzione di etanolo dalla canna da zucchero, una tecnologia guidata dalla competitività in termini di costi che si basa su sgravi fiscali indiretti. La Germania, che si concentra quasi esclusivamente sui biocarburanti, ha goduto del più elevato rendimento delle politiche dal 2000 al 2005 rispetto al suo potenziale addizionale realizzabile fino al 2020. Il progresso della Germania è costato comunque relativamente caro, principalmente a causa di un'esenzione fiscale che ha reso i biocarburanti di gran lunga più economici rispetto al normale diesel fossile. Rimane da verificare in che modo il mercato del biodiesel in Germania si svilupperà ora che l'esenzione fiscale è stata rimossa. Gli Stati Uniti hanno registrato il secondo più alto livello di rendimento, concentrandosi sulla produzione di etanolo dal grano garantendo ai produttori non solo crediti d'imposta ma anche dei meccanismi di appoggio a livello agricolo. La Svezia si è collocata in terza posizione ma con costi relativamente alti, concentrando i propri sforzi sull'etanolo, diversamente dalla maggior parte degli altri Paesi europei, che hanno invece focalizzato la propria attenzione sul biodiesel.

La maggior parte dei Paesi OCSE-Ue ai quali era stato richiesto di trasporre la Direttiva UE sui biocarburanti nella propria legislazione nazionale, ha registrato una crescita accelerata nel consumo dei biocarburanti nel periodo 2004-2005, cercando di raggiungere gli obiettivi indicativi dei biocarburanti di una quota di mercato per il trasporto stradale rispettivamente del 2% e del 5,75% nel 2010.

L'analisi si concentra sul periodo che va dal 2000 al 2005 e non prende quindi in considerazione i più recenti sviluppi delle politiche adottate e il consistente innalzamento degli obiettivi dei biocarburanti. Questi obiettivi più ambiziosi hanno accresciute preoccupazioni nel pubblico riguardo all'impatto della sempre maggiore produzione di biocarburanti sulle modifiche di destinazione d'uso dei terreni, i prezzi dei prodotti agricoli, la deforestazione e l'uso dell'acqua. La competizione per la materia prima fra energia e produzione alimentare è un argomento di sempre più scottante attualità. Forti segnali politici sulla produzione sostenibile e sull'uso dei biocarburanti dovranno accompagnare la loro penetrazione sul mercato su ampia scala, come è previsto negli Stati Uniti e nell'Unione europea.

Si prevede che le tecnologie dei biocarburanti di seconda generazione attualmente in fase di sviluppo si prevede avranno un ruolo fondamentale nel raggiungimento dell'obiettivo di una produzione e di un consumo di biocarburante sostenibile; ciò si potrà realizzare ampliando la gamma delle materie prime e migliorando il rendimento ambientale ed economico dei biocarburanti. Sono necessarie politiche efficaci, compresi gli sforzi in materia di Ricerca, Sviluppo e Dimostrazione, al fine di promuovere un rapido passaggio alle tecnologie di seconda generazione.

## Messaggi fondamentali e conclusioni

Finora, solo alcuni Paesi hanno attuato efficaci politiche a sostegno delle energie rinnovabili; tutto ciò ha portato a un'accelerazione della diffusione delle energie rinnovabili nel corso degli ultimi anni. Vi è un enorme potenziale di miglioramento delle strutture di queste politiche nella maggior parte dei Paesi e anche un considerevole potenziale realizzabile per tutte le tecnologie delle energie rinnovabili dei Paesi OCSE e BRICS presi in esame. Se in più Paesi venissero adottate politiche efficaci, questo potenziale potrebbe essere sfruttato in modo più rapido e più ampio.

L'OCSE-Ue, altri Paesi OCSE e BRICS hanno dato prova di una sostanziale diversità nell'efficacia delle politiche attuate a sostegno delle singole tecnologie delle energie rinnovabili nei settori dell'elettricità, del riscaldamento e dei trasporti. I Paesi OCSE-Ue che, a livello globale, vantano una più lunga tradizione in materia di politiche a sostegno delle energie rinnovabili, sono quelli in cui si registra la migliore efficacia delle politiche per tutte le tecnologie di generazione di energie rinnovabili. Il quadro si fa più vario quando si analizzano le tecnologie di energie rinnovabili più mature (ad esempio idroelettrica) e le tecnologie delle energie rinnovabili per il riscaldamento e il trasporto. Alcuni Paesi OCSE e BRICS hanno anche attuato politiche relativamente efficaci.

A seconda della tecnologia specifica e del paese è possibile applicare in modo efficace una vasta gamma di schemi di incentivi. Ad oggi, comunque, diverse barriere non economiche hanno ostacolato in modo significativo il rendimento delle politiche a sostegno delle energie rinnovabili e hanno al tempo stesso comportato un aumento dei costi in diversi Paesi, a prescindere dal tipo di schema di incentivazione.

Si consiglia quindi di affrontare le discussioni più in profondità, senza limitarsi a capire quale specifico schema di incentivi funzioni meglio. La valutazione si deve estendere a tutto il quadro della politica all'interno della quale vengono inseriti gli schemi di incentivi. A livello globale, il rendimento e l'efficacia delle politiche in materia di energie rinnovabili vengono determinati dall'aderenza ai principi fondamentali sui quali sono state studiate le politiche, di seguito delineati, oltre che dall'uniformità delle misure adottate.

La struttura delle politiche in materia di energie rinnovabili dovrebbe articolarsi su cinque principi fondamentali:

- La rimozione delle barriere non-economiche, come ad esempio gli ostacoli amministrativi, ostacoli all'accesso grid, una struttura scadente del mercato dell'elettricità, una mancanza di informazioni e formazione e la gestione delle questioni di accettazione sociale - pensando a come superarli - al fine di migliorare il funzionamento del mercato e delle politiche;
- La necessità di un quadro di appoggio prevedibile e trasparente per attirare investimenti;
- L'introduzione di incentivi transitori, che diminuiranno col passare del tempo, al fine di promuovere e monitorare le innovazioni dal punto di vista tecnologico e portare le tecnologie rapidamente verso la competitività di mercato;
- Lo sviluppo e l'attuazione di incentivi appropriati che garantiscano un livello specifico di appoggio alle diverse tecnologie sulla base del loro livello di maturità tecnologica, al fine di sfruttare il significativo potenziale del grande paniere delle tecnologie per la produzione di energie rinnovabili nel corso del tempo; e
- La dovuta considerazione sull'impatto della penetrazione su vasta scala delle tecnologie per la produzione di energie rinnovabili sul sistema energetico globale, in particolare nei mercati energetici liberalizzati, con la dovuta attenzione all'efficacia dei costi e all'affidabilità del sistema.



Riflettere su questi cinque principi con un approccio integrato consente il raggiungimento di due obiettivi paralleli: si sfruttano in particolare i risultati più a portata di mano delle abbondanti tecnologie delle energie rinnovabili che sono più vicine alla competitività del mercato preservando al tempo stesso la visione strategica a lungo termine che prevede la fornitura di opzioni redditizie per un futuro a bassa emissione di carbonio.

L'obiettivo principale di un approccio integrato è quello di raggiungere una transizione fluida verso l'integrazione delle energie rinnovabili nei mercati di massa. Ciò richiederà inoltre una profonda evoluzione dei mercati che stanno cambiando la situazione attuale - caratterizzati da un prezzo inadeguato del carbonio e da altri aspetti esterni, visto che la maggior parte delle energie rinnovabili richiedono sussidi economici, e ulteriori barriere non economiche che impediscano la diffusione delle tecnologie delle energie rinnovabili - in un sistema energetico futuro in cui le tecnologie delle energie rinnovabili possano competere con altre tecnologie energetiche ad armi pari. Il mercato evoluto dovrebbe assegnare un prezzo adeguato al carbonio e ad altri elementi esterni e aiutare a sviluppare un'infrastruttura che consenta di ospitare l'integrazione delle tecnologie delle energie rinnovabili su vasta scala. Dopo aver raggiunto questo obiettivo, per le tecnologie delle energie rinnovabili saranno necessari pochi o zero incentivi, e la loro diffusione sarà accelerata dalla domanda dei consumatori e dalle forze generali del mercato.

Gli analisti suggeriscono che i quadri di politiche che combinano diversi schemi di supporto specifici della tecnologia come funzione della maturità RET sarebbero più adatti per attuare con successo i principi di design delle politiche fondamentali e per promuovere il passaggio delle tecnologie delle energie rinnovabili verso un'integrazione nel mercato di massa.

I governi dovrebbero sviluppare un quadro di politiche combinate applicando sempre più i principi di mercato quali ad esempio la maturità tecnologica e l'aumento della diffusione. Tutto ciò è possibile con una gamma di strumenti di politica, compresi degli appoggi di ricerca e sviluppo basati sul prezzo, sulla quantità oltre che dei meccanismi normativi.

Come principio generale, le tecnologie meno mature traggono beneficio dall'esigenza di competitività economica, oltre al supporto continuato di Ricerca e Sviluppo, incentivi a basso rischio molto stabili, come ad esempio incentivi capitale costo, tariffe in conto energia o appalti (vedere Figura 1). Per le tecnologie gap a basso costo, come l'eolico on-shore o la combustione di biomassa, forse potrebbero essere più adatti altri strumenti maggiormente orientati verso il mercato, come ad esempio premi in conto energia e sistemi di certificazioni verdi negoziabili con differenziazione delle sovvenzioni in funzione delle tecnologie<sup>8</sup>. A seconda delle condizioni specifiche del mercato e delle risorse e del livello di integrazione nel mercato dei diversi Paesi, la differenziazione delle sovvenzioni in funzione delle tecnologie potrebbe rivelarsi necessaria unicamente nella fase di passaggio o potrebbe essere bypassata a favore di un sistema di certificati verdi negoziabili neutro dal punto di vista tecnologico. Dopo che la tecnologia sarà competitiva con altre alternative per risparmiare CO<sub>2</sub> e sarà pronta per essere diffusa su larga scala, e nel momento in cui gli incentivi sul carbonio saranno in atto, questi sistemi di supporto delle tecnologie delle energie rinnovabili potranno essere gradualmente eliminati insieme. In quel momento, le tecnologie delle energie rinnovabili saranno in competizione equa con altre tecnologie energetiche.

Le circostanze nazionali (potenziale delle tecnologie delle energie rinnovabili, contesto delle politiche esistenti, presenza di barriere non economiche, grado di liberalizzazione del mercato e infrastruttura del sistema energetico) influenzeranno il mix ottimale reale degli schemi di incentivazione, e quindi la scelta del momento opportuno per completare il supporto di Ricerca

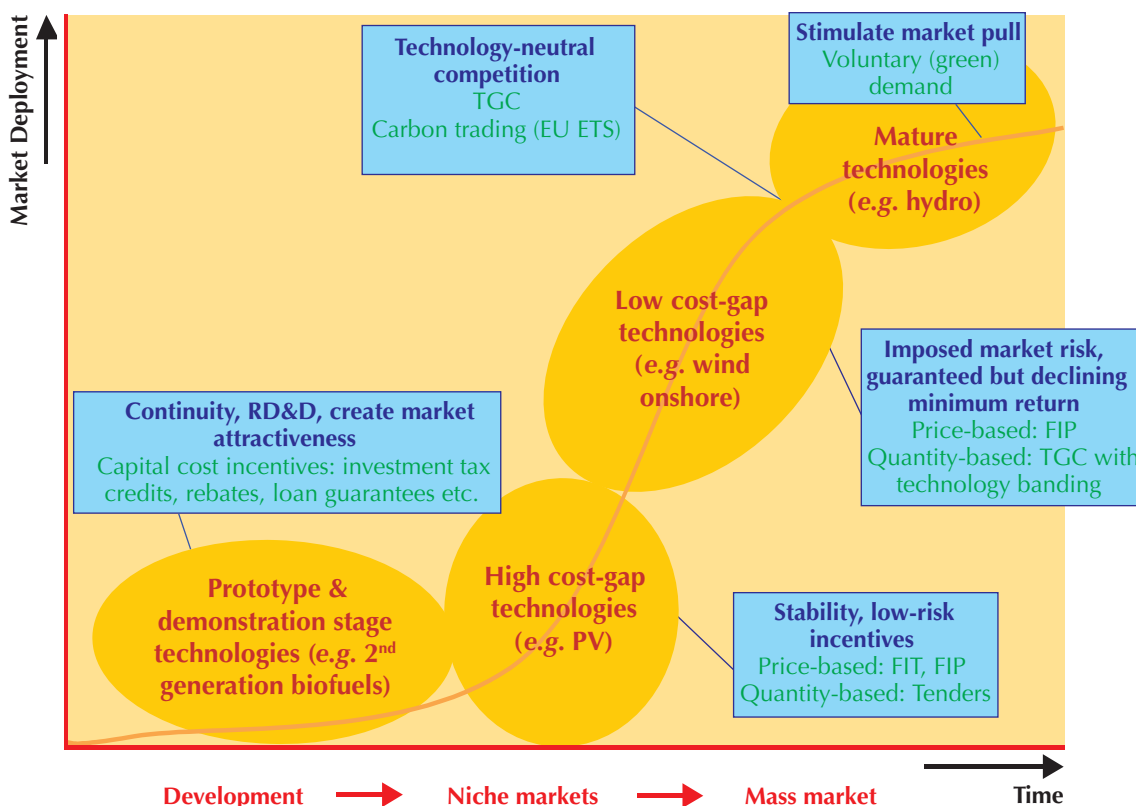
---

8. La sovvenzione in funzione delle tecnologie si riferisce alla differenziazione delle tecnologie relativa a un obbligo di quota mediante l'assegnazione di multipli specifici per tecnologia di TGC (certificati verdi) o con l'introduzione di obblighi specifici in base alla tecnologia.

e Sviluppo con un supporto alla diffusione sarà di fondamentale importanza per il successo globale delle politiche di supporto.

Tutte le famiglie di tecnologie delle energie rinnovabili si stanno evolvendo rapidamente e danno prova di un potenziale significativo per miglioramenti a livello tecnologico. Il quadro politico per le energie rinnovabili dovrebbe essere delineato in modo da consentire l'evoluzione di RSD tecnologica e contemporaneamente lo sviluppo del mercato, all'interno e tra le famiglie delle varie tecnologie, in modo da gestire i diversi livelli di sviluppo nella diversità di rinnovabili e mercati.

Figura 1. **Diagramma di combinazione della politica di incentivi come funzione della maturità tecnologica**



NB: Le posizioni delle varie tecnologie e degli schemi di incentivi lungo la curva S costituiscono un esempio indicativo in un dato momento. L'effettivo mix ottimale e la relativa tempistica degli incentivi dipenderanno dalle specifiche circostanze nazionali. Anche il livello di competitività varierà in funzione dell'andamento dei prezzi delle tecnologie concorrenti.

## Raccomandazioni

Tutti i governi sono incoraggiati a notare i seguenti principi relativi alle politiche a sostegno dello sviluppo delle RET:

- Riconoscere l'urgenza di attuare meccanismi efficaci di sostegno al fine di accelerare lo sfruttamento del grande potenziale delle tecnologie delle energie rinnovabili per migliorare la sicurezza energetica e combattere il cambiamento climatico;
- Rimuovere e superare innanzitutto le barriere non economiche al fine di migliorare il funzionamento delle politiche e del mercato;

- Riconoscere il potenziale sostanziale per migliorare l'efficacia e l'efficienza delle politiche nella maggior parte dei Paesi e imparare dalla buona pratica;
- Concentrarsi sull'attuazione coerente e rigorosa dei cinque principi fondamentali del disegno politico, al fine di massimizzare l'efficienza dei costi a lungo termine tenendo in considerazione le circostanze nazionali;
- Creare un insieme omogeneo di condizioni concorrenziali stabilendo il prezzo delle emissioni di gas serra e altri costi ambientali esternalizzati adeguatamente al mercato; e
- Orientarsi verso un quadro congiunto di programmi di supporto in funzione del livello di maturità della tecnologia al fine di alimentare una transizione omogenea delle tecnologie delle energie rinnovabili verso l'integrazione del mercato di massa, utilizzando progressivamente le forze di mercato.

## Introduzione

### Contesto

Recenti scenari elaborati dall'AIE e da altri soggetti hanno dimostrato che occorrerà un ampio paniere di tecnologie basate su energie sostenibili per poter affrontare le sfide di un approvvigionamento energetico pulito, affidabile, sicuro e competitivo. Le tecnologie delle energie rinnovabili (RET) possono svolgere un ruolo importante nel raggiungimento di questo obiettivo. Ciononostante, è importante ribadire che i miglioramenti dell'efficienza energetica costituiscono, di fatto, il maggiore potenziale di risparmio di emissioni di carbonio a costo minimo se non negativo in tutti i settori economici, e con risultati immediati.

#### Riquadro 1. Il caso delle rinnovabili

Le rinnovabili possono aiutarci ad affrontare le molteplici sfide che l'attuale sistema energia si trova ad affrontare sotto i seguenti punti di vista:

- Contribuire alla mitigazione del cambiamento climatico e alla tutela ambientale in generale.
- Promuovere l'innovazione tecnologica, la creazione del mercato e dell'occupazione, che determinano la crescita economica.
- Aumentare la sicurezza dell'approvvigionamento energetico attraverso la diversificazione e la prevenzione dei conflitti generati dal possesso delle risorse naturali.
- Ridurre la povertà attraverso un migliore accesso all'energia e l'uguaglianza di genere.
- Migliorare la salute pubblica attraverso la riduzione dell'inquinamento atmosferico locale e domestico.

Questi vantaggi sono stati a lungo discussi in molteplici occasioni e un documento conciso è quello di Goldemberg (2006).

Fonte: adattamento da Goldemberg (2006).

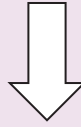
Entro il 2030, si prevede che le RET contribuiranno al 29% della produzione di energia e al 7% della produzione di combustibili da trasporto in base alle *Previsioni mondiali sull'energia (WEO)* Scenario politico alternativo 2007 (AIE, 2007b) dell'AIE, in cui si delinea l'attuazione delle politiche attualmente in esame. Entro il 2050, il contributo delle rinnovabili potrebbe aumentare ulteriormente fino a quasi il 50% dell'elettricità, se si raggiungerà l'ambizioso obiettivo di riduzione globale del 50% delle emissioni di CO<sub>2</sub> entro il 2005, costituito dagli scenari BLUE<sup>9</sup> nelle *Previsioni sulla tecnologia energetica (ETP) 2008* dell'AIE (AIE, 2008). Sebbene sia raggiungibile, questo obiettivo richiederà un forte impegno politico e finanziario, oltre che un intervento immediato da parte di tutti i governi.

Esiste una serie di RET all'interno dello spettro di maturità tecnologica dalle fasi di ricerca e sviluppo (R&S), attraverso le fasi di dimostrazione e sviluppo fino all'ingresso nel mercato (commercializzazione).

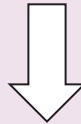
9. Nello scenario di BLUE Map, che riflette ipotesi relativamente ottimistiche per tutte le tecnologie principali, le opzioni di efficienza per l'utente finale (nell'utilizzo di elettricità e carburanti) coprono la fetta maggiore del 36% delle riduzioni totali di emissioni. Le rinnovabili costituiscono il settore tecnologico con la seconda quota per grandezza di riduzione totale delle emissioni, pari al 21% (AIE, 2008)

### Box 2. Fasi di sviluppo della tecnologia

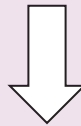
**R&D** seeks to overcome technical barriers and to reduce costs. I risultati commerciali sono del tutto incerti, specialmente nelle prime fasi.



Nella fase di **dimostrazione**, la tecnologia è messa in pratica. I costi sono elevati. Possono essere necessari finanziamenti esterni (compreso il governo) per finanziare parte o tutti i costi della dimostrazione.



Le RET in **fase di sviluppo** funzionano con successo sul piano tecnico, ma potrebbero ancora necessitare. Con l'aumento dello sviluppo, l'apprendimento della tecnologia riduce progressivamente i costi.



**Diffusione/Commercializzazione:** la tecnologia diventa competitiva in alcuni o in tutti i mercati, sia per quanto riguarda i suoi costi intrinseci, sia, se necessario, grazie all'intervento dei governi (ad es. volti a valorizzare costi ambientali esternalizzati quali i costi dell'inquinamento).

Fonte: AIE, 2008.

La politica energetica può influenzare lo sviluppo della tecnologia e l'interesse del mercato (commercializzazione) attraverso l'interazione di tre tipi principali di politiche incentrate sulle famiglie di tecnologie o sui loro sottogruppi in fasi successive della maturità della tecnologia:

- **Politiche di Ricerca, Sviluppo e Dimostrazione (RSD);**
- **Politiche di apertura del mercato** (definite anche politiche di sostegno o promozione); e
- **Politiche generali del mercato dell'energia.**<sup>10</sup>

## Scopo della pubblicazione

Questo libro è dedicato innanzitutto ai principi chiave alla base del successo delle politiche di *sviluppo del mercato* – misurati in termini di efficacia ed efficienza nell'intento di stimolare la diffusione delle RET nei settori di elettricità, riscaldamento e trasporti. La portata regionale dell'analisi riguarda i Paesi OCSE e le grandi economie emergenti come Brasile, Russia, India, Cina e Sudafrica, note complessivamente sotto il nome di BRICS.

10. (AIE, 2004).

La valutazione quantitativa è incentrata sui mercati e le politiche dell'energia rinnovabile per le RET che hanno sperimentato uno sviluppo misurabile nel periodo di valutazione 2000-2005. Illustra esperienze di sviluppo in questo periodo, oltre ad approfondire alcune tendenze recenti nel periodo 2004-2005.

Infatti, ciò significa che l'analisi quantitativa dell'efficienza e dell'efficacia riguarda RET più mature ad es. eolico on-shore, biomassa, biogas, geotermia, fotovoltaico, ed energia idroelettrica per quanto riguarda il settore dell'elettricità, calore da biomassa, calore geotermico e solare termico nel settore del riscaldamento; ed etanolo e biodiesel per il settore dei trasporti, che ha già compiuto grandi passi avanti oltre la fase dimostrativa e mostrato potenzialità significative che possono essere messe in relazione alle politiche attuate. Pertanto, le tecnologie che al momento risultano meno mature, quali l'eolico offshore, i sistemi geotermici avanzati (EGS), l'energia prodotta dalle maree e dal moto ondoso, non sono contemplate in questo capitolo. Le tecnologie meno mature, attualmente in fase di RSD sono descritte nel contesto delle politiche di RSD. Per queste tecnologie il presente resoconto intende distillare i fattori che contribuiscono alla realizzazione di *politiche di RSD riuscite*, illustrate con molti esempi recenti.

Occorre sottolineare che un'analisi dell'efficacia in termini di costi dei sistemi di energie rinnovabili rispetto ad altre tecnologie di abbattimento del carbonio esula dalla portata di questa pubblicazione. La pubblicazione non tratta neppure il valore sociale ed economico completo e i costi delle rinnovabili. Uno studio pianificato di continuazione condotto dall'AIE eseguirà stime dei vantaggi esterni (compresa la riduzione delle emissioni di gas serra, la riduzione dell'inquinamento regionale, la creazione di occupazione locale) nonché i possibili costi esterni. Inoltre, approfondiremo con attenzione i propulsori della progressione positiva dalla fase di RSD a quella di sviluppo nel mercato, oltre al possibile impatto delle opzioni politiche per creare una via di uscita da questa "valle della morte".

## Struttura della pubblicazione

**La parte 1** di questa pubblicazione contiene i principali risultati analitici. Il Capitolo 1 definisce il quadro delineando le tendenze del mercato per le rinnovabili nei settori di elettricità, riscaldamento e trasporti a partire dal 1990. Il Capitolo 2 esplora il potenziale a medio termine delle tecnologie valutate e analizza l'attuazione della produzione di RET, nonché i costi di investimento su cui si fondano le analisi di efficacia ed efficienza. Il Capitolo 3, il vero cuore analitico della pubblicazione, è strutturato attorno ai dati valutati nei capitoli precedenti per discutere l'efficacia e l'efficienza delle politiche attuate per sostenere le relative RET. Il Capitolo 4 esamina le esperienze di R&S condotte nei Paesi OCSE e nei Paesi BRICS, e identifica i principi delle migliori pratiche. Infine, il Capitolo 5 trae le conclusioni e le raccomandazioni riepilogative per la progettazione di politiche efficaci per lo sviluppo delle rinnovabili.

**La Parte 2**, disponibile in formato elettronico in un CD-ROM allegato, analizza *i*) i lineamenti del mercato dell'energia rinnovabile e le tendenze di mercato per ciascuno stato membro OCSE, per Brasile, Russia, India, Cina e Sudafrica e *ii*) informazioni statistiche aggiuntive e quadro metodologico dell'interesse per gli analisti.



## Capitolo 1

# Le tendenze di mercato delle tecnologie delle energie rinnovabili nei Paesi OCSE e BRICS

### Tendenze nei mercati dell'elettricità rinnovabile (RES-E)

Tra il 1990 e il 2005, la generazione di elettricità a partire da fonti rinnovabili (RES-E) è aumentata del 40% con 3.272 terawatt/ora (TWh) complessive, equivalenti al 17,9% della produzione elettrica (Tabella 1, pagina 35). La quota di energia rinnovabile è inferiore a quella del carbone (40,3%) e solo di poco inferiore a quella del gas naturale (19,7%), ma superiore a quella del nucleare (15,2%) e del petrolio (6,6%). L'energia idroelettrica fornisce il 16% dell'elettricità mondiale e l'89,3% della RES-E totale. Le rinnovabili combustibili e i rifiuti, compresa la biomassa solida, giocano attualmente un ruolo minore, con una produzione mondiale di elettricità pari solo all'1%. Sebbene in rapida crescita, l'energia geotermica, solare ed eolica costituiscono complessivamente solo lo 0,9% della produzione elettrica mondiale nel 2005 (AIE, 2007a).<sup>11</sup>

Un maggiore sviluppo dell'elettricità rinnovabile non idroelettrica è prevedibile principalmente nei Paesi OCSE all'interno dell'Unione europea (OCSE-Ue), dove forti politiche nazionali a sostegno delle rinnovabili ne hanno incoraggiato la crescita.

La generazione di elettricità rinnovabile a livello mondiale è cresciuta in media del 2,4% annuo, con un ritmo più lento rispetto alla generazione totale di elettricità (2,9%). Di conseguenza, la quota di rinnovabili nella produzione elettrica è scesa dal 19,5% nel 1990 al 17,9% nel 2005. Questo calo è dovuto soprattutto al rallentamento della crescita dell'energia idroelettrica nell'OCSE, che ammonta in tali paesi a quasi la metà dell'elettricità rinnovabile totale (48%). La crescita debole della generazione RES-E nell'OCSE (1,2%) è stata considerevolmente inferiore a quella della generazione di elettricità globale (2,1%). Per contro, nelle regioni non OCSE, la RES-E è aumentata del 3,7%, con un tasso di poco inferiore a quello dell'elettricità complessiva (4,2%).

Dal 1995, la crescita della produzione elettrica ha registrato un'impennata nei paesi non OCSE, a causa delle economie in fase di sviluppo, soprattutto asiatiche e africane. Le popolazioni di queste regioni stanno crescendo più rapidamente rispetto ai Paesi OCSE, e con l'aumento dei redditi, occorre sostituire i combustibili, passando da legno e carbone a cherosene e GPL per cucinare e le popolazioni hanno ottenuto un migliore accesso all'elettricità. Di conseguenza, si prevede che la futura crescita dell'elettricità procederà ad un ritmo superiore rispetto all'OCSE (AIE, 2007a).

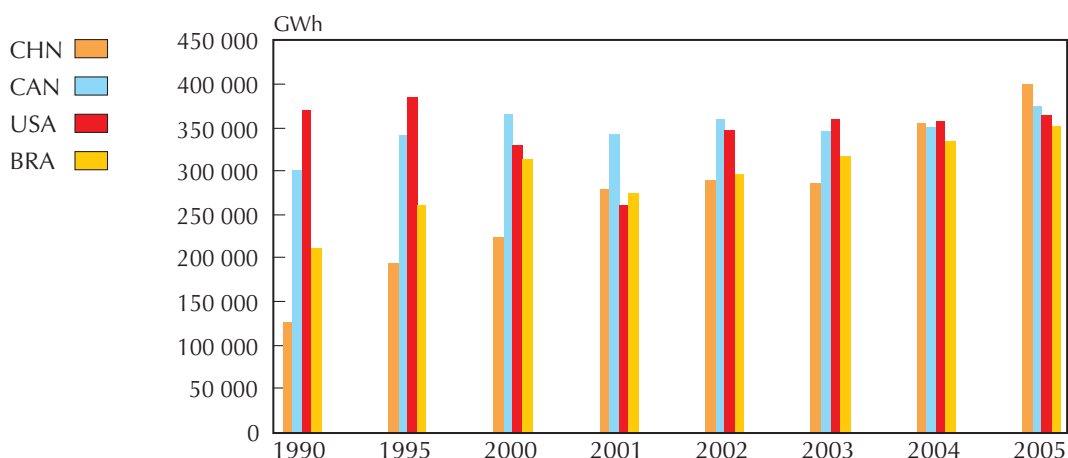
L'energia idroelettrica domina il mix dell'elettricità rinnovabile nei quattro maggiori paesi produttori di RES-E, Cina, Canada, USA e Brasile. Mentre la produzione di RES-E ha praticamente sempre registrato una tendenza di crescita in tutti e quattro i paesi, la variabilità della produzione idroelettrica dovuta alle condizioni meteorologiche ha condotto ad un abbandono temporaneo della RES-E negli anni di precipitazioni eccezionalmente scarse (Figura 1).

L'aumento spaventoso in termini assoluti di produzione di RES-E in Cina, che sta diventando il maggiore produttore di RES-E tra i Paesi OCSE e Brasile, Russia, India, Cina e Sudafrica (BRICS) nel 2005, evidenzia il fatto che la produzione idroelettrica nelle regioni non OCSE è stata superiore a quella dell'OCSE nel 2001, raggiungendo il 56,5% del totale mondiale nel 2005. Inoltre, la maggior parte del futuro aumento dell'energia idroelettrica si verificherà probabilmente in paesi non OCSE, in quanto là le risorse sono più abbondanti (AIE, 2007a) e la crescita della domanda di elettricità è molto più rapida.

11. A causa della mancanza di informazioni più recenti, questa panoramica delle tendenze dei mercati per le tecnologie delle energie rinnovabili (RET) non riflette il continuo forte tasso di crescita evidenziato da questi mercati a partire dal 2005, che è particolarmente dinamico per alcune RET, ad es. l'energia eolica e il fotovoltaico.



Figura 1. Tendenze del mercato dell'elettricità da rinnovabili per i quattro principali produttori tra i Paesi OCSE e BRICS, 1990-2005



Fonte: AIE (2007a).

#### Punto chiave

*Nel periodo 1990-2005, la generazione di RES-E è aumentata in tutti e quattro i paesi, tenuto conto della variabilità della RES dominante, l'idroelettrico, dovuta alle condizioni meteorologiche che hanno condotto a oscillazioni temporanee nella produzione da RES-E.*

Conseguentemente all'elevata crescita delle rinnovabili ("nuove"), idroelettrico escluso, i Paesi OCSE dell'Ue hanno fornito il 40,7% della produzione totale da rinnovabili nell'OCSE nel 2005, dal 35% nel 1990 (Tabella 1, pagina 35). L'introduzione in diversi Paesi OCSE-Ue delle politiche a sostegno dell'energia rinnovabile ha stimolato lo sviluppo di "nuove" rinnovabili (Figura 2).

La Germania ha generato la maggior produzione di RES-E non idroelettrica in questo gruppo di paesi nel 2005. La quota delle nuove rinnovabili nel totale della RES-E in Germania è balzata dal 9% nel 1990 a quasi il 70% nel 2005, con una crescita particolarmente accelerata dopo l'introduzione della legge sull'energia rinnovabile del 2000. L'espansione è stata chiaramente visibile nella generazione di energia eolica. Analogamente, in Danimarca, l'energia eolica rappresentava il 65% della RES-E e il 18% della produzione totale di elettricità nel 2005. In Danimarca la RES-E nel complesso ha raggiunto un quota del 28%.

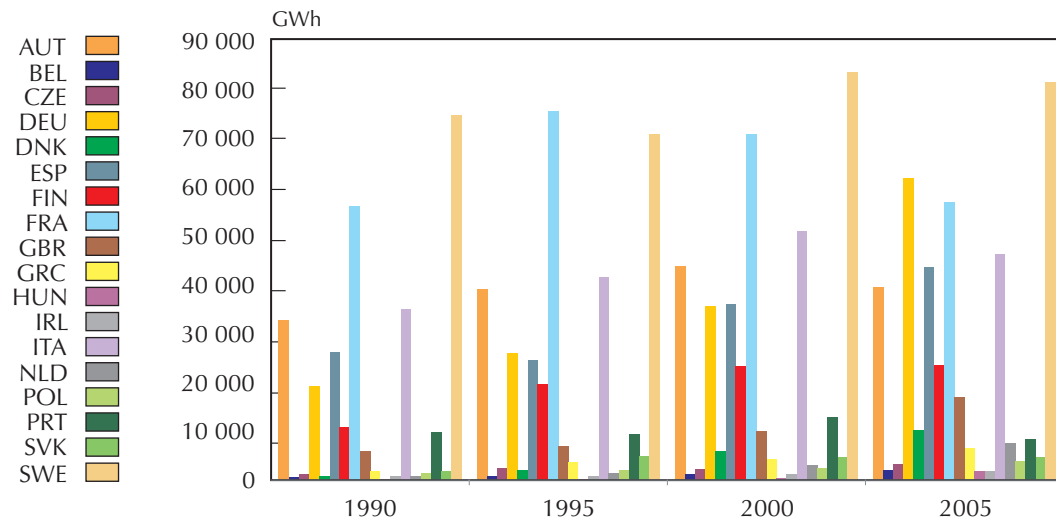
L'elettricità dalla biomassa solida ha apportato un ottimo contributo all'aumento della RES-E, tra il 20% e l'84% dell'elettricità rinnovabile totale, specialmente in quei paesi dell'Ue in cui il potenziale di biomassa è abbondante e a buon mercato, abbinato all'opportunità di combustione combinata con il carbone, come ad esempio Belgio, Repubblica Ceca, Finlandia, Ungheria, Polonia, Svezia e Regno Unito.

L'elettricità da biogas è cresciuta poco nei paesi Ue, sebbene di più rispetto agli altri Paesi OCSE e BRICS. Una crescita sostenuta si è registrata in paesi come Regno Unito e Belgio, in cui l'elettricità da biogas è passata rispettivamente al 28% e all'11% della RES-E nel 2005, grazie all'aumento della capacità di gas da discarica, con il quale si produce metano a costo inferiore rispetto alle altre fonti di biogas.

Rispetto alla produzione totale di RES-E nel 2005, il solare fotovoltaico (FV) ha contribuito significativamente solo in Lussemburgo (8,4% della RES-E), e Germania (2,1%), mentre la maggior parte EU dei Paesi OCSE dell'Ue ha una quota di FV inferiore all'1% della RES-E. Sebbene rappresenti una porzione ancora minima rispetto al totale, la capacità FV installata è in rapida crescita negli anni recenti in molti paesi dell'Unione europea, Germania in testa con un mercato estremamente dinamico.

INel 2005, l'energia idroelettrica ha continuato a produrre oltre il 60% della RES-E in Austria, Repubblica Ceca, Finlandia, Francia, Italia, Slovacchia e Svezia. La maggior parte dei paesi si sta concentrando sull'espansione di produzione idroelettrica su piccola scala<sup>12</sup>. Ad esempio, quest'ultima costituisce fino al 30% della produzione idroelettrica in Italia (EurObserv'ER, 2006).

Figura 2. **Tendenze di produzione dell'elettricità rinnovabile nei Paesi OCSE-Ue, 1990-2005**



Fonte: AIE (2007a).

### Punto chiave

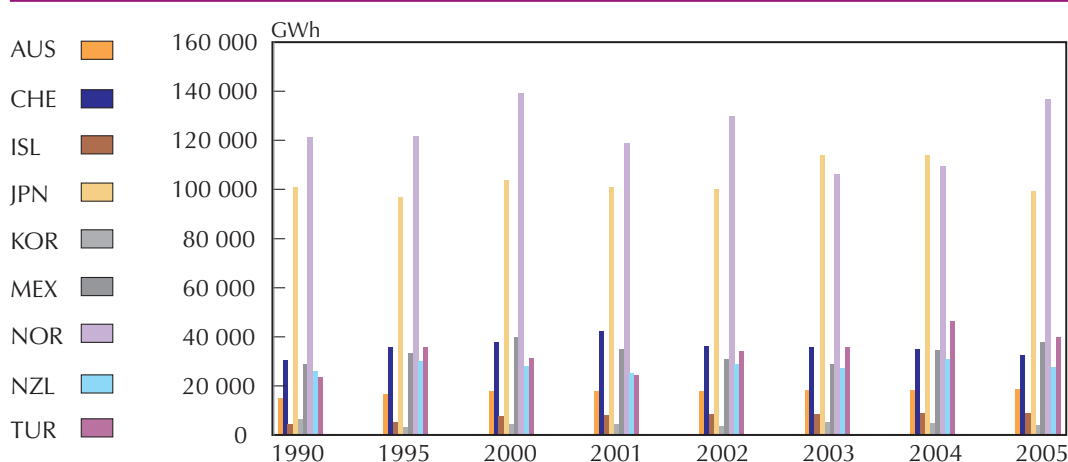
*I Paesi OCSE-Ue forniscono il 41% della RES-E totale all'interno dell'OCSE, data la crescente quota di elettricità da rinnovabili, idroelettrico escluso.*

In generale, la quota di RES-E è rimasta piuttosto stabile in altri Paesi OCSE, con alcune eccezioni notevoli (Figura 3). Un declino accentuato nella quota di elettricità rinnovabile si registra soprattutto nelle economie OCSE emergenti, quali Corea, Messico e Turchia (Tabella 1, pagina 35). Questi paesi hanno registrato una forte crescita del consumo nel decennio scorso e la generazione è talvolta più che raddoppiata dal 1990. A causa degli elevati costi di installazione o all'indisponibilità delle risorse (ad esempio la domanda sempre crescente di generazione di energia idroelettrica, contingente alle condizioni meteorologiche) è soddisfatta generalmente.

Per quanto riguarda i Paesi BRICS, la produzione di RES-E è aumentata significativamente in Cina, India e Brasile, ma è diminuita in termini di quote di produzione totale di elettricità (Figure 4). Ad esempio, la RES-E è triplicata in Cina nel periodo 1990-2005, ma la sua quota di generazione di elettricità totale è diminuita dal 20% del 1990 al 16% del 2005. In Russia, la RES-E si è mantenuta sostanzialmente stabile, a parte le oscillazioni dovute alla dominanza dell'energia idroelettrica, mentre in Sudafrica il livello è ancora estremamente basso rispetto a quello degli altri Paesi BRICS. In India, la quota di rinnovabili, idroelettrico escluso, soprattutto l'energia eolica, è passata dall'1,7% di RES-E totale nel 2000 al 7,5% nel 2005.

12. Generalmente, per impianti idroelettrici piccoli si intendono impianti con capacità inferiore a 10 MW.

Figura 3. Tendenze del mercato dell'elettricità rinnovabile in Paesi OCSE selezionati, 1990-2005

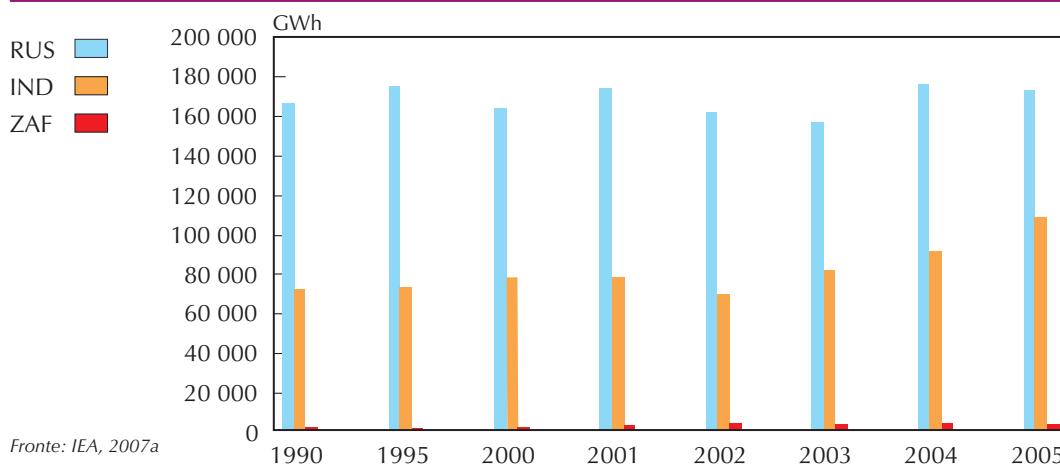


Fonte: AIE, 2007a

#### Punto chiave

La quota di produzione di elettricità rinnovabile in Russia, India e Sudafrica rimane altalenante, mentre sta registrando una crescita graduale in India.

Figura 4. Tendenze del mercato dell'elettricità rinnovabile in alcuni Paesi BRICS, 1990-2005



Fonte: IEA, 2007a

#### Punto chiave

La quota di produzione di elettricità rinnovabile in Russia, India e Sudafrica rimane altalenante, mentre sta registrando una crescita graduale in India.

La tabella 1 fornisce ulteriori dati statistici, riassumendo le tendenze della RES-E a partire dal 1990 in termini assoluti e come quota della produzione di elettricità totale.<sup>13</sup>

13. L'allegato 2 del CD-ROM allegato comprende alcune tabelle sul contributo delle tecnologie di ogni singola fonte rinnovabile (RES-E) che compongono la produzione di RES-E.

Tabella 1. **Tendenze globali della RES-E in termini assoluti e come percentuale della**

Country	1990		1995	
	Renewable electricity generation (GWh)	Share of RE in total electricity generation (%)	Renewable electricity generation (GWh)	Share of RE in total electricity generation (%)
AUT	32 635	66.2%	38 904	70.5%
BEL	555	0.8%	668	0.9%
CZE	1 161	1.9%	2 407	4.0%
DEU	19 093	3.5%	25 932	4.9%
DNK	830	3.2%	1 978	5.4%
ESP	25 976	17.2%	24 408	14.7%
FIN	10 859	20.0%	19 545	30.5%
FRA	55 786	13.4%	75 321	15.3%
GBR	5 811	1.8%	6 871	2.1%
GRC	1 771	5.1%	3 564	8.6%
HUN	195	0.7%	219	0.6%
IRL	697	4.9%	729	4.1%
ITA	34 905	16.4%	41 458	17.5%
LUX	83	13.3%	107	22.0%
NLD	801	1.1%	1 400	1.7%
POL	1 472	1.1%	1 955	1.4%
PRT	9 852	34.7%	9 390	28.3%
SVK	1 880	7.4%	4 880	18.5%
SWE	74 452	51.0%	70 555	47.6%
AUS	14 748	9.6%	16 585	9.6%
CAN	300 625	62.4%	341 537	61.0%
CHE	30 234	55.0%	35 749	57.4%
ISL	4 504	99.9%	4 972	99.8%
JPN	100 806	12.0%	96 665	10.0%
KOR	6 362	6.0%	3 012	1.7%
MEX	28 602	23.0%	33 203	21.1%
NOR	121 358	99.8%	121 642	99.7%
NZL	25 966	80.5%	29 979	84.9%
TUR	23 228	40.4%	35 849	41.6%
USA	369 241	11.5%	384 343	10.8%
BRA	210 461	94.5%	259 418	94.1%
CHN	126 720	20.4%	193 474	19.2%
IND	71 688	24.8%	73 125	17.5%
RUS	165 982	15.3%	175 470	20.4%
ZAF	1 010	0.6%	529	0.3%
<b>WORLD</b>	<b>2 296 730</b>	<b>19.5%</b>	<b>2 639 273</b>	<b>20.0%</b>

Tabella 1. **Tendenze globali della RES-E in termini assoluti e come percentuale della produzione di elettricità totale, 1990-2005**

Country	2000		2001	
	Renewable electricity generation (GWh)	Share of RE in total electricity generation (%)	Renewable electricity generation (GWh)	Share of RE in total electricity generation (%)
AUT	43 590	72.5%	42 075	69.3%
BEL	1 044	1.3%	1 075	1.4%
CZE	2 277	3.1%	2 570	3.5%
DEU	35 475	6.3%	37 895	6.5%
DNK	5 851	16.2%	6 145	16.3%
ESP	35 808	16.1%	49 441	21.2%
FIN	23 273	33.3%	21 608	29.0%
FRA	70 506	13.2%	78 145	14.3%
GBR	9 970	2.7%	9 550	2.5%
GRC	4 144	7.8%	2 932	5.5%
HUN	243	0.7%	257	0.7%
IRL	1 185	5.0%	1 027	4.2%
ITA	50 681	18.8%	54 101	19.9%
LUX	170	39.3%	187	37.6%
NLD	2 994	3.3%	3 313	3.5%
POL	2 332	1.6%	2 783	1.9%
PRT	12 868	29.7%	15 741	34.1%
SVK	4 615	15.0%	5 081	15.9%
SWE	83 139	57.2%	83 319	51.6%
AUS	17 900	8.6%	17 622	8.1%
CAN	366 904	60.6%	342 176	58.0%
CHE	37 690	57.0%	42 203	59.4%
ISL	7 679	99.9%	8 029	100.0%
JPN	103 733	9.9%	100 736	9.8%
KOR	4 124	1.6%	4 258	1.5%
MEX	39 518	19.4%	34 619	16.6%
NOR	139 202	99.7%	118 581	99.5%
NZL	28 016	71.4%	24 825	63.0%
TUR	31 154	24.9%	24 346	19.8%
USA	330 184	8.2%	260 209	6.8%
BRA	312 395	89.5%	276 035	84.2%
CHN	224 835	16.6%	279 870	19.0%
IND	77 495	13.8%	77 762	13.4%
RUS	164 159	18.7%	174 016	19.6%
ZAF	1 408	0.7%	2 292	1.1%
<b>WORLD</b>	<b>2 841 144</b>	<b>18.5%</b>	<b>2 784 407</b>	<b>18.0%</b>

Tabella 1. (continua) Tendenze globali della RES-E in termini assoluti e come percentuale della produzione di elettricità totale, 1990-2005

Country	2002		2003	
	Renewable electricity generation (GWh)	Share of RE in total electricity generation (%)	Renewable electricity generation (GWh)	Share of RE in total electricity generation (%)
AUT	41 794	69.2%	35 027	60.7%
BEL	1 138	1.4%	1 192	1.4%
CZE	2 990	3.9%	1 876	2.3%
DEU	44 477	7.8%	46 438	7.8%
DNK	7 103	18.1%	8 414	18.2%
ESP	34 878	14.4%	56 354	21.9%
FIN	20 597	27.5%	19 270	22.9%
FRA	64 564	11.7%	63 423	11.3%
GBR	11 129	2.9%	10 627	2.7%
GRC	3 577	6.6%	5 892	10.2%
HUN	237	0.7%	336	1.0%
IRL	1 382	5.6%	1 138	4.6%
ITA	47 540	17.1%	42 894	15.1%
LUX	167	6.0%	139	5.0%
NLD	3 978	4.1%	3 969	4.1%
POL	2 767	1.9%	2 250	1.5%
PRT	9 733	21.3%	17 703	38.1%
SVK	5 420	16.8%	3 581	11.6%
SWE	71 143	48.5%	58 729	43.4%
AUS	17 804	7.9%	18 213	8.0%
CAN	359 923	59.9%	347 243	58.9%
CHE	36 151	55.2%	35 788	54.7%
ISL	8 410	99.9%	8 494	99.9%
JPN	99 995	9.5%	113 718	10.9%
KOR	3 434	1.0%	5 123	1.5%
MEX	30 867	14.4%	28 663	13.2%
NOR	129 740	99.6%	106 160	99.4%
NZL	28 810	70.1%	27 144	65.8%
TUR	33 966	26.2%	35 559	25.3%
USA	347 879	8.6%	360 135	8.9%
BRA	296 041	85.6%	317 886	87.1%
CHN	290 428	17.7%	286 152	15.0%
IND	68 637	11.5%	80 797	12.7%
RUS	162 396	18.3%	156 137	17.1%
ZAF	3 206	1.5%	2 578	1.1%
<b>WORLD</b>	<b>2 884 577</b>	<b>17.9%</b>	<b>2 921 235</b>	<b>17.5%</b>

Tabella 1. (continua) Tendenze globali della RES-E in termini assoluti e come percentuale della produzione di elettricità totale, 1990-2005

Country	2004		2005		1990-2005 growth
	Renewable electricity generation (GWh)	Share of RE in total electricity generation (%)	Renewable electricity generation (GWh)	Share of RE in total electricity generation (%)	
AUT	39 237	63.7%	39 357	62.5%	20.6%
BEL	1 497	1.8%	2 106	2.5%	279.5%
CZE	2 741	3.3%	3 133	3.8%	169.9%
DEU	56 500	9.3%	61 625	10.1%	222.8%
DNK	9 848	24.4%	10 216	28.2%	1 130.8%
ESP	50 684	18.3%	43 490	15.0%	67.4%
FIN	25 601	29.8%	23 448	33.2%	115.9%
FRA	64 344	11.3%	56 658	9.9%	1.6%
GBR	14 172	3.6%	16 919	4.3%	191.2%
GRC	5 918	10.1%	6 406	10.8%	261.7%
HUN	936	2.8%	1 870	5.2%	859.0%
IRL	1 394	5.5%	1 873	7.3%	168.7%
ITA	51 141	17.5%	45 979	15.6%	31.7%
LUX	195	5.8%	214	6.4%	157.8%
NLD	5 320	5.3%	7 465	7.4%	832.0%
POL	3 075	2.0%	3 846	2.5%	161.3%
PRT	12 314	27.5%	8 260	17.9%	-16.2%
SVK	4 126	13.5%	4 676	14.9%	148.7%
SWE	68 174	44.9%	81 230	51.3%	9.1%
AUS	18 214	7.6%	18 608	7.4%	26.2%
CAN	350 510	58.4%	374 080	59.6%	24.4%
CHE	34 754	54.4%	32 276	55.9%	6.8%
ISL	8 619	100.0%	8 681	99.9%	92.7%
JPN	113 919	10.6%	99 146	9.1%	-1.6%
KOR	4 631	1.3%	4 052	1.0%	-36.3%
MEX	34 348	15.3%	37 675	16.0%	31.7%
NOR	109 474	99.4%	136 638	99.5%	12.6%
NZL	30 866	72.1%	27 619	64.3%	6.4%
TUR	46 311	30.7%	39 748	24.5%	71.1%
USA	356 804	8.6%	364 678	8.5%	-1.2%
BRA	333 319	86.0%	351 911	87.3%	67.2%
CHN	356 031	16.2%	399 521	16.0%	215.3%
IND	91 102	13.6%	108 076	15.5%	50.8%
RUS	176 275	19.0%	173 135	18.2%	4.3%
ZAF	3 343	1.4%	3 026	1.2%	199.6%
<b>WORLD</b>	<b>3 121 357</b>	<b>17.9%</b>	<b>3 271 626</b>	<b>17.9%</b>	<b>42.4%</b>

Fonte: AIE (2007a).

## Tendenze nei mercati del riscaldamento rinnovabile (RES-H)

### *Tendenze di mercato per il riscaldamento rinnovabile commerciale*

Questa sezione delinea la crescita dei mercati del riscaldamento rinnovabile nei Paesi OCSE e BRICS dal 1990 al 2005. La mancanza di dati è evidente, poiché il riscaldamento tende ad essere fortemente distribuito e scarsamente registrato, soprattutto se è utilizzato in sito dal produttore. I dati sul riscaldamento rinnovabile commerciale provengono soprattutto da impianti CHP (di cogenerazione) a biomassa e da impianti di teleriscaldamento. Le tendenze di mercato per gli impianti di solare termico e geotermico sono indicate in modo distinto in quanto ad eccezione dell'Islanda, apportano un contributo relativamente ridotto di circa 400 petajoule (PJ) annui complessivamente, in confronto al riscaldamento da bioenergia (biomassa tradizionale esclusa) che ha una quota circa 10 volte superiore (AIE e RETD, 2007). La maggior parte di questo riscaldamento da combustione della biomassa è utilizzata direttamente in sito, piuttosto che essere venduta, per cui non compare nelle statistiche sul riscaldamento commerciale.

Quando il riscaldamento è venduto al di fuori del sito di produzione, gli impianti interessati sono normalmente impianti relativamente grandi di cogenerazione (CHP) o impianti di teleriscaldamento, pertanto è facile riportare i dati relativi alle vendite. Nei milioni di impianti per la produzione di calore dalla combustione della biomassa in cui il calore è utilizzato direttamente in sito, i dati relativi al calore spesso non sono registrati e quindi non compaiono nelle statistiche energetiche nazionali. Questi impianti vanno dai bruciatori domestici efficienti alimentati a pellet da 30 kW alle caldaie da 20 MW che utilizzano residui della lavorazione del legno proveniente dalle segherie per scaldare i forni di essiccazione del legno. Anche nei paesi in cui esiste un database delle capacità installate degli impianti di riscaldamento, se detti impianti non sono provvisti di un misuratore, il numero di ore per le quali l'impianto funziona ogni anno non può essere valutato senza che sia condotta un'indagine presso gli operatori dell'impianto.

Analogamente, le caldaie solari per la produzione di acqua calda, ampiamente diffuse e le pompe di calore geotermiche di piccola scala rendono difficile il calcolo dei dati relativi al riscaldamento a livello nazionale. Le tendenze di mercato per il riscaldamento nei settori residenziale, commerciale e industriale da biomassa, solare termico o geotermico diretto sono quindi difficili da presentare con un certo livello di precisione. In questa sezione i dati disponibili di AIE tra il 1990 e il 2005 sono stati utilizzati per identificare alcune tendenze di mercato, ma ci sono lacune evidenti per alcuni paesi. Il riscaldamento da elettricità è stato escluso, così come il calore da biomassa tradizionale utilizzato per cucinare e per riscaldamento da uno o due miliardi di persone che vivono soprattutto in aree rurali e in paesi in via di sviluppo.

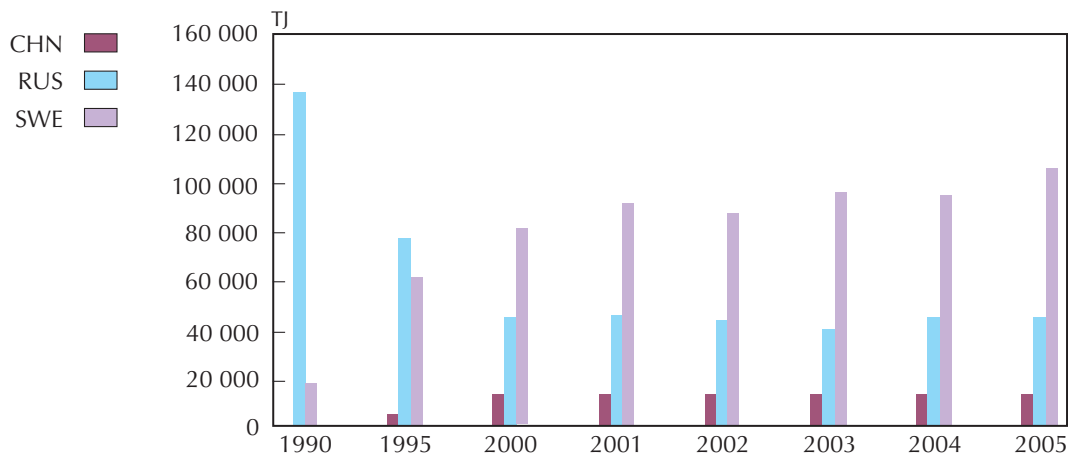
Anche se c'è un interesse sempre crescente nelle applicazioni per il raffrescamento, per quanto riguarda le fonti rinnovabili, compreso il teleriscaldamento che utilizza le fonti di acqua naturalmente fredda e le macchine per il raffreddamento ad assorbimento solare, attualmente questo mercato è molto ridotto, e quindi non è stato da noi preso in considerazione. Gli edifici a riscaldamento e raffrescamento solare passivi non sono inclusi qui, e nemmeno le pompe di calore per uso domestico.

Tra il 1990 e il 2005, la domanda di riscaldamento commerciale da fonti rinnovabili in tutto il mondo è quasi raddoppiata (Tabella 2, pagina 43), soprattutto proveniente dalla combustione della biomassa. Anche l'utilizzo diretto del calore geotermico e del riscaldamento solare termico, soprattutto per l'acqua, è quasi raddoppiato in questo periodo.

Nello specifico, le vendite di riscaldamento commerciale da rinnovabili nei Paesi OCSE e BRICS, soprattutto dalla combustione di biomassa prodotta da scarti di lavorazione del legno, sono state maggiori in Svezia, Russia e Cina durante gli ultimi due decenni (Figura 5). La domanda russa è crollata notevolmente dopo il 1990 ed è rimasta al di sotto del livello raggiunto dalla Svezia a causa, probabilmente, della crisi economica scatenata dal crollo del comunismo e dell'aumento di disponibilità nazionale di gas naturale. Il mercato cinese è sorprendentemente ridotto; questa situazione riflette con ogni probabilità l'ampio utilizzo di calore non commerciale distribuito e l'incertezza dei dati.



**Figura 5. Tendenze di mercato per il calore commerciale da fonti rinnovabili per i tre maggiori produttori tra i Paesi OCSE e BRICS, 1990-2005**



Fonte: IEA (2007a).

#### Punto chiave

*La produzione di riscaldamento rinnovabile commerciale è calata notevolmente in Russia ed è aumentata in Svezia.*

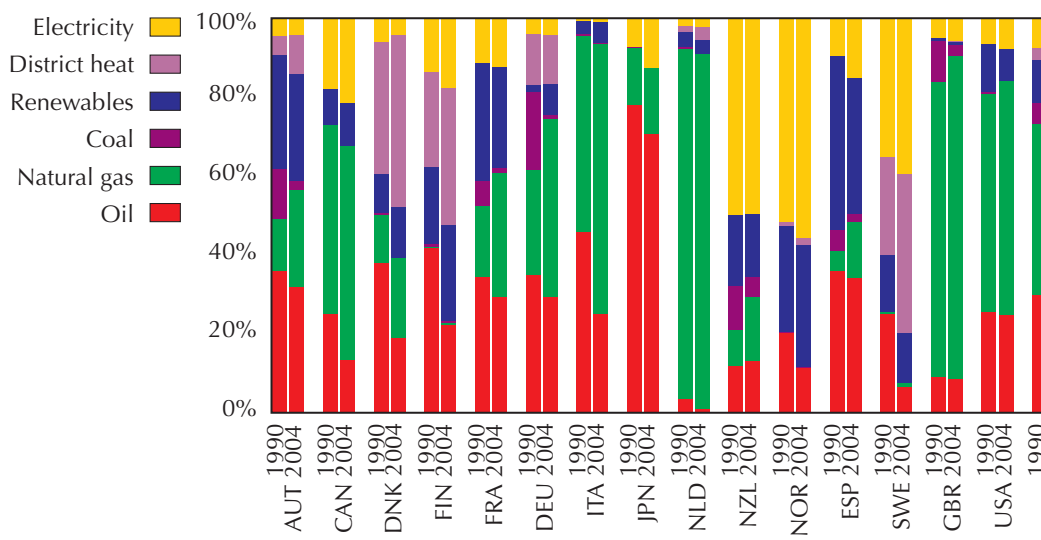
In Svezia, l'attuale fornitura energetica primaria da biomassa solida, pari a circa 400 PJ/yr, costituisce attualmente la quota principale del consumo energetico nel settore dell'industria forestale e quasi la metà del combustibile primario negli impianti di cogenerazione e teleriscaldamento, che forniscono oltre 100 PJ/yr di riscaldamento commerciale. Il 58% del fabbisogno totale di calore in Svezia da fonti rinnovabili, soprattutto per il teleriscaldamento, è aumentato significativamente rispetto agli anni '90, quando il petrolio era il principale combustibile da riscaldamento (Figure 6). La tendenza media nei 15 Paesi AIE (AIE-15)<sup>14</sup> nel settore residenziale in questo periodo indica una leggera riduzione nell'utilizzo di rinnovabili per il riscaldamento degli ambienti dall'11% nel 1990 al 10% nel 2004, con un significativo passaggio dal petrolio e carbone al gas naturale e un piccolo aumento della domanda di elettricità (AIE, 2007b). Austria, Danimarca e Finlandia hanno evidenziato tutte un maggior ricorso al teleriscaldamento, soprattutto da bioenergia, mentre Francia, Spagna, Nuova Zelanda e Stati Uniti hanno, nel medesimo periodo, visto calare il ricorso alle rinnovabili.

Come altrove, una precisa valutazione dell'impiego di biomassa non è possibile con i dati finora raccolti, e i metodi utilizzati dalla Svezia per migliorare la raccolta dei dati, compresa l'esecuzione di sondaggi presso gli utenti, sono ancora in fase di studio. Una volta portato a termine, il metodo determinato potrà rivelarsi interessante per altri paesi.

Molti Stati membri dell'OCSE-Ue, oltre alla Svezia, hanno registrato positivi aumenti di mercato nel settore del riscaldamento da energia rinnovabile, soprattutto i paesi con temperature invernali rigide, compresa l'Austria (in cui le rinnovabili producono circa il 25% del fabbisogno totale di calore nel 2005), la Danimarca (31%) e la Finlandia (21%) (Figura 7). Anche la Germania è protagonista di un trend positivo dal 2003, a seguito di politiche incoraggianti, ma la quota del fabbisogno totale di calore da rinnovabili è rimasta inferiore al 3%.

14. La AIE-15 (Austria, Canada, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Italia, Giappone, Paesi Bassi, Nuova Zelanda, Norvegia, Spagna, Svezia, Regno Unito e Stati Uniti) è stata selezionata per l'analisi, data l'abbondanza di dati statistici.

Figura 6. Quote dei combustibili usati per il riscaldamento di spazi residenziali in un campione di Paesi AIE, 1990 e 2004

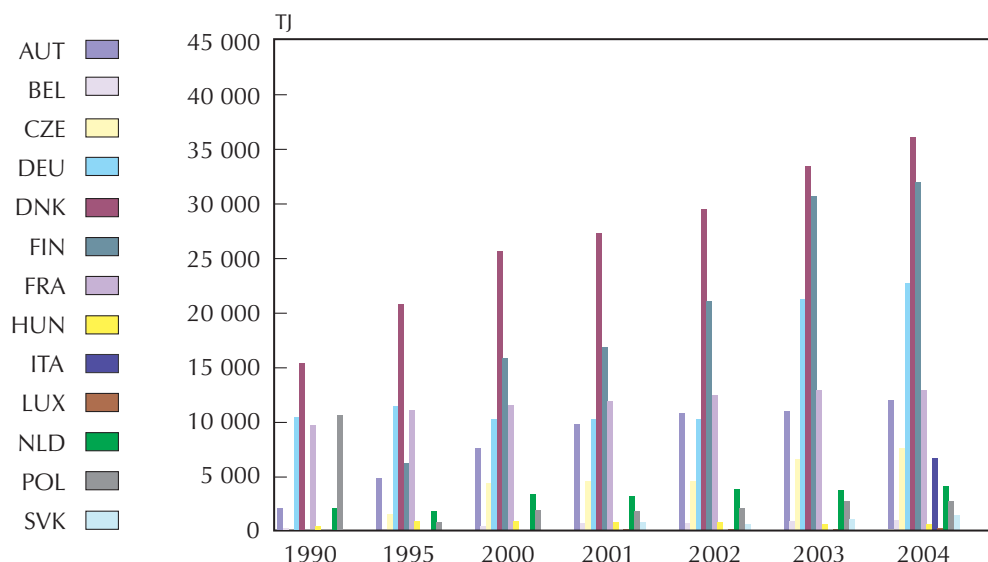


Fonte: AIE (2007b).

**Punto chiave**

Nei Paesi AIE-15 nell'insieme, la quota di rinnovabili per il riscaldamento degli ambienti è calata leggermente dal 1990 al 2004.

Figura 7. Tendenze nella produzione di calore da fonti rinnovabili in un campione di Paesi OCSE-Ue (Svezia esclusa), 1990-2005



Fonte: AIE (2007b).

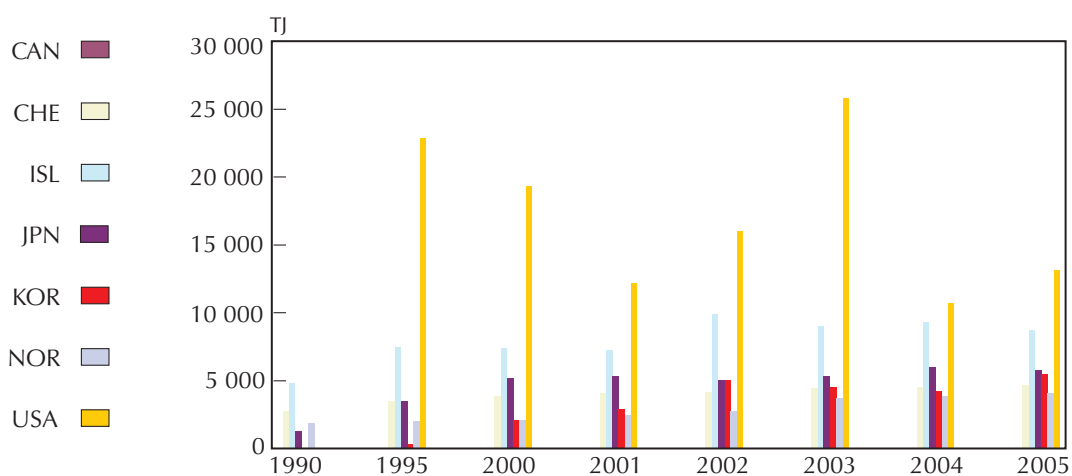
**Punto chiave**

Alcuni Paesi OCSE-Ue, tra cui Austria, Danimarca e Finlandia, testimoniano una forte crescita della produzione di RES-H commerciale. Questi paesi hanno anche evidenziato contributi di rinnovabili significativi rispetto al fabbisogno di riscaldamento totale (oltre il 20%).

La Polonia, come la Russia, ha registrato un improvviso declino della domanda di calore da rinnovabili negli anni '90, ma il mercato si è ripreso con decisione negli ultimi anni, così come i mercati di Slovacchia, Ungheria e Repubblica Ceca. Con l'introduzione di ulteriori politiche di sostegno, si può immaginare che queste economie più fredde in fase di transizione potrebbero espandere il loro fabbisogno di riscaldamento rinnovabile, come è successo in passato per i paesi scandinavi. Ciò in parte dipenderà dalle opportunità di investimento per sviluppare programmi di cogenerazione e teleriscaldamento.

In alcuni Paesi OCSE non-Ue, negli ultimi anni sono nati mercati di riscaldamento commerciale stabili, quali il Giappone (22% del mercato del riscaldamento commerciale totale da rinnovabili nel 2005), Islanda (96%, soprattutto da geotermico), Corea (2,8%), Norvegia (31%), Svizzera (27%) e USA (5%) (Figura 8).

**Figura 8. Tendenze del mercato del riscaldamento commerciale da rinnovabili in Paesi OCSE non-Ue selezionati, 1990-2005**



Fonte: AIE (2007a)

Nota: la produzione di 6 Tj/ anno del Canada è troppo esigua per apparire in questo grafico.

### Punto chiave

La quota dei mercati del riscaldamento commerciale rinnovabile è rimasta relativamente stabile nella maggior parte dei Paesi OCSE non-Ue.

I Paesi OCSE non-Ue a clima più caldo, come Australia, Messico, Nuova Zelanda e Turchia, così come Brasile, India e Sudafrica, non hanno pressoché alcuna richiesta di riscaldamento commerciale per gli edifici. Il riscaldamento necessario per i processi industriali, se derivante da fonti di energia rinnovabile, è normalmente prodotto e utilizzato direttamente in sito. Ad esempio, una cartiera in Nuova Zelanda utilizza localmente sia calore geotermico che i propri residui di biomassa in un impianto CHP. Quindi non esiste un mercato del riscaldamento commerciale in questi paesi, sebbene l'utilizzo di calore rinnovabile sia considerevole.

La Tabella 2 fornisce ulteriori dati statistici, che riepilogano le tendenze del RES-H a partire dal 1990 in termini assoluti e la quota di RES-H rispetto alla produzione totale di riscaldamento.<sup>15</sup>

15. L'Allegato 2 sul CD-ROM incluso con la presente pubblicazione comprende tavole sul contributo delle singole tecnologie per la produzione di fonti energetiche rinnovabili per il riscaldamento (RES-H) per aggregare la produzione di RES-H.

Tabella 2. Tendenze globali per le fonti energetiche rinnovabili commerciali per il riscaldamento (RES-H) in termini assoluti e percentuale della produzione di RES-H commerciali all'interno della produzione totale di sistemi di riscaldamento, 1990-2005

Country	1990		1995	
	Commercial renewable heat production (TJ)	Share of RE commercial heat production in total heat production (%)	Commercial renewable heat production (TJ)	Share of RE commercial heat production in total heat production (%)
AUT	2 056	7.2%	4 940	12.6%
BEL	120	1.2%	70	0.7%
CZE	0	0.0%	1 487	0.8%
DEU	10 874	2.4%	11 848	2.8%
DNK	16 095	17.4%	21 739	18.3%
ESP	42	15.8%	80	15.2%
FIN	0	0.0%	6 403	6.6%
FRA	9 999	50.0%	11 524	50.0%
GBR	0	x	0	x
GRC	0	x	0	x
HUN	399	0.5%	832	1.4%
IRL	0	x	0	x
ITA	0	x	0	x
LUX	0	x	0	0.0%
NLD	2 059	13.7%	1 762	2.5%
POL	11 014	1.5%	759	0.2%
PRT	0	0.0%	0	0.0%
SVK	0	0.0%	0	0.0%
SWE	16 965	21.7%	59 845	36.7%
AUS	0	0.0%	0	x
CAN	6	0.0%	6	0.0%
CHE	2 756	24.0%	3 483	26.5%
ISL	4 819	91.2%	7 439	92.6%
JPN	1 272	15.0%	3 530	21.5%
KOR	0	x	311	0.9%
MEX	0	x	0	x
NOR	1 871	28.9%	2 025	26.1%
NZL	0	x	0	x
TUR	0	x	0	x
USA	0	0.0%	22 911	5.6%
BRA	0	x	0	x
CHN	0	0.0%	4 126	0.4%
IND	0	x	0	x
RUS	135 720	1.4%	76 257	0.9%
ZAF	0	x	0	x
<b>WORLD</b>	<b>217 214</b>	<b>1.4%</b>	<b>250 195</b>	<b>1.9%</b>

Tabella 2. (continua) **Tendenze globali per le fonti energetiche rinnovabili commerciali per il riscaldamento (RES-H) in termini assoluti e percentuale della produzione di RES-H commerciali all'interno della produzione totale di sistemi di riscaldamento, 1990-2005**

Country	2000		2001	
	Commercial renewable heat production (TJ)	Share of RE commercial heat production in total heat production (%)	Commercial Renewable heat production (TJ)	Share of RE commercial heat production in total heat production (%)
AUT	7 850	16.5%	10 111	19.2%
BEL	388	1.7%	649	2.8%
CZE	4 435	3.2%	4 622	3.1%
DEU	10 652	3.4%	10 652	3.3%
DNK	26 804	22.5%	28 551	22.2%
ESP	0	x	0	x
FIN	16 479	13.2%	17 616	12.9%
FRA	11 996	8.9%	12 338	7.5%
GBR	0	0.0%	0	0.0%
GRC	0	0.0%	0	0.0%
HUN	773	1.1%	756	1.1%
IRL	0	x	0	x
ITA	0	x	0	x
LUX	6	0.5%	42	2.9%
NLD	3 423	3.0%	3 231	2.8%
POL	1 839	0.5%	1 815	0.5%
PRT	0	0.0%	0	0.0%
SVK	0	0.0%	727	1.2%
SWE	80 035	50.7%	90 748	52.1%
AUS	0	x	0	x
CAN	6	0.0%	6	0.0%
CHE	3 874	26.7%	4 088	26.4%
ISL	7 392	92.3%	7 254	92.3%
JPN	5 194	22.2%	5 369	23.0%
KOR	2 102	3.6%	2 937	3.0%
MEX	0	x	0	x
NOR	2 111	25.7%	2 480	24.0%
NZL	0	x	0	x
TUR	0	0.0%	0	0.0%
USA	19 306	6.0%	12 171	4.0%
BRA	0	0.0%	0	0.0%
CHN	12 224	0.8%	12 310	0.8%
IND	0	x	0	x
RUS	43 916	0.7%	44 485	0.7%
ZAF	0	x	0	x
<b>WORLD</b>	<b>275 040</b>	<b>2.3%</b>	<b>289 895</b>	<b>2.4%</b>

Tabella 2. (continua) Tendenze globali per le fonti energetiche rinnovabili commerciali per il riscaldamento (RES-H) in termini assoluti e percentuale della produzione di RES-H commerciali all'interno della produzione totale di sistemi di riscaldamento, 1990-2005

Country	2002		2003	
	Commercial renewable heat production (TJ)	Share of RE commercial heat production in total heat production (%)	Commercial renewable heat production (TJ)	Share of RE commercial heat production in total heat production (%)
AUT	11 206	22.5%	11 412	22.3%
BEL	642	2.8%	814	3.5%
CZE	4 610	3.2%	6 823	4.6%
DEU	10 652	3.4%	22 191	3.1%
DNK	30 865	24.2%	35 022	26.9%
ESP	0	x	0	x
FIN	21 993	15.2%	32 125	18.9%
FRA	12 986	7.6%	13 391	7.9%
GBR	0	0.0%	0	0.0%
GRC	0	0.0%	0	0.0%
HUN	707	1.1%	587	0.9%
IRL	0	x	0	x
ITA	0	x	0	x
LUX	48	3.1%	87	4.5%
NLD	3 906	3.4%	3 770	3.3%
POL	2 117	0.6%	2 766	0.8%
PRT	0	0.0%	0	0.0%
SVK	582	1.1%	961	1.7%
SWE	86 108	49.6%	94 753	53.5%
AUS	0	x	0	x
CAN	6	0.0%	6	0.0%
CHE	4 167	27.6%	4 420	27.6%
ISL	9 902	93.8%	9 043	93.2%
JPN	5 064	21.2%	5 360	22.7%
KOR	5 012	3.5%	4 550	3.2%
MEX	0	x	0	x
NOR	2 754	26.3%	3 702	31.6%
NZL	0	x	0	x
TUR	0	0.0%	0	0.0%
USA	16 033	4.3%	25 790	7.0%
BRA	0	0.0%	0	0.0%
CHN	12 393	0.8%	12 476	0.7%
IND	0	x	0	x
RUS	42 969	0.7%	39 224	0.6%
ZAF	0	x	0	x
<b>WORLD</b>	<b>303 955</b>	<b>2.5%</b>	<b>349 717</b>	<b>2.8%</b>

Tabella 2. (continua) Tendenze globali per le fonti energetiche rinnovabili commerciali per il riscaldamento (RES-H) in termini assoluti e percentuale della produzione di RES-H commerciali all'interno della produzione totale di sistemi di riscaldamento, 1990-2005

Country	2004		2005		
	Commercial renewable heat production (TJ)	Share of RE commercial heat production in total heat production (%)	Commercial renewable heat production (TJ)	Share of RE commercial heat production in total heat production (%)	
AUT	12 394	22.1%	14 009	24.4%	581.4%
BEL	930	4.0%	1 437	6.4%	1 097.5%
CZE	7 839	5.4%	3 851	2.8%	n/a
DEU	23 759	3.3%	35 835	2.8%	229.5%
DNK	37 844	29.1%	39 885	31.3%	147.8%
ESP	0	x	0	x	-100.0%
FIN	33 487	19.7%	34 779	21.3%	n/a
FRA	13 465	7.8%	13 187	7.0%	31.9%
GBR	0	0.0%	0	0.0%	n/a
GRC	0	0.0%	0	0.0%	n/a
HUN	576	0.9%	1 078	1.7%	170.2%
IRL	0	x	0	x	n/a
ITA	6 888	3.6%	7 974	4.1%	n/a
LUX	104	4.8%	156	6.1%	n/a
NLD	4 218	3.3%	4 818	2.8%	134.0%
POL	2 792	0.8%	3 704	1.1%	-66.4%
PRT	0	0.0%	0	0.0%	n/a
SVK	1 401	2.6%	2 056	3.9%	n/a
SWE	93 676	52.5%	104 869	57.9%	518.1%
AUS	0	x	0	x	n/a
CAN	6	0.0%	6	0.0%	0.0%
CHE	4 552	27.2%	4 716	27.3%	71.1%
ISL	9 319	93.5%	8 698	93.6%	80.5%
JPN	6 014	23.5%	5 788	22.3%	355.0%
KOR	4 198	2.3%	5 514	2.8%	n/a
MEX	0	x	0	x	n/a
NOR	3 869	31.5%	4 052	31.5%	116.6%
NZL	0	0.0%	0	0.0%	n/a
TUR	0	0.0%	0	0.0%	n/a
USA	10 753	4.6%	13 130	5.3%	n/a
BRA	0	0.0%	0	0.0%	n/a
CHN	12 560	0.7%	12 645	0.6%	n/a
IND	0	x	0	x	n/a
RUS	44 123	0.7%	43 767	0.7%	-67.8%
ZAF	0	x	0	x	n/a
<b>WORLD</b>	<b>358 863</b>	<b>2.8%</b>	<b>392 124</b>	<b>2.9%</b>	<b>80.5%</b>

NB: "n/a" significa "non applicabile".  
Fonte: AIE (2007a)

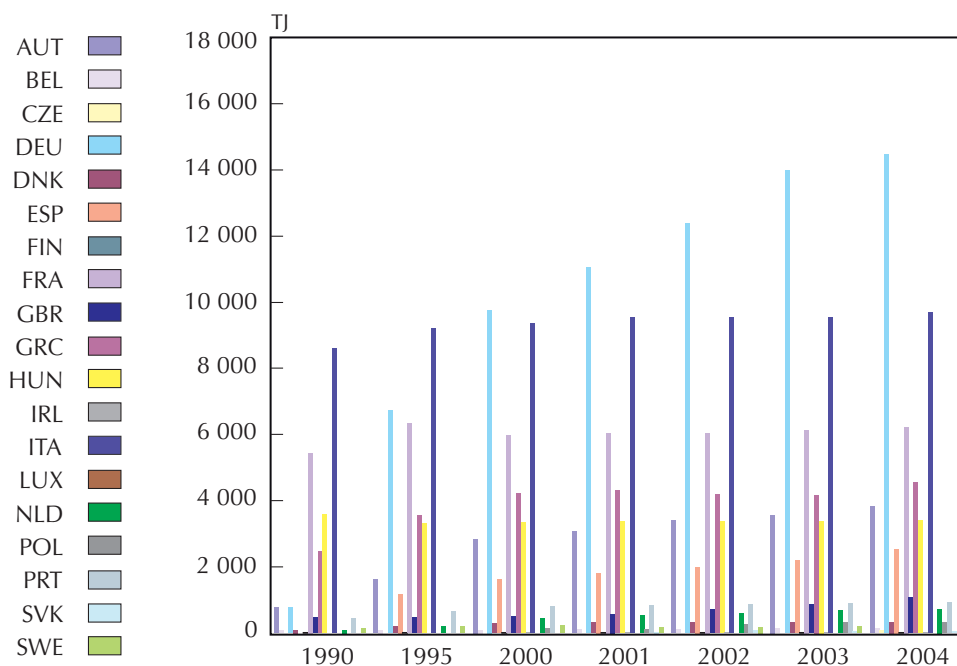
### Tendenze di mercato per il riscaldamento diretto solare e geotermico.

L'utilizzo diretto di calore geotermico e solare, soprattutto per la produzione di acqua calda, si basa di solito su tecnologie su piccola scala da utilizzarsi in ambito privato e individuale o in piccole imprese. È difficile valutare perciò tali dati, soprattutto se essi vengono raggruppati con i dati sui sistemi di riscaldamento commerciali, qui vengono quindi separati per permettere la valutazione di tali tendenze di sotto-settore.

Nel complesso, la tendenza nei paesi dell'OCSE e dell'Unione Europea ha registrato un aumento di impianti solari e geotermici dal 1990 (Figura 9). L'eccezionale aumento in Germania, come pure in Austria, è dovuto ancora alle forti politiche di sostegno allo sviluppo di impianti solari per il riscaldamento dell'acqua, anche se in questi paesi i livelli di irraggiamento solare sono inferiori rispetto a quelli di altre nazioni europee come la Grecia. Qui, si è registrata una evidente crescita nello sviluppo di impianti solari per il riscaldamento dell'acqua negli anni 90, ma, da allora, questi dati sono diventati stabili. La più recente e importante crescita in Spagna è stata dovuta agli insistenti decreti inizialmente introdotti a Barcellona nel 2000 e in seguito applicati a livello nazionale (AIE e RETD, 2007).

Italia e Ungheria hanno mostrato una tendenza piuttosto stabile per quanto riguarda l'utilizzo diretto del calore geotermico dagli anni 90. Nonostante tale utilizzo sia raddoppiato in Svezia dagli anni '90, l'impiego totale di energia geotermica è ancora piuttosto ridotto. Comunque, la solida politica di sostegno per lo sviluppo di pompe di calore geotermiche ha portato a un maggiore sviluppo di questa tecnologia rispetto a qualsiasi altra nazione, fornendo 15 PJ/all'anno di energia (AIE e RETD, 2007). I dati sulle pompe di calore non sono compresi in questa sezione.

Figura 9. Tendenze nell'uso diretto di calore geotermico e da solare termico nei Paesi OCSE-Ue, 1990-2005



Fonte: IEA (2007a).

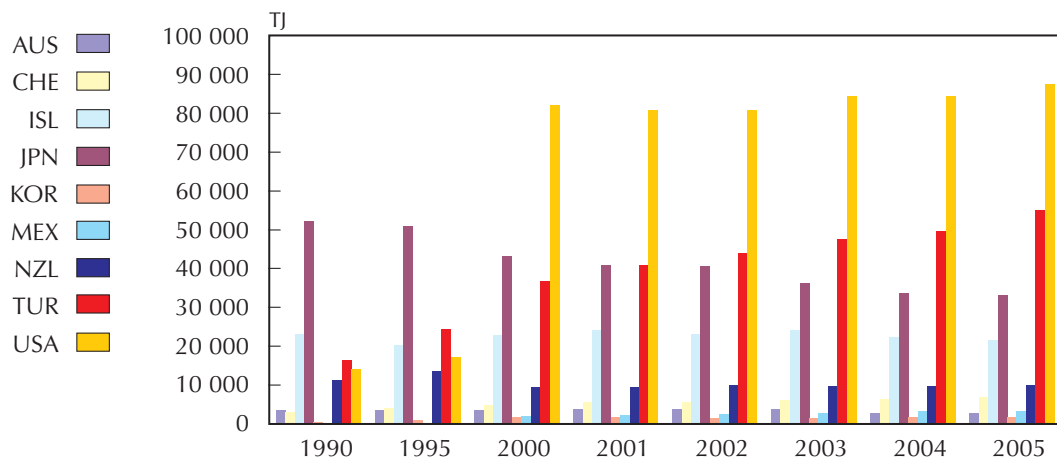
#### Punto chiave

Alcuni paesi dell'OCSE e dell'Unione europea – compresi Germania, Austria, Spagna – hanno registrato un aumento dell'impiego di impianti solari e geotermici dal 1990.



Si rileva un modello simile anche in paesi al di fuori dell'OCSE e dell'Unione europea (Figura 10). Le politiche a sostegno degli impianti di riscaldamento solare dell'acqua hanno avuto successo negli Stati Uniti e in Turchia negli anni 90, ma più recentemente questi mercati si sono stabilizzati. Sia l'Islanda che la Nuova Zelanda hanno registrato la presenza di mercati stabili per l'utilizzo diretto di calore geotermico dal 1990.

**Figura 10. Le tendenze nell'utilizzo diretto del calore geotermico e solare in paesi al di fuori dell'OCSE e dell'Unione europea**



Fonte: AIE (2007a).

**Punto chiave**

Un modello misto nell'utilizzo diretto delle fonti di calore rinnovabili è evidente in altri paesi dell'OCSE.

Non esistono dati disponibili per i Paesi BRICS in questa categoria.

La Tavola 3 fornisce ulteriori dettagli statistici che evidenziano le tendenze nell'utilizzo diretto di fonti rinnovabili di calore dal 1990.

Tabella 3. Le tendenze globali nell'utilizzo diretto di tecnologie delle energie rinnovabili (RET) per le fonti di calore (in termini assoluti), 1990-2005

Country	Direct final use of geothermal and solar thermal energy				
	1990	1995	2000	2001	2002
AUT	772	1 635	2 851	3 074	3 405
BEL	78	92	96	116	115
CZE	0	0	0	0	0
DEU	758	6 713	9 760	11 061	12 375
DNK	93	205	307	313	320
ESP	0	1 174	1 624	1 814	1 994
FIN	16	17	16	17	17
FRA	5 437	6 342	5 967	6 040	6 045
GBR	461	461	502	587	706
GRC	2 471	3 556	4 204	4 301	4 195
HUN	3 599	3 305	3 357	3 364	3 365
IRL	4	6	12	12	13
ITA	8 598	9 214	9 364	9 539	9 539
LUX	0	0	2	2	3
NLD	89	198	456	527	604
POL	0	0	124	120	263
PRT	458	659	812	838	864
SVK	0	0	0	42	69
SWE	133	200	223	160	179
AUS	3 404	3 330	3 417	3 616	3 670
CAN	0	0	0	0	0
CHE	2 868	3 896	4 787	5 536	5 488
ISL	22 999	20 124	22 937	24 030	23 101
JPN	52 190	50 809	43 066	40 698	40 513
KOR	417	925	1 745	1 556	1 461
MEX	0	0	1 801	2 156	2 400
NOR	0	0	0	0	0
NZL	11 378	13 527	9 449	9 537	9 874
TUR	16 426	24 269	36 847	40 773	43 860
USA	14 066	16 997	82 021	80 808	80 725
BRA	0	0	0	0	0
CHN	0	0	0	0	0
IND	0	0	0	0	0
RUS	0	0	0	0	0
ZAF	0	0	0	0	0
<b>WORLD</b>	<b>164 158</b>	<b>191 481</b>	<b>278 562</b>	<b>285 083</b>	<b>291 087</b>

Tabella 3 (continua) Tendenze globali nell'utilizzo diretto di tecnologie delle energie rinnovabili (RET) per le fonti di calore (in termini assoluti), 1990-2005

Country	Direct final use of geothermal and solar thermal energy			
	2003	2004	2005	1990-2005 growth
AUT	3 574	3 823	4 074	427.9%
BEL	152	154	164	110.2%
CZE	0	84	103	n/a
DEU	13 969	14 462	15 952	2 004.9%
DNK	325	337	359	286.0%
ESP	2 197	2 545	2 894	n/a
FIN	17	18	20	25.1%
FRA	6 129	6 224	6 382	17.4%
GBR	860	1 061	1 262	173.7%
GRC	4 177	4 547	4 270	72.8%
HUN	3 393	3 407	3 443	-4.3%
IRL	11	14	21	422.9%
ITA	9 539	9 688	9 764	13.6%
LUX	4	5	5	n/a
NLD	667	739	786	783.3%
POL	311	318	381	n/a
PRT	892	918	981	114.2%
SVK	53	51	57	n/a
SWE	199	200	247	85.7%
AUS	3 737	2 615	2 622	-23.0%
CAN	0	0	0	n/a
CHE	5 920	6 194	6 781	136.4%
ISL	24 095	22 396	21 596	-6.1%
JPN	36 202	33 524	33 189	-36.4%
KOR	1 394	1 569	1 561	274.3%
MEX	2 762	3 069	3 069	n/a
NOR	0	0	0	n/a
NZL	9 771	9 737	9 900	-13.0%
TUR	47 460	49 637	54 863	234.0%
USA	84 373	84 371	87 294	520.6%
BRA	0	0	0	n/a
CHN	0	0	0	n/a
IND	0	0	0	n/a
RUS	0	0	0	n/a
ZAF	0	0	0	n/a
<b>WORLD</b>	<b>299 673</b>	<b>303 388</b>	<b>315 231</b>	<b>92.0%</b>

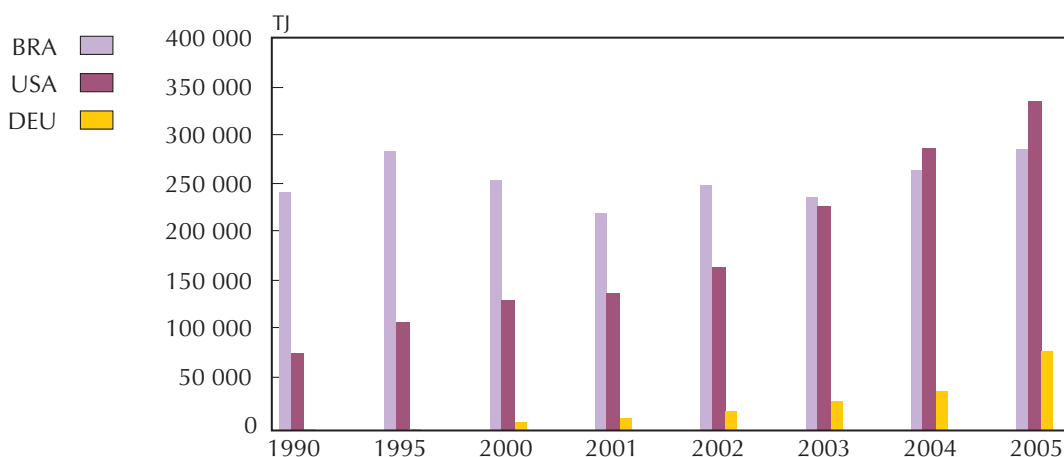
NB: "n/a" significa "non applicabile".  
Fonte: IEA (2007a).

## Tendenze nei mercati dei carburanti rinnovabili nei trasporti (RES-T)

La produzione di biocarburanti, compresi bioetanolo e biodiesel, si è triplicata tra il 1990 e il 2005, periodo in cui ha fornito 774 PJ (18,5 Mtoe), ovvero l'1% dei carburanti per il trasporto su strada (Tavola 4). Si stima che entro il 2007 circa 46 miliardi di litri di etanolo (~1 100 PJ) e 8 miliardi di litri (~300 PJ) di biodiesel verranno prodotti a livello mondiale per sopperire alle esigenze del mercato dei trasporti (REN 21,2007).

Il Brasile, paese pioniere nella produzione di etanolo, fondandosi sulla sua solida industria della canna da zucchero, ha recentemente superato gli Stati Uniti, che producono etanolo principalmente dal granturco (*mais Zea*) (Figura 11). Tuttavia, il Brasile sopperisce a circa il 14% della domanda totale di carburante liquido per il trasporto (su base energetica) con biocarburanti, mentre negli Stati Uniti questa percentuale raggiunge l'1,5%.

Figura 11. Tendenze riguardanti il consumo di carburanti rinnovabili per i trasporti per i tre consumatori principali di biocarburanti, 1990-2005



Fonte: AIE (2007a)

### Punto chiave

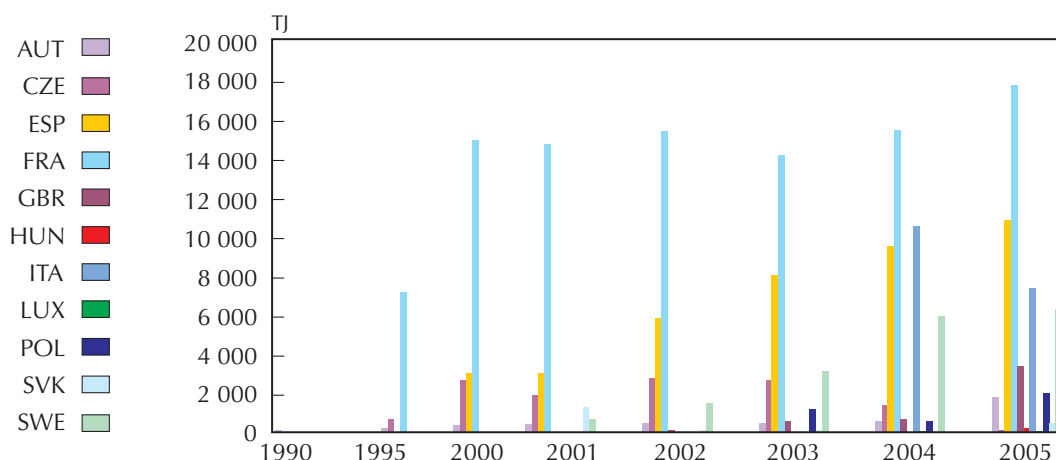
Il consumo di etanolo negli Stati Uniti (etanolo derivato da granturco e da canna da zucchero importata) è cresciuto di quattro volte dal 1990, superando recentemente i volumi del consumo di etanolo in Brasile, dove il consumo di entrambi supera quello della Germania, il più grande produttore di biocarburante. Le strategie di sostegno finanziario in Brasile sono state escluse man mano che le industrie dello zucchero e dell'etanolo sono maturate, invece la produzione del granturco americano dipende ancora per la maggior parte dai contributi all'agricoltura, come pure da sovvenzioni destinate ai produttori di biocarburanti. I rapporti tra l'assorbimento e il dispendio d'energia, comprendendo l'energia indiretta per la produzione dei fertilizzanti, i prodotti chimici e le macchine agricole, sono considerevolmente più alti per la produzione di granturco che di canna da zucchero, e il rendimento dell'etanolo per ettaro è più basso. Gran parte dell'energia assorbita utilizzata per fornire calore, potenza e trasporti necessari al sistema si basano su carburanti fossili, e ciò significa che in termini di emissioni nel ciclo completo, le emissioni di gas effetto serra (GHG) da etanolo prodotto da granturco non sono di solito inferiori all' 80-90% di quelle della benzina, per chilometro percorso. Invece, l'etanolo ricavato dalla canna da zucchero, nel quale lo scarto del bagasse viene utilizzato per fornire calore ed energia utili alla produzione in loco, produce solo il 10% delle emissioni di GHG rispetto a quelle della benzina. Le emissioni di GHG prodotte da altre fonti utilizzate per la produzione di etanolo e biodiesel si trovano di solito tra quelle nel granturco e della canna da zucchero.

La Germania è il terzo più grande produttore di biocarburante, con un significativo incremento nella produzione di biocarburanti da olio di colza grazie alle solide politiche che hanno incoraggiato investimenti in questo senso (Figura 11). Nel 2005, il biodiesel ha fornito circa il 3,4% dei carburanti per il trasporto su strada in Germania, ma politiche di sostegno nell'ultimo decennio hanno stimato la possibilità di raggiungere un totale di vari miliardi di euro raggiungendo costi altissimi, di circa oltre 1.000 Euro per tonnellata di emissioni di CO<sub>2</sub> evitata. Di conseguenza, le politiche tedesche sono state rivedute e, a risultato di ciò, il mercato del biodiesel è in declino.

Inoltre, il biodiesel prodotto localmente non è più in grado di competere con il biodiesel importato ricavato da soia e olio di palma, materie prime economiche e ad alto rendimento. Molti impianti tedeschi per la produzione di biodiesel sono stati recentemente chiusi e altri funzionano a capacità produttive ridotte e molto probabilmente la tendenza non cambierà per quanto riguarda il futuro (AIE, 2007a). Questo cambiamento nell'offerta esemplifica il bisogno di un'attenta politica di programmazione per essere in grado di fornire impegni a lungo termine e una maggior confidenza negli investimenti per l'industria, i potenziali investitori, i finanziari e gli azionisti, riducendo i rischi.

Nell'Unione europea, oltre alla forte leadership tedesca, altre nazioni stanno investendo nei biocarburanti. Vengono prodotti relativamente piccoli volumi da utilizzarsi come potenziatori di ottani in miscele con benzina, che hanno raggiunto una domanda stabile nell'ultimo decennio. La Francia produce da lungo tempo etanolo da cereali; le politiche dell'Austria le hanno permesso di crescere stabilmente dal 1990; la produzione nella Repubblica Ceca è in declino; e molte altre nazioni comprese Spagna, Slovacchia, Svezia, Regno Unito, Polonia e Italia hanno stabilito precise politiche a riguardo dal 2000; i biocarburanti hanno registrato un significativo incremento in Spagna e Svezia (Figura 12). Nel complesso, la produzione totale di biocarburanti nell'Unione europea è andata sostanzialmente crescendo.

**Figura 12. Tendenze per il consumo di biocarburanti nei paesi dell'OCSE e dell'Unione europea, 1990-2005**



Fonte: IEA (2007a).

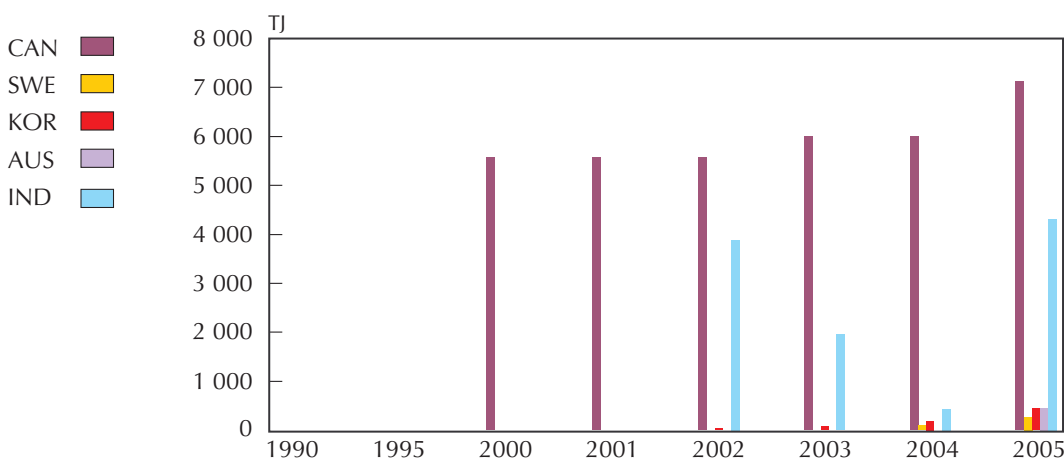
### Punto chiave

*Il consumo di biocarburanti nei paesi dell'OCSE e dell'Unione europea ha mostrato una costante crescita con nuovi paesi che sono penetrati annualmente nel mercato e con il volume delle importazioni in aumento.*

Le importazioni di biocarburante sono aumentate, ma esse non verranno analizzate in dettaglio. Recenti preoccupazioni sull'utilizzo di biomassa e metodi di produzione non sostenibili riguardanti i biocarburanti, e il problema della certificazione che di conseguenza ne scaturisce, hanno portato alcuni governi e compagnie petrolifere a una revisione delle loro attuali politiche riguardanti la commercializzazione e le tariffe. Per esempio, la direttiva del 10% dei biocarburanti proposta dall'Unione europea e annunciata nel gennaio 2008, è correntemente al vaglio, e la legislazione di sostegno verrà presentata al Parlamento europeo. Essa tenterà di assicurare che i fornitori di biocarburanti, situati all'interno o al di fuori dell'Unione europea, siano in grado di certificare che i criteri di sostenibilità siano stati soddisfatti durante la produzione e la crescita del raccolto, e la produzione del biocarburante.

I paesi al di fuori dell'Unione europea che producono una significativa quantità di biocarburante ogni anno (Figura 13) comprendono India e Corea del Sud.

Figura 13. Tendenze riguardanti il consumo di biocarburante nelle altre nazioni, 1990-2005



Fonte: IEA (2007a).

Note: I dati canadesi non sono disponibili per le annate 1990 e 1995. Non si conosce la ragione delle ampie fluttuazioni nei dati indiani tra il 2002 e il 2005.

### Punto chiave

Canada, India e Australia hanno aumentato la produzione di bioetanolo per il consumo interno mentre Corea e Svizzera si concentrano quasi esclusivamente sulla produzione di biodiesel.

La Tavola 4 fornisce ulteriori statistiche in dettaglio, riassumendo le tendenze per quello che riguarda le fonti energetiche rinnovabili utilizzate nei trasporti (RES-T) dal 1990 in termini assoluti e la quota di RES-T all'interno del consumo totale di carburante per il trasporto.<sup>16</sup>

16. L'Allegato 2 sul CD-ROM incluso con la presente pubblicazione comprende tavole sul contributo rispettivamente di bioetanolo e biodiesel per aggregare la produzione di RES-T.

Tabella 4. (continua) Tendenze globali per RES-T in termini assoluti e quota percentuale delle RES-T nel consumo totale di carburanti per trasporto su strada, 1990-2005

Country	1990		1995	
	Renewable road transport fuel consumption (TJ)	Share of RE road transport fuel in total road transport fuel consumption (%)	Renewable road transport fuel consumption (TJ)	Share of RE road transport fuel in total road transport fuel consumption (%)
AUT	73	0.0%	220	0.1%
BEL	0	0.0%	0	0.0%
CZE	0	0.0%	666	0.6%
DEU	0	0.0%	1 303	0.1%
DNK	0	0.0%	0	0.0%
ESP	0	0.0%	0	0.0%
FIN	0	0.0%	0	0.0%
FRA	0	0.0%	7 156	0.4%
GBR	0	0.0%	0	0.0%
GRC	0	0.0%	0	0.0%
HUN	0	0.0%	0	0.0%
IRL	0	0.0%	0	0.0%
ITA	0	0.0%	0	0.0%
LUX	0	0.0%	0	0.0%
NLD	0	0.0%	0	0.0%
POL	0	0.0%	0	0.0%
PRT	0	0.0%	0	0.0%
SVK	0	0.0%	0	0.0%
SWE	0	0.0%	0	0.0%
AUS	0	0.0%	0	0.0%
CAN	0	0.0%	0	0.0%
CHE	0	0.0%	0	0.0%
ISL	0	0.0%	0	0.0%
JPN	0	0.0%	0	0.0%
KOR	0	0.0%	0	0.0%
MEX	0	0.0%	0	0.0%
NOR	0	0.0%	0	0.0%
NZL	0	0.0%	0	0.0%
TUR	0	0.0%	0	0.0%
USA	0	0.0%	110 903	0.6%
BRA	245 258	20.2%	287 509	18.6%
CHN	0	0.0%	0	0.0%
IND	0	0.0%	0	0.0%
RUS	0	0.0%	0	0.0%
ZAF	0	0.0%	0	0.0%
<b>WORLD</b>	<b>251 400</b>	<b>0.5%</b>	<b>411 402</b>	<b>0.8%</b>

Tabella 4. (continua) Tendenze globali per RES-T in termini assoluti e quota percentuale delle RES-T nel consumo totale di carburanti per trasporto su strada, 1990-2005

Country	2000		2001	
	Renewable road transport fuel consumption (TJ)	Share of RE road transport fuel in total road transport fuel consumption (%)	Renewable road transport fuel consumption (TJ)	Share of RE road transport fuel in total road transport fuel consumption (%)
AUT	366	0.2%	403	0.2%
BEL	0	0.0%	0	0.0%
CZE	2 660	1.5%	1 924	1.0%
DEU	9 310	0.4%	13 035	0.6%
DNK	0	0.0%	0	0.0%
ESP	3 014	0.3%	3 014	0.3%
FIN	0	0.0%	0	0.0%
FRA	14 927	0.8%	14 715	0.8%
GBR	0	0.0%	0	0.0%
GRC	0	0.0%	0	0.0%
HUN	0	0.0%	0	0.0%
IRL	0	0.0%	0	0.0%
ITA	0	0.0%	0	0.0%
LUX	0	0.0%	0	0.0%
NLD	0	0.0%	0	0.0%
POL	0	0.0%	0	0.0%
PRT	0	0.0%	0	0.0%
SVK	0	0.0%	1 299	2.2%
SWE	0	0.0%	676	0.2%
AUS	0	0.0%	0	0.0%
CAN	5 573	0.3%	5 573	0.3%
CHE	0	0.0%	0	0.0%
ISL	0	0.0%	0	0.0%
JPN	0	0.0%	0	0.0%
KOR	0	0.0%	0	0.0%
MEX	0	0.0%	0	0.0%
NOR	0	0.0%	0	0.0%
NZL	0	0.0%	0	0.0%
TUR	0	0.0%	0	0.0%
USA	133 457	0.6%	140 492	0.7%
BRA	256 712	14.1%	223 048	12.2%
CHN	0	0.0%	0	0.0%
IND	0	0.0%	0	0.0%
RUS	0	0.0%	0	0.0%
ZAF	0	0.0%	0	0.0%
<b>WORLD</b>	<b>429 057</b>	<b>0.7%</b>	<b>407 154</b>	<b>0.7%</b>



Tabella 4. (continua) Tendenze globali per RES-T in termini assoluti e quota percentuale delle RES-T nel consumo totale di carburanti per trasporto su strada, 1990-2005

Country	2002		2003	
	Renewable road transport fuel consumption (TJ)	Share of RE road transport fuel in total road transport fuel consumption (%)	Renewable road transport fuel consumption (TJ)	Share of RE road transport fuel in total road transport fuel consumption (%)
AUT	439	0.2%	409	0.2%
BEL	0	0.0%	0	0.0%
CZE	2 774	1.4%	2 660	1.2%
DEU	20 483	0.9%	29 793	1.3%
DNK	0	0.0%	0	0.0%
ESP	5 827	0.5%	8 007	0.6%
FIN	28	0.0%	165	0.1%
FRA	15 387	0.8%	14 165	0.8%
GBR	111	0.0%	590	0.0%
GRC	0	0.0%	0	0.0%
HUN	0	0.0%	0	0.0%
IRL	0	0.0%	0	0.0%
ITA	0	0.0%	0	0.0%
LUX	0	0.0%	0	0.0%
NLD	0	0.0%	0	0.0%
POL	0	0.0%	1 179	0.3%
PRT	0	0.0%	0	0.0%
SVK	120	0.2%	81	0.1%
SWE	1 495	0.5%	3 105	1.1%
AUS	0	0.0%	0	0.0%
CAN	5 573	0.3%	6 002	0.3%
CHE	0	0.0%	0	0.0%
ISL	0	0.0%	0	0.0%
JPN	0	0.0%	0	0.0%
KOR	37	0.0%	74	0.0%
MEX	0	0.0%	0	0.0%
NOR	0	0.0%	0	0.0%
NZL	0	0.0%	0	0.0%
TUR	0	0.0%	0	0.0%
USA	168 389	0.8%	229 955	1.1%
BRA	251 704	13.4%	239 050	13.0%
CHN	0	0.0%	0	0.0%
IND	3 885	0.3%	1 956	0.2%
RUS	0	0.0%	0	0.0%
ZAF	0	0.0%	0	0.0%
<b>WORLD</b>	<b>479 262</b>	<b>0.8%</b>	<b>540 232</b>	<b>0.9%</b>

Tabella 4. (continua) Tendenze globali per RES-T in termini assoluti e quota percentuale delle RES-T nel consumo totale di carburanti per trasporto su strada, 1990-2005

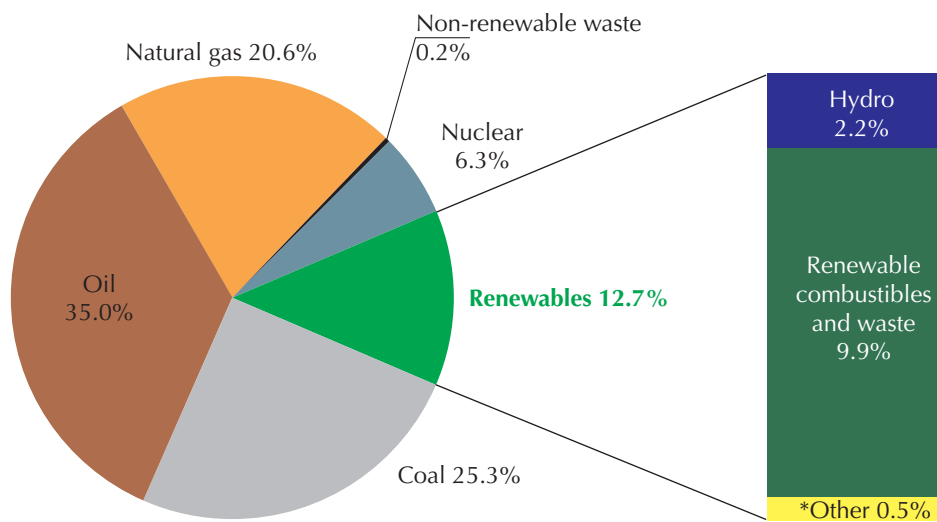
Country	2004		2005		1990-2005 Growth
	Renewable road transport fuel consumption (TJ)	Share of RE road transport fuel in total road transport fuel consumption (%)	Renewable road transport fuel consumption (TJ)	Share of RE road transport fuel in total road transport fuel consumption (%)	
AUT	549	0.2%	1 793	0.6%	2 350.6%
BEL	0	0.0%	0	0.0%	n/a
CZE	1 368	0.6%	111	0.0%	n/a
DEU	40 846	1.8%	81 302	3.7%	n/a
DNK	0	0.0%	0	0.0%	n/a
ESP	9 533	0.7%	10 846	0.8%	n/a
FIN	193	0.1%	0	0.0%	n/a
FRA	15 441	0.9%	17 729	1.0%	n/a
GBR	663	0.0%	3 376	0.2%	n/a
GRC	0	0.0%	0	0.0%	n/a
HUN	0	0.0%	214	0.1%	n/a
IRL	0	0.0%	0	0.0%	n/a
ITA	10 537	0.6%	7 369	0.4%	n/a
LUX	37	0.0%	37	0.0%	n/a
NLD	0	0.0%	0	0.0%	n/a
POL	563	0.1%	1 973	0.4%	n/a
PRT	0	0.0%	0	0.0%	n/a
SVK	38	0.1%	439	0.6%	n/a
SWE	5 906	1.9%	6 300	2.0%	n/a
AUS	0	0.0%	456	0.0%	n/a
CAN	6 002	0.3%	7 128	0.4%	n/a
CHE	96	0.0%	262	0.1%	n/a
ISL	0	0.0%	0	0.0%	n/a
JPN	0	0.0%	0	0.0%	n/a
KOR	184	0.0%	442	0.0%	n/a
MEX	0	0.0%	0	0.0%	n/a
NOR	0	0.0%	0	0.0%	n/a
NZL	0	0.0%	0	0.0%	n/a
TUR	0	0.0%	0	0.0%	n/a
USA	289 394	1.3%	337 920	1.5%	n/a
BRA	266 862	13.3%	288 933	14.2%	17.8%
CHN	0	0.0%	0	0.0%	n/a
IND	429	0.0%	4 314	0.3%	n/a
RUS	0	0.0%	0	0.0%	n/a
ZAF	0	0.0%	0	0.0%	n/a
<b>WORLD</b>	<b>651 072</b>	<b>1.0%</b>	<b>774 100</b>	<b>1.2%</b>	<b>207.9%</b>

NB: "n/a" significa "non applicabile".  
Fonte: AIE (2007a).

## Rinnovabili nella fornitura di energia primaria

Nel 2005, la fornitura di energia primaria totale mondiale (TPES) è stata di 11,443 Mtoe, di cui 12,7%, o 1,448 Mtoe, prodotti da fonti rinnovabili di energia. Ciò è paragonabile a una percentuale del 34% di petrolio, 25,3% di carbone, 20,6% di gas naturale e 6,3% di energia nucleare (AIE, 2007a).

Figura 14. Distribuzione di energie rinnovabili nella fornitura di energia totale primaria mondiale, 2005



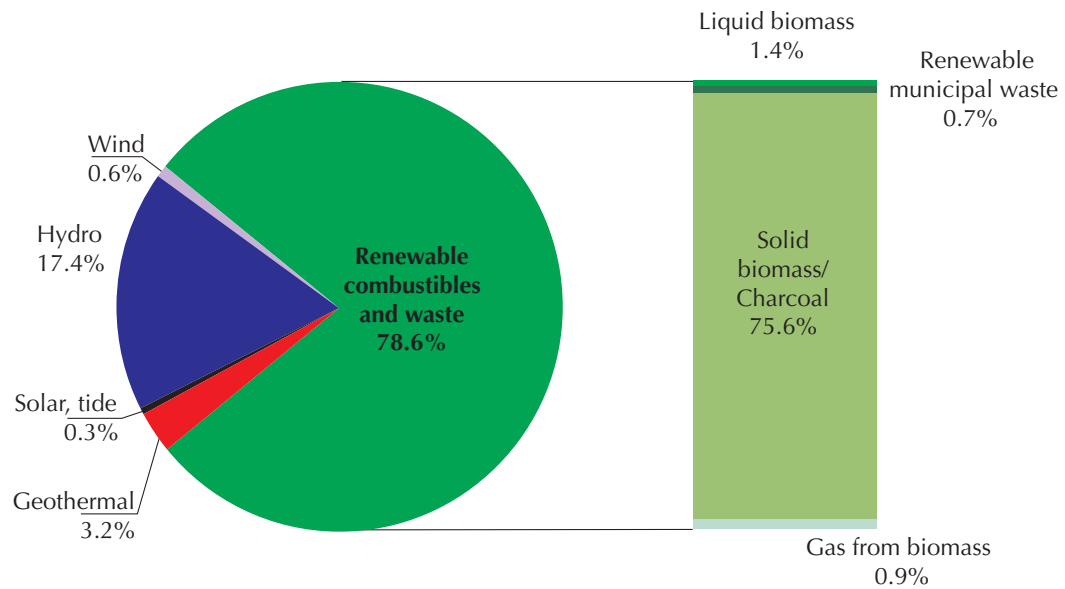
\* "Altre" fonti rinnovabili comprendono fonti di energia geotermica, eolica, solare, da maree e moto ondoso.  
fonte: IEA (2007a).

### Punto chiave

*Renewables contributed to TPES twice the amount of energy supplied by nuclear power, but had a smaller share than the different fossil energy sources.*

A causa del diffuso utilizzo non commerciale nelle nazioni in via di sviluppo, la biomassa solida è fino ad ora la più grande fonte di energia rinnovabile, rappresentante il 9,6% del TPES mondiale, o il 75,6% della fornitura globale rinnovabile. La seconda fonte più diffusa è l'energia idroelettrica che fornisce il 2,2% del TPES mondiale, o il 17,4% delle fonti rinnovabili. L'energia geotermica è la terza fonte di energia rinnovabile più diffusa ed è rappresentata da quantità minori con lo 0,4% del TPES mondiale o il 3,2% della fornitura di energie rinnovabili nel mondo. Il contributo di "nuove" fonti di energia rinnovabili (solare, eolica e delle maree) alla fornitura di energia è ancora marginale, e rappresenta meno dello 0,1% del TPES mondiale o lo 0,9% delle energie rinnovabili. Comunque, la crescita nella fornitura di "nuove" tecnologie delle energie rinnovabili (RET) solari ed eoliche ha superato quella di tecnologie più avanzate quali l'energia idroelettrica e la biomassa solida e di energie rinnovabili in generale. Dal 1990 fino al 2005, la fornitura di energia eolica è aumentata in media del 24,3% all'anno, mentre l'energia solare ha avuto un incremento del 5,6% annualmente, paragonato al 2,1% dell'energia idroelettrica, all'1,5% della biomassa solida e all'1,8% delle energie rinnovabili totali (AIE, 2007a).

Figura 15. Distribuzione di prodotto nella fornitura di energia mondiale



Fonte: IEA (2007a).

#### Punto chiave

La biomassa solida è fino ad ora la più grande fonte di energia rinnovabile, con un ampio consumo di biomassa tradizionale non commerciale per l'utilizzo domestico in cucina e nel riscaldamento nelle nazioni in via di sviluppo



## Capitolo 2

# Potenziali e costi per le Tecnologie delle energie rinnovabili (RET)

Esiste un'ampia gamma di tecnologie delle energie rinnovabili (RET) e risorse per quanto riguarda la produzione di elettricità, calore e biocarburante. Un'indagine estesa dei futuri sviluppi delle RET richiede un'analisi dettagliata delle variabili specifiche alle varie nazioni. Per esempio, i potenziali per le RET specifiche variano a seconda delle risorse disponibili, e dello sviluppo tecnologico, ma dipendono anche dagli obblighi delle singole nazioni.

In questo capitolo verranno analizzati i potenziali realizzabili a medio termine (con una tempistica con scadenza attorno al 2020) per le varie opzioni RET. Geograficamente, la valutazione comprende tutti i Paesi OCSE e BRICS (Brasile, Russia, India, Cina e Sud Africa).

La valutazione copre la produzione di elettricità dalle seguenti fonti di energie rinnovabili (RES-E): biogas, biomassa, rifiuti solidi rinnovabili, energia eolica on e off shore, energia idroelettrica, energia solare termica e solare fotovoltaica (PV), energia delle maree e del moto ondoso ed energia geotermica. Le tecnologie rinnovabili valutate (RES-H) comprendono la produzione della biomassa per cogenerazione di calore ed energia (CHP), il calore geotermico e il solare termico. Nel settore dei trasporti viene preso in considerazione solo il potenziale dei biocarburanti di prima generazione, e non vengono fatte distinzioni tra tecnologie alternative (etanolo, biodiesel, ecc.).

Descrizioni dettagliate e valutazioni dello stato delle energie rinnovabili individuali sono disponibili nelle pubblicazioni AIE Renewable Energy RD&D Priorities: Insights from IEA Technology Programmes (Priorità delle energie rinnovabili RD&D: Approfondimenti sui programmi della tecnologia AIE)(AIE, 2006) e Energy Technology Perspectives 2008 (Prospettive per la tecnologia energetica 2008) (AIE, 2008).

## Approccio metodologico

Il dibattito sulle potenziali fonti di energia disponibili rimane aperto in varie pubblicazioni. Comunque, le terminologie variano. Perciò la presente relazione tenta di stabilire definizioni chiare.

**Potenziale teorico:** rappresenta il limite teorico superiore della quantità di energia che può essere generata da una fonte specifica, su un'area definita, basata su un'attuale conoscenza scientifica. Dipende esclusivamente dal flusso fisico (ovvero).

*Potenziale tecnico:* il potenziale tecnico può essere derivato sulla base di condizioni tecniche estreme, ovvero l'efficienza di conversione, o limitazioni tecniche totali come i terreni disponibili per l'installazione di turbine per l'energia eolica. Per la maggior parte delle risorse, il potenziale tecnico è dinamico: per esempio con il miglioramento della ricerca e dello sviluppo, le tecnologie di conversione potranno migliorare, causando un miglioramento del potenziale tecnico.

**Potenziale realizzabile:** il potenziale realizzabile rappresenta il potenziale massimo raggiungibile, presumendo che tutte le barriere esistenti possano essere superate e tutti i partecipanti allo sviluppo siano attivi. A questo riguardo, i parametri generali come i tassi di crescita di mercato e gli obblighi di programmazione vengono presi in considerazione. È importante notare che il potenziale realizzabile dipende inoltre dai tempi: deve essere

riferito a un certo anno. Con il passare del tempo, il potenziale realizzabile tende a riconciliarsi con il potenziale tecnico.

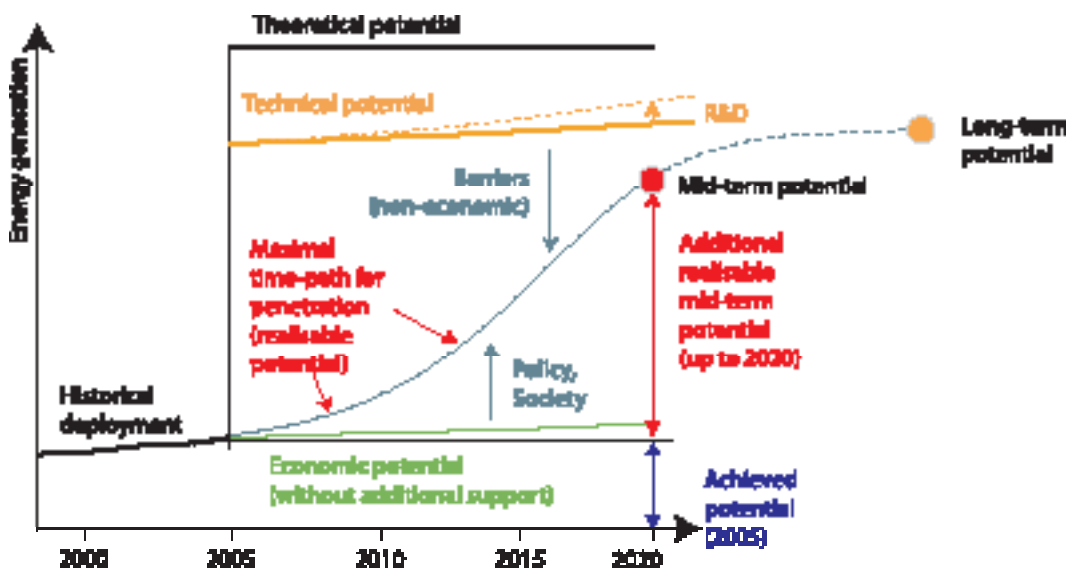
**Potenziale a medio termine:** Il potenziale a medio termine è definito come il potenziale realizzabile nel 2020.

**Potenziale economico:** il potenziale economico è definito come il potenziale che può essere sfruttato senza aver bisogno di ulteriore supporto, ovvero il cui sfruttamento è competitivo paragonato a quello delle tecnologie convenzionali già affermate.

Il potenziale totale realizzabile è la somma del potenziale raggiunto (capacità cumulativa installata) entro il 2005 aggiunto al potenziale realizzabile addizionale nel rimanente quadro di tempo (2005- 2020).

I rapporti tra le diverse metriche di potenziale sono indicate nella Figura 1.

Figura 1. Criteri di misurazione relativi ai potenziali delle RET



Fonte: Basate su calcoli AIE & Resch et al., 2008.

### Punto chiave

*A lungo andare, il potenziale realizzabile tende verso il potenziale tecnico.*

La valutazione del potenziale realizzabile a medio termine delle tecnologie delle energie rinnovabili (RET) fino al 2020 è stata fatta utilizzando il modello "Green-X" per i paesi europei e il modello "WorldRES" per altri Paesi OCSE e BRICS.<sup>17</sup>

17. Il modello Green-X, un programma indipendente per computer, è il prodotto principale sviluppato all'interno del progetto europeo Green-X, 2004). Esso permette un'analisi comparativa e quantitativa delle implementazioni future delle fonti energetiche rinnovabili (RES) in tutti i settori energetici (ovvero elettricità, fotovoltaico e non, riscaldamento e trasporti) basati sulle strategie della politica energetica applicata in un contesto dinamico. Il modello è stato ulteriormente ampliato e aggiornato nei progetti dell'Unione Europea FORRES 2020 (Ragwitz et al., 2005) e OPTRES (Resch et al., 2006) nel periodo 2004-2007. Nella sua attuale versione copre tutti i 27 stati membri dell'Unione europea e la Croazia. Sono disponibili ulteriori informazioni sul sito: [www.green-x.at](http://www.green-x.at).

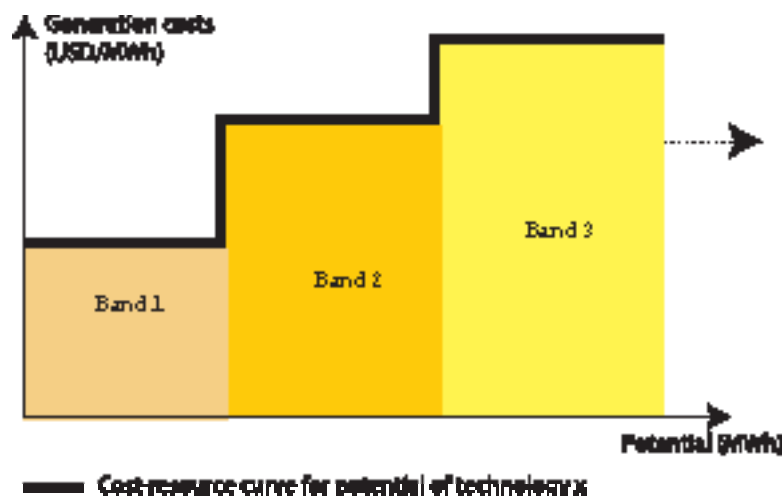
Le proiezioni riguardanti le tecnologie delle energie rinnovabili (RET) per la pubblicazione del World Energy Outlook 2007 dello AIE (AIE, 2007) sono state desunte dal modello separato "WorldRES", che permette la valutazione delle implementazioni future. Questo modello è stato sviluppato a questo scopo dall'Energy Economics Group (EEG) presso la University of Technology di Vienna in cooperazione con la Wiener Zentrum für Energie, Umwelt und Klima. Il modello si basa su un lavoro precedente completato in cooperazione durante gli anni scorsi per la serie World Energy Outlook dell'AIE.

I modelli applicati prendono in considerazione tre aspetti principali:

- curve statiche dei costi e delle risorse specifiche per nazione per ciascuna tecnologia delle energie rinnovabili;
- curve dell'esperienza riferite all'apprendimento delle tecnologie; e
- Curve di diffusione S per paesi e tecnologie.

Per prima cosa, il modello calcola un potenziale tecnico statico, basato sui costi di moderne tecnologie, utilizzando una curva statica dei costi e delle risorse (Figura 2). Quest'ultima descrive il rapporto tra le categorie di potenziali tecnici disponibili e il costo corrispondente dello sfruttamento che dipenderà dalla fonte geografica locale specifica. Come per altre tecnologie energetiche basate su una fonte limitata, i costi aumenteranno man mano che tali tecnologie verranno utilizzate. Per esempio, nel caso dell'energia eolica, gli impianti energetici con le migliori condizioni eoliche, (ovvero densità eolica e numero medio di ore annuali a pieno carico) verranno sfruttati per primi, a un certo costo di produzione. Una volta utilizzato tale potenziale, un altro gruppo di siti con una densità eolica inferiore – e costi più alti – verrà sfruttata; e così via. In realtà, la curva dei costi e delle risorse è una funzione continua in funzione del potenziale. Per scopi di semplificazione, il modello utilizza una funzione discreta che suddivide il potenziale di tecnologia in diverse fasce di costi e risorse (Figura 2).

Figura 2. Curva costi/risorse per il potenziale relativo a una specifica RET



Fonte: adattata da Ragwitz et al. (2003).

Nota: il modello presume che le tecnologie rinnovabili vengano prima applicate in luoghi con le migliori condizioni in quanto a risorse e con i costi più bassi. Una volta sfruttata questa fascia di potenziale, altri luoghi con inferiori risorse e costi più alti verranno utilizzati

Tuttavia, un approccio statico dei costi e delle risorse non prende in considerazione l'apprendimento delle tecnologie e la corrispondente riduzione dei costi degli investimenti, che sono naturalmente di vitale importanza per calcolare il potenziale in un periodo di tempo più lungo. Per prendere in considerazione questo aspetto, il modello utilizza curve di esperienza / apprendimento della tecnologia che descrivono come i costi diminuiscano man mano che aumentano l'esperienza, la produzione cumulativa e la capacità. In questo modo la curva dei costi e delle risorse diventa dinamica, ovvero i costi della successiva fascia di



sfruttamento potenziale diventano più bassi, grazie al conseguente apprendimento delle tecnologie.

L'analisi empirica sull'innovazione tecnologica ha provato che i costi diminuiscono di una percentuale costante ad ogni raddoppiamento della capacità prodotta/installata. Il parametro chiave qui è il rapporto di apprendimento (LR). Per esempio un rapporto di apprendimento del 15% indica che i costi per unità vengono ridotti del 15% per ciascun raddoppiamento di capacità cumulativa installata. Come standard di riferimento, i tassi di apprendimento indicati per energia eolica on e off-shore e solare fotovoltaica (PV) nelle Energy Technology Perspectives 2008 (Prospettive per la tecnologia energetica 2008) sono rispettivamente del 7%, 9% e 18% (AIE, 2008).

Il terzo aspetto preso in considerazione dal modello è la dinamica della tecnologia, ovvero i modelli generali attraverso i quali le tecnologie si diffondono attraverso mercati competitivi.<sup>18</sup> In accordo con la teoria della diffusione generale, la penetrazione nei mercati di qualsiasi nuova tecnologia segue tradizionalmente il modello della curva a S. Applicare una tale curva al potenziale riflette sia i vincoli tecnici che quelli non tecnici. Un esempio di quanto appena detto è per esempio il processo di avanzamento della capacità di produzione dei componenti e della tecnologia, che ha bisogno di tempo. I vincoli non tecnici comprendono per esempio le barriere commerciali e amministrative.

Il potenziale realizzabile addizionale a medio termine (2020) calcolato dal modello è calibrato all'indietro sulla base del potenziale tecnico realizzabile a lungo termine, che rappresenta il potenziale massimo raggiungibile presumendo che tutte le barriere esistenti possano essere superate e tutte le forze partecipanti siano attive. L'applicazione di tale curva ad S tiene anche in conto il punto di partenza dell'implementazione. Ad esempio, se una nazione ha un potenziale eolico tecnico significativo a lungo termine, ma il suo potenziale di avvio raggiunto nel 2005 è basso, lo sfruttamento del potenziale tecnico totale richiederà tempi lunghi. A conseguenza di ciò, il potenziale realizzabile a medio termine entro il 2020 sarà significativamente più basso del potenziale tecnico a lungo termine.

I potenziali realizzabili a medio termine per tutte le RET sono derivati dalle risorse di ciascuna nazione e prendono in considerazione lo sviluppo di una particolare tecnologia.

## **Visione d'insieme dei potenziali RET a medio termine.**

Questa sezione offre una visione d'insieme dei risultati delle valutazioni dei potenziali realizzabili a medio termine (fino al 2020) per la gamma di tecnologie delle energie rinnovabili (RET) prese in considerazione nei Paesi OCSE e BRICS. L'Allegato 2 analizza in dettaglio la valutazione dei potenziali delle RET e di come essi vengano ricavati.

La Tabella 1 fornisce i potenziali futuri totali<sup>19</sup> suddivisi per tecnologia e paese. Tutti i 27 stati membri dell'Unione europea (UE-27) sono raggruppati assieme. I dati corrispondenti ai singoli paesi europei vengono forniti nella Tabella 2.

Su scala globale (che comprende tutti i Paesi OCSE e BRICS), i potenziali a medio termine più ampi esistono nel settore dell'elettricità (8.918 TWh), seguito da quello del riscaldamento (5.667 TWh) e infine dai biocarburanti come indicato dal settore dei trasporti (1.556 TWh). Tuttavia,

18. Per un breve dibattito su questo tema vedere (Grübler et al., 1998).

19. Notare che i potenziali totali valutati realizzabili a medio termine comprendono sia il potenziale già sfruttato che quello da realizzare nel futuro più prossimo o a medio termine fino al 2020.

20. L'utilizzo decentralizzato della biomassa per applicazioni come il riscaldamento non è compreso all'interno della presente relazione a causa della mancanza di dati statistici sull'utilizzo non commerciale della bioenergia.

Tabella 1: Potenziali totali realizzabili a medio termine per le RET: OCSE e BRICS

Total realisable mid-term generation potentials for RETs (in TWh)	Biogas	Solid biomass	Renewable municipal waste	Geothermal electricity	Hydropower	Solar photovoltaics	Solar thermal electricity	Tidal and wave energy	Onshore wind	Offshore wind	Total RES-E	Biofuels (domestic)	Solar thermal heat	Geothermal heat	Biomass CHP heat	Total RES-H
USA	94.5	381.8	25.3	36.0	304.1	68.4	16.8	2.3	228.1	72.3	<b>1 229.6</b>	<b>427.4</b>	298.5	452.8	503.7	<b>1 255.0</b>
Canada	21.8	148.7	2.2	0.1	466.3	4.0	0.3	2.3	41.7	15.7	<b>703.2</b>	<b>24.0</b>	22.6	13.9	151.4	188.0
Mexico	12.0	71.2	5.5	12.2	52.0	7.3	2.7	0.1	5.1	1.2	<b>169.2</b>	<b>27.1</b>	13.0	7.3	55.2	75.5
Japan	14.6	28.4	16.8	6.6	115.8	26.0	0.0	1.0	17.7	17.2	<b>244.1</b>	<b>3.2</b>	47.6	53.0	50.0	150.6
Korea	4.3	5.8	5.3	0.0	10.7	10.4	0.1	0.4	1.5	9.0	<b>47.6</b>	<b>1.1</b>	4.9	10.1	11.6	26.6
Australia	19.9	57.5	10.9	1.4	26.4	12.6	4.2	0.9	29.8	9.6	<b>173.3</b>	<b>17.4</b>	37.8	26.3	51.5	115.6
New Zealand	1.4	3.7	0.4	4.3	35.2	0.4	0.1	0.3	9.7	1.1	<b>56.8</b>	<b>1.4</b>	1.3	43.9	9.7	54.8
Iceland	0.9	1.2	0.5	4.1	32.0	0.2	0.0	3.5	1.2	4.5	<b>48.1</b>	<b>0.8</b>	2.5	34.6	9.0	46.1
Norway	0.7	7.2	0.7	0.0	158.3	4.5	0.0	9.0	37.5	22.5	<b>240.3</b>	<b>2.8</b>	3.8	8.8	11.4	24.1
Switzerland	1.7	3.6	1.1	0.0	39.1	0.2	0.0	0.0	1.6	0.0	<b>47.4</b>	<b>2.6</b>	4.2	7.0	6.5	17.7
Turkey	15.9	18.8	2.8	4.2	120.0	15.0	17.5	10.0	24.8	14.3	<b>243.2</b>	<b>21.9</b>	74.3	60.1	27.9	162.3
Russia	27.3	155.4	5.0	5.4	387.8	0.7	0.8	0.2	23.6	2.1	<b>608.1</b>	<b>43.7</b>	25.9	60.4	232.4	318.7
China	182.4	420.0	76.2	3.0	1 048.4	111.0	10.2	0.5	142.0	5.7	<b>1 999.3</b>	<b>216.2</b>	517.4	343.7	437.8	1 298.9
India	102.9	69.8	57.5	0.5	302.8	22.2	0.2	0.5	83.2	6.1	<b>645.8</b>	<b>110.2</b>	166.6	74.4	140.7	381.6
Brazil	14.4	87.9	4.6	0.0	500.1	15.3	2.7	0.2	7.9	1.4	<b>634.5</b>	<b>224.0</b>	17.1	10.8	60.6	88.5
South Africa	5.5	15.6	3.3	0.1	12.3	3.6	4.9	0.1	6.4	0.9	<b>52.8</b>	<b>16.9</b>	13.7	10.6	14.1	38.4
EU 27	123.6	364.9	39.9	9.5	430.2	92.2	29.9	124.6	300.0	259.8	<b>1 774.4</b>	<b>415.7</b>	454.3	406.7	563.3	1 424.2
<b>Global (OECD and BRICS)</b>	<b>644</b>	<b>1 841</b>	<b>258</b>	<b>87</b>	<b>4 041</b>	<b>394</b>	<b>91</b>	<b>156</b>	<b>962</b>	<b>443</b>	<b>8 918</b>	<b>1 556</b>	<b>1 706</b>	<b>1 624</b>	<b>2 337</b>	<b>5 667</b>

Fonte: basato su calcoli AIE & Resch et al. (2008).

l'inclusione del riscaldamento a biomassa decentralizzato, che comprende il riscaldamento tradizionale come pure quello a biomassa avanzato, modificherebbe questa classifica e posizionerebbe le fonti di calore rinnovabili al primo posto<sup>20</sup>.

La Tabella 2 mostra una classifica simile per i 27 stati membri dell'Unione europea con contributi comparativamente più ampi nel settore del riscaldamento.

Come indicato dalle Tavole 3 e 4, per la maggior parte delle nazioni, il potenziale realizzabile addizionale fino al 2020 supera di gran lunga l'implementazione raggiunta dalle energie rinnovabili fino ad ora. Il potenziale addizionale aggregato fino al 2020 per la produzione di elettricità da fonti energetiche rinnovabili (RES-E) nei Paesi OCSE e BRICS raggiunge i 6.271 TWh. Ciò equivale al 41% della produzione totale di elettricità del 2005 e rappresenta oltre il doppio dell'attuale produzione di energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili (RES-E). In termini assoluti, la Cina ha il potenziale addizionale più ampio, seguita dai 27 stati membri dell'Unione europea, Stati Uniti, India, Russia, Canada e Brasile. Nel complesso, i BRICS raggiungono il 47% del potenziale realizzabile addizionale tra le nazioni analizzate.

Il rapporto di potenziale addizionale per produzione raggiunta nel 2005 è persino superiore per le fonti energetiche rinnovabili per il riscaldamento (RES-H).<sup>21</sup>

Per quanto riguarda il solare termico e il calore geotermico il potenziale addizionale è quasi trenta volte superiore alla produzione di calore di queste fonti nel 2005.<sup>22</sup>

Per il settore RES-E, la Tavola 4 indica un quadro simile per i 27 stati membri dell'Unione Europea rispetto al rapporto del potenziale addizionale per produzione raggiunta. Per il RES-H, il potenziale addizionale nei 27 stati membri dell'Unione europea nel complesso supera di 21 volte complessivamente il potenziale raggiunto oggi, che è inferiore rispetto a quello dei Paesi OCSE e BRICS aggregati. Per quanto riguarda i carburanti rinnovabili per i trasporti, il potenziale addizionale nei 27 stati membri dell'Unione europea è di quasi dieci volte più alta della produzione di biocarburanti nella regione nel 2005.

Le seguenti sezioni evidenziano settori individuali, affrontando inoltre prospettive specifiche sulle tecnologie. Tutti i 27 stati membri paesi dell'Unione europea sono di nuovo raggruppati assieme.

---

21. Per quello che riguarda la produzione della biomassa per cogenerazione di calore ed energia (CHP), il potenziale raggiunto non è stato preso in considerazione, quindi il potenziale totale è uguale al potenziale addizionale.

22. Una dettagliata analisi dei potenziali a medio termine delle tecnologie delle energie rinnovabili (RET) nell'Unione europea viene presentato in (Resch et al., 2006) e (Ragwitz et al., 2005).

Tabella 2. Potenziali totali realizzabili a medio termine per le RET: UE a 27

Total realisable mid-term generation potentials for RETs (in TWh)	Biogas	Solid biomass	Renewable municipal waste	Geothermal electricity	Hydropower	Solar photovoltaics	Solar thermal electricity	Tidal and wave energy	Onshore wind	Offshore wind	Total RES-E	Biofuels (domestic)	Solar thermal heat	Geothermal heat	Biomass CHP heat	Total RES-H
Austria	1.9	7.5	0.9	0.0	44.7	2.7	0.0	0.0	0.5	0.0	62.6	4.4	7.7	9.5	10.5	27.5
Belgium	3.2	3.1	1.0	0.0	0.4	1.6	0.0	0.2	4.3	3.6	17.4	3.6	9.6	13.1	8.7	31.5
Denmark	1.9	5.3	1.0	0.0	0.0	1.4	0.0	2.6	8.7	10.8	31.7	12.0	5.4	9.4	9.9	24.7
Finland	1.3	20.5	0.7	0.0	15.6	1.7	0.0	1.5	7.9	4.1	53.2	8.5	7.7	5.9	30.1	43.7
France	22.8	68.4	6.0	0.2	73.6	16.3	0.0	13.2	56.4	29.9	286.8	68.5	68.7	49.4	97.8	215.9
Germany	16.4	49.4	4.8	0.0	25.1	15.0	0.0	7.7	53.3	76.8	248.6	42.7	77.0	88.3	77.3	242.6
Greece	1.6	6.2	0.4	0.2	5.0	2.9	2.6	4.0	8.8	2.6	34.5	9.7	10.4	5.7	6.8	22.9
Ireland	3.4	3.8	0.5	0.0	1.0	0.9	0.0	3.9	2.8	3.6	19.8	4.7	3.6	3.5	9.3	16.4
Italy	10.4	26.6	4.9	7.3	56.8	10.2	7.6	3.2	28.6	2.4	158.0	28.4	70.4	57.4	45.5	173.3
Luxembourg	0.2	0.3	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.9	0.2	0.1	0.2	0.6	0.9
Netherlands	4.3	3.9	2.4	0.0	0.1	3.3	0.0	1.0	5.6	19.8	40.5	4.1	14.9	14.1	12.8	41.9
Portugal	2.3	6.1	1.0	0.3	15.8	2.6	2.4	7.4	7.0	6.6	51.5	5.4	10.0	3.3	6.8	20.2
Spain	13.2	41.1	5.7	0.1	52.1	14.1	17.2	13.2	39.3	14.4	210.5	51.2	39.3	15.0	45.2	99.5
Sweden	1.9	15.7	1.5	0.0	75.1	3.5	0.0	3.0	9.8	13.6	124.1	11.4	9.4	11.0	25.5	45.8
United Kingdom	16.3	20.7	4.1	0.0	5.4	11.9	0.0	58.9	28.5	67.0	212.8	25.4	56.1	53.7	49.5	159.3
Cyprus	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.6	0.3	1.6	0.3	6.9	7.1	0.3	14.4

Tabella 2. (continua) **Potenziali totali realizzabili a medio termine per le RET: UE a 27**

<b>Total realisable mid-term generation potentials for RETs (in TWh)</b>	<b>Biogas</b>	<b>Solid biomass</b>	<b>Renewable municipal waste</b>	<b>Geothermal electricity</b>	<b>Hydropower</b>	<b>Solar photovoltaics</b>	<b>Solar thermal electricity</b>	<b>Tidal and wave energy</b>	<b>Onshore wind</b>	<b>Offshore wind</b>	<b>Total RES-E</b>	<b>Biofuels (domestic)</b>	<b>Solar thermal heat</b>	<b>Geothermal heat</b>	<b>Biomass CHP heat</b>	<b>Total RES-H</b>
Czech Republic	2.2	6.9	0.4	0.0	2.5	0.6	0.0	0.0	4.5	0.0	17.1	9.3	5.0	5.3	10.3	20.6
Estonia	0.4	3.5	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	1.2	1.3	0.3	6.9	3.3	0.7	0.7	4.7	6.2
Hungary	2.2	11.5	0.8	0.0	1.4	0.3	0.0	0.0	1.2	0.0	17.3	14.4	5.0	7.6	14.5	27.1
Latvia	0.5	3.4	0.0	0.0	4.0	0.1	0.0	0.5	1.3	0.3	10.1	6.9	1.1	1.1	4.8	7.0
Lithuania	0.7	4.2	0.1	0.0	0.7	0.1	0.0	0.2	1.3	0.1	7.5	11.5	1.9	2.2	6.1	10.3
Malta	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.5	0.0	0.2	0.0	0.1	0.3
Poland	8.0	29.4	1.6	0.0	3.2	1.4	0.0	1.1	8.6	2.5	55.8	49.8	20.6	20.3	47.0	88.0
Slovakia	1.0	3.3	0.3	0.0	5.3	0.2	0.0	0.0	0.6	0.0	10.7	4.3	2.5	4.2	5.0	11.8
Slovenia	0.7	1.1	0.4	0.0	9.5	0.1	0.0	0.0	0.3	0.0	12.1	0.6	1.5	2.3	2.1	5.9
Bulgaria	1.4	7.5	0.3	1.3	10.8	0.4	0.0	0.8	7.3	0.4	30.3	11.2	4.3	2.6	10.4	17.3
Romania	5.2	15.4	0.9	0.1	21.7	0.8	0.0	0.5	6.7	0.2	51.5	23.8	14.2	13.5	21.7	49.5
<b>EU 27</b>	<b>124</b>	<b>365</b>	<b>40</b>	<b>9</b>	<b>430</b>	<b>92</b>	<b>30</b>	<b>125</b>	<b>300</b>	<b>260</b>	<b>1774</b>	<b>416</b>	<b>454</b>	<b>407</b>	<b>563</b>	<b>1424</b>

Fonte: basato su calcoli AIE & Resch et al. (2008).

Tabella 3. Potenziali supplementari realizzabili a medio termine per le

RET: OCSE e BRICS

	Biogas	Solid biomass	Renewable municipal waste	Geothermal electricity	Hydropower	Solar photovoltaics	Solar thermal electricity	Tidal and wave energy	Onshore wind	Offshore wind	Total RES-E	Biofuels (domestic)	Solar thermal heat	Geothermal heat	Biomass CHP heat <sup>1</sup>	Total RES-H
USA	88.0	340.0	25.3	19.2	28.4	67.9	16.8	2.3	211.3	72.3	<b>871.6</b>	<b>330.8</b>	290.0	442.9	n/a	n/a
Canada	21.1	140.4	2.2	0.1	98.6	4.0	0.3	2.3	39.7	15.7	<b>324.4</b>	<b>22.5</b>	<b>22.6</b>	<b>13.9</b>	n/a	n/a
Mexico	12.0	68.3	5.5	4.9	22.9	7.2	2.7	0.1	5.1	1.2	<b>129.9</b>	<b>27.1</b>	12.8	7.3	n/a	n/a
Japan	14.6	15.9	16.8	3.3	26.5	24.2	0.0	1.0	15.1	17.2	<b>134.7</b>	<b>3.2</b>	<b>40.9</b>	<b>50.5</b>	n/a	n/a
Korea	4.2	5.8	5.3	0.0	6.7	10.4	0.1	0.4	1.3	9.0	<b>43.2</b>	<b>1.0</b>	4.5	10.1	n/a	n/a
Australia	19.0	56.4	10.9	1.4	10.1	12.5	4.2	0.9	27.8	9.6	<b>152.8</b>	<b>17.2</b>	<b>37.1</b>	<b>26.3</b>	n/a	n/a
New Zealand	1.3	3.1	0.4	1.5	10.0	0.4	0.1	0.3	9.2	1.1	<b>27.6</b>	<b>1.4</b>	1.3	39.5	n/a	n/a
Iceland	0.9	1.2	0.5	2.5	25.4	0.2	0.0	3.5	1.2	4.5	<b>39.8</b>	<b>0.8</b>	<b>2.5</b>	<b>25.4</b>	n/a	n/a
Norway	0.7	7.2	0.4	0.0	41.0	4.5	0.0	9.0	36.9	22.5	<b>122.1</b>	<b>2.8</b>	3.8	8.8	n/a	n/a
Switzerland	1.6	3.5	0.3	0.0	2.0	0.2	0.0	0.0	1.6	0.0	<b>9.2</b>	<b>2.5</b>	<b>4.0</b>	<b>5.4</b>	n/a	n/a
Turkey	15.8	18.8	2.8	4.2	77.7	15.0	17.5	10.0	24.7	14.3	<b>200.7</b>	<b>21.9</b>	69.8	49.4	n/a	n/a
Russia	27.3	150.2	5.0	5.0	215.3	0.7	0.8	0.2	23.5	2.1	<b>430.1</b>	<b>43.7</b>	<b>25.8</b>	<b>60.1</b>	n/a	n/a
China	182.4	411.7	76.2	2.9	665.6	110.9	10.2	0.5	139.4	5.7	<b>1605.5</b>	<b>204.5</b>	485.4	343.7	n/a	n/a
India	102.9	69.7	57.5	0.5	204.1	22.0	0.2	0.5	73.9	6.1	<b>537.6</b>	<b>98.0</b>	<b>165.5</b>	<b>74.4</b>	n/a	n/a
Brazil	14.4	87.2	4.6	0.0	169.4	15.3	2.7	0.2	7.8	1.4	<b>303.1</b>	<b>142.3</b>	15.9	10.8	n/a	n/a
South Africa	5.5	15.2	3.3	0.1	11.1	3.6	4.9	0.1	6.4	0.9	<b>51.1</b>	<b>16.9</b>	<b>13.6</b>	<b>10.6</b>	n/a	n/a
EU 27	110.3	324.7	31.7	4.1	85.1	90.8	29.9	124.6	234.8	258.3	<b>1294.2</b>	<b>377.8</b>	446.1	398.1	n/a	n/a
<b>Global (OECD and BRICS)</b>	<b>622</b>	<b>1719</b>	<b>249</b>	<b>50</b>	<b>1700</b>	<b>390</b>	<b>91</b>	<b>156</b>	<b>860</b>	<b>442</b>	<b>6278</b>	<b>1314</b>	<b>1641</b>	<b>1577</b>	n/a	n/a

1. A causa della mancanza di dati di mercato verificabili – specialmente nei Paesi OCSE non facenti parte dell'Unione europea – sull'attuale produzione (potenziale raggiunto) della biomassa per cogenerazione di calore ed energia (CHP), fino al 2005, non è stata possibile alcuna valutazione del potenziale realizzabile addizionale. Le valutazioni della produzione di energia e di potenziali addizionali sono state fatte sulla base delle capacità per la produzione della biomassa per cogenerazione di calore ed energia (CHP). Fonte: basato su calcoli AIE & Resch et al. (2008).

Tabella 4. Potenziali supplementari realizzabili a medio termine per le RET: UE a 27

Additional realisable mid-term generation potentials for RETs (in TWh)	Biogas	Solid biomass	Renewable municipal waste	Geothermal electricity	Hydropower	Solar photovoltaics	Solar thermal electricity	Tidal and wave energy	Onshore wind	Offshore wind	Total RES-E	Biofuels (domestic)	Solar thermal heat	Geothermal heat	Biomass CHP heat <sup>1</sup>	Total RES-H
Austria	1.8	5.5	0.8	0.0	6.7	2.7	0.0	0.0	3.8	0.0	21.3	3.8	6.6	9.3	n/a	n/a
Belgium	3.0	2.1	0.7	0.0	0.1	1.6	0.0	0.2	4.1	3.6	15.3	3.6	9.6	13.1	n/a	n/a
Denmark	1.6	3.4	0.4	0.0	0.0	1.4	0.0	2.6	3.7	9.5	21.8	12.0	5.3	9.4	n/a	n/a
Finland	1.3	12.4	0.7	0.0	1.8	1.6	0.0	1.5	7.7	4.1	31.1	8.5	7.7	5.9	n/a	n/a
France	22.4	67.1	4.4	0.2	8.2	16.2	0.0	13.2	55.3	29.9	216.8	62.8	68.5	47.9	n/a	n/a
Germany	11.7	44.8	1.7	0.0	5.5	13.8	0.0	7.7	24.5	76.8	186.5	20.1	74.1	86.7	n/a	n/a
Greece	1.5	6.2	0.4	0.2	1.4	2.9	2.6	4.0	7.6	2.6	29.5	9.7	9.2	5.7	n/a	n/a
Ireland	3.3	3.8	0.5	0.0	0.3	0.9	0.0	3.9	1.6	3.6	17.8	4.7	3.6	3.5	n/a	n/a
Italy	9.2	24.4	3.5	1.9	5.6	10.2	7.6	3.2	26.9	2.4	95.1	26.4	70.1	55.0	n/a	n/a
Luxembourg	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.7	0.2	0.1	0.2	n/a	n/a
Netherlands	4.0	1.7	2.4	0.0	0.0	3.3	0.0	1.0	3.8	19.8	35.9	4.1	14.7	14.1	n/a	n/a
Portugal	2.3	4.7	0.7	0.2	3.6	2.6	2.4	7.4	5.1	6.6	35.7	5.4	9.7	3.3	n/a	n/a
Spain	12.6	39.5	5.7	0.1	22.1	14.1	17.2	13.2	22.7	14.4	161.7	48.2	38.5	14.9	n/a	n/a
Sweden	1.8	8.8	1.5	0.0	6.3	3.5	0.0	3.0	9.0	13.5	47.5	9.7	9.3	11.0	n/a	n/a
United Kingdom	11.6	17.3	4.1	0.0	0.5	11.9	0.0	58.9	25.5	67.0	196.8	24.4	55.8	53.7	n/a	n/a
Cyprus	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.6	0.3	1.6	0.3	6.5	7.1	n/a	n/a

Tabella 4. Potenziali supplementari realizzabili a medio termine per le RET: UE a 27

Additional realisable mid-term generation potentials for RETs (in TWh)	Biogas	Solid biomass	Renewable municipal waste	Geothermal electricity	Hydropower	Solar photovoltaics	Solar thermal electricity	Tidal and wave energy	Onshore wind	Offshore wind	Total RES-E	Biofuels (domestic)	Solar thermal heat	Geothermal heat	Biomass CHP heat <sup>1</sup>	Total RES-H
Czech Republic	2.1	6.3	0.4	0.0	0.8	0.6	0.0	0.0	4.5	0.0	14.5	9.3	5.0	5.3	n/a	n/a
Estonia	0.4	3.4	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	1.2	1.2	0.3	6.8	3.2	0.7	0.7	n/a	n/a
Hungary	2.2	9.9	0.7	0.0	1.2	0.3	0.0	0.0	1.2	0.0	15.5	14.4	5.0	6.6	n/a	n/a
Latvia	0.5	3.4	0.0	0.0	1.1	0.1	0.0	0.5	1.2	0.3	7.1	6.9	1.1	1.1	n/a	n/a
Lithuania	0.7	4.2	0.1	0.0	0.3	0.1	0.0	0.2	1.2	0.1	7.1	11.4	1.9	2.2	n/a	n/a
Malta	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.5	0.0	0.2	0.0	n/a	n/a
Poland	7.9	28.0	1.6	0.0	0.9	1.4	0.0	1.1	8.4	2.5	51.7	49.3	20.6	20.2	n/a	n/a
Slovakia	1.0	3.3	0.2	0.0	0.9	0.2	0.0	0.0	0.6	0.0	6.2	4.2	2.5	4.2	n/a	n/a
Slovenia	0.7	1.0	0.4	0.0	5.6	0.1	0.0	0.0	0.3	0.0	8.1	0.5	1.4	2.1	n/a	n/a
Bulgaria	1.4	7.5	0.3	1.3	7.7	0.4	0.0	0.8	7.3	0.4	27.1	11.2	4.2	2.1	n/a	n/a
Romania	5.2	15.4	0.9	0.1	4.5	0.8	0.0	0.5	6.7	0.2	34.3	23.7	14.2	12.7	n/a	n/a
<b>EU 27</b>	<b>110</b>	<b>325</b>	<b>32</b>	<b>4</b>	<b>85</b>	<b>91</b>	<b>30</b>	<b>125</b>	<b>235</b>	<b>258</b>	<b>1 294</b>	<b>378</b>	<b>446</b>	<b>398</b>	<b>n/a</b>	<b>n/a</b>

1. A causa della mancanza di dati di mercato verificabili – specialmente nei paesi OCSE non facenti parte dell'Unione europea – sull'attuale produzione (potenziale raggiunto) della biomassa per cogenerazione di calore ed energia (CHP), fino al 2005, non è stata possibile alcuna valutazione del potenziale realizzabile addizionale. Le valutazioni della produzione di energia e di potenziali addizionali sono state fatte sulla base delle capacità per la produzione della biomassa per cogenerazione di calore ed energia (CHP).  
Fonte: basato su calcoli AIE & Resch et al. (2008).

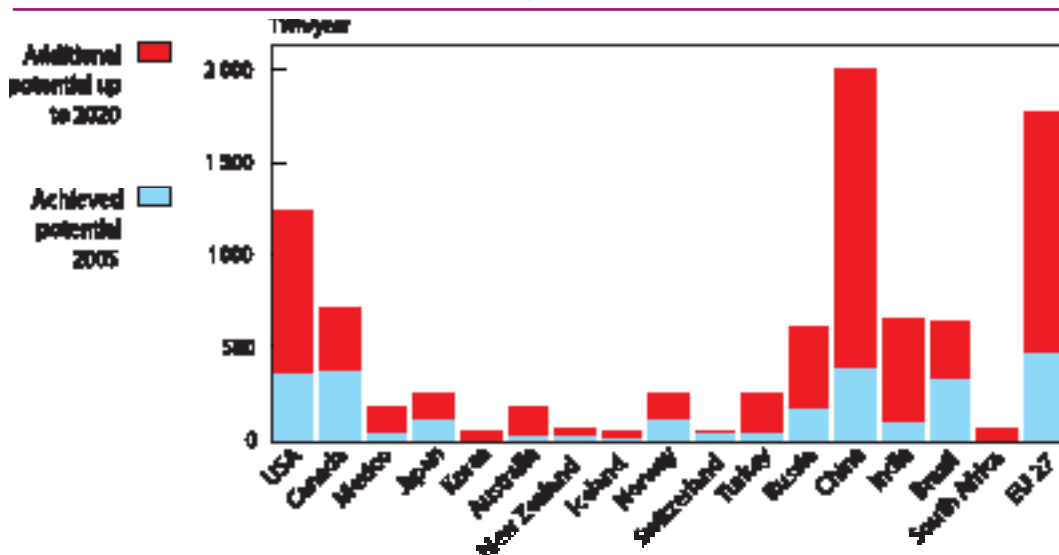


## Il settore della produzione di elettricità da fonti energetiche rinnovabili (RES-E)

Quanto segue illustra in che modo le tecnologie delle energie rinnovabili (RET) possono contribuire a soddisfare la richiesta di elettricità fino al 2020, considerando le condizioni delle risorse specifiche.

La Figura 3 indica i potenziali totali realizzabili a medio termine per la produzione di elettricità da fonti energetiche rinnovabili (RES-E) per nazione, in termini assoluti, relativi alla produzione nel 2005. Per la maggior parte delle nazioni, il potenziale addizionale realizzabile per il 2020 supera di molto l'implementazione delle energie rinnovabili. In termini assoluti, ciò è particolarmente significativo in Cina, nei 27 stati membri dell'Unione europea, negli Stati Uniti, in India e Russia.

Figura 3. Produzione (TWh) nel 2005 e potenziale supplementare realizzabile a medio termine (fino al 2020) per RES-E: OCSE e BRICS



Fonte: basato su calcoli AIE & Resch et al. (2008).

### Punto chiave

Per la maggior parte dei paesi, il potenziale addizionale realizzabile fino al 2020 supera di gran lunga l'implementazione delle energie rinnovabili fatta fino ad oggi.

La Figura 4 indica i contributi specifici della tecnologia per i potenziali addizionali realizzabili a medio termine per la produzione di elettricità da fonti energetiche rinnovabili (RES-E). Ciò mette in rilievo i contributi delle tecnologie individuali.

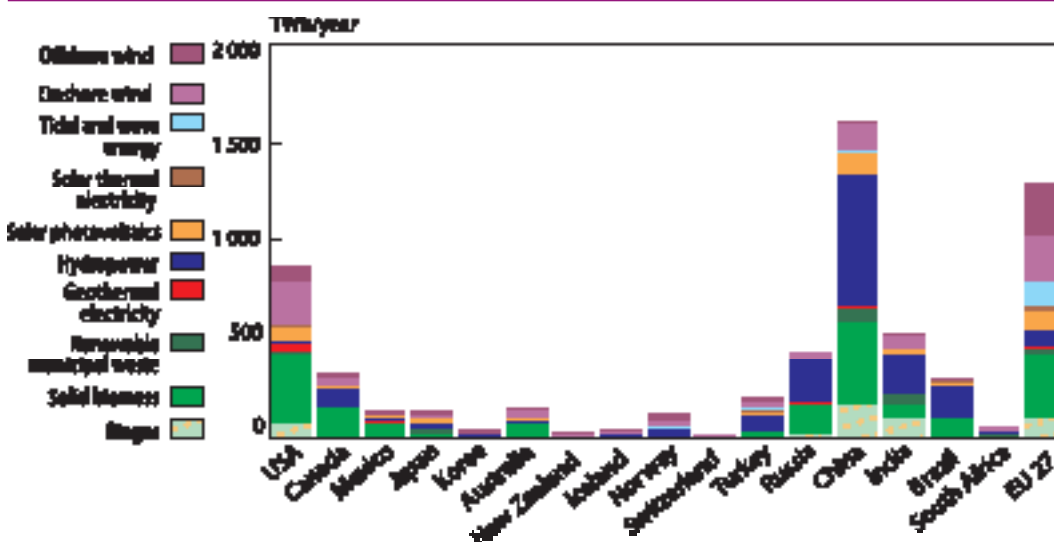
La Figura 5 illustra le quote delle singole tecnologie RES-E nel potenziale supplementare, per paese. Le quote variano da un paese all'altro in funzione delle specifiche disponibilità di risorse.

Nella Figura 6, i potenziali per la RES-E sono illustrati in relazione alla generazione totale nazionale di elettricità nel 2005. Ciò esprime il contributo realizzabile della RES-E al soddisfacimento della domanda complessiva di elettricità, per ciascun paese. Il potenziale

RES-E supplementare aggregato medio ponderato fino al 2020 nei Paesi OCSE e BRICS equivale al 41% della generazione totale di elettricità nel 2005.

Su scala globale, come nella maggior parte dei Paesi, l'energia idroelettrica continuerà a fornire il maggior contributo da fonti rinnovabili alla domanda di elettricità. Come risulta evidente dalla Tabella 1, la quota dell'energia idroelettrica è pari al 45% del potenziale totale per la RES-E a livello globale. Tuttavia, esso viene già sfruttato per il 58%. In termini assoluti, i potenziali maggiori si hanno in Cina, seguita dal Brasile, dal Canada e dalla Ue a 27. In termini relativi invece le quote sono basse nella Ue a 27 e anche negli USA, in Corea e in Australia, ad esempio, dove una larga parte del potenziale totale è già stato sfruttato.

Figura 4. **Potenziali supplementari realizzabili a medio termine, suddivisi per tecnologia (fino al 2020) per RES-E per paese: OCSE e BRICS**



Fonte: calcoli AIE e Resch et al. (2008).

**Punto chiave**

Le tecnologie per la RES-E che possono potenzialmente fornire contributi rilevanti a medio termine (2020) sono perlopiù quelle che hanno già raggiunto o stanno per raggiungere la competitività sul mercato.

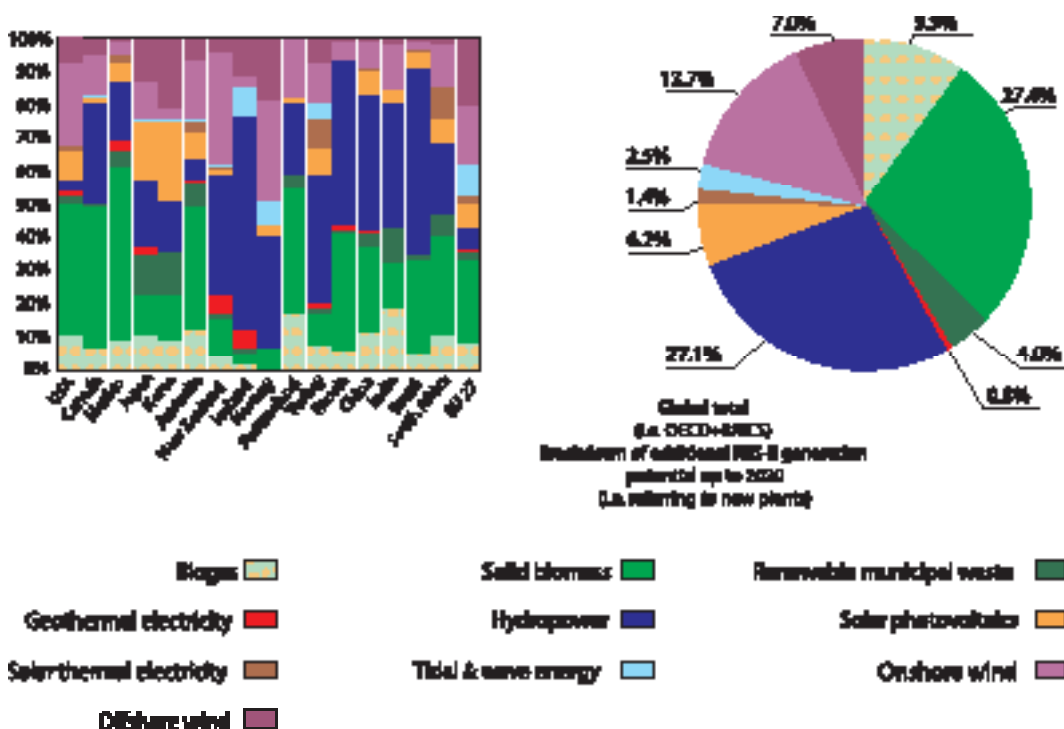
La biomassa è un'altra importante fonte energetica rinnovabile. La generazione di RES-E a partire da biomassa solida, biogas e rifiuti urbani rinnovabili costituisce il 31% del potenziale totale per RES-E nei Paesi OCSE e BRICS, e una consistente quota di esso (94%) deve ancora essere sfruttato. La biomassa rientra nel portafoglio di risorse di tutti i Paesi OCSE e BRICS. I paesi più grandi, come la Cina e gli USA, dispongono delle risorse maggiori in termini assoluti. Non solo esistono diversi tipi di materie prime da biomassa, ma anche numerose opzioni tecnologiche corrispondenti, dalla co-combustione nelle centrali elettriche tradizionali, all'utilizzo di piccoli impianti a cogenerazione di calore ed elettricità (CHP).

La valutazione dei vantaggi ambientali connessi all'uso e del possibile impatto sociale sono di importanza cruciale quando si mira a una massiccia introduzione sul mercato. I potenziali

di generazione di elettricità, come indicato, si riferiscono in larga misura all'uso combinato, col quale cioè, oltre all'elettricità, si pone l'accento sulla produzione di calore (modalità CHP).

Il ritardo nell'introduzione di criteri di sostenibilità può ostacolare la diffusione di tecnologie promettenti, e può di conseguenza avere un effetto sui potenziali realizzabili a medio termine. Inoltre vi è competizione per le materie prime, ad esempio per quanto riguarda le colture energetiche necessarie sia per la produzione di biocarburanti sia per la generazione di elettricità e di calore. Ciò può avere un ulteriore impatto sull'utilizzo futuro delle energie rinnovabili quando si fissano obiettivi ambiziosi per entrambe le opzioni, cioè sia per i biocarburanti sia per la generazione di elettricità.

Figura 5. Quote delle varie tecnologie per il potenziale supplementare realizzabile a medio termine per RES-E per paese: OCSE e BRICS



Fonte: basato su calcoli AIE & Resch et al. (2008).

### Punto chiave

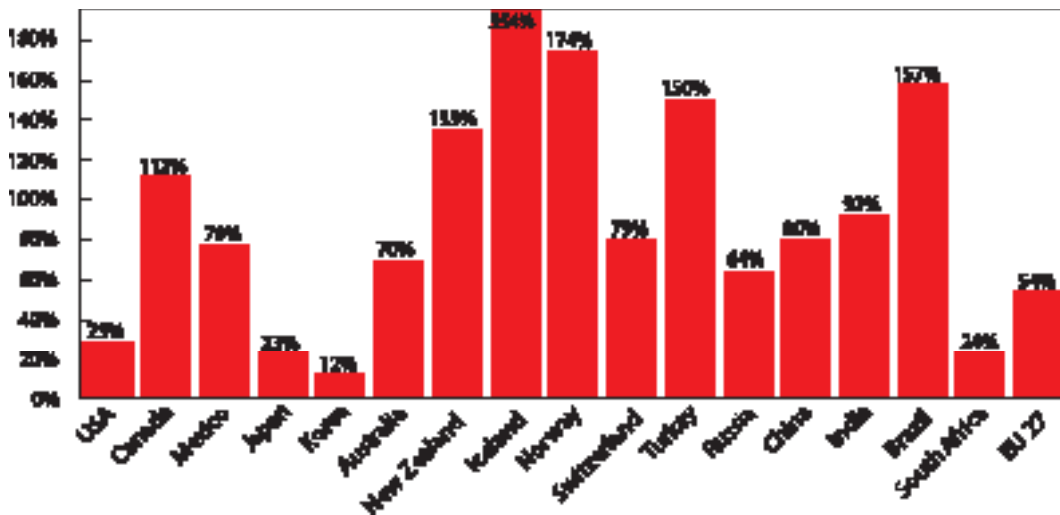
Le quote delle diverse tecnologie per RES-E variano molto da un paese all'altro. Le quote delle tecnologie per RES-E meno mature, ad esempio eolico off-shore e solare) sono generalmente più elevate nei paesi OCSE.

L'energia eolica, come quella da biomassa, è caratterizzata da un elevato potenziale futuro: il 93% del potenziale realizzabile a medio termine per eolico on-shore e off-shore combinati resta ancora da sfruttare. La quota dell'energia eolica on-shore nel potenziale totale per RES-E per i Paesi OCSE e BRICS è pari all'11%, il che riflette la maturità di questa tecnologia. Mentre in Europa la tecnologia off-shore è dunque di importanza cruciale, in parte anche a causa della scarsità di siti idonei on-shore, nella gran parte del resto del mondo l'eolico on-shore risulterà preponderante dal breve al medio periodo. Coerentemente

con le dimensioni dei paesi e con la disponibilità di risorse, i maggiori potenziali a medio termine si registrano nell'Unione europea, negli USA, in Cina e in India.

L'energia solare è una promettente opzione futura che non soddisfa del tutto le attese. Recentemente, un rilievo sempre maggiore è stato posto sia sul solare fotovoltaico (FV) sia sulla generazione di elettricità da solare termico, specialmente in Europa, ma anche negli USA e in Cina, dove si sta sviluppando una fiorente industria manifatturiera nel settore FV. Nei Paesi OCSE BRICS ci si può attendere per il FV una quota del 4% del potenziale totale per RES-E, se in ciascun paese venissero implementate efficaci misure di supporto.

Figura 6. Contributo della RES-E come potenziale realizzabile a medio termine (2020) rispetto al totale dell'elettricità generata nel 2005



Fonte: basato su calcoli AIE & Resch et al. (2008).

### Punto chiave

*Il potenziale supplementare della RES-E al 2020 corrisponde a una quota significativa della generazione totale di elettricità attuale (2005) nella maggior parte dei paesi.*

L'elettricità geotermica – nella forma della tecnologia convenzionale idrotermale – è un'opzione confermata di RET in alcuni paesi, ad esempio Islanda, Nuova Zelanda, USA, Messico e Italia. Tuttavia è probabile che soluzioni tecnologiche innovative come i sistemi geotermici avanzati (Enhanced geothermal systems, EGS, chiamati in passato hot dry rock) vengano sempre più sviluppati e implementati nel lungo periodo. Ciò limita l'energia geotermica a circa l'1% del potenziale totale per la RES-E che potrà essere sfruttato a breve-medio termine.

Oltre all'energia eolica off-shore, vi sono altre tecnologie marine promettenti. Tuttavia, per l'energia del moto ondoso e mareomotrice, un'implementazione su larga scala si può ipotizzare principalmente in Europa.

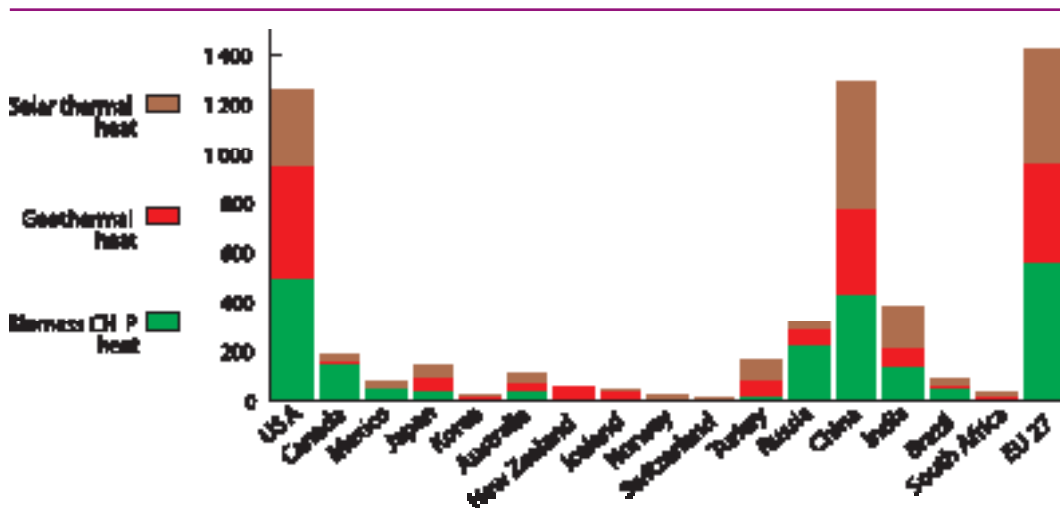
I potenziali complessivi realizzabili a medio termine per la RES-E illustrano, per ciascuna tecnologia, ciò che si può ottenere con l'implementazione a breve termine di politiche e misure efficaci. L'accorpamento delle singole tecnologie a livello di paese può indicare l'opportunità per

un cambiamento sostanziale rispetto ai livelli del 2005 laddove i potenziali riferiti alle tecnologie cumulate sono maggiori dei vincoli complessivi, come illustrato in figura 6, dalla quale si rileva che in alcuni paesi la generazione totale di elettricità è sensibilmente inferiore al potenziale per la RES-E. Tuttavia, anche con l'implementazione di politiche energetiche accuratamente progettate, è possibile che qualche paese non riesca a sfruttare i suoi potenziali cumulativi entro il 2020 a causa di vincoli di costo, o di limitazioni derivanti dall'integrazione di energie rinnovabili diverse<sup>23</sup>.

## Il settore del riscaldamento

Questa sezione mette in rilievo la potenzialità, da parte di alcune RET particolari, di soddisfare la domanda di calore a medio termine, tenendo conto delle specifiche disponibilità di risorse. La figura 7 illustra i potenziali realizzabili totali a medio termine, suddivisi per tecnologia, per RES-H per ciascun paese.

Figura 7. **Potenziali totali per RES-H a medio termine (2020) suddivisi per tecnologia: OCSE e BRICS**



Fonte: basato su calcoli AIE & Resch et al. (2008).

### Punto chiave

La maggior parte dei Paesi OCSE e del gruppo BRICS dispone di un potenziale per le tre fonti di RES-H: calore da biomassa per cogenerazione (CHP), calore da solare termico e calore geotermico.

La figura 8 fornisce ulteriori elementi circa le risorse specifiche disponibili per ciascun paese, poiché riporta le quote potenziali di produzione di RES-H suddivise per tipo di fonte.

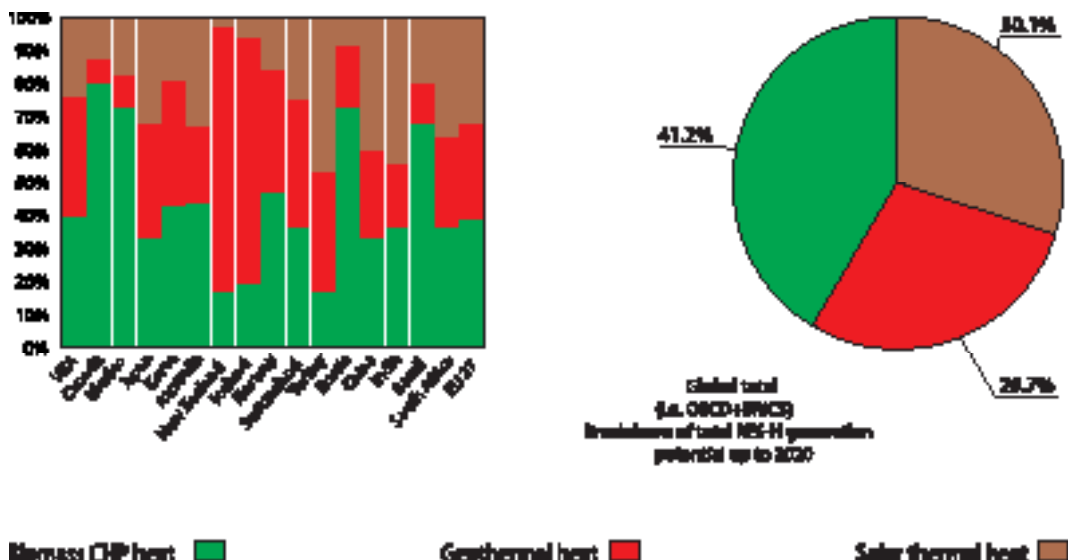
La produzione combinata di elettricità e di calore da biomassa offre potenziali considerevoli che perlopiù sono ancora da sfruttare. Tra le opzioni valutate di RES-H, più del 40% del

23. L'energia prodotta da diverse tecnologie per elettricità da fonti rinnovabili, come l'eolico, lo sfruttamento del moto ondoso e delle maree, il solare e l'idroelettrico fluviale, varia in funzione della variabilità della fonte. Questa caratteristica le distingue dalle centrali elettriche convenzionali a combustibili fossili.

potenziale cumulativo totale a lungo termine si riferisce a calore da biomassa per cogenerazione (CHP).<sup>24</sup> Come affermato nella sezione precedente, tutti i paesi hanno qualche forma di biomassa nel loro portafoglio di risorse. I paesi più grandi, come la Cina e gli USA, dispongono delle maggiori risorse in termini assoluti. La valutazione dei vantaggi ambientali connessi all'uso e del possibile impatto sociale è di importanza cruciale quando si mira all'introduzione sul mercato di massa.

Il calore da solare termico e il calore geotermico contribuiscono quasi in egual misura al potenziale realizzabile a medio termine per il RES-H (ciascuno corrisponde al circa il 30% del totale). Il rapporto tra potenziale supplementare e generazione raggiunta nel 2005 è persino maggiore per il RES-H che per la RES-E. Per il calore da solare termico e il calore geotermico, il potenziale supplementare è quasi trenta volte maggiore della produzione di calore raggiunta da queste fonti. Tutti i paesi includono entrambe le RET nel loro portafoglio di risorse, dove le condizioni locali sono favorevoli sia per quanto riguarda radiazione solare o risorse geotermiche, sia per una corrispondente domanda complessiva di calore. Di conseguenza, in termini assoluti, i paesi più grandi con elevata domanda di calore, come gli USA o la Cina (oltre all'Unione europea) presentano il potenziale maggiore.

Figura 8. Quote del potenziale totale realizzabile a medio termine, suddivise per tecnologia, per RES-H: OECD e BRICS



Fonte: basato su calcoli AIE & Resch et al. (2008).

**Punto chiave**

Con poche eccezioni, il calore da biomassa per cogenerazione (CHP) domina il potenziale totale a medio termine per RES-H nella maggior parte dei Paesi OCSE BRICS.

24. A causa della mancanza di dati di mercato verificabili, in particolare per i Paesi OCSE non-Ue, sulla produzione effettiva (potenziale raggiunto) del calore da biomassa per cogenerazione al 2005, non è stato possibile effettuare alcuna valutazione del potenziale realizzabile supplementare. Le stime della produzione di energia e dei potenziali supplementari sono state calcolate sulla base delle potenze installate per calore da biomassa per cogenerazione.

## Il settore dei trasporti

In questa sezione si analizza il contributo realizzabile dei biocarburanti al soddisfacimento della domanda di carburanti liquidi per trasporti, attualmente coperta da gasolio e benzina, a medio termine.

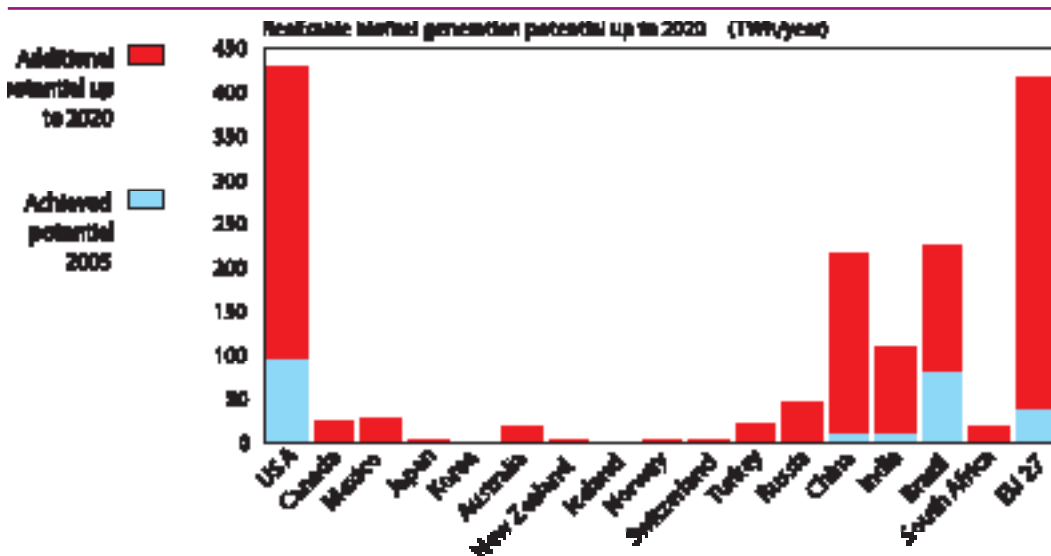
I biocarburanti presentano un elevato potenziale futuro in quasi tutti i paesi esaminati che, in generale, dispongono di qualche forma di biomassa nel loro portafoglio di risorse. Nel breve e medio periodo, cioè per i biocarburanti di prima generazione, le materie prime essenziali per la produzione su larga scala sono costituite perlopiù dalle colture energetiche.

Questa analisi si concentra sul periodo dal 2000 al 2005 e non considera quindi sviluppi più recenti delle politiche e aumenti significativi degli obiettivi relativi ai biocarburanti. Tali aumenti hanno provocato preoccupazioni crescenti nell'opinione pubblica circa l'impatto che l'incremento della produzione di biocarburanti avrebbe come modifica dell'uso del territorio, circa i prezzi dei prodotti agricoli, la deforestazione e il consumo d'acqua. La competizione per le materie prime tra energia e cibo, fibre e prodotti chimici è oggetto di discussioni sempre più accese. Politiche incisive sulla produzione sostenibile e sull'uso dei biocarburanti, e sforzi volti a stimolare la competitività delle tecnologie di seconda generazione dovranno accompagnare la loro penetrazione su larga scala sul mercato, come è ora in programma negli Stati Uniti e nella Ue.

Tuttavia, la valutazione dei vantaggi ambientali connessi all'uso e del possibile impatto sociale è di importanza cruciale. Ritardi nell'introduzione di tali criteri di sostenibilità possono ostacolare la diffusione di promettenti possibilità di conversione delle tecnologie, e influire in misura drastica sul potenziale realizzabile a medio termine. Inoltre la competizione con la generazione di elettricità e di calore per le materie prime, che potrebbe ulteriormente condizionare il potenziale futuro, ha luogo se si fissano obiettivi ambiziosi per entrambe le opzioni.

La figura 9 illustra i potenziali realizzabili totali a medio termine per i biocarburanti suddivisi per paese, distinguendo quanto è già stato raggiunto alla fine del 2005 (cioè il potenziale raggiunto entro il 2005) dal potenziale supplementare fino al 2020.

Figura 9. Generazione raggiunta (2005) e potenziale supplementare realizzabile a medio termine per i biocarburanti: OCSE e BRICS



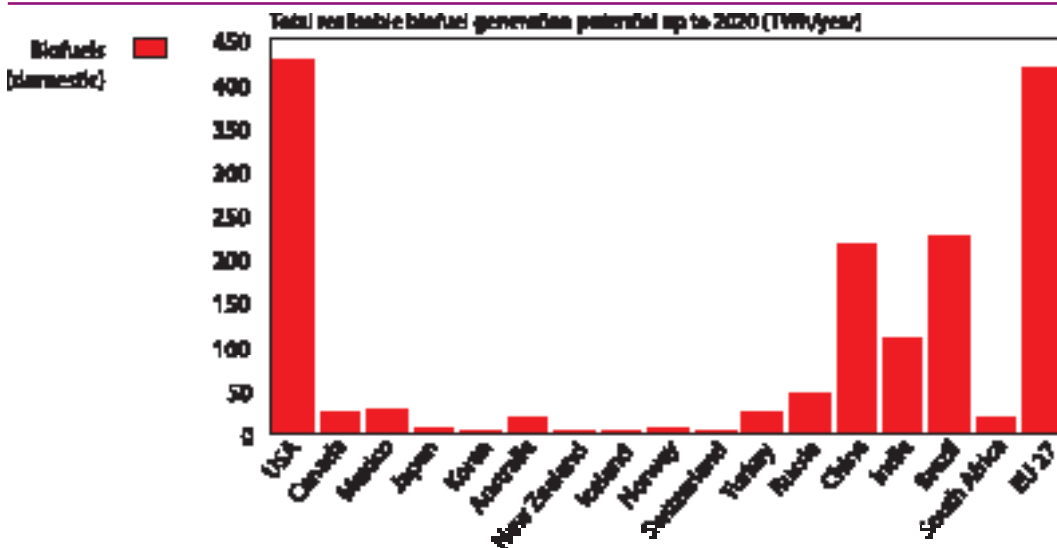
Fonte: basato su calcoli AIE & Resch et al. (2008).

**Punto chiave**

Il potenziale realizzabile supplementare stimato per i biocarburanti di prima generazione è di oltre cinque volte superiore alla produzione attuale. (Questa stima si basa sull'ipotesi conservativa che al massimo il 10% delle terre attualmente coltivabili verrebbe usato per colture energetiche nel 2020, e presumendo una quota inferiore (dal 3,5 all'8,5%) per le economie emergenti (BRICS) sia a causa della competizione potenzialmente più accesa con la produzione di cibo sia per pressioni ambientali.)

La figura 10 mostra una scomposizione per paese del potenziale realizzabile totale a medio termine relativo ai biocarburanti.

Figura 10. Scomposizione per paese del potenziale realizzabile a medio termine relativo ai biocarburanti: OCSE e BRICS



Fonte: basato su calcoli AIE & Resch et al. (2008)

**Punto chiave**

Un piccolo numero di Paesi OCSE e BRICS, quelli che già oggi sono i principali produttori, mostra il maggior potenziale totale per i biocarburanti.

## Panoramica dei costi per le RET

In Tabella 5 sono riassunti le caratteristiche e i costi delle applicazioni più comuni per le energie rinnovabili. In molti casi i costi rimangono più elevati rispetto alle tecnologie delle energie convenzionali. Di norma, il costo della produzione di energia su larga scala da combustibili convenzionali è di circa 0,04-0,08 USD/kWh per nuova energia di carico di base, ma può essere maggiore per il carico di picco e ancora più elevato per generatori a gasolio non in rete (AIE e AEN, 2005). I costi più elevati e altre barriere di mercato fanno sì che la maggior parte delle RET abbia ancora bisogno di politiche di supporto.

Ma la competitività economica non è un elemento statico. I costi di molte RES stanno diminuendo sensibilmente grazie ai miglioramenti tecnologici e alla maturità del mercato, nonostante fattori di mercato a breve termine in alcuni casi abbiano temporaneamente interrotto questa



Tabella 5. **Caratteristiche chiave e costi delle tecnologie delle energie rinnovabili**

<b>Technology</b>	<b>Typical characteristics</b>	<b>Typical current investment costs<sup>1</sup> (USD/kW)</b>	<b>Typical current energy production costs<sup>2</sup> (USD/MWh)</b>	<b>References</b>
<b>POWER GENERATION</b>				
<b>Hydro</b>				
Large hydro	Plant size: 10–18 000 MW	1 000–5 500	30–120	IEA, 2008
Small hydro	Plant size: 1–10 MW	2 500–7 000	60–140	IEA, 2008
<b>Wind</b>				
Onshore wind	Turbine size: 1–3 MW Blade diameter: 60–100 meters	1 200–1 700	70–140	IEA, 2008
Offshore wind	Turbine size: 1.5–5 MW Blade diameter: 70–125 meters	2 200–3 000	80–120	IEA, 2008
<b>Bioenergy<sup>3</sup></b>				
Biomass combustion for power (solid fuels)	Plant size: 10–100 MW	2 000–3 000	60–190	IEA, 2008
Municipal solid waste (MSW) incineration	Plant size: 10–100 MW	6 500–8 500	n/a	IEA, 2007
Biomass CHP	Plant size: 0.1–1 MW (on-site), 1–50MW (district)	3 300–4 300 (on-site), 3 100–3 700 (district)	n/a	IEA, 2008
Biogas (including landfill gas) digestion	Plant size: <200 kW–10MW	2 300–3 900	n/a	IEA, 2008; IEA, 2007
Biomass co-firing	Plant size: 5–100 MW (existing), > 100 MW (new plant)	120–1 200 + power station costs	20–50	IEA, 2008
Biomass integrated gasifier combined cycle (BIGCC)	Plant size: 5–10 MW (demonstration), 30–200 MW (future)	4 300–6 200 (demonstration), 1 200–2 500 (future)	n/a	IEA, 2008

Tabella 5. (continua) Caratteristiche chiave e costi delle tecnologie delle energie rinnov-

Technology	Typical characteristics	Typical current investment costs <sup>1</sup> (USD/kW)	Typical current energy production costs <sup>2</sup> (USD/MWh)	References
<b>Geothermal power</b>				
Hydrothermal	Plant size: 1–100 MW; Types: binary, single- and double-flash, natural steam	1 700–5 700	30–100	IEA, 2008
Enhanced geothermal system (EGS)	Plant size: 5–50 MW	5 000–15 000	150–300 (projected)	IEA, 2008
<b>Solar energy</b>				
Solar PV	Power plants: 1–10 MW; Rooftop systems: 1–5 kWp	5 000–6 500	200–800 <sup>4</sup>	IEA, 2008; REN21, 2008
Concentrating solar power (CSP)	Plant size: 50–500 MW (trough), 10–20 MW (tower); 0.01–300 MW (future) (dish)	4 000–9 000 (trough)	130–230 (trough) <sup>5</sup>	IEA, 2008
<b>Ocean energy</b>				
Tidal and marine currents	Plant size: Several demonstration projects up to 300 kW capacity; some large-scale projects under development	7 000–10 000	150–200	IEA, 2008
<b>HEATING/COOLING</b>				
Biomass heat (excluding CHP)	Size: 5–50 kWth (residential)/ 1–5 MWth (industrial)	120/ kWth (stoves); 380–1 000/kWth (furnaces)	10–60	IEA, 2008; REN21, 2008
Biomass heat from CHP	Plant size: 0.1–50 MW	1 500–2 000/ kWth	n/a	IEA, 2008; IEA & RETD, 2007
<b>POWER GENERATION</b>				
<b>Hydro</b>				
Large hydro	Plant size: 10–18 000 MW	1 000–5 500	30–120	IEA, 2008
Small hydro	Plant size: 1–10 MW	2 500–7 000	60–140	IEA, 2008
<b>Wind</b>				
Onshore wind	Turbine size: 1–3 MW Blade diameter: 60–100 meters	1 200–1 700	70–140	IEA, 2008

Tabella 5. (continua) **Caratteristiche chiave e costi delle tecnologie delle energie rinnov-**

<b>Technology</b>	<b>Typical characteristics</b>	<b>Typical current investment costs<sup>1</sup> (USD/kW)</b>	<b>Typical current energy production costs<sup>2</sup> (USD/MWh)</b>	<b>References</b>
Offshore wind	Turbine size: 1.5–5 MW Blade diameter: 70–125 meters	2 200–3 000	80–120	IEA, 2008
<b>Bioenergy<sup>3</sup></b>				
Biomass combustion for power (solid fuels)	Plant size: 10–100 MW	2 000–3 000	60–190	IEA, 2008
Municipal solid waste (MSW) incineration	Plant size: 10–100 MW	6 500–8 500	n/a	IEA, 2007
Biomass CHP	Plant size: 0.1–1 MW (on-site), 1–50MW (district)	3 300–4 300 (on-site), 3 100–3 700 (district)	n/a	IEA, 2008
Biogas (including landfill gas) digestion	Plant size: <200 kW–10MW	2 300–3 900	n/a	IEA, 2008; IEA, 2007
Biomass co-firing	Plant size: 5–100 MW (existing), > 100 MW (new plant)	120–1 200 + power station costs	20–50	IEA, 2008
Biomass integrated gasifier combined cycle (BIGCC)	Plant size: 5–10 MW (demonstration), 30–200 MW (future)	4 300–6 200 (demonstration), 1 200–2 500 (future)	n/a	IEA, 2008
<b>Geothermal power</b>				
Hydrothermal	Plant size: 1–100 MW; Types: binary, single- and double-flash, natural steam	1 700–5 700	30–100	IEA, 2008
Enhanced geothermal system (EGS)	Plant size: 5–50 MW	5 000–15 000	150–300 (projected)	IEA, 2008
Small hydro	Plant size: 1–10 MW	2 500–7 000	60–140	IEA, 2008
<b>Solar energy</b>				
Solar PV	Power plants: 1–10 MW; Rooftop systems: 1–5 kWp	5 000–6 500	200–800 <sup>4</sup>	IEA, 2008; REN21, 2008

Tabella 5. (continua) Caratteristiche chiave e costi delle tecnologie delle energie rinnov-

Technology	Typical characteristics	Typical current investment costs <sup>1</sup> (USD/kW)	Typical current energy production costs <sup>2</sup> (USD/MWh)	References
Concentrating solar power (CSP)	Plant size: 50–500 MW (trough), 10–20 MW (tower); 0.01–300 MW (future) (dish)	4 000–9 000 (trough)	130–230 (trough) <sup>5</sup>	IEA, 2008
<b>Ocean energy</b>				
Tidal and marine currents	Plant size: Several demonstration projects up to 300 kW capacity; some large-scale projects under development	7 000–10 000	150–200	IEA, 2008
<b>HEATING/COOLING</b>				
Biomass heat (excluding CHP)	Size: 5–50 kWth (residential)/ 1–5 MWth (industrial)	120/ kWth (stoves); 380–1 000/ kWth (furnaces)	10–60	IEA, 2008; REN21, 2008
Biomass heat from CHP	Plant size: 0.1–50 MW	1 500–2 000/ kWth	n/a	IEA, 2008; IEA & RETD, 2007
Solar hot water/ heating	Size: 2–5 m <sup>2</sup> (household); 20–200 m <sup>2</sup> (medium/ multi-family); 0.5–2 MWth (large/ district heating); Types: evacuated tube, flat-plate	400–1 250/ m <sup>2</sup>	20–200 (household); 10–150 (medium); 10–80 (large)	IEA & RETD, 2007; REN21, 2008
Geothermal heating/cooling	Plant capacity: 1–10 MW; Types: ground-source heat pumps, direct use, chillers	250–2 450/ kWth	5–20	IEA & RETD, 2007; REN21, 2008
<b>BIOFUELS (1<sup>ST</sup> GENERATION)</b>				
Ethanol	Feedstocks: sugar cane, sugar beets, corn, cassava, sorghum, wheat (and cellulose in the future)	0.3–0.6 billion per billion litres/ year of production capacity for ethanol	0.25–0.3/ litre gasoline equivalent (sugar); 0.4–0.5/ litre gasoline equivalent (corn)	REN21, 2008

Tabella 5. (continua) **Caratteristiche chiave e costi delle tecnologie delle energie rinnov-**

<b>Technology</b>	<b>Typical characteristics</b>	<b>Typical current investment costs<sup>1</sup> (USD/kW)</b>	<b>Typical current energy production costs<sup>2</sup> (USD/MWh)</b>	<b>References</b>
Biodiesel	Feedstocks: soy, oilseed rape, mustard seed, palm, jatropha, tallow or waste vegetable oils	0.6–0.8 billion per billion litres/ year of production capacity	0.4–0.8/ litre diesel equivalent	REN21, 2008
Mini-hydro	Plant capacity: 100–1 000 kW	500–1 200	50–100	REN21, 2008
Micro-hydro	Plant capacity: 1–100 kW	1 000–2 000	70–200	REN21, 2008
Pico-hydro	Plant capacity: 0.1–1 kW	n/a	200–400	REN21, 2008
Biomass gasifier	Size: 20–5 000 kW	n/a	80–120	REN21, 2008
Small wind turbine	Turbine size: 3–100 kW	3 000–5 000	150–250	REN21, 2008
Household wind turbine	Turbine size: 0.1–3 kW	2 000–3 500	150–350	REN21, 2008
Village-scale mini-grid	System size: 10–1 000 kW	n/a	250–1 000	REN21, 2008
Solar home system	System size: 20–100 W	n/a	400–600	REN21, 2008

Fonti: AIE (2008), AIE (2007), AIE (2006), REN21 (2008).

1. Usando un tasso di sconto del 10%. L'intervallo effettivo globale è più ampio a causa della variazione dei tassi di sconto, dei costi di investimento, dei costi operativi e di manutenzione, dei fattori di utilizzo e dei prezzi dei carburanti. L'eolico e il solare comprendono anche i costi di collegamento alla rete.

2. I costi attuali si riferiscono ai costi per il 2005 o il 2006. I costi non comprendono sovvenzioni o incentivi da politiche. In condizioni ottimali i costi possono ridursi, mentre in condizioni meno favorevoli possono aumentare sensibilmente. Il costo dei sistemi ibridi di generazione di energia da fonti rinnovabili non collegati in rete dipende in larga misura dalle dimensioni del sistema, dalla sua ubicazione e da elementi associati come generatori a gasolio di emergenza e accumulo in batteria.

3. Intervalli molto ampi a causa di scala dell'impianto, maturità della tecnologia, variabilità nei progetti di dettaglio, tipo e qualità delle materie prime da biomassa, disponibilità delle materie prime, variazioni regionali ecc. Il costo della fornitura di materie prime da biomassa può variare per paese e per regione in funzione di fattori quali le condizioni del terreno, il costo del lavoro e le rese dei raccolti. 4. Costi tipici di 20–40 UScent/kWh a basse latitudini con radiazione solare di 2.500 kWh/m<sup>2</sup>/anno, 30–50 UScent/kWh con

1.500 kWh/m<sup>2</sup>

5. Costi per impiantia collettori (parabolici) lineari 25. Il costo decresce con l'aumentare delle dimensioni dell'impianto. Gli impianti con accumulo di energia integrato presentano costi di investimento maggiori ma anche fattori di utilizzo più elevati. Questi fattori si compensano, per cui gli intervalli dei costi di generazione sono paragonabili per impianti con o senza accumulo di energia. 6. No infrastructure required which allows for lower costs per unit installed.

6. Non sono necessarie infrastrutture, il che consente costi inferiori per unità installata.

25. Impianto a collettori parabolici lineari: grandi specchi parabolici cilindrici concentrano la luce solare su una linea focale. Più collettoridi questo tipo in linea formano un campo solare. Per trasportare il calore a una turbina (convenzionale) a gas o a vapore si utilizzano sali fusi.

## Capitolo 3

# Efficacia ed efficienza delle politiche di sviluppo del mercato delle energie rinnovabili

### Messaggi chiave

- Ad oggi, solo un numero limitato di paesi ha attuato efficaci politiche di supporto alle tecnologie delle energie rinnovabili (RET), che hanno portato a un'accelerazione dello sviluppo di queste energie negli ultimi anni. I Paesi "OCSE-Ue", "altri Paesi membri dell'OCSE" e i "Paesi BRICS" mostrano differenze sostanziali nell'efficacia delle politiche applicate per sostenere le singole RET nei settori dell'elettricità, del riscaldamento e dei trasporti.
- Esiste un grande potenziale di miglioramento nella progettazione delle politiche nella maggior parte dei paesi, nonché un elevato potenziale realizzabile per tutte le RET in tutti i Paesi OCSE e BRICS analizzati. L'esperienza acquisita con una grande varietà di schemi di incentivo può essere efficacemente applicata, in funzione del tipo di tecnologia e del paese considerato.
- I Paesi membri OCSE-Ue, che complessivamente possono vantare una storia più lunga di politiche di supporto alle energie rinnovabili, figurano tra i paesi in cui l'efficacia delle politiche per tutte le tecnologie di generazione di elettricità da fonti rinnovabili è maggiore. Il quadro è più variato per le tecnologie più mature di generazione di elettricità da fonti rinnovabili (ad esempio l'idroelettrico) e per le tecnologie per riscaldamento e trasporti, dove anche alcuni altri Paesi OCSE e BRICS hanno implementato politiche relativamente efficaci.
- In termini di valutazione quantitativa, la soglia oltre la quale si parla di successo dipende dalla maturità della tecnologia in esame. Per le RET più mature, energia idroelettrica ed eolica, le politiche più efficaci sono quelle collegate a un indicatore di efficacia superiore al 7%. La condizione di RET moderatamente matura per l'elettricità da biogas è indicata da una soglia di efficacia inferiore, situata sopra il 3%. Le tecnologie meno mature, solare FV e acqua calda da solare termico, mostrano un'efficacia massima piuttosto ridotta, sopra lo 0,5%, perché il loro considerevole potenziale è ancora poco sfruttato.
- Ad oggi le barriere non economiche – come ostacoli amministrativi (tra cui ritardi e restrizioni nella programmazione, mancanza di coordinamento tra autorità diverse, lunghi tempi di attesa per le autorizzazioni), accesso alla rete, progettazione del mercato dell'elettricità, mancanza di informazioni e di addestramento, e accettazione sociale – hanno notevolmente ridotto l'efficacia delle politiche di supporto alle energie rinnovabili e provocato un incremento dei costi in molti paesi, indipendentemente dal tipo di schema di incentivi.
- In generale, l'efficacia e l'efficienza delle politiche per le energie rinnovabili sono determinate sia dal rispetto dei principi chiave per la progettazione delle politiche schematizzati nel seguito, sia dalla coerenza delle misure. La valutazione dell'efficacia dell'implementazione delle energie rinnovabili deve prendere in esame l'intera struttura delle politiche in cui sono inseriti gli schemi di incentivi, piuttosto che focalizzarsi su quale sia lo specifico schema di incentivi che dà i migliori risultati.

- La progettazione delle politiche per le energie rinnovabili dovrebbe rispettare cinque principi fondamentali:
  - La rimozione delle barriere non economiche e l'intervento sui problemi di accettazione sociale, nell'ottica del loro superamento, al fine di migliorare il funzionamento del mercato e delle politiche;
  - L'esigenza di un modello di supporto affidabile e trasparente, per attrarre gli investimenti;
  - L'introduzione di incentivi di transizione, decrescenti nel tempo, per promuovere e monitorare l'innovazione tecnologica e portare velocemente le tecnologie alla competitività sul mercato;
  - Lo sviluppo e l'implementazione di incentivi idonei che garantiscano uno specifico livello di supporto a tecnologie diverse, basandosi sul loro livello di maturità tecnologica, al fine di sfruttare nel tempo il notevole potenziale dell'ampio ventaglio di tecnologie delle energie rinnovabili; e
  - La dovuta considerazione sull'impatto della penetrazione su vasta scala delle tecnologie per la produzione di energie rinnovabili sul sistema energetico globale, in particolare nei mercati energetici liberalizzati, con la dovuta attenzione all'efficacia dei costi e all'affidabilità del sistema.

## Presentazione generale

Questo capitolo prende in esame l'efficacia e l'efficienza delle politiche di sviluppo messe in atto a supporto delle seguenti tecnologie delle energie rinnovabili (RET): eolico on-shore, biomassa, biogas, energia geotermica, solare FV ed energia idroelettrica per il settore dell'elettricità; calore da biomassa, calore geotermico e solare termico nel settore del riscaldamento; infine etanolo e biodiesel nel settore dei trasporti. In effetti, ciò significa che l'analisi quantitativa di efficacia ed efficienza prende in esame RET più mature, che hanno già superato la fase della dimostrazione e mostrano uno sviluppo significativo che può essere messo in relazione con le politiche adottate. Pertanto, le tecnologie che al momento risultano meno mature, quali l'eolico offshore, i sistemi geotermici avanzati (EGS), l'energia prodotta dalle maree e dal moto ondoso, non sono contemplate in questo capitolo.

L'analisi quantitativa dell'efficacia e dell'efficienza si concentra sui mercati e sulle politiche per le energie rinnovabili nel periodo dal 2000 al 2005, illustrando le esperienze di sviluppo in questo lasso di tempo, ma mette a fuoco anche le tendenze più recenti nel 2004/5. Dato il periodo in cui sono state raccolte statistiche di mercato verificate (2000-2005),<sup>26</sup> non è stato possibile valutare quantitativamente l'efficacia e l'efficienza di importanti politiche di sviluppo delle energie rinnovabili introdotte dopo il 2005, specialmente nei Paesi OCSE-Ue. Tuttavia politiche implementate di recente vengono menzionate quando questo sia importante al fine di indicare possibili sviluppi futuri del mercato (ed es. Per lo scopo di questa valutazione, i 35 paesi analizzati vengono raggruppati in regioni come segue: i) Paesi OCSE che sono anche membri dell'Unione Europea (OCSE-Ue), ii) altri Paesi OCSE (Altri OCSE), and iii) Brasile, Russia, India, Cina, Sudafrica (BRICS).

---

<sup>26</sup> Si veda anche il Box 1.

## Box 1. Metodo di raccolta dei dati

L'analisi dell'efficacia e dell'efficienza si è basata su due principali categorie di fonti dei dati sui mercati e sulle politiche per le energie rinnovabili.

**Paesi OCSE: l'AIE ha utilizzato perlopiù dati verificati sulle politiche disponibili nel Global Renewable Energy Policies and Measures Database AIE/JREC, che viene costantemente aggiornato e rivisto da esperti governativi (AIE, 2008b). I dati di mercato sono stati ricavati principalmente da statistiche ufficiali AIE (AIE, 2007c; AIE, 2007b). Quando le statistiche AIE presentavano incongruenze, queste sono state eliminate con l'aiuto di informazioni specialistiche provenienti dai Technology Agreements AIE per le energie rinnovabili (la struttura di collaborazione dell'AIE sulle tecnologie energetiche che consente ai governi interessati, sia di Paesi membri dell'AIE sia di Paesi non membri, o ad altre organizzazioni, di mettere in comune le risorse e di promuovere la ricerca, lo sviluppo di particolari tecnologie). Fonti diverse da quelle delle statistiche ufficiali AIE sono esplicitamente citate.**

**BRICS: per favorire la raccolta dei dati per l'analisi sui mercati e le politiche per le energie rinnovabili in Brasile, Cina, India, Russia e Sudafrica (BRICS), l'incarico è stato affidato a consulenti esperti di questi paesi. Tali dati statistici sono stati integrati da dati sui mercati e sulle politiche ricavati dagli attinenti Accordi di Attuazione AIE.**

Tutte le informazioni aggiuntive verificate sulle politiche e sulle misure, usate per questa valutazione, sono state inserite nel Global Renewable Energy Policies and Measures Database AIE/JREC (AIE, 2006).

Le tendenze nei mercati e nelle politiche per le energie rinnovabili illustrate in questa analisi sono esposte in maggior dettaglio nei profili dedicati ai singoli Paesi OCSE e BRICS, raccolti nell'Allegato 1 sul CD-ROM in dotazione. I lettori che desiderino approfondire la conoscenza delle caratteristiche tecniche delle RET esaminate possono contare su un'ampia letteratura, tra cui le pubblicazioni AIE, (ad esempio Renewable Energy: RD&D Priorities)<sup>27</sup> nonché sui rapporti degli esperti degli Accordi di Attuazione AIE per le energie rinnovabili.<sup>28</sup>

### ***Misurazione dell'efficacia e dell'efficienza delle politiche***

Il rendimento di una politica di sviluppo sul mercato può essere valutato mediante il suo impatto su una varietà di parametri, ad esempio potenza installata, produzione di energia, riduzione dei costi e dei prezzi, apprendimento tecnologico, effetti industriali quali capacità produttiva interna ed effetti correlati sull'occupazione, e accettazione pubblica (Sawin, 2006). Tuttavia, i due fattori fondamentali spesso citati come misura del successo di una politica sono l'impatto sulla crescita di mercato della relativa RET (o efficacia della politica) e il corrispondente costo del sostegno alla politica (o economicità). Gli indicatori quantitativi forniscono uno strumento idoneo per valutare in modo affidabile entrambi i criteri.

27. AIE, 2006

28. Le attività di ricerca ad ampio raggio dei dieci Technology Agreements (anche chiamati Implementing Agreements) dell'AIE che si focalizzano rispettivamente su una specifica RET e sull'implementazione sul mercato, sono riassunte sul seguente sito web: <http://www.iea.org/Textbase/techno/technologies/renew.asp>.



Questo studio ha come obiettivo la misurazione dell'efficacia delle politiche di promozione delle energie rinnovabili, mediate rispettivamente sul periodo dal 2000 al 2005 e sugli anni 2004/5, applicando un indicatore di efficacia della politica quantitativo. Questo indicatore si ottiene dividendo lo sviluppo supplementare dell'energia rinnovabile raggiunta in un dato anno per il rimanente "potenziale realizzabile" a medio termine, stimato fino al 2020 per il paese in esame. Il fondamento logico su cui si basa questo indicatore di efficacia è che permette di confrontare senza distorsioni paesi di dimensioni diverse, punti di partenza in termini di sviluppo delle energie rinnovabili e livelli di ambizione per le politiche e gli obiettivi relativi, tenendo conto delle risorse disponibili in quanto a energie rinnovabili.

Il potenziale realizzabile viene stimato sulla base di una visione a lungo termine del potenziale tecnico, tarato in modo tale da tener conto degli inevitabili vincoli a medio termine sul tasso di cambiamento, quali i tassi massimi di crescita del mercato e i vincoli di pianificazione. I potenziali realizzabili a medio termine per ciascuna RET vengono dedotti in base alle risorse di ciascun paese, tenendo conto anche dello sviluppo tecnologico.

Viene stimato anche il costo degli incentivi per ciascuna tecnologia delle energie rinnovabili in tutti i Paesi OCSE e BRICS. I diversi tipi di incentivi presentano caratteristiche variabili nel tempo – a seconda che siano ad esempio in relazione ai costi dell'investimento iniziale, o ai risultati di gestione. La remunerazione per ciascuna tecnologia in ciascun paese è espressa come rendimento egualmente suddiviso su un periodo di 20 anni. Questo rapporto non analizza l'economicità dei sistemi delle energie rinnovabili in relazione ad altre tecnologie di abbattimento del carbonio.

Tabella 1. Panoramica degli indicatori alternativi di efficacia della politica

Indicator	Formula	Advantage	Disadvantage
Average annual growth rate	$g_n^i = \left( \frac{G_n^i}{G_{n-1}^i} \right)^{\frac{1}{j}} - 1$	Based on empirical values	No consideration of country-specific background
Absolute annual growth	$a_n^i = \frac{G_n^i - G_{n-1}^i}{n}$	Based on empirical values	No consideration of country-specific background
Effectiveness indicator	$E_n^i = \frac{G_n^i - G_{n-1}^i}{\Delta DPOT_n^i} = \frac{G_n^i - G_{n-1}^i}{POT_{2020}^i - G_{n-1}^i}$	Consideration of country specific background	Difficulties in the identification of additional mid-term potential

$a_n^i$  : Tasso di crescita annuale assoluto.

$g_n^i$  : Tasso di crescita annuale medio

$E_n^i$  : Indicatore di efficacia per la tecnologia RES i per l'anno n.

$G_n^i$  : Generazione di elettricità mediante la tecnologia RES i per l'anno n.

$POTSUP_i$  : Potenziale supplementare di generazione della tecnologia RES i nell'anno n fino al 2020.

$POT_i$  : Potenziale totale di generazione della tecnologia RES i fino al 2020..

Fonte: AIE; Ragwitz & Held (2007b).

### Indicatore di efficacia della politica

Per misurare l'efficacia delle politiche a supporto delle energie rinnovabili si possono usare diversi indicatori. Ciascuno di essi presenta vantaggi e svantaggi (Tabella 1).

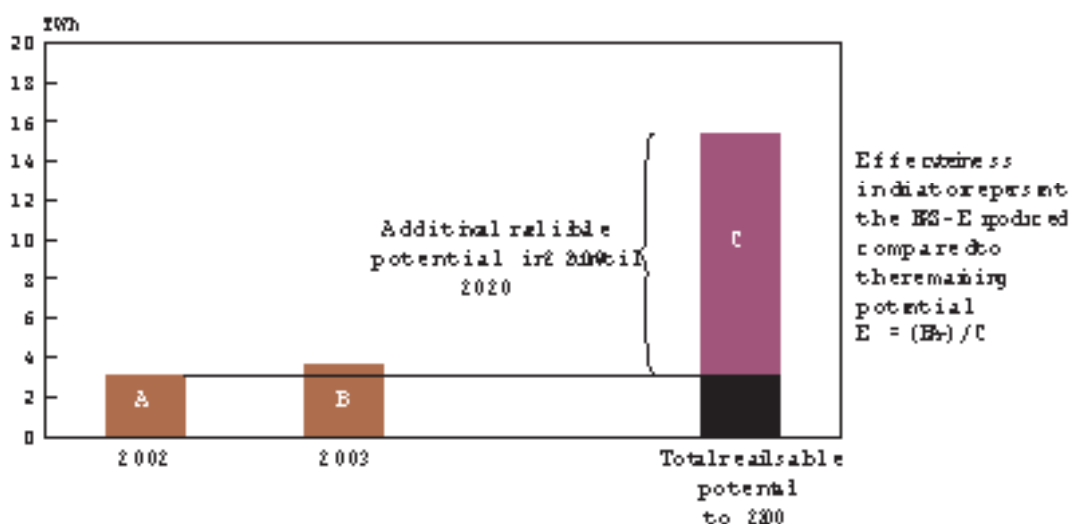
Un primo possibile approccio<sup>29</sup> consiste nel determinare in che misura un obiettivo predefinito, fissato a Il vantaggio è che così si valuta la coerenza degli obiettivi e delle politiche all'interno di ciascun paese. Tuttavia un confronto tra paesi diversi risulta difficile, perché l'indicatore è distorto a favore dei paesi meno ambiziosi: obiettivi meno ambiziosi possono essere raggiunti con sforzi minori in termini di generazione supplementare effettiva di energia rinnovabile.

Una seconda possibilità è quella di considerare la potenza, o la generazione, supplementare effettiva in un dato periodo, cioè la crescita assoluta. Questo indicatore rappresenta ovviamente una misura migliore degli sforzi a favore delle energie rinnovabili in termini assoluti. Tuttavia non tiene conto delle dimensioni del paese e risulta distorto a favore dei paesi più grandi.

Di contro un terzo possibile indicatore, cioè il tasso di crescita annuale, favorisce sistematicamente i paesi piccoli, e più in generale quei paesi che partono da uno scarso livello di sviluppo delle energie rinnovabili.

A better solution seems to put in relation the annual additional growth with the actual renewable energy potential in a given country. Il corrispondente "indicatore di efficacia" (Tabella 1) è espresso in percentuale del restante potenziale realizzabile supplementare a medio termine per la produzione di energia rinnovabile. Esso consente di fare confronti privi di distorsioni tra paesi di diverse dimensioni, punti di partenza nello sviluppo delle energie rinnovabili e livelli di ambizione per quanto riguarda le politiche e gli obiettivi per le energie rinnovabili.

Dato che l'indicatore di efficacia riflette la crescita assoluta del mercato in relazione alle Figura 1. Esempio di indicatore di efficacia per un RET specifico



Fonte: AIE; Ragwitz & Held (2007b).

opportunità specifiche per ciascun paese e ciascuna tecnologia, diventa possibile confrontare gli strumenti di supporto.

29. Tale approccio non è elencato nella Tabella n° 1.

Un grande numero di progetti di ricerca dell'Unione europea hanno utilizzato questo indicatore per valutare l'efficacia di politiche di energie rinnovabili in Europa (ad es. Ragwitz et al., 2007c; Resch). Gli ultimi risultati disponibili sono stati inseriti nella valutazione di impatto contenuta nel recente pacchetto di proposte relative alla Direttiva sulle fonti energetiche rinnovabili (Commissione Europea, 2008). Essi si fondano sul calcolo delle potenzialità nazionali a medio termine attuabili di energia rinnovabile calcolate facendo uso del modello Green-X (Huber et al., 2004; Ragwitz et al., 2005).

Questo rapporto si serve della stessa metodologia, allargando l'analisi a tutti i Paesi dell'OCSE nonché a quelli dell'area BRICS.

La figura 1 mostra, a titolo di esempio, il calcolo dell'indicatore di efficacia per un RET specifico riferito a un determinato paese in un anno ben definito.

### ***Efficienza del livello di remunerazione***

Il livello di sostegno finanziario liquidato al produttore di energia rinnovabile rappresenta una caratteristica essenziale del sostegno alla politica di energia rinnovabile e influisce in modo significativo sull'efficacia di tale politica nonché sui costi di tale sostegno.

I livelli di sostegno devono essere sufficienti per stimolare la capacità di crescita dei RET offrendo un prevedibile livello di redditività a potenziali investitori evitando tuttavia profitti a pioggia quale conseguenza di livelli di sostegno eccedenti i bisogni reali del RET. Un confronto tra i livelli di sostegno aiuterà ad identificare le migliori pratiche di attuazione che hanno mostrato di avere un maggiore successo nell'incoraggiamento del mercato a fronte di bassi costi.

However, this analysis does not compare actual support levels because of gaps in generation cost data at a disaggregated level for all countries assessed.<sup>30</sup> Therefore, the remuneration level over the whole lifetime of a renewable energy plant is used as an indicative proxy for support levels. I livelli di remunerazione includono la somma del prezzo dell'energia all'ingrosso sommata ad ogni premio e/o incentivo ricevuti per ciascuna unità di energia rinnovabile prodotta.

L'analisi dell'efficienza del livello di remunerazione è limitata alle tecnologie che consentono la produzione di energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili (FER-E) in mancanza di dati esaurienti relativamente ai prezzi per combustibili da riscaldamento e per autotrazione, specialmente in paesi non appartenenti all'OCSE.

Al fine di rendere confrontabile il livello di remunerazione, vengono generate serie temporali relative rispettivamente ai pagamenti di sostegno attesi e ai prezzi per l'energia elettrica nonché al valore netto attuale<sup>31</sup> calcolato. Il valore netto attuale viene convertito nel livello di remunerazione annualizzato come mostrato nel Box n° 2.

I livelli di remunerazione normalizzata vengono calcolati annualizzando i livelli di remunerazione del 2005 in base allo/agli schema/i di incentivazione più attinente/i per ciascuna tecnologia in ogni paese nel corso di un normale periodo di 20 anni, facendo uso

30. Ciò potrebbe influire sulla comparabilità dei dati, in quanto i costi di generazione potrebbero variare in modo significativo da paese a paese.

31. Il valore netto attuale rappresenta il valore aggregato dei pagamenti di sostegno in ogni anno futuro scontato al presente.

Riquadro 2. Calcolo del livello di remunerazione annualizzato per FER-E

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{\text{Remuneration level}_t}{(1+i)^t}$$

$$A = \frac{i}{(1 - (1+i)^{-n})} * NPV$$

$NPV$  → Valore netto attuale

$A$  → Livello di remunerazione annualizzato

$i$  → tasso di interesse

$t$  → anno

$n$  → Tempo di reintegrazione del capitale investito

Origine: AIE; Ragwitz & Held (2007b).

di un tasso di sconto del 6,5%. Ciò rappresenta il valore netto attuale dei pagamenti di sostegno complessivi scontati in ciascun paese per ogni tecnologia.

Nel caso di un sistema caratterizzato dall'obbligo di quote con certificati verdi negoziabili (TGC), si suppone che il livello di remunerazione sia composto dal prezzo della produzione convenzionale di energia elettrica e del valore medio del certificato verde negoziabile. Si suppone che gli elementi delle serie temporali restino costanti durante il tempo in cui è consentita la negoziazione del certificato. Per sistemi di tariffa in conto energia (FIT), la remunerazione totale è equivalente all'incentivo fisso pagato al produttore di FER-E (vedi anche la sezione sottostante relativa agli strumenti di mercato fondati sul prezzo). Qualora la durata del sostegno FIT fosse differente dal periodo di riferimento di 20 anni, la remunerazione complessiva verrà annualizzata in modo corrispondente. Non vengono considerate possibili digressioni tariffarie implementate nei programmi FIT.

Il vantaggio dell'indicatore presentato è che esso permette una visione globale della remunerazione finanziaria offerta da uno specifico schema di incentivi lungo l'intera vita operativa di un impianto FER-E. Nondimeno, la comparazione di livelli di remunerazione quali calcolati in questa pubblicazione serve solamente lo scopo di indicare gli attuali livelli di remunerazione. 32

### ***Panoramica degli schemi di sostegno***

I governi adottano un'ampia gamma di strumenti fondati sul mercato per fornire sussidi all'elettricità derivata da fonti energetiche rinnovabili. Essi possono essere suddivisi in due categorie: sostegno agli investimenti (sovvenzioni in conto capitale, esenzione da imposte o

32. Per motivi di semplicità, il confronto viene fatto su un livello aggregato per categoria tecnologica, mentre le tariffe all'interno di una categoria tecnologica potrebbero differenziarsi in modo significativo. Inoltre la complessità delle combinazioni di schema di sostegno in alcuni paesi complica l'esatto calcolo dell'indicatore..

riduzioni sull'acquisto di beni) e sostegno operativo (sovvenzioni ai prezzi, certificati verdi, schemi di gara ed esenzioni o riduzioni di imposte sulla produzione di energia elettrica).

In termini complessivi, il sostegno operativo - sostegno per unità di energia elettrica prodotta - per energia elettrica da fonti energetiche rinnovabile è più significativo rispetto al sostegno agli investimenti. Gli incentivi alla produzione forniscono il risultato desiderato, cioè la generazione di energia, mentre incentivi di tipo fiscale possono giocare un ruolo importante durante la fase iniziale dell'introduzione sul mercato, quando i fondi necessari sono ancora limitati.

Gli strumenti che forniscono un sostegno operativo possono essere suddivisi in strumenti che stabiliscono una quantità di energia elettrica da fonte energetica rinnovabile da essere prodotta e in strumenti che fissano un prezzo che deve essere pagato per l'energia elettrica da fonte energetica rinnovabile. La teoria economica ha mostrato che in condizioni ideali gli strumenti fondati sulla quantità e quelli fondati sul prezzo hanno la stessa efficacia economica.

### *Strumenti di mercato fondati sulla quantità*

Per obbligo di osservare quote i governi hanno inteso fissare un target preciso con riferimento alle fonti energetiche rinnovabili e impongono a produttori, fornitori o consumatori un obbligo corrispondente affinché traggano una certa percentuale della loro energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili. Tale obbligo viene in genere reso più abbordabile dall'utilizzo di certificati verdi negoziabili (TGC). Secondo tale schema, una parte che sottoscriva tale obbligo e che non riesca a rispettarlo deve pagare una sanzione. Ciò rappresenta un incentivo a investire direttamente in nuovi impianti di energia rinnovabile o ad acquistare certificati verdi da altri produttori o fornitori. I certificati vengono da ultimo utilizzati per comprovare l'osservanza dell'obbligo sottoscritto. Il prezzo del certificato viene stabilito sul mercato, ma dipende in larga misura da diversi fattori, ivi inclusi il livello di quota target, l'ammontare e la ripartizione della sanzione e la durata dell'obbligo. I sistemi con TGC caratterizzati da obblighi di quota sono in genere meccanismi di supporto tecnologicamente neutrali e hanno lo scopo di promuovere le opzioni tecnologiche maggiormente efficaci dal punto di vista dei costi. Tuttavia un sostegno collegato ad uno specifico tipo di tecnologia può essere ugualmente fornito attraverso quote (fasce) separate per tecnologia, durata diversa del sostegno o valore del certificato (più o meno di uno per MWh).

In sistemi ad appalto, viene annunciato un appalto per la fornitura di una determinata quantità di energia elettrica da un certo tipo di fonte di energia, e l'offerente deve assicurare che venga accettata l'offerta più a buon mercato. La Danimarca ha recentemente deciso di utilizzare il sistema degli appalti per lo sviluppo di progetti di eolico offshore.

### *Strumenti di mercato fondati sul prezzo*

Tariffe e premi in conto energia (FIT e FIP) sono assicurati a idonei operatori nazionali di impianti di energia elettrica proveniente da fonti energetiche rinnovabili per l'elettricità che essi alimentano nella rete. Tali strumenti sono di carattere preferenziale, specifici dal punto di vista tecnologico e regolati a livello governativo. I FIT prendono la forma di un prezzo complessivo per unità di energia elettrica pagata ai produttori, mentre i premi (bonus) rappresentano un supplemento al prezzo

di mercato dell'energia elettrica. Un'importante differenza tra il pagamento FIT e quello del premio è che quest'ultimo introduce una competizione tra produttori nel mercato dell'energia elettrica.

### *Incentivi fiscali*

**Incentivi fiscali quali esenzioni o riduzioni delle imposte, vengono generalmente utilizzati quali strumenti di sostegno supplementari. I produttori di elettricità derivante da fonti energetiche rinnovabili vengono esentati da certe imposte (ad es. le tasse sulle emissioni di carbonio), e ciò al fine di compensarli per la concorrenza sleale che devono affrontare a motivo di costi esterni nel settore dell'energia convenzionale. L'efficacia di tali incentivi fiscali dipende dall'aliquota di imposta applicabile. Nei Paesi nordici appartenenti all'OCSE queste esenzioni di imposta possono essere sufficienti per stimolare l'utilizzo di elettricità da fonti energetiche rinnovabili; in countries with lower energy tax rates, they need to be accompanied by other measures.**

**I sussidi agli investimenti riducono i costi del capitale e appartengono quindi alla categoria di meccanismo basato sul prezzo.**

## **Evoluzione degli schemi di supporto nei Paesi OCSE e BRICS**

La Tabella 2 illustra la progressione degli strumenti di attuazione per promuovere la realizzazione di energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili (FER-E) introdotti nei Paesi appartenenti all'OCSE e in Brasile, Russia, India, Cina e Sudafrica a partire dalla data di avvio dell'analisi fino a oggi.

Alla fine del 2005, 20 paesi applicavano sistemi FIT, 10 paesi avevano adottato sistemi caratterizzati da obbligo di quota con TGC, sei paesi avevano introdotto sistemi di gare mentre 15 paesi adottavano altri sistemi. Alcuni paesi applicavano una varietà di schemi di incentivi a seconda della tecnologia, ad es. Australia, Brasile, Canada, Cina, Francia, India, Italia, Corea, Paesi Bassi, Norvegia, Polonia nonché Slovacchia, Svizzera, e Stati Uniti. Nel periodo successivo al 2005, cambiamenti di notevole portata nei principali schemi di incentivazione hanno avuto luogo solamente in Cina, Francia, Irlanda, Italia, Paesi Bassi, Nuova Zelanda e Slovacchia.

## **Situazione attuale e obiettivi per le energie rinnovabili nei Paesi OCSE e BRICS.**

La Tabella 3 riassume gli scopi di attuazione stabiliti dai Paesi dell'OCSE e da Brasile, Russia, India, Cina e Sudafrica per la diffusione delle fonti energetiche rinnovabili nei settori dell'energia elettrica (FER-E), del riscaldamento (RES-H) e dell'autotrazione (RES-T). Essa confronta i target fissati con la penetrazione del mercato del 2005 nei rispettivi settori.

## **Analisi di efficacia della politica RE ed efficienza della rimuner-**

Tabella 2. Evoluzione dei principali meccanismi di supporto alle politiche RES-E da gennaio 2000 a dicembre 2007 (OCSE e BRICS)

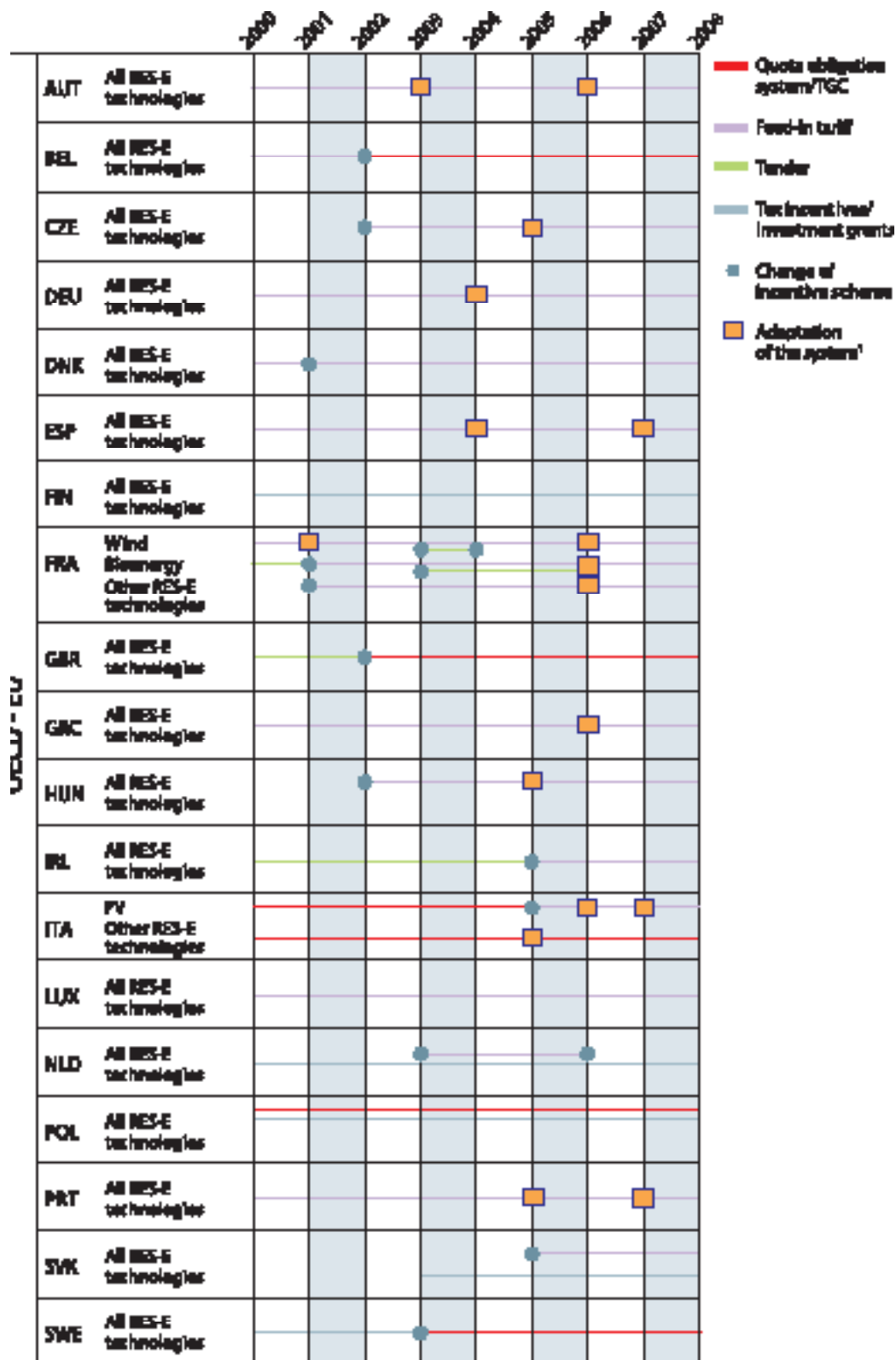
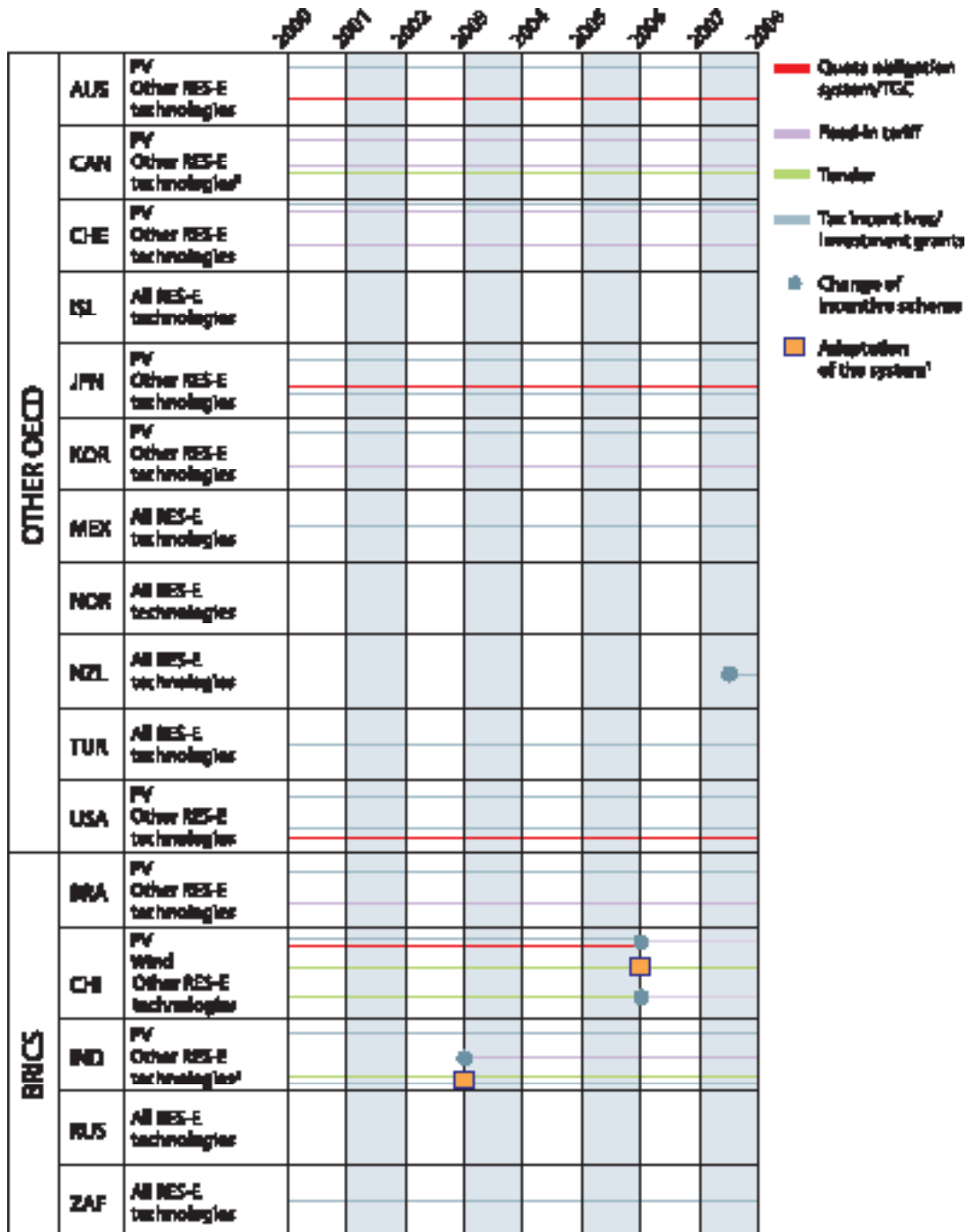


Tabella 2. Evoluzione dei principali meccanismi di supporto alle politiche RES-E da gennaio 2000 a dicembre 2007 (OCSE e BRICS)



<sup>1</sup> La data di implementazione dell'adattamento del sistema rappresenta il parametro applicabile. La posizione del quadrato indica che l'adattamento del sistema è stato implementato nel corso dell'anno successivo.

<sup>2</sup> Premio FIT per altre tecnologie FER-E, FIT per PV.

<sup>3</sup> Successivamente all'introduzione della Legge sull'energia elettrica nel 2003, i governi degli stati iniziarono ad introdurre FIT per alcune tecnologie FER-E e La data di attuazione delle nuove politiche è stata differente da stato a stato, e può essere considerata un processo in corso.

Origine: AIE; Ragwitz et al. (2008).



Tabella 3. Mercati delle energie rinnovabili nel 2005 e obiettivi vincolanti e volontari

delle politiche governative (OCSE e BRICS).

Country	Renewable electricity generation (GWh) in 2005	Share of RE in total electricity generation in 2005 (%)	RES-E targets	Renewable heat production (TJ) <sup>1</sup>	Share of RE heat production in total heat production (%)	RES-H targets
AUT	39 357	62.5%	78% by 2010	18 083	29.4%	
BEL	2 106	2.5%	6.0% by 2010	1 601	7.1%	
CZE	3 133	3.8%	8.0% by 2010	3 954	2.8%	
DEU	61 625	10.1%	12.5% by 2010; 20% by 2020 (M)	51 787	4.0%	
DNK	10 216	28.2%	29% by 2010	40 244	31.5%	
ESP	43 490	15.0%	29.4% by 2010; 500 MW solar power by 2010	2 894	100.0%	
FIN	23 448	33.2%	31.5% by 2010	34 799	21.3%	
FRA	56 658	9.9%	21% by 2010	19 569	10.1%	50% increase from 2004 until 2010 in heat from RES
GBR	16 919	4.3%	10% by 2010; 15.4% by 2016 (M)	1 262	2.2%	> 10 000 MW <sub>e</sub> of installed combined heat and power (CHP) capacity by 2010 w/ > 15% of government buildings using CHP
GRC	6 406	10.8%	20.1% by 2010	4 270	67.6%	
HUN	1 870	5.2%	3.6% by 2010	4 521	6.7%	
IRL	1 873	7.3%	13.2% by 2010	21	100.0%	
ITA	45 979	15.6%	25% by 2010; 3 GW of solar PV by 2016	17 738	8.7%	
LUX	214	6.4%	5.7% by 2010	161	6.3%	
NLD	7 465	7.4%	9.0% by 2010	5 604	3.3%	
POL	3 846	2.5%	7.5% by 2010	4 085	1.2%	
PRT	8 260	17.9%	45% by 2010	981	6.7%	
SVK	4 676	14.9%	31% by 2010	2 113	4.0%	
SWE	81 230	51.3%	60% by 2010	105 116	58.0%	
AUS	18 608	7.4%	9.5 TWh of electricity annually by 2010 (RPS)	2 622	100.0%	
CAN	374 080	59.6%	3.5% to 15% of electricity in 4 provinces (RPS); other types of targets in 6 provinces	6	0.0%	
CHE	32 276	55.9%		11 497	47.7%	
ISL	8 681	99.9%		30 294	98.1%	
JPN <sup>2</sup>	99 146	9.1%	1.63% by 2014; biomass power generation & waste power generation in the amount of 5 860 000 kl, as converted to crude oil, by 2010 (V)	38 977	65.9%	Biomass thermal utilization in the amount of 3 080 000 kl (this amount includes biomass-derived fuel – 500 000 kl – for transportation), as converted to crude oil, by 2010 (V)
KOR	4 052	1.0%	7% by 2010; 1.3 GW of grid-connected solar PV by 2011, including 100,000 solar homes	7 075	3.6%	

Renewable road transport fuel consumption (TJ)	Share of RE road transport fuel in total road transport fuel consumption (%)	Existing biofuels policies and biofuel targets	Other renewable energy targets
1 793	0.6%		
0	0.0%		
111	0.0%		
81 302	3.7%	E2 and B4.4 by 2007; B5.75 by 2010; 6.75% of all transport fuels for 2010; 6.75% of all transport fuels for 2010 which is set to rise to 8% by 2015; 10% by 2020 (M = EU target)	
0	0.0%		
10 846	0,8%		
0	0.0%		
17 729	1.0%	5.75% by 2008, 7% by 2010,10% by 2015 (V); 10% by 2020 (M=EU target)	
3 376	0.2%	E2.5/B2.5 by 2008; E5/B5 by 2010; 10% of all transport fuels by 2020 (M =EU target)	
0	0.0%		
214	0.1%		
0	0.0%		
7 369	0.4%	E1 and B1; 5.75% of all transport fuels by 2010 (M); 10% by 2020 (M =EU target)	
37	0.0%		
0	0.0%		
1 973	0.4%		
0	0.0%		
439	0.6%		
6 300	2.0%		
456	0.0%	E2 in New South Wales, increasing to E10 by 2011; E5 in Queensland by 2010	
7 128	0.4%	E5 by 2010 and B2 by 2012; E7.5 in Saskatchewan and Manitoba; E5 by 2007 in Ontario	
262	0.1%		3.5 TWh from electricity and heat by 2010
0	0.0%		
0	0.0%	500 000 kl, as converted to crude oil, by 2010 (V)	
442	0.0%		

Tabella 3. Mercati delle energie rinnovabili nel 2005 e obiettivi vincolanti e volontari delle politiche governative (OCSE e BRICS).

Country	Renewable electricity generation (GWh) in 2005	Share of RE in total electricity generation in 2005 (%)	RES-E targets	Renewable heat production (TJ) <sup>1</sup>	Share of RE heat production in total heat production (%)	RES-H targets
MEX	37 675	16.0%	> 1 GW added by 2006; 4 GW added by 2014	3 069	100.0%	Targets under consideration
NOR	136 638	99.5%		4 052	31.5%	
NZL	27 619	64.3%	90% by 2025	9 900	95.1%	
TUR	39 748	24.5%	2% of electricity from wind by 2010	54 863	60.6%	
USA	364 678	8.5%	5% to 30% (typical) on electricity in 25 states and DC (RPS)	100 424	29.8%	
BRA	351 911	87.3%	3.3 GW added by 2006 from wind, biomass, small hydro	0	0.0%	
CHN	399 521	16.0%	190 GW hydro, 5 GW wind, 5.5 GW biomass, 300 MW PV, 150 million m <sup>2</sup> SWH by 2010 300 GW hydro, 30 GW wind, 30 GW biomass, 1.8 GW PV, 300 million m <sup>2</sup> SWH by 2020	12 645	0.6%	
IND	108 076	15.5%	10% of added electric power capacity during 2003–2012 (expected 10 GW); 10.5 GW total wind power existing by 2012	0	0.0%	
RUS	173 135	18.2%	considering 7% by 2020	43 767	0.7%	
ZAF	3 026	1.2%	4% by 2013 (V)	0	0,0%	
<b>WORLD</b>	<b>3 271 626</b>	<b>17.9%</b>		<b>707 355</b>	<b>5.2%</b>	

NB: questa Tabella non ha la pretesa di completezza.

M: obbligatoria; V: volontaria; SWH: riscaldamento dell'acqua con energia solare.

<sup>1</sup>La produzione di calore da fonte energetica rinnovabile (RES-H) include i) la produzione di RES-H venduta commercialmente e, per i Paesi OCSE, laddove ap

<sup>2</sup>Target non includono grandi centrali idroelettriche.

Fonte: REN21 (2008); GBEP (2007); AIE (2008b).

Renewable road transport fuel consumption (TJ)	Share of RE road transport fuel in total road transport fuel consumption (%)	Existing biofuels policies and biofuel targets	Other renewable energy targets
0	0.0%	B20 by 2011/2012	
0	0.0%		7 TWh from heat and wind by 2010
0	0.0%		30 PJ of added capacity (inc. heat and transport fuels) by 2012
0	0.0%		
337 920	1.5%	Nationally, 130 billion liters/year by 2022 (36 billion gallons); E10 in Hawaii, Missouri, and Montana; E20 in Minnesota; B5 in New Mexico by 2012; B2 in Washington State; New York; California; Pennsylvania 3.8 billion liters/year (1 billion gallons) biofuels by 2017	
288 933	14.2%	E22 to E25 existing (slight variation over time); B2 by 2008 and B5 by 2013	
0	0.0%	E10 in 9 provinces, 15% of transport fuels by 2020	10% of TPES by 2010 16% of TPES by 2020
4 314	0.3%	E10 in 13 states/territories; a 5% blending mandate for ethanol will be established before end of 2007, and Planning Commission proposed to raise mandate to 10%. Regarding biodiesel, Committee for the Development of Biofuels has decided 20% of diesel consumption as blending target for 2011/2012	
0	0.0%		
0	0.0%	E8-E10 and B2-B2 (proposed)	10 TWh added final energy by 2013
<b>774 100</b>	<b>1.2%</b>		

applicabile, ii) il suo uso diretto Vedi Tabelle 2 e 3 nel Capitolo 1.

## azione: tecnologie FER-E

Prima di affrontare la discussione circa le misure di attuazione, la loro efficienza ed efficacia, è importante aggiungere l'avvertenza che la semplice scelta del meccanismo di sostegno non rappresenta l'unica fattore per lo sviluppo di tecnologie delle energie rinnovabili (RETs).

In molti luoghi continua a sussistere un grande numero di barriere di carattere non economico. Ostacoli di tipo amministrativo possono determinare lunghi tempi di attesa. Ritardi e restrizioni di programmazione, mancanza di coordinazione tra differenti autorità, ritardi nelle autorizzazioni possono mettere a rischio il successo del processo di sviluppo. L'accesso alla rete e la struttura del mercato dell'energia elettrica può impedire la fornitura di energia elettrica e minare il valore delle variabili tecnologie di energia rinnovabili, quali quelle del moto ondoso, delle maree, del vento e del sole. L'inadeguatezza di informazioni e di opportunità di formazione, nonché la mancanza di accettazione sociale, possono rappresentare significativi impatti negativi. Un grande numero di ricercatori hanno fornito esempi illustrative di barriere di tipo non economico nei 25 Paesi dell'Unione europea per RET e per paese, nonché come percepiti dai diretti interessati, (Coenraads et al., 2006; Sawin, 2006; Edge, 2006).

Lezioni seguenti discuteranno l'efficacia e l'efficienza della politica di sostegno con riferimento alle singole tecnologie. L'analisi si concentra sui Paesi dell'OCSE nonché su Brasile, Russia, India, Cina e Sudafrica. I dati affidabili più recenti risalgono al 2005. È tuttavia necessario notare che è probabile che successivamente a tale data siano avvenuti mutamenti significativi.

### *Eolico on-shore*

#### *Scoperte principali*

- La presenza di barriere non economiche, quali ostacoli di tipo amministrativo (ivi inclusi ritardi e restrizioni nella programmazione, mancanza di coordinamento tra differenti autorità, ritardi nelle autorizzazioni), l'accesso alla rete, la struttura del mercato dell'energia elettrica, l'inadeguatezza di informazione e delle opportunità di formazione nonché di accettazione sociale, possono rappresentare significativi impatti negativi sull'efficacia delle politiche di sviluppo dell'energia eolica, indipendentemente dal tipo di schema di incentivo adottato.
- Per stimolare l'impiego di energia eolica<sup>33</sup> si rende indispensabile un livello minimo di remunerazione. Until 2005, none of the countries that provide overall levels of remunerazione inferiori a 0,07 dollari per kWh<sup>34</sup> ha ottenuto un grado significativo di efficacia di impiego.
- I paesi che esibiscono il maggior grado di efficacia (Germania, Spagna,<sup>35</sup> Danimarca e, più recentemente, Portogallo) hanno adottato tariffe in conto energia (FIT) per promuovere lo sviluppo dell'energia eolica. Il successo segnato da questi paesi nello sviluppo dell'eolico on-shore deriva sia da un'elevata stabilità degli investimenti, garantiti dalle tariffe FIT a lungo termine, sia dall'esistenza di un quadro favorevole, caratterizzato da scarse barriere di natura amministrativa e normativa e da una rete relativamente vantaggiosa (0,09-0,11 dollari • per kWh) sono stati inferiori a quelli dei paesi che applicano sistemi basati sull'obbligo di quote con certificati verdi negoziabili (TGC) (0,13-0,17 dollari per kWh).

33. I livelli di remunerazione corrispondono, nel caso delle tariffe FIT, alla tariffa complessiva pagata al produttore di energia elettrica ricavata da fonte energetica rinnovabile.

34. Tutte le cifre sono espresse in dollari statunitensi (2005), valutate ai tassi di cambio di mercato.

35. Dal 2004, la Spagna offre ai generatori di energie rinnovabili la possibilità di scegliere la condizione di accesso, tra tariffe FIT e premi in conto energia (FIP)

- Oltre ad alcuni livelli minimi di soglia, livelli di remunerazione superiori non sono per forza di cose sinonimo di maggiore efficacia delle politiche. Tra i paesi qui presi in esame, i maggiori livelli di remunerazione, calcolati per unità generata di energia eolica, si osservano in Italia, Belgio e Regno Unito, dove sono stati applicati sistemi con quote obbligate con TGC. Tuttavia, nessuno di questi paesi è riuscito a ottenere livelli elevati di efficacia di sviluppo. Ciò è probabilmente dovuto alla presenza di elevate barriere non-economiche oltre che a problemi intrinseci relativamente alla realizzazione di sistemi di certificati verdi negoziabili in questi paesi, che causano premi di rischio più alti per gli investitori.
- A livello federale, l'energia eolica riceve generosi incentivi fiscali sotto forma di contributi decennali alla produzione – che agiscono in maniera analoga al premio in conto energia – e di regime quinquennale di ammortamento accelerato. La combinazione degli incentivi fiscali federali con gli incentivi finanziari statali e i sistemi di quote obbligate per le energie rinnovabili si è rivelata una strategia vincente per l'aumento della capacità energetica eolica negli Stati Uniti. Alla data attuale nessun sostegno federale o statale da solo è stato sufficiente a favorire lo sviluppo dell'energia eolica. Inoltre, negli Stati Uniti, nel primo decennio di questo secolo la mancata erogazione su base periodica dei contributi alla produzione ha causato forti cicli di espansione e contrazione nella creazione di nuovi impianti di energia eolica.

### *Risultati di sintesi*

Lo sviluppo dell'eolico on-shore cresce a un ritmo sostenuto in tutto il mondo, ma nel corso del 2005 il 69% dei 56 GW di capacità produttiva cumulativa di energia eolica è stato generato nei paesi dell'Unione europea. Un'espansione considerevole del settore eolico, in termini di capacità, si è verificata anche negli Stati Uniti (8,7 GW di capacità installata complessiva), in India (4,4 GW) e Cina (1,3 GW).

Le potenzialità complessive attuabili a medio termine per l'eolico on-shore nei Paesi OCSE e BRICS corrispondono a 962 TWh, di cui a fine 2005 restava da sfruttare ancora l'89%.<sup>36</sup>

La Tabella 4 riassume i risultati dell'analisi sui livelli di efficacia e remunerazione calcolati in base ai livelli di efficacia medi registrati nei paesi in esame nel periodo 2000-2005. La Tabella mostra, inoltre, i livelli medi di efficacia del biennio 2004/2005, i livelli di remunerazione, lo stato del mercato nel 2005 e lo strumento politico di maggiore rilevanza in atto nel 2005.

### *Principali osservazioni a livello regionale*

La Figura 2 mostra i livelli medi di efficacia per l'intero periodo 2000-2005 e la tendenza media più recente, relativa al biennio 2004/2005; i paesi sono raggruppati per regione.

36. Per quanto riguarda l'energia eolica on-shore e off-shore prese nel complesso, al termine del periodo in esame restava ancora da sfruttare il 93% delle potenzialità totali attuabili a medio termine (1.405 TWh). Ciò riflette un grado inferiore di maturità tecnologica e di sviluppo dell'eolico off-shore.

Tabella 4. Eolico on-shore: risultati di sintesi dei livelli di efficacia e remunerazione (Paesi OCSE e BRICS)

Average yearly effectiveness level 2000-2005	Country	Range of average yearly effectiveness 2004/2005	Remuneration level	Cumulative capacity installed to end of 2005 (MW)	Main policy instrument(s) in 2005
> 7%	DEU	> 7%	medium	18 428	FIT
	ESP	> 7%	medium	8 317	FIT / premium FIT
3-7%	IRL	> 7%	medium	494	Tender <sup>1</sup>
	DNK	< 1%	medium	3 129	Premium FIT
	PRT	> 7%	medium	1 064	FIT
	NLD	> 7%	high	1 224	FIT / premium FIT
1-3%	AUT	> 7%	medium	827	FIT
	LUX	> 7%	medium	35	FIT
	JPN	3-7%	high	1 227	Quota obligation system with TGC / investment incentive
	KOR	3-7%	medium	99	FIT
	GRC	1-3%	medium	491	FIT
	ITA	1-3%	high	1 635	Quota obligation system with TGC
	GBR	3-7%	high	1 565	Quota obligation system with TGC
	IND	1-3%	medium	4 434	FIT / generation based Tender / tax measure
	BEL	1-3%	high	167	Quota obligation system with TGC
	USA	1-3%	low	8 706	Quota obligation system with TGC / tax measure
< 1%	AUS	1-3%	medium	740	Quota obligation system with TGC
	SWE	< 1%	medium	493	Quota obligation system with TGC
	NZL	1-3%	medium	168	n/a <sup>2</sup>
	POL	1-3%	medium	121	Quota obligation system with TGC
	CAN	< 1%	low	684	Tender / premium FIT

<sup>1</sup>L'Irlanda ha adottato il sistema FIT nel 2006, mentre nel 2005 ha fatto ricorso principalmente a un meccanismo di gare d'appalto.

<sup>2</sup>Nel 2007, la Nuova Zelanda ha introdotto una tassa sulle emissioni di CO2 in relazione alla produzione di energia elettrica e al consumo di gas naturale e carburante.

Tabella 4. Eolico on-shore: Risultati di sintesi dei livelli di efficacia e remunerazione (Paesi OCSE e BRICS) (continua)

Average yearly effectiveness level 2000-2005	Country	Range of average yearly effectiveness 2004/2005	Remuneration level	Cumulative capacity installed to end of 2005 (MW)	Main policy instrument(s) in 2005
	FRA	1-3%	medium	723	FIT
	HUN	1-3%	medium	17	FIT
	SVK	< 1%	low	5	FIT
	NOR	< 1%	low	270	n/a
	CHN	< 1%	low	1 264	Generation based tender / other
	CZE	< 1%	medium	29	FIT / premium
	BRA	< 1%	medium	37	FIT
	CHE	< 1%	medium	12	FIT
	FIN	< 1%	medium	82	Tax measure
	TUR	< 1%	medium	21	FIT
	RUS	< 1%	low	12	n/a
	ZAF	< 1%	low	4	Investment incentive
	ISL	< 1%	medium	0	n/a
	MEX	< 1%	high	2	Tax measure

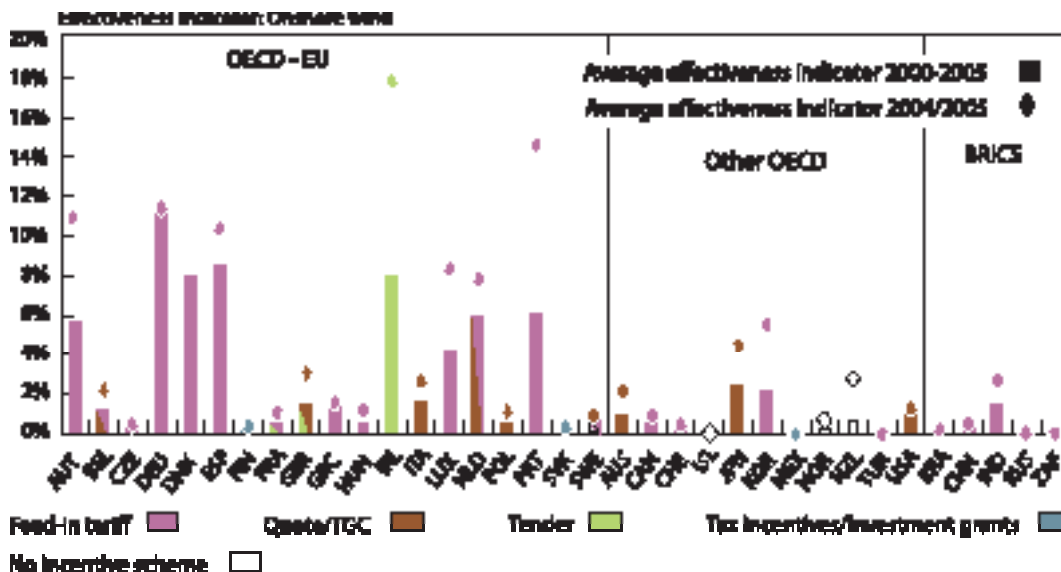
**Effectiveness indicator**

Effectiveness indicator	Remuneration level
>7 %	
3-7 %	< 7 US cent / kWh → low
1-3 %	7-12 US cent / kWh → medium
<1 %	> 12 US cent / kWh → high

I risultati relativi ai livelli di remunerazione non sono normalizzati secondo coefficienti di capacità, ma si tratta di cifre reali. Fonte: calcoli AIE e Ragwitz et al. (2008)..



Figura 2. **Eolico on-shore: Efficacia media 2000-2005 ed efficacia media 2004/2005 (per paese)**



Fonte: calcoli AIE e Ragwitz et al. (2008)..

### Punto fondamentale

*I paesi che nel periodo 2000-2005 e 2004/5 hanno registrato i livelli più alti di efficacia media hanno fatto ricorso a tariffe in conto energia per favorire lo sviluppo dell'energia eolica. .*

Dal 2000 al 2005, i paesi che sono riusciti a impiegare con maggior successo l'energia eolica, in relazione alle potenzialità non attuabili, sono stati i 15 paesi dell'Ue. Germania, Spagna, Irlanda e Danimarca rivelano il maggior grado di efficacia, seguiti da un secondo gruppo di paesi, che comprende Portogallo, Paesi Bassi, Austria, Lussemburgo, Giappone, Corea, Grecia, Italia, Regno Unito, India, Belgio e Stati Uniti (Tabella 4). Pertanto, dei 16 paesi che hanno registrato livelli adeguati di efficacia nel periodo 2000-2005, 12 appartengono all'OCSE e all'Unione europea.

Con riferimento al più recente impiego di energia eolica durante il biennio 2004/2005, tra i paesi che dimostrano maggiore efficacia si osservano divari regionali più ampi. La regione OCSE-Ue detiene ancora una posizione di eccellenza (su 20 paesi ai primi posti, 14 appartengono a questa area), sebbene anche Corea, Giappone, Australia, Nuova Zelanda, Stati Uniti e India registrino livelli di efficacia relativamente elevati.

Nel 2005 gli Stati Uniti hanno raggiunto il primo posto nel mondo per numero di nuovi impianti eolici ma, come dimostrato dai livelli di efficacia del periodo 2000-2005 e del più recente biennio 2004/5, devono ancora sfruttare una percentuale considerevole delle proprie ampie potenzialità attuabili di eolico on-shore. Ciononostante, al di là dei confini dei primi 15 paesi Ue l'impiego di energia eolica si dimostra chiaramente in rapida espansione.

Negli ultimi anni, in alcuni paesi si sono prodotti dei cambiamenti notevoli con riferimento all'efficacia delle politiche di sostegno all'eolico on-shore. In Portogallo, l'introduzione di un

nuovo sistema FIT ha portato a un considerevole aumento di efficacia nel biennio 2004/2005. In Danimarca, invece, si è registrato un sensibile calo di efficacia. Le cause sono state: una sospensione delle politiche energetiche avvenuta nel 2001, l'annullamento dell'ambizioso sistema FIT del paese e lo slittamento dell'interesse verso lo sviluppo dell'eolico off-shore (Swisher and Porter, 2006).

Oltre ai Paesi appartenenti al gruppo OCSE-Ue, il resto dei Paesi OCSE ha adottato i meccanismi più efficaci del periodo in esame. Ai primi posti di questo gruppo si trovano Giappone e Corea, seguiti da Stati Uniti, Australia e Nuova Zelanda. In alcuni casi, la differenza di efficacia tra il biennio 2004/05 e il periodo 2000-2005 segna un importante progresso (o almeno un nuovo passo) verso lo sfruttamento dell'energia eolica nel paese. È il caso della Corea, dove l'adozione del sistema FIT ha portato a un aumento sostanziale di efficacia nel biennio 2004/2005.

Invece, nel periodo 2000-2005, i piani di incentivi adottati nei nuovi paesi membri dell'Ue (Repubblica Ceca, Ungheria, Polonia, Repubblica Slovacca) hanno prodotto livelli di efficacia relativamente bassi e la tendenza si è confermata nel biennio 2004/2005. Tra i Paesi BRICS, dal 2000 al 2005 soltanto l'India ha saputo sfruttare moderatamente le enormi potenzialità attuabili di eolico on-shore, introducendo a partire dal 2003 sistemi di tariffe in conto energia in molti degli Stati indiani, per effetto di politiche quadro nazionali più favorevoli.<sup>37</sup> Nel 2005, Brasile, Russia e Sudafrica hanno installato un numero limitato di impianti di energia eolica. Dal suo canto, la Cina ha iniziato a espandere la produzione nazionale di energia eolica dal 2005. Sebbene le politiche nazionali in materia di energia eolica non abbiano assicurato particolare efficacia nel 2005, i dati del 2006 dimostrano un'espansione significativa della capacità di produzione di energia eolica, avvenuta in seguito all'approvazione della normativa sulle energie rinnovabili, nel 2006.

### *Livello di remunerazione e di efficacia delle politiche energetiche*

La Figura 3 rappresenta i livelli medi di efficacia del biennio 2004/2005 rispetto al livello annualizzato di remunerazione del 2005 per ciascun paese.

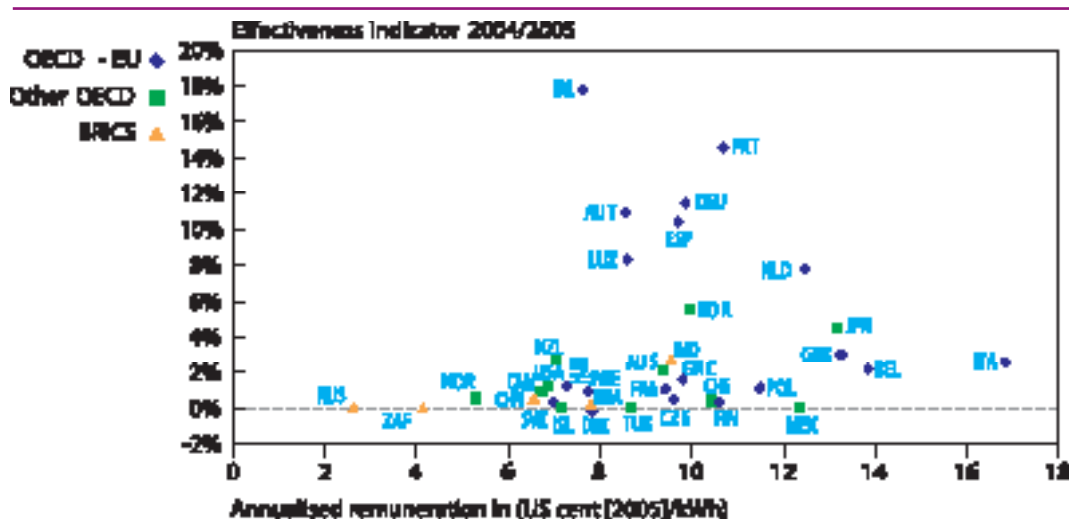
Dei cinque paesi che nel periodo 2000/2005 e nel biennio 2004-2005 hanno registrato i maggiori livelli di efficacia delle politiche di sostegno allo sviluppo dell'energia eolica, quattro (ovvero Germania, Spagna, Danimarca e Portogallo) hanno favorito tale impiego ricorrendo principalmente a sistemi di tariffe in conto energia.<sup>38</sup> Va osservato, tuttavia, che fuori dalla regione OCSE-Ue, i sistemi di tariffe in conto energia hanno costituito il principale strumento anche in Corea, India e Brasile, dove, per quanto limitati, si sono osservati i primi successi. Ciononostante, è evidente che l'attuazione di tariffe in conto energia da sola non è sufficiente a garantire la riuscita di una politica energetica. Alcuni paesi, come la Repubblica Slovacca e la Svizzera, hanno fatto ricorso a sistemi di tariffe in conto energia che, però, hanno portato a un impiego limitato dell'energia eolica a causa di un livello di remunerazione insoddisfacente.

I sistemi con obbligo di quote con TGC nella regione OCSE-Ue, compresi quelli adottati nel Regno Unito, in Italia e in Belgio, hanno garantito finora alti livelli di remunerazione per progetti eolici on-shore, ma l'efficacia della politica ha cominciato ad aumentare soltanto da poco tempo. Le prove empiriche finora riscontrabili in questi paesi dimostrano che l'orizzonte di investimento a breve termine offerto dai rispettivi sistemi nazionali di sostegno potrebbe dimostrarsi insufficiente a stimolare un adeguato interesse da parte degli investitori e potrebbe costringere questi ultimi a richiedere elevati premi di rischio. In questi paesi, il basso indice di efficacia per l'eolico on-shore è causato anche da importanti barriere di natura non economica, che provocano

37. La legge "Electricity Act" approvata in India nel 2003, ad esempio, prevede che tutte le commissioni di regolamentazione energetica a livello statale inducano i fornitori di energia elettrica a ricavare una percentuale minima definita di energia da fonti energetiche rinnovabili (Lewis, 2007).

38. L'Irlanda ha adottato il sistema FIT nel 2006, mentre nel 2005 ha fatto ricorso principalmente a un meccanismo di gare d'appalto.

Figura 3. Eolico on-shore: Efficacia della politica in funzione dei livelli di remunerazione annualizzati



Fonte: calcoli AIE e Ragwitz et al. (2008).

#### Punto fondamentale

Al di sopra di un livello minimo di remunerazione, pari a circa 0,07 dollari per kWh, l'aumento dei livelli di remunerazione non comporta necessariamente anche un aumento di efficacia delle politiche.

ritardi nelle autorizzazioni, allungano i tempi di sviluppo dei progetti e fanno aumentare i costi complessivi.

Altri paesi che hanno introdotto sistemi con obbligo di quote con TGC, compresi Australia e Stati Uniti, hanno portato con il passare del tempo anche a un aumento di efficacia delle politiche, sebbene i livelli medi di remunerazione per l'eolico on-shore fossero complessivamente inferiori rispetto ai livelli dei paesi OCSE-Ue che hanno fatto ricorso a politiche di sviluppo simili.

Negli Stati Uniti, l'eolico on-shore ha beneficiato di un livello minimo di sostegno nazionale, in forma di incentivi fiscali alla produzione e ammortamenti accelerati. Inoltre, entro la fine del 2005, Washington DC e altri 20 Stati USA<sup>39</sup> La maggior parte (ma non la totalità) di questi RPS prevede la negoziazione dei certificati verdi. Inoltre, in alcuni Stati sono stati introdotti alcuni obiettivi energetici non vincolanti. <sup>40</sup>

Significant differences in market growth are evident among US States (see Box 3). In Texas, ad esempio, è stato ottenuto un livello relativamente alto di efficacia con livelli bassi di remunerazione, mentre in altri Stati (ad es. il New England) sono stati registrati livelli bassi di efficacia nonostante remunerazioni complessivamente elevate. Alla base di tali differenze, potrebbe esserci un importante fattore, ovvero la relativa stabilità dei diversi sistemi con obbligo di quote con TGC. I sistemi del mercato elettrico che favoriscono contratti a lungo termine spesso si dimostrano in grado di sostenere meglio l'installazione efficiente ed efficace di nuovi impianti eolici rispetto ai mercati in cui predominano contrattazioni a breve termine con TGC (Wiser and Langniss, 2001; Swisher and Porter, 2006.)

39. Ad aprile del 2008, il numero degli Stati è salito a 25 più Washington DC (Wiser and Barbose, 2008).

40. Alla fine del 2007, quattro Stati, in cui non erano stati adottati RPS obbligatori, hanno scelto di assegnarsi alcuni obiettivi volontari mediante atto legislativo: Missouri, North Dakota e Virginia hanno stabilito i propri obiettivi nel 2007, mentre il Vermont lo ha fatto nel 2005 (ibid.).

## Box 3. Nuovi impianti di eolico on-shore negli Stati Uniti

Nel 2005, gli Stati Uniti erano al primo posto nel mondo per crescita annua della capacità di produzione di energia eolica on-shore, ma dispongono ancora di una vasta potenzialità di risorse. Lo sviluppo dell'eolico negli Stati Uniti è sostenuto da un insieme di politiche statali e federali. A livello federale, l'energia eolica riceve generosi incentivi fiscali (pari a 20 dollari per MWh), contributi decennali alla produzione e un regime quinquennale di ammortamento accelerato. Grazie a questi incentivi federali, l'energia eolica è diventata concorrenziale rispetto alle fonti convenzionali di produzione (a carbone) di alcune regioni del paese, anche se nel primo decennio di questo secolo la mancata erogazione su base periodica dei contributi alla produzione ha causato forti cicli di espansione e contrazione nella creazione di nuovi impianti di energia eolica negli Stati Uniti.

L'effetto congiunto degli incentivi fiscali federali, degli incentivi finanziari a livello statale e dei sistemi con obblighi di quote di energie rinnovabili è stato un importante stimolo per la creazione di nuovi impianti di energia eolica negli Stati Uniti (Tabella 5).

Tabella 5. Crescita del settore eolico negli Stati Uniti

State	Installed wind capacity, 2000-2005	Proportion of total wind installations in the US, 2000-2005	Major policy motivators
Texas	1666 MW	26.4%	Federal tax policy, and state quota obligation
Iowa	584 MW	9.3%	Federal tax policy, state goal and tax incentives, quota obligations in nearby states
California	503 MW	8.0%	Federal tax policy, and state quota obligation
Oklahoma	474 MW	7.5%	Federal tax policy, and state tax incentives
Minnesota	420 MW	6.6%	Federal tax policy, and state quota obligation
New Mexico	404 MW	6.4%	Federal tax policy, and state quota obligation
Washington	394 MW	6.2%	Federal tax policy, state tax incentives, quota obligations in nearby states
Oregon	274 MW	4.3%	Federal tax policy, state tax incentives, quota obligations in nearby states
Kansas	262 MW	4.1%	Federal tax policy, and state tax incentives
Wyoming	215 MW	3.4%	Federal tax policy and quota obligations in nearby states

Fonte: dati della capacità eolica di EIA (EIA) (2007).

**Box 3. Integrazioni di energia eolica on-shore negli Stati Uniti(continua)**

La combinazione di incentivi fiscali federali con incentivi finanziari statali e sistemi della quota d'obbligo per le energie rinnovabili è stato lo stimolo determinante per integrare la capacità di energia eolica negli Stati Uniti. Fino a oggi, né il sostegno federale né quello statale sono stati sufficienti da soli a promuovere la crescita dell'energia eolica. Inoltre, la mancanza di stabilità nella fornitura del credito d'imposta sulla produzione su base continua ha portato a sostanziali cicli altalenanti negli impianti di energia eolica durante il 2000 negli Stati Uniti. Nel New England, ad esempio, esistono sistemi della quota d'obbligo aggressivi ma i TGC (Tradable Green Certificates, certificati verdi) sono acquistati principalmente nei mercati a breve termine e di conseguenza i progetti per l'energia eolica qualche volta non sono riusciti a tutto ciò nonostante il fatto che la combinazione dei prezzi all'ingrosso dell'energia elettrica con i prezzi del TGC (certificato verde) a breve termine offre livelli di remunerazione complessivi molto elevati. Le costose procedure che richiedono tempi lunghi per l'insediamento e il permesso hanno anch'esse rallentato in modo drammatico lo sviluppo dell'eolico in quella regione.

Figura 4. Eolico on-shore: livelli di remunerazione annualizzati nel 2005 dei paesi esaminati



N.B. "I" indica i valori minimi e massimi della remunerazione.  
Fonte: calcoli AIE e Ragwitz et al. (2008).

**Punto fondamentale**

Fino al 2005, erano evidenti elevati livelli di remunerazione nei sistemi della quota d'obbligo con i TGC (certificati verdi) nell'area OCSE-Ue compresi quelli nel Regno Unito, in Italia e nel Belgio.

## ***Energia elettrica da biomassa solida***

### *Scoperte principali*

- I paesi che hanno avuto maggiore successo nello sviluppo dell'energia elettrica da biomassa durante il periodo 2000-2005 in relazione al loro rispettivo potenziale realizzabile, sono i Paesi OCSE-Ue. Paesi Bassi, Svezia, Belgio e Danimarca sono risultati i paesi con il livello di efficacia più elevato.
- Come nel caso dell'energia eolica, un determinato livello minimo di remunerazione, in questo caso approssimativamente di 0,08 USD/kWh, è necessario per avviare lo sviluppo. Ostacoli che non sono economici influiscono negativamente sulla politica dell'efficacia.
- La biomassa solida dimostra generalmente che diversi tipi di schemi degli incentivi possono essere efficaci. Ad esempio, in Svezia i sistemi della quota d'obbligo sono stati efficaci a un costo moderato (0,08 USD/kWh), mentre in Belgio il sistema della quota d'obbligo ha incoraggiato lo sfruttamento della biomassa ad alto costo (0,14 USD/kWh). Nei Paesi Bassi (0,12 USD/kWh), in Danimarca (0,09 USD/kWh) e in Ungheria (0,10 USD/kWh) sono in vigore la tariffa in conto energia e i sistemi basati sul premio.
- Gli stati con un'elevata crescita nello sfruttamento (Paesi Bassi, Svezia, Belgio e Danimarca) hanno avuto successo grazie alla disponibilità di abbondante biomassa in combinazione con l'opportunità di caldaie a co-combustione e a carbone. Tuttavia, è necessario valutare il ciclo di vita della produzione di bioenergia per garantire la sostenibilità di questa risorsa che copre l'intera catena di fornitura e i possibili cambiamenti dell'uso del terreno. Ciò potrebbe costituire una limitazione allo sfruttamento futuro insieme alla competizione per accedere alla risorsa per altri usi.

### *Risultati di sintesi*

Il potenziale realizzabile a medio termine totale per l'energia elettrica da biomassa solida nei Paesi OCSE e BRICS è 1841 TWh, dei quali avanza il 93% per essere sfruttato entro la fine del 2005.

La produzione di energia elettrica totale da biomassa solida, solo da energia elettricità e stabilimenti CHP, nel 2005, è distribuita piuttosto uniformemente nell'area OCSE e BRICS, anche se gli sviluppi più recenti si sono verificati principalmente nei Paesi OCSE-Ue (Tabella 6). I Paesi OCSE-Ue hanno rappresentato approssimativamente un terzo della produzione totale di energia elettrica da biomassa nel 2005 proveniente da quelle nazioni incluse nell'analisi.

I paesi non OCSE-Ue hanno dimostrato il contributo maggiore con approssimativamente il 55% della produzione totale di biomassa delle nazioni considerate. Gli Stati Uniti, il Giappone, il Canada, la Cina e la Finlandia sono presenti tra i paesi leader per la produzione totale di biomassa che è principalmente basata sulla capacità installata prima del 2000.

Tabella 6. Energia elettrica da biomassa solida: sommario dei risultati concernenti il livello di efficacia e remunerazione (OCSE e BRICS)

Average yearly effectiveness level 2000-2005	Country	Range of average yearly effectiveness 2004/2005	Remuneration level	Generation in 2005 (GWh)	Main policy instrument(s) in 2005
> 10%	NLD	> 10%	medium	2 246	FIT / premium FIT
5-10%	SWE	> 10%	medium	6 848	Quota obligation system with TGC
	DNK	5-10%	medium	1 898	Premium FIT
0.5-5%	BEL	> 10%	high	960	Quota obligation system with TGC
	GBR	0.5-5%	high	3 388	Quota obligation system with TGC
	HUN	5-10%	medium	1 574	FIT <sup>1</sup>
	JPN	0.5-5%	high	12 507	Quota obligation system with TGC / investment incentive
	DEU	0.5-5%	medium	4 647	FIT
	ITA	0.5-5%	high	2 166	Quota obligation system with TGC
	NZL	0.5-5%	medium	565	n/a <sup>2</sup>
	PRT	0.5-5%	medium	1 351	FIT
	POL	0.5-5%	medium	1 399	Quota obligation system with TGC
	BRA	0.5-5%	low	8 279	FIT
	AUT	0.5-5%	high	1 930	FIT
	RUS	< 0.5%	low	5 184	n/a
< 0.5%	ESP	< 0.5%	medium	1 595	FIT / premium FIT
	IND	< 0.5%	medium	1 104	FIT / generation based tender / tax measure
	CHN	< 0.5%	low	8 251	Generation based tender / other
	AUS	< 0.5%	medium	1 100	Quota obligation system with TGC
	MEX	< 0.5%	high	2 958	Tax measure
	USA	< 0.5%	low	41 791	Quota obligation system with TGC / tax measure

2. La Nuova Zelanda ha introdotto una carbon tax sulla produzione di energia elettrica e sul consumo di gas naturale e benzina nel 2007.

Tabella 6. Energia elettrica da biomassa solida: sommario dei risultati concernenti il livello di efficacia e remunerazione (OCSE e BRICS) (continua)

Average yearly effectiveness level 2000-2005	Country	Range of average yearly effectiveness 2004/2005	Remuneration level	Generation in 2005 (GWh)	Main policy instrument(s) in 2005
	CAN	< 0.5%	low	8 305	Tender / premium FIT
	CHE	< 0.5%	medium	77	FIT
	CZE	0.5-5%	medium	560	FIT / premium FIT
	IRL	< 0.5%	medium	8	Tender <sup>3</sup>
	GRC	< 0.5%	medium	0	FIT
	ISL	< 0.5%	medium	0	n/a
	LUX	< 0.5%	medium	0	FIT
	NOR	< 0.5%	low	0	n/a
	SVK	< 0.5%	low	4	FIT
	FRA	< 0.5%	medium	1359	FIT
	ZAF	< 0.5%	low	460	Investment incentive
	KOR	< 0.5%	low	33	FIT
	TUR	< 0.5%	medium	5	FIT
	FIN	< 0.5%	low	8136	Tax measure

<sup>3</sup>L'Islanda è passata al sistema FIT nel 2006, ma durante il 2005 ha fatto affidamento soprattutto su un meccanismo di gare d'appalto. .

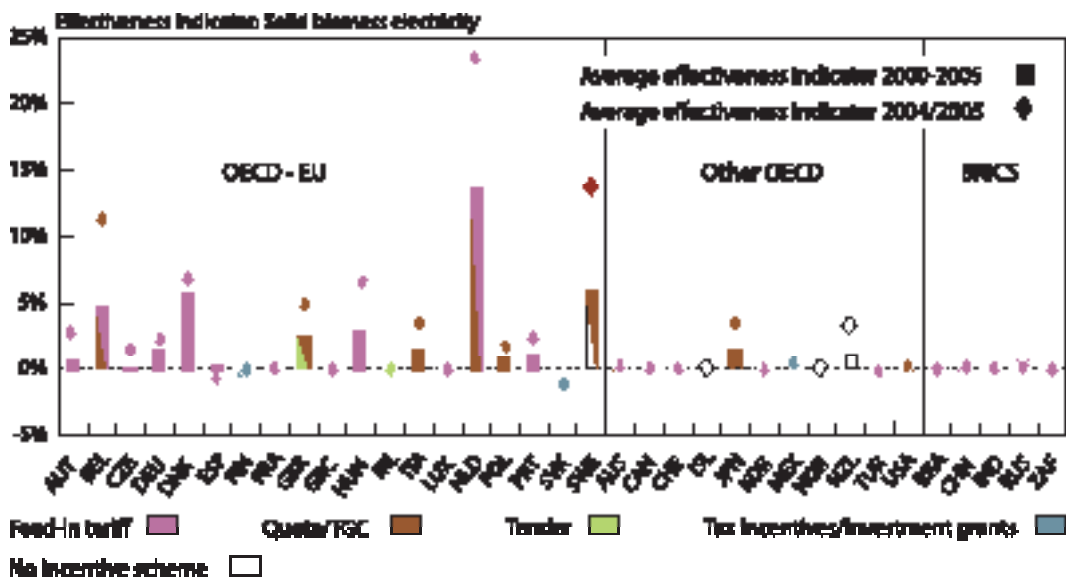
Effectiveness indicator	Remuneration level
> 10 %	
5-10 %	< 7 US cent / kWh → low
0.5-5 %	7-12 US cent / kWh → medium
< 0.5 %	> 12 US cent / kWh → high

Fonte: calcoli AIE e Ragwitz et al. (2008).



*Principali osservazioni regionali*

Figura 5. Energia elettrica da biomassa solida: media dell'efficacia 2000-2005 e media dell'efficacia 2004/2005 (per nazione)



Fonte: calcoli AIE e Ragwitz et al. (2008).

**Punto fondamentale**

*Fino al 2005, i Paesi OCSE-Ue, avendo implementato una svariata serie di efficaci strumenti di supporto, hanno mostrato dei livelli di efficacia della politica molto più elevati rispetto ai paesi in altre regioni.*

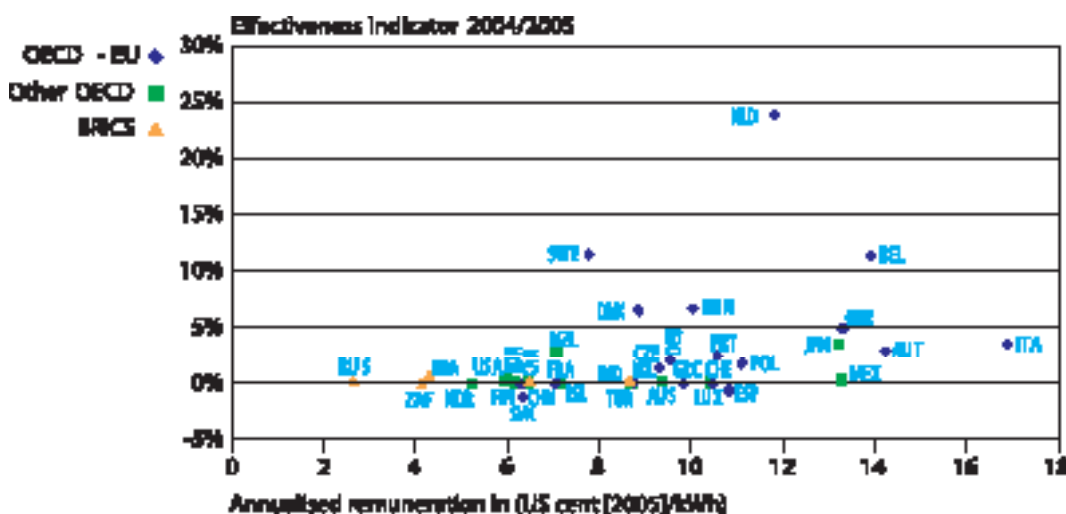
Dal 2000 al 2005, i Paesi OCSE-Ue guidati da Paesi Bassi, Svezia e Danimarca sono stati testimoni, negli ultimi anni, dei mercati dell'energia elettrica da biomassa più dinamici come definito dall'indicatore dell'efficacia (Figura 5). Una buona efficacia dello sviluppo è stata dimostrata anche da numerosi altri paesi, tra cui Belgio, Regno Unito, Giappone, Germania, Italia, Nuova Zelanda, Portogallo, Polonia, Brasile, Austria e Russia.

In modo interessante, quattro dei cinque paesi leader in termini di produzione totale di biomassa (Stati Uniti, Canada, Cina e Finlandia ma escludendo il Giappone) hanno presentato bassi livelli di efficacia dello sviluppo dal 2000 al 2005, in parte perché lo sviluppo dell'energia elettrica da biomassa in queste nazioni è avvenuta prima del 2000, la data di inizio dell'analisi.

Dal 2004 al 2005, la maggioranza dei paesi leader ha aumentato in modo significativo la propria efficacia con una media due volte più alta. Ciò dimostra che il settore dell'energia elettrica da biomassa sta guadagnando rapidamente attenzione, soprattutto nei Paesi OCSE-Ue. La Repubblica Ceca si è unita al gruppo dei paesi più efficaci nel periodo più recente. Altri stati hanno concentrato i propri sforzi sulle tecnologie per la produzione combinata di calore ed elettricità (CHP), p.es. il Belgio, che ha dimostrato una forte crescita in questo ambito. Molti altri Paesi OCSE hanno compiuto progressi lungo il percorso verso lo sviluppo di energia elettrica da biomassa, in particolare il Giappone, l'Australia, il Messico e gli Stati Uniti (Figura 6).

Tra i Paesi BRICS, solo la Russia (sviluppo totale di 5 TWh nel 2005) e la Cina (sviluppo totale di 8 TWh nel 2005) hanno osservato una crescita moderata dei progetti di biomassa nel settore dell'energia elettrica, anche se il livello di sviluppo paragonati al potenziale disponibile rimane basso. In Brasile, India e Sudafrica la crescita di questo settore è stata quasi insignificante. Alcuni di questi paesi hanno utilizzato storicamente la biomassa per scopi di riscaldamento tradizionale rendendo di conseguenza la produzione di energia elettrica da biomassa con una tecnologia più moderna meno popolare. Poiché queste tendenze continuano in molti Paesi BRICS, in qualche modo potrebbe essere inopportuno confrontare l'efficacia dello sviluppo dell'energia elettrica da biomassa nei Paesi BRICS con quella nei Paesi OCSE.

Figura 6. Livello di remunerazione e di efficacia delle politiche energetiche



Fonte: calcoli AIE e Ragwitz et al. (2008).

**Punto fondamentale**

*Possono essere efficaci vari tipi di schemi degli incentivi, come i sistemi della quota d'obbligo, la tariffa in conto energia e i sistemi basati sui premi.*

La produzione di energia elettrica da biomassa coinvolge una grande varietà di materie prime e tecnologie di generazione energetica che rende più complesso il paragone dell'efficacia della politica nei paesi. I prezzi della materia prima potrebbero variare in modo significativo tra i prodotti e i residui dell'agricoltura e silvicoltura. Le tecnologie di conversione potrebbero includere grandi impianti di co-combustione oltre ad applicazioni decentralizzate su piccola scala.

Un'importante frazione della recente crescita osservata nei Paesi Bassi, nel Regno Unito, in Ungheria, in Svezia, in Italia e in Belgio è stata basata sulle tecnologie di co-combustione. Austria e Germania, nel frattempo, si sono concentrate sulle applicazioni decentralizzate (inferiori a 20 MW) su piccola scala.

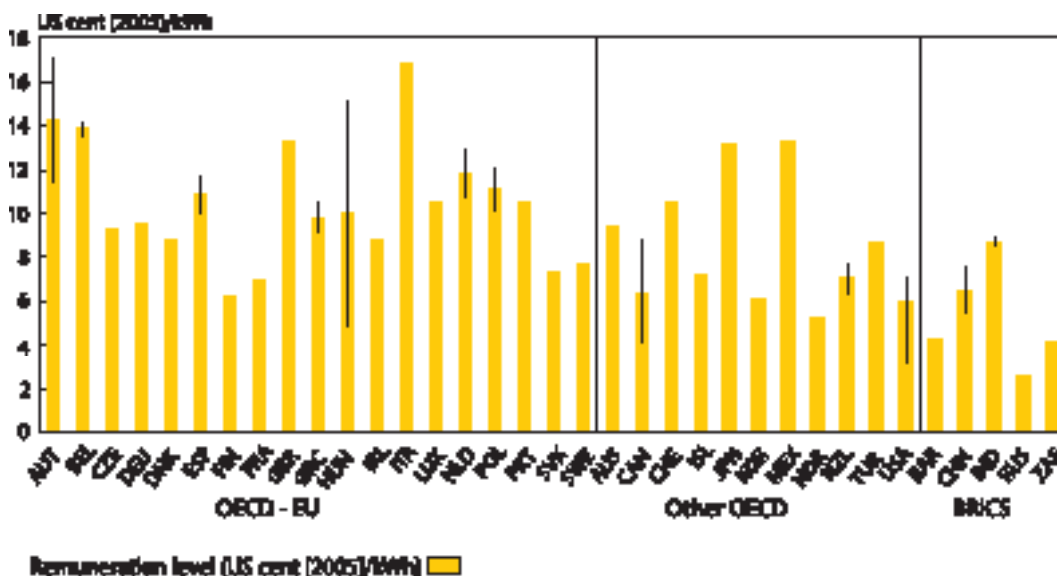
Nonostante queste complessità, è necessario un certo livello minimo di remunerazione, approssimativamente di 0,08 USD/kWh, per avviare lo sviluppo. Oltre al livello minimo della soglia, tuttavia, i livelli superiori di remunerazione non sembrano necessariamente portare a livelli più alti di efficacia della politica. In particolare, risulta che alcuni paesi presentano livelli ragionevolmente elevati di remunerazione, ma indicatori di efficacia solo moderati.

Ciononostante, al momento, solo un insieme limitato di paesi ha avuto successo nel combinare una ragionevole crescita della produzione di energia elettrica da biomassa solida con livelli moderati di remunerazione. I paesi che hanno ottenuto il maggiore successo sono Svezia, Paesi Bassi e Danimarca. In Svezia, l'attenzione posta sulle applicazioni da media a larga scala usando le tecnologie CHP insieme a una lunga tradizione nel settore della silvicoltura sono i fattori più rilevanti che spiegano la recente crescita nella produzione di biomassa a livelli di remunerazione moderati. In Danimarca, una tariffa in conto energia progettata in modo ragionevole, forti tradizioni nella CHP e l'uso di residui agricoli a costi moderati sono elementi importanti del successo. Nei Paesi Bassi, la combinazione delle politiche di co-combustione con le risorse di biomassa importate a basso costo (p.es. Nell'area OCSE-Ue dominano i sistemi della FIT, con 13 dei 19 stati che utilizzano soprattutto questo meccanismo e cinque altri paesi che utilizzano il modello della quota d'obbligo (Tabella 6). Oltre all'OCSE-Ue, è in uso una maggiore varietà di meccanismi di supporto. In particolare, gli Stati Uniti usano la combinazione dell'incentivo fiscale per la produzione insieme ai sistemi della quota d'obbligo in base allo stato con i TGC (certificati verdi), l'Australia usa un sistema della quota d'obbligo e la Corea applica tariffe in conto energia. Gli Stati Uniti sono stati testimoni di un'importante crescita nella produzione di energia elettrica da biomassa, soprattutto nell'impianto di cogenerazione negli anni 1980 come conseguenza delle allettanti tariffe in conto energia. Più recentemente, il sostegno della politica federale e statale ha favorito la generazione eolica e la produzione di energia elettrica da biomassa ha iniziato solo recentemente ad aumentare di nuovo in alcuni stati come conseguenza della quota d'obbligo.

I Paesi BRICS dimostrano un successo limitato nello sviluppo dell'energia elettrica da biomassa. Brasile, Russia e Sudafrica presentano attualmente bassi livelli di remunerazione. Anche se la Russia ha storicamente sviluppato la produzione di energia elettrica da biomassa, negli ultimi tempi la crescita si è arrestata. Anche la Cina presenta un livello di remunerazione piuttosto basso e uno sviluppo recente limitato. L'India presenta un livello di remunerazione in qualche modo più alto, ma lo sviluppo è piuttosto moderato. Un motivo fondamentale per gli obiettivi degli stati di maggiore successo come Paesi Bassi, Svezia, Ungheria, Belgio e Danimarca è la disponibilità di abbondante biomassa a basso prezzo, ad esempio residui di legno e rifiuti della lavorazione industriale del legno in Svezia combinati con la scelta della co-combustione. Livelli relativamente alti di remunerazione in Italia e nel Regno Unito sono principalmente causati dai prezzi elevati del certificato dei TGC (certificati verdi) a breve termine. c In genere, si può osservare che i sistemi della quota d'obbligo, ad esempio in Svezia, possono essere molto più efficaci piuttosto che nel caso dell'energia eolica e questo può essere dovuto al fatto che lo sviluppo della biomassa è tipicamente meno intenso dal punto di vista dell'investimento e di conseguenza meno colpito dalla percezione di un rischio elevato.

Tuttavia, la valutazione del ciclo di vita della produzione di bioenergia è necessaria per garantire la sostenibilità di questa risorsa che copre l'intera catena di fornitura e i possibili cambiamenti d'uso del terreno. Questo potrebbe costituire una limitazione per il futuro sfruttamento insieme alla competizione per l'accesso alla risorsa da altri usi.

Figura 7. Elettricità da biomassa solida: livelli di remunerazione annualizzati 2005 per i paesi analizzati



N.B. "I" indica i valori di remunerazione minimi e massimi  
 Fonte: calcoli AIE e Ragwitz et al. (2008).

### Energia elettrica da biogas

#### Scoperte principali

- L'energia elettrica prodotta da biogas agricoli, gas di discarica e gas delle acque reflue tra il 2000 e il 2005 è stata bassa rispetto all'energia eolica e all'energia elettrica da biomassa solida. Nessuno dei Paesi BRICS ha segnalato la produzione di energia elettrica da biogas.
- Il livello di remunerazione necessario per creare progetti finanziariamente fattibili dipende sicuramente dal combustibile utilizzato così come dalla dimensione del progetto. Una forte concorrenza per le materie prime si è verificata recentemente nei mercati agricoli e influisce negativamente sulla fattibilità dei progetti in molti paesi. Gli stati che usano la tariffa in conto energia adottano spesso livelli di remunerazione molto diversi per la promozione delle diverse tecnologie del biogas e distinguono in base alla dimensione dell'installazione.
- La crescita più elevata nella produzione di biogas dal 2000 al 2005 si è verificata in Germania, Regno Unito e Lussemburgo con la Germania e il Lussemburgo che hanno applicato la tariffa in conto energia e il Regno Unito ha adottato un sistema della quota d'obbligo con i TGC (certificati verdi). In Germania il programma di incentivi della tariffa in conto energia ha dimostrato dei costi relativamente alti se paragonati agli altri stati a causa della scala da piccola a media e al tipo di materie prime usate nelle applicazioni agricole.

- Oltre al Regno Unito, il sistema della quota d'obbligo dell'Italia con i TGC (certificati verdi) ha dimostrato alcuni dei livelli più elevati di efficacia con una forte crescita in entrambi i paesi, basata principalmente sullo sviluppo della capacità dei gas di discarica nella produzione di metano, che è economico rispetto ad altre materie prime del biogas.

### *Risultati di sintesi*

Le tecnologie trattate in questa sezione includono la digestione anaerobica di materiali organici che producono biogas (biogas agricoli), gas delle acque reflue e gas di discarica. Simile al caso dell'energia elettrica da biomassa solida, lo sviluppo della tecnologia del biogas negli ultimi anni si è basato quasi interamente su un numero limitato di paesi dell'Ue. Paragonata all'energia eolica, la capacità totale del biogas esistente è distribuita più uniformemente con approssimativamente il 60% di produzione nel 2005 nei paesi Ue e il 40% generato nei Paesi non OCSE-Ue (Tabella 7). I paesi leader in termini di produzione totale di biogas comprendono gli Stati Uniti, la Germania e il Regno Unito. Non è stata riferita nessuna produzione rilevante di energia elettrica da biogas da nessuno dei Paesi BRICS.

### *Principali osservazioni a livello regionale*

Dal 2000 al 2005, il progresso complessivo nello sfruttamento del potenziale realizzabile a medio termine dell'energia elettrica ottenuta da biogas come rappresentato dall'indicatore dell'efficacia, è stato relativamente basso se paragonato al caso dell'eolico on-shore e all'energia elettrica da biomassa (Figura 8). Il potenziale totale realizzabile a medio termine per l'energia elettrica da biogas nei Paesi OCSE e BRICS è di 644 TWh, dei quali è rimasto il 93% per essere sfruttato alla fine del periodo di analisi.

La crescita più elevata nello sfruttamento del biogas è stata osservata nei Paesi OCSE-Ue, cioè. Germania, Grecia e Lussemburgo, dove hanno tutti applicato le tariffe in conto energia fisse, Belgio con il sistema della quota d'obbligo basato sui TGC (certificati verdi) combinato con una FIT (Tariffa in conto energia) minima, Italia con il sistema della quota d'obbligo basato sui TGC (certificati verdi) e Regno Unito con un sistema di gare d'appalto sostituito nel 2002 dal sistema della quota d'obbligo.

Lo sgravio fiscale finlandese non è stato in grado di stimolare importanti investimenti negli impianti di biogas. La crescita elevata in Italia e nel Regno Unito era principalmente basata sull'ampliamento della capacità dei gas di discarica, mentre in Danimarca e Germania il biogas agricolo ha svolto una parte importante nella crescita osservata.

Nel 2004/5, l'efficacia della politica è aumentata notevolmente in alcuni paesi, cioè Svezia, Portogallo e Repubblica Ceca, rispetto alla media del periodo 2000-2005. In modo più specifico negli ultimi due paesi l'implementazione accelerata era dovuta principalmente all'introduzione di una nuova FIT (tariffa in conto energia) nella Repubblica Ceca e al cambio della FIT in Portogallo. Come nel caso dell'energia eolica, il cambiamento della politica danese, l'abbassamento della remunerazione con premio sulla tariffa in conto energia per l'energia elettrica da biogas ha provocato il ristagno della crescita.

Tabella 7. Energia elettrica da biogas: Risultati del sommario del livello di efficacia e remunerazione (OCSE e BRICS)

Average yearly effectiveness level 2000-2005	Country	Range of average yearly effectiveness 2004/2005	Remuneration level	Generation in 2005 (GWh)	Main policy instrument(s) in 2005
> 3%	DEU	> 3%	high	4 708	FIT
	GBR	> 3%	high	4 690	Quota obligation system with TGC
	LUX	> 3%	medium	27	FIT
0.5-2%	GRC	0.5-2%	medium	122	FIT
	ITA	0.5-2%	high	1 197	Quota obligation system with TGC
	BEL	0.5-2%	high	223	Quota obligation system with TGC
	DNK	< 0.5%	medium	274	Premium FIT
	SWE	0.5-2%	medium	65	Quota obligation system with TGC
	KOR	< 0.5%	low	130	FIT
< 0.5%	ESP	< 0.5%	medium	582	FIT / premium FIT
	AUS	0.5-2%	medium	930	Quota obligation system with TGC
	USA	< 0.5%	low	6 449	Quota obligation system with TGC / tax measure
	FRA	< 0.5%	medium	462	FIT
	PRT	0.5-2%	high	35	FIT
	AUT	0.5-2%	high	72	FIT
	POL	< 0.5%	medium	111	Quota system with TGC
	IRL	0.5-2%	medium	122	Tender <sup>1</sup>
	CZE	0.5-2%	medium	160	FIT / premium FIT
	SVK	< 0.5%	low	5	FIT
	ISL	< 0.5%	medium	4	n/a
	NLD	< 0.5%	medium	294	FIT / premium FIT
CHE	< 0.5%	medium	149	FIT	

1. L'Irlanda è passata al sistema FIT nel 2006, ma durante il 2005 ha fatto affidamento soprattutto su un meccanismo di gare d'appalto...

Tabella 7. Energia elettrica da biogas: Risultati del sommario del livello di efficacia e remunerazione (OCSE e BRICS)

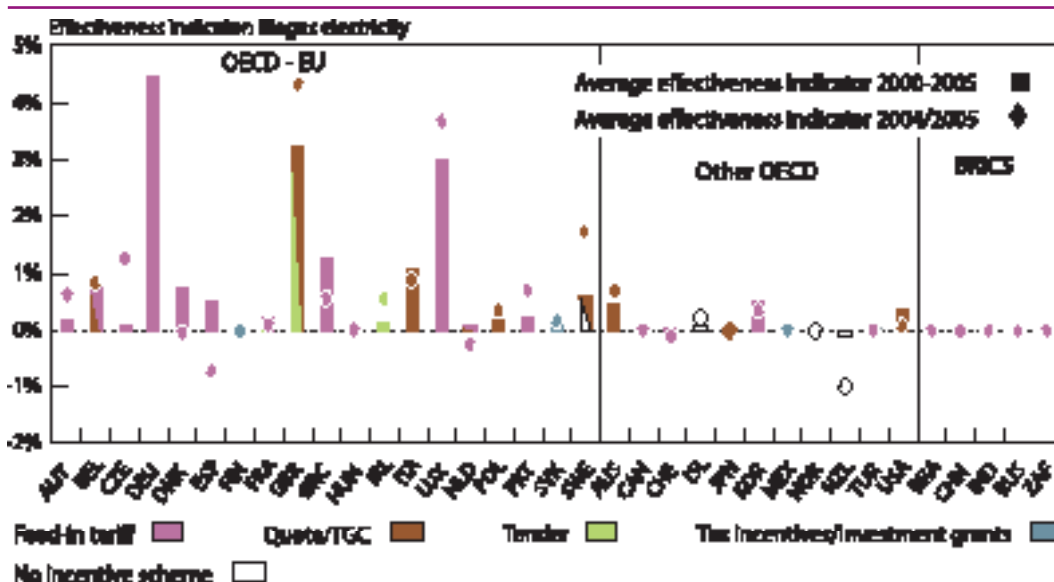
Average yearly effectiveness level 2000-2005	Country	Range of average yearly effectiveness 2004/2005	Remuneration level	Generation in 2005 (GWh)	Main policy instrument(s) in 2005
	TUR	< 0.5%	medium	29	FIT
	CAN	< 0.5%	low	731	Tender / premium FIT
	BRA	< 0.5%	low	0	FIT
	CHN	< 0.5%	low	0	Generation based tender / other
	FIN	< 0.5%	low	0	Tax measure
	HUN	< 0.5%	medium	0	FIT
	IND	< 0.5%	medium	0	FIT / generation based tender / tax measure
	JPN	< 0.5%	high	0	Quota obligation system with TGC / investment incentive
	MEX	< 0.5%	high	0	Tax measure
	NOR	< 0.5%	low	0	n/a
	RUS	< 0.5%	low	0	n/a
	ZAF	< 0.5%	low	0	Investment incentive
	NZL	< 0.5%	low	116	n/a <sup>2</sup>

2. New Zealand introduced a carbon levy on electricity generation, natural gas and gasoline consumption in 2007.

Effectiveness indicator	Remuneration level
>3 %	
2-3 %	< 7 US cent / kWh → low
0.5-2 %	7-12 US cent / kWh → medium
<0.5 %	> 12 US cent / kWh → high

Fonte: calcoli AIE e Ragwitz et al. (2008).

Figura 8. Energia elettrica da biogas: media dell'efficacia 2000-2005 e media dell'efficacia 2004/2005 (per paese)



Fonte: calcoli AIE e Ragwitz et al. (2008).

### Punto fondamentale

Durante un arco di sei anni, i Paesi OCSE-Ue hanno osservato la crescita più elevata nella produzione di biogas rispetto ai loro rispettivi potenziali. Più recentemente nel 2004/5, l'efficacia della politica è aumentata in altri Paesi OCSE.

Oltre all'area OECD-Ue, solo il sistema della quota d'obbligo australiano e la FIT (tariffa in conto energia) in Corea sono riusciti a promuovere una certa crescita, benché piuttosto moderata. Gli Stati Uniti sono il più importante fornitore di energia elettrica da biogas ma hanno visto una crescita lenta negli ultimi anni. Ciò è in parte dovuto al fatto che alcuni degli impianti di biogas negli Stati Uniti sono stati realizzati prima del 2000 e hanno puntato sui gas di discarica e delle acque reflue. Quando il potenziale dei gas di discarica e delle acque reflue è stato sfruttato, la crescita nel settore è diminuita. Più recentemente, le quote d'obbligo e i programmi di sussidi statali hanno iniziato a stimolare una crescita addizionale nell'utilizzo dei gas di discarica e delle acque reflue così come del biogas agricolo anche se questa crescita rimane lenta.

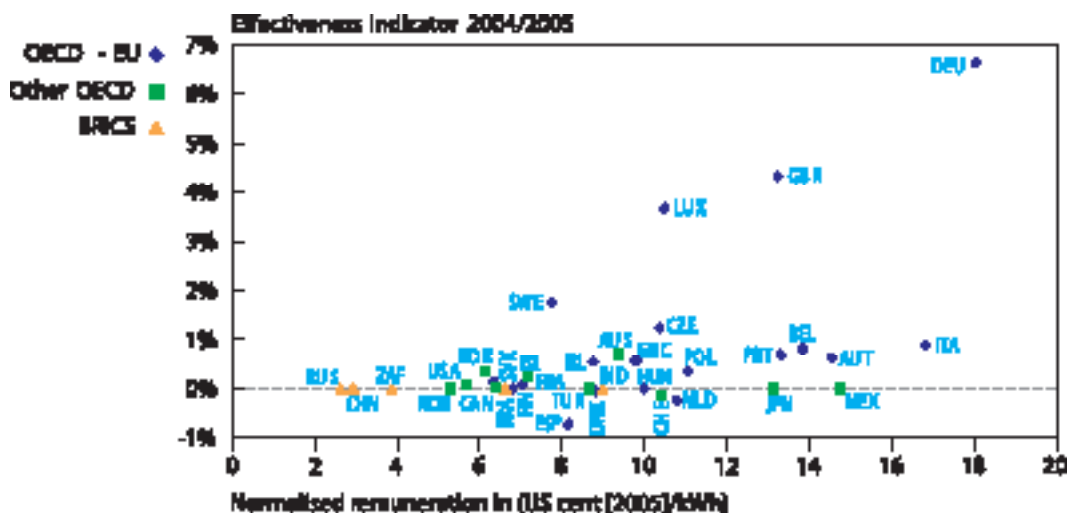
Nei Paesi BRICS, la media dell'efficacia è stata bassa dal 2000 al 2005. Una causa di questo potrebbe essere dovuto al fatto che il biogas è usato frequentemente per riscaldare e cucinare nei paesi in via di sviluppo, soprattutto in Cina e in India.

### Livello di remunerazione e di efficacia delle politiche energetiche

Il livello di remunerazione necessario per creare dei progetti finanziariamente fattibili per l'energia elettrica prodotta da biogas dipende decisamente dal carburante specifico usato, ad esempio gas di discarica, gas delle acque reflue, biogas agricoli oltre che dalla dimensione del progetto. I paesi che usano i sistemi in conto energia adottano spesso diversi livelli di remunerazione per la promozione di diverse tecnologie del biogas. La differenziazione, quindi, nei livelli di supporto avviene tra impianti di piccola e larga scala oltre che tra impianti che usano diversi tipi di carburante. Mentre la Germania si concentra sulla promozione di impianti agricoli da piccola a media scala, la Danimarca e la Spagna si concentrano maggiormente sulle applicazioni da media a larga scala.



Elettricità da biogas: Efficacia della politica in funzione dei livelli di remunerazione annualizzati



Fonte: calcoli AIE e Ragwitz et al. (2008).

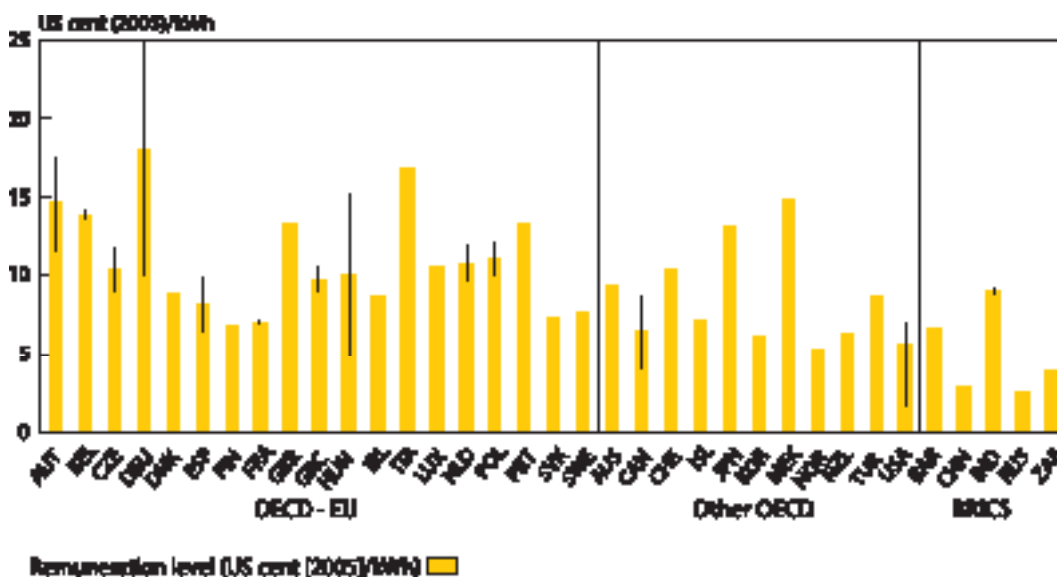
#### Punto fondamentale

L'efficacia più elevata nel 2004/5 è risultata in Germania, nel Regno Unito e nel Lussemburgo, con la Germania e il Lussemburgo che hanno applicato le FIT (tariffe in conto energia) e il Regno Unito il sistema della quota d'obbligo con i TGC (certificati verdi). In generale, la relazione tra livello di remunerazione ed efficacia è più evidente per l'energia elettrica da biogas che per l'eolico on-shore e l'energia elettrica da biomassa (Figura 9). Inoltre, si può osservare che ci sono meno paesi con livelli di remunerazione molto alti e un'efficacia molto bassa. In molti casi, un livello di remunerazione elevato sembra necessario per ottenere una ragionevole efficacia. Ciò è causato soprattutto dal fatto che si può raggiungere un'efficacia elevata per un lungo periodo solo se molte opzioni di tecnologie del biogas, comprese le materie prime più costose, come i gas agricoli, vengono sfruttate.

In base al tipo di impianto specifico e alla dimensione della materia prima utilizzata, sembra necessario un livello minimo di remunerazione di circa 0,08 USD/kWh. Tuttavia, questa remunerazione minima può aumentare in modo significativo una volta che le opzioni del biogas a basso costo come il gas di discarica vengono sfruttate.

I paesi che usano i sistemi della quota d'obbligo sembrano rendere meglio nel caso del biogas piuttosto che nell'energia eolica ma dimostrano livelli di remunerazione piuttosto alti a causa dell'elevato livello dei prezzi del TGC (certificato verde) negli ultimi anni. Negli Stati Uniti, i bassi livelli di remunerazione in generale, combinati con il fatto che molte opzioni di gas di discarica a basso costo sono già state sfruttate, hanno portato al rallentamento della crescita del biogas.

Elettricità da biogas: livelli di remunerazione annualizzati  
2005 per i paesi analizzati



N.B.: "I" indica i valori di remunerazione minimi e massimi.  
Fonte: calcoli AIE e Ragwitz et al. (2008).

Punto fondamentale

Le differenze nella media dei livelli di remunerazione esaminati sono in relazione anche con il tipo di impianto di conversione del biogas specifico e della materia prima utilizzata.

Solare fotovoltaico (FV)

- I costi per l'investimento nei sistemi fotovoltaici continuano a essere alti e rappresentano l'ostacolo principale per lo sviluppo del fotovoltaico. Poiché solo l'1% del potenziale realizzabile è stato sfruttato per il 2005, la media dei livelli di efficacia della politica 2000-2005 nel settore del fotovoltaico è inferiore di un decimo che per una tecnologia delle energie rinnovabili (RET) più matura come l'energia eolica.
- Lo sviluppo del FV in termini di capacità assoluta installata è stato dominato dalla Germania e dal Giappone seguiti dagli Stati Uniti a poca distanza. Queste tre nazioni, da sole, sono state responsabili all'incirca dell'88% della capacità installata totale alla fine del 2005.
- Le tariffe in conto energia, insieme alla disponibilità di finanziamenti agevolati e accesso non discriminatorio alla griglia, sono stati efficaci in Germania anche se a un alto costo. Il Giappone e gli Stati Uniti hanno attuato sussidi per gli investimenti come principale schema degli incentivi, integrati da altri provvedimenti di sostegno.
- Il net metering (scambio sul posto), le strutture favorevoli dei tassi per la vendita al dettaglio e le regole per l'interconnessione semplificate hanno anch'essi contribuito allo sviluppo dei vasti mercati del fotovoltaico. Queste misure

Il potenziale totale realizzabile a medio termine per il solare fotovoltaico nei Paesi OCSE e BRICS è di 394 TWh, equivalente alla produzione di energia elettrica nel 2005 del Regno Unito. Poiché solo l'1% del potenziale realizzabile è stato sfruttato per il 2005, la media dei livelli di efficacia della politica nel periodo 2000-2005 per il fotovoltaico è inferiore di un decimo che per una tecnologia delle energie rinnovabili (RET) più matura come l'energia eolica.

Lo sviluppo del solare fotovoltaico in termini di capacità totale installata è stato dominato dalla Germania e dal Giappone seguiti a poca distanza dagli Stati Uniti (Tabella 8). Questi tre paesi sono stati responsabili circa dell'88% della capacità globale installata alla fine del 2005. Due Paesi BRICS, nello specifico India e Cina, così come l'Australia appartengono al secondo livello dei leader di mercato.

Più recentemente e in relazione ai loro relativi potenziali realizzabili, altri paesi hanno guadagnato slancio nello sviluppo del solare fotovoltaico. Si tratta di Lussemburgo, Svizzera, Olanda, Austria e Spagna.

### *Principali osservazioni a livello regionale*

In relazione al potenziale realizzabile disponibile, la maggiore crescita della generazione del fotovoltaico dal 2000 al 2005 viene osservata nel Lussemburgo e in Germania, seguiti da Giappone, Svizzera, Paesi Bassi, Australia, Austria e Stati Uniti (Tabella 8). In tutti questi paesi eccetto il Giappone, l'Australia e gli Stati Uniti, questo sviluppo è stato ottenuto per mezzo delle tariffe in conto energia fisse. In Giappone, Australia e Stati Uniti i programmi degli incentivi per gli investimenti sono stati i maggiori responsabili per questo sviluppo. Il livello di efficacia in Lussemburgo e Germania era decisamente superiore al livello di tutti gli altri paesi. Il Lussemburgo ha sperimentato un'elevata crescita del mercato durante il 2004 e il 2005 dovuta a un livello della tariffa in conto energia eccezionalmente elevato (Figura 11). Tra i Paesi OCSE-Ue è stato ottenuto un ragionevole progresso in Austria, nei Paesi Bassi e in Spagna, mentre in Austria l'efficacia generale della politica era limitata a causa di un tetto fisso applicato alla capacità totale installata.

In altri Paesi OCSE, l'efficacia più elevata è stata rilevata in Giappone, Svizzera e Canada. In Giappone, l'elemento portante è stato il programma degli incentivi per gli investimenti del 50%, mentre in Svizzera è stata applicata una tariffa in conto energia con un livello di remunerazione relativamente basso.

Gli Stati Uniti, con il terzo mercato più grande del fotovoltaico, presentano un punteggio scarso per quanto riguarda la politica dell'efficacia. Per molti anni, gli impianti fotovoltaici negli Stati Uniti hanno beneficiato di incentivi fiscali federali ma questi sono stati insufficienti per motivare in modo significativo gli impianti FV. Tutto questo perché il paese ha appena iniziato a sviluppare il suo enorme potenziale di energia solare con aggiunte importanti provenienti solo da un paio di stati, California e New Jersey (vedi Casella 4). In periodi più recenti, la California (che da sola rappresenta l'80% del mercato totale), l'Arizona e il New Jersey hanno istituito delle politiche di incentivazione aggressive a favore del fotovoltaico, compresi sgravi fiscali per le installazioni residenziali e commerciali e sistemi della quota d'obbligo con un accantonamento specifico per il solare fotovoltaico. La capacità del FV in Australia è costituita principalmente da un numero limitato di impianti su larga scala.

Table 8. Solar PV: Summary results of effectiveness and remuneration level (OECD and BRICS)

Average yearly effectiveness level 2000-2005	Country	Range of average yearly effectiveness 2004/2005	Remuneration level	Cumulative capacity installed to end of 2005 (MW)	Main policy instrument(s) in 2005
> 0.5%	LUX	> 0.5%	high	25	FIT
	DEU	> 0.5%	high	1 508	FIT
	JPN	> 0.5%	high	1 421	Investment incentive / quota obligation system
0.05-0.2%	CHE	> 0.5%	medium	26	with TGC FIT / investment incentive
	NLD	0.05-0.2%	medium	51	FIT / investment incentive
	AUS	0.2-0.5%	medium	72	Investment incentive
	AUT	0.05-0.2%	high	22	FIT
	USA	0.05-0.2%	high	479	Investment incentive
< 0.05%	IND	< 0.05%	medium	86	Tax measure
	ESP	< 0.05%	high	37	FIT (net metering)
	CAN	0.05-0.2%	medium	17	Investment incentive
	ZAF	< 0.05%	medium	14	Tax measure
	ITA	< 0.05%	high	34	Premium FIT <sup>1</sup>
	MEX	< 0.05%	medium	19	Tax measure
	KOR	< 0.05%	high	14	Investment incentive
	DNK	< 0.05%	medium	3	FIT
	BEL	< 0.05%	medium	2	Investment incentive
	FIN	< 0.05%	medium	4	Investment incentive
	CHN	< 0.05%	low	70	Investment incentive / tax measure <sup>2</sup>
GBR	< 0.05%	medium	11	Investment incentive	

1. L'Italia ha introdotto un programma di sostegno con premio incentivante per il solare fotovoltaico nel luglio 2005.

2. Nel 2006, la Cina ha introdotto le regole di implementazione per una tariffa in conto energia per il fotovoltaico nelle normative collegate con la sua Legge sulle energie rinnovabili.

Tabella 8. Solare fotovoltaico: risultati del sommario del livello di efficacia e remunerazione (OCSE e BRICS)

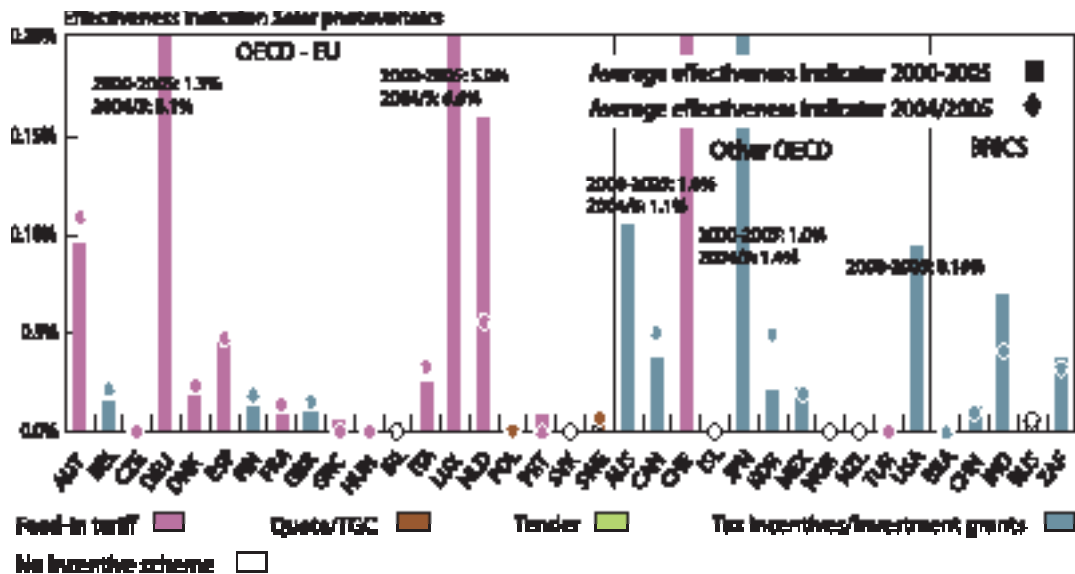
Average yearly effectiveness level 2000-2005	Country	Range of average yearly effectiveness 2004/2005	Remuneration level	Cumulative capacity installed to end of 2005 (MW)	Main policy instrument(s) in 2005
	FRA	< 0.05%	high	16	FIT
	PRT	< 0.05%	high	2	FIT
	GRC	< 0.05%	high	1	FIT / investment incentive
	SWE	< 0.05%	low	4	Quota obligation system with TGC
	RUS	< 0.05%	low	0	n/a
	NOR	< 0.05%	low	7	n/a
	BRA	< 0.05%	low	0	Investment incentive
	CZE	< 0.05%	medium	0	FIT
	HUN	< 0.05%	medium	0	FIT
	IRL	< 0.05%	low	0	n/a
	ISL	< 0.05%	low	0	n/a
	NZL	< 0.05%	low	0	n/a <sup>3</sup>
	POL	< 0.05%	medium	0	Quota obligation system with TGC
	SVK	< 0.05%	low	0	n/a
	TUR	< 0.05%	low	0	FIT

3. La Nuova Zelanda ha introdotto la carbon tax sulla produzione di energia elettrica, sul consumo di gas naturale e carburante nel 2007.

Effectiveness indicator	Remuneration level
> 0.5 %	
0.2-0.5 %	< 10 US cent / kWh → low
0.05-0.2 %	10-30 US cent / kWh → medium
< 0.05 %	> 30 US cent / kWh → high

Fonte: basato sui calcoli AIE e Ragwitz et al. (2008), consumo di gas naturale e carburante

Figura 11. Solare FV: efficacia media 2000-2005 ed efficacia media 2004/2005 (per paese).



Fonte: basato sui calcoli AIE e Ragwitz et al. (2008).

### Punto fondamentale

I livelli di efficacia più elevati fino ad ora sono stati rilevati in Lussemburgo, Germania, Giappone e Svizzera sia dal 2000 al 2005 sia in tempi più recenti.

Il progresso dei BRICS è ancora una volta piuttosto limitato a causa della mancanza di attività di sviluppo nel caso del Brasile, della Russia e del Sudafrica. In Cina e in India, invece, l'indicatore dell'efficacia è falsato a causa dell'immenso potenziale che entrambi questi paesi hanno dimostrato. Crescita accelerata negli ultimi anni, la capacità installata dell'India è triplicata dal 2000 al 2005, quella della Cina è aumentata addirittura di 3,5 volte ma entrambi i paesi sono ancora nella fase iniziale di sviluppo. Il mercato domestico della Cina è costituito principalmente da progetti dimostrativi e i produttori di fotovoltaico puntano soprattutto a esportare verso i mercati stranieri, soprattutto in Giappone o Germania.

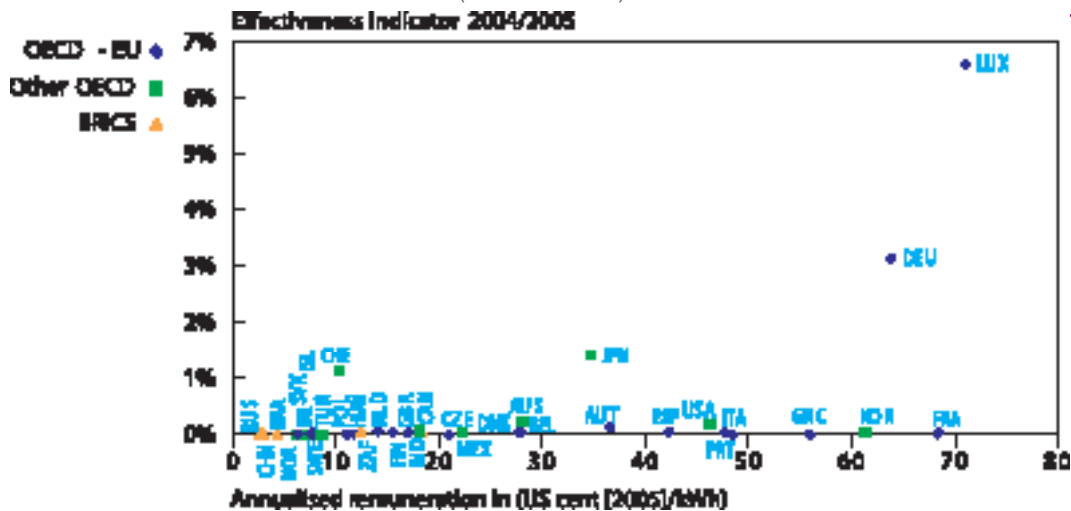
### Livello di remunerazione e di efficacia delle politiche energetiche

Mentre la Figura 12 è dominata dalla Germania e dal Giappone che sono di gran lunga i leader del mercato, e dal Lussemburgo, la Figura 13 presenta lo stesso grafico su una scala più larga per fornire un'analisi più dettagliata dell'efficacia negli altri paesi.

Per il settore del solare fotovoltaico, la remunerazione offerta ha raggiunto un livello sufficiente soprattutto nei Paesi OCSE-Ue cioè Austria, Germania, Spagna, Francia, Grecia, Italia, Lussemburgo, Portogallo, così come Giappone, Corea e Stati Uniti. L'efficacia eccezionalmente alta del Lussemburgo può essere spiegata solamente da un livello di remunerazione molto elevato nel 2004 e 2005.

Tariffe in conto energia insieme alla disponibilità di finanziamenti agevolati e l'accesso non discriminatorio alla griglia sono stati efficaci in Germania sebbene a un costo elevato (0,65 USD/kWh). Negli ultimi anni, il livello della tariffa in conto energia in Germania per il solare fotovoltaico è diminuito per certi versi ed è stato introdotto un elemento di riduzione. Il parlamento tedesco

Figura 12. Solare **FV**: efficacia della politica rispetto ai livelli di remunerazione annuali (scala normale)

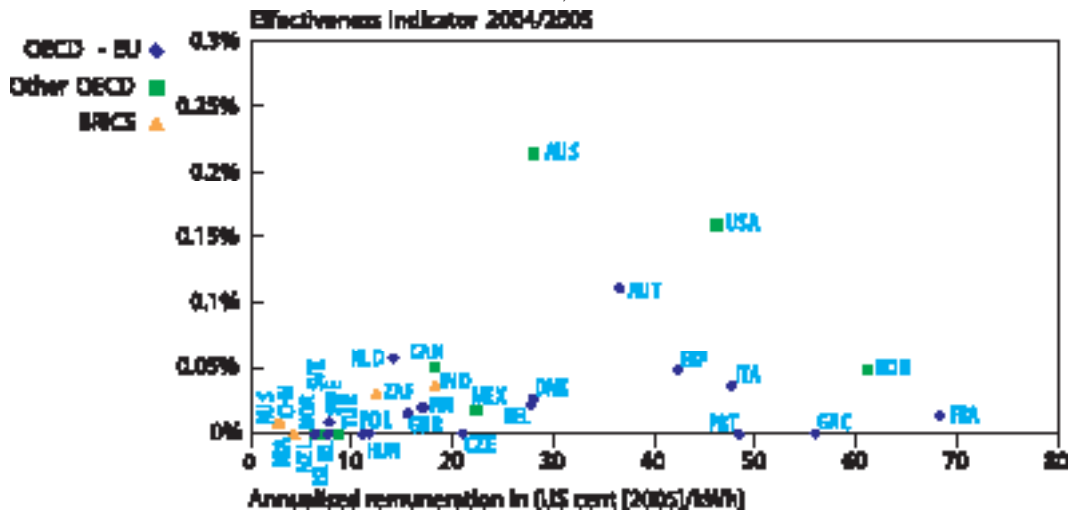


Fonte: calcoli AIE e Ragwitz et al. (2008).

**Punto fondamentale**

I livelli di efficacia elevati del Lussemburgo e della Germania sono stati accompagnati da un'alta remunerazione.

Figura 13. Solare **FV**: l'efficacia della politica rispetto ai livelli di remunerazione elevati (larga scala).



Fonte: calcoli AIE e Ragwitz et al. (2008).

**Punto fondamentale**

Ai livelli più bassi del potenziale realizzabile sfruttato, gli incentivi per gli investimenti sono relativamente efficaci come in Australia e negli Stati Uniti.

ha approvato le proposte per accelerazione della riduzione per installazioni isolate dal 5% all'anno nel 2008 al 10% all'anno nel 2010 e al 9% dal 2011 in poi. Ciò crea incentivi per ridurre i costi e far scendere quindi la curva di apprendimento.

La Francia d'altro canto, presenta dei livelli di remunerazione più alti con efficacia molto limitata, indicando che una simile disponibilità di pagare non esiste, probabilmente influenzata da impedimenti non economici come gli elevati ostacoli amministrativi che gli sviluppatori del progetto devono superare (Coenraads et al., 2006).

Tra i paesi con alta efficacia, il Giappone ha offerto la media più bassa della remunerazione che è probabilmente da collegare alle riduzioni del costo unitario indotte dal settore del fotovoltaico domestico del Giappone, consolidatosi da molto tempo e leader nel mondo.

È interessante notare che alcuni paesi, come la Grecia e l'Italia, hanno dimostrato una remunerazione relativamente alta con un successo piuttosto limitato dal 2000 al 2005, che indica l'importanza di ostacoli non economici supplementari per lo sviluppo del fotovoltaico come la mancanza di informazioni e l'accettazione tra gli enti autorizzanti e la comunità più ampia. Tuttavia, i recenti sviluppi della politica in questi due stati, che implica l'introduzione delle tariffe in conto energia per gli impianti fotovoltaici grid-connected in Italia nel 2007 e in Grecia nel 2004 stanno promuovendo una crescita più veloce del mercato.

Negli Stati Uniti, il sostegno a favore del fotovoltaico viene sia da incentivi prelevati dalle imposte federali che da programmi statali. I programmi statali degni di nota comprendono sia incentivi sugli investimenti che sui sistemi di quota con set-aside dei sistemi di produzione per l'energia solare (vedere il riquadro 4).

In Cina e India, i meccanismi di sostegno sono stati revisionati nel 2005, dal momento che le precedenti politiche di sostegno non avevano generato crescita ai livelli desiderati. Entrambi i paesi mirano a fare in modo che il fotovoltaico abbia un ruolo maggiore nell'elettrificazione rurale, sebbene la remunerazione nel 2005 e gli incentivi non sono sufficienti a garantirne la diffusione.

### Box 4. Sviluppi del mercato fotovoltaico solare negli Stati Uniti

Gli Stati Uniti rappresentano il terzo mercato più grande per installazioni di fotovoltaico solare, sebbene il paese abbia iniziato a sfruttare solo ora il suo enorme potenziale per l'energia solare.

Gli Stati Uniti differiscono da altri paesi in quanto le decisioni riguardanti la politica energetica vengono fatte sia a livelli federali che statali. Per molti anni le installazioni di sistemi fotovoltaici hanno tratto vantaggio da incentivi prelevati dalle imposte federali, sia in forma di credito d'imposta sugli investimenti che di un ammortamento accelerato in 5 anni. Tali incentivi, comunque, non sono stati sufficienti a motivare da soli l'installazione di sistemi fotovoltaici. A risultato di ciò, solo in quegli stati nei quali si sono sviluppati sostanziali programmi di incentivo oltre agli incentivi federali, si sono sviluppati mercati per l'energia solare.

La Tabella 9, per esempio, mostra quali siano i tre principali mercati di applicazione dell'energia fotovoltaica negli Stati Uniti, per quello che riguarda la capacità di sistemi fotovoltaici connessi in rete installati in un arco di tempo che va dal 2000 al 2005. La California è chiaramente lo stato principale (con quasi l'80% del mercato statunitense totale); si segnala inoltre la presenza di discreti mercati in Arizona (6%) e nel New Jersey (5%). Nello stesso arco di tempo, il resto degli Stati Uniti ha rappresentato il 9,5% delle installazioni di sistemi fotovoltaici connessi in rete. Come indicato nella Tabella, la crescita in questi mercati statali primari non è proporzionale alla popolazione di questi stati. Allo stesso modo, il terzo mercato americano più grande del paese – il New Jersey – non è tra quegli stati con i più alti livelli di isolamento.



Box 4. Sviluppi del mercato solare negli Stati Uniti (continua)

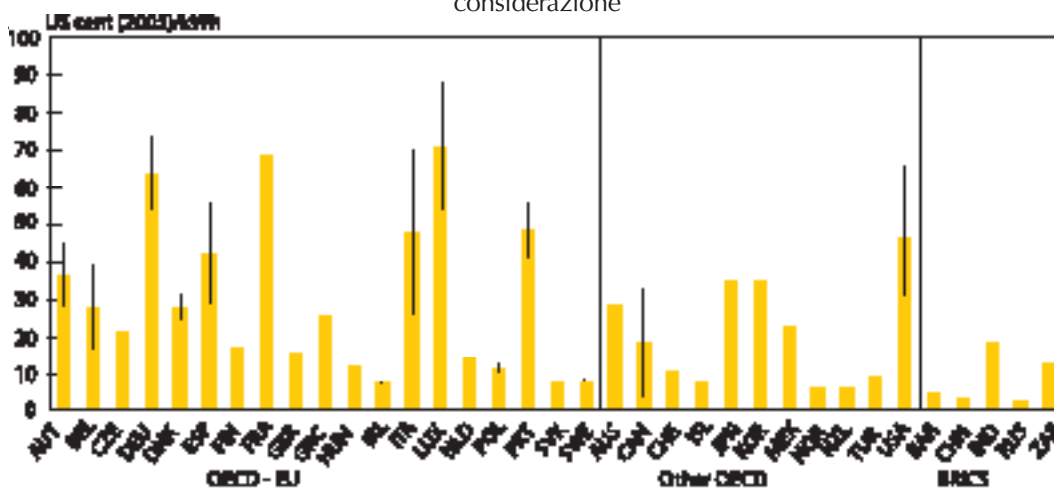
Tabella 9. Capacità di crescita dei sistemi fotovoltaici connessi in rete negli Stati Uniti

State	Installed PV capacity, 2000-2005	Proportion of total PV installations in the US, 2000-2005	Proportion of US population, 2005
California	156.7 MW	79.5%	12.2%
Arizona	12.4 MW	6.3%	2.0%
New Jersey	9.2 MW	4.7%	2.9%
Rest of US	18.6 MW	9.5%	82.9%

Fonte: dati capacità del fotovoltaico da (IREC, 2006).

È chiaro che fattori diversi dai livelli della popolazione e delle risorse solari stanno influenzando i siti destinati all'installazione di sistemi fotovoltaici negli Stati Uniti. Inoltre, la California, l'Arizona e il New Jersey hanno stabilito politiche aggressive per gli incentivi destinati all'energia solare. In California, nell'arco di tempo 2000-2005, sono stati offerti rimborsi favorevoli per l'installazione di sistemi fotovoltaici residenziali e commerciali. Nello stesso periodo, in Arizona era stato stabilito un sistema di quote con set aside specifico per i sistemi solari, che ha incoraggiato utenti pubblici a sviluppare più ampie installazioni di sistemi fotovoltaici destinate a grandi impianti. Infine, nel New Jersey, un rimborso immediato combinato con un sistema di quote ha offerto un forte sostegno al settore fotovoltaico. Contratti di net metering, strutture che offrono tassi favorevoli di vendita e interconnessioni semplificate hanno permesso lo sviluppo di discreti mercati per il settore fotovoltaico. Gli stati americani con discreti sistemi fotovoltaici non hanno una specifica politica di incentivi economici (sia essa basata su rimborsi, incentivi sulla produzione o quote di obbligazioni), oppure presentano carenze per quanto riguarda contratti favorevoli di net metering o norme sulle interconnessioni.

Figura 14. Solare fotovoltaico: livelli di retribuzione annualizzati per il 2005 dei paesi presi in considerazione



NB: **■** mostra i valori di retribuzione minimi e massimi.  
Fonte: calcoli AIE e Ragwitz et al. (2008).

**Punto fondamentale**

*I livelli medi di retribuzione in quei paesi che presentano una crescita di mercato stimolata sono più alti per il solare fotovoltaico paragonati a tecnologie delle energie rinnovabili (RET) più diffuse a causa degli alti costi di investimenti.*

## Energia idroelettrica<sup>41</sup>

### Scoperte principali

- Nella maggior parte dei Paesi OCSE, ad eccezione di Canada e Turchia, il potenziale addizionale per lo sviluppo dell'energia idroelettrica è piccolo in quanto il potenziale è già stato sfruttato o risente di quadri normativi legali riguardanti la gestione integrata dell'acqua, come la Water Framework Directive (Direttiva Quadro sulle Acque) europea, e da occasionale resistenza degli utenti pubblici. In molti Paesi OCSE e dell'Unione europea, si sta principalmente registrando una crescita nella riattivazione o nell'aggiornamento di grandi impianti o nell'apertura di piccoli nuovi impianti.
- Eppure nella maggior parte dei Paesi BRICS, c'è stato un evidente progresso in anni recenti e il potenziale addizionale fino al 2020 rimane significativo. Questa crescita è principalmente generata dal consistente aumento della richiesta di elettricità. C'è inoltre la necessità di un'espansione della capacità relativamente agli aspetti idrologici della conservazione dell'acqua e dei sistemi di gestione. Perciò, con l'energia idroelettrica che costituisce un importante elemento della politica energetica integrata in questi paesi, i programmi per il sostegno delle energie rinnovabili – in gran parte – non sono stati necessari a stimolare il suo sviluppo.
- Dal momento che gran parte della produzione di energia idroelettrica compete spesso con la produzione di energia elettrica termica e nucleare, molti paesi sono interessati a sviluppare queste tecnologie. Uno dei principali limiti può essere costituito dall'impatto ambientale di grandi impianti che può fortemente ritardare il processo di programmazione e persino far fallire l'attuazione di progetti su ampia scala.

### Risultati di sintesi

Il potenziale tecnico totale realizzabile a medio termine per l'energia idroelettrica nei Paesi OCSE e BRICS è molto ampio, con 4.041 TWh, il 58% dei quali è già stato sfruttato entro il 2005, riflettendo il livello avanzato di maturità tecnologica delle tecnologie delle energie rinnovabili (RET).

Per alcuni paesi, i risultati dell'indicatore di efficacia potranno essere meno significativi dal momento che i loro potenziali addizionali realizzabili per l'energia idroelettrica possono essere bassi a causa dell'ampio sfruttamento in passato o dei limiti regolatori allo sfruttamento.<sup>42</sup>

41. Per quanto riguarda l'energia idroelettrica, la produzione annuale di elettricità è stata calcolata in base alla capacità installata e al fattore della capacità media per escludere dall'analisi la variazione annuale nelle risorse disponibili a causa delle condizioni climatiche. Non viene inclusa nell'analisi l'accumulazione di energia tramite pompaggio.

42. In mercati maturi il potenziale rimanente, ovvero il denominatore nella definizione dell'indicatore di efficacia, si avvicina a zero, amplificando alcuni piccoli cambiamenti nel numeratore, ovvero la capacità addizionale di produzione in un arco di tempo specifico. A conseguenza di ciò alcuni paesi mostrano un livello di alta efficacia a causa del basso potenziale rimanente piuttosto che un ampio aumento

Nonostante ciò, si è registrato un notevole progresso in alcuni paesi con potenziali rimanenti significativi. La Tabella 10 mostra i sistemi idroelettrici aggiunti tra il 2000 e il 2005 da quei paesi che hanno ampliato la loro capacità più rapidamente.

Soprattutto i Paesi BRICS – ad eccezione del Sudafrica – hanno mostrato una crescita accelerata in anni recenti, principalmente a conseguenza del forte aumento di richiesta di elettricità nel periodo di analisi, con discreti potenziali rimanenti a medio termine. C'è inoltre la necessità di un'espansione della capacità relativamente agli aspetti idrologici della conservazione dell'acqua e dei sistemi di gestione. Perciò, con l'energia idroelettrica che costituisce un importante elemento della politica energetica integrata in questi paesi, i programmi per il sostegno delle energie rinnovabili – in gran parte – non sono stati necessari a stimolare il suo sviluppo.

I processi che portano alle decisioni per ampi progetti idroelettrici differiscono da quelli per altri impianti per le tecnologie delle energie rinnovabili (RET) dal momento che i primi si basano spesso su motivazioni strategiche a lungo termine degli azionisti dei mercati elettrici già esistenti piuttosto che su motivi economici a breve termine nel settore dell'elettricità. Andrà inoltre notato che questa analisi non distingue tra impianti idroelettrici piccoli e grandi, dal momento che non sono disponibili dati differenziati e le definizioni di impianti idroelettrici piccoli e grandi variano da paese a paese e per gruppi di azionisti.

Tabella 10. I sette paesi principali in termini di capacità idroelettrica installata aggiunta dal 2000 al 2005

Country	Additional capacity installed, 2000-2005 (GW)	Cumulative capacity installed to end of 2005 (GW)
CHN	37.17	116.52
BRA	9.79	70.86
IND	6.63	30.45
CAN	4.57	71.80
ITA	3.59	16.98
TUR	1.73	12.91
RUS	1.60	45.90

Fonte: calcoli AIE e Ragwitz et al. (2008).

Tabella 11. Energia idroelettrica: Sintesi dei risultati dell'efficacia (OCSE e BRICS)

Average yearly effectiveness level 2000-2005	Country	Range of average yearly effectiveness 2004/2005	Cumulative capacity installed to end of 2005 (MW)	Main policy instrument(s) in 2005
> 7%	ITA	> 7%	16 976	Quota obligation system with TGC
5-7%	PRT	> 7%	4 497	FIT
	FIN	> 7%	3 035	Tax measure
1-5%	BRA	1-5%	70 858	FIT
	POL	5-7%	915	Quota obligation system with TGC
	CAN	1-5%	71 801	Tender / premium FIT
	CHN	5-7%	116 520	Generation based tender / Other
	CHE	1-5%	13 355	FIT
	IND	1-5%	30 446	FIT / generation based tender / tax measure
	AUT	1-5%	8 231	FIT
	TUR	< 1%	12 906	FIT
	JPN	< 1%	22 133	Quota obligation system with TGC / investment incentive
	MEX	1-5%	10 285	Tax measure
	GRC	1-5%	2 407	FIT
< 1%	FRA	1-5%	20 984	FIT
	RUS	< 1%	45 900	n/a
	ISL	< 1%	1 163	n/a
	AUS	< 1%	7 795	Quota obligation system with TGC
	CZE	1-5%	1 020	FIT / premium FIT
	KOR	< 1%	1 583	FIT
	HUN	< 1%	49	FIT
	LUX	< 1%	38	FIT
	NLD	< 1%	37	FIT / premium FIT

Tabella 11. Energia idroelettrica: Sintesi dei risultati dell'efficacia (OCSE e BRICS) (continua)

Average yearly effectiveness level 2000-2005	Country	Range of average yearly effectiveness 2004/2005	Cumulative capacity installed to end of 2005 (MW)	Main policy instrument(s) in 2005
	ZAF	< 1%	668	Investment incentive
	ESP	< 1%	12 872	FIT / premium FIT
	NZL	< 1%	5345	n/a <sup>1</sup>
	IRL	< 1%	234	Tender <sup>2</sup>
	BEL	< 1%	105	Quota obligation system with TGC
	SWE	5-7%	16 302	Quota obligation system with TGC
	NOR	< 1%	26 410	n/a
	SVK	1-5%	1596	FIT
	USA	< 1%	77 540	Quota obligation system with TGC / tax measure
	DNK	< 1%	11	Premium FIT
	DEU	1-5%	4143	FIT
	GBR	> 7%	1513	Quota obligation system with TGC

1. La Nuova Zelanda ha introdotto la carbon tax sulla produzione di energia elettrica, sul consumo di gas naturale e carburante nel 2007.

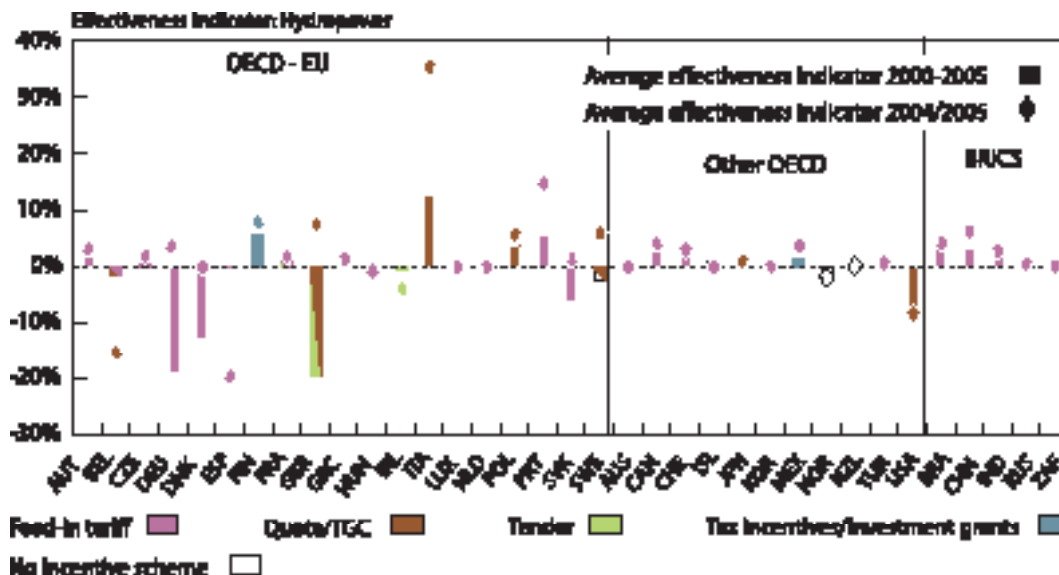
2. L'Irlanda è passata al sistema FIT nel 2006, ma durante il 2005 ha fatto affidamento soprattutto su un meccanismo di gare d'appalto.

Effectiveness indicator	Remuneration level
> 7 %	
5-7 %	< 6 US cent / kWh → low
1-5 %	6-10 US cent / kWh → medium
< 1 %	> 10 US cent / kWh → high

Fonte: calcoli AIE e Ragwitz et al. (2008).

Efficacia delle politiche: principali osservazioni a livello regionale

Figura 15. Energia idroelettrica: Efficacia media 2000-2005 ed efficacia media 2004/2005 (per paese)



Fonte: calcoli AIE e Ragwitz et al. (2008)..

Punto fondamentale

I Paesi BRICS mostrano un considerevole progresso nello sviluppo di questa tecnologia in anni recenti, ma il potenziale sostanziale deve ancora essere sfruttato. Gli alti livelli di efficacia soprattutto nei Paesi dell'Unione europea e OCSE riflette il basso potenziale addizionale realizzabile.

Dal 2000-2005, i livelli di efficacia più alti sono stati raggiunti in Italia, Portogallo e Finlandia (Figura 15). Il Portogallo in particolare ha aumentato significativamente la sua capacità di installazioni soprattutto durante il 2004 e il 2005. In Finlandia, il potenziale addizionale rimanente è molto piccolo, quindi una piccola quantità di capacità addizionale ha un effetto piuttosto significativo sull'indicatore di efficacia.

Un secondo gruppo di paesi comprende Brasile, Polonia, Canada, Cina, Svizzera, India, Austria, Turchia, Giappone, Messico e Grecia. Perciò, lo spettro dei paesi con una efficacia ampia o moderata è significativamente più ampio che per il settore dei biogas e del fotovoltaico, comprendendo inoltre tre ampie economie emergenti e sei paesi europei. Ciò deriva inoltre dalla necessità di espansione della capacità idroelettrica e dagli aspetti idrogeologici, ovvero le necessità inerenti all'approvvigionamento delle risorse idriche e dei sistemi di gestione. Dal momento che gran parte della produzione di energia idroelettrica compete spesso con la produzione di energia elettrica termica e nucleare, molti paesi sono molto interessati a sviluppare queste tecnologie. Uno dei principali fattori limitanti può essere l'impatto ambientale dello sviluppo su larga scala, che potrebbe seriamente ritardare il processo di pianificazione e addirittura far deragliare l'attuazione dei progetti principali. Alcuni paesi, tra cui Cina, India, Portogallo, Brasile, Polonia e Turchia hanno aumentato la loro capacità di installazione di una percentuale pari o superiore al 10% dal 2000 al 2005 (Tabella 10). Il fatto che tre di questi sei paesi tra i più dinamici per quanto riguarda la crescita del mercato siano Paesi BRICS evidenzia i tassi di sviluppo idrodinamico in anni più recenti.

La politica di sostegno della Cina non è omogenea, essendo principalmente basata su incentivi per investimenti caso per caso. La crescita in anni più recenti è risultata principalmente da progetti su ampia scala al di sopra dei 50 MW. L'energia idroelettrica su piccola scala copre solo il 23% della capacità installata nel 2005, che rappresenta solo circa il 30% del potenziale del paese.

Mentre il mercato indiano si è aperto a investitori privati dal 1991, investimenti nel settore privato dell'energia idroelettrica non sono ancora significativi, principalmente a causa della mancanza di sostegni finanziari e amministrativi. Nuove politiche introdotte nel 2003 (come la "50 000 MW Hydro Initiative and Electricity Act", Legge sull'iniziativa elettrica e l'elettricità da 50.000 MW) hanno avuto come obiettivo la creazione di un ambiente aperto agli investimenti, fattore decisivo per sfruttare il potenziale idroelettrico del paese. Entro il 2005, è stato soddisfatto solo il 20% del potenziale realizzabile.

Il Brasile dipende molto dall'energia idroelettrica, le sue percentuali sulla capacità di produzione raggiungono l'80%. Fino al 2005, il paese non ha costruito altri vasti impianti idroelettrici dopo aver commissionato nel 1984 l'Itaipu, il più grande impianto idroelettrico del mondo per quello che riguarda la produzione di energia con una capacità installata di 14 GW. Da allora il paese si è principalmente concentrato sul sostegno di progetti su piccola scala con buoni risultati soprattutto da quando è stata introdotta la nuova legge sulle tariffe minime in conto energia ("Feed-in Law") nel 2002.

Il sistema idroelettrico della Turchia differisce da quello di altri paesi dal momento che opera su un principio di Costruisci-Opera-Trasferisci, ovvero la maggior parte degli impianti è di proprietà dello stato e il mercato non è facilmente accessibile da parte di imprese private. La Turchia ha fatto incoraggianti passi verso il settore della liberalizzazione dell'energia dal 2001, il che spiega la sua forte e recente crescita in questo senso.

Nei Paesi OCSE dell'Unione europea, la recente espansione del mercato si è sviluppata principalmente attraverso la riattivazione o l'aggiornamento di grandi impianti o l'apertura di piccoli impianti, entrambe le opzioni richiedono di solito un sostegno allo sviluppo. La Polonia ha esemplificato in modo ottimale questa tendenza, aumentando stabilmente la capacità su piccola scala in anni recenti, con un tasso di crescita medio del 3% annuo.

## ***Elettricità geotermica***

### *Scoperte principali*

- La priorità assoluta per la creazione di impianti di produzione geotermici è avere risorse geotermiche idonee ad alta temperatura prontamente disponibili senza aver bisogno di procedere ad operazioni di trivellazione in profondità. Ciò spiega perché la produzione di elettricità geotermica si sia registrata solo in dieci Paesi OCSE e BRICS.
- Iceland, Mexico and United States showed the highest growth rate in recent e l'Italia, il paese con la più alta politica di efficacia basata su un sistema di quote con Certificati Verdi (TGCs), produce oltre il 90% di tutta l'elettricità geotermica dai Paesi OCSE dell'Unione europea.

Risultati di sintesi

Il potenziale totale realizzabile a medio termine per l'elettricità geotermica nei Paesi OCSE e BRICS è di 87 TWh, dei quali il 43% è stato già realizzato alla fine del periodo di analisi. Questo sfruttamento relativamente alto indica l'alto livello di maturità tecnologica della tecnologia idrotermale convenzionale.<sup>43</sup>

Fino ad ora, l'energia geotermica viene tipicamente sfruttata con la tecnologia idrotermale convenzionale, mentre la tecnologia per sistemi geotermici migliorati (EGS) si trova ancora nella fase di ricerca, sviluppo e dimostrazione (RSD). La priorità assoluta per la produzione di energia geotermica è l'accessibilità alle risorse geotermiche ad alta temperatura (oltre 100°C) senza aver bisogno di procedere ad operazioni di trivellazione in profondità.

Mentre il potenziale tecnico a lungo termine è discreto – riflettendo anche gli sforzi fatti nella ricerca, sviluppo e dimostrazione (RSD) per rendere i sistemi geotermici migliorati (EGS) competitivi – lo sviluppo storico come pure l'implementazione a medio termine si basano su potenziali relativamente limitati che utilizzano tecnologia idrotermale in un piccolo numero di paesi con regioni tettonicamente attive (AIE, 2008a). Inoltre, l'energia geotermica viene utilizzata in maniera più efficiente nella cogenerazione, ma il potenziale è spesso situato in regioni con una bassa densità di popolazione e perciò con una bassa richiesta di fonti di riscaldamento. Questa è la ragione per cui solo dieci dei Paesi OCSE e BRICS producono elettricità geotermica con soli tre di questi Paesi dell'Unione europea membri dell'OCSE.

Tabella 12. Elettricità geotermica: Sintesi dei risultati della efficacia (OCSE e BRICS)

Average yearly effectiveness level 2000-2005	Country	Range of average yearly effectiveness 2004/2005	Generation in 2005 (GWh)	Main policy instrument(s) in 2005
> 2%	ITA	< 0.1%	5 324	Tax credit/ Quota obligation system with TGC
	MEX	> 2%	7 299	n/a
	ISL	> 2%	1 658	n/a
0.2-2%	AUT	< 0.1%	2	FIT (CHP plants)
	RUS	0.2-2%	396	n/a
	USA	> 2%	16 778	Quota obligation system with TGC
	NZL	> 2%	2 852	n/a
< 0.1%	TUR	< 0.1%	94	n/a
	BRA	> 2%	n/a	n/a
	CHN	< 0.1%	79	n/a <sup>1</sup>
	PRT	< 0.1%	71	n/a
	JPN	< 0.1%	3 226	Quota obligation system with TGC

1. La Cina ha introdotto una tariffa minima in conto energia ("feed-in") per l'elettricità geotermica nel 2006 all'interno di regolazioni collegate alla Renewable Energy Law (Legge sull'Energia Rinnovabile).

<b>Effectiveness indicator</b>	> 2 %	0.2-2 %	0.1-0.2 %	< 0.1 %
--------------------------------	-------	---------	-----------	---------

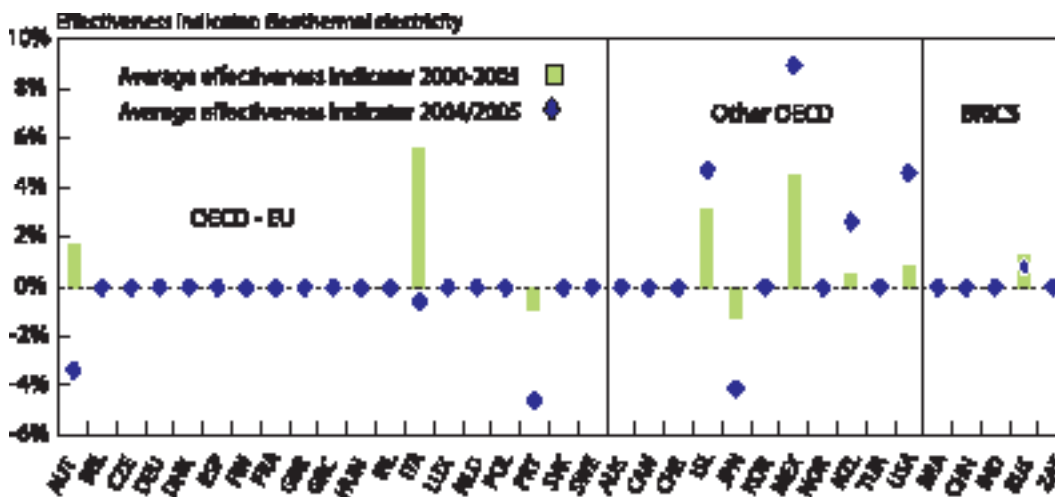
Source: Based on IEA calculations & Ragwitz et al. (2008).

43. I sistemi geotermici migliorati (EGS), al contrario, si trovano ancora in fase dimostrativa e rappresentano perciò solo un contributo minore al potenziale realizzabile a medio termine fino al 2020 per l'elettricità geotermica.



*Efficacia delle politiche: principali osservazioni a livello regionale*

Figura 16. **Elettricità geotermica: Efficacia media 2000-2005 ed efficacia**



Source: Based on IEA calculations & Ragwitz et al. (2008).

**Punto fondamentale**

*I Paesi OCSE che non sono membri dell'Unione europea e producono energia geotermica, hanno visto un ampio aumento di potenziale raggiunto nel 2004/5 rispetto ai Paesi OCSE membri dell'Unione europea e ai Paesi BRICS.*

L'Italia, il paese con la più grande efficacia dal periodo 2000-2005, è fino ad ora il principale produttore di elettricità geotermica in Europa, con una produzione superiore al 90% dell'energia geotermica europea (Figura 16). Il paese ha subito un aumento nella sua produzione annuale di energia geotermica del 13% durante questo periodo, sebbene la crescita sia rallentata più recentemente nel 2004/5 a causa di difficoltà a livello operativo in grandi impianti e di difficoltà di costruzione in molti altri impianti. Si dovrà inoltre sottolineare che lunghi periodi di costruzione di 3-5 anni per nuovi impianti hanno causato ritardi tra l'attuazione delle politiche e i loro effetti. A risultato di ciò, ci sono fasi in cui non si osserva alcuna crescita nello sviluppo, sebbene si registri durante lo stesso periodo la costruzione di nuovi impianti di produzione.

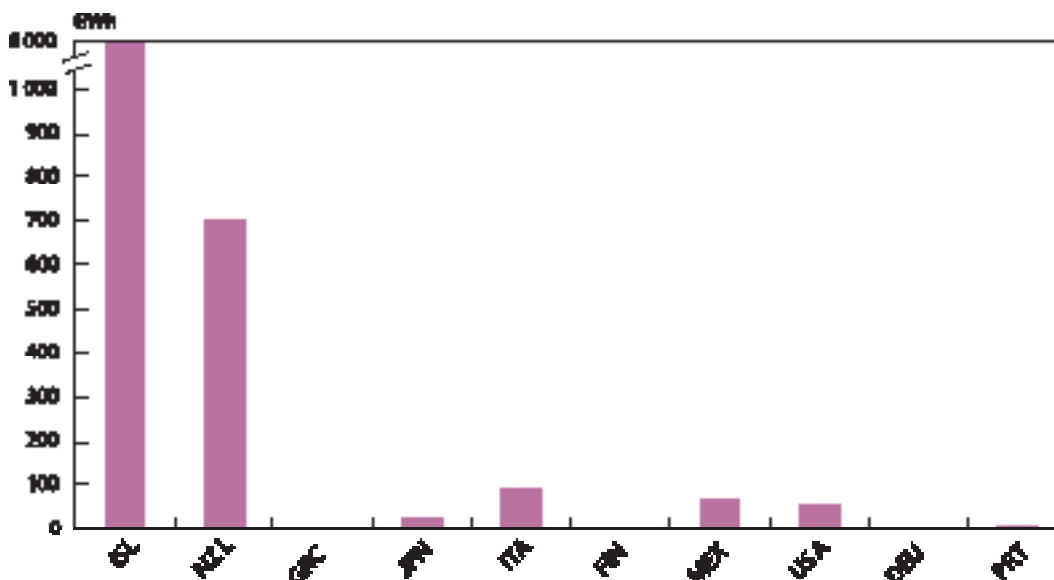
Il Messico, che ha prodotto elettricità geotermica per 30 anni, è il paese con il secondo mercato mondiale, in anni più recenti. Ha aggiunto 100 MW di capacità tra il 2000 e il 2005 e ed è attesa presto un'ulteriore crescita.

L'Islanda è l'utente con la più elevata produzione di energia geotermica, e soddisfa quasi un quinto della sua richiesta elettrica grazie all'energia geotermica. L'energia geotermica gioca un ruolo importante nel mix energetico solo in Islanda e, in misura minore, in Nuova Zelanda (Figura 17). Gli Stati Uniti rimangono il più grande produttore di energia geotermica con una capacità installata di oltre 2.100 MW e significativi potenziali nelle regioni occidentali. Nonostante ciò, la crescita indicata per il 2004/2005 deriva principalmente da un programma di sviluppo a

reiniezione presso uno degli impianti più grandi, con una piccola capacità addizionale aggiunta nel periodo di analisi.

Quasi tutti i paesi che hanno mostrato progressi tra il 2000 e il 2005 hanno già registrato significative capacità di produzione nel precedente decennio ad eccezione dell’Austria che ha principalmente utilizzato in passato le risorse geotermiche per la produzione di calore.

Figura 17. **Elettricità geotermica: consumo medio pro capite nel 2005**



Fonte: calcoli AIE e Ragwitz et al. (2008)..

Ridurre i rischi legati alla trivellazione per permettere lo sviluppo delle risorse geotermiche è importante per assicurare una politica efficace per stimolare lo sviluppo dell’energia geotermica, dal momento che tali rischi possono costituire fino al 33-50% dei costi dei progetti geotermici (AIE, 2008a).

## Analisi dell’efficacia delle politiche per le energie rinnovabili e dell’efficienza del livello di retribuzione: tecnologie delle energie rinnovabili per la produzione di calore (RES-H)

### Riquadro 5. **Disponibilità dei dati sui mercati e politiche per le fonti energetiche rinnovabili per la produzione di calore (RES-H)**

Gli scarti tra dati sono apparenti per quello che riguarda le tendenze di diffusione e le politiche rilevanti per le fonti energetiche rinnovabili per la produzione di calore (RES-H), soprattutto negli stati che non sono Paesi membri dell’AIE. Paragonati ai mercati dell’elettricità e dei carburanti per i trasporti, il mercato del riscaldamento è stato analizzato da vicino quando i decisori hanno preso in considerazione i progetti inerenti alle politiche per la maggior parte delle energie rinnovabili.

I dati disponibili per quello che riguarda le politiche e le misure per stimolare il consumo sul mercato di fonti energetiche rinnovabili per la produzione di calore (RES-H) sono ancora insufficienti (AIE e RETD, 2007).

*Riquadro 5. Disponibilità dei dati sui mercati e politiche per le fonti energetiche rinnovabili per la produzione di calore (RES-H) (continua)*

Per quello che riguarda la diffusione di fonti energetiche rinnovabili per la produzione di calore (RES-H), le statistiche ufficiali del governo comprendono solo i consumi di carburante trattato commercialmente rispetto alla produzione di calore, come pure la vendita commerciale di calore per contratto per l'utilizzo da parte di terzi (per esempio per utenti privati, commerciali o industriali).

Perciò mentre i dati sui sistemi fotovoltaici connessi in rete e i sistemi centralizzati, come teleriscaldamento, impianti CHP e impianti per il riscaldamento industriale, saranno più affidabili, la produzione di calore in sistemi fotovoltaici non connessi in rete e in sistemi decentralizzati come pompe di calore geotermiche ed energia solare termica domestica per riscaldare l'acqua e le piscine, non è inclusa nelle statistiche ufficiali. Perciò, l'effettivo contributo delle energie rinnovabili al riscaldamento viene sottovalutato nelle statistiche ufficiali (AIE, 2007a).

## **Calore geotermico**

### *Scoperte principali*

- Despite the fact that the use of geothermal heat is well established in many paesi, i progressi che li riguardano, come segnalati dall'indicatore di efficacia, sono lenti, almeno per quello che riguarda potenziali realizzabili molto ampi a medio termine. Deve essere fatta anche una distinzione tra riscaldamento geotermico profondo, che entra spesso in competizione con il riscaldamento convenzionale quando quest'ultimo è disponibile, e pompe di calore da fonti geotermiche superficiali.
- Le principali barriere allo sviluppo sono i costi, la complessa pianificazione e le procedure che coinvolgono i permessi e la distanza tra le risorse geotermiche profonde e i centri che richiedono la fornitura di calore. Le pompe di calore da fonti geotermiche superficiali possono essere impiegate virtualmente ovunque nel mondo sia per impianti di riscaldamento che di raffreddamento, ma presentano alti costi di investimento, che necessitano il sostegno di politiche specifiche. Questa è stata la ragione per cui lo sviluppo di tali fonti è stata limitata.
- La Svizzera e la Turchia sono stati i paesi più efficienti tra il 2000 e il 2005. Ciò rappresenta un sostanziale miglioramento, dal momento che i due paesi non hanno risorse idrotermali significative ad alte temperature e, perciò, non appartengono al gruppo di principali paesi produttori di elettricità geotermica.
- I sistemi geotermici migliorati (EGS) da trapanazioni in profondità sono ancora nelle prime fasi di sviluppo e sono ancora piuttosto costosi, ma hanno un ampio potenziale, se le attuali limitazioni riguardanti i costi verranno superate.

### *Risultati di sintesi*

BTra il 2000 e il 2005, Spagna, Svizzera, Austria e Turchia hanno incrementato la produzione di calore geotermico del 50-60%, mentre negli Stati Uniti la produzione ha subito un aumento di oltre 15 petajoules (PJ) all'anno, che rappresenta un aumento di oltre il 75% (Tabella 13). Durante lo stesso arco di tempo, lo sviluppo in Islanda del calore geotermico

non ha subito sigsignificativi incrementi dal momento che la produzione di calore geotermico soddisfa già il 90% della richiesta per il riscaldamento domestico, il che dimostra le significative possibilità delle tecnologie per la produzione di calore da fonti rinnovabili. Deve essere fatta anche una distinzione tra riscaldamento geotermico profondo, che entra spesso in competizione con il riscaldamento convenzionale quando quest'ultimo è disponibile, e pompe di calore da fonti geotermiche superficiali.

Il potenziale realizzabile totale a medio termine per il calore geotermico nei Paesi OCSE e BRICS è di 1.624 TWh (5.846 PJ), dei quali si è raggiunto solo il 3% nel 2005.

Tabella 13. Calore geotermico: Sintesi dei risultati della efficacia (OCSE e BRICS)

Average yearly effectiveness level 2000-2005	Country	Range of average yearly effectiveness 2004/2005	Generation in 2005 (TJ)	Main policy instrument(s) in 2005
> 1%	CHE	> 1%	5 743	Investment incentive
	TUR	> 1%	38 763	n/a
0.1-0.2%	USA	0.1-0.2%	35 661	n/a
	AUT	< 0.1%	821	n/a
	ISL	< 0.1%	33 200	n/a
< 0.1%	RUS	< 0.1%	1 200	n/a
	POL	< 0.1%	381	n/a
	KOR	0.1-0.2%	107	n/a
	ESP	< 0.1%	321	n/a
	DEU	< 0.1%	5 750	Investment incentive (capital grants, preferential loans) <sup>1</sup>
	FRA	< 0.1%	5 442	Risk coverage fund / tax credit
	HUN	< 0.1%	3 598	n/a
	DNK	< 0.1%	132	Building standards
	GBR	< 0.1%	33	Investment incentive (capital grants)
	PRT	< 0.1%	42	n/a
	BEL	< 0.1%	79	n/a
	ITA	< 0.1%	8 916	Investment incentive (tax credits)
	IRL	< 0.1%	2	Investment incentive (capital grants)
	SVK	< 0.1%	197	n/a
	GRC	< 0.1%	47	n/a
	JPN	< 0.1%	8 958	Investment incentive (subsidies)
NZL	< 0.1%	15 672	n/a	

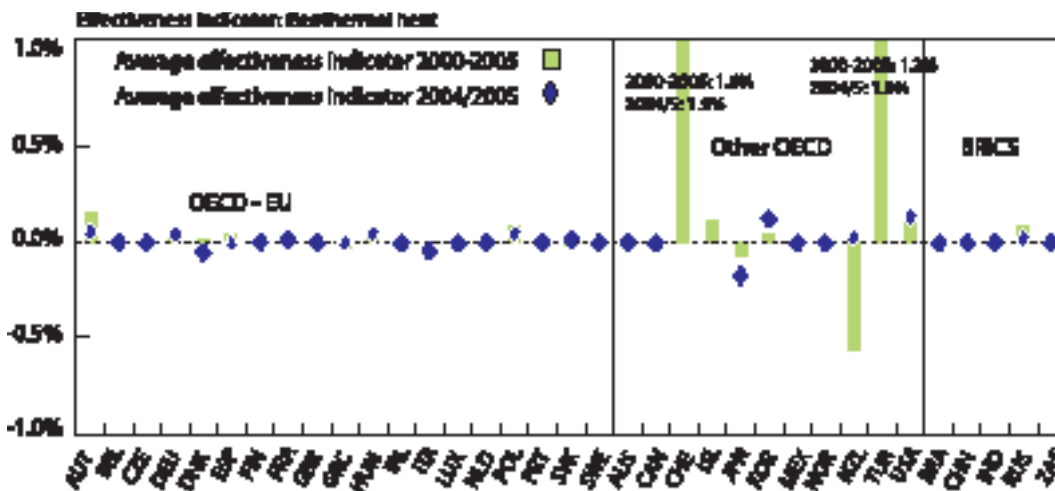
1. La Germania ha promulgato la sua Renewable Energy Heating Law (Legge federale sulla produzione di calore da fonti di energia rinnovabili) nel 2008, che stabilisce che tutti i nuovi edifici residenziali, a cominciare dal 2009, ottengano almeno il 14% dell'energia per produrre riscaldamento e acqua calda da fonti rinnovabili, compreso solare, biomassa e geotermico. Il governo federale tedesco ha stanziato 350 milioni di euro all'anno per garantire sovvenzioni per permettere ai proprietari d'immobili di rispettare quanto stabilito dalle nuove normative. (REN21, 2008).

<b>Effectiveness indicator</b>	> 1 %	0.2-1 %	0.1-0.2 %	< 0.1 %
--------------------------------	-------	---------	-----------	---------

Fonte: calcoli AIE e Ragwitz et al. (2008).

*Efficacia delle politiche: principali osservazioni a livello regionale*

Figura 18. Calore geotermico: Efficacia media 2000-2005 ed efficacia media



Source: Based on IEA calculations & Ragwitz et al. (2008).

**Punto fondamentale**

*I soli paesi che tra il 2000 e il 2005 hanno sfruttato il potenziale offerto dalla produzione interna di calore geotermico sono stati Svizzera e Turchia.*

Come mostrato nella Tabella 13 e nella Figura 18, solo cinque paesi hanno mostrato un indicatore di efficacia a livello di politiche al di sopra dello 0,1%. Tutti gli altri hanno presentato risultati negativi.

La Svizzera e la Turchia sono stati i paesi che, tra il 2000 e il 2005, hanno mostrato una maggior efficacia produttiva – un traguardo sostanziale dal momento che questi paesi non hanno potenziali alti per quanto riguarda la produzione di elettricità geotermica a causa della mancanza di risorse idrotermali significative ad alte temperature.

A seguire, hanno mostrato una grande efficacia produttiva anche Stati Uniti, Austria e Islanda, paesi che hanno comunque sfruttato sostanzialmente la produzione di calore geotermico prima del 2000. Comunque i tassi di diffusione e crescita in questi paesi sono considerevolmente diminuiti nel 2004-2005.

Altri paesi produttori che hanno presentato una considerevole produzione di calore geotermico in passato comprendono Germania, Francia, Italia, Ungheria, Giappone e Nuova Zelanda. Tuttavia, nessuno di questi paesi ha registrato una significativa crescita nel periodo di analisi.

Tra 2000 e 2005, l'unico paese, tra quelli che offrivano una politica informativa – che ha adottato una politica di sostegno per la produzione di calore geotermico è stato la Corea, che si concentra sull'utilizzo di energia per il riscaldamento dell'acqua e sulle pompe di calore geotermiche per gli edifici pubblici e industriali.

In molti casi, lo sfruttamento del calore geotermico potenziale è competitivo grazie ai prezzi per il calore convenzionale, e ciò indica che lo sviluppo di progetti di successo richiede principalmente assistenza nelle procedure di programmazione e di conseguimento permessi.

I sistemi geotermici migliorati (EGS) da trapanazioni profonde si trovano ancora in uno stadio iniziale e sono piuttosto costosi, ma hanno un potenziale diffuso, una volta superati i limiti imposti dagli elevati costi.

## **Acqua calda solare**

### *Scoperte principali*

- Se da un lato le risorse di calore solare termico sono abbondanti in molte regioni del mondo, dall'altro i significativi progressi compiuti nel corso degli ultimi anni, con un raddoppiamento della produzione e delle installazioni nel periodo 2000-2005, si concentrano unicamente in pochi paesi.
- La Cina è responsabile solo di circa della metà della produzione di calore termico solare globale e, assieme a Brasile e Austria, sta al momento registrando notevoli progressi nell'utilizzo di potenziale realizzabile. In Cina, lo sviluppo può essere attribuito ai costi competitivi del calore termico solare in molte regioni del paese. Gli stimoli principali alla crescente domanda dei consumatori in Cina sono rappresentati da una infrastruttura per la produzione di sistemi di riscaldamento convenzionale poco sviluppata, una industria produttiva interna ben sviluppata e mutamenti demografici registrati a livello di popolazione.
- Il Brasile non offre una politica di sostegno per il calore termico solare ma presenta alti livelli di irradiazione solare mentre l'Austria ha quasi raggiunto un livello pari grazie a investimenti piuttosto modesti in sovvenzioni, fornitura di informazioni e programmi di formazione.
- Le principali barriere allo sviluppo del calore termico solare nella maggior parte dei paesi comprendono linee guida di pianificazione inadeguate, mancanza di consistenti incentivi economici, programmi di consapevolezza e opportunità per la formazione.
- Alcune politiche di regolazione come le norme sul riscaldamento da fonti solari a Barcellona e in altre città spagnole rappresentano interessanti politiche innovative verso il superamento di limiti, superamento che porterà a una significativa crescita.

### *Risultati di sintesi*

In contrasto con alcune delle altre tecnologie delle energie rinnovabili (RET) analizzate, come il calore geotermico, il contributo al calore termico solare è più sviluppato nei paesi. A causa della sua competitività totale o parziale (a seconda del luogo) e della natura distribuita del potenziale, l'utilizzo di calore termico solare è diffuso nel mondo.

Il riscaldamento solare attivo dell'acqua copre un'ampia gamma di processi per la produzione di calore, collettori piatti con o senza lastre di vetro e collettori di aspirazione tradizionalmente utilizzati in strutture per l'immagazzinamento del calore. Il settore ha registrato dei sostanziali progressi nel periodo di analisi. Paragonata al 2000, la produzione cumulativa nel 2005 dei paesi esaminati è raddoppiata con un aumento di oltre 100 PJ (Tabella 14). La Cina, paese benchmark in termini di produzione totale e progressi relativi al mercato, ha prodotto nel 2005 circa il 50% dell'energia solare globale destinata a riscaldare l'acqua. Gli Stati Uniti hanno contribuito ad oltre il 20% della produzione globale di energia solare per riscaldare l'acqua. Altri paesi significativi per il potenziale di energia solare per il riscaldamento dell'acqua sono stati Giappone, Turchia, Germania, Brasile, Grecia, India e Austria.

Il potenziale offerto dal calore solare termico rimane ancora molto alto e sostanzialmente non utilizzato. Il potenziale tecnico realizzabile totale a medio termine per il calore termale solare nei Paesi OCSE e BRICS è 1 706 TWh (6 142 PJ), of which only 3% was exploited as of the end of 2005. A conseguenza di ciò, tutti gli indicatori di efficacia nel periodo 2000-2005, compreso quelli delle nazioni più attive, sono inferiori all'1% (Figura 19).

Tabella 14. Riscaldamento dell'acqua da fonti di energia solare: Sintesi dei risultati dell'efficacia (OCSE e BRICS)

Average yearly effectiveness level 2000-2005	Country	Range of average yearly effectiveness 2004/2005	Generation in 2005 (TJ)	Main policy instrument(s) in 2005
<b>&gt; 0.5%</b>	BRA	> 0.5%	4 270	n/a <sup>1</sup>
	AUT	> 0.5%	3816	Investment incentive (capital grants) (federal, regional) information dissemination training programmes
<b>0.2-0.5%</b>	CHN	> 0.5%	11 5358	n/a <sup>2</sup>
	NZL	0.2-0.5%	230	n/a
	DEU	0.2-0.5%	10 655	Investment incentive (capital grants, preferential loans) <sup>3</sup>
<b>0.05-0.2%</b>	TUR	0.2-0.5%	16 111	n/a
	ESP	0.2-0.5%	2 577	Building regulations (federal, local)
	LUX	0.05-0.2%	5	n/a
	MEX	0.05-0.2%	730	n/a
	CHE	0.2-0.5%	1 039	n/a
	NLD	0.05-0.2%	786	n/a
	CZE	0.2-0.5%	103	n/a
	IND	0.05-0.2%	4 037	n/a <sup>4</sup>
	PRT	0.05-0.2%	939	n/a
	GRC	0.05-0.2%	4 224	n/a
	DNK	0.05-0.2%	411	n/a

1. Nel 2007, la città più grande del Brasile, San Paolo, ha varato una legge che stabilisce che l'acqua venga riscaldata da fonti di energia solare in tutti i nuovi edifici con una estensione di oltre 800 metri quadrati (REN21, 2008).

2. Molte città cinesi hanno introdotto norme per il riscaldamento dell'acqua da fonti di energia solare dal 2005, per esempio Shenzhen nel 2006.

3. La Germania ha promulgato la sua Renewable Energy Heating Law (Legge federale sulla produzione di calore da fonti di energia rinnovabili) nel 2008, che stabilisce che tutti i nuovi edifici residenziali, a cominciare dal 2009, ottengano almeno il 14% dell'energia per produrre riscaldamento e acqua calda da fonti rinnovabili, compreso solare, biomassa e geotermico. Il governo federale tedesco ha stanziato 350 milioni di euro all'anno per garantire sovvenzioni per permettere ai proprietari d'immobili di rispettare quanto stabilito dalle nuove normative. (REN21, 2008).

4. Nel 2006, il Territorio della Capitale Nazionale di Delhi ha introdotto norme per il riscaldamento dell'acqua da energia solare in alcuni tipi di edifici, come ospedali, scuole e grandi edifici residenziali.

Tabella 14. Riscaldamento dell'acqua da fonti di energia solare: Sintesi dei risultati dell'efficacia (OCSE e BRICS) (continua)

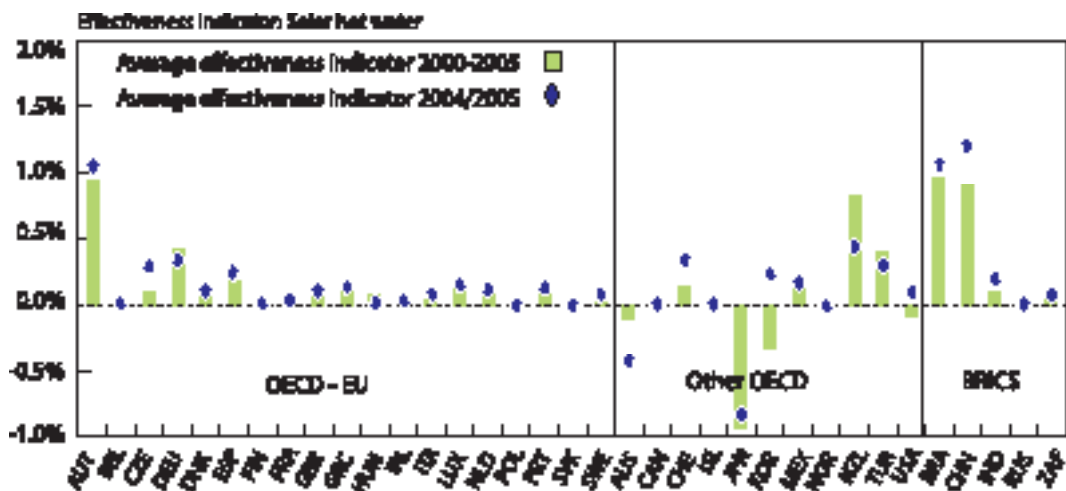
Average yearly effectiveness level 2000-2005	Country	Range of average yearly effectiveness 2004/2005	Generation in 2005 (TJ)	Main policy instrument(s) in 2005
	HUN	< 0.05%	81	n/a
	ZAF	0.05-0.2%	378	n/a
	GBR	0.05-0.2%	1 229	n/a
< 0.05%	BEL	< 0.05%	113	n/a
	ITA	0.05-0.2%	850	Investment incentive (installation subsidies)
	RUS	< 0.05%	151	n/a
	SWE	0.05-0.2%	247	n/a
	IRL	< 0.05%	19	n/a
	FRA	< 0.05%	941	Risk coverage fund / investment incentive (grants) / tax credits
	FIN	< 0.05%	20	n/a
	SVK	< 0.05%	1	n/a
	CAN	< 0.05%	0	n/a
	ISL	< 0.05%	0	n/a
	NOR	< 0.05%	0	n/a
	POL	< 0.05%	0	n/a
	USA	0.05-0.2%	30 629	State, local: investment incentives (grants, buy-downs) / tax credits / soft loans
	AUS	< 0.05%	2 623	Quota obligation system with TGC <sup>5</sup>
	KOR	0.2-0.5%	1 454	n/a
	JPN	< 0.05%	24 237	n/a

5. Nel luglio 2007, il governo federale australiano ha introdotto un sistema di rimborsi sulle imposte per l'installazione di sistemi per il riscaldamento dell'acqua da fonti di energia solare e pompe di calore in edifici già esistenti.



*Policy effectiveness: main regional observations*

Figura 19. Efficacia delle politiche: principali osservazioni a livello regionale



Fonte: calcoli AIE e Ragwitz et al. (2008).

**Punto fondamentale**

*Cina e Brasile mostrano un significativo progresso relativo allo sfruttamento del loro potenziale; lo stesso avviene per altri Paesi OCSE membri dell'Unione europea. Il forte incremento registrato nelle economie emergenti è stato principalmente influenzato dal mercato; nei paesi europei l'incremento è stato invece causato dalle linee politiche.*

I sei paesi con la più alta efficacia nel periodo 2000-2005 sono stati Brasile, Austria, Cina, Nuova Zelanda, Germania e Turchia.

Tra questi paesi, la crescita in Cina è stata la più notevole, registrando infatti in questo periodo un incremento annuale medio del 33%. La crescita del mercato in Cina dagli anni 80 è stata dapprima stimolata da modesti incentivi sugli investimenti, ma durante il periodo di analisi non si è registrata alcuna politica di sostegno rilevante. I fattori che favoriscono la penetrazione sul mercato dell'acqua calda da solare termico comprendono una grande disponibilità di energia solare in molte regioni, la mancanza di tecnologie di riscaldamento convenzionali affidabili, un'industria manifatturiera nazionale ben sviluppata e variazioni nella struttura demografica della popolazione che incrementano la domanda di acqua calda (AIE e RETD, 2007).

Anche in Brasile lo sviluppo è stato imponente, con tassi di crescita medi pari a quasi il 30% tra il 2000 e il 2005.

Solo due Paesi OCSE-Ue (Austria e Germania) figurano tra gli utilizzatori più dinamici delle tecnologie per acqua calda da solare termico nel periodo 2000-2005. I due paesi hanno raggiunto la leadership sul mercato in Europa con incentivi piuttosto ridotti agli investimenti, il che dimostra che i principali fattori propulsivi per lo sviluppo dei sistemi di riscaldamento da solare termico sono incentivi agli investimenti come le sovvenzioni, combinati a iniziative mirate di sensibilizzazione e formazione.

I paesi che hanno significativamente accresciuto la propria efficacia nel 2004/5 sono Spagna, Svizzera, Repubblica Ceca e Corea. Alcune politiche a livello regionale, come l'obbligo di riscaldamento mediante solare termico a Barcellona, rappresentano misure innovative che portano a un'adozione significativa da parte del mercato. 44

In generale, la crescita media annua del mercato tra il 2000 e il 2005 in tutti i Paesi OCSE e BRICS, pari a circa il 10%, è risultata notevolmente inferiore a quella dei paesi di maggior successo, come Cina e Brasile.

### ***Biomass CHP heat***

#### *Scoperte principali*

- Il teleriscaldamento e gli impianti CHP assicurano un utilizzo efficiente della biomassa se nell'intorno del sito produttivo c'è una sufficiente domanda di calore. Nonostante, i risultati complessivi raggiunti per la generazione di calore con tecnologia CHP sono piuttosto modesti a livello globale. Questa tecnologia viene utilizzata prevalentemente in Europa, infatti l'80% della cogenerazione complessiva da biomassa è concentrata nei Paesi OCSE e BRICS. Al restante 20% i Paesi BRICS contribuiscono con l'11% e gli altri Paesi OCSE con il 9%.
- L'efficacia di questo settore è più elevata che per le altre tecnologie RES-H, ma resta comunque notevolmente inferiore a quella delle tecnologie RES-E. La crescita di gran lunga maggiore tra il 2000 e il 2005 è stata registrata nei paesi scandinavi, in particolare in Danimarca e Svezia.
- I fattori decisivi di successo sono l'abbondanza e il basso prezzo della biomassa, che si può ricavare da una fiorente industria forestale, combinati con incentivi efficaci per la promozione dell'elettricità da biomassa e dei biocarburanti per trasporti.
- Come nel caso dell'elettricità da biomassa, è necessario valutare accuratamente i vantaggi ambientali netti relativi al ciclo di vita per il calore da biomassa, alla luce dell'impatto provocato dalle modifiche all'uso del suolo e dal trasporto delle materie prime nel caso di un'espansione su larga scala della produzione di bioenergia. Inoltre, i finanziamenti per la biomassa CHP dovrebbero essere in linea con il sostegno fornito per l'elettricità da biomassa, sulla base dell'efficienza stagionale totale dell'installazione.
- Un altro rilevante fattore di successo per la generazione di calore da biomassa per cogenerazione è l'esistenza di reti di riscaldamento o la possibilità di costruirne di nuove. Questo fattore dipende in larga misura dalla densità della domanda di calore e dall'esperienza pregressa di sviluppo del calore in rete, che spiega alcuni dei successi conseguiti nei paesi scandinavi. Queste condizioni di base sono soddisfatte anche in alcuni Paesi BRICS, come Cina e Russia, dove esiste un buon potenziale.

#### *Risultati di sintesi*

La distribuzione di calore in reti di teleriscaldamento e la produzione di calore in impianti di cogenerazione (CHP)<sup>45</sup> rappresentano generalmente un uso altamente efficiente di materie prime da biomassa. Questa tecnologia viene utilizzata prevalentemente in Europa, infatti l'80% della cogenerazione complessiva da biomassa è concentrata nei Paesi OCSE e

44. Nel 2006, la Spagna ha introdotto un obbligo a livello nazionale.

45. L'acronimo CHP indica il processo di cogenerazione (di calore ed energia elettrica).

Tabella 15. Calore da biomassa per cogenerazione (CHP): Risultati di riepilogo per efficacia (OCSE e BRICS)

Average yearly effectiveness level 2000-2005	Country	Range of average yearly effectiveness 2004/2005	Level of support	Generation in 2005 (TJ)	Main policy instrument(s) in 2005
> 2%	DNK	> 2%	low	26 762	n/a
	SWE	> 2%	low	67 570	n/a
0.2-2%	FIN	0.2-2%	low	27 223	n/a
	AUT	> 2%	low	4 831	n/a
	LUX	0.2-2%	low	156	Investment incentive
	DEU	> 2%	low	30 568	(capital grants, preferential loans) n/a <sup>1</sup>
	CHE	0.2-2%	low	4 546	Building regulations (federal, regional, local)
	BEL	0.2-2%	low	1 385	n/a
	KOR	< 0.1%	low	1 517	n/a
	NLD	0.2-2%	low	2 424	n/a
	NOR	< 0.1%	low	1 564	n/a
	SVK	< 0.1%	low	232	n/a
0.1-0.2%	ITA	0.2-2%	low	7 974	n/a
< 0.1%	POL	0.1-0.2%	low	2 361	n/a
	FRA	< 0.1%	low	10 139	Risk coverage fund / tax credit
	IND	< 0.1%	low	2 708	n/a
	HUN	0.2-2%	low	619	n/a
	CHN	< 0.1%	low	12 645	n/a
	AUS	< 0.1%	low	0	n/a
	CAN	< 0.1%	low	6	n/a
	GBR	< 0.1%	low	0	n/a
	GRC	< 0.1%	low	0	n/a
	IRL	< 0.1%	low	0	n/a

1. Nel 2008 la Germania ha promulgato la Legge federale sul riscaldamento con le energie rinnovabili, che prescrive che a partire dal 2009 tutti i nuovi edifici residenziali ricevano almeno il 14% dell'energia per il riscaldamento e per l'acqua calda per usi domestici da fonti rinnovabili, come il solare, la biomassa e la geotermia.

Tabella 15. Calore da biomassa per cogenerazione (CHP): Risultati di riepilogo per efficacia (OCSE e BRICS) (continua)

Average yearly effectiveness level 2000-2005	Country	Range of average yearly effectiveness 2004/2005	Level of support	Generation in 2005 (TJ)	Main policy instrument(s) in 2005
	ISL	< 0.1%	low	0	n/a
	JPN	< 0.1%	low	0	n/a
	MEX	< 0.1%	low	0	n/a
	NZL	< 0.1%	low	0	n/a
	PRT	< 0.1%	low	0	n/a
	RUS	< 0.1%	low	0	n/a
	TUR	< 0.1%	low	0	n/a
	ZAF	< 0.1%	low	0	n/a
	ESP	< 0.1%	low	0	n/a
	BRA	< 0.1%	low	2 965	n/a
	USA	< 0.1%	low	13 130	n/a
	CZE	< 0.1%	low	3 851	n/a

Effectiveness indicator

&gt; 2.0 %

0.2-2.0 %

0.1-0.2 %

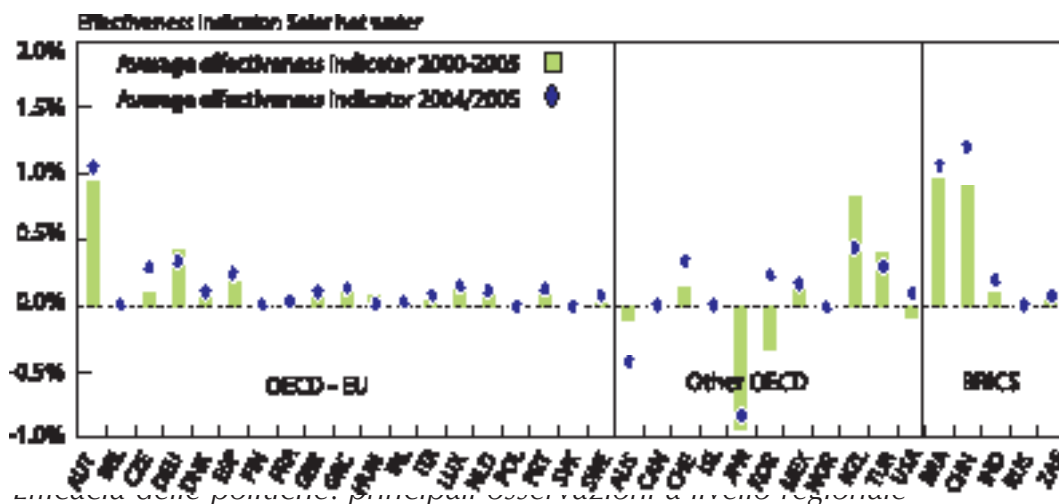
&lt; 0.1 %

BRICS (Tabella 15). Al restante 20% i Paesi BRICS contribuiscono con l'11% e gli altri Paesi OCSE con il 9%.

Il risultato complessivo per la generazione di calore da biomassa per cogenerazione è piuttosto modesto a livello globale.

L'efficacia di questo settore è maggiore rispetto ad altre tecnologie RES-H, ma comunque sensibilmente inferiore rispetto alle tecnologie RES-E. Il potenziale tecnico totale realizzabile a medio termine per il calore da biomassa per cogenerazione nei Paesi OCSE e BRICS è pari a 2337 TWh (8413 PJ). 46

Figura 20. **Calore da biomassa per cogenerazione (CHP): Efficacia media 2000-2005 ed efficacia media**



Fonte: calcoli AIE e Ragwitz et al. (2008).

**Punto fondamentale**

*Tra il 2000 e il 2005 la crescita di gran lunga maggiore è stata registrata nei paesi scandinavi, in particolare Danimarca e Svezia.*

Tra il 2000 e il 2005 la crescita di gran lunga maggiore è stata registrata nei paesi scandinavi, in particolare Danimarca e Svezia (figura 20). In termini di sviluppo cumulativo, Danimarca, Finlandia e Svezia nel 2005 hanno contribuito per più del 50% alla generazione in tutti i Paesi OCSE e BRICS.

Solo due paesi OCSE non-Ue, Svizzera e Corea, rientrano tra i 13 paesi più efficaci durante il periodo 2000-2005; la Svizzera inoltre è l'unico paese non-Ue ad aver assistito a una crescita del mercato nel 2004/5, come indicato da un livello di efficacia positivo.

46. A causa della mancanza di dati di mercato verificabili – soprattutto nei paesi OCSE non-Ue – sulla produzione effettiva (potenziale raggiunto) del calore da biomassa per cogenerazione fino al 2005, non è stato possibile valutare il potenziale realizzabile supplementare. Le stime della produzione di energia e dei potenziali supplementari sono state calcolate sulla base delle potenze installate per calore da biomassa per cogenerazione.

I fattori decisivi di successo sono l'abbondanza e il basso prezzo della biomassa, che si può ricavare da una fiorente industria forestale, combinati con incentivi efficaci per la promozione dell'elettricità da biomassa e dei biocarburanti per trasporti (si vedano le sezioni dedicate rispettivamente a Elettricità da biomassa solida e Biocarburanti).

La Svezia ha concesso incentivi agli investimenti per gli impianti CHP con combustione di biomassa nei periodi 1991-1996 e 1998-2003. Inoltre, la Svezia ha concesso sia esenzioni fiscali sull'energia da biomassa sia incentivi agli investimenti per il teleriscaldamento. In Danimarca, i principali fattori di stimolo sono stati gli incentivi agli investimenti per i sistemi di cogenerazione da biomassa, e la quota imposta alle aziende di servizio pubblico per l'uso della biomassa. In Finlandia, i fattori chiave a sostegno delle politiche sono stati le esenzioni fiscali sull'energia per i carburanti da biomassa e gli incentivi diretti agli investimenti per gli impianti a biomassa. In Austria e Lussemburgo gli incentivi agli investimenti per gli impianti a biomassa, combinati con l'esenzione dalle tasse sull'energia, possono essere considerati i principali strumenti di supporto. Nel 2005, la Germania ha introdotto, nel quadro della sua legge sulle energie rinnovabili, un'indennità CHP per la generazione di calore da impianti di cogenerazione a biomassa.

In alcuni paesi OCSE-Ue, la sostituzione del carbone negli impianti industriali per sola elettricità e di cogenerazione è stimolata sia dagli alti prezzi del carbone sia dai limiti alle emissioni di gas serra previste dal Sistema di scambio delle quote di emissione dei gas serra dell'Ue (EU ETS). In Polonia, ad esempio, l'uso industriale di biomassa per cogenerazione è aumentato sensibilmente nel 2005, primo anno di validità del Sistema EU ETS. 47

Un altro rilevante fattore di successo per la generazione di calore da biomassa per cogenerazione è l'esistenza di reti di riscaldamento, o la possibilità di costruirne di nuove. Questo fattore dipende in larga misura dalla densità della domanda di calore e dall'esperienza pregressa di sviluppo di calore in rete, che spiega alcuni dei successi conseguiti nei paesi scandinavi. Queste condizioni di base sono soddisfatte anche in alcuni Paesi BRICS, come Cina e Russia, dove esiste un buon potenziale.

Tra i Paesi BRICS, solo Brasile e Cina hanno registrato degli sviluppi. La potenza installata a tale scopo tuttavia è precedente al 2000, e nessuno dei due paesi ha fatto segnare una crescita del mercato durante il periodo di analisi.

Come nel caso dell'elettricità da biomassa, è necessario valutare accuratamente i vantaggi ambientali netti relativi al ciclo di vita per il calore da biomassa, alla luce dell'impatto provocato dalle modifiche all'uso del suolo e dal trasporto delle materie prime nel caso di un'espansione su larga scala della produzione di bioenergia. Inoltre, il finanziamento della cogenerazione da biomassa dovrebbe essere coerente con il supporto all'elettricità da biomassa, sulla base dell'efficienza stagionale complessiva dell'impianto.

## Analisi dell'efficacia delle politiche per le energie rinnovabili e del livello di supporto: Tecnologie RES-T

### Scoperte principali

#### Key findings

- Dal 2000 al 2005, i Paesi OCSE e BRICS hanno raddoppiato la loro produzione di biocarburanti di prima generazione (etanolo e biodiesel). Nel 2005, questi consentono la sostituzione di 20 Mtep, corrispondenti all'1% dell'energia utilizzata nel 2005 per i trasporti a livello mondiale.

47. Specifiche della produzione di etanolo è nettamente dominata da Brasile e Stati Uniti, dove gode di notevoli sovvenzioni, con una quota pari a rispettivamente il 41% e il 44% della produzione totale di etanolo nel 2005 tra i Paesi OCSE e BRICS.

- La produzione e il consumo di biodiesel hanno registrato una crescita per lo più nei paesi OCSE-Ue, sostenuta da sovvenzioni molto elevate mediante esenzioni fiscali. Anche Cina e India mostrano un'efficienza piuttosto elevata nello sviluppo dell'etanolo; la prima ha introdotto una percentuale di miscelazione e la seconda concede esenzioni fiscali e un prezzo garantito ai produttori di etanolo.
- A differenza della maggior parte delle energie rinnovabili, che vengono tendenzialmente consumate e finanziate internamente, i biocarburanti liquidi possono essere commerciati ed esportati su larga scala. Ciò fa sì che si possa adottare un ventaglio più ampio di misure, ad esempio tariffe di importazione ed esportazione, per influire sul consumo interno di biocarburanti, tanto che alcuni paesi producono grandi quantità di biocarburanti pur consumandone solo una piccola parte.
- Le misure di supporto più diffuse sono costituite da un'esenzione completa o parziale dall'accisa, dall'eco-tassa o dall'IVA, oltre che dall'obbligo di miscelazione. La maggior parte dei paesi che intendevano promuovere i biocarburanti adottavano misure fiscali o le hanno introdotte tra il 2000 e il 2005, mentre le percentuali di miscelazione sono state adottate solo più di recente.
- Tra tutti i paesi esaminati, il Brasile resta all'avanguardia nella produzione di etanolo da canna da zucchero, stimolata dalla competitività sul lato dei costi e che ora può contare su sgravi fiscali indiretti molto ridotti. La Germania, concentrandosi principalmente sul biodiesel, ha raggiunto la massima efficacia della politica dal 2000 al 2005 relativamente al suo potenziale realizzabile supplementare fino al 2020. Ciononostante, il progresso della Germania si è realizzato a un costo relativamente elevato, prevalentemente tramite un'esenzione fiscale che ha reso il biodiesel notevolmente meno caro del normale gasolio di origine fossile. Resta da verificare quale sarà lo sviluppo del mercato del biodiesel in Germania, ora che l'esenzione fiscale è stata cancellata. Gli Stati Uniti presentano il secondo livello di efficacia, concentrando la loro produzione sull'etanolo ricavato dal mais e concedendo ai produttori crediti fiscali oltre a meccanismi di sostegno all'agricoltura. La Svezia è terza in questa classifica, ma a un costo piuttosto elevato, avendo concentrato gli sforzi sull'etanolo, a differenza della maggior parte degli altri.
- La maggior parte dei Paesi OCSE-Ue cui era stato richiesto di trasporre la Direttiva Ue sui biocarburanti nella legislazione nazionale ha registrato un'accelerazione nella crescita del consumo di biocarburanti per il periodo 2004/2005, nel tentativo di raggiungere l'obiettivo indicativo di una quota sul mercato dei carburanti per trasporti rispettivamente pari al 2% nel 2005 e al 5,75% nel 2010.
- Questa analisi si concentra sul periodo dal 2000 al 2005 e non considera quindi sviluppi più recenti delle politiche e aumenti significativi degli obiettivi relativi ai biocarburanti. Questi ultimi hanno stimolato una crescente preoccupazione pubblica sugli impatti causati dall'aumento della produzione di biocarburanti sull'utilizzo del territorio, sui prezzi dei prodotti agricoli, sulla deforestazione e sull'utilizzo dell'acqua. La concorrenza per le materie prime tra energia e produzione di cibo è oggetto di discussioni sempre più accese. Indicazioni politiche forti sulla sostenibilità della produzione e dell'uso dei biocarburanti dovranno accompagnare la loro penetrazione su larga scala sul mercato, come è ora in programma negli Stati Uniti e nella Ue.
- Si prevede che le tecnologie di seconda generazione per i biocarburanti, attualmente allo studio, giocheranno un ruolo decisivo nel raggiungimento di questo obiettivo mediante l'ampliamento della gamma di materie prime e il miglioramento dell'economicità e dell'efficienza ambientale per i biocarburanti. Per promuovere una transizione rapida alle tecnologie di seconda generazione sono necessarie politiche efficaci, che comprendano le attività di ricerca, sviluppo e dimostrazione (RD&D).

## Risultati di sintesi

Questa analisi quantitativa considera solo i biocarburanti liquidi di prima generazione per trasporti, che comprendono principalmente il biodiesel ricavato da oli vegetali e l'etanolo ricavato dalla canna da zucchero o dai cereali. Tra il 2000 e il 2005, i Paesi OCSE e BRICS hanno raddoppiato la produzione di questi due biocarburanti di prima generazione. Nel 2005, questi hanno consentito la sostituzione di 20 Mtep di combustibili fossili, corrispondenti all'1% dell'energia utilizzata nel 2005 per i trasporti a livello mondiale. La produzione di etanolo è nettamente dominata da Brasile e Stati Uniti, poiché gode di notevoli sovvenzioni, con una quota pari a rispettivamente il 41% e il 44% della produzione totale di etanolo nel 2005 tra i Paesi OCSE e BRICS.

La produzione e il consumo di biodiesel hanno registrato una crescita perlopiù nei Paesi OCSE-Ue, sostenuta da sovvenzioni elevate mediante esenzioni fiscali.

A differenza delle altre RET analizzate, che vengono consumate prevalentemente all'interno del paese, i biocarburanti liquidi possono essere commercializzati su larga scala a livello internazionale. Questo dato influisce sull'analisi. In primo luogo, alcuni paesi producono grandi quantità di biocarburanti anche se il loro consumo interno è ridotto.<sup>48</sup> Anche se la gran parte della produzione di biocarburanti viene scambiata tra paesi confinanti, le distanze di esportazione negli ultimi anni sono aumentate.<sup>49</sup> Quindi come parametro appropriato per l'analisi è stato scelto il consumo di biocarburanti piuttosto che la produzione. In secondo luogo, rispetto ai prodotti energetici non oggetto di scambio, come l'elettricità e il calore, sul livello di consumo interno di biocarburanti influisce un più ampio ventaglio di politiche, tra cui le tariffe di importazione e di esportazione.

La maggior parte dei paesi che hanno fissato degli obiettivi in materia di biocarburanti ne promuovono sia il consumo sia la produzione. Le misure più utili riguardo al consumo sono l'esenzione completa o parziale dalla tassazione, ad esempio l'accisa, l'eco-tassa, l'imposta sul valore aggiunto (IVA) e le percentuali obbligatorie di miscelazione (Tabella 16). Quasi tutti i paesi in esame dispongono di una vasta esperienza nel campo delle misure fiscali, mentre le percentuali di miscelazione sono state adottate solo di recente nella maggior parte dei paesi, probabilmente a causa della mancanza di esperienza tecnica sul lungo periodo.<sup>50</sup>

### Box 6. Avvertimenti sulla discussione a proposito dell'efficacia delle politiche per i biocarburanti

Questa analisi quantitativa si concentra sul periodo dal 2000 al 2005 e non considera quindi sviluppi più recenti delle politiche e aumenti significativi degli obiettivi relativi ai biocarburanti. Tali aumenti hanno provocato preoccupazioni crescenti nell'opinione pubblica circa l'impatto che l'incremento della produzione di biocarburanti avrebbe come modifica dell'uso del territorio, circa i prezzi dei prodotti agricoli, la deforestazione e il consumo d'acqua. La competizione per le materie prime tra energia e produzione di cibo è oggetto di discussioni sempre più accese. Segnali politici forti sulla sostenibilità della produzione e uso dei biocarburanti dovranno accompagnare la loro penetrazione su larga scala sul mercato, come è ora in programma negli Stati Uniti e nella Ue.

Si prevede che le tecnologie di seconda generazione per i biocarburanti, attualmente allo studio, giocheranno un ruolo decisivo nel raggiungimento di questo obiettivo mediante l'ampliamento della gamma di materie prime e il miglioramento dell'economicità e dell'efficienza ambientale per i biocarburanti. Per promuovere una transizione rapida alle tecnologie di seconda generazione sono necessarie politiche efficaci, che comprendano le attività di RD&D.

48. La Danimarca, ad esempio, nel 2005 ha prodotto 80 milioni di litri di biodiesel, esportati prevalentemente in Germania.

49. L'etanolo brasiliano, ad esempio, viene venduto nella Ue e in Giappone.

50. Gli Stati Uniti consentono miscele con tenore di biodiesel fino al 20% (B20) mentre nella Ue il massimo consentito è del 5% (B5). Il biodiesel puro (B100) richiede alcuni adattamenti al motore. L'etanolo può essere usato in miscele con tenore fino al 10% (E10) senza problemi tecnici.



Table 16. Biofuels: Summary results of effectiveness and support level (OECD and BRICS)

Average yearly effectiveness level 2000-2005	Country	Range of average yearly effectiveness 2004/2005	Support (tax exemption) for biodiesel	Support (tax exemption) for biogasoline	Consumption in 2005 (T)	Main policy instrument(s) in 2005
> 5%	DEU	> 5%	high	high	81 302	Tax exemption
1.5-5%	USA	1.5-5%	low	low	347 546	Tax exemption
	SWE	1.5-5%	high	medium	6 300	Tax exemption
	KOR	1.5-5%	low	low	442	n/a <sup>1</sup>
	AUT	1.5-5%	medium	medium	2 306	Blending quota <sup>2</sup> / tax exemption
	ITA	1.5-5%	high	medium	7 369	Tax exemption / blending quota
0.05-1.5%	ESP	0.05-1.5%	medium	medium	10 846	Tax exemption
	LUX	1.5-5%	low	medium	37	Blending quota / tax exemption
	CHN	0.05-1.5%	low	low	41 927	Blending quota (provincial level)
	IND	0.05-1.5%	low	low	43 782	Tax exemption / guaranteed price <sup>3</sup>
	GBR	1.5-5%	medium	low	3 376	Tax exemption
	FRA	0.05-1.5%	high	medium	20 441	Tax exemption / blending quota
	CHE	0.05-1.5%	high	low	262	Tax exemption
	CAN	0.05-1.5%	medium	low	5 386	Tax exemption <sup>4</sup>
	POL	0.05-1.5%	medium	medium	1 973	Tax exemption
	FIN	< 0.05%	low	low	0	n/a
	AUS	0.05-1.5%	low	low	456	Blending quota / tax exemption
	HUN	0.05-1.5%	low	medium	214	Tax exemption
< 0.05%	BEL	0.05-1.5%	high	medium	37	Tax exemption
	IRL	0.05-1.5%	high	medium	37	Tax exemption
	DNK	< 0.05%	low	low	0	n/a

Table 16. Biofuels: Summary results of effectiveness and support level (OECD and BRICS) (continued)

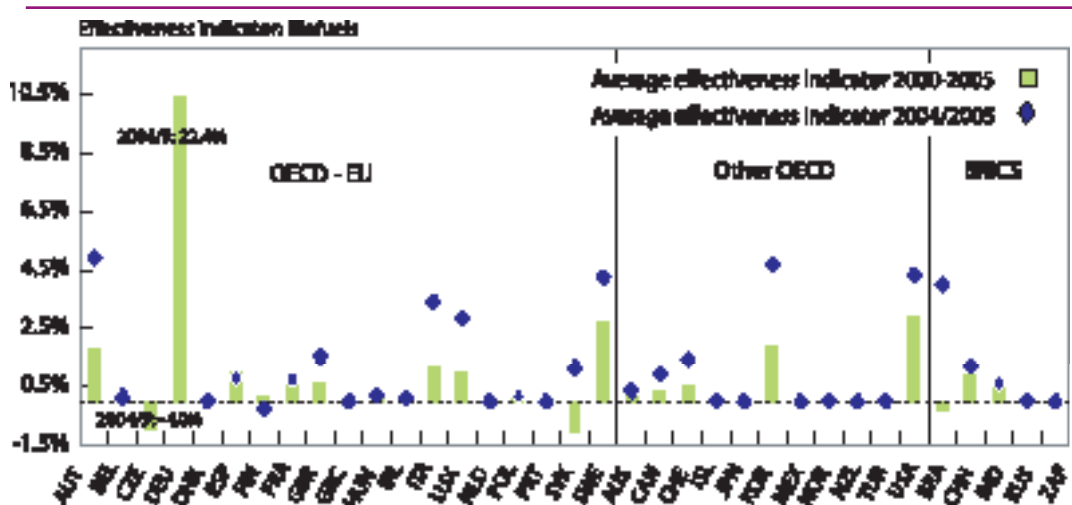
Average yearly effectiveness level 2000-2005	Country	Range of average yearly effectiveness 2004/2005	Support (tax exemption) for biodiesel	Support (tax exemption) for biogasoline	Consumption in 2005 (T)	Main policy instrument(s) in 2005
	GRC	< 0.05%	medium	low	0	n/a
	ISL	< 0.05%	low	low	0	n/a
	JPN	< 0.05%	low	low	0	Voluntary target
	MEX	< 0.05%	low	low	0	n/a
	NLD	< 0.05%	medium	high	0	n/a
	NOR	< 0.05%	low	low	0	n/a
	NZL	< 0.05%	low	low	0	Tax exemption
	PRT	< 0.05%	high	medium	0	n/a
	RUS	< 0.05%	low	low	0	n/a
	TUR	< 0.05%	low	low	0	n/a
	ZAF	< 0.05%	low	low	0	n/a <sup>4</sup>
	BRA	1.5-5%	low	low	293 793	Tax exemption / blending quota
	CZE	< 0.05%	high	low	111	Tax exemption
	SVK	0.05-1.5%	low	low	440	n/a

4. In 2006, South Africa introduced a voluntary blending target up to 9 percent and a 10 percent blending target has been proposed.

Effectiveness indicator	Support (tax exemption) for biodiesel (USD / litre)	Support (tax exemption) for biogasoline (USD / litre)
0.2 - 2 %	< 0.20 USD → low	< 0.50 USD → low
0.1 - 0.2 %	0.20-0.50USD → medium	0.50-1.00 USD → medium
< 0.1 %	> 0.50 USD → high	> 1.00 USD → high

*Efficacia delle politiche: principali osservazioni a livello regionale*

Figure 21. **Biofuels: Average effectiveness 2000-2005 and average effectiveness 2004/2005 (by country)**



Fonte: calcoli AIE e Ragwitz et al. (2008).

**Punto fondamentale**

A partire dal 2000-5, nei Paesi OCSE-Ue si è avuta una forte crescita soprattutto nel consumo di biodiesel, guidata dalla Germania con un ampio margine, mentre Stati Uniti, Svezia e Corea sono risultati ai primi posti nell'aumento del consumo di etanolo.

Nel 2004/5, il livello di efficacia del Brasile ha registrato un incremento notevole.

Le notevoli differenze tra i livelli di supporto per i biocarburanti di prima generazione nei Paesi OCSE e BRICS si possono attribuire prevalentemente ai diversi livelli impositivi (esenzioni) ma anche a differenze nei costi di produzione.

La Germania ha mostrato il tasso di crescita di gran lunga maggiore tra i Paesi OCSE e BRICS, sia durante il periodo 2000-2005 (10,5%) sia nel 2004-2005 (22,4%), in relazione al suo potenziale medio termine per i biocarburanti fino al 2020 (figura 21). Anche se il mercato dell'etanolo in Germania ha fatto registrare qualche segnale di crescita, l'interesse principale resta sul biodiesel. La Germania ha sostenuto spese elevate per la promozione dei biocarburanti, prevalentemente mediante esenzioni fiscali che hanno reso il biodiesel notevolmente più conveniente rispetto al normale gasolio di origine fossile. Fino al 2003 solo il biodiesel puro (B100) era autorizzato, ma dal gennaio 2004 l'autorizzazione è stata estesa alle miscele con tenore fino al 5% (B5), il che ha portato al continuo aumento delle percentuali di biodiesel nel gasolio tradizionale. 51 Resta ora da verificare lo sviluppo futuro del mercato del biodiesel in Germania, dopo l'avvio a metà del 2006 di una graduale riduzione delle esenzioni fiscali nel periodo fino al 2012. Al contrario, l'etanolo è consentito in miscele fino al 5% (E5) nonostante il tenore medio sia del 2% circa. È allo studio la creazione di un'infrastruttura per una miscela all'85% di etanolo (E85), che però non è ancora nella posizione di generare una domanda significativa.

51. I clienti principali sono le aziende di trasporti, che assorbono il 45% delle vendite di biodiesel; il 15% viene usato in miscele mentre solo il 15% viene venduto direttamente come B100 a consumatori privati.

Nella categoria successiva di paesi, gli Stati Uniti, la Svezia, la Corea e l’Austria hanno mostrato un’efficacia media pari a 1-3% tra il 2000 e il 2005, cresciuta fino al 4-5% nel 2004- 2005.

Tra il 2000 e il 2005, le misure adottate dagli Stati Uniti hanno determinato il raddoppio del consumo di etanolo fino a 347.546 TJ. Il sostegno degli Stati Uniti ai biocarburanti consisteva prevalentemente in agevolazioni fiscali, abbandonate nel 2004. Lo strumento sostitutivo, chiamato Volumetric Ethanol Excise Tax Credit (VEETC), è stato a disposizione di rivenditori e produttori di miscele dal gennaio del 2005 in avanti. Fino al 2010, l’incentivo garantirà ai produttori di miscele di etanolo 0,135 USD per litro (l) di etanolo puro, per cui l’E10 (cioè L’Energy Policy Act del 2005 ha fissato, con una norma denominata Renewable Fuel Standard (RFS), l’obiettivo complessivo per i biocarburanti a 28,4 miliardi di litri entro il 2012, promuovendo soprattutto l’E10. Nel dicembre del 2007 è entrato in vigore l’Energy Independence and Security Act 2007, aumentando quanto prescritto dal RFS a 36 miliardi di galloni di biocarburanti nel 2022, fissando un tetto all’etanolo ricavato dal mais pari a 15 miliardi di galloni e introducendo il vincolo che i “biocarburanti avanzati” – tra cui l’etanolo da biomassa cellulosica, il biodiesel e il butanolo – costituiscano 21 miliardi del totale.

Inoltre, i singoli stati degli USA assicurano ulteriore supporto all’etanolo e/o al biodiesel tramite sovvenzioni ai produttori

La Svezia, a differenza della maggioranza dei paesi europei, ha concentrato gli sforzi su una miscela ad alto tenore di etanolo (E85), mentre il consumo di biodiesel restava piuttosto ridotto. L’80% dell’etanolo veniva importato, prevalentemente dal Brasile, fino a quando nel 2006 non sono state eliminate alcune scappatoie nel sistema fiscale al fine di favorire i produttori svedesi. L’E85, al pari del biodiesel, è esente sia dalla tassa sulle emissioni di biossido di carbonio sia dalla tassa sull’energia, richiede infrastrutture speciali e non può essere venduto presso le normali stazioni di servizio senza adeguamenti tecnici. Per promuovere l’uso di veicoli ad alimentazione mista (flex-fuel vehicles, FFV) che utilizzano E85, questi sono stati esentati dalla tassa sul traffico e godono di altri vantaggi, ad esempio accesso gratuito ai parcheggi.

L’obiettivo principale che si pone la Corea con l’incremento della miscelazione di biodiesel è quello di ridurre la propria dipendenza dalle importazioni di combustibili fossili, affinché la produzione interna provveda alla maggior parte dei consumi.

Anche Cina e India mostrano un’efficacia piuttosto elevata nel loro sviluppo dell’etanolo; la prima ha introdotto una percentuale di miscelazione, la seconda ha istituito un’esenzione fiscale e un prezzo garantito per i produttori di etanolo. La Cina, dove nel 2000 non si registravano produzione o consumi significativi, ha incrementato il consumo di etanolo da cereali fino a 37.028 TJ nel 2005, cui si somma un consumo limitato (4.899 TJ) di biodiesel. 53 Regolamentazioni specifiche delle quote restano di competenza delle province in base al National Fuel Ethanol Programme del 2002; nove province avevano introdotto obblighi di miscelazione di E10 alla fine del 2007 (REN21, 2008). Preoccupato per la possibilità che la produzione di etanolo da colture alimentari, soprattutto di mais, potesse aggravare il problema degli approvvigionamenti di cibo, il governo cinese ha iniziato a porre restrizioni alla produzione di etanolo dal mais alla fine del 2006, annunciando ulteriori sovvenzioni e agevolazioni fiscali sia per i produttori di biocarburanti sia per gli agricoltori che coltivano materie prime diverse dai cereali. Nel 2007, il governo centrale ha formalmente annunciato l’obiettivo di riuscire a soddisfare mediante i biocarburanti il 15% della domanda di carburante per trasporti entro il 2020. Nel marzo 2008 sono stati fissati gli obiettivi a medio termine per il 2010: 43.500 barili al giorno (b/d) per carburante bioetanolo non ricavato dai cereali, e un obiettivo molto più limitato di 4.000 b/d per il biodiesel entro il 2010 (Partnership Globale per le Bioenergie-GBEP 2007).

---

52. Nel settembre 2007, la Svezia ha annunciato la propria intenzione di abolire il dazio protettivo introdotto nel 2006, probabilmente entro il 1 gennaio 2009, qualora ricevesse l’approvazione normativa da parte della Commissione europea.

53. Nonostante si preveda un aumento dello sviluppo del biodiesel poiché in Cina il mercato del gasolio è il doppio di quello della benzina, la produzione attuale è limitata. La sfida principale che la produzione di biodiesel su larga scala si trova ad affrontare è la mancanza di materia prima, derivante dalla scarsità di oli vegetali commestibili. La Cina è il maggiore importatore di soia, e importa quantità significative di altri prodotti oleosi. Combinata con la mancanza di materia organica grassa, la scarsità di terre coltivabili aggrava le difficoltà della produzione di biodiesel (GBEP, 2007).

L'India ha introdotto una percentuale di miscelazione per l'etanolo, ricavato prevalentemente da melassa (un sottoprodotto della lavorazione dello zucchero), mediante il suo Ethanol Blended Petrol Programme (EBPP) del 2002, che ha reso obbligatoria la vendita dell'E5 in nove stati e in quattro unioni territoriali. La miscelazione obbligatoria è stata tuttavia abbandonata verso la fine del 2004 a causa della ridotta produzione di zucchero, degli aumenti nei costi delle materie prime e dell'approvvigionamento discontinuo di etanolo. Dall'ottobre 2007, in tutta l'India è stato istituito l'obbligo della miscelazione al 5% dell'etanolo con la benzina, e agli stati è stata data facoltà di innalzare questo valore al 10%. Dalla metà del 2008, almeno 14 degli stati e territori indiani avevano effettivamente introdotto l'obbligo relativo all'E5 (FACTS Global Energy, 2008). Una miscela E10 diventerà obbligatoria da ottobre 2008. Altre importanti misure di supporto comprendono un prezzo uniforme per i produttori di etanolo pari a 21,50 rupie indiane (0,54 dollari USA) al litro, l'autorizzazione all'uso del succo della canna da zucchero come materia prima per l'etanolo, e l'estensione agli zuccherifici di una sovvenzione ai trasporti per favorire le esportazioni, per un anno, fino alla prima parte del 2009.

La maggior parte dei Paesi OCSE-Ue cui era stato richiesto di trasporre la Direttiva Ue sui biocarburanti nella legislazione nazionale ha registrato un'accelerazione nella crescita del consumo di biocarburanti per il periodo 2004/2005, nel tentativo di raggiungere l'obiettivo indicativo di una quota sul mercato dei carburanti per trasporti rispettivamente pari al 2% nel 2005 e al 5,75% nel 2010.

Tra i paesi esaminati il Brasile, che è il secondo produttore mondiale nonché il maggiore esportatore di etanolo, resta all'avanguardia nella produzione di etanolo da canna da zucchero, stimolata dalla competitività sul lato dei costi e che ora può contare su sgravi fiscali indiretti. Il Brasile ha incoraggiato la produzione di etanolo su larga scala già dagli anni settanta con il suo programma nazionale sull'alcol (PRÓ-ÁLCOOL), inizialmente per ridurre la sua dipendenza dalle importazioni, in reazione alla crisi petrolifera. Dalla sua introduzione nel 1975, il programma PRÓ-ÁLCOOL ha inglobato un numero crescente di misure: prevalentemente garanzie sui prezzi e prestiti agevolati agli agricoltori, ma anche una percentuale di miscelazione dell'etanolo pari al 20-25%, tariffe di importazione sull'etanolo proveniente dall'estero, la messa al bando dei veicoli a gasolio e l'obbligatorietà dell'uso di veicoli ad alcol per tutte le istituzioni governative. Il programma comprendeva anche politiche commerciali finalizzate ad assicurare all'etanolo brasiliano un vantaggio competitivo sui mercati internazionali. Attualmente, ciò viene ancora ostacolato da politiche protezionistiche, specialmente da parte dell'Ue e degli Stati Uniti. Questa vasta esperienza con le politiche garantisce al Brasile numerosi vantaggi competitivi – oltre a un clima favorevole alla coltivazione della canna da zucchero – tra i quali si annoverano l'esistenza da lungo tempo di capacità e stabilimenti produttivi per l'etanolo e i veicoli appropriati.

La produzione di etanolo, destinata prevalentemente all'esportazione, è aumentata sensibilmente durante il periodo di analisi. Il consumo interno ha iniziato a crescere dal 2004 in avanti, con la penetrazione a larga scala sul mercato dei veicoli flex-fuel, che godono di una riduzione dell'imposta sui prodotti. L'etanolo, che rispetto alla benzina<sup>54</sup> beneficia di aliquote IVA ridotte soprattutto negli stati più popolosi ed economicamente avanzati come São Paulo, nel 2005 ha soddisfatto il 40% della domanda di carburanti per trasporti in Brasile. Si prevede che la crescita della domanda interna brasiliana resti sostenuta, con un aumento del livello obbligatorio dell'etanolo nella benzina<sup>55</sup>, la predominanza della vendita di veicoli flex-fuel – che all'inizio del 2008 rappresentavano il 90% delle vendite di veicoli nuovi nel paese, e prezzi attraenti dell'etanolo rispetto alla benzina

---

54. In media il prezzo dell'E85 nel 2003 e nel 2004 era inferiore del 45% rispetto a quello della benzina normale.

55. 25% nel mese di luglio 2007

## Capitolo 4

# Tendenze in Ricerca, Sviluppo e Dimostrazione RSD per le energie rinnovabili

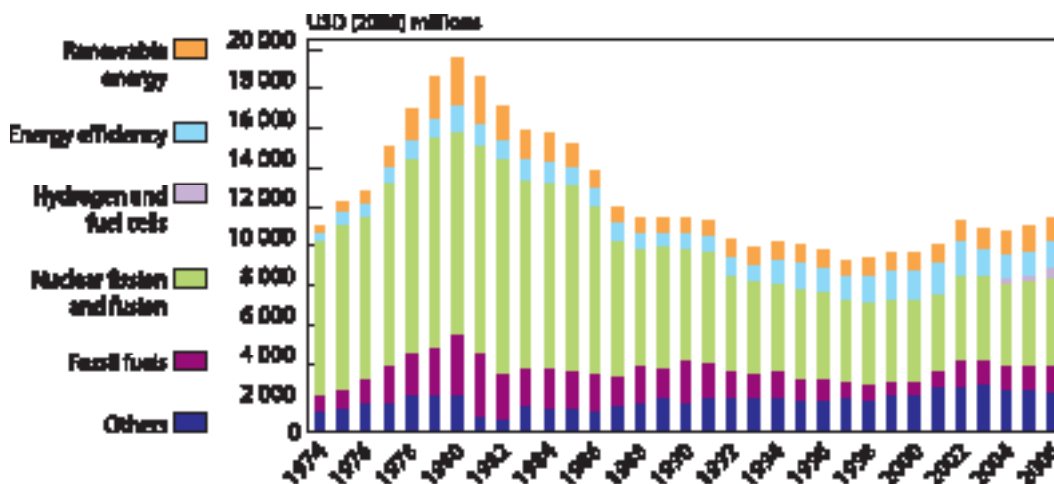
## Spesa nazionale in RSD per le energie rinnovabili nei Paesi AIE

In assenza di internalizzazione dei costi esterni, quali i costi derivanti dalle emissioni di gas serra, dalle azioni di lotta all'inquinamento e dai danni alla salute, alcune tecnologie delle energie rinnovabili (RET) rimangono non competitive sul lato dei costi rispetto alle fonti energetiche tradizionali. Un'ulteriore riduzione dei costi è quindi essenziale, e il finanziamento a ricerca e sviluppo – oltre allo sviluppo del mercato – è un fattore di stimolo fondamentale per raggiungerla.

### Spesa complessiva in RSD per le energie<sup>56</sup>

La spesa in RSD per l'energia è quasi raddoppiata tra il 1974 e il 1980 in risposta agli shock dei prezzi petroliferi, raggiungendo nel 1980 un massimo di circa 19 miliardi di dollari statunitensi (2006). Man mano che le preoccupazioni relative al mercato del petrolio calavano, la spesa in RSD per l'energia crollava quasi altrettanto rapidamente di quanto era cresciuta, attestandosi dapprima ai due terzi e poi alla metà della spesa massima, livello a cui è rimasta fino alla fine degli anni novanta (Figura 1).

Figura 1. Spesa di tutti i Paesi membri dell'AIE in RSD per l'energia, 1974-2006



Fonte: AIE (2007a).

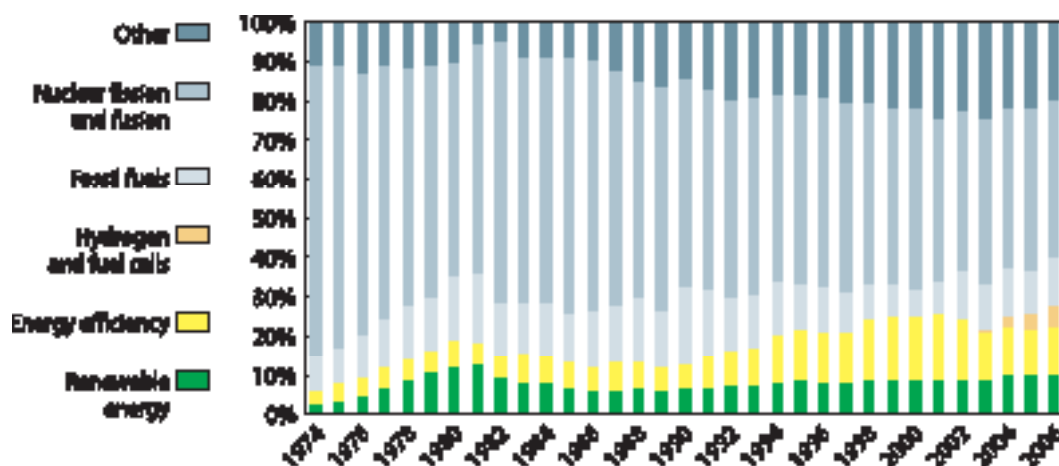
Negli ultimi anni la spesa per l'energia ha mostrato alcuni segni di ripresa, dovuti principalmente a nuovi investimenti di ricerca nel settore dell'idrogeno e delle celle a combustibile, oltre che per i combustibili fossili. Tuttavia, in termini reali la spesa per il 2006 risultava di poco superiore ai livelli del 1974.

56. Tutte le conversioni in USD sono state effettuate ai tassi di cambio di mercato 2006, tranne ove altrimenti specificato. I dati sul budget per RSD dei Paesi AIE sono tratti dal documento AIE Energy Technology R&D Statistics. Questi dati sono consultabili sul sito web dell'AIE a questo indirizzo: <http://www.iea.org/Textbase/stats/rd.asp>.

## Quote delle energie rinnovabili nella spesa per RSD

Nel 1974 la spesa in RSD per le energie rinnovabili ammontava al 2,7% della spesa in RSD per l'energia in generale, ed è cresciuta rapidamente al 12,9% nel 1981 (figura 2). La quota destinata alle energie rinnovabili non è mai scesa ai livelli del 1974 dopo il picco del 1980, come invece è avvenuto per la spesa complessiva in RSD per l'energia, ma ciononostante ha registrato una costante diminuzione fino al 6,2% nel 1986. Da allora è sempre aumentata, con cadute solo occasionali, fino all'attuale 10,8% della spesa totale in RSD per l'energia. È possibile che questo aumento rifletta l'impatto dei fattori che contribuiscono al cambiamento climatico.

Figura 2. Quote delle energie rinnovabili relative a RSD per l'energia in tutti i Paesi membri dell'AIE, 1974-2006



Fonte: AIE (2007a).

## Quote destinate alle tecnologie nella spesa per la Ricerca, Sviluppo e Dimostrazione (RSD) delle energie rinnovabili

### Riquadro 1. Classificazione delle RET nelle statistiche AIE sulla spesa per RSD

Tra la valutazione delle potenzialità delle RET contenuta nel Capitolo 2 e le tendenze di ricerca, sviluppo e dimostrazione delle singole RET descritte nel capitolo esistono alcune differenze di natura terminologica e tassonomica.

Tali differenze nascono dalle definizioni delle diverse classi di tecnologie fornite dall'AIE per l'elaborazione di statistiche sui fondi destinati a RSD dei Paesi AIE. L'Allegato A contiene le definizioni delle diverse classi di tecnologie menzionate nel Capitolo 2 e 4. Per maggiori informazioni sulle classi di tecnologie utilizzate nel settore RSD, è possibile consultare la documentazione relativa alle statistiche AIE sui fondi destinati a RSD per le tecnologie energetiche:

<http://wds.iea.org/WDS/tableviewer/document.aspx?FileId=1092>

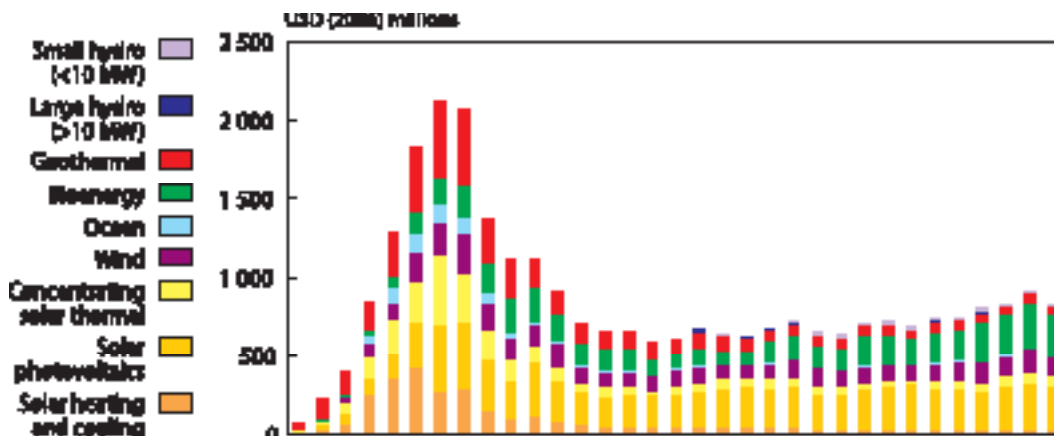
Nei Paesi AIE la spesa complessiva destinata a RSD relativi alle energie rinnovabili ha raggiunto il valore massimo nel 1980, superando i 2,1 miliardi di dollari (tasso di cambio del 2006) (Figura 3). Entro il 1990, tale cifra era scesa a meno di un terzo rispetto al 1980. Dopo

il minimo registrato nel 1988, la spesa è andata lievemente aumentando di circa 750 milioni

di dollari all'anno.



**Figura 3. Fondi complessivi destinati a RSD nei Paesi AIE divisi per tecnologie, 1974-2006**

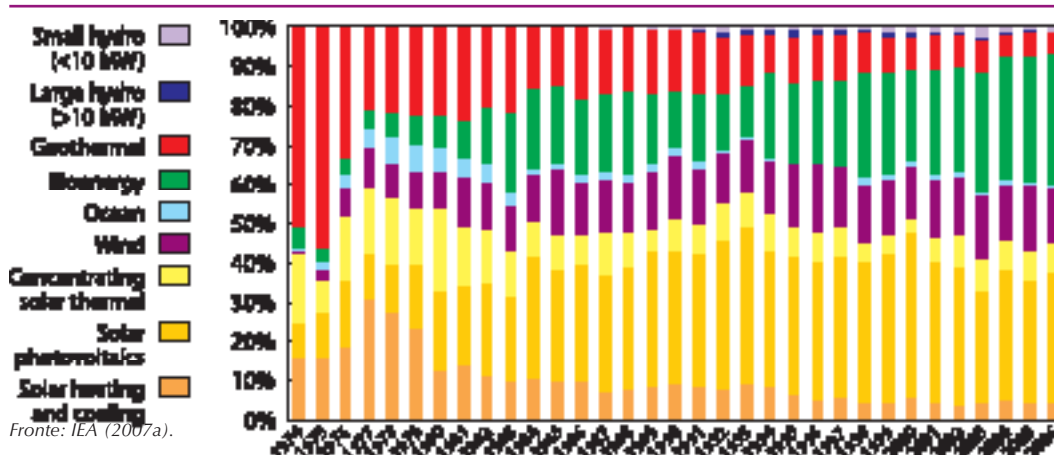


Fonte: AIE (2007a).

L'esame delle quote di spesa pubblica destinate alla tecnologia rivela chiaramente alcuni spostamenti di priorità avvenuti nel periodo in questione. Dall'inizio del boom fino al 1984, la spesa ha dimostrato un aumento di interesse per quasi tutte le principali aree RET, ad eccezione dell'energia idroelettrica. In quel periodo, hanno ricevuto particolare attenzione l'energia geotermica, il solare termico a concentrazione, il fotovoltaico e i sistemi di riscaldamento e condizionamento solare. Dopo il 1986, le tecnologie fotovoltaiche hanno continuato a essere un'importante voce di bilancio, mentre altre tecnologie hanno ricevuto fondi minori.

Dal 1974 al 2006 al settore RSD delle energie rinnovabili sono stati destinati approssimativamente 28 miliardi di dollari, pari a circa il 7%. In quel periodo, il solare fotovoltaico ha ricevuto la fetta più sostanziosa dei finanziamenti: oltre il 25%. Le bioenergie e l'energia geotermica hanno ricevuto, rispettivamente, il 17% e il 16% dei fondi. Al riscaldamento e condizionamento solare (11%), al solare termico a concentrazione (11%) e all'energia eolica (13%) sono state destinate percentuali analoghe. In netto contrasto con queste cifre, l'energia degli oceani ha ricevuto meno del 3% dei finanziamenti complessivi, mentre all'energia idroelettrica è stato stanziato in totale meno dell'1% dei fondi. Queste percentuali sono illustrate in Figura 4.

**Figura 4. Quote destinate alle tecnologie nella spesa per RSD delle energie rinnovabili dei Paesi AIE, 1974-2006**



Fonte: IEA (2007a).

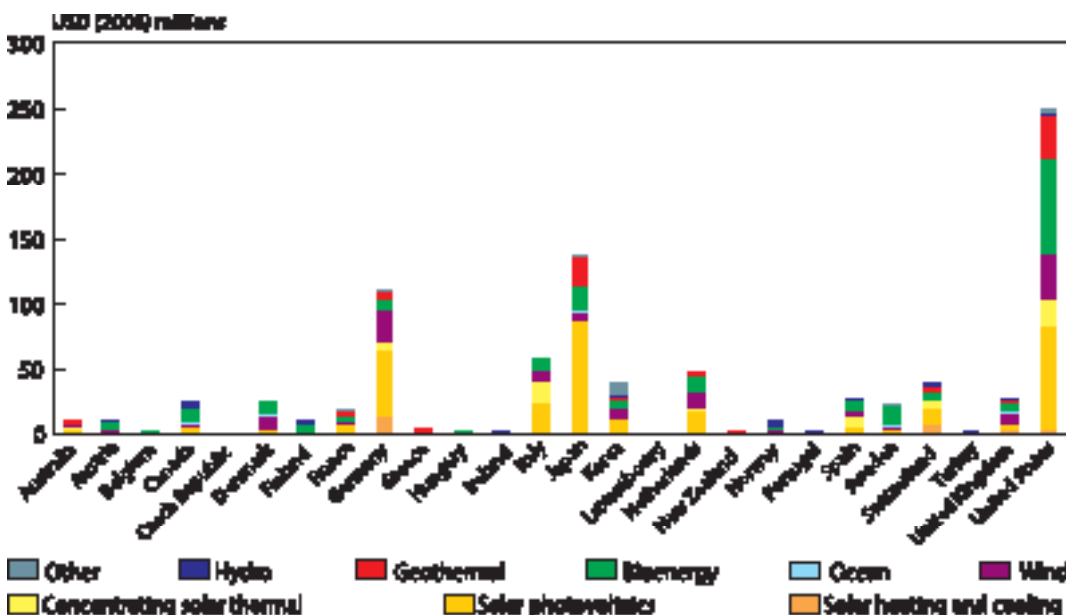
Nel 2006 la situazione è molto diversa rispetto a quanto avvenuto prima e durante il picco: il fotovoltaico e le bioenergie ricevono ciascuno un terzo dei finanziamenti complessivi, l'energia eolica il 15%, il solare termico a concentrazione l'8%, l'energia geotermica il 5% e il riscaldamento e condizionamento solare il 4%. Sempre nello stesso anno, all'energia idroelettrica viene destinato poco più dell'1%, in linea con la media del periodo, mentre l'energia degli oceani riceve appena lo 0,5%.

### Spesa a priorità dei singoli paesi

Nel finanziamento per RSD per le energie rinnovabili, la definizione delle priorità dipende in genere dalla disponibilità delle risorse. Ad esempio, Nuova Zelanda e Turchia possiedono maggiori risorse geotermiche ed è quindi naturale che durante il periodo in esame a questa fonte energetica sia stato destinato oltre il 55% dei finanziamenti per RSD in Nuova Zelanda e il 38% in Turchia. La Norvegia ha assegnato quasi il 35% dei fondi per RSD per le energie rinnovabili all'energia idroelettrica. In media, le biomasse costituiscono dal 48% all'88% delle voci degli stanziamenti per RSD delle energie rinnovabili in Austria, Canada, Finlandia, Ungheria e Svezia. All'energia eolica è stato destinato circa il 43% dei fondi di RSD delle energie rinnovabili in Danimarca e il 35% nel Regno Unito; entrambi i paesi hanno considerevoli potenzialità eoliche. Ma nel settore RSD delle energie rinnovabili le priorità non sono dettate unicamente dalla disponibilità delle risorse naturali. All'assegnazione delle risorse concorre spesso anche l'eventuale presenza di opportunità industriali. La Germania possiede risorse solari limitate, ma nel periodo 1990-2006 il solare fotovoltaico ha ricevuto oltre il 47% dei finanziamenti destinati a RSD delle energie rinnovabili.

La Figura 5 mostra la spesa media annua destinata al settore RSD delle energie rinnovabili per un periodo inferiore, dal 1990 al 2006. Stati Uniti, Germania e Giappone hanno stanziato complessivamente quasi il 57% della spesa annua e il settore privilegiato è stato quello del solare fotovoltaico. Non è un caso, quindi, che il solare fotovoltaico abbia registrato uno sviluppo più rapido proprio in questi paesi. In Danimarca, le tecnologie per l'energia eolica hanno sfruttato il vantaggio offerto da investimenti precedenti, raggiungendo quindi un discreto stadio di maturità in anticipo rispetto agli altri paesi. Nello stesso periodo, un altro 15% dei finanziamenti per il settore RSD delle energie rinnovabili è arrivato da Italia, Paesi Bassi e Svizzera. Gli Stati Uniti hanno destinato al settore RSD delle energie rinnovabili i finanziamenti più cospicui (249 milioni di dollari all'anno); il Giappone ha stanziato una media annua di 140 milioni di dollari e la Germania di 110 milioni di dollari (AIE, 2007a).

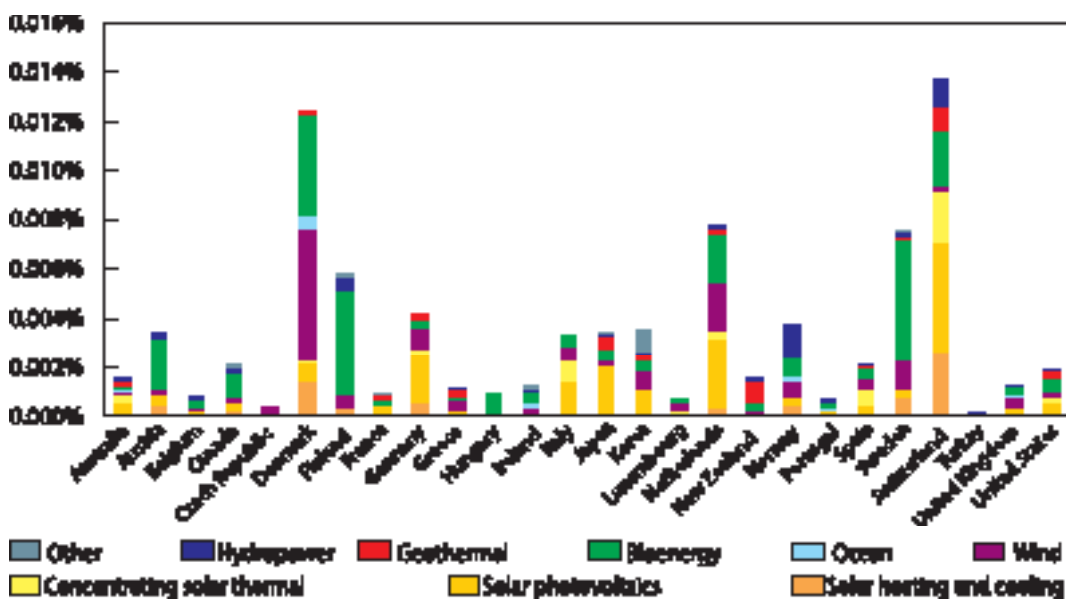
Figura 5. Finanziamenti medi annui per il settore RSD delle energie rinnovabili, 1990-2006



Fonte: AIE (2007a).

Considerando i finanziamenti medi destinati al settore RSD delle energie rinnovabili su base percentuale rispetto al PIL (Figura 6) si ottiene una prospettiva diversa. Da questo punto di vista, ai primi posti dei Paesi AIE si trovano la Svizzera, con la maggiore spesa in energie rinnovabili (quasi lo 0,014% del PIL), e la Danimarca (poco più dello 0,012%). Seguono Paesi Bassi, Svezia e Finlandia, con valori compresi tra lo 0,006% e lo 0,008%. Subito dopo vengono Giappone, Germania, Austria, Italia, Giappone, Corea e Norvegia, con valori intorno allo 0,003%. Ponderando la spesa rispetto al PIL, inoltre, emerge un numero più alto di priorità a conferma del legame tra risorse locali e finanziamenti pubblici. Sono presenti tutte le tecnologie, con un accento particolare sulle bioenergie. Risulta chiara, inoltre, l'influenza danese sulla maturità dell'energia eolica.

Figura 6. Finanziamenti medi destinati al settore RSD delle energie rinnovabili, in percentuale rispetto al PIL,



Fonte: AIE (2007a).

### **Finanziamenti pubblici destinati al settore RSD delle energie rinnovabili negli ultimi anni**

Negli ultimi anni, la spesa destinata al settore RSD delle energie rinnovabili ha dimostrato in termini reali una nuova vitalità, in parte per via del crescente interesse per i cambiamenti climatici, il degrado ambientale, la sicurezza di approvvigionamento e l'aumento del prezzo del petrolio, e per la conseguente necessità di trovare delle alternative alle tecnologie convenzionali. Nel quinquennio 2000-2005, nel Regno Unito la spesa è aumentata di oltre il 600%, in Francia del 200%, in Canada del 40%, in Ungheria del 600%, in Italia del 90%, in Giappone del 50% e in Nuova Zelanda del 90%. Questa tendenza, però, non interessa la totalità dei paesi. In Norvegia e Portogallo, ad esempio, nel periodo di riferimento la spesa è diminuita rispettivamente del 30% e del 40%.

### **Spesa nazionale per le attività di RSD in alcuni paesi non-OCSE**

#### **India**

Il ministero indiano delle Energie Nuove e Rinnovabili (MNRE) sostiene progetti di RSD fin dal 1982 e di recente ha favorito la partecipazione del settore industriale alle ricerche finanziate dallo Stato.

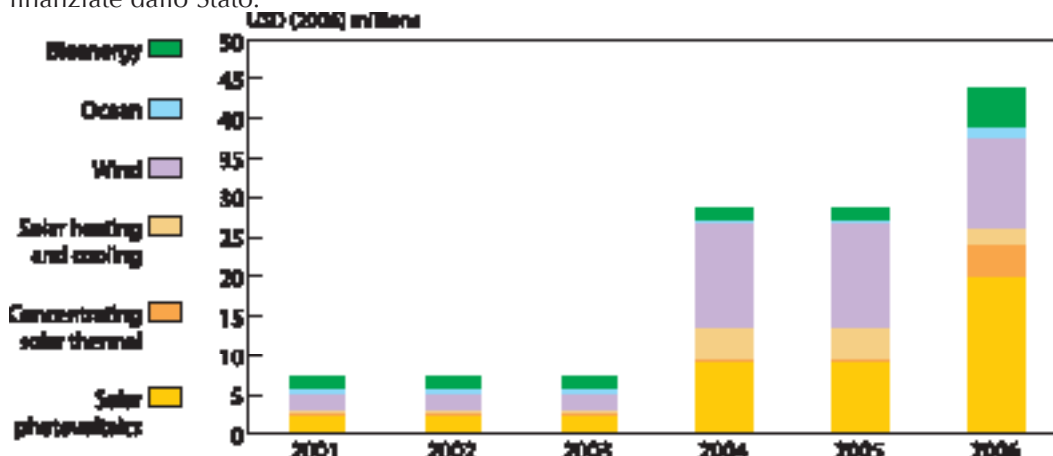


TABELLA 1.1. Proposta di spesa per attività di RSD nelle energie rinnovabili nell'undicesimo piano quinquennale indiano

	INR millions	USD (2007) millions
Bioenergy	1500	36.2
Solar energy	3600	86.3
Wind energy	2000	48.3
Small hydropower	500	12.1
New technology	4000	96.6
Solar Energy Centre	400	9.7
Centre for Wind Energy Technology (C-WET)	400	9.7
National Institute of Renewable Energy (NIRE)	400	9.7
Other	1820	44.0
Total	14 620	353.1

Fonte: MNRE (2008).

## Cina

Dal 2001 al 2006, il governo cinese ha speso complessivamente 126 milioni di dollari in attività di RSD nel settore delle energie rinnovabili. Gran parte dei finanziamenti è andata al solare fotovoltaico e all'energia eolica, che hanno ricevuto rispettivamente il 39% e il 36% dei fondi. Le tecnologie di riscaldamento e condizionamento solare e le bioenergie hanno ricevuto entrambe il 9% dei fondi pubblici complessivi destinati al settore RSD. Il solare termico a concentrazione ha ricevuto il 4% dei fondi e l'energia degli oceani il 3%. La Figura 7 indica un netto aumento della spesa per progetti di RSD nelle energie rinnovabili, che durante il periodo di riferimento è salita di circa il 500%. India e Cina hanno pressappoco le stesse priorità tecnologiche dei Paesi OCSE. Ciò significa che l'energia geotermica, degli oceani e idroelettrica e le tecnologie per il solare termico a concentrazione ricevono meno attenzione. Nel 2006 sono stati stanziati nuovi finanziamenti all'energia degli oceani e al solare termico a concentrazione.

Figura 7. **Spesa pubblica cinese per attività di RSD delle energie rinnovabili**

---

Fonte: Li et al. (2007).

I finanziamenti per le attività di RSD delle energie rinnovabili sono stanziati tramite il ministero della Scienza e Tecnologia (MST) e la Commissione nazionale per lo sviluppo e le riforme (NDRC). Secondo quanto disposto dalla legge sulle Energie rinnovabili, i fondi possono provenire anche dal ministero delle Finanze. Durante il nono piano quinquennale, i fondi destinati dal ministero della Scienza e Tecnologia alle attività di RSD delle energie rinnovabili saranno pari a 60 milioni di yuan. Inoltre, l'NDRC e il Ministero delle finanze prevedono altre sovvenzioni anche per progetti di dimostrazione e corsi di formazione.

A maggio del 2006 il Ministero delle finanze ha adottato una nuova misura, denominata "Provvedimenti d'urgenza per la gestione di un fondo speciale per lo sviluppo delle energie rinnovabili". Il provvedimento prevede lo stanziamento di fondi speciali per lo sviluppo multi-settoriale delle energie rinnovabili, con l'obiettivo di ridurre la dipendenza dai combustibili fossili. Gli obiettivi principali per il settore dei trasporti sono la produzione di bioetanolo (dalla canna di zucchero e dalla cassava) e di biodiesel (dall'olio di palma, dalle alghe e altri vegetali). Per ottenere elettricità da fonti rinnovabili si ricorrerà principalmente all'energia eolica, solare e degli oceani, mentre il settore del riscaldamento e condizionamento domestico farà affidamento in particolare sull'energia geotermica e solare. I fondi speciali sono destinati ad attività di ricerca, a progetti dimostrativi, alla preparazione di modelli, a valutazioni delle tecnologie e delle risorse per l'elettrificazione di zone rurali, isole e aree autonome, alla formazione e alla promozione di industrie e servizi locali. Questi fondi andranno a integrare i finanziamenti dei privati.

### **Sudafrica**

Nel 2006 è stato creato il Sudafrican Energy Research Institute (SANERI) con l'obiettivo di coordinare e finanziare attività di RSD per l'energia. Nell'anno finanziario da aprile 2006 a marzo 2007 (2006/2007), il SANERI ha investito complessivamente 15 milioni di rand sudafricani (2 milioni di dollari) in varie cattedre di ricerca universitarie, un centro di ricerca e insegnamento su energie rinnovabili e sostenibili e diversi progetti a breve termine sulle fonti energetiche rinnovabili. La cifra corrisponde al 26% dei finanziamenti complessivi stanziati alla ricerca, che è di 58 milioni di rand.

Per il biennio 2007/2008 il SANERI ha previsto un bilancio di ricerca pari a 40 milioni di rand (5,5 milioni di dollari); la percentuale dei fondi destinati alla ricerca sulle energie

rinnovabili resterà circa il 25%. Dal 2008 in poi, si prevede un considerevole aumento degli stanziamenti, un quarto dei quali sarà destinato alle energie rinnovabili.

Per il biennio 2007/2008 il SANERI ha previsto un bilancio di ricerca pari a 40 milioni di rand (5,5 milioni di dollari); la percentuale dei fondi destinati alla ricerca sulle energie rinnovabili resterà circa il 25%. Dal 2008 in poi, si prevede un considerevole aumento degli stanziamenti, un quarto dei quali sarà destinato alle energie rinnovabili.

### ***Russia***

Il governo russo stanziava i fondi per le attività di RSD delle energie rinnovabili tramite diversi ministeri e organismi, tra cui il Ministero della scienza e l'istruzione, il Ministero dell'industria e dell'energia, l'Accademia delle scienze, il Ministero dell'economia, il Ministero dell'agricoltura e il Ministero delle risorse naturali.

Secondo le stime, ogni anno dal 1998 al 2003, il Ministero dell'industria e dell'energia ha investito 70-80 milioni di rubli (circa 3 milioni di dollari) in attività di RSD delle energie rinnovabili, mentre il Ministero delle scienze e tecnologie ne ha investiti altri 100-120 milioni (4-5 milioni di dollari).

Per il periodo 2008-2012 il governo ha intenzione di stanziare 4,6 miliardi di rubli (188 milioni di dollari) per potenziare la produzione di biodiesel dalla colza. Nel 2007, il Ministero dell'industria e dell'energia russo ha proposto, in collaborazione con l'UNESCO, la creazione di un Centro di sviluppo per l'energia sostenibile, che svolgerà attività legate alla ricerca e allo sviluppo di energie rinnovabili.

### **Programmi di RSD**

Il vantaggio offerto dal settore RSD non consiste unicamente nel fatto di favorire lo sviluppo tecnologico necessario a garantire un approvvigionamento energetico sicuro, pulito ed efficace. In Germania, l'alta spesa per attività di RSD ha garantito anche più occupazione, una posizione internazionale di prim'ordine e il conseguimento degli obiettivi posti per le energie rinnovabili. Dal 1991 al 2006 la Germania ha investito oltre 5 miliardi di dollari in progetti di RSD sull'energia, un quarto dei quali riguardanti le energie rinnovabili (AIE, 2007a).

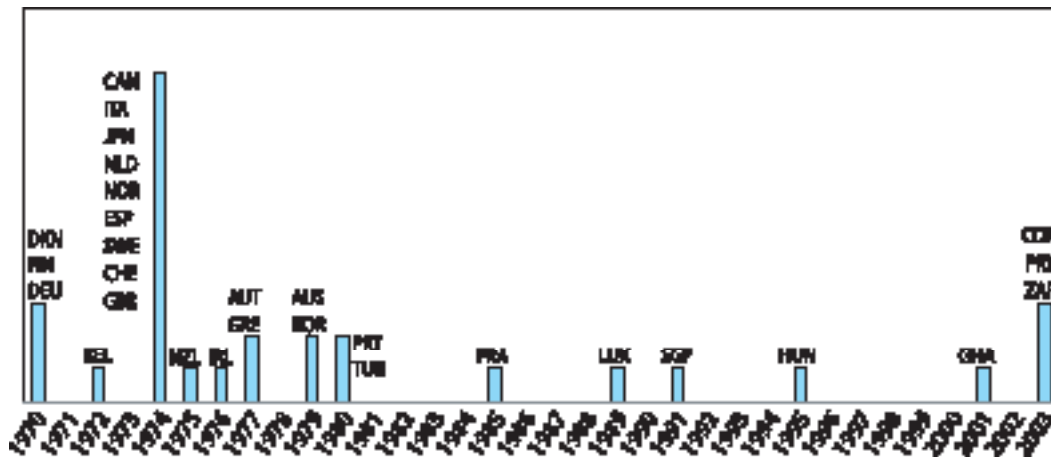
Ma se si vuole ottenere dalle fonti energetiche rinnovabili quel contributo che si desidera e si prevede, sarà indispensabile stanziare più fondi in progetti di RSD sulle energie rinnovabili. In molti paesi, i recenti tagli alla spesa destinata all'energia geotermica hanno avuto come effetto la riduzione ai minimi termini delle attività di RSD. Di conseguenza, le competenze acquisite rischiano di andare perdute a causa della perdita di posti di lavoro. Aumentare l'entità degli investimenti potrebbe aiutare a contrastare queste due tendenze e ad agevolare l'assunzione del personale necessario per raggiungere più rapidamente i traguardi stabiliti dalle priorità definite.

### ***Programmi di RSD nel contesto strategico***

In linea generale, le politiche di sostegno per l'adozione di una particolare tecnologia possono essere suddivise in due classi: le politiche che prevedono una visione "technology push" (ricerca e sviluppo) e quelle che aiutano a sviluppare una strategia "market pull" (politiche di sostegno all'uso). Le politiche nazionali relative alle energie rinnovabili partono in genere da approcci di RSD. Si tratta di un punto di inizio pratico, perché la tecnologia va innanzitutto sviluppata a livello dimostrativo. Nella Figura 8 è riportato l'anno in cui i paesi indicati hanno messo in atto politiche di finanziamento per le attività RSD nel settore delle

energie rinnovabili. In questo settore, la maggior parte dei paesi più avanzati ha messo in atto i propri programmi relativamente presto.

Figura 8. **Data di attuazione dei programmi nazionali di RSD delle energie rinnovabili**



Fonte: AIE (2007a).

Da qualche anno, i membri della comunità scientifica parlano dell'esistenza di una "valle della morte", un divario tra la dimostrazione di una data tecnologia e la sua adozione da parte del mercato, anche quando esiste un equilibrio provato tra costi e benefici. Se non verrà tracciato un quadro di politiche coerenti da integrare in modo continuo, i paesi non potranno sfruttare appieno le innovazioni e queste ultime non potranno abbandonare lo status di "novità" ed entrare nell'uso comune.

Le politiche di RSD spingono le tecnologie verso il mercato con strategie "market pull". Facendo affidamento esclusivamente sulle forze di mercato o sulle iniziative di ricerca private si rischia di raccogliere soltanto i frutti più bassi, rinunciando ai frutti succosi che si trovano sui rami più alti dell'albero. Gli investimenti statali nel settore RSD sono in genere mirati ad aree con alti rischi e prospettive a lungo termine, mentre il settore privato tende a privilegiare dimostrazioni pre-competitive e a breve termine e la commercializzazione delle tecnologie.

### **Collaborazione internazionale**

Il Quadro di valutazione della scienza, tecnologia e industria pubblicato dall'OCSE nel 2007 dimostra che il numero di iniziative di ricerca e sviluppo (in tutti i settori tecnologici) in corso in ambito internazionale è in continua crescita. Nel settore delle energie rinnovabili è possibile osservare, inoltre, un aumento delle collaborazioni internazionali (OCSE, 2007). A dicembre 2007, ad esempio, gli Stati Uniti e la Repubblica Popolare Cinese hanno sottoscritto un protocollo d'intesa per la promozione della ricerca e dell'impiego delle biomasse. Il protocollo d'intesa regola lo scambio di informazioni scientifiche, tecniche e politiche sulla produzione delle biomasse e sulla loro trasformazione in biocarburanti e altri prodotti, e si concentra in particolare su progetti di RSD a lungo termine.

La collaborazione internazionale, su base multilaterale e bilaterale, può far aumentare al massimo i vantaggi delle attività di RSD. Nel contesto di una globalizzazione su scala sempre

più ampia e di un calo di interesse verso le attività di RSD nazionali, queste collaborazioni internazionali garantiscono un ottimo rendimento dei capitali investiti in RSD grazie alla condivisione tra i partecipanti delle spese finanziarie, del carico di lavoro e dei risultati. Gli investimenti nazionali in attività di RSD sono ancora considerevolmente al di sotto del livello necessario, perciò le collaborazioni internazionali volte allo sviluppo di sinergie possono acquisire un'importanza sempre maggiore.

Le collaborazioni internazionali hanno almeno tre vantaggi generali:

- riducono la ridondanza degli stanziamenti nazionali in progetti di RSD già in corso in altri paesi;
- permettono di impiegare a vantaggio di tutti i partecipanti competenze specifiche e risorse che appartengono a un solo paese; e
- consentono lo scambio di tecnologie con paesi in via di sviluppo e offrono l'opportunità di beneficiare dei vantaggi comparativi.

Ad esempio, i finanziamenti per la ricerca sull'energia eolica sono stanziati dall'Unione europea (Ue). Nel 2006 più di 20 progetti di RSD riguardanti l'energia eolica sono stati avviati con il sostegno del quinto e del sesto Programma Quadro, il principale strumento di sostegno alla ricerca dell'Ue.

L'impegno assunto dal Gruppo di lavoro sulle energie rinnovabili dell'AIE (REWP) e dai relativi programmi di collaborazione tecnologica – Accordi di Attuazione – è quello di lavorare insieme per definire le priorità a medio e lungo termine delle attività di RSD per le RET. L'obiettivo è sviluppare strategie mirate in contesti e settori di sviluppo fondamentali, condividendo il massimo dei vantaggi, tra cui la riduzione dei costi generali e l'ampliamento della quota di mercato.

La strategia dell'AIE offre diversi vantaggi :

- riduzione dei costi e aumento del lavoro;
- progetti su scala più ampia;
- condivisione delle informazioni e sviluppo di una rete di collaborazione;
- contatti tra paesi appartenenti e non all'AIE; ;
- contatti tra paesi appartenenti e non all'AIE;
- accelerazione delle iniziative di sviluppo e impiego;
- parametri tecnici concordati;
- rafforzamento delle capacità delle attività di RSD nazionali; e
- tutela dei diritti di proprietà intellettuale.

## **Strutturazione delle attività di RSD**

A novembre del 2007 la Commissione europea ha proposto un Piano strategico per le tecnologie energetiche, studiato per aiutare i paesi della regione a raggiungere gli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra per il 2020 e 2050 e per facilitare l'adozione delle energie rinnovabili e aumentare l'efficacia energetica. La Commissione europea ha scoperto che in questi settori la ricerca riceve spesso finanziamenti insufficienti, è dispersiva e coordinata in modo inadeguato. Si rendono quindi indispensabili azioni efficaci per sviluppare, rendere più economiche e commercializzare nuove tecnologie energetiche.



I seguenti punti e procedimenti si sono dimostrati un buon sostegno nella definizione di politiche efficienti nell'ambito della ricerca tecnologica:

- Le politiche devono essere parte integrante di strategie specifiche per le energie rinnovabili, queste ultime riconducibili a strategie energetiche generali.
- Le politiche devono essere legate strutturalmente a misure di commercializzazione e utilizzo all'interno di un contesto coerente.
- Le priorità devono avere una precisa definizione ma anche la flessibilità necessaria per poter essere modificate in presenza di progressi o nuove esigenze. Il coinvolgimento di tutti i partecipanti (settore privato, accademico e altri attori) ha la massima priorità.
- I meccanismi di valutazione e controllo devono essere messi in atto fin dalle prime fasi, specificando con precisione i risultati attesi.
- Una chiara definizione della natura e dell'ambito del ruolo dello Stato e di tutti i partecipanti.
- Una chiara definizione della natura e dell'ambito del ruolo dello Stato e di tutti i partecipanti.
- I finanziamenti devono essere costanti. Il settore RSD si basa su attività a lungo termine, pertanto è essenziale poter garantire un certo grado di regolarità nella disponibilità dei fondi.
- Nelle collaborazioni tra settore pubblico e privato, entrambe le parti devono essere incoraggiate a fornire finanziamenti di una certa entità.
- Le collaborazioni internazionali comportano vantaggi considerevoli (vedi sopra).

### ***Definizione degli obiettivi***

La condizione previa fondamentale perché sia possibile formulare una strategia di RSD delle energie rinnovabili efficace ed efficiente è che esista una chiara politica nazionale in materia di energie rinnovabili. Le priorità delle attività di RSD del settore energetico dipendono in genere dalla definizione delle politiche. Nel Regno Unito, due documenti di riferimento sono il Libro Bianco sull'Energia del 2003 e il Libro Bianco "Rispondere alle sfide dell'energia" di maggio 2007. Una prima definizione delle priorità per le attività di RSD era stata data dal Capo consigliere scientifico e dal Gruppo di valutazione delle ricerche sull'energia (del Ministero britannico del commercio e dell'industria) nel 2001/2002. Lo studio identificava sei principali aree tecnologiche di ricerca: sequestro del carbonio La trasparenza e il coinvolgimento di tutti i principali attori sono di fondamentale importanza nella definizione delle strategie energetiche nazionali in materia di RSD.

Programmi di ricerca coerenti con durata e finanziamenti ben definiti sono essenziali se si vuole inviare un segnale chiaro a ricercatori e investitori privati. In Germania, ad esempio, nel 2005 è stato lanciato il Quinto programma per la ricerca energetica, mentre entro il 2008 i finanziamenti per le attività di RSD nel settore energetico aumenteranno ogni anno fino a un totale annuo di 144 milioni di euro (AIE, 2007b). In Giappone, altro leader mondiale nella tecnologia del solare fotovoltaico, questo settore ha ricevuto i maggiori investimenti annui.

È particolarmente importante poter disporre di un insieme ben calibrato di traguardi perché non sempre i singoli progetti di RSD riescono a raggiungere gli obiettivi prefissati. Aniché considerare il fallimento di un singolo progetto come il sintomo di un fallimento generale del programma in corso, i responsabili delle politiche devono comprendere che da un insuccesso è possibile trarre numerosi insegnamenti e che, se in un programma di RSD non

fallisce neanche un singolo progetto di ricerca, è probabile che gli obiettivi prefissati siano eccessivamente moderati.

Spesso è difficile ottenere una visione d'insieme coerente dei programmi statali di RSD, che possono essere frammentati o mal coordinati. In molti Paesi AIE manca un organismo unico responsabile di tutte le attività di ricerca sull'energia. Quando operano numerosi enti, è essenziale che esista un coordinamento generale se si vuole evitare una ridondanza di argomenti e di attività di ricerca. In questi casi, possono intervenire procedure standard di approvazione, comitati consultivi e associazioni di ricerca.

Nel Regno Unito, ad esempio, le priorità sono definite da un insieme di organismi che mostrano un livello di coerenza limitato. Gli enti di maggiore rilevanza sono il Ministero per l'innovazione, l'università e le professioni; il Ministero per il commercio, le imprese e le riforme della regolamentazione (DBERR), che comprende il Comitato per le strategie tecnologiche e l'Istituto per le tecnologie energetiche; il Ministero dell'ambiente, dell'alimentazione e dell'agricoltura (Defra), alcuni consigli di ricerca, l'Energy Research Partnership, lo UK Energy Research Centre e il Carbon Trust (AIE, 2007c).

In Spagna, invece, i programmi di ricerca pubblici sono stabiliti in gran parte dal Ministero dell'istruzione e della scienza e sono messi in atto principalmente dal CIEMAT, un organo che collabora con il ministero (AIE, 2005a).

È importante che nella definizione delle priorità intervenga un approccio integrato, che coinvolga settori, tecnologie, infrastrutture e catena di fornitura collegate. Nel settore dell'energia elettrica, in particolare, le priorità delle energie rinnovabili dovrebbero essere collegate a programmi generali di RSD.

### ***Nuove esigenze a breve e lungo termine***

La giusta strategia non si basa necessariamente sulla scelta di "campioni" tecnologici: nessuna tecnologia può soddisfare da sola tutte le esigenze di un paese in maniera sicura, economicamente vantaggiosa ed ecosostenibile. Sul lungo periodo si rende necessario un insieme di più tecnologie, da selezionare secondo i punti di forza e le risorse disponibili a livello nazionale.

Naturalmente, un paese può operare delle scelte di carattere tecnologico che può poi rivedere nel corso del tempo. Alcuni spostamenti di priorità possono riflettere l'affermarsi di nuove tendenze o la convinzione che una determinata tecnologia sia abbastanza matura da non richiedere più attenzioni eccessive o, al contrario, che una tecnologia che fino a quel momento ha ricevuto un certo sostegno non debba più considerarsi una linea d'azione praticabile. In questi casi, la buona pratica della pianificazione consiglia un certo grado di flessibilità.

In Australia, ad esempio, il 34% del bilancio cumulativo annunciato per le attività di RSD dal 1990 al 2005 è stato investito nelle tecnologie del solare fotovoltaico e soltanto l'8% è stato destinato al solare termico, mentre nel 1993 quest'ultimo ha ricevuto quasi l'80% dei fondi destinati alle attività di RSD per le energie rinnovabili. Gli investimenti nelle bioenergie, che a metà degli anni Novanta corrispondevano alla seconda voce di spesa delle attività di RSD per le energie rinnovabili (il 39% nel 1997) sono stati sospesi interamente negli anni successivi, quando i finanziamenti sono stati destinati alle tecnologie geotermiche, che dal 1999 in poi sono diventate il secondo settore più finanziato (AIE, 2007a).

È importante stabilire chiare priorità nazionali per le attività di RSD delle energie rinnovabili e tali priorità devono essere comunicate a tutti gli operatori del settore energetico e della

ricerca. Gli obiettivi di sviluppo devono essere chiari, quanto più possibile quantificati e classificati preferibilmente per traguardi da raggiungere nel breve, medio e lungo periodo. Puntare esclusivamente sulle RET più vicine al mercato rincorrendo risultati rapidi in termini di offerta sostenibile rischia di provocare un crollo della disponibilità una volta che i “frutti dei rami più bassi” sono stati raccolti tutti. Perché lo sviluppo proceda in modo regolare, occorre mantenere una visione di lungo termine

Ad esempio, il governo tedesco promuove le attività di RSD per le energie rinnovabili operando su due livelli. In primo luogo dà netta priorità alle tecnologie che si sono dimostrate in grado di dare risultati a breve e medio termine nell’offerta sostenibile. Contemporaneamente, segue un secondo approccio relativamente ampio per coinvolgere altre tecnologie che si trovano ancora nella fase di ricerca di base (a lungo termine). Questa duplice strategia è garanzia di flessibilità: l’attenzione può essere facilmente spostata verso le tecnologie che, una volta abbandonata la fase della ricerca di base, dimostrano di poter dare un contributo significativo all’approvvigionamento energetico. In questo approccio diventa cruciale eseguire una verifica costante dei risultati e dello status tecnologico, che deve coinvolgere figure competenti della ricerca pubblica e privata.

### ***Impiego efficiente dei fondi***

Il governo può avere un ruolo di primo piano nello sviluppo di nuove tecnologie energetiche anche con investimenti relativamente contenuti. Partendo da un quadro programmatico di sostegno, per ottenere buoni risultati anche da investimenti pubblici nelle attività di RSD non particolarmente cospicui si deve:

- prestare subito attenzione e muoversi verso le nuove frontiere della tecnologia;
- dimostrare l’interesse dello Stato in questi settori, in modo da incoraggiare la risposta degli investitori privati; e
- attirare l’attenzione di potenziali collaboratori, compresi i governi nazionali.

Anche se Sebbene negli Stati Uniti, e in misura minore anche in Europa, i finanziamenti pubblici per le attività di RSD per l’energia siano aumentati negli ultimi tempi, resta il timore che per raggiungere gli obiettivi delle politiche energetiche a lungo termine si dovrà fare affidamento sempre a fondi insufficienti. Le politiche di RSD possono comprendere finanziamenti diretti e indiretti di istituti, programmi e progetti di RSD e sono strumenti importanti che aiutano a raggiungere gli obiettivi delle politiche energetiche nazionali. Su questa base, e considerata l’esiguità dei finanziamenti disponibili in molti Paesi AIE, si impone una strategia energetica coerente per il settore RSD, con una definizione chiara delle priorità in linea con gli obiettivi delle politiche nazionali in materia di energie rinnovabili.

### ***Controllo e valutazione***

Oltre a una corretta definizione delle priorità, è indispensabile fornire anche un controllo e una valutazione effettiva dell’andamento delle attività di RSD finanziate dallo Stato se si vuole incrementare al massimo i vantaggi economici dei programmi di RSD. I nuovi programmi devono essere giustificati dando dimostrazione della loro rilevanza, della consonanza con le priorità nazionali e delle probabilità di successo (rischio). I programmi già in corso devono essere valutati con regolarità ed eventualmente modificati, corretti o sospesi. .

## Il ruolo del settore privato

Il finanziamento diretto delle attività di RSD per le energie rinnovabili rappresenta soltanto una delle molte voci di spesa dei Paesi AIE. L'altra importante fonte di finanziamento delle attività di RSD è il settore privato. Le aziende possono avere obiettivi assai diversi da quelli della controparte pubblica. Le attività private di RSD puntano in genere a ottenere risultati a breve termine e seguono programmi applicati di RSD mirati a immettere un particolare prodotto sul mercato. Lo Stato, invece, si concentra sulla ricerca di base a lungo termine e spesso coinvolge un numero elevato di attori in progetti di collaborazione. La ricerca a lungo termine è spesso prerogativa del mondo accademico e in genere è meno limitata da questioni relative alla proprietà intellettuale, a differenza di quanto accade nel settore della ricerca privata.

La Figura 9 mostra il ruolo del settore pubblico e del settore privato durante le diverse fasi che compongono normalmente lo sviluppo di una nuova tecnologia. Durante la fase della ricerca di base, la tecnologia è lontana dal mercato, quindi molto probabilmente non attira il settore privato, che deve concentrarsi su obiettivi a più breve scadenza. Tuttavia, man mano che la tecnologia si sviluppa e i campi di applicazione diventano più chiari, aumentano le ricerche private, diminuiscono le collaborazioni pubbliche in attività di RSD e le questioni riguardanti la proprietà intellettuale diventano più delicate.

Un tipo di tecnologia può spesso avere un vantaggio competitivo tale da avvicinarla al mercato. Ciò non significa, però, che non sia più necessario svolgere attività di ricerca di base. Per esempio, l'energia eolica on-shore si rivela come competitiva in buoni siti, ma va ricordato che c'è ancora molto lavoro da fare complessivamente nel campo dell'energia eolica, come sottolineato in (IEA Wind, 2007). Si può dire lo stesso per quanto riguarda altre RET.



## Capitolo 5

### Conclusioni e raccomandazioni

#### Efficacia delle politiche nei Paesi OCSE e BRICS

I Paesi membri “OCSE-Ue” “altri Paesi OCSE” e i Paesi “BRICS” mostrano una sostanziale differenza nell’efficacia delle politiche attuate a sostegno delle RET individuali nei settori dell’elettricità, del riscaldamento e dei trasporti.

Quei Paesi Ue-OCSE che, nel complesso, hanno una tradizione più solida in materia di politiche di sostegno alle energie rinnovabili, vengono inseriti tra i paesi con le politiche di efficacia più elevate per tutte le tecnologie della produzione di elettricità da fonti rinnovabili. I casi riguardanti l’elettricità prodotta da energia eolica e biomassa solida forniscono un buon esempio: essi rappresentano nel complesso il 75% della produzione totale di elettricità da fonti rinnovabili non idriche nei Paesi OCSE e BRICS. Tra i 35 paesi analizzati nello studio, i primi otto che mostrano i più alti livelli medi di efficacia delle politiche annuali nel periodo 2000-2005 per l’energia eolica sono paesi europei (tutti con una percentuale superiore al 3%, con la Germania che raggiunge un massimo dell’11%). Nel caso della elettricità prodotta da biomassa solida, sei Paesi Ue-OCSE mostrano un livello medio di efficacia delle politiche annuali al di sopra del 2% (i Paesi Bassi hanno un massimo dell’11,5%). Il paese non Ue-OCSE con i livelli più alti è il Giappone, con il 2,4% per l’energia eolica e l’1,4% per la biomassa solida.

L’analisi sottolinea che l’efficacia delle politiche sta generalmente migliorando con il tempo nel periodo di analisi, ovvero il livello medio degli indicatori di efficacia negli anni 2004-2005 è più alto dei valori medi nel periodo 2000-2005. La tendenza è più forte in Europa che in altri paesi europei.

I livelli medi degli indicatori di efficacia tra 2000 e 2005 nei Paesi BRICS sono trascurabili per tutte le tecnologie per la produzione di elettricità da fonti rinnovabili non idriche, le sole eccezioni sono l’India per l’energia eolica (1,5%) e la Russia per l’elettricità geotermica (1,3%).

Il quadro è più vario tra le tecnologie per la produzione di elettricità da fonti rinnovabili più mature (come per esempio l’energia idroelettrica) e tra le tecnologie rinnovabili per la produzione di calore e carburanti per il trasporto, con alcuni Paesi OCSE e BRICS che hanno attuato politiche relativamente efficaci.

Ad esempio, Cina e Brasile sono i principali paesi per la produzione di calore solare termico, mentre Svizzera e Turchia sono tra i primi per la produzione di calore geotermico. Tuttavia, ad eccezione degli impianti a CHP alimentati a biomassa in Danimarca e Svezia, persino gli indicatori più alti di efficacia media delle politiche annuali per il calore rinnovabile sono bassi (circa l’1%), ovvero significativamente più bassi di quelli per l’elettricità rinnovabile. Ciò riflette il fatto che il potenziale totale realizzabile a medio termine per il calore da energie rinnovabili è ancora per la maggior parte non sfruttato. Ad esempio, il potenziale addizionale rimanente fino al 2020 per il solare termico e il calore geotermico è pari a quasi trenta volte la produzione di calore raggiunta da queste fonti fino al 2005. La ragione principale è che le politiche per incentivare lo sviluppo e l’impiego di fonti rinnovabili di calore sono state ampiamente abbandonate paragonate alle politiche che sostengono la produzione di elettricità da fonti rinnovabili o la produzione di biocarburanti. Si riscontra quindi un significativo potenziale di miglioramento.

Per quanto riguarda i biocarburanti, i sette Paesi OCSE oltre al Brasile hanno mostrato indicatori di efficienza media in significativo aumento (tra il 2,5% e il 4,5%, tranne che per la Germania che

ha registrato un aumento del 22,4%) nel 2004-2005 rispetto al 2000-2005. Tuttavia, questa analisi non prende in considerazione gli sviluppi più recenti riguardanti le politiche e significativi incrementi degli obiettivi dei biocarburanti. Questi ultimi hanno stimolato una crescente preoccupazione pubblica sugli impatti causati dall'aumento della produzione di biocarburanti sull'utilizzo del territorio, sui prezzi dei prodotti agricoli, sulla deforestazione e sull'utilizzo dell'acqua. Il potenziale futuro attuale e l'efficacia delle politiche sui biocarburanti dipenderà ampiamente dai criteri di sostenibilità che potranno essere adottati presto nella legislazione di molti paesi. Essi dipenderanno dalla capacità di varare politiche efficaci, compreso l'impegno a favore di RSD, per promuovere una rapida transizione verso le tecnologie per la produzione di biocarburanti. Questo punto si spinge però oltre l'obiettivo della presente analisi e avrà bisogno di ulteriori ricerche.

Nel complesso, una conclusione generale dell'analisi conduce ad affermare che, sino ad oggi, solo un gruppo limitato di paesi ha attuato politiche di sostegno efficaci per le energie rinnovabili risultate nell'accelerazione della diffusione di energie rinnovabili in anni recenti: il caso per eccellenza è quello dell'energia eolica con 8 paesi analizzati su un totale di 35 paesi. C'è un ampio margine di miglioramento delle politiche nella maggior parte dei paesi e c'è un potenziale realizzabile considerevole per tutte le RET in tutti i Paesi OCSE e BRICS presi in esame.

È quindi possibile affermare che se venissero applicate politiche efficaci in molti altri paesi, questo potenziale potrebbe essere sfruttato più rapidamente e nella maggior misura possibile.

La biomassa solida in Russia può fornire un esempio di quantificazione del potenziale. Il paese presenta un significativo potenziale non sfruttato, a causa della mancanza di politiche di sviluppo. L'efficacia media delle politiche per la biomassa solida nel periodo 2000-2005 in Russia è stato solo dello 0,6%. Presumendo che il paese migliori progressivamente l'efficacia della propria politica, raggiungendo entro il 2010 l'indicatore medio di efficacia dei tre paesi più di successo nel periodo 2000-2005 (ovvero il 5,4%)<sup>57</sup> e mantenendo un livello costante di implementazioni alla capacità annuale fino al 2020, la Russia produrrà un totale cumulativo di quasi 100 TWh. Questa quantità si avvicina alla quantità totale della produzione di elettricità per il 2005 da biomassa solida in tutti i Paesi OCSE, ovvero 108 TWh (AIE, 2007).

## **Principali lezioni imparate e principi per le politiche efficaci**

Le precedenti sezioni mostrano che sono in vigore politiche efficaci, ma solo in un gruppo limitato di paesi. In alcuni casi le politiche sono efficaci per una tecnologia specifica ma non per altre. Quali lezioni sono state imparate dall'analisi e quali conclusioni si sono tratte per migliorare le politiche future?

Sarà utile analizzare le due tecnologie delle energie rinnovabili (RET) più sviluppate, ovvero l'energia eolica e l'elettricità prodotta da biomassa solida. Nel caso dell'energia eolica on-shore, una associazione di tariffe in conto energia (FIT), che garantiscono la stabilità di alti investimenti e un quadro di riferimento idoneo con basse barriere amministrative e normative come pure condizioni relativamente favorevoli di accesso al fotovoltaico, ha garantito il successo dello sviluppo in molte nazioni europee. I livelli specifici di retribuzione (in dollari americani/kWh) sono moderati e più bassi che in altre nazioni che applicano sistemi di quote con certificati verdi (TGC). Tuttavia, il caso della biomassa solida, mostra che diversi tipi di programmi di incentivi (sistemi di quote con certificati verdi (TGC), tariffe in conto energia (FIT), premi sulle tariffe in conto energia) sono stati efficaci in paesi diversi.

L'indicatore di efficacia delle politiche, che collega la produzione incrementale in un periodo dato con il potenziale realizzabile di una specifica RET, è in realtà un indicatore combinato di tre fattori di successo determinanti:

---

<sup>57</sup>. Escludendo la co-combustione in impianti di carbone.

- il livello di ambizione di un paese, per esempio in termini di obiettivi di energie rinnovabili stabiliti;
- la presenza di un programma di incentivi ben articolato; e
- la capacità di superare barriere di natura non economica, che possono ostacolare il corretto funzionamento del mercato e limitare gli effetti delle politiche in vigore.

Gli indicatori di efficacia delle politiche vengono analizzati in quei paesi in cui tutti e tre i fattori coesistono allo stesso tempo. Tuttavia, se viene a mancare solo uno dei tre fattori chiave, la politica attuata probabilmente fallirà, senza che si tenga conto di un programma specifico di incentivi in vigore, e, in qualche modo del livello di sostegno economico fornito.

In particolare, le barriere non economiche possono compromettere seriamente l'efficacia delle politiche e far aumentare i costi, senza tenere conto del tipo di programma di incentivi. Esse comprendono ostacoli amministrativi, barriere all'accesso al fotovoltaico, inadeguata progettazione di mercati per l'elettricità da fonti rinnovabili, mancanza di informazioni e formazione e questioni che riguardano i consensi del pubblico. Ad esempio, lunghe procedure burocratiche per le autorizzazioni e i permessi possono portare a un significativo aumento del rischio per gli investimenti e all'eventuale fallimento del progetto. Un'inadeguata capacità di pianificazione e rafforzamento del fotovoltaico e lunghe e non trasparenti procedure per il collegamento al fotovoltaico possono rappresentare fattori significativamente limitanti, soprattutto nel caso dell'energia eolica. Infine, l'opposizione di portatori di interessi locali basata sulla sindrome del "Not-In-My-Backyard (NIMBY)" (lett. "non nel cortile di casa mia") possono avere effetti simili, aumentando i temi di realizzazione del progetto, facendo fluttuare i costi o impedendo persino di portare a termine il progetto.

Ciò spiega anche in parte perché alti incentivi finanziari da soli non sono sufficienti per garantire lo sviluppo delle energie rinnovabili. Gli investitori cercano sistemi con i quali ridurre e condividere i rischi di investimento. Infatti il rischio potenziale e quello percepito – più che gli alti livelli di retribuzione e profitto – è la chiave per attirare investimenti in maniera efficace ed effettiva.

Come citato sopra, le barriere non economiche sono i principali fattori di rischio. Tuttavia, il rischio può anche dipendere da caratteristiche specifiche agli incentivi. Una delle principali caratteristiche positive delle tariffe in conto energia è la loro capacità di garantire un guadagno nell'arco di un periodo di tempo lungo (di solito tra 15 e 20 anni). La prevedibilità a lungo termine del sostegno è in realtà più importante del livello economico degli incentivi stessi. Al contrario, i sistemi delle quote (come elaborati e applicati fino ad ora), conducono intrinsecamente a premi di rischio più alti, a causa dell'alta incertezza della retribuzione e di solito per periodi di sostegno più brevi. Inoltre, i rischi della politica stessa rappresentano un altro fattore chiave determinante. Situazioni di avvio e arresto, dovute per esempio a improvvise variazioni delle politiche e dei governi, danneggiano in modo irreparabile lo sviluppo delle energie rinnovabili. Ciò si è verificato in molti paesi in passato, indipendentemente dal programma di incentivi specifici applicato. I fattori di cui sopra spiegano perché efficaci sistemi politici si sono rivelati, nella pratica, i più economicamente vantaggiosi. Finora i programmi di sostegno specifici alla tecnologia, come le tariffe in conto energia in grado di regolare in modo appropriato gli incentivi, fornendo una prevedibilità del sostegno a lungo termine e applicate a un quadro di politiche appropriate che si occupino di barriere non economiche, si sono rivelati efficaci ed economicamente vantaggiosi.

Dal momento che è un meccanismo di incentivi orientato al mercato, il sistema delle quote con certificati verdi (TGC) dovrebbe teoricamente essere più efficace degli altri programmi, in quanto i mercati dovrebbero portare alla migliore distribuzione delle risorse e allo sfruttamento delle



opzioni delle tecnologie più vantaggiose sul piano economico. Tuttavia, l'analisi sviluppata in 35 paesi ha rivelato che, fino ad ora, – con la singola e rilevante eccezione del sostegno per l'elettricità prodotta da biomassa solida in Svezia – il sistema delle quote applicato ha mostrato costi di transazione più alti e si è rivelato meno efficace e più costoso del previsto (in termini di livello di specifiche della retribuzione per kWh).

Eppure sarebbe una conclusione errata escludere questi programmi di incentivi da un portafoglio di possibili politiche efficaci ed efficienti per le energie rinnovabili in futuro. Per prima cosa, i bassi indicatori di efficacia delle politiche per i sistemi di quote rappresentano l'effetto combinato di problemi di paesi specifici correlati al programma di incentivi e alla presenza di importanti barriere non economiche in quei paesi. In secondo luogo, questi programmi hanno ancora un potenziale maggiore riguardante il miglioramento e l'ottimizzazione e potrebbero giocare un ruolo maggiore in particolare come meccanismi di sostegno per le RET più mature.

Uno sguardo più generale ai programmi per le politiche future rivela un numero di aspetti importanti che devono essere presi in considerazione, a prescindere dai programmi specifici scelti per gli incentivi.

Come prima cosa è importante ricordare che gli incentivi per le energie rinnovabili sono giustificati in modo da compensare le eventuali carenze del mercato attuale, come la mancanza di internalizzazione dei costi esterni correlati alle emissioni causate dal cambiamento climatico e altri impatti ambientali. Tuttavia, tali incentivi non sono destinati ad essere permanenti. Al contrario, il loro obiettivo consiste nel guidare il passaggio verso l'integrazione del mercato delle energie rinnovabili su vasta scala in maniera efficace ed economicamente vantaggiosa. Perciò programmi di incentivi per le energie rinnovabili devono essere transitori e diminuire nel tempo, per promuovere e monitorare l'innovazione tecnologica, e procedere verso una competitività di mercato. Ad oggi, ciò si realizza attraverso alcuni programmi di tariffe in conto energia ben sviluppati in alcuni paesi, ma non in tutti. Le tariffe in conto energia che non prevedono una semplice riduzione degli incentivi nel tempo possono essere efficaci per la fase di avvio dello sviluppo delle energie rinnovabili, ma non sono chiaramente economicamente sostenibili a medio e lungo termine. La progressiva riduzione degli incentivi può essere facilmente integrata in programmi di appalti. Nei sistemi di quote, può essere ottenuta introducendo dei limiti ai prezzi che possono essere progressivamente ridotti nel tempo man mano che la tecnologia migliora.

Alcune RET stanno per diventare commerciali e dovranno essere le prime ad essere sfruttate su grande scala. Altre energie rinnovabili, che hanno un ampio potenziale, sono meno mature e richiedono degli obiettivi a lungo termine. Solo attraverso lo sforzo combinato di ricerca sviluppo e dimostrazione (RSD) e attraverso processi di apprendimento riguardanti le energie risultanti dallo sviluppo del mercato i costi verranno ridotti. L'analisi AIE recentemente sviluppata nel documento *Energy Technology Perspectives 2008* (Prospettive per la tecnologia energetica 2008) (AIE, 2008) sottolinea come l'associazione di RET più e meno mature gioca un ruolo fondamentale nel conseguimento di tagli alle emissioni di CO<sub>2</sub> in maniera competitiva. Questa analisi mostra come ci sia bisogno di un quadro di politiche consistenti, efficaci e a lungo termine da sviluppare e attuare se si vuole l'integrazione completa nel mercato delle RET. In modo più specifico ciò richiede che vengano stabiliti sistemi specifici per la tecnologia basati su gradi diversi di maturità tecnologica di diverse RET. Se ben sviluppato e monitorato, tale sistema potrà sfruttare il significativo potenziale dell'ampio paniere delle RET nel tempo, minimizzando a lungo andare i costi.

Le tariffe in conto energia e gli appalti sono per natura programmi di sostegno per tecnologie specifiche. Tuttavia, i sistemi delle quote possono anche modificare i livelli di maturità tecnologica compreso alcune normative che riguardano provvedimenti per il "technology banding". Esse

possono comprendere durate diverse di sostegno o valori diversi di certificati per tecnologie specifiche. Il “technology banding” è stato recentemente introdotto sia in Italia che nel Regno Unito.

Man mano che lo sviluppo del mercato aumenta nel tempo verso una diffusione su vasta scala delle energie rinnovabili sul mercato, altri importanti aspetti legati all’intero sistema energetico dovranno essere presi in considerazione, in modo particolare per quello che riguarda l’efficienza dei costi totali e l’affidabilità del sistema. Un programma di sviluppo chiave per i programmi di incentivi che permettano l’integrazione progressiva di energie rinnovabili nei mercati energetici liberalizzati. Per esempio, è importante che i produttori di energia rinnovabile siano progressivamente esposti a competitività e rischi di mercato. I meccanismi più orientati verso il mercato come i sistemi delle quote e i Certificati Verdi (TGC) sono naturalmente più adatti a tali scopi. Al contrario, rigidi programmi di tariffe in conto energia che creano settori molto ampi per il mercato delle energie rinnovabili, isolati e protetti da rischi e dalla competitività nella parte rimanente dei sistemi di energie liberalizzate, non sembrano sostenibili come programma di sostegno a lungo termine, soprattutto quando le energie rinnovabili saranno utilizzate su vasta scala. Tuttavia, premi su tariffe in conto energia, ovvero sistemi di tariffe in conto energia che forniscano solo un sostegno aggiuntivo sul prezzo di mercato dell’elettricità, sono un passo verso la giusta direzione per l’integrazione di mercato delle energie rinnovabili.

Il precedente dibattito sulle politiche delle energie rinnovabili si è concentrato principalmente sulla dicotomia tra tariffe in conto energia e sistemi di quote con certificati verdi rinnovabili. Questo dibattito non è più attuale ed è anche leggermente fuorviante. Entrambi i sistemi mostrano successi e fallimenti a seconda di fattori legati ai paesi e alle tecnologie. Tra i fattori chiave ci sono precisi criteri di progettazione e messa a punto di programmi di incentivi. Inoltre, fino ad ora, barriere di natura non economica hanno significativamente interessato l’efficacia delle politiche di sostegno rinnovabili e gestito i costi in molti paesi, senza tenere conto del tipo di programma di incentivi. Inoltre, ci sono chiari segni di convergenza dei due sistemi di incentivi. Per esempio, le opzioni per le tariffe premio in conto energia stanno introducendo un elemento più orientato al mercato in questa categoria di programmi di incentivi. E nei sistemi delle quote, il technology banding permette una regolazione del livello di sostegno per le RET come funzione dei livelli diversi di maturità tecnologica.

- In conclusione, esiste un’ampia varietà di programmi di incentivi che possono essere efficacemente applicati a seconda delle tecnologie e dei paesi specifici. Ha senso quindi spostare il dibattito su quali programmi di incentivi specifici funzionino meglio. La valutazione dovrà quindi concentrarsi sull’intero quadro delle politiche nelle quali programmi di incentivi andranno inseriti. Nel complesso, l’efficacia e l’efficienza delle politiche per le energie rinnovabili sono determinate dall’aderenza ai principi delle politiche chiave descritti di seguito, come pure dalla coerenza dei provvedimenti e dal quadro complessivo delle politiche.

Le politiche rinnovabili dovranno riflettere cinque principi fondamentali:

- La rimozione delle barriere di natura non economica, come ostacoli amministrativi, barriere all’accesso alla rete elettrica, inadeguata progettazione di mercati per l’elettricità da fonti rinnovabili, mancanza di informazioni e formazione e questioni che riguardano i consensi dell’opinione pubblica – con lo scopo di gestire gli argomenti trattati – per migliorare il funzionamento del mercato e delle politiche;
- La necessità di un quadro di appoggio prevedibile e trasparente per attirare investimenti;

- L'introduzione di incentivi transitori che diminuiscono nel tempo, per incrementare e monitorare l'innovazione tecnologica e spostare le tecnologie velocemente verso una competitività di mercato;
- Lo sviluppo e l'adozione di incentivi appropriati che garantiscano un livello specifico di sostegno a diverse tecnologie basandosi sul grado di maturità delle stesse, per sfruttare il potenziale significativo dell'ampio paniere delle RET nel tempo; e
- La dovuta considerazione dell'impatto di penetrazione su ampia scala di RET sul sistema energetico totale soprattutto nei mercati energetici liberalizzati, rispetto all'efficienza dei costi totali e all'affidabilità del sistema.

## **Verso un approccio integrato delle politiche**

Riflettere questi cinque principi in un approccio integrato permette di raggiungere due obiettivi concorrenti, ovvero sfruttare la pronta disponibilità di abbondanti RET più vicine alla competitività di mercato senza perdere d'occhio della visione strategica a lungo termine della fornitura di opzioni economicamente vantaggiose per un futuro a basse emissioni di carbonio.

L'obiettivo principale di un approccio integrato è raggiungere un passaggio senza problemi verso un'integrazione del mercato di massa delle energie rinnovabili. Ciò richiederà una profonda evoluzione dei mercati rispetto alla situazione odierna – caratterizzata da un prezzo non adeguato del carbone e di altri costi esterni, dal momento che la maggior parte delle energie rinnovabili hanno bisogno di sostegni economici e di barriere addizionali non economiche che ostacolano lo sviluppo delle RET – verso un sistema di energia futuro in cui le RET possano competere a pari merito con altre tecnologie. La trasformazione del mercato aiuterà a stabilire un prezzo adeguato sul carbone ed altre spese esterne e a sviluppare una infrastruttura per l'integrazione delle RET su ampia scala. Una volta compiuto questo passo, si avranno bisogno di pochi incentivi o di nessuno di essi per le RET e il loro sviluppo verrà spinto dalla richiesta del consumatore e dalle forze di mercato in generale.

L'analisi indica che i quadri delle politiche che riuniscono programmi di sostegno per tecnologie specifiche in funzione della maturità delle RET sarebbero più idonei a adottare con successo i principi delle politiche chiave e incoraggiare il passaggio delle RET verso l'integrazione del mercato di massa.

I governi dovrebbero sviluppare un quadro di politiche combinate applicando sempre più i principi di mercato quali ad esempio la maturità tecnologica e l'aumento della diffusione. Ciò è possibile con una gamma di strumenti per le politiche, inclusi strumenti basati sui prezzi e la quantità, sostegno a ricerca e sviluppo e meccanismi regolatori.

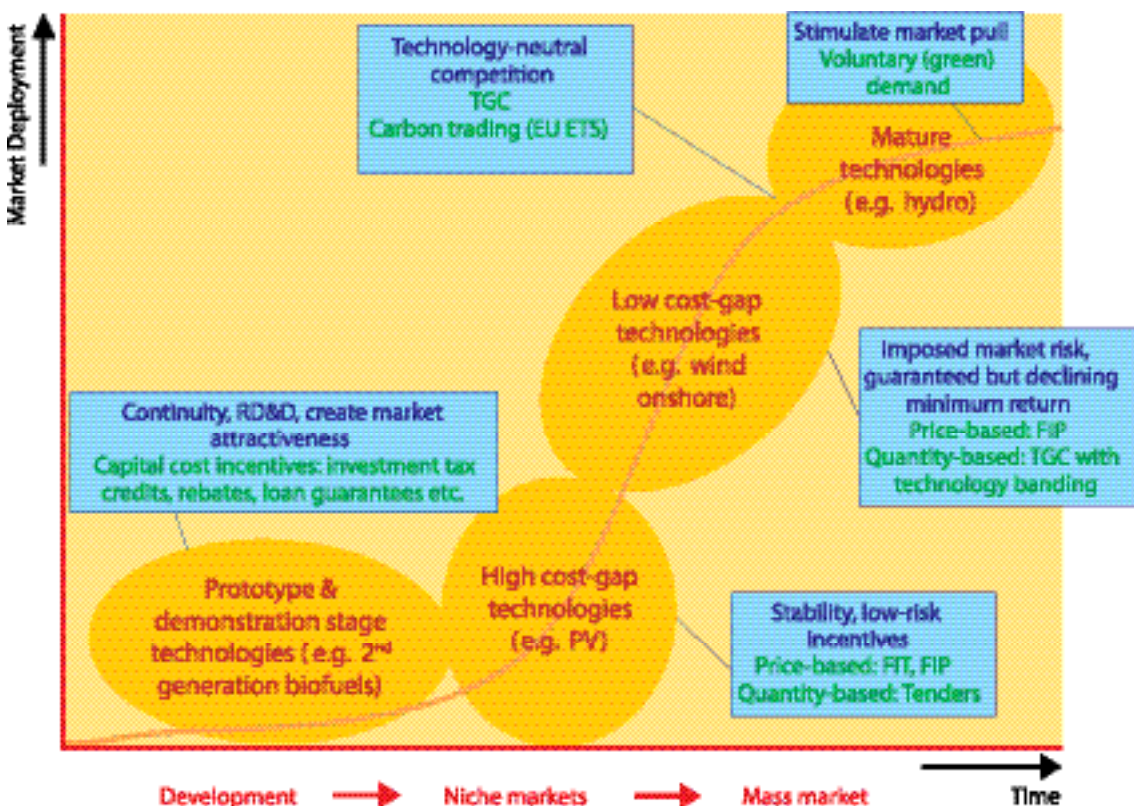
Come principio generale, tecnologie meno mature e più costose per quello che riguarda la competitività economica, come il solare fotovoltaico, hanno bisogno oltre che del sostegno di ricerca e sviluppo, di incentivi a basso rischio come quelli sul costo del capitale, tariffe in conto energia (FIT) o appalti (Figura 1). Per le nuove tecnologie a basso costo come l'energia eolica on-shore e la combustione della biomassa, altri strumenti più orientati al mercato come premi per tariffe in conto energia e sistemi dei Certificati Verdi (TGC) con technology banding potranno essere più appropriati. A seconda delle condizioni di mercato specifiche, delle risorse e del livello di integrazione del mercato, la technology banding potrà essere necessaria solo nella fase di transizione o potrà essere superata in favore di un sistema di Certificati Verdi (TGC) neutri rispetto alla tecnologia. Quando la tecnologia sarà diventata competitiva presentando ulteriori alternative per risparmiare CO<sub>2</sub> e pronta ad essere adottata su vasta scala e quando verranno

fissati incentivi idonei sul carbone, questi sistemi di sostegno delle RET potranno essere completamente superate. In questa fase, le RET potranno competere con altre tecnologie energetiche.

Circostanze nazionali – potenziale delle RET, quadro di politica esistente, esistenza di barriere non economiche, grado di liberalizzazione del mercato e una infrastruttura del sistema energetico – influenzerà l’insieme ottimale dei programmi per gli incentivi, e, a questo punto, scegliere quando complementare il sostegno a ricerca e sviluppo con quello allo sviluppo sarà di fondamentale importanza per il successo complessivo delle politiche di sostegno.

Tutti i gruppi di RET si stanno evolvendo rapidamente e stanno mostrando un significativo potenziale per il miglioramento delle tecnologie. Il quadro politico per le energie rinnovabili dovrebbe essere delineato in modo da consentire l’evoluzione di RSD tecnologica e contemporaneamente lo sviluppo del mercato, all’interno e tra le famiglie delle varie tecnologie, in modo da gestire i diversi livelli di sviluppo nella diversità di rinnovabili e mercati.

Figura 1. Quadro combinato degli incentivi alle politiche in funzione della maturità delle tecnologie



NB: Le posizioni delle varie tecnologie e degli schemi di incentivi lungo la curva S costituiscono un esempio indicativo in un dato momento. L’effettivo mix ottimale e la relativa tempistica degli incentivi dipenderanno dalle specifiche circostanze nazionali. Il livello di competitività cambierà in funzione dei prezzi in evoluzione delle tecnologie in competizione.

**Punto chiave**

Un approccio integrato che riunisca diversi incentivi alle politiche dipendenti dalla maturità della tecnologia è il modo più efficace per raggiungere una transizione facile verso l’integrazione del mercato di massa delle

*energie rinnovabili.*

## **Raccomandazioni**

Può essere proposto un numero di raccomandazioni per i policy maker sulla base dell'analisi e delle conclusioni principali.

La rimozione delle barriere non economiche per la diffusione delle energie rinnovabili dovrà essere il punto centrale ad alta priorità dell'elaborazione e attuazione delle politiche. Barriere non economiche come problemi o ostacoli amministrativi, problemi di connessione per il fotovoltaico, questioni riguardanti il consenso pubblico o mancanza di informazioni e formazione, rappresentano ancora i principali "impedimenti" in molti casi, anche in quelli in cui le RET sono vicine alla competitività economica con le tecnologie delle energie convenzionali. La rimozione di queste barriere rimane quindi un priorità chiave per le future politiche, a prescindere dal programma di incentivi specifici in vigore.

La prevedibilità e la consistenza totale delle politiche progettate sono requisiti primari per giungere a decisioni che avranno esiti positivi. Per raggiungere un livello accettabile di rischio per i potenziali investitori nelle energie rinnovabili, le politiche proposte o in vigore devono essere in grado di fornire ogni stabilità e certezza possibile negli incentivi che esse propongono. Ciò aiuterà a ridurre i costi totali.

I meccanismi di sostegno per le politiche delle RET devono essere transitori, come per le altre tecnologie, e i livelli di sostegno dovranno diminuire nel tempo ed essere in grado di evolvere per tenere conto dei cambiamenti continui delle condizioni. Revisioni regolari dei meccanismi in vigore e dei progressi raggiunti sono di vitale importanza per assicurarsi che la penetrazione e lo sviluppo delle energie rinnovabili avvengano senza problemi ed efficacemente.

Si raccomanda un approccio integrato e a lungo termine che fornisca un sostegno a tecnologie specifiche. Sfruttare le fonti di energia rinnovabile più economiche è una priorità, ma c'è anche bisogno di un'azione urgente che fornisca un quadro per una politica a lungo termine che permetta all'industria di migliorare le sue prestazioni e ridurre i costi di tecnologie meno mature. Questo punto, unito al monitoraggio del miglioramento delle tecnologie e al conseguente adattamento degli incentivi per tecnologie specifiche, permetterà di giungere a minimizzare i costi totali nel tempo.

L'obiettivo principale delle politiche è contribuire a una fornitura di energia più sicura e pulita. Ciò implica che – a medio termine – un portafoglio delle RET avrà bisogno di essere integrato nella fascia principale del mercato evoluto, per passare dal sistema corrente nel quale molte energie rinnovabili hanno bisogno di sostegni economici a un futuro completamente competitivo, con condizioni paritarie che integrino i prezzi del carbone e altri costi esterni delle tecnologie delle energie convenzionali.

Per permettere un passaggio senza problemi verso una completa integrazione del mercato delle energie rinnovabili, i governi sono incoraggiati a prender nota dei seguenti principi corrispondenti alle politiche per lo sviluppo delle RET:

- Comprendere la necessità di impiegare efficaci meccanismi di sostegno per sfruttare il potenziale maggiore delle tecnologie delle energie rinnovabili (RET) per migliorare la sicurezza dell'energia e affrontare i problemi inerenti al cambiamento climatico;

- Rimuovere e superare innanzitutto le barriere non economiche al fine di migliorare il funzionamento delle politiche e del mercato;
- Riconoscere il potenziale sostanziale per migliorare l'efficacia e l'efficienza delle politiche  
nella maggior parte dei paesi e imparare dalla buona pratica;
- Attenzione concentrata sull'attuazione coerente e rigorosa dei cinque principi fondamentali i principi, con lo scopo di ottimizzare l'efficienza dei costi a lungo termine mentre si tiene conto delle circostanze a livello nazionale;
- Creare un campo di gioco omogeneo stabilendo il prezzo delle emissioni di gas serra e altri costi ambientali esternalizzati adeguatamente al mercato; e
- Procedere verso un quadro normativo combinato che comprenda programmi di sostegno che migliorino il livello di maturità tecnologica per incrementare la transizione verso tecnologie delle energie rinnovabili (RET) verso l'integrazione nel mercato di massa, impiegando progressivamente le forze di mercato.



## Allegato A

### Definizioni, Abbreviazioni, Acronimi e Unità

#### Definizioni per le tecnologie<sup>58</sup>

##### ***Biocarburanti/Biomassa liquida***

La definizione biocarburanti/biomassa liquida comprende i seguenti carburanti e bioadditivi: come biobenzina (bioetanolo, biometanolo, bioETBE, bioMTBE, ecc.), biodiesel e altri biocarburanti liquidi.

- *Bioetanolo: etanolo prodotto da biomassa e/o da frazioni biodegradabili di rifiuti organici.*
- *Biodiesel: carburante liquido tipo diesel prodotto da biomassa.*
- *Biometanolo: metanolo prodotto da biomassa e/o dalla componente biodegradabile dei rifiuti organici.*

##### ***Biogas***

Il biogas è un gas composto principalmente da metano e anidride carbonica, derivato principalmente dalla fermentazione anaerobica di biomassa e rifiuti solidi e bruciato per produrre calore e/o energia. Comprende:

- *gas da discariche, formati dalla condensazione di rifiuti organici nelle discariche;*
- *gas prodotti dai liquami organici, prodotti dalla fermentazione anaerobica dei liquami delle fogne.*
- *Altri biogas, come biogas prodotti dalla fermentazione anaerobica di liquami*

##### ***Co-firing (combustione simultanea di differenti combustibili all'interno di una stessa caldaia) di biomassa***

Combustione di piccole quantità di biomassa in impianti a carbone.

##### ***Cogenerazione di calore ed energia (CHP)***

Cogenerazione di energia e calore utilizzabili.

58. Si possono ottenere informazioni più dettagliate consultando le pubblicazioni AIE annuali: Renewables Information (Informazioni sulle energie rinnovabili), Electricity Information (Informazioni sull'elettricità), Energy Balances of OECD Countries (Gestione energetica dei Paesi OCSE) e Energy Balances of Non-OECD Countries (Gestione energetica dei Paesi non membri OCSE). Descrizioni e valutazioni dettagliate sullo stato delle tecnologie delle energie rinnovabili disponibili dalle pubblicazioni AIE Renewable Energy RSD Priorities: Insights from IEA Technology Programmes (Priorità della ricerca, sviluppo e dimostrazione nel campo delle energie rinnovabili: Approfondimenti dai programmi AIE sulla tecnologia) e Energy Technology Perspectives 2008 (Prospettive per la tecnologia energetica 2008).



### **Energia geotermica**

L'energia disponibile in forma di calore emesso dalla crosta terrestre, di solito sotto forma di acqua calda o vapore. Viene sfruttata in siti idonei:

- per la produzione di elettricità utilizzando vapore o flash di fluidi ad alta entalpia;
- *direttamente come calorea teleriscaldamento, agricoltura, ecc.*

### **Energia idroelettrica**

Energia cinetica dell'acqua piovana convertita in elettricità in impianti idroelettrici.

Comunque, solo la produzione di energia idroelettrica al netto dell'accumulazione per pompaggi è inclusa nella "Fornitura totale di energie rinnovabili". Per gli scopi di efficacia ed efficienza e i profili dei paesi, l'energia idroelettrica è al netto dell'accumulazione per pompaggi.

### **Energia dell'oceano**

Energia meccanica derivata da correnti oceaniche, moto ondoso o movimenti delle maree e sfruttata per la produzione di elettricità.

### **Rifiuti urbani rinnovabili**

I rifiuti urbani rinnovabili sono costituiti dalla parte biodegradabile dei prodotti dei rifiuti solidi urbani direttamente bruciati per produrre calore e/o energia. Comprendono rifiuti prodotti dai settori privato, commerciale e pubblico raccolti dalle autorità locali per essere smistati in siti centrali compreso rifiuti ospedalieri biodegradabili.

### **Biomassa solida**

Sono inclusi:

- *Carbone: il residuo solido della distillazione e pirolisi del legno e di altro materiale vegetale;*
- *Legno, scarti del legno, altri rifiuti solidi: coltivazioni destinate alla produzione di energia (pioppi, salici, ecc.), Una quantità di materiali legnosi generati da un processo industriale (in particolare dall'industria del legno/carta) o forniti direttamente dall'agricoltura e dalle foreste (legna da ardere, cippato, corteccia, segatura, scaglie di legno, trucioli, fango nero, ecc.) come pure scarti quali paglia, lolle di riso, gusci di noci, scarti di attività allevamento pollame, scarti della lavorazione delle uve, ecc. La combustione è la tecnologia di preferenza per la trasformazione di questi rifiuti. La quantità di carburante utilizzato viene indicato su base del valore calorifico netto .*

### **Energia solare**

L'irraggiamento solare sfruttato per la produzione di acqua calda, il riscaldamento di spazi e/o la produzione di elettricità<sup>59</sup>, definito separatamente come:

59. Energia solare passiva per riscaldamento o raffreddamento diretti, illuminazione di abitazioni o di altri edifici non inclusi.

- *Solare fotovoltaico (PV): questa definizione indica la radiazione solare sfruttata per la produzione di elettricità da celle fotovoltaiche.*
- *Termale solare: questa definizione indica la radiazione solare sfruttata per:*
  - i) produzione di acqua calda o riscaldamento stagionale di piscine con collettori piatti; e/o
  - ii) produzione di elettricità da impianti di energia solare termica-elettrica.

Esistono tre principali tecnologie termiche-elettriche:

- *Impianti a parabole lineari: grandi specchi cilindrici parabolici che concentrano la luce del sole su una linea. Una serie di questi collettori in fila forma un campo solare. Per trasportare il calore a una turbina (convenzionale) a gas o a vapore si utilizzano sali fusi.*
- *Impianto solare a torre: i campo solare di un sistema con un ricevitore centrale, ovvero una torre solare circondata da numerosi specchi che concentrano la luce del sole sul ricevitore centrale. In modo simile, l'aria o il sale sciolto vengono utilizzati per trasportare il calore verso una turbina a gas convenzionale o a vapore*
- *Generatori Dish/Stirling: centraline paraboliche limitate a piccole potenze – in una gamma di potenza in kilowatt – che contrastano con le tecnologie di cui sopra.*

Gli impianti a parabole lineari e a torre sono di solito dotati di un dispositivo di blocco per l'immagazzinamento termico o di un bruciatore ibrido di carburanti fossili per garantire una fornitura di energia continua.

### **Consumo totale finale**

Il consumo totale finale è pari alla somma del consumo da parte di diversi settori. Il consumo totale finale (TFC) viene ripartito a seconda della domanda nei seguenti settori: industria, trasporto, altro (comprende settore agricolo, residenziale, commerciale e pubblico) e utilizzi per scopi non legati all'energia. Il settore industriale comprende l'industria manifatturiera, le industrie edili e minerarie. Nel consumo finale, le materie prime petrolchimiche appaiono all'interno del settore industriale. Altri utilizzi non legati all'energia sono indicati nella categoria "scopi non legati all'energia".

### **Fornitura di energia primaria totale**

La fornitura di energia totale primaria è equivalente alla domanda di energia primaria totale. Essa rappresenta solo la richiesta interna e, tranne che per la richiesta energetica mondiale, esclude i bunker marini internazionali.

### **Biomassa tradizionale**

La definizione biomassa tradizionale si riferisce principalmente all'utilizzo di biomassa per scopi non commerciali.

## **Settore della trasformazione**

Il settore della trasformazione comprende la conversione di forme primarie di energia in forme secondarie come pure ulteriori processi di trasformazione

### **Energia eolica**

L'energia cinetica del vento sfruttata per produrre elettricità nelle turbine a vento.

NB: l'energia cinetica del vento prodotta come forza meccanica per applicazioni come pompe idriche non è inclusa.

## **Definizioni utilizzate per statistiche dell'AIE sulla ricerca tecnologica nel campo delle energie, sullo sviluppo e la dimostrazione (RSD)60**

### **Fonti energetiche rinnovabili**

Le fonti energetiche rinnovabili comprendono bioenergia, energia geotermica, energia idroelettrica, energia oceanica, solare, eolica e altre energie rinnovabili.

### **Bioenergia**

La bioenergia comprende:

- *Produzione da biocarburanti per il trasporto compreso biocarburanti prodotti da rifiuti: biocarburanti convenzionali; conversione cellulosica in alcol; e conversione della biomassa da gas in liquidi.*
- *Produzione di altri carburanti derivati dalla biomassa compreso carburanti da rifiuti:*
- *bio-solidi, bioliquidi; biogas termico; e biogas biologico*
- *Applicazioni per la fornitura di calore ed elettricità: bio-calore escludendo combustione multipla con carburanti fossili; -bio-elettricità escludendo la combustione multipla con carburanti fossili; CHP (cogenerazione di calore ed energia) escludendo la combustione multipla con carburanti fossili; e - riciclaggio e utilizzo di rifiuti urbani, industriali e agricoli non coperti altrove.*
- *Altre fonti di bioenergia: miglioramento delle coltivazioni per la produzione di energia; e ricerca sul potenziale per la produzione di bioenergia e sugli effetti associati all'utilizzo della terra; e altro.*

### **Energia geotermica**

L'energia geotermica comprende sistemi idrotermali, sistemi geotermici migliorati (EGS o in rocce calde secche), applicazioni per il calore geotermico, compreso l'agricoltura.

### **Energia idroelettrica**

L'energia idroelettrica comprende:

---

60. Si può accedere alle statistiche AIE sulla ricerca, sviluppo e dimostrazione (RDeD) sul sito: HYPERLINK "<http://www.iea.org/Textbase/stats/rd.asp>"<http://www.iea.org/Textbase/stats/rd.asp>. Si potranno avere informazioni più dettagliate sulle

- *Grandi impianti idroelettrici: impianti idroelettrici con una capacità pari o superiore a 10MW.*
- *Piccoli impianti idroelettrici: impianti idroelettrici con una capacità inferiore ai 10MW.*

### **Energia dell'oceano**

L'energia degli oceani comprende: energia delle maree; energia del moto ondoso; energia delle correnti; ed

### **Energia solare**

L'energia solare comprende:

*Riscaldamento e raffreddamento solare (compreso illuminazione): sviluppo dei collettori; preparazione acqua calda; riscaldamento combinato degli spazi; riscaldamento e raffreddamento solare attivo; riscaldamento e raffreddamento solare passivo; illuminazione; architettura solare; Asciugatura solare; ventilazione assistita dal sole; riscaldamento piscine; e riscaldamento a basse temperature.*

*Solare fotovoltaico (PV): sviluppo delle celle solari; sviluppo moduli fotovoltaici; sviluppo invertitore fotovoltaico; costruzione moduli integrati fotovoltaici; e sviluppo di sistemi fotovoltaici.*

*Concentrazione di energia termica solare 61 e applicazioni ad alta temperatura: sviluppo dei collettori di concentrazione impianti per l'energia termica solare (progettazione, costruzione e test); applicazioni per l'energia solare ad alta temperatura per la produzione di calore; e chimica solare.*

### **Energia eolica**

L'energia eolica comprende: sviluppo convertitori; integrazione del sistema; applicazioni on-shore; e applicazioni off-shore.

### **Altre energie rinnovabili**

La categoria tecnologia comprende: esclusivi studi sui potenziali delle energie rinnovabili; e altro.

## **Definizioni regionali**

### **BRICS**

La sigla BRICS si riferisce a: Brasile, Russia, India, Cina e Sudafrica.

### **Cina**

Con Cina si intende la Repubblica Popolare Cinese e Hong Kong.

61. Concentrazione di energia solare termica è una definizione alternativa a quella di "energia solare concentrata" (CSP) o "elettricità termica solare" (vedere voce "energia solare").

### ***Ue-25***

La sigla Ue-25 si riferisce a: Austria, Belgio, Cipro, Repubblica Ceca, Danimarca, Estonia, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Ungheria, Irlanda, Italia, Lettonia, Lituania, Lussemburgo, Malta, Paesi Bassi, Polonia, Portogallo, Repubblica Slovacca, Slovenia, Spagna, Svezia e Regno Unito.

### ***Ue-27***

La sigla Ue-27 si riferisce a: Austria, Belgio, Bulgaria, Cipro, Repubblica Ceca, Danimarca, Estonia, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Ungheria, Irlanda, Italia, Lettonia, Lituania, Lussemburgo, Malta, Paesi Bassi, Polonia, Portogallo, Romania, Repubblica Slovacca, Slovenia, Spagna, Svezia e Regno Unito

### ***Ue-OCSE***

La sigla Ue-OCSE si riferisce a: Austria, Belgio, Repubblica Ceca, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Ungheria, Irlanda, Italia, Lussemburgo, Paesi Bassi, Polonia, Portogallo, Repubblica Slovacca, Spagna, Svezia e Regno Unito.

### ***Gruppo degli otto (G8)***

Canada, Francia, Germania, Italia, Giappone, Russia, Regno Unito e Stati Uniti.

### ***G8+5 paesi***

I paesi del G8 (Canada, Francia, Germania, Italia, Giappone, Russia, Regno Unito e Stati Uniti), assieme alle cinque principali economie emergenti – Brasile, Cina, India, Messico e Sudafrica.

### ***Paesi membri AIE***

Australia, Austria, Belgio, Canada, Repubblica Ceca, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Ungheria, Irlanda, Italia, Giappone, Repubblica di Corea, Lussemburgo, Paesi Bassi, Nuova Zelanda, Norvegia, Portogallo, Repubblica Slovacca, Spagna, Svezia, Svizzera, Turchia, Regno Unito e Stati Uniti.

### ***AIE-15***

La definizione AIE-15 si riferisce a: Austria, Canada, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Italia, Giappone, Paesi Bassi, Nuova Zelanda, Norvegia, Spagna, Svezia, Regno Unito e Stati Uniti.

### ***Paesi OCSE***

Australia, Austria, Belgio, Canada, Repubblica Ceca, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Ungheria, Islanda, Irlanda, Italia, Giappone, Repubblica di Corea, Lussemburgo, Messico, Paesi Bassi, Nuova Zelanda, Norvegia, Polonia, Portogallo, Repubblica Slovacca, Spagna, Svezia, Svizzera, Turchia, Regno Unito e Stati Uniti.

## **Altri Paesi OCSE**

Altri Paesi OCSE si riferisce a Paesi OCSE che non sono membri dell'Unione europea: Australia, Canada, Islanda, Giappone, Repubblica di Corea, Messico, Nuova Zelanda, Norvegia, Svizzera, Turchia e Stati Uniti.

## **Abbreviazioni e acronimi**

BRICS	Brasile, Russia, India, Cina, Sudafrica
CHP	concentrazione
CSP	dell'energia solare
Ue	Unione europea
EU ETS	Programma dell'Unione europea per la riduzione delle emissioni dei gas serra
Ue-27	Tra il 1° maggio 2004 e il 31 dicembre 2006, l'Unione europea comprendeva
Ue-27	Dal 1° gennaio 2007, l'Unione europea comprende 27 stati membri
Ue-OCSE	Paesi OCSE che sono anche stati membri dell'Unione europea
AIE	Agenzia Internazionale dell'Energia (AIE)
LR	tasso di apprendimento
MoU	Memorandum of Understanding
n/a	Dichiarazione d'intesa
NB	<i>Nota Bene</i>
NIMBY	(lett. "non nel cortile di casa mia") – definizione che esprime atteggiamenti di rifiuto
OCSE	Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OCSE)
PV	photovoltaics
ReD	Ricerca e Sviluppo
RSD	Ricerca, Sviluppo e Dimostrazione
RE	Energia rinnovabile
RES	fonti di energia rinnovabile
RES-E	elettricità prodotta da fonti energetiche rinnovabili
RES-H	calore prodotto da fonti energetiche rinnovabili
RES-T	carburanti per il trasporto prodotti da fonti energetiche rinnovabili
RET	tecnologie delle energie rinnovabili (RET)
TFC	Consumo totale finale
TPES	Fornitura di energia primaria totale
VAT	imposta sul valore aggiunto

## Codici ISO di tre lettere per i vari paesi

AUS	Australia
AUT	Austria
BEL	Belgio
BRA	Brasile
CAN	Canada
CHE	Svizzera
CHN	Cina (Repubblica Popolare Cinese e Hong Kong)
COK	Isole Cook
CZE	Repubblica Ceca
DEU	Germania
DNK	Danimarca
ESP	Spagna
FIN	Finlandia
FRA	Francia
GHA	Ghana
GBR	Regno Unito
GRC	Grecia
HUN	Ungheria
IND	India
ISL	Islanda
IRL	Irlanda
ITA	Italia
JPN	Giappone
KOR	Corea
LUX	Lussemburgo
MEX	Messico
NLD	Paesi Bassi
NOR	Norvegia
NZL	Nuova Zelanda
POL	Polonia
PRT	Portogallo
PRY	Paraguay
RUS	Russia
SGP	Singapore
SVK	Repubblica Slovacca
SWE	Svezia

TUR	Turchia
USA	Stati Uniti
ZAF	Sudafrica

## Codici valuta

AUD	Dollaro australiano
CNY	Yuan renminbi (Cinese)
EUR	Euro, la moneta entrata in vigore dal 1° gennaio 1999 (con cambio monetario attuato dal 1° gennaio 2002) in 12 Paesi OCSE-Ue: Austria, Belgio, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Irlanda, Italia, Lussemburgo, Paesi Bassi, Portogallo e Spagna.
INR	Rupia indiana
RUB	Rublo russo
USD	Dollaro americano
ZAR	Rand sudafricano

## Unità

CO <sub>2</sub>	anidride carbonica
GWh	gigawatt all'ora, 1 kilowatt all'ora è pari a 10 <sup>9</sup> watt all'ora
ha	ettaro
J	joule
kb	kilobarrel
kWh	kilowatt all'ora, 1 kilowatt all'ora è pari a 10 <sup>3</sup> watt
kWp	kilowatt di picco
kWth	kilowatt termico
l	litro
m <sup>3</sup>	metro cubo
Mtoe	equivalente di milioni di tonnellate di petrolio
MWh	megawatt all'ora, 1 megawatt all'ora è pari a 10 <sup>6</sup> watt all'ora
PJ	petajoule, 1 petajoule è pari a 10 <sup>15</sup> joules
TJ	terajoule, 1 terajoule è pari a 10 <sup>12</sup> joules
toe	terajoule, 1 terajoule è pari a
TWh	terawatt all'ora, 1 terawatt all'ora è pari a 10 <sup>12</sup> watt all'ora





## Allegato B Riferimenti

### Introduzione

Goldemberg, J. (2006), "The Case for Renewable Energies" in Aßmann, D., U. Laumanns, D. Uh (eds.), *Renewable Energy: A Global Review of Technologies, Policies and Markets*, Earthscan, Londra.

AIE (2004), *Renewable Energy: Market and Policy Trends in IEA Countries*, OCSE/AIE, Parigi.

AIE (2008), *Energy Technology Perspectives 2008: Scenarios e Strategies to 2050*, OCSE/AIE, Parigi.

### Capitolo 1. Mercati globali per le tecnologie delle energie rinnovabili

EurObserv'ER (2006), *Small Hydropower Barometer*, Systèmes Solaires No. 174, Preparato per il progetto "EurObserv'ER", Observatoire des Énergies Renouvelables (Observ'ER), Parigi..

AIE (2007a), *Renewables Information 2007*, OCSE/AIE, Parigi.

AIE (2007b), *Energy Use in the New Millennium: Trends in IEA Countries*, OCSE/AIE, Parigi.

AIE e RETD (2007), *Renewables for Heating and Cooling: Untapped Potential*, OCSE/AIE e Renewable Energy Technology Deployment Implementing Agreement (RETD) dell'AIE, Parigi

REN21 (2008), *Renewables 2007 Global Status Report*, Segretaria REN21, Parigi e Worldwatch Institute (Istituto per l'Osservazione del Mondo), Washington, D.C.

### Capitolo 2. Potenziali e costi per le Tecnologie delle energie rinnovabili (RET)

Grübler, A., N. Nakic'enic' e D.G. Victor (1998). "Dynamics of Energy Technologies and Global Change", *Energy Policy*, Vol. 27 (1999), pp. 247-280.

Huber, C., T. Faber, R. Haas, G. Resch, J. Green, S. White, S. Ölz, H. Cleijne, W. Ruijgrok, P.E. Morthorst, K. Skytte, M. Gual, P. del Rio, F. Hernández, A. Tacsir, M. Ragwitz, J. Schleich, W. Orasch, M. Bokemann and C. Lins (2004), *GREEN-X – Deriving optimal promotion strategies for increasing the share of RES-E in a dynamic European electricity market*, Final report of the research project GREEN-X (Contract No. ENG2-CT-2002-00607) within the 5<sup>th</sup> Framework Programme of the European Commission, DG Research, coordinated by Energy Economics Group (EEG) with contributions from IT Power, KEMA, RISØ, CSIC, FhG-ISI, WIENSTROM, EGL, EREC; Energy Economics Group, Institute for Power Systems and Energy Economics, Vienna University of Technology, Vienna.

AIE (2006), *Renewable Energy: RDeD Priorities – Insights from IEA Technology Programmes*, OCSE/AIE, Parigi.

AIE (2007), *World Energy Outlook 2007*, OCSE/AIE, Parigi.

AIE (2008), *Energy Technology Perspectives 2008: Scenarios e Strategies to 2050*, OCSE/AIE, Parigi.

AIE e AEN (2005), *Projected costs of generating electricity*, OCSE/AIE e Agenzia per l'Energia Nucleare, Parigi.

Ragwitz M., J. Schleich, C. Huber, G. Resch, T. Faber, M. Voogt, W. Ruijgrok, e P. Bodo (2005), *FORRES 2020 - Analysis of the renewable energy's evolution up to 2020*, Relazione finale del progetto FORRES 2020 – per conto della Commissione Europea, DGTREN, coordinato dalla FhG-ISI con contributi da EEG, ECOFYS, KEMA e REC, Karlsruhe.

REN21 (2008), *Renewables 2007 Global Status Report*, Segreteria REN21, Parigi e Worldwatch Institute (Istituto per l'Osservazione del Mondo), Washington, D.C.

Resch, G., R. Haas e T. Faber (2008), *The future potential for renewable energies – Assessment of their mid-term realisable potential up to 2020 at global scale*, Relazione preparata per l'Agenzia Internazionale dell'Energia, l'Energy Economics Group, l'Institute for Power Systems and Energy Economics, Vienna University of Technology, Vienna.

Resch G., T. Faber, R. Haas, M. Ragwitz, A. Helder. Konstantinaviciute (2006), *Potentials and cost for renewable electricity in Europe: The Green-X database on dynamic cost-resource curves*, Relazione del progetto OPTRES (Valutazione e ottimizzazione delle misure per il sostegno alle energie rinnovabili nel mercato dell'energia elettrica) condotta da un consorzio guidato dal Fraunhofer ISI per la Commissione Europea, DGTREN, Programma - Energia Intelligente per l'Europa (Contratto N. EIE/04/073/S07.38567), Energy Economics Group del Vienna University of Technology, Vienna.

### **Capitolo 3. Efficacia ed efficienza delle politiche di sviluppo del mercato**

Coenraads, R., M. Voogt e A. Morotz (2006), *Analysis of barriers for the development of electricity generation from renewable energy sources in the EU-25*, Relazione del progetto OPTRES (Valutazione e ottimizzazione delle misure per il sostegno alle energie rinnovabili nel mercato dell'energia elettrica) condotta da un consorzio guidato dal Fraunhofer ISI per la Commissione Europea, DGTREN, Programma - Energia Intelligente per l'Europa (Contratto N. EIE/04/073/ S07.38567), ECOFYS, Utrecht.

Edge, G. (2006), "A Harsh Environment: The Non-Fossil Fuel Obligation and the UK Renewables Industry", in K. Mallon (ed.), *Renewable Energy Policy and Politics – A Handbook for Decision-Making*, Earthscan, Londra.

EIA (2007), *State Renewable Electricity Profiles 2005*, Energy Information Administration, Office of Coal, Nuclear, Electric and Alternate Fuels, U.S. Department of Energy, Washington, DC.

AIE (2007), *State Renewable Electricity Profiles 2005*, Amministrazione per l'Informazione sull'Energia (Energy Information Administration), Office of Coal, Nuclear, Electric and Alternate Fuels, Dipartimento di Stato U.S.A. per l'Energia (U.S. Department of Energy), Washington, DC.

Commissione Europea (2008), The support of electricity from renewable energy sources, SEC(2008) 57, Documento di lavoro dei servizi della Commissione, pubblicato il 23 gennaio 2008, Documento di accompagnamento alla Proposta per una Direttiva del Parlamento e del Consiglio Europeo sulla promozione dell'utilizzo dell'energia da fonti rinnovabili (COM(2008)19), Commissione delle Comunità Europee, Bruxelles.

Commissione Europea (2005), The support of electricity from renewable energy sources, COM(2005)627, Comunicazione della Commissione, pubblicata il 7 dicembre 2005, Commissione delle Comunità Europee, Bruxelles.

FACTS Global Energy (2008), India's Ethanol Mandate: Key Aspects and Implications, Energy Advisory Report, Numero 338, giugno 2008, FACTS Global Energy, Singapore.

GBEP (2007), A Review of the Current State of Bioenergy Development in G8+5 Countries, Segretariato della Partnership Globale sulla Bioenergia (GBEP), Organizzazione delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura, FAO/ GBEP, Roma.

Huber, C., T. Faber, R. Haas, G. Resch, J. Green, S. White, S. Ölz, H. Cleijne, W. Ruijgrok, P.E. Morthorst, K. Skytte, M. Gual, P. del Rio, F. Hernández, A. Tacsir, M. Ragwitz, J. Schleich, W. Orasch, M. Bokemann e C. Lins (2004), GREEN-X – Deriving optimal promotion strategies for increasing the share of RES-E in a dynamic European electricity market, Relazione finale del progetto di ricerca GREEN-X (Contratto N. ENG2-CT-2002-00607) all'interno del 5° Programma Quadro della Commissione Europea, DG Research, coordinato dall'Energy Economics Group (EEG) con contributi da IT Power, KEMA, RISØ, CSIC, FhG-ISI, WIENSTROM, EGL, EREC; Energy Economics Group, Institute for Power Systems and Energy Economics, Vienna University of Technology, Vienna.

AIE (2006), Renewable Energy: RDeD Priorities – Insights from IEA Technology Programmes, OCSE/AIE, Parigi.

AIE (2007a), Contribution of Renewables to Energy Security, Documento Informativo AIE, OCSE/AIE, Parigi.

AIE (2007b), Energy Balances of OECD Countries 2004-5, OCSE/AIE, Parigi.

AIE (2007c), Renewables Information 2007, OCSE/AIE, Parigi.

AIE (2008a), Energy Technology Perspectives 2008: Scenarios e Strategies to 2050, OCSE/AIE, Parigi.

AIE (2008b), "IEA/JREC Global Renewable Energy Policies and Measures Database", <http://www.iea.org/textbase/pm/grindex.aspx>, ultimo accesso 15 marzo 2008.

AIE e RETD (2007), Renewables for Heating and Cooling: Untapped Potential, OCSE/AIE, e Renewable Energy Technology Deployment Implementing Agreement (RETD) dell'AIE, Parigi.

IREC (2006), "U.S. Solar Market Trends", relazione fatta da Larry Sherwood per l'Interstate Renewable Energy Council durante la Conferenza Solar 2006, 7-13 luglio 2006, Denver Colorado, [http://www.solar2006.org/presentations/tech\\_sessions/t25-m207.pdf](http://www.solar2006.org/presentations/tech_sessions/t25-m207.pdf).

Lewis, J. I. (2007), A Comparison of Wind Power Industry Development Strategies in Spain, India and China, Relazione comparata per il Center for Resource Solutions, Sostenuto da Energy Foundation, China Sustainable Energy Program, Center for Resource Solutions, San Francisco.

Ragwitz M., J. Schleich, C. Huber, G. Resch, T. Faber, M. Voogt, W. Ruijgroke P. Bodo (2005), FORRES 2020 - Analysis of the renewable energy's evolution up to 2020, Relazione finale del progetto FORRES2020 (Appalto N. TREN/D2/10-2002) per la Commissione Europea, DGTREN, coordinato dal Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research (Fhg-ISI) con contributi di EEG, ECOFYS, KEMA e REC, Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research, Karlsruhe.

Ragwitz, M. e A. Held (2007a), Effectiveness and efficiency of present RES-E support policies in EU Member States, Relazione fatta dal Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research al Global Best Practice durante il Renewable Energy Policy Making Workshop, 29 giugno 2007, Segretariato AIE, Parigi, <http://www.iea.org/Textbase/work/2007/bestpractice/Ragwitz.pdf>, ultimo accesso 23 gennaio 2008.

Ragwitz, M. e A. Held (2007b), Policy effectiveness and support level efficiency of market deployment policies for RET – Methodological introduction, Relazione preparata per l'Agenzia Internazionale per l'Energia, Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research, Karlsruhe.

Ragwitz, M., A. Held, G. Resch, T. Faber, R. Haas, C. Huber, R. Coenraads, M. Voogt, G. Reece, P.E. Morthorst, S. Grenaa Jensen, I. Konstantinaviciute e B. Heyder (2007c), OPTRES – Assessment and optimisation of renewable energy support measures in the European electricity market, Relazione finale del progetto condotta da un consorzio guidato dal Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research per la Commissione Europea, DGTREN, Programma - Energia Intelligente per l'Europa (Contratto N. EIE/04/073/S07.38567), Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research, Karlsruhe.

Ragwitz, M., A. Held, B. Pfluger, K. Nuemann, G. Resch, T. Faber e R. Wisner (2008), Assessment of the effectiveness of renewable energy support schemes in the OECD and BRICS countries, Relazione all'Agenzia Internazionale dell'Energia (AIE), Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research, Karlsruhe/ Energy Economics Group, Vienna University of Technology, Vienna/ Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley.

Resch, G. (2008), Summary of the project FUTURES-E - Deriving a Future European Policy for Renewable Electricity, condotto da un consorzio guidato dall'Energy Economics Group (EEG) con contributi da Agencija za prestrukturiranje energetike d.o.o. (ApE), Ambiente Italia srl Istituto di Ricerche (AMBIT), Centralne Laboratorium Naftowe (EC BREC/CLN), Ecofys UK (ECOFYS), Elektrizitäts-Gesellschaft Laufenburg Austria GmbH (EGL), Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (Fh-ISI), Lithuanian Energy Institute (LEI), Risø National Laboratory (RISØ) per la Commissione Europea, DGTREN, Programma – Energia Intelligente per l'Europa (Contratto N. EIE/06/143/SI2.444285), <http://www.futures-e.org/>, ultimo accesso 22 febbraio 2008.

Sawin, J.L. (2006), "National Policy Instruments: Policy Lessons for the Advancement and Diffusion of Renewable Energy Technologies Around the World", in Aßmann, D., U. Laumanns, D. Uh (eds.), Renewable Energy: A Global Review of Technologies, Policies and Markets, Earthscan, Londra.

Swisher, R. e K. Porter (2006), "Renewable Policy Lessons from the US: The Need for Consistent and Stable Policies", in K. Mallon (ed.), *Renewable Energy Policy and Politics – A Handbook for Decision-Making*, Earthscan, Londra.

REN21 (2008), *Renewables 2007 Global Status Report*, Segretariato REN21, Parigi e Worldwatch Institute (Istituto per l'Osservazione del Mondo), Washington, D.C

Wiser, R. e G. Barbose (2008), *Renewables Portfolio Standards in the United States: A Status Report with Data through 2007*, Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley.

Wiser, R. e O. Langniss (2001), *The Renewables Portfolio Standard in Texas: An Early Assessment*, Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley.

## Capitolo 4. Tendenze riguardanti la ricerca, lo sviluppo e la dimostrazione per le energie rinnovabili

Morris, G. (2007), *Renewable Energy Markets and Policies – Country Profile: South Africa*, Relazione preparata per l'Agenzia Internazionale dell'Energia, AGAMA Energy, Cape Town.

AIE (2005a), *Energy Policies of IEA Countries: Spain 2005 Review*, OCSE/AIE, Parigi.

AIE (2005b), *Energy Policies of IEA Countries: Australia 2005 Review*, OCSE/AIE, Parigi.

AIE (2006), *Renewable Energy: RDeD Priorities – Insights from IEA Technology Programmes*, OCSE/AIE, Parigi.

AIE (2007a), *IEA Energy Technology ReD Statistics*, AIE, Parigi, <http://www.iea.org/Textbase/stats/rd.asp>, ultimo accesso 21 novembre 2007

AIE (2007b), *Energy Policies of IEA Countries: Germany 2006 Review*, OCSE/AIE, Parigi.

AIE (2007c), *Energy Policies of IEA Countries: The United Kingdom 2006 Review*, OCSE/AIE, Parigi.

AIE (2007c), *Energy Policies of IEA Countries: The United Kingdom 2006 Review*, OCSE/AIE, Parigi.

IEA Wind (Accordo per l'Implementazione AIE per la Cooperazione di Ricerca, Sviluppo e Ottimizzazione dei Sistemi di Energia Eolica) (2007), *2006 IEA Wind Energy Annual Report of the Executive Committee for the Implementing Agreement for Cooperation in the Research, Development and Deployment of Wind Energy Systems of the International Energy Agency*, IEA Wind, Parigi.

Li, J. et al. (2007), *Renewable Energy Markets and Policies – China*, Relazione preparata per l'Agenzia Internazionale dell'Energia, Chinese Renewable Energy Industries Association (CREIA), Pechino.

MNRE (2008), *Indian Ministry for New and Renewable Energy, MNRE Eleventh Plan 2007-12, Summary of Proposals*, <http://mnes.nic.in/>, accessed 30 January 2008.

OCSE (2007), *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2007*, OCSE, Parigi

## Capitolo 5. Conclusioni e raccomandazioni

AIE (2007), Renewables Information 2007, OCSE/AIE, Parigi.

AIE (2008), Energy Technology Perspectives 2008: Scenarios e Strategies to 2050, OCSE/AIE, Parigi.

# The Online Bookshop

International Energy Agency



All IEA publications may be bought  
online on the IEA website:

[www.iea.org/books](http://www.iea.org/books)

You may also obtain PDFs of  
all IEA books at 20% discount.

Books published before January 2007  
- with the exception of the statistics publications -  
can be downloaded in PDF, free of charge  
from the IEA website.

## IEA BOOKS

Tel: +33 (0)1 40 57 66 90  
Fax: +33 (0)1 40 57 67 75  
E-mail: [books@iea.org](mailto:books@iea.org)

International Energy Agency  
9, rue de la Fédération  
75739 Paris Cedex 15, France

### CUSTOMERS IN NORTH AMERICA

Turpin Distribution  
The Bleachery  
143 West Street, New Milford  
Connecticut 06776, USA  
Toll free: +1 (800) 456 6323  
Fax: +1 (860) 358 8839  
[oscdna@turpin-distribution.com](mailto:oscdna@turpin-distribution.com)  
[www.turpin-distribution.com](http://www.turpin-distribution.com)

*You may also send  
your order*

*to your nearest  
OECD sales point  
or use  
the OECD online  
services:*

[www.oecdbookshop.org](http://www.oecdbookshop.org)

### CUSTOMERS IN THE REST OF THE WORLD

Turpin Distribution Services Ltd  
Stratton Business Park,  
Pegasus Drive, Biggleswade,  
Bedfordshire SG1 8 BQJ, UK  
Tel: +44 (0) 1767 604960  
Fax: +44 (0) 1767 604640  
[oscdrow@turpin-distribution.com](mailto:oscdrow@turpin-distribution.com)  
[www.turpin-distribution.com](http://www.turpin-distribution.com)



IEA PUBLICATIONS, 9, rue de la Fédération, 75739 PARIS CEDEX 15  
PRINTED IN FRANCE BY STEDI MEDIA  
(61 2008 06 1P1) ISBN : 978-92-64-04220-9-2008