

L'inarrestabile aumento del prezzo del petrolio, oggi vicino ai 140 dollari a barile, ma che alcuni analisti prevedono possa toccare i duecento dollari per la fine del 2008, sta frenando l'economia mondiale tanto da far parlare di rischio recessione. Nell'incontro del G8 sull'energia, tenutosi in Giappone agli inizi di giugno, presenti anche Cina, India e Corea, è stato evocato il rischio di una crisi economica mondiale ed uno dei punti su cui si è trovato pieno consenso è quello della necessità di sostenere decisamente i programmi di miglioramento dell'efficienza energetica. Non c'è dubbio infatti che l'efficienza energetica rappresenti uno degli obiettivi principali da perseguire per rispondere efficacemente all'aumento dei costi dei prodotti petroliferi. Ciò vale ancor più per l'Italia che dipende largamente dall'estero per l'approvvigionamento energetico. Va dunque sottolineata l'importanza dell'emanazione da parte del governo, a fine maggio scorso, del decreto sull'efficienza energetica che, in attuazione di una normativa comunitaria, tra le altre cose, prevede l'istituzione di un'Agenzia nazionale per l'efficienza energetica in ambito ENEA. Scopo dell'Agenzia è quello di fornire supporto tecnico-scientifico alle amministrazioni centrali e periferiche per il conseguimento degli obiettivi nazionali di risparmio energetico, definire metodi per la misurazione e verifica del risparmio energetico, fornire informazioni per la promozione dell'efficienza energetica. La costituzione dell'Agenzia, che dovrà essere operativa entro l'anno, rappresenta un riconoscimento del ruolo fondamentale svolto in questi anni dall'Ente nella ricerca in campo energetico e della consolidata collaborazione con il mondo produttivo e con le amministrazioni locali. Proprio in relazione agli enti locali pubblichiamo nel presente numero della Rivista un contributo sulle opportunità previste per le nostre Regioni dalle risorse per le energie rinnovabili e per l'efficienza energetica dei Fondi Strutturali 2007-2013. Oltre al Quadro Strategico Nazionale vengono illustrati, per ogni Regione e Provincia autonoma, l'ammontare finanziario, gli obiettivi specifici e quelli operativi, le attività e i possibili beneficiari.

Un'efficace politica energetica, insieme all'efficienza e al risparmio energetico, deve perseguire altri obiettivi: il riequilibrio del mix energetico, lo sviluppo delle fonti rinnovabili, la liberalizzazione dei mercati dell'energia elettrica e del gas. Nel citato G8 il Ministro dello Sviluppo Economico Scajola ha anche confermato l'opzione nucleare per l'Italia. Per quanto riguarda il gas, un contributo alla diversificazione può venire dai rigassificatori, di cui si discute da tempo. Per questo motivo pubblichiamo un articolo sui terminali di importazione di gas naturale liquefatto che fa il punto sugli aspetti tecnologici, amministrativi, ed economici del ricorso a tale forma di approvvigionamento. In tema di liberalizzazione dei mercati energetici ospitiamo un articolo di Alessandro Ortis, presidente dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas, nel quale emerge con forza la necessità di ulteriori grandi progressi in termini di integrazione, armonizzazione e apertura dei mercati energetici in Europa. Secondo Ortis i cittadini stanno già facendo la loro parte finanziando la ricerca attraverso il prelievo sulle bollette energetiche e contribuendo all'uso razionale dell'energia attraverso il meccanismo dei certificati bianchi, mentre ancora inadeguato risulta l'impegno per la ricerca del settore privato. Un'altra questione prioritaria, ossia quella dei rifiuti, viene affrontata in un articolo relativo alla raccolta differenziata, che analizza normativa, metodologie e sistemi di gestione e che sottolinea i ritardi rispetto agli obiettivi fissati dalla normativa. La raccolta differenziata rappresenta uno strumento essenziale del sistema integrato di gestione dei rifiuti urbani, e amministrazioni e cittadini devono impegnarsi per la sua promozione e diffusione. Vorrei infine segnalare l'intervista a Paolo Soleri, architetto di fama mondiale, inventore del concetto di *arcologia*, ossia del connubio tra architettura ed ecologia, sperimentato concretamente in alcuni "laboratori urbani" in Arizona.

Il Direttore Responsabile  
**Flavio Giovanni Conti**

editoriale

## primo piano

4

### **TECNOLOGIE PER L'ENERGIA: QUALI INNOVAZIONI E STRATEGIE INDUSTRIALI IN EUROPA**

*ENERGY TECHNOLOGIES: INDUSTRIAL INNOVATIONS AND STRATEGIES FOR EUROPE*

Alessandro Ortis

8

### **ENERGY TECHNOLOGY PERSPECTIVES 2008**

*ENERGY TECHNOLOGY PERSPECTIVES 2008*

Giorgio Simbolotti

## l'intervista

14

### **INTERVISTA A PAOLO SOLERI**

*INTERVIEW WITH PAOLO SOLERI*

A cura di Antonio Disi

## riflettore su

22

### **FONDI STRUTTURALI ED ENERGIA PER LE REGIONI ITALIANE**

*STRUCTURAL FUNDS AND ENERGY FOR THE ITALIAN REGIONS*

Emidio D'Angelo, Antonio Colangelo, Silvia Orchi

40

### **TERMINALI DI IMPORTAZIONE DI GAS NATURALE LIQUEFATTO: STATO DELL'ARTE E PROSPETTIVE**

*LNG TERMINALS: STATE OF THE ART AND OUTLOOK*

Paolo Deiana



## studi & ricerche



**54**

### **MONITORAGGIO ED ANALISI DELLE PRESTAZIONI DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO ELIANTO**

*MONITORING AND ANALYSIS OF THE PERFORMANCE OF THE ELIANTO PHOTOVOLTAIC SYSTEM*

Francesco De Lia

**64**

### **LA RACCOLTA DIFFERENZIATA IN ITALIA**

*DIFFERENTIATED WASTE COLLECTION IN ITALY*

Vito Iaboni, Pier Giorgio Landolfo

**78**

### **LA CLASSIFICAZIONE DEI RIFIUTI**

A cura di Maurizio Coronidi



## appunti di

**86**

### **DAL MONDO, DALL'UNIONE EUROPEA, DALL'ITALIA, DALL'ENEA, EVENTI, LETTURE**

dal Mondo

- Vertice FAO: maggiori investimenti in agricoltura **80**
- Nuova edizione 2008 dell'Environmental Outlook to 2030 **80**
- Energia elettrica dalle onde marine nei paesi oceanici **81**

dall'Unione Europea

- Direttiva su produzione e gestione dei rifiuti **82**
- Cittadini e ambiente **82**
- Concorso UE "I Giovani e le Scienze" **83**

dall'Italia

- Efficienza energetica: a ENEA il ruolo di agenzia **84**
- Nuovo impulso alle rinnovabili **84**
- Sviluppo e *governance* in Puglia **86**
- Cotec: Rapporto sull'innovazione **86**
- Sincretone Trieste: nuovi accordi di collaborazione **87** scientifica con ENEA e INFN

dall'ENEA

- Ricerca e industria italiana in Cina **88**
- Progettazione automatica di micro-elaboratori **88**
- Realizzata da ENEA a Portici una cella fotovoltaica **89** polimerica con efficienza dell'1,3%

Eventi

- Apriamo la mente **91**
- Nanotecnologie e biotecnologie si incontrano a Milano **91**
- Valorizzazione del patrimonio culturale **92**
- Master in tecnologie solari **92**
- Rinnovabili & nucleare **92**

Letture

- Il capitalismo ha i secoli contati **93**
- Manuale della sostenibilità **94**
- A qualcuno piace caldo **95**
- Il libro verde sull'innovazione **96**

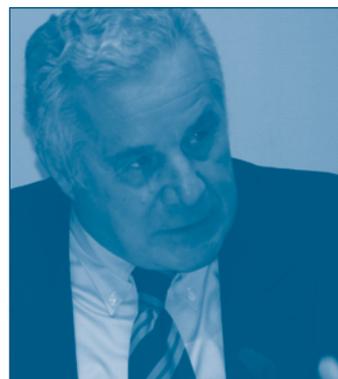


## cronache

## Tecnologie per l'energia: quali innovazioni e strategie industriali in Europa

Alessandro Ortis

Presidente dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas



*Rafforzare il ruolo dei Regolatori nazionali ed istituire una loro agenzia a livello europeo per dare ulteriore impulso al processo di apertura dei mercati dell'energia alla concorrenza, superando i ritardi e le carenze in termini di integrazione ed armonizzazione che permangono fra diversi paesi membri*

## Energy technologies: industrial innovations and strategies for Europe

*Strengthen the role of domestic regulators and create a European-level regulatory agency to give further impetus to the process of opening energy markets to competition, making up delays and shortcomings that still remain in the integration and harmonization of regulations in the various member states*

Prima di tutto desidero ringraziare l'ENEA e l'amico Luigi Paganetto per aver organizzato questo Workshop sul Set-Plan, il Piano Strategico per le Tecnologie Energetiche, promosso dalla Commissione UE.

Credo sia importante elaborare risposte puntuali alle proposte in esso contenute, così come a quelle avanzate dalla Commissione in altri due documenti di grande portata: il cosiddetto "Pacchetto 20-20-20" sui cambiamenti climatici, il risparmio energetico e lo sviluppo delle fonti rinnovabili e il nuovo "Pacchetto sulle liberalizzazioni" nei settori dell'energia elettrica e del gas.

Questo secondo 'pacchetto', che intende tra l'altro rafforzare il ruolo dei Regolatori nazionali ed istituire una loro Agenzia a livello europeo, vuole dare ulteriore impulso al processo di apertura dei mercati dell'energia alla concorrenza, superando i ritardi e le carenze in termini di integrazione ed armonizzazione che permangono fra diversi Paesi membri; carenze e ritardi



chiaramente evidenziati nell'indagine della Commissaria Neelie Kroes nel 2007, sui deficit di concorrenza nel settore dell'energia.

Non credo che la causa di questi ritardi possa essere ricercata, come alcuni sostengono, nel fallimento del mercato: pur essendo vero che il mercato non è una panacea, oggi siamo ancora ai primi passi del processo di liberalizzazione dei mercati dell'energia elettrica e del gas in Europa e il percorso da fare è ancora lungo. Scoraggiamenti prematuri alimentano la tendenza negativa ad una marcia indietro: se ripiegassimo su logiche di "chiusura nazionale", come sta accadendo in alcuni paesi dell'UE, come potremmo portare avanti il Set-Plan, che prospetta addirittura lo sviluppo di progetti in comune a livello europeo?

Quando si parla di *joint program*, di *joint management*, di *joint implementation*, come fa il Set-Plan, dobbiamo essere consapevoli che dovremo fare progressi enormi, sia in termini di integrazione, armonizzazione e apertura dei mercati, sia nei rapporti con i Paesi confinanti e con i Paesi produttori di risorse energetiche. E, in questa prospettiva, abbiamo sempre più bisogno di trasparenza di frontiere, collaborazione e integrazione per la ricerca e lo sviluppo.

Il percorso, allora, non può che essere quello di 'lavorare insieme', per dare valore e peso alla "single voice" dei 480 milioni di consumatori: questa è un'opportunità che l'Unione Europea può e deve esprimere.

### "Linee guida" per l'Energia

Ma quali i filoni di azione che potrebbero opportunamente essere sviluppati nel Set-Plan?

- Il primo è senza dubbio la diversificazione delle fonti energetiche, per muovere verso un *mix delle coperture* più sicuro, più economico e più attento alla tutela dell'ambiente.
- Un secondo filone, è la ricerca di una sempre maggiore *efficienza dei mercati*, attraverso l'imprescindibile sviluppo delle infrastrutture e il superamento delle congestioni, assieme alla valorizzazione progressiva della generazione distribuita efficiente.
- Infine, *l'uso razionale dell'energia* è senza dubbio un settore dalle potenzialità sconfinite, ancora da sfruttare: non abbiamo certamente finito con lo sviluppo delle tecnologie e delle soluzioni da adottare per un uso più efficiente ed intelligente dell'energia.

Se questi sono gli obiettivi, è chiaro che *ognuno deve fare la sua parte*, anche per lo sviluppo e il sostegno alla ricerca.

Oggi, il cittadino consumatore sta già contribuendo in misura significativa agli sforzi necessari. Attraverso un prelievo specifico sulle bollette elettriche, vengono già finanziate la ricerca "di sistema" e lo sviluppo delle fonti rinnovabili (che l'Autorità sta cercando di "ripulire" rispetto alle cosiddette 'fonti assimilate'); inoltre, attraverso le tariffe, vengono anche incentivati lo sviluppo e il miglioramento delle reti di trasmissione e distribuzione.

I consumatori contribuiscono anche all'utilizzo sempre più razionale dell'energia, attraverso il meccanismo dei certificati bianchi che ha già oggi dato ottimi risultati in termini di costi-benefici. Grazie a questo meccanismo, infatti, sono già state risparmiate più di 900.000 tonnellate equi-

valenti di petrolio (tep), pari ai consumi domestici annui di una città con oltre un milione e 200 mila abitanti e alla produzione elettrica annua di una centrale da circa 510 MW. Per l'ambiente, i benefici equivalgono a una riduzione di 2,5 milioni di tonnellate delle emissioni di anidride carbonica, contribuendo anche a contenere i costi associati al raggiungimento degli obiettivi del Protocollo di Kyoto.

### Un impegno di tutti

Il cittadino consumatore, sta dunque facendo pienamente la sua parte nel sostegno alla ricerca e allo sviluppo di nuove tecnologie. Ma che cosa stanno facendo gli altri soggetti coinvolti? Su questo punto la risposta non è del tutto soddisfacente.

Che dire, ad esempio, riguardo all'impegno di Lisbona di portare gli investimenti in ricerca e sviluppo al 3% del PIL? Il 20 febbraio scorso, il Consorzio CESI Ricerca (peraltro finanziato proprio con i fondi dei consumatori) ha presentato uno studio che dimostra la drastica diminuzione dei fondi pubblici e privati dedicati alla ricerca e allo sviluppo.

Non solo. Dai dati raccolti da fonti diverse per quantificare lo sforzo che si fa in Italia in questo campo, risulta che nel 2006 il *settore privato* (esclusivamente ENEL, Eni e Terna) ha investito nella ricerca energetica circa 300 milioni di euro, pari allo 0,31% del relativo fatturato, mentre il settore pubblico ha speso circa 600 milioni di euro.

Questa differenza è il segno di un notevole ritardo, che dobbiamo cercare di recuperare, con una visione manageriale non solo traguardata al breve periodo, cioè alle "trimestrali" o alle "semestrali" di bilancio, o ai dividen-

di del "domani mattina". Nel conto economico delle imprese e dovrebbe trovare posto anche qualcosa di più strategico: qualcosa in più per la ricerca, per lo sviluppo di nuove tecnologie, che premi gli investitori nel lungo termine.

Insieme a quello dei necessari fondi per la ricerca, va anche richiamata l'attenzione sul tema generale del recupero dei "talenti" scientifici, che spesso lasciano l'Italia per l'estero.

### Il ruolo dell'Autorità

Anche l'Autorità per l'Energia, così come i consumatori e le imprese, deve fare la propria parte. In questo senso posso rendere conto dei primi risultati ottenuti nell'ambito dell'incarico di svolgere le funzioni del Cerse (Comitato di Esperti di Ricerca per il Sistema Elettrico), affidatoci dal Ministero dello Sviluppo economico, insieme al quale stiamo cercando di recuperare alcuni ritardi.

La buona notizia è che il piano triennale 2006-2008 si chiude con 230 milioni di euro investiti nella ricerca:

- 180 milioni sono relativi ad accordi di programma con ENEA, Cesi Ricerca e CNR, con uno sforzo anche di coordinamento dei principali Istituti universitari nazionali;
- 50 milioni saranno messi a gara in cofinanziamento entro giugno 2008; in particolare, saranno previsti investimenti su temi che riguardano il governo del sistema elettrico, la produzione e le fonti energetiche, la trasmissione e distribuzione, gli usi finali.

La nostra intenzione è che queste risorse, non enormi ma pur preziose, si moltiplichino: puntiamo infatti su cofinanziamenti e sulla individuazione, se possibile, di "diritti di risultato" che



tornino ad alimentare lo stesso fondo; contiamo anche su una collaborazione veramente moderna ed aperta con il sistema industriale. Questi punti, che sono già inseriti nel Set-Plan, saranno presenti anche nel nostro prossimo Piano triennale 2009-2011 per la ricerca di sistema; il Piano sarà aperto alla consultazione di tutti gli *stakeholders* che vogliamo non solo consultare ma sempre più coinvolgere anche su questo fronte.

*(Intervento di Alessandro Ortis al Workshop ENEA "Tecnologie per l'energia: quali innovazioni e strategie industriali in Europa? Il Set-Plan e le sue proposte", Roma 18 marzo 2008).*

*Alessandro Ortis, dal 2003 Presidente dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas, è nato a Udine il 12 agosto 1943.*

*Dopo aver frequentato la Scuola Militare "Nunziatella" di Napoli, si è laureato in ingegneria nucleare al Politecnico di Milano e diplomato alla Scuola di Direzione Aziendale dell'Università "Bocconi".*

*Ha ricoperto ruoli dirigenziali in aziende pubbliche e private: Gruppo Zanussi, Gruppo Pirelli, Gruppo Eni, Ispredil - ANCE, Serono, Tecnofarmaci.*

*Successivamente è stato Vice Presidente dell'ENEL, Presidente di EURELECTRIC (l'Associazione delle aziende elettriche europee), Docente di organizzazione e gestione aziendale, Presidente del gruppo di esperti per il settore elettrico dell'AIE (Agenzia Internazionale dell'Energia).*

## Energy Technology Perspectives 2008

Giorgio Simbolotti

ENEA - Ufficio di Presidenza



giorgio.simbolotti@sede.enea.it

*Dall'International Energy Agency  
una guida per il decisore politico  
nel settore delle tecnologie  
energetiche*

## Energy Technology Perspectives 2008

*From the International Energy Agency  
a guide for the policy maker in the field  
of energy technologies*

Il 6 Giugno 2008, l'Agenzia Internazionale dell'Energia (International Energy Agency, IEA) ha pubblicato la nuova edizione di *Energy Technology Perspectives* (ETP 2008), un voluminoso studio sulle prospettive delle tecnologie energetiche e sul contributo che esse potranno fornire, nel quadro di opportune strategie di politica energetica, nella lotta ai cambiamenti climatici e al fine di garantire una maggiore sicurezza degli approvvigionamenti energetici mondiali.

L'opera fa parte del contributo dell'IEA al Piano d'Azione varato nel 2005 dai leader dei paesi del G8 per fronteggiare la sfida dei cambiamenti climatici, le cui attività si concluderanno in occasione del vertice 2008. In Italia, l'opera è stata presentata a Roma il 30 Giugno dal responsabile dello studio Dolf Gielen su invito del prof. Luigi Paganetto, Presidente dell'ENEA.

Avendo partecipato alla prima edizione pubblicata del 2006 e avendo collaborato a lungo con Dolf Gielen presso l'agenzia Internazionale dell'Energia, chi scrive conosce l'approccio metodologico, la dovizia di dati, la qualità e la serietà che sono



alla base di questo lavoro, che ne fanno uno strumento imprescindibile per chiunque sia preposto, a vari livelli, a contribuire ai processi decisionali in tema di politiche per l'energia e l'ambiente, sia in ambito internazionale che nazionale.

ETP 2008 offre un quadro quantitativo e dettagliato di ciò che dovremmo porre in essere (a partire da domani) per tentare di contenere entro limiti tollerabili l'ormai inevitabile cambiamento climatico, utilizzando le tecnologie esistenti, quelle in fase di sviluppo e quelle ancora allo studio. Fornisce inoltre un quadro delle strategie di transizione verso una economia decarbonizzata e delle traiettorie di sviluppo delle tecnologie energetiche non ancora mature. Propone infine una valutazione altrettanto puntuale dei costi e degli investimenti necessari per gli interventi richiesti.

ETP non indica strategie e tecnologie da adottare nei singoli paesi ma offre un quadro oggettivo e quantitativo delle opzioni disponibili, ne delinea il potenziale, i limiti, i costi, fornendo gli elementi necessari per operare le scelte più opportune e per determinare il mix di politiche e tecnologie più conveniente in base alle risorse, alle vocazioni e alla situazione socio-economica locale. Non esistono infatti singole strategie o tecnologie in grado da sole di poter fornire soluzioni determinanti al problema energetico-ambientale, ma esiste soltanto il passaggio obbligato di una larga ed immediata concertazione internazionale tra paesi industriali ed emergenti per porre in essere e utilizzare, pur con diversificazioni regionali, tutte le tecnologie disponibili per contenere l'immissione di gas serra in atmosfera.

Spesso, nel passato recente e in quello più lontano, l'opinione pubblica e le economie di alcuni paesi, come pure la comunità internazionale, sono stati vittime della enfattizzazione o della demonizzazione di alcune tecnologie. È il caso, ad esem-

pio, del nucleare in Italia, della grande enfasi internazionale sull'idrogeno di qualche anno fa, o della recente grande attenzione verso i biocombustibili che ha costituito in qualche modo l'evento iniziatore del rialzo dei prezzi sui mercati agricoli mondiali, amplificato poi dalla crescente domanda di derrate nei paesi emergenti. Sulla base delle attuali conoscenze, ETP 2008 fornisce una visione equilibrata del potenziale delle singole tecnologie, dell'efficienza energetica, delle fonti rinnovabili, dell'energia nucleare, delle tecnologie di sequestro della CO<sub>2</sub> e delle fonti fossili che pure resteranno realisticamente determinanti nella prima metà di questo secolo, qualunque sia la traiettoria di sviluppo ipotizzata.

Naturalmente, in un orizzonte temporale di oltre 40 anni, gli scenari proposti da ETP potrebbero essere completamente stravolti da innovazioni e sviluppi tecnologici, pure ipotizzabili in settori quali ad esempio la scienza dei materiali e l'ingegneria genetica. Tuttavia tali sviluppi non possono oggi essere ragionevolmente previsti sulla base di elementi circostanziati e d'altra parte la scala dei tempi richiesti dagli interventi per la mitigazione dei cambiamenti climatici non ammette ulteriori ritardi. Un nutrito elenco di autorevoli studi, dichiarazioni dei molti leader politici e l'evidenza dei cambiamenti climatici già in atto indicano che analisi quali ETP 2008 dovrebbero essere fin d'ora sostituite da consuntivi delle azioni intraprese.

Nel suo ultimo rapporto l'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) conclude che al fine di contenere il riscaldamento globale nell'ordine di 2-2,4 °C, le emissioni di gas serra devono essere ridotte tra il 50% e l'85% rispetto ai livelli attuali entro il 2050. Ciò richiede un immediato cambio di direzione nelle politiche energetiche e in parte anche nei modelli socio-economici dominanti. Sul piano politico, in occasione del vertice G8 del 2007,

i leader delle maggiori economie mondiali hanno riconosciuto la necessità di considerare obiettivi di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> dell'ordine del 50% da conseguirsi entro il 2050.

L'analisi di ETP 2008 fornisce gli elementi quantitativi per dar seguito a tali intenti e contempla tre livelli di possibili scenari nell'orizzonte temporale 2050:

- Uno scenario basato sulle linee di tendenza attuali (Baseline) in cui lo sviluppo economico, in particolare quello dei paesi emergenti, determina un insostenibile incremento dell'uso di combustibili fossili, un aumento del 130% delle emissioni di CO<sub>2</sub> nel 2050 rispetto ai livelli attuali e un corrispondente incremento della temperatura media del pianeta dell'ordine di 6°C (secondo le stime IPCC).
- Una serie di scenari (ACT) in cui l'utilizzo di tecnologie esistenti e/o in fase di sviluppo insieme ad opportuni interventi di *policy*, consentono di riportare le emissioni di CO<sub>2</sub> del settore energetico ai livelli attuali entro il 2050, con un'inversione di tendenza della crescita che si colloca tra il 2020 e il 2030. In tale scenario, il costo marginale degli interventi è dell'ordine di 50 dollari per tonnellata di CO<sub>2</sub> evitata e risulta essere circa il doppio di quanto riportato nelle valutazioni ETP 2006. Questo sensibile incremento riflette sostanzialmente il costo dei ritardi negli interventi di mitigazione, i recenti rialzi di prezzo delle materie prime e del costo di investimenti delle tecnologie energetiche, e il declino del valore del dollaro. Naturalmente il costo della riduzione delle emissioni (\$/tCO<sub>2</sub>) si riflette in incrementi di costo dell'energia. Ad esempio, il costo di generazione degli impianti elettrici alimentati a carbone sarebbe approssimativamente raddoppiato a causa dell'introduzione di sistemi di cattura e deposito geologico della CO<sub>2</sub> (CCS). In tali scenari, gli investimenti aggiuntivi richiesti nel

settore energetico sarebbero dell'ordine di 17000 miliardi di dollari<sup>1</sup> (circa 400 miliardi di dollari all'anno, pari a circa 0,4% del PIL mondiale, tra ora e il 2050).

- Una seconda serie di scenari (BLUE) in cui un radicale e immediato mutamento delle politiche energetiche a livello internazionale potrebbe favorire lo sviluppo, la riduzione di costo, e la penetrazione sul mercato di tecnologie innovative, alcune delle quali ancora molto lontane dalla commercializzazione. Ciò consentirebbe di conseguire una riduzione delle emissioni del 50% entro il 2050 con un costo marginale di abbattimento dell'ordine di 200 dollari per tonnellata di CO<sub>2</sub> e costi medi di intervento pari a circa il 20% del costo marginale. Tale valutazione si fonda tuttavia su ipotesi ottimistiche di sviluppo tecnologico. Qualora tali ipotesi fossero disattese a causa di impedimenti tecnici o di problemi di accettazione sociale di alcune tecnologie, il costo marginale di abbattimento potrebbe raggiungere i 500 dollari per tonnellata. Gli investimenti aggiuntivi richiesti nel settore energetico sarebbero in tale scenario dell'ordine di 45000 miliardi di dollari, pari circa a 1100 miliardi di dollari all'anno (1,1% del PIL globale) da qui al 2050. Tale cifra sarebbe necessaria per coprire non solo i maggiori investimenti in ricerca e sviluppo, ma soprattutto i maggiori investimenti volti a favorire la diffusione delle nuove tecnologie ancora non competitive (tra cui il costo delle *policies*). Va precisato che in entrambi gli scenari ACT e BLUE i maggiori investimenti richiesti nel settore energetico non rappresentano costi netti aggiuntivi. Gli investimenti in efficienza energetica, fonti rinnovabili, nucleare ecc., sarebbero compensati dal sostanziale risparmio in termini di combustibili fossili e relative tecnologie di produzione e consumo. Con un tasso di sconto del 3%, i risparmi conseguiti superano

<sup>1</sup> Tutti i costi sono espressi in dollari USA 2005



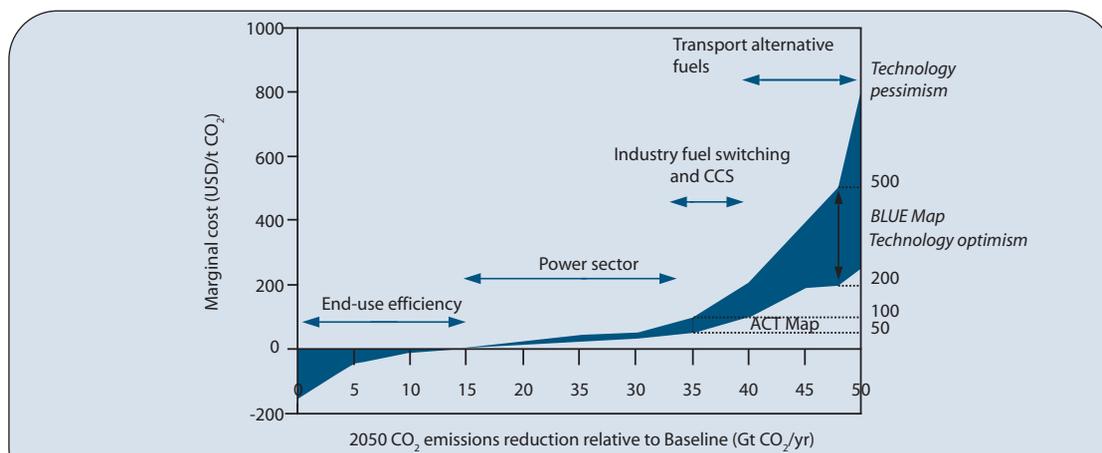
gli investimenti richiesti nello scenario ACT ma non nello scenario BLUE. Assumendo invece un tasso di sconto del 10% i risparmi conseguiti resterebbero comunque al disotto degli investimenti richiesti in entrambi gli scenari.

La figura 1 quantifica i costi marginali di abbattimento delle emissioni nei due scenari ACT e BLUE in funzione delle quantità di CO<sub>2</sub> abbattute nei vari settori tecnologici di intervento.

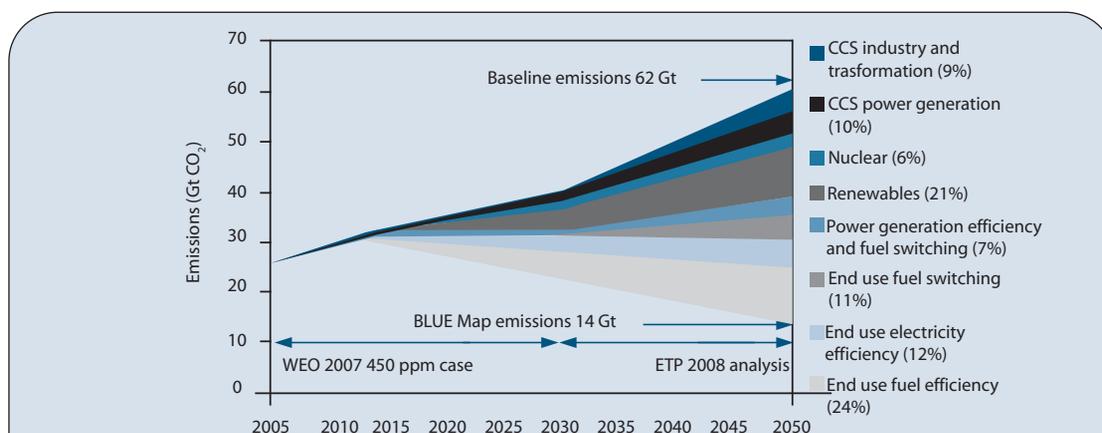
La figura 2 indica, nel caso dello scenario BLUE, il contributo di abbattimento delle varie tecnologie e mostra la coerenza dei risultati di ETP 2008 con i risultati del World Energy Outlook 2007, l'altra pub-

blicazione di riferimento dell'IEA, che con un approccio diverso, più volto alla policy e ai mercati dei fossili e con minore enfasi sugli aspetti tecnologici, perviene tuttavia a risultati congruenti nell'orizzonte temporale 2030.

Sul piano delle tecnologie, in tutti gli scenari l'efficienza energetica nei vari settori di produzione e uso dell'energia (elettrificazione, residenziale, industria, trasporti) offre le maggiori opportunità di abbattimento delle emissioni al minor costo. Seguono le tecnologie per la decarbonizzazione del settore dell'elettrogenazione attraverso l'uso delle fonti rinnovabili, del nucleare e delle tecnologie



**Figura 1**  
Costi di mitigazione delle emissioni di CO<sub>2</sub> in funzione delle quantità abbattute e delle tecnologie, nei due scenari ACT e BLUE  
Fonte: Energy Technology Perspectives 2008, IEA



**Figura 2**  
Contributo delle varie tecnologie alla riduzione delle emissioni (scenario BLUE)  
Fonte: Energy Technology Perspectives 2008, IEA

di cattura e stoccaggio della CO<sub>2</sub> (CCS). Gli scenari della serie BLUE si affidano anche al contributo di tecnologie ad alto costo come ad esempio l'uso di tecnologie CCS nell'industria e di tecnologie alternative ai motori a combustione nei trasporti.

Lo scenario ACT richiede un incremento dell'efficienza media in tutti i settori dell'ordine di 1,4% all'anno mentre lo scenario BLUE richiede incrementi annui di circa l'1,7%. Per avere un'idea dell'impegno necessario per conseguire tali obiettivi basti pensare che nei paesi OECD l'efficienza energetica negli anni recenti è cresciuta a tassi medi annui inferiori all'1% e che la differenza tra gli scenari ACT e BLUE si tradurrebbe in un risparmio energetico negli usi finali nel 2050 pari a circa 1500 Mtep (20% del consumi finali attuali).

Il settore residenziale offre inizialmente la possibilità di cospicui abbattimenti a basso costo (ACT) ma richiede investimenti significativi (BLUE) per conseguire obiettivi più ambiziosi (edifici ad emissioni zero, rigorosi standard di consumo energetico ed emissioni per i dispositivi di uso quotidiano ecc.). Gli investimenti richiesti ammontano a 2600 miliardi di dollari nello scenario ACT e a circa il triplo in BLUE. L'industria è responsabile in modo diretto o indiretto di circa un terzo dei consumi energetici e delle emissioni di CO<sub>2</sub>, mentre due settori produttivi quali acciaio e cemento sono responsabili del 50% delle emissioni di tutto il settore industriale. A fronte di ciò, i settori industriali più energivori hanno sensibilmente migliorato la loro efficienza nel recente passato. Esiste tuttavia ancora un cospicuo potenziale di miglioramento ad esempio in quelli dei motori elettrici e della cogenerazione per uso industriale. L'applicazione di sistemi CCS agli impianti industriali costituisce una delle opzioni ad elevato costo marginale contemplate prevalentemente

nello scenario BLUE. In generale, una grande riduzione delle emissioni nel settore industriale appare un obiettivo difficile da conseguire. Nello scenario ACT le emissioni industriali nel 2050 risultano circa il 63% più elevate che nel 2005 mentre in BLUE risultano il 22% più basse, con investimenti aggiuntivi dell'ordine di 2500 miliardi di dollari.

Nei trasporti, risparmio energetico e riduzione delle emissioni sono affidati nello scenario ACT prevalentemente alla maggiore efficienza dei veicoli tradizionali, alla penetrazione di veicoli ibridi, a un moderato contributo dei biocarburanti (bioetanolo) e ad una minore tendenza all'uso di veicoli pesanti per uso privato (SUV). Nello scenario BLUE si assiste invece ad una parziale ma significativa sostituzione dei veicoli tradizionali a combustione interna e dei carburanti convenzionali, ad un maggior ruolo per i biocombustibili da produzioni sostenibili, per i veicoli elettrici a batteria o per veicoli equipaggiati con celle a combustibile alimentate ad idrogeno. Allo stato attuale di sviluppo, risulta difficile ipotizzare quale di tali tecnologie risulterà prevalente. Con ottimistiche ipotesi di sviluppo tecnologico quali quelle adottate in BLUE, nel 2050 potrebbero essere in circolazione circa un miliardo di veicoli elettrici o con celle a combustibile il cui costo sarebbe di circa 6500 dollari superiore a quello di un veicolo convenzionale. La decarbonizzazione del settore dei trasporti richiede in assoluto i maggiori investimenti aggiuntivi, dell'ordine di 17000 miliardi di dollari in ACT e 33000 miliardi in BLUE.

La cattura delle emissioni di CO<sub>2</sub> dagli impianti di elettrogenazione costituisce invece la singola tecnologia in grado di offrire il maggior contributo di abbattimento. L'applicazione di sistemi CCS nel settore elettrico e nel settore industriale sarebbe in grado di fornire complessiva-



mente il 14% e il 19% dell'abbattimento totale negli scenari ACT e BLUE, rispettivamente. Naturalmente, nello scenario BLUE, l'uso di costosi sistemi CCS nell'industria contribuisce ad elevare il costo marginale degli interventi. Tale scenario include anche un massiccio ricorso alla produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili (eolico, fotovoltaico, solare termico a concentrazione, biomasse, pari a circa il 46% della potenza installata nel 2050). L'uso di fonti rinnovabili in tutti i settori fornirebbe complessivamente circa il 21% degli abbattimenti di CO<sub>2</sub> (BLUE) rispetto al tendenziale. Un marcato ricorso al nucleare sarebbe in grado di contribuire per il circa il 6% alla riduzione di CO<sub>2</sub> e per circa il 25% alla elettro-generazione (BLUE, 2050) assumendo la costruzione di circa 32 GW di potenza all'anno da qui al 2050. Gli investimenti richiesti nel settore elettrico sarebbero dell'ordine di 700 miliardi di dollari in ACT e circa 5 volte maggiori in BLUE a causa del massiccio ricorso a fonti rinnovabili ad alto costo e alla chiusura prematura di molti impianti a carbone non adatti alla installazione di sistemi CCS.

A conclusione di questo breve sommario (l'opera è molto vasta e qualsiasi sintesi rende scarso merito al livello di dettaglio e all'impegno in essa profuso) è utile fare ancora alcune brevi osservazioni che possono facilitare la corretta interpretazione dei risultati.

Le analisi di ETP sono basate sull'uso di modelli di ottimizzazione (modelli tecnico-economici ad equilibrio parziale della serie Markal) e pertanto descrivono un sistema energetico che si evolve nel tempo secondo criteri e scelte ottimali (minimo costo). Non sempre, o forse soltanto raramente, ciò riflette la realtà del mercato, della domanda dei consumatori e delle scelte di politica energetica. È ragionevole quindi considerare gli scenari ETP come il limite superiore di una realtà desi-

derabile.

ETP 2008 tiene conto dell'incremento dei costi di investimento e di ingegneria delle varie tecnologie energetiche conseguenti ai recenti aumenti di prezzo delle principali materie prime.

Le ipotesi alla base dello studio comprendono tra l'altro ipotesi di lungo termine sulla evoluzione dei prezzi petroliferi e degli altri combustibili fossili. Con una scelta per alcuni versi opinabile, l'Agenzia Internazionale dell'Energia ha continuato fino ad oggi a basare le proprie proiezioni, per quanto riguarda gli scenari di riferimento, su prezzi medi di lungo termine del petrolio (orizzonte temporale 2030) dell'ordine di 65 dollari a barile. Queste ipotesi sono ora in fase di profonda revisione e l'edizione 2008 del prestigioso IEA World Energy Outlook prevista per il prossimo novembre prenderà in considerazione prezzi medi più in linea con l'orientamento attuale dei mercati, quantomeno per il breve-medio termine. Ciò tuttavia non inficia, né qualitativamente né quantitativamente i risultati di ETP 2008 grazie alla metodologia adottata nell'analisi, che si basa non su misure di politica energetica settoriali ma sulla monetarizzazione degli interventi, degli incentivi e dei costi in termini di costo di abbattimento (\$/tCO<sub>2</sub>). Un incremento di 10 dollari a barile del prezzo del petrolio equivale infatti ad un incentivo alla riduzione delle emissioni di circa 25 dollari per tonnellata di CO<sub>2</sub>. Su questa base, i costi di abbattimento marginali e medi calcolati in ETP possono essere opportunamente scalati per tener conto dei prezzi attuali dei mercati petroliferi. Ne segue che qualora i prezzi petroliferi si stabilizzassero nel tempo su livelli elevati, molte delle opzioni negli scenari ACT e alcune delle opzioni negli scenari BLUE sarebbero già oggi commercialmente competitive.

*Paolo Soleri, architetto, urbanista, scultore, è uno dei grandi interpreti contemporanei dell'utopia urbana. Nato a Torino nel 1919, dopo la laurea al Politecnico nel 1946, si trasferisce l'anno successivo negli Stati Uniti dove frequenta lo studio-comunità di Frank Lloyd Wright. Rientrato in Italia nel 1950, nel 1955 si stabilisce definitivamente nel deserto dell'Arizona avviando i laboratori urbani di Cosanti (Phoenix) e Arcosanti (a metà strada tra Phoenix e il Grand Canyon) con l'intento di sperimentare i principi di un'architettura in armonia con uomo e ambiente.*



*Soleri elabora teorie urbane di eccezionale attualità, mettendo a punto fin dal 1970 il concetto di Arcologia (architettura + ecologia). In tale visione insediativa sono fondamentali i principi di compattezza, miniaturizzazione, densità, risparmio del territorio, uso delle fonti d'energia rinnovabile, riciclo, nonché qualità estetica per la creazione di una neo-natura a dimensione umana.*

*Nel 2000 Soleri riceve il Leone d'Oro alla Mostra Internazionale di Architettura della Biennale di Venezia per la attività di architetto e nel 2006 riceve il Cooper Hewitt Award presso lo Smithsonian Museum di New York per il suo grande contributo alla definizione degli stili della progettazione contemporanea.*

## Intervista a Paolo Soleri

A cura di Antonio Disi

ENEA - Dipartimento Ambiente,  
Cambiamenti Globali e Sviluppo Sostenibile

**Architetto Soleri, le città ci affasciano. Da sempre esse esercitano una forte attrattiva su di noi e più grande è una città, maggiore sembra il suo fascino. Ma se le grandi città come Roma**

**un tempo sono state simbolicamente un mondo, oggi il mondo sta diventando, per molti aspetti, un'unica città. Come sarà, secondo lei, la città del futuro?**

La sua domanda fa riferimento ad una questione di base: se il fenomeno urbano riguardi esclusivamente la vita umana o se, invece, investa tutte le forme di vita presenti sulla Terra.

Ritengo che in tutti i sistemi di vita sia presente un urbanesimo naturale secondo cui il singolo organismo agisce come parte integrante di un gruppo: ape-alveare, lupo-branco, pesce-branco. La vita è, pertanto, un fenomeno urbanistico fisiologico-sociale o, come per l'uomo, un fenomeno fisiologico-socio-culturale.

Il villaggio planetario proposto da pianificatori e sociologi, invece, contraddice l'urbanesimo della vita perchè promuove l'eremitaggio planetario. La scienza e la storia ci dicono che la dispersione non riguarda il processo evolutivo in corso ma il momento iniziale di quest'ultimo, avvenuto circa 5 mi-



liardi di anni fa. Civiltà e cultura, invece, sono processi implosivi in cui l'intensità vitale diventa autocreazione: è la storia dell'evoluzione e soprattutto dell'evoluzione umana contenuta in essa.

Qualunque sia la "forma" della città, lungo tutto il processo storico, l'essenza dell'urbanesimo rimane l'evoluzione.

**Negli ultimi anni è cresciuta l'attenzione ai temi della sostenibilità ma lei è più di mezzo secolo che progetta città che non divorano spazi, non necessitano di auto, non inquinano e si alimentano con fonti di energia rinnovabili. Arcosanti, Mesa City, Cosanti, Solare possono essere considerate modelli di città possibili?**

Più che modelli, preferisco chiamarli laboratori proprio per l'enorme complessità che caratterizza i sistemi urbani. Ad Arcosanti cerchiamo di introdurre l'idea che senza affrontare l'imperativo della complessità ed il relativo bisogno di possedere un fluido, un modo di muovere persone, derrate, rifornimenti e tutte ciò che viene prodotto e gestito dall'opportunismo dell'*homo-faber*<sup>1</sup>, l'idea stessa della vita naufraghi nella congestione, nell'inquinamento, nel conflitto e nell'isolamento endemico dell'abitato. All'oggi la città fluida nei suoi bisogni logistici non esiste.

**La storia della città è strettamente legata alla storia della tecnologia. Ad ogni grande rivoluzione tecnologica ed economica ha corrisposto una trasformazione della città e oggi ci troviamo nel pieno di una nuova trasformazione tecnologica ed economica. Architetto Soleri, in che modo bisognerebbe utilizzare la tecnologia per progettare lo spazio urbano e pianificare lo sviluppo edilizio?**

Il progresso tecnologico visibile negli edifici più sofisticati (e più costosi), se non guidato dalla conoscenza di ciò che è più essenziale per una civiltà veramente innovatrice, diventa un disservizio all'*homo-sapiens*, una distrazione dallo scopo fondamentale del fenomeno umano, una tecnologia eradicata dall'immensa biotecnologia umana alla ricerca della grazia planetaria, cioè cosmica.

Dobbiamo approfondire la conoscenza della biotecnologia umana inclusiva del capolavoro che è il cervello nel suo sorprendente sviluppo (auto-creazione)... "cose da laboratorio vissuto" quale è la vita.

**Per favorire l'uso di tecnologie innovative e sostenibili è necessario rimuovere gli ostacoli che frenano la loro adozione. Il senso di diffidenza del cittadino verso l'innovazione tecnologica è un fenomeno ben noto e studiato. Alla costruzione di Arcosanti hanno preso parte molti dei partecipanti ai suoi workshop che poi hanno deciso di viverci. Ma come è possibile coinvolgere i cittadini nella progettazione dell'ambiente in cui vivono quotidianamente?**

<sup>1</sup> L'uomo, secondo Soleri, è "homo faber", trasformatore e manipolatore per natura

L'innovazione tecnologica tende ad essere un'innovazione isolante non solo per la natura del nuovo non ancora garantito, ma anche perché esiste un attrito innato fra tradizione ed innovazione. La società costruisce il proprio ambiente attraverso le proprie tendenze, intrusioni o indifferenze: ci meritiamo l'ambiente in cui viviamo. Le strutture, i nodi, l'abitato, i monumenti sono tutte cose di cui siamo autori, individualmente e collettivamente. Nel nostro input fuorviante, il paesaggio cittadino tende a diventare più e più remoto. Noi tutti ne siamo gli autori.

L'uomo fa la casa e fa la città': "*homo-familiaris, homo-faber, homo-economicus, homo-speculans, homo-rapax, homo-felix, homo-desperatus*"<sup>2</sup> ...Dobbiamo generare ambienti fisici capaci di stimolare la passione per la vita che crea se stessa.

**Città nuove sopra e dentro città antiche. È questo uno dei drammi che affligge gran parte delle città del Vecchio Continente. Come, secondo lei, è possibile riqualificare un vecchio "contenitore" usando nuove tecnologie?**

Non conosco il costo di riqualificazione di zone o edifici. Il successo di queste iniziative dimostra la longevità di settori quasi in rovina quando l'iniziativa non è puramente finanziaria (*homo-rapax*).

Roma è un caso spettacolare se non unico, quasi 3000 anni di storia traumatica che si sviluppa su un terreno paludoso...vedi pure Venezia. Se queste si possono considerare eccezioni si può sempre dire che il fenomeno vitale è sempre, sempre eccezionale... Ciò necessita di uno sfacciato coraggio misto a "benedetta ignoranza", perseguibile laboriosamente e quasi ossessivamente per ottenere risultati validi, cioè coerenti.

**In un'epoca di cambiamento climatico e di obiettivi globali di riduzione delle emissioni, l'efficienza energetica rappresenta uno dei fattori per la sostenibilità delle città. Di quale energia si nutrono le sue città?**

Non ho città mie, ho congetture di sistemi urbani che siano più coerenti alle spinte evolucionistiche che la storia propone. L'efficienza energetica fondamentale è quella presente nella vera natura dell'effetto urbano: la stupefacente complessità dell'*homo sapiens* operante in un ambiente che non ne tradisce lo slancio evolucionista, cioè la quasi immediatezza del *loop* informazione-risposta.

Internet a parte, perchè legato alle virtualità del cervello attivo, questo *loop* è vivo in proporzione alle distanze fisiche che connettono e separano i soggetti in questione. In una parola: la miniaturizzazione importata dal mondo atomico e subatomico, la nanotecnologia di moda ed applicata al nostro macromondo, quello in cui la Terra agisce.

<sup>2</sup> Soleri utilizza spesso latinismi per descrivere le sue teorie. Alcuni possono essere ricondotti alla tradizione classica filosofica, altri sono neologismi



La distanza equivale a rumore. Il rumore che mi separa dal mio ufficio è il traffico veicolare, pedonale-anonimo che funziona come confusione e riduzione della conoscenza. La super efficienza cerebrale è l'enorme riduzione della separazione spaziale tra domanda e risposta, una istantaneità misurata in millisecondi. Questo sublime urbanesimo è per un mondo al di là del divenire, ma la spinta evolutzionistica ci deve guidare verso questa utopia al di là del divenire.

Il traffico, gemello del caos, deve ridursi, cioè le risorse offerte dalla tecnologia (tecnologia del cervello in prima linea) deve produrre strutture ambientali sofisticate e miniaturizzanti. Il trasporto di massa è stato uno sforzo in quella direzione ma non poteva che fallire il giorno in cui abbiamo scelto l'eremitaggio suburbano come il portale verso una felicità materialista.

Ora siamo posseduti da questa scelta e solo uno tsunami della cultura avrebbe il potere traumatico di favorire non riforme illusorie ma riformulazioni inequivocabili.

**Arcosanti è una città compatta, che ospita in sé pressoché tutte le attività urbane e consente di preservare il territorio. Solare, il suo progetto per la Cina del nuovo millennio, è una città che si estende per centinaia di chilometri, riproponendo un modulo abitativo capace di accogliere fino a 1500 persone e di ospitare servizi di tipo commerciale, istituzionale, produttivo, strutture ospedaliere, ricreative e culturali inseguendo, nel frattempo, i venti della regione per sfruttare la loro energia. Cosa è cambiato?**

Ho aggiornato le arcologie lineari così da introdurre la tecnologia del fotovoltaico e del vento in modo sistematico e non interrotto. Come il flusso della gente e delle cose è un continuo, così avviene anche per la cattura dell'energia solare. Questo deve avvenire integralmente entro le definizioni funzionali e strutturali del *continuum* urbano.

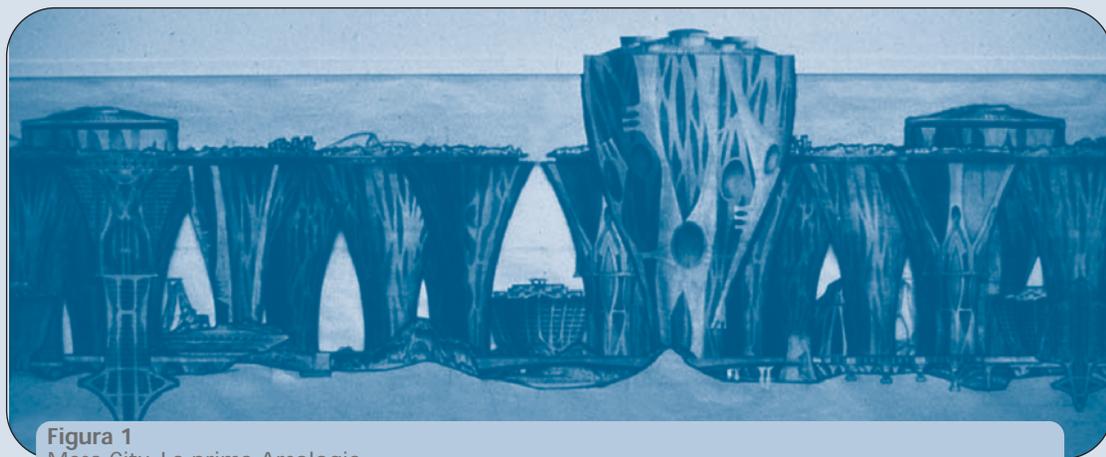
Le sezioni trasversali del nastro urbano di Solare indicano questo modo sinergico e frugale (*lean*) tra la vita e l'imperativo energetico che l'accompagna. Per miliardi di consumatori si tratta della sola possibilità non illusoria. Solare non insegue i venti, li cattura sul posto mentre Solare e la cultura urbana devono avvenire, coincidere con la crescita delle strutture che si susseguono, un modulo cittadino dopo l'altro, secondo la destinazione di Solare. Dal punto di vista geografico e' come, per esempio, il desiderabile continuo urbano da Tucson a Phoenix.

## Le città/arcologie di Paolo Soleri

Le città di Paolo Soleri, o meglio, le sue arcologie, sono agglomerati a totale sviluppo tridimensionale, in cui prevalgono i principi di compattezza, miniaturizzazione, densità, risparmio del territorio, uso delle fonti d'energia rinnovabile e riciclo. Di seguito, le arcologie più rappresentative da lui proposte in cinquant'anni di attività.

### *Mesa City (1950)*

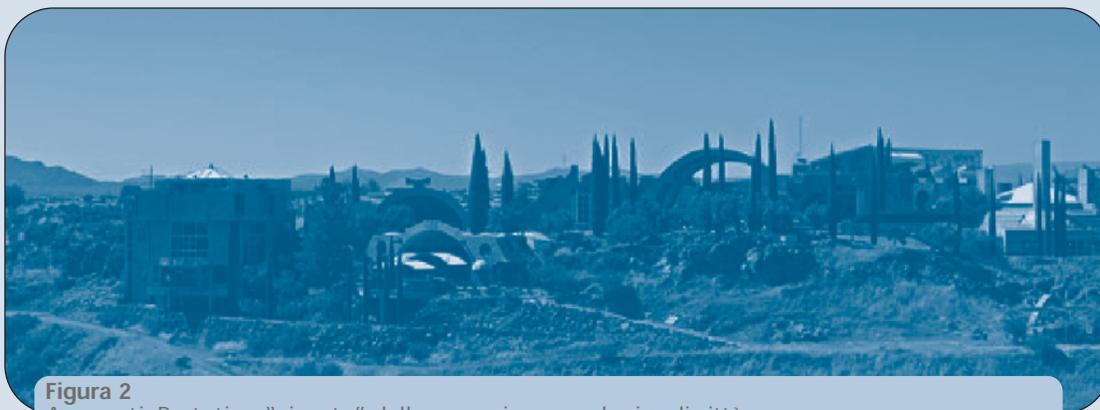
I primi passi nell'Arcologia sono nell'idea di questa metropoli di due milioni di abitanti interamente sollevata dal suolo, formata da "Villaggi a Terra" composti di torri a fungo, con ampi terrazzi e giardini pensili. Si tratta di un organismo complesso, tecnologicamente avanzato e con funzioni interdipendenti, che non si mimetizza nel paesaggio, ma instaura un confronto alla pari con la natura. Collocata su un altopiano, si sarebbe dovuta estendere per 35 chilometri di lunghezza e 10 di larghezza.



**Figura 1**  
Mesa City. La prima Arcologia

### *Arcosanti (1970)*

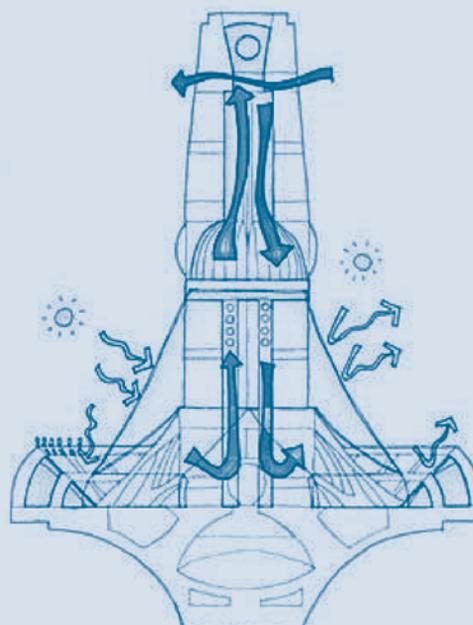
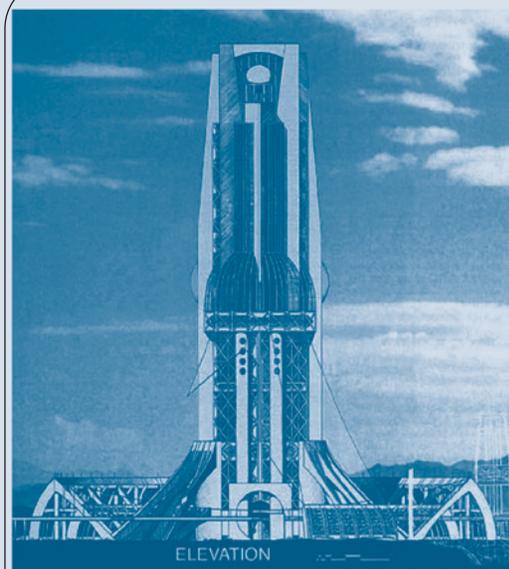
Arcosanti è un laboratorio urbano ideato e costruito da Soleri su di un altopiano desertico dell'Arizona, a metà strada tra Phoenix e Flagstaff, con l'intento di sperimentare i principi di un'architettura in armonia con l'uomo e l'ambiente. Ad Arcosanti, ogni anno, centinaia di professionisti e studenti confluono da tutto il mondo per partecipare alla costruzione di questo prototipo vivente della concezione arcologica di città compatta e tridimensionale. Il motto è "learning by doing", imparare facendo, perché l'idea è che tutti possono partecipare alla realizzazione di questa città, in quanto l'uomo, secondo Soleri, è "homo faber", trasformatore e manipolatore per natura.



**Figura 2**  
Arcosanti. Prototipo "vivente" della concezione arcologica di città

**Hyperbuilding (2000), figure 3 e 4**

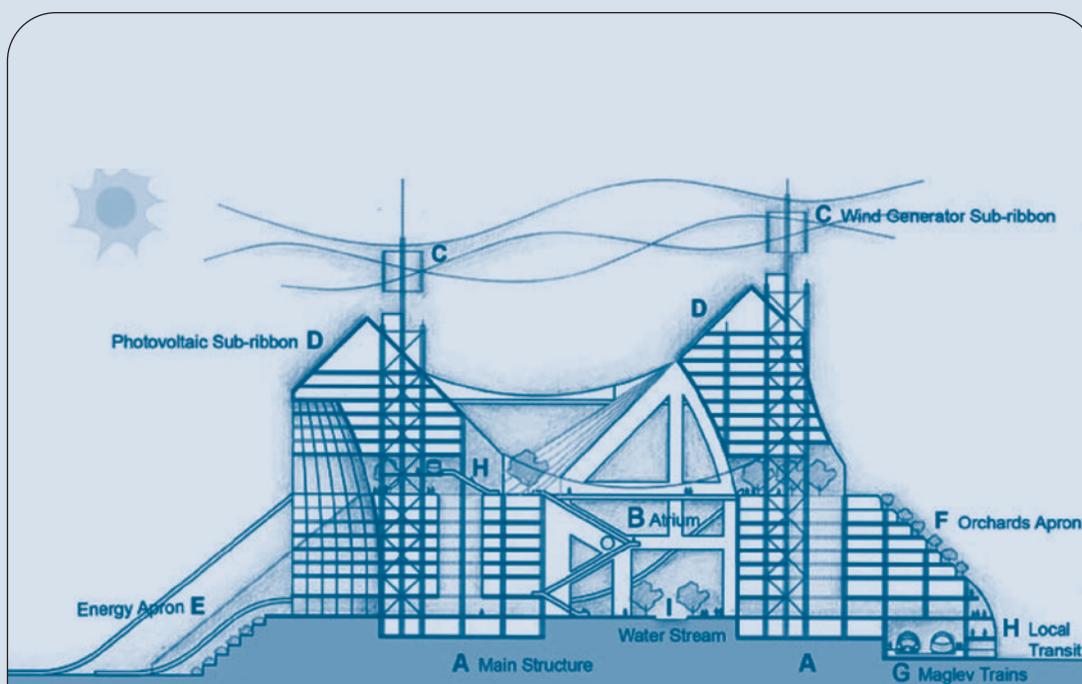
Hyperbuilding è il progetto per una città-edificio costituita da una torre alta 1.000 metri, con un diametro di base di circa 250 metri. È un sistema molto compatto, che ospita tutte le attività urbane e consente di preservare il territorio integrando tecnologie attive e passive per la produzione di energia e per la regolazione del microclima interno.



**Figure 3 e 4**  
Hyperbuilding. Prospetto e schema tecnologico per la produzione di energia e per la regolazione del microclima interno

## Solare (2006), figure 5 e 6

Solare, la Linear City, è il progetto di Paolo Soleri per la Cina del nuovo millennio. È una città lineare formata da due corpi principali di oltre trenta piani che si sviluppano paralleli per centinaia di chilometri, riproponendo un modulo abitativo progettato per accogliere fino a 1500 abitanti, integrando servizi di tipo commerciale, istituzionale, produttivo, strutture ospedaliere, ricreative e culturali. La città è autosufficiente dal punto di vista energetico utilizzando aereogeneratori ed un sistema di celle fotovoltaiche collocate su tutta la lunghezza del corpo urbano.



**Figura 5**  
Sezione trasversale di Solare

## LEGENDA

- A - Due principali strutture parallele di trenta o più piani che si estendono per una distanza che può variare da alcuni chilometri fino a centinaia di chilometri
- B - Un volume climatizzato costituisce il parco interno con funzione di serra d'inverno e di ambiente protetto dal sole d'estate
- C - Turbine eoliche
- D - Pannelli fotovoltaici
- E - Serre a nastro
- F - Frutteti a nastro
- G - Trasporti pubblici
- H - Rampe mobili per pedoni, bus navette
- I - Corso d'acqua interno



**Figura 6**  
Planimetria ed immagini prospettiche di Solare

## Fondi strutturali ed energia per le Regioni italiane

Emidio D'Angelo, Antonio Colangelo,  
Silvia Orchi

ENEA  
Ufficio di Presidenza

*La programmazione 2007-2013 dei Fondi Strutturali evidenzia l'importanza che il tema dell'energia riveste nella politica dell'Unione Europea. Un impegno notevole è richiesto alle nostre Regioni, alle quali l'ENEA intende fornire tutte le competenze per una efficace politica energetico-ambientale che benefici al meglio delle risorse finanziarie europee*



colangelo@trisaia.enea.it



emidio.dangelo@casaccia.enea.it



orchi@casaccia.enea.it

### L'energia nei Fondi Strutturali 2007-2013

L'investimento complessivo previsto per tutti i paesi dell'Unione Europea nell'ambito della nuova programmazione 2007-2013 dei Fondi Strutturali ammonterà a 308 miliardi di euro e sarà destinato a sostenere lo sviluppo sostenibile rafforzando la crescita, la competitività, l'occupazione e l'inclusione sociale, tutelando e migliorando la qualità dell'ambiente.

I tre fondi strutturali previsti dal regolamento generale sono: il Fondo europeo di sviluppo regionale (FESR), il Fondo sociale europeo (FSE) e il Fondo di coesione.

Il Fondo europeo di sviluppo regionale (FESR) definisce il proprio ruolo e i propri campi di intervento nella promozione degli investimenti pubblici e privati al fine di ridurre le disparità regionali nell'Unione con programmi in materia di sviluppo regionale, di cambiamento economico, di potenziamento della competitività e di cooperazione territoriale su tutto il territorio dell'UE.

## Structural funds and energy for the Italian Regions

*The 2007-2013 Structural Funds budget shows how much importance the European Union gives to the subject of energy. Our Regions are asked to make a considerable effort, and ENEA intends to provide them with all the expertise they need to implement an effective energy/environment policy that makes the best use of European financial resources*



Il Fondo sociale europeo (FSE) sostiene l'occupazione e aiuta i cittadini a potenziare la propria istruzione e le proprie competenze, in modo da accrescere le opportunità di lavoro.

Il Fondo di coesione contribuisce a interventi nei settori dell'ambiente e delle reti di trasporti transeuropee, negli Stati membri aventi un reddito nazionale lordo (RNL) inferiore al 90% della media comunitaria. Esso riguarda quindi i nuovi Stati membri e su base transitoria anche la Grecia, il Portogallo e la Spagna.

Nel periodo 2007-2013 il FESR, l'FSE e il Fondo di coesione contribuiscono ai tre obiettivi: Convergenza (FESR, FSE e Fondo di coesione), Competitività regionale e occupazione (FESR, FSE) e Cooperazione territoriale europea (FESR). A partire da un PIL regionale inferiore al 75% della media UE le regioni sono ammesse a fruire degli interventi per l'obiettivo Convergenza, mentre tutte le altre regioni hanno accesso all'Obiettivo Competitività regionale e occupazione. L'ammissibilità geografica delle regioni nel contesto dell'obiettivo di Cooperazione territoriale europea interessa le regioni transfrontaliere oppure quelle che rientrano in ambiti di cooperazione transnazionale e si basa su una decisione della Commissione. Le risorse finanziarie per i tre obiettivi e il metodo per il loro stanziamento sono stabiliti dal regolamento generale. Gli stanziamenti (prezzi 2004) dell'UE sono i seguenti:

- l'importo disponibile per l'obiettivo Convergenza è di € 251,1 miliardi, pari all'81,5% del totale stanziamenti, di cui € 12,5 miliardi alle Regioni in regime transitorio (*phasing-out*) e € 61,6 miliardi alle Regioni interessate dal Fondo di coesione. Le Regioni italiane interessate (€ 21,6 miliardi) sono Calabria, Campania, Puglia, Sicilia e Basilicata, quest'ultima in regime transitorio;

- la dotazione finanziaria dell'obiettivo Competitività regionale e occupazione è di € 49,1 miliardi, dei quali € 10,4 miliardi destinati alle Regioni *phasing-in*, che corrisponde a poco meno del 16% dello stanziamento totale. Le Regioni italiane interessate (€ 6,3 miliardi) sono tutte quelle che non rientrano nell'Obiettivo Convergenza;
- per l'obiettivo di Cooperazione territoriale europea sono disponibili € 7,75 miliardi (2,5% del totale) ripartiti come segue: € 5,57 miliardi per l'elemento transfrontaliero, € 1,58 miliardi per l'elemento transnazionale e € 392 milioni per la cooperazione interregionale.

La nuova programmazione 2007-2013 dei Fondi Strutturali evidenzia l'importanza che il tema dell'energia riveste nella politica dell'Unione Europea e ciò è stato recentemente riaffermato da una serie di provvedimenti che delineano in modo chiaro il percorso che si intende seguire da qui al 2020 per ridurre drasticamente gli effetti del consumo energetico sul clima; la politica energetica ed ambientale a livello comunitario è stata rafforzata dalla decisione del Consiglio Europeo del 9 marzo 2007, che persegue l'integrazione delle politiche energetiche e ambientali, fissando diversi obiettivi al 2020, tra i quali appaiono rilevanti, ai fini del presente programma:

1. una penetrazione del 20% delle fonti rinnovabili sul consumo di energia primaria (incluso un 10% di biocarburanti);
2. una riduzione del 20% del consumo di energia primaria rispetto al *trend* attuale;
3. una riduzione del 20% delle emissioni di gas serra rispetto al 1990.

L'allocazione complessiva per tutti i paesi i 27 paesi UE delle risorse finanziarie nella nuova programmazione 2007-2013,

sulle singole tipologie di intervento riguardanti le fonti energetiche rinnovabili e l'efficienza energetica, è riportata nella tabella 1. Il totale dei fondi europei dedicati al tema assomma a quasi 9 miliardi di euro, di cui poco meno del 50% per l'efficienza energetica. Tra le rinnovabili spicca la biomassa (20% delle risorse); le restanti tecnologie (solare, eolico, idroelettrico e geotermico) assorbono, ciascuna, circa il 10% delle risorse. Per quanto riguarda la distribuzione tra i diversi obiettivi, quasi 7 miliardi sono dedicati alle aree Convergenza, 1,75 circa all'obiettivo Competitività Regionale ed Occupazione e 325 milioni alla Cooperazione territoriale.

### Il Quadro Strategico Nazionale

Ciascun paese dell'UE ha definito il proprio Quadro Strategico Nazionale per accedere ai fondi strutturali. Il 13 luglio 2007 è stata approvata dalla Commissione Europea la proposta italiana di Quadro Strategico Nazionale per la politica regionale di sviluppo 2007-2013. Successivamente, fino alla fine del 2007, si è avuta l'approvazione di gran parte dei Programmi Operativi previsti dal Quadro Strategico Nazionale (QSN), concludendo la fase di programmazione e dando avvio all'attuazione degli interventi previsti dai vari Programmi Operativi. La strategia unitaria per la politica regionale decisa da Stato centrale e

Regioni, contenuta nel QSN, si fonda sulle analisi delle tendenze economico-sociali, sugli estesi approfondimenti effettuati nella fase di impostazione strategica preliminare, sullo schema concettuale e sulle principali lezioni e apprendimenti che vengono dalla valutazione e dall'esperienza 2000-2006.

Nelle aree del Mezzogiorno, la politica regionale unitaria interviene di conseguenza in modo molto rilevante dal punto di vista finanziario. Accanto alla forte concentrazione del contributo comunitario nell'area dell'Obiettivo Convergenza e alla certamente minore, ma non trascurabile, dotazione di risorse comunitarie destinata a quelle regioni del Mezzogiorno che rientrano nell'Obiettivo Competitività regionale e occupazione, si accompagna, infatti, la scelta nazionale di agire per ridurre gli squilibri interni, destinando al Mezzogiorno l'85% dei Fondi nazionali per la politica regionale (FAS). Il fondo FAS è stato rifinanziato dalla Legge n. 299/2006 (Finanziaria per il 2007) art.1, comma 863, specificamente "per la realizzazione degli interventi di politica regionale nazionale relativi al periodo di programmazione 2007-2013".

Le risorse globali del QSN sono pari a 124,7 miliardi di euro, di cui 28,7 provenienti dall'UE e 96 da risorse nazionali (31,6 per il cofinanziamento dei Fondi Strutturali e 64,4 dal FAS).

Tabella 1 - Allocazione dei fondi strutturali per il settore Energia

Descrizione	Fondi UE (€)	%
Eolico	787.559.634	8,77
Solare	1.075.766.130	11,98
Biomasse	1.796.841.670	20,01
Idroelettrico, Geotermia	1.129.759.735	12,58
Efficienza Energetica	4.191.500.413	46,67
<b>Totale</b>	<b>8.981.427.582</b>	<b>100</b>

Fonte: Dipartimento delle Politiche di Sviluppo del MSE



La politica regionale unitaria nel suo complesso dispone così nel Mezzogiorno, per il ciclo di programmazione unitaria 2007-2013, di oltre 100 miliardi di euro (pari a circa il 7 per cento del PIL dell'Italia nel 2005).

La strategia del QSN assume quattro macro obiettivi: a) sviluppare i circuiti della conoscenza; b) accrescere la qualità della vita, la sicurezza e l'inclusione sociale nei territori; c) potenziare le filiere produttive, i servizi e la concorrenza; d) internazionalizzare e modernizzare l'economia, la società e le Amministrazioni.

All'interno dei macro-obiettivi sono state identificate le seguenti priorità tematiche.

- Priorità 1: miglioramento e valorizzazione delle risorse umane.
- Priorità 2: promozione, valorizzazione e diffusione della Ricerca e dell'innovazione per la competitività.
- Priorità 3: energia e ambiente: uso sostenibile e efficiente delle risorse ambientali per lo sviluppo.
- Priorità 4: inclusione sociale e servizi per la qualità della vita e l'attrattività territoriale.
- Priorità 5: valorizzazione delle risorse naturali e culturali per l'attrattività per lo sviluppo.
- Priorità 6: reti e collegamenti per la mobilità.
- Priorità 7: competitività dei sistemi produttivi e occupazione.
- Priorità 8: competitività e attrattività delle città e dei sistemi urbani.
- Priorità 9: apertura internazionale e attrazione di investimenti, consumi e risorse.
- Priorità 10: *Governance*, capacità istituzionali e mercati concorrenziali e efficaci.

Gli interventi sull'ambiente previsti nella Priorità 3 mirano ad accrescere la disponibilità di risorse energetiche me-

diante il risparmio e l'aumento della quota di energia prodotta da fonti rinnovabili. Saranno effettuati, in continuità con l'impostazione data nel 2000-2006, investimenti rivolti all'efficiente gestione delle risorse e alla tutela del territorio.

Il QSN, nell'ottica di migliorare le condizioni di vita dei cittadini e l'accessibilità ai servizi, considerati elementi prioritari per lo sviluppo dei territori, pone particolare enfasi sulle tematiche energetiche.

Per misurare l'efficacia degli interventi, il Quadro ha previsto poi degli indicatori per osservare le trasformazioni e i cambiamenti che le politiche produrranno. Ciò anche per fornire informazioni utili ai decisori che dovranno monitorare e, se del caso, reimpostare la programmazione per una ricaduta più efficace degli interventi.

A valle delle previsioni del Quadro, tutti i programmi operativi, come nella logica della programmazione, hanno previsto dei propri indicatori che nel caso dell'energia non si discostano molto da quelli individuati per il QSN e che in un buon numero di programmi riguardano: per le fonti rinnovabili, "l'energia prodotta da fonti rinnovabili" e "i consumi di energia elettrica da fonti rinnovabili", mentre per l'efficienza energetica, "l'energia annua risparmiata" e "le emissioni di CO<sub>2</sub> evitate".

Coerentemente con le previsioni del QSN, i programmi hanno destinato alla tematica dell'energia l'8% nelle aree Convergenza e il 13% nelle aree Competitività, risorse considerate congrue per il raggiungimento degli obiettivi delineati dal Consiglio, anche in considerazione del consistente impegno della politica ordinaria italiana sul fronte energetico.

## Energia e ambiente: uso sostenibile e efficiente delle risorse per lo sviluppo (Priorità 3)

### *Descrizione della priorità*

Qualità ambientale e uso sostenibile ed efficiente delle risorse naturali sono, sempre più, fattori di competitività e attrattività per lo sviluppo locale. Il recupero dei divari regionali nella distribuzione e nell'efficienza dei servizi e delle infrastrutture ambientali per la popolazione e le imprese, rappresenta un ambito prioritario di intervento della politica regionale, favorendo l'attivazione di filiere produttive e lo sviluppo di attività collegate di ricerca e innovazione. La priorità ambientale come fattore di competitività è particolarmente rilevante per le Regioni del Mezzogiorno, soprattutto per le Regioni dell'obiettivo Convergenza, le quali, nonostante gli avanzamenti istituzionali e i parziali risultati conseguiti nella programmazione 2000-2006, restano penalizzate da divari ancora elevati nella disponibilità e qualità di servizi essenziali per cittadini e imprese, ma dove, al contempo, sono presenti grandi opportunità di sviluppo connesse alla innovazione tecnologica nell'uso delle risorse ambientali.

Le azioni da realizzare nell'ambito di questa priorità, così come l'integrazione dei profili ambientali nelle altre priorità del Quadro (principalmente sistemi produttivi, trasporti e mobilità nelle aree urbane), contribuiscono al raggiungimento degli obiettivi del Protocollo di Kyoto di riduzione delle emissioni di gas serra e delle emissioni atmosferiche inquinanti.

La priorità si articola in due obiettivi generali, ciascuno dei quali persegue due obiettivi specifici. Il primo obiettivo generale riguarda lo sviluppo delle energie rinnovabili e il risparmio energetico. Il secondo obiettivo generale riguarda

la gestione delle risorse idriche, la gestione dei rifiuti, la bonifica dei siti inquinati, la difesa del suolo e la prevenzione dei rischi naturali e tecnologici. In questa sede viene trattato solo il primo dei due obiettivi generali della Priorità 3.

### *Obiettivo generale: fonti rinnovabili e risparmio energetico*

La politica regionale unitaria va orientata a rendere maggiormente disponibili risorse energetiche per i sistemi insediativi, produttivi e civili e ad operare per la riduzione dell'intensità energetica e per il risparmio di energia. In questa chiave, occorre prioritariamente e trasversalmente promuovere e sostenere l'attivazione di filiere produttive connesse alla diversificazione delle fonti energetiche, all'aumento della quota di energia prodotta con fonti rinnovabili e al risparmio energetico.

Questa strategia generale deve essere declinata in relazione alle specifiche condizioni locali, ambientali e produttive, e deve dotarsi di strumenti che permettano di conoscere e verificare le condizioni di coerenza degli interventi con la specifica strategia locale e con la strategia generale.

A tal fine, può essere appropriato assumere un'ottica strategica interregionale la cui attuazione sia affidata alla responsabilità dei governi regionali e locali e i cui requisiti di attuazione siano definiti in cooperazione con centri forti di competenza nazionale.

Prerequisito per l'efficacia delle politiche energetiche è *la definizione e attuazione dei Piani energetici regionali* e la sistematizzazione del quadro normativo, in coerenza con le pertinenti direttive comunitarie.

La politica regionale può altresì sostenere in maniera sussidiaria l'adeguamento infrastrutturale e gestionale delle re-



ti di distribuzione di energia, nelle aree di dimostrata inefficienza del mercato, attraverso meccanismi compensatori che permettano di garantire il servizio, in coerenza con le politiche nazionali volte allo sviluppo di nuove linee di trasmissione e distribuzione.

Questo obiettivo generale contribuisce al raggiungimento del *target* indicativo al 2012 fissato dalla Legge Finanziaria 2008 art. 2 commi 167-172 (25% del consumo interno lordo di elettricità coperto da produzione interna di elettricità da fonti rinnovabili) e agli ulteriori obiettivi derivanti dalla normativa comunitaria di settore e dalle decisioni del Consiglio europeo di primavera del 2007, affiancando il rilevante impegno della politica ordinaria. Si riconosce, infatti, che le misure ordinarie di incentivazione della produzione di energia da fonti rinnovabili (certificati verdi e tariffe incentivanti in "conto energia" per il fotovoltaico), sono coerenti con gli obiettivi nazionali. A queste misure, si aggiungono quelle relative alla promozione dell'efficienza energetica, tra cui il meccanismo dei certificati bianchi e le recenti innovazioni introdotte con la Legge Finanziaria 2007 (Legge 296/2006).

La politica regionale può contribuire alla rimozione dei vincoli alla diffusione delle energie rinnovabili e del risparmio energetico, rappresentati soprattutto dal carente raccordo tra le politiche nazionali e regionali (che si traduce anche in maggiore complessità delle procedure autorizzative), dagli alti costi di connessione alle reti, dall'insufficiente apertura all'innovazione, anche in termini delle competenze necessarie, e dalla incapacità di fondare gli interventi su una maggiore condivisione del territorio e dei cittadini. Ed è proprio con la finalità di massimizzare il contributo della politica regionale al raggiungimento dei *target* europei e nazionali che questo

obiettivo generale è perseguito attraverso l'azione sinergica dei Programmi Operativi Regionali e del Programma Operativo Interregionale "Energia Rinnovabile e Risparmio Energetico".

L'obiettivo generale si articola in due obiettivi specifici:

1. diversificazione delle fonti energetiche e aumento dell'energia prodotta da fonti rinnovabili;
2. promozione dell'efficienza energetica e del risparmio dell'energia.

### I Programmi Operativi in attuazione del Quadro

Il Quadro Strategico Nazionale si attuerà attraverso *Programmi Operativi Regionali* con contributo comunitario FESR e *Programmi Operativi Regionali* con contributo comunitario FSE e, per le Regioni dell'Obiettivo Convergenza e per l'area del Mezzogiorno, attraverso cinque *Programmi Operativi Nazionali* con contributo comunitario FESR, tre *Programmi Operativi Nazionali* con contributo comunitario FSE e due *Programmi Operativi Interregionali* (con contributo comunitario FESR).

Ai Programmi Operativi Nazionali è affidato il compito di promuovere, in attuazione delle singole priorità di riferimento, quelle politiche e azioni nel campo dell'Istruzione, della Ricerca, dei Trasporti e della Sicurezza di natura sistemica e/o di rete, basate su una visione e prospettiva di area, che soddisfano la necessaria proiezione sovragionale della strategia, ovvero assicurano omogeneità di standard e opportunità al territorio, mobilitando attori, conoscenze e strumenti, in grado di soddisfare questi requisiti.

La scelta dei due Programmi Interregionali "Energie rinnovabili e risparmio energetico" e "Attrattori culturali, naturali e turismo" risponde all'esigenza, segnalata dalle stesse regioni, di promuovere un'azione collettiva in quegli ambiti di policy che of-

frono l'opportunità, per l'uno, di cogliere la natura sistemica dell'energia e, per l'altro, di valorizzare asset contigui non sufficientemente riconoscibili in modo disgiunto. La parte prevalente della strategia del Quadro attuata con le risorse comunitarie avverrà attraverso Programmi Operativi Regionali monofondo, quindi con programmi finanziati con contributo FESR e programmi finanziati con contributo FSE.

I Programmi Operativi Regionali, articolati per macroarea "Competitività e occupazione" (a sua volta articolata in programmi delle Regioni Centro-Nord e programmi delle Regioni Mezzogiorno) e "Convergenza" sono due (POR FESR e POR FSE) per ogni Regione e per ogni Provincia autonoma.

Una parte della programmazione operativa 2007-2013 del Quadro si realizzerà nelle Regioni "Convergenza" attraverso Programmi Operativi Nazionali che, per ragioni attinenti al sistema di competenze istituzionali e alla funzionalità e all'efficacia attese, saranno affidati alla titolarità di una Amministrazione centrale.

I cinque Programmi Operativi Nazionali con contributo comunitario del FESR per le Regioni dell'obiettivo Convergenza sono: PON Sicurezza per lo Sviluppo, PON Ambienti per l'apprendimento, PON Ricerca e competitività, PON Reti e mobilità, PON Governance e Assistenza Tecnica.

I tre Programmi Operativi Nazionali con contributo comunitario del FSE sono: PON Competenze per lo Sviluppo, PON Governance e Azioni di Sistema per le Regioni dell'obiettivo Convergenza e PON Azioni di sistema per le Regioni dell'obiettivo Competitività Regionale e Occupazione.

### Programma Operativo Interregionale "Energie rinnovabili e risparmio energetico" 2007-2013

Il processo di costruzione del Programma Operativo Interregionale è frutto di una lunga ed intensa attività di analisi e di pro-

grammazione avvenuta nell'ambito di un gruppo in cui hanno lavorato, affiancate e con un forte spirito di cooperazione interistituzionale, le Amministrazioni centrali (Ministero dello Sviluppo Economico e Ministero dell'Ambiente), le 4 Regioni Convergenza e le Regioni Competitività del Mezzogiorno.

A partire dal contributo fornito dai tavoli di programmazione alla costruzione dei Documenti Strategici, è emersa forte la necessità di intervenire in campo energetico con uno strumento interregionale che coinvolgesse tutte le Regioni del Mezzogiorno. La strategia energetico-climatica a livello europeo si basa su un pacchetto di misure finalizzate, da un lato, a combattere i cambiamenti climatici attraverso la riduzione delle emissioni ad effetto serra e dall'altro a ridurre la dipendenza dalle importazioni di energia e l'aumento dei prezzi; in tale contesto la produzione di energia da fonti rinnovabili assume un ruolo fondamentale per il raggiungimento di tali obiettivi.

Il Programma Interregionale Energie Rinnovabili e Risparmio Energetico (tabella 2) si articola in tre Assi prioritari:

- Asse I, Produzione di energia da fonti rinnovabili.
- Asse II, Efficienza energetica ed ottimizzazione del sistema energetico.
- Asse III, Assistenza Tecnica e azioni di accompagnamento.

L'obiettivo specifico dell'Asse I è il seguente: promuovere e sperimentare forme avanzate di interventi integrati e di filiera finalizzati all'aumento della produzione di energia da fonti rinnovabili. L'obiettivo specifico si articola in quattro obiettivi operativi:

1. identificare e realizzare modelli di intervento integrati e di filiera per le fonti rinnovabili;
2. promuovere e sostenere l'utilizzo delle fonti rinnovabili per il risparmio energetico degli edifici pubblici e utenze pubbliche o ad uso pubblico;



3. identificare e realizzare interventi sperimentali per ampliare il potenziale sfruttabile di fonti di energia rinnovabili;
4. definire e realizzare modalità e interventi finalizzati all'aumento della produzione di FER in territori individuati per il loro valore ambientale e naturale.

L'Asse II prevede il seguente obiettivo specifico: promuovere l'efficienza energetica e ridurre gli ostacoli materiali e immateriali che limitano l'ottimizzazione del sistema.

Tale obiettivo specifico si articola in cinque obiettivi operativi:

1. identificare e realizzare modelli di intervento integrati e di filiera per l'efficienza energetica;
2. sperimentare e realizzare forme avanzate di interventi di efficientamento energetico su edifici e utenze pubbliche o ad uso pubblico;
3. definire e realizzare modalità e interventi finalizzati all'aumento della produzione di FER e all'efficienza energetica in territori individuati per il loro valore ambientale e naturale;
4. potenziare e adeguare l'infrastruttura della rete di trasporto ai fini della diffusione delle fonti rinnovabili e della piccola e micro cogenerazione e il teleriscaldamento;

5. migliorare le conoscenze, le competenze e l'accettabilità sociale in materia di energie rinnovabili ed efficienza energetica.

L'Asse III prevede il seguente obiettivo specifico: migliorare l'efficienza e la qualità dell'attuazione e la conoscenza del Programma".

Tale obiettivo specifico si articola in 3 obiettivi operativi:

1. approfondire l'analisi del potenziale sfruttabile ai fini energetici;
2. rafforzamento della capacità di indirizzo e di gestione del Programma;
3. rafforzamento della capacità strategica e di comunicazione del Programma.

### I Programmi Operativi Regionali FESR

Rispetto al ciclo di programmazione 2000-2006, l'impostazione programmatica e le risorse allocate rappresentano un cambiamento sostanziale nell'approccio della politica regionale alle tematiche energetiche. In passato, tutti i programmi regionali delle aree Obiettivo 1 e più della metà dei documenti unici di programmazione delle aree Obiettivo 2 avevano previsto di finanziare interventi in campo energetico. In tale periodo erano state allocate risorse per circa 381 milioni di euro di contributo co-

**Tabella 2 – Programma Operativo Interregionale Energie Rinnovabili e Risparmio Energetico 2007-2013: assi prioritari e risorse finanziarie (euro)**

Assi prioritari	Contributo comunitario FESR	Contributo nazionale	Finanziamento totale	Tasso partecipazione Comunitaria (%)
Asse I – Produzione di energia da fonti rinnovabili	389.698.088	389.698.088	779.396.176	50
Asse II – Efficienza energetica ed ottimizzazione del sistema energetico	382.195.088	382.195.088	764.390.176	50
Asse III – Assistenza Tecnica e azioni di Accompagnamento	32.000.000	32.000.000	64.000.000	50
<b>Totale</b>	<b>803.893.176</b>	<b>803.893.176</b>	<b>1.607.786.352</b>	<b>50</b>

Fonte: Programma Operativo Interregionale Energie Rinnovabili e Risparmio Energetico 2007-2013

munitario, di cui 334 milioni di euro per le aree obiettivo 1 e 47 milioni di euro per quelle dell'obiettivo 2 (in totale, compreso il cofinanziamento nazionale, le risorse programmate risultavano pari a 762 milioni di euro, 668 per l'Obiettivo 1 e 94 per l'o-

biiettivo 2), coprendo con questo importo rispettivamente il 2,1% e l'1,8% delle risorse comunitarie programmate. Allocations, evidentemente più contenute rispetto all'attuale ciclo di programmazione (tabella 3), che vede stanziare risorse comuni-

**Tabella 3 – Risorse finanziarie previste dai Programmi Operativi Regionali e dal Programma Operativo Interregionale per il settore energia (milioni di euro)**

Obiettivo	Dotazione finanziaria totale	Dotazione finanziaria energia	Totale energia su totale fondi (%)
Convergenza	17.882,9	1.413	8
Competitività	3.144,4	410	13
<b>Totale</b>	<b>21.027,3</b>	<b>1.823</b>	<b>9</b>

Fonte: elaborazione del Servizio per le politiche dei Fondi strutturali comunitari DPS/MSE su dati estratti dalle categorie di spesa dei PO

**Tabella 4 – Risorse finanziarie previste dai Programmi Operativi Regionali e dal Programma Operativo Interregionale per il settore energia, per tipologia di intervento**

Obiettivo	Fonti Rinnovabili								Risparmio Energetico		Totale Mln di euro
	Eolico		Solare		Biomassa		Idro/Geot		Mln di euro	% su totale energia	
	Mln di euro	% su totale energia	Mln di euro	% su totale energia	Mln di euro	% su totale energia	Mln di euro	% su totale energia			
Convergenza POR	52,2	8,1	181,7	28,3	109,6	17,1	70,0	10,9	227,6	35,5	641,1
Convergenza POIN			70,0	9,1	200,0	25,9	120,0	15,5	381,9	49,5	771,9
Competitività	23,2	5,7	79,9	19,5	76,3	18,6	66,1	16,1	164,5	40,1	410,0
<b>Totale</b>	<b>75,4</b>	<b>4,1%</b>	<b>331,6</b>	<b>18,2</b>	<b>385,9</b>	<b>21,2</b>	<b>256,1</b>	<b>14,0</b>	<b>774,0</b>	<b>42,5</b>	<b>1.823,0</b>

Fonte: elaborazione ENEA su dati estratti dalle categorie di spesa dei POR FESR e del POIN Energia

**Tabella 5 – Risorse finanziarie complessive dell'Obiettivo Convergenza per il settore energia nei POR FESR, per tipologia di intervento**

Obiettivo	Fonti Rinnovabili								Risparmio Energetico		Totale Mln di euro
	Eolico		Solare		Biomassa		Idro/Geot		Mln di euro	% su totale energia	
	Mln di euro	% su totale energia	Mln di euro	% su totale energia	Mln di euro	% su totale energia	Mln di euro	% su totale energia			
Basilicata			16,0	29,1	7,0	12,7	7,0	12,7	25,0	45,5	55,0
Calabria	32,4	15,1	53,4	24,9	32,4	15,1	42,8	20,0	53,4	24,9	214,4
Campania	40,0	13,8	45,0	15,5	65,0	22,4	50,0	17,2	90,0	31,0	290,0
Puglia			76,0	36,2	36,0	17,1			98,0	46,7	210,0
Sicilia	32,0	6,1	176,2	33,6	80,2	15,3	41,6	7,9	193,8	37,0	523,8
<b>Totale</b>	<b>104,4</b>	<b>8,1</b>	<b>366,6</b>	<b>28,3</b>	<b>220,6</b>	<b>17,1</b>	<b>141,4</b>	<b>10,9</b>	<b>460,2</b>	<b>35,5</b>	<b>1293,2</b>

Fonte: elaborazione ENEA su dati estratti dalle categorie di spesa dei POR FESR



tarie pari a 1,4 miliardi di euro per le aree Convergenza (2,8 miliardi di euro in totale, compreso il cofinanziamento nazionale), e 410 milioni di euro per le aree Competitività (1.025 milioni di euro in totale, compreso il cofinanziamento nazionale). Significativa è l'allocazione delle risorse per singola tipologia di fonte rinnovabile. Per i programmi delle aree Convergenza (tabella 4), le risorse sono state equamente distribuite tra interventi sull'efficienza energetica e interventi sulle fonti energetiche rinnovabili. Le fonti più finanziate sono biomasse e idroelettrico/geotermia, sulle quali punta, tra l'altro, anche il programma interregionale energia. Per le aree Competitività circa il 60% delle risorse sono state programmate sulle fonti rinnovabili (quasi equamente suddivise in solare, biomassa e idroelettrico/geotermia) mentre il restante 40% è stato destinato ad interventi di risparmio ed efficienza energetica.

Nella tabella 5 vengono riportate le risorse finanziarie complessive, comunitarie e nazionali, programmate per il settore energia nei soli Programmi Operativi Regionali FESR, suddivise per tipologia di intervento e per Regione, per l'obiettivo Convergenza.

Dall'analisi della tabella è possibile risalire a quali tipologie di intervento le singole Regioni destinano maggiormente le risorse finanziarie disponibili e a quali le minori risorse. Per le fonti rinnovabili, maggiori risorse sono destinate al settore solare (mediamente il 28,3% del totale con un massimo di 36,2% per la Puglia) e minori risorse sono destinate al settore eolico, dove alcune regioni non destinano alcuna risorsa finanziaria. Per il Risparmio Energetico la media è del 35,5% del totale delle risorse finanziarie destinate a tale settore, con un massimo del 46,7% per la Puglia ed un minimo del 24,9% della Calabria.

Le Regioni hanno tutte predisposto i loro Piani Operativi Regionali FESR ottenendo l'approvazione da parte della Commissione Europea.

Una sintesi degli interventi di tutte le Regioni e Province Autonome previsti nel settore energia è riportata nella tabella 6. In questo quadro sinottico sono stati considerati tutti i POR FESR e vengono riportate le iniziative che si intendono programmare in materia di promozione e sviluppo delle energie rinnovabili, volte a favorire il risparmio energetico e l'uso efficiente dell'energia, per adempiere agli obblighi imposti dal trattato di Kyoto e dalle priorità dettate dall'Unione Europea. Dopo aver definito l'asse prioritario di riferimento per ogni Regione, si è proceduto alla individuazione degli obiettivi specifici e dei relativi "obiettivi operativi"; successivamente, per ogni obiettivo operativo, sono state riportate le attività che le Regioni intendono incentivare per il raggiungimento dell'obiettivo generale ed i corrispondenti beneficiari. I dati finanziari riguardano l'ammontare delle somme totali stanziare per l'intero Asse di riferimento dai fondi strutturali comunitari, e il contributo nazionale.

L'ENEA ha svolto in questi anni un importante ruolo a supporto delle amministrazioni regionali in campo energetico-ambientale, in particolare nella predisposizione dei PEAR.

La nuova programmazione 2007-2013 dei Fondi Strutturali nel settore dell'energia richiederà un impegno notevole da parte delle strutture regionali, e l'ENEA intende fornire tutte le competenze tecnico-scientifiche di cui dispone per una efficace e proficua politica regionale in grado di beneficiare pienamente delle risorse finanziarie messe a disposizione dall'Unione Europea.

## Bibliografia

- Quadro Strategico nazionale.
- Programma Operativo Interregionale Energie Rinnovabili e Risparmio Energetico.
- Programmi Operativi Regionali FESR.
- Newsletter sui fondi strutturali del Ministero dello Sviluppo Economico.

**Tabella 6 – Interventi nel settore energia contenuti nei Programmi Operativi Regionali FESR**

Regione/Asse/Dotazione Finanziaria	Obiettivi Specifici	Obiettivi Operativi
ABRUZZO ASSE II "Energia" € 35.239.821	II.1 Promuovere la salvaguardia dell'ambiente mediante misure di tutela ambientale ed interventi di efficienza energetica e produzione di energia da fonti rinnovabili	II.1 Promozione dell'efficienza energetica e sviluppo di fonti energetiche rinnovabili
BASILICATA ASSE VII "Energia e sviluppo sostenibile" € 186.000.000	VII.1 Migliorare l'equilibrio del bilancio energetico regionale attraverso il risparmio e l'efficienza in campo energetico, il ricorso alle fonti rinnovabili e l'attivazione delle filiere produttive.	VII.1.1 Promozione del risparmio e dell'efficienza in campo energetico
		VII.1.2 Diversificazione delle fonti energetiche e aumento dell'energia prodotta da fonti rinnovabili
		VII.1.3 Promozione di filiere produttive nel campo della produzione di energia e nella componentistica energetica
BOLZANO ASSE II "Sostenibilità ambientale e crescita economica" € 25.097.644	II.1 Favorire lo sviluppo di fonti energetiche alternative	II.1.1 Promuovere la produzione e l'utilizzo dell'idrogeno come fonte energetica rinnovabile
		II.1.2 Promuovere la produzione di energia e le tecnologie legate agli impianti fotovoltaici e solari
	II.2 Promuovere lo sviluppo di sistemi di trasporto pulito nelle aree urbane	II.2.1 Aumentare i livelli di efficienza del TPL ed il numero dei passeggeri con particolare riferimento alle aree urbane
		II.2.2 Promuovere l'adozione di modalità sostenibili di spostamento di persone in ambito urbano
CALABRIA ASSE II "Energia" € 209.876.804	Promuovere e sostenere l'attivazione di filiere produttive connesse alla diversificazione delle fonti energetiche, all'aumento della quota di energia prodotta con fonti rinnovabili e al risparmio energetico	II.1 Diversificare le fonti energetiche e aumentare l'energia prodotta da fonti rinnovabili. (Complementare al POIN)
		II.2 Promuovere l'efficienza energetica e il risparmio dell'energia. (Complementare al POIN)
		II.3 Incrementare la disponibilità di risorse energetiche per usi civili e produttivi e l'affidabilità dei servizi di distribuzione. (Complementare al POIN)
CAMPANIA ASSE III "Energia" € 300.000.000	III.1 Ridurre il deficit energetico, agendo, in condizioni di sostenibilità ambientale, sul fronte della produzione, della distribuzione e dei consumi	3.1 OFFERTA ENERGETICA DA FONTE RINNOVABILE Incrementare la produzione energetica da fonte rinnovabile e da cogenerazione distribuita



Attività	Beneficiari
II.1.1 Promozione della produzione di energia da fonti rinnovabili	II .1.1 Istituzioni e PMI
II.1.2 Promozione di sistemi di risparmio energetico l'uso razionale dell'energia, sistemi di cogenerazione e trigenerazione	II 1.2 PMI e i grandi consumatori pubblici di energia
II.1.3 Animazione per la promozione delle fonti rinnovabili e del risparmio energetico	II 1.3 Enti locali
VII.1.1 Impiego di impianti, attrezzature materiali e tecnologie innovative per il risparmio energetico e l'innalzamento dell'efficienza energetica degli edifici di proprietà pubblica e delle infrastrutture collettive	VII. 1.1 Enti pubblici territoriali e settoriali
VII.1.2 Incremento dei volumi di energia elettrica endogena mediante la realizzazione di impianti innovativi che siano alimentati da fonti rinnovabili o lo sviluppo di forme evolute di cogenerazione	VII 1.2 Enti pubblici territoriali, enti ed aziende del settore energetico ed imprese
VII.1.3 Concessione di aiuti per investimenti produttivi nel comparto della produzione della componentistica energetica ed in particolare in quelli dedicati alla produzione di attrezzature ed impianti, materiali e tecnologie innovative nel campo del risparmio energetico e del ricorso alle fonti rinnovabili nonché nel comparto della produzione di biocarburanti a partire da colture agroenergetiche	VII 1.3 Imprese
II.1.1 Produzione dell'idrogeno da fonti rinnovabili e utilizzo come energia alternativa pulita	II. 1 Centri di ricerca e di competenza del settore, le imprese della provincia, singole o associate, anche con partecipazione pubblica, i servizi provinciali e gli enti pubblici
II.1.2 Promozione dello sfruttamento di impianti fotovoltaici e solari in ambito industriale e dei servizi pubblici e sviluppo di tecnologie e sperimentazioni	
II.2.1 Miglioramento e pianificazione contestuale del TPL (ferro+gomma) e introduzione del cadenzamento ferroviario in nuove linee.	II.2.1 Enti Pubblici, soggetti affidatari dei servizi di trasporto pubblico su gomma e su ferro.
II.2.2A) Definizione e implementazione di nuove modalità di tariffazione e pagamento e di informazione	II. 2.2 A) Gestori del TPL e l'ente pubblico concessionario, compresa la Provincia
II.2.2 B) Pendolarismo e mobility management	II 2.2 B) Pubbliche Amministrazioni, incentivi alle grandi imprese che si dimostrino sensibili al tema
II.1.1 Azioni per la produzione di energia da fonti rinnovabili	Regione Calabria Amministrazioni Provinciali Enti Locali
II.1.2 Azioni per la l'utilizzo di risorse endogene per la produzione di energia e per la produzione di biocarburanti e biocombustibili	
II.1.3 Iniziative Pilota per la sperimentazione di tecnologie, prototipi e impianti per la produzione e l'utilizzo di energia da fonti rinnovabili	
II.2.1 Azioni per la diffusione di modelli di utilizzazione razionale dell'energia per la diminuzione dei consumi negli usi finali civili e industriali	II.2.1 Enti e Amministrazioni Centrali gestori di servizi di energia con sedi nel territorio regionale II.2.2 Enti Pubblici, Enti di Ricerca, Privati, Società miste partecipate da Enti Pubblici
II.3.1 Azioni per l'adeguamento agli standard nazionali della qualità e dell'affidabilità del servizio elettrico nelle aree montane, rurali e periferiche	Regione Calabria, Concessionari di Servizi di Pubblica Utilità
3.1a Azioni per sostenere e/o realizzare impianti per la produzione di energia proveniente da fonte solare, anche con l'utilizzo di tecnologie innovative a concentrazione;	3.1 Regione Campania, Ministero dello Sviluppo Economico, Province, Comuni, Enti Pubblici e territoriali, Comunità Montane, Enti Parco, Imprese
3.1b Azioni per sostenere e/o realizzare impianti per la produzione di energia proveniente da fonte eolica, anche con l'utilizzo di tecnologie innovative;	
3.1c Azioni per sostenere e/o realizzare impianti per la produzione di energia proveniente da altre fonti rinnovabili;	
3.1d Azioni per sostenere e/o realizzare impianti per la produzione di energia, da cogenerazione distribuita, in particolare da biomassa, inclusa la valorizzazione energetica della frazione organica dei rifiuti	

		<p>3.2 EFFICIENZA DEL SISTEMA E POTENZIAMENTO RETI Migliorare l'efficienza del sistema e potenziare le reti per adeguarsi all'incremento della generazione distribuita</p> <p>3.3 CONTENIMENTO ED EFFICIENZA DELLA DOMANDA Migliorare l'efficienza energetica e contenere la domanda attraverso l'ottimizzazione degli usi finali</p>
<p>EMILIA ROMAGNA ASSE III "Qualificazione energetico-ambientale e sviluppo sostenibile" € 69.591.056</p>	<p>Promuovere la competitività energetica e la riqualificazione energetico-ambientale e logistica</p>	<p>III.1 Sostenere la qualificazione ambientale ed energetica del sistema produttivo</p> <p>III.2 Promuovere soluzioni sperimentali di mobilità sostenibile e di logistica merci e persone finalizzate all'efficienza energetica o all'utilizzo di energie a minor impatto ambientale</p>
<p>FRIULI V. GIULIA ASSE V "Ecosostenibilità ed efficienza energetica del sistema produttivo" € 38.031.269</p>	<p>Promuovere l'ecosostenibilità di lungo termine della crescita economica</p>	<p>V.1 Sostenere l'efficienza energetica e l'utilizzo delle fonti rinnovabili</p> <p>V.2 Sostenere processi produttivi ecocompatibili attraverso la promozione della riduzione delle emissioni in atmosfera</p>
<p>LAZIO ASSE II "Ecosostenibilità ed efficienza energetica del sistema produttivo" € 75.000.000<sup>(1)</sup></p>	<p>Garantire le condizioni di sostenibilità ambientale preservando e valorizzando le risorse naturali, culturali e paesaggistiche per migliorare la qualità della vita e l'attrattività del territorio</p>	<p>II.1 Efficienza energetica ed energia da fonti rinnovabili</p>
<p>LIGURIA ASSE II "Energia" € 28.666.000</p>	<p>Stimolare la produzione di energia da fonti rinnovabili e l'efficienza energetica</p>	<p>II.1 Incentivare i soggetti pubblici ad un uso efficiente delle risorse energetiche, incoraggiandone un consumo e una produzione sostenibili</p> <p>II.2 supportare le imprese negli investimenti in efficienza energetica e nella produzione di energia da fonti rinnovabili</p>
<p>LOMBARDIA ASSE II "Energia" € 50.000.000</p>	<p><i>Incremento dell'autonomia e della sostenibilità energetica</i></p>	<p>II.1 Incremento della produzione energetica da fonti rinnovabili e sviluppo della cogenerazione</p> <p>II.2 Riduzione dei consumi energetici</p>
<p>MARCHE ASSE III "Efficienza energetica e promozione delle energie rinnovabili" € 37.609.440</p>	<p>III.1 Promuovere uno sviluppo energetico sostenibile attraverso l'utilizzo delle fonti rinnovabili, il miglioramento dell'efficienza energetica e la promozione del risparmio energetico</p> <p>III.2 Sostenere l'innovazione per l'utilizzo e il risparmio dell'energia nel tessuto imprenditoriale</p>	<p>III.1.1 Incrementare la produzione di <u>energia da fonti rinnovabili</u></p> <p>III.1.2 Promuovere azioni relative al miglioramento dell'efficienza energetica <u>mediante la cogenerazione</u></p> <p>III.1.3 Promuovere il risparmio energetico in contesti urbani ed industriali</p> <p>III.2 Favorire gli interventi finalizzati al risparmio energetico e all'utilizzo delle fonti rinnovabili in contesti produttivi</p>



3.2a Incentivi per la diversificazione delle fonti di approvvigionamento e per il completamento delle reti energetiche di distribuzione di biocombustibili solidi, liquidi o gassosi derivanti dalle biomasse ed eventualmente estesa alle reti di teleriscaldamento/trigenerazione, ma ad esclusione delle reti elettriche e di gas naturale convenzionali;	3.2 Regione Campania, Ministero dello Sviluppo Economico, Province, Comuni, Enti Pubblici e territoriali, Comunità Montane, Enti Parco, Imprese
3.2b Azione per sostenere l'adeguamento e il potenziamento della rete di distribuzione dell'energia elettrica, nel nuovo contesto di generazione distribuita e per assicurare la priorità di dispacciamento dell'energia prodotta da fonti rinnovabili in situazioni di criticità del sistema elettrico nazionale	
3.3a Incremento dell'efficienza energetica degli edifici pubblici o ad uso pubblico, anche mediante integrazione delle fonti rinnovabili, con forte capacità di veicolare un'azione informativa ed educativa, e promozione della certificazione energetica, da attuare anche in sinergia con le iniziative di messa in sicurezza degli edifici stessi;	3.3 Regione Campania, Ministero dello Sviluppo Economico, Province, Comuni, Enti Pubblici e territoriali, Comunità Montane, Enti Parco, Imprese
3.3b Iniziative per interventi di efficienza energetica, anche attraverso l'utilizzo delle fonti rinnovabili, in aree da riqualificare, nonché negli impianti di illuminazione di aree esterne;	
3.3c Sostegno allo sviluppo dell'imprenditoria nel campo delle tecnologie innovative delle fonti rinnovabili e dell'efficienza energetica	
III.1.1 Innalzare la dotazione energetico-ambientale delle aree produttive Innalzare la dotazione energetico-ambientale delle aree produttive incrementare la competitività delle PMI riducendone le emissioni inquinanti	III 1.1 Enti pubblici, forme di partenariato pubblico-privato, le PMI e loro forme associate
III.1.2 Sostegno a progetti innovativi nel campo delle tecnologie energetico-ambientali, volti al risparmio energetico ed all'utilizzo di fonti rinnovabili	III 1.2 PMI e le loro forme associate, forme di partenariato pubblico-privato.
III.2.1 Sostegno a progetti pilota di mobilità e logistica di merci e persone, a finalità energetica	III 2.1 Enti pubblici, forme di partenariato pubblico-privato e consorzi di imprese e Regione Emilia-Romagna
V.1.a) Sostenibilità energetica	PMI e GI
V.1.b) Valorizzazione delle fonti energetiche rinnovabili	Enti locali e Regione FVG
V.2.a) Riduzione delle emissioni in atmosfera	Imprese
II.1 Promozione dell'efficienza energetica e della produzione di energie rinnovabili	Regione Lazio, Enti Locali territoriali, PMI, Agenzie regionali e altri soggetti pubblici
II.1 Produzione di energia da fonti rinnovabili e efficienza energetica	II.1 Soggetti pubblici
II.2 Produzione di energia da fonti rinnovabili e efficienza energetica – Imprese	II.2 Imprese
II.1.1 Realizzazione ed estensione delle reti di teleriscaldamento	II.1.1 Enti Locali e Imprese
II.1.2 Produzione di energia da impianti mini-idroelettrici, da fonti geotermiche e attraverso sistemi a pompa di calore	II.1.2 Enti Locali e Imprese
II.2.1 Interventi innovativi, anche a valenza dimostrativa, per ridurre i consumi energetici e implementare la certificazione energetica degli edifici pubblici	II.2.1 Enti Locali e Organismi pubblici
II.2.2 Interventi per il miglioramento dell'efficienza energetica degli impianti di illuminazione pubblica	II.2.2 Enti Locali
III.1.a Incremento della produzione di energia da fonti rinnovabili	III.1 Regione Marche; Enti pubblici; Soggetti pubblici e/o privati in forma singola e associata
III.1.b Promozione di azioni relative al miglioramento dell'efficienza energetica mediante la cogenerazione	
III.1.c Iniziative di promozione del risparmio energetico in contesti urbani ed industriali	
III.1.d Sostegno agli investimenti delle imprese finalizzati al risparmio energetico e all'utilizzo delle fonti rinnovabili	
	III.2 Imprese in forma singola o aggregata

<p>MOLISE ASSE II "Energia" € 25.990.030</p>	<p>Conseguire una maggiore autonomia energetica ed una migliore sostenibilità dei processi di sviluppo, attraverso la razionalizzazione dei consumi energetici e la produzione di energie rinnovabili</p>	<p>Conseguire una maggiore autonomia energetica ed una migliore sostenibilità dei processi di sviluppo, attraverso la razionalizzazione dei consumi energetici e la produzione di energie rinnovabili</p>
<p>PIEMONTE ASSE II "Sostenibilità ed efficienza energetica" € 270.639.610</p>	<p>Promozione dell'eco-sostenibilità di lungo termine della crescita economica perseguendo una maggiore efficienza nell'utilizzo delle risorse naturali</p>	<p>Ridurre l'uso intensivo delle fonti energetiche tradizionali attraverso l'incremento della produzione energetica da fonti rinnovabili e promuovere l'efficienza ed il risparmio energetico nella produzione e consumo di energia</p>
<p>PUGLIA ASSE II "Uso sostenibile e efficiente delle risorse ambientali ed energetiche per lo sviluppo" € 210.000.000<sup>(2)</sup></p>	<p>II.2 Aumentare la quota di energia proveniente da fonti rinnovabili, promuovere il risparmio energetico e migliorare l'efficienza energetica</p>	<p>II.2 Energia</p>
<p>SARDEGNA ASSE III "Energia" € 187.184.735</p>	<p>Promuovere l'efficienza energetica e la produzione di energia da FER</p>	<p>III.1 Aumentare la produzione di energia da RES anche attraverso la promozione della produzione diffusa dell'energia</p>
		<p>III.2 Promuovere il risparmio, la riduzione dell'intensità e l'efficienza energetica</p>
<p>SICILIA ASSE II "Uso efficiente delle risorse naturali" € 523.920.464<sup>(3)</sup></p>	<p>II.1 Promuovere la diffusione delle fonti rinnovabili e favorire la razionalizzazione della domanda di energia, adeguare e monitorare gli impianti di produzione e le reti di distribuzione</p>	<p>II.1.1 Favorire la produzione di energia da fonti rinnovabili, attivando filiere produttive di tecnologie energetiche, agroenergetiche, biocarburanti</p>
		<p>II.1.2 Sostenere l'incremento dell'efficienza energetica negli usi finali e la riduzione delle emissioni climalteranti</p>
		<p>II.1.3 Adeguare e completare le reti di distribuzione metanifere ed attivare sistemi di monitoraggio delle reti di trasporto e di distribuzione dell'energia elettrica e del gas</p>
<p>TOSCANA ASSE II "Competitività e sostenibilità del sistema energetico" € 53.435.733</p>	<p>Rafforzare la competitività del sistema energetico e di contribuire al raggiungimento degli obiettivi previsti dal protocollo di Kyoto, accrescendo l'efficienza energetica e aumentando la quota di energia prodotta da fonti rinnovabili</p>	<p>III.1 Sostenere l'attivazione di filiere produttive connesse alla diversificazione delle fonti energetiche, promuovendo la produzione e l'utilizzo delle energie rinnovabili III.2 Promuovere l'efficienza energetica e lo sviluppo di sistemi efficienti di gestione dell'energia, an-</p>



II.1 Razionalizzazione dell'uso delle fonti energetiche	II.1 Enti pubblici e le imprese, o loro raggruppamenti
II.2 Razionalizzazione dell'uso delle fonti energetiche	II.2 Enti pubblici e le imprese (in particolare le PMI), o loro raggruppamenti
II.1.1 Produzione di energie rinnovabili	II.1.1 Istituzioni e imprese
II.1.2 Beni strumentali per l'energia rinnovabile e l'efficienza energetica	II.1.2 PMI e loro raggruppamenti
II.1.3 Efficienza energetica	II.1.3 Imprese (prioritariamente PMI), Enti Pubblici
II.2 Interventi per l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili e per l'adozione di tecniche per il risparmio energetico nei diversi settori di impiego	Regione Puglia, Enti locali, Gestore SII, Autorità di Bacino, Arpa, ATO rifiuti, ATO acque
III.1a Aiuti alle PMI per la realizzazione di impianti strumentali per la produzione di energia da fonti rinnovabili	III.1 Amministrazione regionale (anche attraverso proprie agenzie in house); Enti locali; Agenzie energetiche; Imprese singole e associate; Università; Centri di ricerca
III.1b Aiuti alle PMI per la produzione di energia da fonti rinnovabili	
III.1c Sviluppo di filiere bioenergetiche: energia solare	
III.1d Sviluppo di filiere bioenergetiche: energia da biomasse da filiere locali, la produzione di biocombustibili e biocarburanti, e legate al recupero, riciclaggio e riutilizzo dei rifiuti	
III.1e Sviluppo di tecnologie solari termiche a concentrazione	
III.1f Realizzazione di mini centrali idroelettriche	
III.1g Azioni di accompagnamento: sensibilizzazione, diffusione delle informazioni e sostegno tecnico per la produzione di energia da fonti rinnovabili	III.2 Amministrazione regionale; Enti locali; Agenzie energetiche; Imprese singole e associate; Centri di ricerca
III.2.a Sostegno all'adozione dei principi di bioedilizia, bioarchitettura ed efficienza energetica degli edifici e utenze energetiche pubbliche non residenziali	
III.2b Promozione di strumenti innovativi di assistenza tecnica per il risparmio e l'efficienza energetica e il supporto per la certificazione energetica degli edifici e utenze energetiche pubbliche non residenziali	
III.2.c Sostegno alla cogenerazione diffusa	
II.1.1.1 Interventi per la costituzione di filiere produttive nel campo delle fonti rinnovabili anche attraverso progetti pilota	Regione Siciliana e sue Agenzie, Enti Locali anche consorziati, Aziende Sanitarie ed Ospedaliere, altri Enti Pubblici, Aziende Pubbliche e private, Soggetti a capitale pubblico regionale strumentale, centri di ricerca pubblici e privati, PMI come definite dalla disciplina comunitaria anche associate, Consorzi ASI, Distretti produttivi, Autorità Territoriali Ottimali, Siciliacque S.p.A. Arpa Sicilia ed Enti Parco
II.1.1.2 Azioni di sostegno alla produzione di energia da fonti rinnovabili	
II.1.2.1 Sostegno all'incremento dell'efficienza energetica negli usi finali e alla riduzione delle emissioni climalteranti, specie nei settori dell'industria, dei trasporti e dell'edilizia socio-sanitaria	
II.1.2.2 Programmi integrati a livello locale, comprendenti anche azioni dimostrative, per la riduzione delle emissioni climalteranti attraverso il perseguimento dell'autosufficienza energetica, anche con riferimento al settore dell'industria e dei trasporti, tramite lo sfruttamento delle energie rinnovabili e mediante l'uso dell'idrogeno quale vettore energetico	
II.1.2.3 Incentivi all'efficienza energetica finalizzati alla certificazione di edifici pubblici, specie nel settore socio-sanitario	
II.1.3.1. Completamento della rete di distribuzione del metano	
II.1.3.2 Realizzazione di un sistema di monitoraggio a livello regionale, per la verifica della funzionalità delle reti di trasporto e di distribuzione dell'energia elettrica e del gas metano	
III.1 Sostegno per la realizzazione di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili	III.1 Imprese, Società, Consorzi, Imprese cooperative; Enti Locali territoriali e loro associazioni
III.2 Azioni di promozione e sostegno per la razionalizzazione	III.2 Imprese, Società, Consorzi, Imprese cooperative; Enti Locali territoriali e loro associazioni

		<p>che al fine di aumentare la competitività delle imprese nei mercati</p> <p>III.3 Assicurare il sostegno tecnico ai potenziali beneficiari al fine di promuovere l'introduzione di tecnologie di produzione energetica da fonti rinnovabili e di accrescere l'efficienza energetica</p>
<p>TRENTO ASSE I "Energia/ambiente e distretto tecnologico" € 33.429.313</p>	<p>Promuovere la ricerca industriale e la competitività su prodotti e sistemi a valenza energetico-ambientale, rafforzando l'immagine di territorio orientato alla sostenibilità</p>	<p>I.1 Incentivare la ricerca industriale nei settori del risparmio energetico, delle fonti alternative di energia, della tutela dell'ambiente e dei sistemi tecnologici applicati, anche attraverso il Distretto Tecnologico Energia-Ambiente della Provincia Autonoma di Trento</p> <p>I.2 Promuovere la sostenibilità nel campo dell'edilizia e della gestione del territorio</p>
<p>UMBRIA ASSE III "Efficienza energetica e sviluppo di fonti rinnovabili" € 52.217.413</p>	<p>Promozione dell'eco-sostenibilità di lungo termine della crescita economica perseguendo una maggiore efficienza nell'utilizzo delle risorse naturali</p>	<p>Ridurre l'uso intensivo delle fonti energetiche tradizionali attraverso l'incremento della produzione energetica da fonti rinnovabili e promuovere l'efficienza ed il risparmio energetico nella produzione e consumo di energia</p>
<p>VALLE D'AOSTA ASSE II "Promozione dello sviluppo sostenibile" € 9.000.000<sup>(4)</sup></p>	<p>Rendere più attraente la regione per i cittadini, per i turisti e per gli operatori economici</p>	<p>II.2 Promuovere lo sfruttamento efficiente di fonti di energia rinnovabili e l'efficienza energetica</p>
<p>VENETO ASSE II "Energia" € 67.903.237</p>	<p>Sviluppare le fonti energetiche rinnovabili e migliorare l'efficienza energetica</p>	<p>II.1 Ridurre il consumo energetico e aumentare la produzione energetica da fonte rinnovabile; Contenere le externalità negative delle attività produttive</p>

<sup>(1)</sup>Dati finanziari relativi al solo Obiettivo Operativo II.1

<sup>(2)</sup>Dati finanziari relativi al solo Obiettivo Operativo II.2

<sup>(3)</sup>Dati finanziari relativi al solo Obiettivo Specifico II.1

<sup>(4)</sup>Dati finanziari relativi al solo Obiettivo Operativo II.2



ne e la riduzione dei consumi energetici e per l'efficienza energetica nei sistemi produttivi	
III.3 Azioni di accompagnamento (sensibilizzazione, sostegno tecnico) ai soggetti che operano sul territorio per promuovere e migliorare l'attuazione degli interventi per la produzione di energia da fonti rinnovabili e per le misure di risparmio energetico	III.3 Enti Pubblici e privati
I.1.1 Promozione della costituzione di laboratori tecnologici e la cooperazione istituzionale nell'ambito della ricerca industriale	I.1-1.5 Organismi di ricerca, Università e PMI
I.1.2 Sostegno alla ricerca industriale nel campo delle fonti energetiche alternative e della tutela dell'ambiente	
I.1.3 Sviluppo di sistemi di monitoraggio e controllo dello stato energetico degli edifici, di analisi della performance energetica e delle altre dimensioni della sostenibilità degli edifici	
I.1.4 Progetti di ricerca industriale finalizzata alla produzione, distribuzione e utilizzo di fonti alternative e rinnovabili di energia, quali biocombustibili, combustibili naturali, idrogeno	
I.1.5 Sviluppo e applicazione della domotica e dei sistemi tecnologici applicati per il miglioramento della qualità e dell'efficienza energetica degli edifici	
I.1.6 Promozione dell'acquisizione e scambio di buone pratiche nei settori dell'edilizia sostenibile, della gestione del territorio, della produzione di energia da fonti rinnovabili, anche attraverso lo sviluppo di relazioni con centri di eccellenza a livello internazionale ed azioni dimostrative	I.6 Enti pubblici, organismi di ricerca, Università e PMI
I.2.1 Interventi nel settore dell'edilizia finalizzati alla diffusione della cultura della sostenibilità e del risparmio energetico, secondo standard di basso consumo e basso impatto ambientale riconosciuti a livello nazionale e/o internazionale	I.2.1 Enti locali, PMI
I.2.2 Interventi su infrastrutture (edilizia pubblica, scolastica, socio-assistenziale, unità produttive, etc.) per soddisfare criteri di ecocompatibilità e di contenimento dei costi di gestione	I.2.2 Enti locali, Enti e Istituzioni pubbliche, PMI
I.2.3 Incentivazione all'installazione di impianti basati su fonti di energia rinnovabili	I.2.3 Enti locali, PMI
I.2.4 Incentivazione alla messa in opera di isolamenti termici e tecniche che limitino la dispersione di energia	I.2.4 Enti locali, PMI
I.2.5 Promozione dell'uso delle risorse rinnovabili, in particolare quelle disponibili localmente, mediante impianti di combustione a biomassa e reti di teleriscaldamento	I.2.5 Enti locali, Imprese di servizi
I.2.6 Incentivazione alla realizzazione di impianti di produzione diffusa di energia da fonti rinnovabili	I.2.6 - 2.8 Enti locali, PMI
I.2.7 Promozione della certificazione ambientale e di criteri di assegnazione di titoli rappresentativi dei risparmi di energia, della riduzione delle emissioni e della maggiore produzione da fonti rinnovabili	
I.2.8 Sostegno a programmi per il miglioramento dell'efficienza energetica degli impianti, con particolare riferimento a generatori di calore, impianti termoelettrici e grandi impianti	
II.1.1 Produzione di energie rinnovabili	II.1.1 Istituzioni e imprese
II.1.2 Beni strumentali per l'energia rinnovabile e l'efficienza energetica	II.1.2 PMI e loro raggruppamenti
II.1.3 Efficienza energetica	II 1.3 Imprese (prioritariamente PMI), Enti Pubblici
II.2.1. Sfruttamento delle fonti di energia rinnovabili e promozione dell'efficienza energetica	Regione Autonoma Valle d'Aosta
II.1.1 Incremento della produzione di energia da fonti rinnovabili	Enti locali e/o Istituzioni pubbliche
II.1.2 Interventi di riqualificazione energetica dei sistemi urbani: teleriscaldamento e miglioramento energetico di edifici pubblici	Soggetti misti a prevalente partecipazione pubblica
2.1.3 Fondo di Rotazione per investimenti finalizzati al contenimento dei consumi energetici	Imprese e loro consorzi, associazioni, cooperative e altre forme di aggregazione

## Terminali di importazione di Gas Naturale Liquefatto: stato dell'arte e prospettive

Paolo Deiana

ENEA

Dipartimento Tecnologie per l'Energia,  
le Fonti Rinnovabili e il Risparmio Energetico



paolo.deiana@casaccia.enea.it

*L'importazione di gas naturale liquefatto via nave contribuisce a dare maggiore sicurezza agli approvvigionamenti energetici, ampliando il numero dei paesi fornitori, ed incide positivamente sui prezzi*

La sia pur temporanea riduzione di fornitura di gas naturale russo nell'inverno 2005-2006 ha riportato alla ribalta il problema della dipendenza energetica del nostro Paese e della fragilità del sistema di approvvigionamento di metano, affidato quasi esclusivamente a gasdotti provenienti, tra l'altro, da Paesi appartenenti ad aree ad elevata instabilità politica. Un'altra forma di approvvigionamento è rappresentata dall'importazione via nave di Gas Naturale Liquefatto (GNL). Il principale vantaggio che caratterizza questa soluzione è dato dall'ampia distribuzione geopolitica dei potenziali paesi fornitori. Ulteriori vantaggi sono dati dalla possibilità di accesso al mercato a breve termine (spot) e da una diversificazione delle tecnologie adoperate che si traducono in una maggior sicurezza di approvvigionamento. I serbatoi degli impianti di rigassificazione rivestono anche una valenza strategica in termini di stoccaggio di scorte. Per questi e altri motivi la domanda di GNL via nave sta registrando una crescita superiore rispetto a quella via gasdotto.

## LNG terminals: State of the art and outlook

*Importing liquefied natural gas by ship helps make energy procurement more secure by increasing the number of supplier countries, and has a positive effect on prices*



## La rigassificazione nel mercato internazionale

A oggi il mercato del GNL nel bacino Atlantico, Stati Uniti ed Europa appare pervaso da una grande vitalità dovuta essenzialmente all'incremento congiunto dei prezzi del gas naturale e dei prodotti petroliferi, al contemporaneo aumento della domanda, che ha attirato l'interesse di diversi attori del mercato di gas ed energia, e alla diminuzione dei costi di produzione del GNL. Nel 2005 sono stati importati 142 milioni di tonnellate di GNL da 15 paesi contro gli 84 milioni di tonnellate del 1997 (*fonte*: CEDIGAZ 2003). Complessivamente il GNL proviene da 17 impianti di liquefazione. I principali paesi produttori sono Indonesia, Algeria, Malesia e Qatar. Numerosi sono i paesi che hanno dato avvio a nuovi progetti, tra questi Australia, Russia, Norvegia, Egitto e Nigeria. Forte è l'incremento della flotta mondiale di navi metaniere: alla fine del 2005 si con-

tavano 191 navi operative per una capacità complessiva superiore ai 20 milioni di metri cubi di GNL. Per quanto riguarda i terminali di rigassificazione negli ultimi tre anni sono divenuti operativi 9 nuovi impianti, aggiungendo alla lista dei paesi importatori anche India e Regno Unito. In Europa sono presenti 13 impianti, di cui 4 in Spagna, 2 in Francia e Turchia, 1 in Belgio, Grecia, Italia, Portogallo e Regno Unito. In Asia sono presenti 30 impianti (di cui 23 in Giappone) e in America 8, per un totale mondiale di 51 impianti. La capacità produttiva annua ammonta a 477 miliardi di Nm<sup>3</sup>, la capacità di stoccaggio è invece di 24,37 milioni di m<sup>3</sup> di GNL suddivisa in 265 serbatoi.

## La rigassificazione in Italia

In Italia esiste attualmente un solo impianto di rigassificazione situato a Panigaglia (La Spezia) di proprietà della GNL Italia SpA, controllata da SNAM

**Tabella 1 - Situazione dei terminali di rigassificazione in Italia**

Società	Ubicazione	Capacità Mm <sup>3</sup> /anno	Stato
GNL Italia	Panigaglia (SP)	3,5	Operativo
Qatar Petroleum, ExxonMobil, Edison	Porto Viro (RO)	8	In costruzione
British Gas Italia, Enel	Brindisi	6	Autoriz. sospesa
OLT - Offshore LNG Toscana	Livorno	3	In istruttoria
Edison, BP, Solvay	Rosignano (LI)	3	In istruttoria
LNG Terminal	San Ferdinando (RC)	6	In istruttoria
Petroliera Gioia Tauro	Gioia Tauro (RC)	4,2	In istruttoria
Erg Power&Gas, Shell Energy Italia	Augusta Melilli (SR)	-	In istruttoria
Gas Natural	Taranto	8	In istruttoria
Gas Natural	Trieste	8	In istruttoria
ERG, Shell	Priolo (SR)	-	In istruttoria
Società Nuove Energie	Porto Empedocle (AG)	-	In istruttoria
Edison Stoccaggio	San Potito (RA)	-	In istruttoria

*Fonte*: MSE, 2007

Rete Gas. Il terminale è costituito da due serbatoi di stoccaggio da 50.000 m<sup>3</sup> ciascuno, da impianti di vaporizzazione e da un pontile di attracco per le navi metaniere. L'impianto è in funzione dal 1971. Nel 2003 ha immesso in rete circa 3,4 miliardi di Nm<sup>3</sup> di gas (pari al 5% della domanda interna annua). Per incrementare la capacità nazionale di importazione di gas naturale, attraverso una diversificazione delle fonti, varie società hanno avviato richieste di realizzazione di altri impianti di questo tipo, soprattutto dopo gli avvenimenti relativi alla riduzione del gas russo dell'inverno 2005/2006. In tabella 1 viene riportata la situazione italiana attuale in termini di impianti di rigassificazione in esercizio, in fase di realizzazione e in fase di autorizzazione.

### Il processo di rigassificazione del GNL

Il processo di estrazione del gas naturale dai giacimenti, il suo trattamento e la conseguente liquefazione per il trasporto su nave, la successiva rigassificazione per l'utilizzo da parte degli utenti, costituiscono la cosiddetta "catena del GNL". Il processo inizia nel paese esportatore, dove il gas viene prima trattato, purificato dai contami-

nanti acidi, separato in frazioni commerciali e poi portato allo stato liquido, attraverso un raffreddamento a circa -160°C a pressione atmosferica e successivamente caricato su navi. Per il trasporto marittimo vengono utilizzate le metaniere, navi ad alto contenuto tecnologico e con standard qualitativi impiantistici, di sicurezza e di protezione ambientale tra i più elevati a livello internazionale.

Come illustrato nelle figure 1 e 2, una volta arrivato a destinazione il GNL viene scaricato nel terminale di importazione, dove viene riscaldato e riportato allo stato gassoso (rigassificazione) per essere immesso nella rete dei metanodotti.

Lo stabilimento di rigassificazione tipico è costituito dalle sezioni di ricezione, stoccaggio, vaporizzazione, recupero vapori, correzione del gas finale, sistemi ausiliari e di sicurezza.

La sezione di ricezione è costituita dall'area di attracco delle navi metaniere, dai bracci di scarico e dalla linea di trasferimento ai serbatoi. La capacità di carico delle metaniere varia da 25.000 fino a 150.000 m<sup>3</sup>. Il GNL viene prelevato dalle metaniere ed inviato ai serbatoi di stoccaggio tramite una condotta che attraversa il pontile dell'impianto. La sezione di stoccaggio è

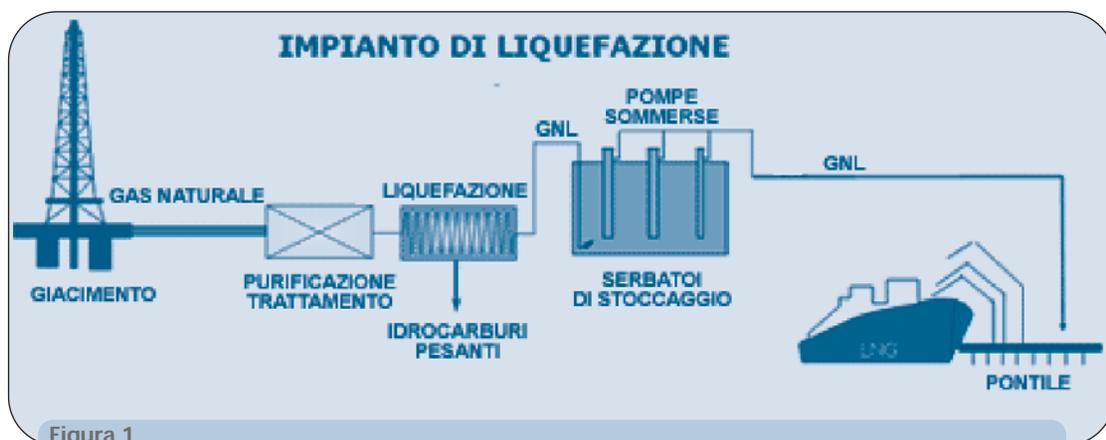


Figura 1  
Filiera di produzione del GNL  
Fonte: GNL Italia



di solito costituita da due serbatoi di tipo cilindrico verticale ognuno con una capacità di 50.000÷100.000 m<sup>3</sup> al cui interno sono poste pompe sommerse per la movimentazione. Il gas naturale liquefatto viene stoccato ad una temperatura di -160°C e ad una pressione leggermente superiore a quella atmosferica.

La sezione di vaporizzazione è costituita dalle pompe per la movimentazione e la pressurizzazione del GNL e dai vaporizzatori veri e propri. Il GNL estratto dai serbatoi di stoccaggio mediante le pompe sommerse viene pressurizzato e quindi inviato ai vaporizzatori. La rigassificazione del GNL è ottenuta mediante vaporizzatori a fiamma sommersa o con scambiatori a "ranghi aperti" alimentati con acqua di mare.

Il sistema di recupero dei vapori si basa sull'utilizzo di compressori che convogliano i vapori prodotti nei serbatoi ad una colonna di assorbimento per la condensazione degli stessi, attraverso l'utilizzo di GNL in controcorrente. La correzione del gas finale ha lo scopo di mantenere le specifiche di qualità del gas immesso nella rete di trasporto garantendo l'intercambiabilità del GNL rigassificato con gli altri gas naturali trasportati via metanodotto. L'implan-

to è governato da un sistema automatico di controllo distribuito. La sezione "sistemi ausiliari" comprende tutte le attività di supporto al processo principale, quali la sottostazione elettrica, il sistema antincendio, i sistemi per lo smaltimento del calore e la stazione di misura della qualità e quantità del gas immesso in rete.

### Aspetti tecnologici

I terminali di rigassificazione possono essere situati in prossimità della costa (terminali *onshore*) o direttamente in mare (terminali *offshore*).

#### Terminali onshore

Un terminale *onshore* prevede essenzialmente la costruzione di infrastrutture marittime e la realizzazione di una sezione di ricezione e stoccaggio e di un impianto di rigassificazione del GNL. Le opere a mare sono progettate per l'attracco e lo scarico delle navi gasiere. Una volta attraccata la nave metaniera al pontile e connessi i tubi per lo scarico, le pompe di movimentazioni presenti sulla nave trasferiscono il metano liquido ai serbatoi criogenici di accumulo tramite una condotta che attraversa tutto il pontile. Le operazioni di scarico hanno una du-

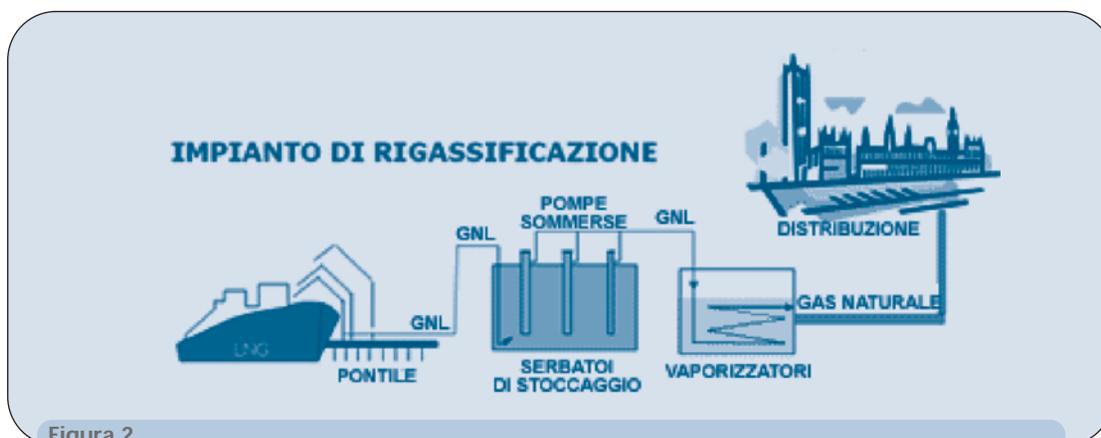


Figura 2  
Processo di rigassificazione del GNL  
Fonte: GNL Italia

rata che dipende dalla quantità di GNL trasportato (per una metaniera media tale durata è di circa 12 ore).

I serbatoi possono essere classificati secondo criteri relativi al modo in cui questi vengono posizionati all'interno della area del terminale di rigassificazione oppure in base al numero di involucri che compongono il serbatoio stesso. In base al primo criterio si possono distinguere serbatoi in superficie o serbatoi interrati.

Il serbatoio in superficie è la tipologia di serbatoio criogenico più utilizzata per il basso costo che comporta la sua realizzazione se confrontata con altri tipi di serbatoio (ad esempio interrato) e la sua gestione di esercizio risulta più semplice. Le dimensioni di un tale serbatoio vanno dai 7.000 m<sup>3</sup> ai 160.000 m<sup>3</sup>.

Il serbatoio interrato riesce a minimizzare l'impatto ambientale in quanto si inserisce bene nella fascia di territorio in cui insiste l'area dell'impianto. In base al numero di involucri che compongono il serbatoio di accumulo si distinguono i serbatoi a contenimento semplice, contenimento doppio e contenimento totale. Il serbatoio a contenimento semplice è costituito da un serbatoio interno e da uno esterno. In questo tipo di sistema di contenimento, il serbatoio interno ha la funzione di stoccaggio del fluido criogenico, mentre il serbatoio o parete esterna, non essendo progettato per contenere l'eventuale fuoriuscita di fluido criogenico, ha solamente la funzione di ospitare nell'intercapedine l'isolante termico e contenere eventuali vapori di GNL. Pertanto il materiale del serbatoio interno deve avere un'alta resistenza alle basse temperature. Lo spazio tra il serbatoio interno e quello esterno come detto è riempito da isolante termico per minimizzare le perdi-

te di calore. L'isolante termico utilizzato tra i due serbatoi è generalmente poliuretano o perlite. Viene previsto un canale perimetrale al sistema di contenimento per contenere un eventuale fuoriuscita di gas naturale liquefatto.

I serbatoi a contenimento doppio sono simili a quelli a contenimento semplice e prevedono la costruzione di una parete di cemento armato che circonda un serbatoio interno che ha la funzione di stoccare il GNL. In questa tipologia di serbatoio anche il serbatoio esterno si progetta e costruisce con lo scopo di potere contenere il fluido criogenico così come eventuali vapori di GNL.

Il serbatoio a contenimento totale è simile a quella a contenimento doppio con la differenza della presenza di un tetto di cemento che appoggia sul serbatoio esterno anch'esso di cemento per potere minimizzare l'eventuale fuoriuscita di vapori di gas naturale liquefatto. Anche nei serbatoi a contenimento totale la parete esterna è progettata e costruita per contenere fuoriuscite di fluido criogenico. Un serbatoio a contenimento totale ha una maggiore resistenza all'azione di movimenti sismici; per questo motivo è il sistema utilizzato nei terminali di rigassificazione in Giappone.

#### *Terminali offshore*

In generale esistono diversi approcci nel progetto e nella gestione dei terminali di rigassificazione a seconda dei mercati serviti e delle infrastrutture utilizzate; questo risulta particolarmente vero per i terminali *offshore*. Una maniera efficace di classificare questo tipo di impianti è basata sulla tipologia delle attrezzature di immagazzinamento del gas, in quanto questo aspetto spesso influenza sia la pro-



gettazione che la funzionalità dell'impianto. Se infatti il terminale di importazione ha una sufficiente capacità di immagazzinamento, l'impianto può immettere in rete una quantità di gas naturale in maniera continua e pressoché costante andando a ricoprire il cosiddetto carico di base. Allo stesso tempo possono essere soddisfatti i picchi di domanda che di sovente si presentano durante il normale funzionamento della rete. Il rapporto tra la capacità media di una nave gasiera e la potenzialità nominale dell'impianto (portata di gas producibile in condizioni nominali) fornisce il tempo medio tra due successivi approvvigionamenti. D'altra parte, la quantità minima di accumulo richiesta per un funzionamento in continuo dell'impianto è pari alla capacità media della nave gasiera. Per tener conto dei tempi morti necessari per garantirsi una certa sicurezza negli approvvigionamenti è in genere prevista una sovra-capacità di accumulo che compensa i problemi dovuti a ritardi nelle spedizioni, avarie e in genere variazioni nella domanda o nell'offerta di GNL. Per questo la maggior parte dei terminali sono dimensionati per avere una capacità pari a due o tre volte quella di una nave gasiera, cioè variabili tra 120.000 e 300.000 m<sup>3</sup> di GNL.

I terminali che non hanno accumulo, sia esso in forma liquida o gassosa, o che non hanno abbastanza accumulo, sono costretti a immettere il gas in rete con un flusso globale pari all'incirca a quello con il quale vengono scaricate le navi. Dal punto di vista della rete il flusso di gas immesso diventa fluttuante nel tempo e può addirittura essere interrotto durante le operazioni di attracco. I costi associati all'accumulo sono, d'altra parte, bilanciati dai maggiori costi dovuti all'incremento

di capacità richiesta dalla tubazione di immissione in rete. Nella maggior parte dei casi, dato che è praticamente impossibile sincronizzare l'arrivo delle navi con il manifestarsi dei picchi di domanda, la fornitura intermittente di gas proveniente da impianti non dotati di accumulo trova nella capacità della rete stessa la possibilità di livellare la domanda di gas nel tempo.

La variabile che più influenza il tipo di struttura da adottare è la *profondità delle acque* nel sito. Le navi gasiere hanno un affondamento tipico di circa dodici metri e richiedono come minimo uno o due metri di profondità aggiuntiva per assicurare la distanza di sicurezza dal fondo del mare necessaria per le manovre. Questo significa che la profondità minima di installazione è di circa 14 metri. Non esiste invece una profondità massima determinata a priori ma piuttosto individuata a valle di considerazioni economiche (che tengono conto della geometria del fondo marino, della presenza di onde, di correnti ecc.)

La *distanza dalla costa* rappresenta un altro fattore importante, non solo per ragioni economiche, principalmente legate alla maggiore profondità di installazione e lunghezza del gasdotto, ma anche per l'attenzione con la quale si guarda al fattore visibilità dell'impianto dalla costa. L'alternativa a grossi investimenti necessari a migliorare l'aspetto di un terminale posto in prossimità della costa (con bassi costi per le *pipeline*) è quella di installare il terminale ad una distanza maggiore con ridotti costi dovuti al fattore visibilità ma costi maggiorati per struttura e gasdotto.

Chiaramente la possibilità di installare gli impianti in acque profonde elimina i costi legati al dragaggio dei fondali e aumenta la disponibilità e la

sicurezza degli impianti, riducendo i tempi di viaggio delle navi non più costrette a manovrare in zone di traffico congestionato.

In genere è prescritta una zona di sicurezza che circonda il terminale (per un raggio di almeno 500 metri nella normativa statunitense) in modo da escludere il traffico marittimo non legato alle attività del terminale stesso. Sempre per esigenze di sicurezza la locazione di questi siti deve esser fatta lontano dalle vie di navigazione commerciali, lontano da piattaforme estrattive di petrolio o di gas e da altri porti di attracco di navi che trasportano GNL. Altre considerazioni relative alla vicinanza di pre-esistenti nodi delle reti di distribuzione sottomarine e/o terrestri influenzano la fattibilità economica dell'installazione.

I terminali offshore a struttura fissa consentono l'accumulo direttamente sul terminale e trovano applicazione in acque poco profonde, con fondali fino ad un massimo di 30 metri, a causa delle limitazioni dimensionali imposte nella realizzazione dei serbatoi presso i cantieri di costruzione.

Si individuano in questo caso tre classi principali: le strutture a gravità, le piattaforme e le isole artificiali.

*Le strutture a gravità* sono state usate per più di 30 anni per supportare gli impianti di estrazione del petrolio a mare. Si tratta di strutture adagiate sul fondale marino, costituite da calcestruzzo, adatto ad entrare in contatto con fluidi criogenici a basse temperature. Il GNL viene stoccato all'interno della struttura a gravità in serbatoi a doppio contenimento con membrana. Anche i *terminali basati su piattaforme* hanno una struttura fissa e permettono di avvalersi di sistemi di accumulo di GNL seppure con volumi minori. In genere si cerca di utilizzare

strutture preesistenti, originariamente sviluppate per utilizzi estrattivi, sia pur con le restrizioni di spazio evidenti. Nel caso che non sia previsto accumulo nel terminal, il GNL viene approvvigionato tramite le navi, rigassificato e immediatamente immesso in rete grazie ad un gasdotto sottomarino di collegamento. Per poter garantire continuità alle operazioni alcuni impianti prevedono un accumulo gassoso in caverna, senza il quale è la rete stessa che deve essere in grado di operare da polmone, assorbendo grandi quantità di gas in tempi relativamente ristretti e consentendo un approvvigionamento interrompibile.

Un approccio totalmente innovativo è quello relativo ai *terminali basati su isole artificiali*. Questa alternativa è quella che è caratterizzata dal più ampio sviluppo superficiale: ampia disponibilità di spazio per lo stoccaggio del GNL, diversi punti di attracco, impianti di vaporizzazione ad aria e altre attrezzature ingombranti. Possono essere utilizzati serbatoi e tecnologie usati negli impianti *onshore*, dato che i problemi di spazio sono molto meno stringenti rispetto al caso degli impianti a piattaforma. Ad oggi un solo progetto di questo tipo è stato presentato negli Stati Uniti.

*La rigassificazione (o vaporizzazione) del GNL* ha luogo in maniera simile a quanto accade nei terminali *onshore*. Le pompe di scarico inviano il GNL ai vaporizzatori dove viene riscaldato. In genere sono presenti più treni di vaporizzazione che lavorano in parallelo. Ogni vaporizzatore consta di un sistema di trasferimento del fluido di lavoro, sia esso acqua di mare, aria o gas naturale a seconda delle tipologie utilizzate. A valle si effettua la compressione del gas fino a valori dell'ordine dei 100 bar. Prima di essere immesso

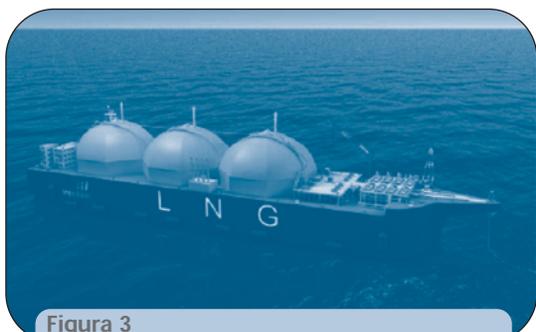


in rete il gas attraversa una sezione di misura dimensionata sulla massima portata erogabile dai vaporizzatori. Quando il sito di installazione viene a trovarsi a maggiore distanza dalla costa, la profondità delle acque in genere aumenta e in questo caso si prospetta l'utilizzo di *terminali offshore a struttura flottante*. Al loro interno vengono comunque svolte le stesse operazioni che si svolgono nei sistemi a struttura fissa (attracco, scarico, stoccaggio e vaporizzazione). Nel caso che tutte le operazioni siano presenti sull'unità flottante si parla di unità flottanti di stoccaggio e rigassificazione FSRU (Floating Storage Regasification Unit – Figure 3 e 4). Nel caso non si operi accumulo si parla di sistemi FRU (Floating Regasification Unit). Si tratta in pratica di una nave, di lunghezza tipica compresa tra i 350 e i 400 metri e larghezza fino a 70 metri, permanentemente ancorata (ma disconnettibile) e priva di sistemi di propulsione tradizionali. In effetti ci sono anche applicazioni nelle quali è integrato il sistema di propulsione quando una disconnessione rapida ed una successiva rilocalizzazione sono specificatamente richieste. In generale i sistemi di ancoraggio e di connessione flessibile con il gasdotto sottomarino richiedono profondità maggiori dei 50 metri. *Altri esempi di strutture flottanti* degni di nota sono dati dalle navi della compagnia Excelerate che combinano le

funzionalità di nave gasiera con quelle di terminale di importazione galleggiante (manca in questo caso l'attracco della nave che scarica). Un altro sistema interessante è quello che non prevede accumulo intermedio ma che tramite pontoni galleggianti (dotati di unità di rigassificazione) che si attaccano temporaneamente alle navi consente il collegamento diretto tra nave gasiera e gasdotto sottomarino di immisione nella rete di distribuzione.

#### *I sistemi di rigassificazione*

L'energia termica per vaporizzare il gas liquefatto viene richiesta in quantità considerevoli. Per esempio, per vaporizzare circa 300 Nm<sup>3</sup> di gas al secondo (portata di un impianto che produce 10 mld di m<sup>3</sup>/anno) occorrono teoricamente 4 vaporizzatori da 50 MW. Questo equivale a circa l'1,7-2,5% del contenuto energetico del gas prodotto. Grazie alle basse temperature in gioco si possono utilizzare diverse fonti primarie quali l'aria e l'acqua ambiente, fino all'utilizzo della combustione di parte dello stesso gas prodotto. Gli aspetti ambientali e di sicurezza delle operazioni, la convenienza economica-commerciale legata anche ad aspetti gestionali e manutentivi, gli ingombri e la possibilità di utilizzo su strutture *offshore* sono alcuni dei parametri che vengono considerati nella scelta della tipologia di vaporizzatori da adottare.



**Figura 3**  
Terminale di ricevimento galleggiante con accumulo e rigassificazione, tipo FSRU  
Fonte: UE



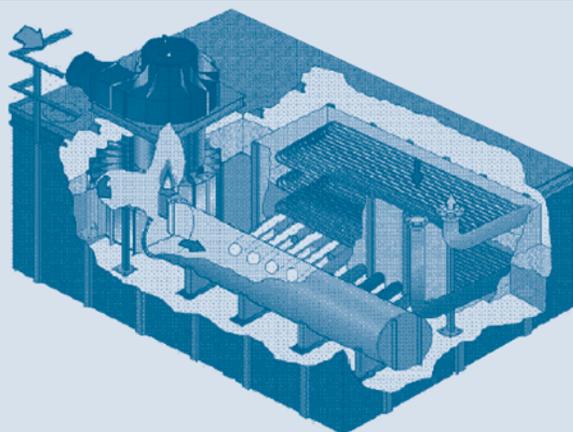
**Figura 4**  
Terminale FSRU: operazioni di ormeggio e scarico  
Fonte: UE

### *Vaporizzatori ad acqua di mare e impatto sull'ambiente marino*

La tecnologia che utilizza vaporizzatori ad acqua di mare è una delle più utilizzate anche se non in tutto il mondo. Ci sono due principali tipologie costruttive: quelle a "ranghi aperti", e quelle a "tubi e mantello". Per utilizzare componentistica modulare ed evitare il congelamento dell'acqua di mare si utilizzano di solito fluidi intermedi (come il propano) che possono lavorare a bassa temperatura. La tecnologia più comune è quella a ranghi aperti (Open Rack Vaporizers - ORV). Lo scambio termico avviene tra il gas e l'acqua di mare per il tramite di piastre alettate in lega di zinco, che vengono investite dal flusso di acqua a pressione ambiente, mentre il gas fluisce al loro interno. Le piastre vanno pulite periodicamente per rimuovere il materiale che nel tempo vi aderisce alterando lo scambio termico. Nell'esecuzione in tubi e mantello (Shell and Tube - STV) il gas fluisce all'interno dei tubi e l'acqua di mare lato mantello. Anche questa è una tecnologia ben provata anche se un po' più complessa a causa delle esigenze di controllo lato mantello e alla possibilità di rottura di un tubo che necessita della presen-

za di valvole di sicurezza per prevenire eventuali esplosioni.

In certe applicazioni vengono utilizzati altri fluidi come soluzioni acqua-glicol, migliorando le prestazioni ai carichi parziali o nei transitori, abbassando il limite di congelamento del fluido vettore. Sia i sistemi ORV che quelli STV non hanno parti in movimento né punti a rischio di iniezione di fiamme. Dispositivi simili sono molto usati negli impianti di potenza come condensatori. In entrambi i casi sono richiesti quantitativi d'acqua ingenti e i carichi elettrici necessari per alimentare le stazioni di pompaggio sono di tutto rispetto (200kW nel caso visto prima). Diversi vincoli sulla qualità dell'acqua rilasciata legati al massimo innalzamento/abbassamento di temperatura, al trascinarsi di sedimenti, alla presenza di elementi sospesi e all'utilizzo di biocidi a base di cloro vanno rispettati; inoltre bisogna tener conto degli effetti sulla fauna marina. Si cerca di minimizzare questo tipo di impatto con il posizionamento di prese d'acqua a profondità opportune, con l'inserimento di griglie di protezione e con la limitazione della velocità del flusso di solito attuato con la maggiorazione delle sezioni.



**Figura 5**  
Vaporizzatori a fiamma sommersa  
Fonte: UE - Univ. Austin



### *Vaporizzatori ad aria*

Un'alternativa economicamente attraente è data dall'utilizzo di aria come fonte di calore per la rigassificazione del GNL. In questo tipo di applicazioni si utilizza aria ambiente che si raffredda scambiando calore con il gas e che viene poi rilasciata in atmosfera. In aree umide si producono notevoli quantità di acqua di condensa che può essere utilizzata all'interno dell'impianto; inoltre, a causa dell'immissione di aria fredda in atmosfera, c'è la possibilità che si creino banchi di nebbia nel caso di assenza di vento. Come nel caso dell'utilizzo di acqua di mare si possono utilizzare fluidi intermedi (come glicol o propano) per migliorare lo scambio termico a temperature molto basse. Il problema principale di questo tipo di apparati sta nella forte dipendenza rispetto alle condizioni ambiente. Per garantire la continuità di servizio è di solito previsto un generatore di calore ausiliario. I pesi e l'ingombro a terra sono maggiori rispetto ai sistemi ad acqua (entrambi fattori degni di nota specie per le installazioni *offshore*), inoltre non c'è esperienza diffusa in scala industriale su questo particolare tipo di applicazione anche se esistono degli impianti realizzati (Petronet Terminal – Dahej-INDIA) o in fase di realizzazione (Freeport Energy – USA).

### *Vaporizzatori a gas naturale*

La tecnologia che utilizza vaporizzatori a combustione sommersa (Submerged Combustion Vaporizers – SCV) è quella più adottata a livello mondiale. Si tratta di bruciatori installati in camere sommerse, nelle quali è previsto l'annegamento di tubi di scambio termico ove scorre il GNL, mentre i fumi di combustione gorgogliano in acqua (figura 5). L'energia richiesta per

la vaporizzazione, pari a circa l'1,7% del contenuto energetico del gas, viene prodotta attraverso la combustione di parte del gas stesso.

I costi di gestione sono ben maggiori rispetto all'utilizzo di scambiatori ad aria o ad acqua, e, oltre che ridurre l'effettivo quantitativo di gas inviato all'utenza, la combustione produce emissioni che devono comunque rispettare i limiti di legge. Dal punto di vista della sicurezza la presenza di un punto caldo di iniezione di fiamma non è trascurabile, inoltre il suo utilizzo in terminali *offshore* può dare qualche problema a causa dell'agitamento del liquido presente nella camera. Un altro problema è dato dall'acidificarsi del bagno causato dall'assorbimento da parte dell'acqua di prodotti di combustione. Di solito si interviene, per limitare la corrosione, praticando periodicamente una neutralizzazione con additivi che però danno luogo al precipitare di sali che vanno rimossi. L'alta capacità termica dell'acqua garantisce stabilità di funzionamento, specie durante le variazioni di carico e nei transitori di accensione e fermata.

### *Analisi comparativa delle tecnologie di vaporizzazione*

Non esiste una tecnologia "migliore" la cui scelta assicuri risultati certi, perché diversi sono i fattori in gioco, non solo tecnici, ma economici e ambientali. I punti cruciali da considerare interessano l'investimento iniziale, i costi di gestione e manutenzione, le caratteristiche di affidabilità e disponibilità, il comportamento ambientale con emissioni in atmosfera e in acqua, oltre che valutazioni sull'ingombro a terra e sull'impatto visivo. Si procede ad una valutazione per gradi, basata sulla considerazione di fattori come ma-

turità tecnologica, affidabilità delle apparecchiature, richiesta elettrica per gli ausiliari, efficienza energetica, effetti sulla qualità dell'aria e dell'acqua ed in genere sull'ambiente marino, sicurezza e convenienza economica.

L'impegno economico necessario per l'investimento è simile, a parità di potenza installata, per le tre tecnologie a combustione, ad aria ed ad acqua (circa 120 M€ per un impianto da 8 MLD m<sup>3</sup>/anno), i costi di gestione sono decisamente più elevati (circa 15 M€/anno pari a circa il 40% dei costi totali su una vita stimata di 30 anni) per la tipologia a combustione, che tra l'altro genera emissioni non trascurabili. Come accennato, in applicazioni *off-shore* considerazioni sull'area di ingombro sono molto importanti ed escludono in genere i vaporizzatori ad aria. Nel caso dei vaporizzatori ad acqua l'unico costo è quello dovuto al pompaggio (2 M€/anno pari all'8% dei costi totali); si può quindi avere una soluzione economicamente vantaggiosa che comunque deve scontrarsi con la necessità di minimizzare l'impatto sull'ambiente marino (trascinamento di larve e pesci, limitazione del delta di temperatura ecc).

### Aspetti legati al recupero energetico

La disponibilità presso i terminali di rigassificazione di rilevanti portate in massa di fluido a bassa temperatura (GNL) è potenzialmente in grado, previo sfruttamento in adeguati sistemi ausiliari, di compensare parte dei consumi energetici della filiera di produzione e trasporto. In teoria si potrebbero recuperare fino a 250 kWh per tonnellata di GNL. Le applicazioni possibili sono diverse e si va dalla liquefazione di CO<sub>2</sub> e/o altri gas alla separazione dell'aria (con produzione di

ossigeno e azoto criogenico), al condizionamento, alla conservazione dei cibi. Un'altra applicazione d'interesse è quella della generazione elettrica.

A tal riguardo sono state proposte diverse soluzioni impiantistiche più o meno complesse ed efficienti. Tra le soluzioni investigate quelle degne di maggior nota sono:

- espansione diretta dal processo di rigassificazione del GNL;
- ciclo Rankine chiuso a fluido organico (es. propano) operante tra la temperatura ambiente (acqua di mare) e quella di liquefazione del gas naturale;
- ciclo Joule-Brayton chiuso a gas inerte (es. azoto) con interrefrigerazione operante tra la temperatura ambiente (acqua di mare) e quella di liquefazione del gas naturale;
- cicli combinati costituiti da uno o più cicli Rankine o Brayton sovrapposti all'espansione diretta.

In Giappone in particolare sono stati realizzati, a partire dal 1980, quindici impianti a recupero con potenzialità comprese tra 1 e 9 MWe.

Lo studio dei cicli di processo e del comportamento di componenti e sistemi non è sempre possibile, od economicamente affrontabile, attraverso attività sperimentali; per tale motivo sempre più si investe nello sviluppo di modelli numerici e codici di simulazione. Tale sviluppo è notevolmente favorito dall'evoluzione tecnologica nel settore del calcolo e del supercalcolo, che rende disponibili piattaforme ad elevate performance, permettendo lo studio di sistemi complessi con tempi di calcolo compatibili con le esigenze industriali.

In questo settore tecnologico diverse sono le competenze che L'ENEA mette a disposizione per la ricerca, ed in particolare:



- Codici di processo finalizzati all'analisi energetica, termodinamica ed economica dei processi di produzione e recupero di energia per le quali è necessario lo sviluppo di modelli fisico-matematici che consentono di stabilire, attraverso opportuni bilanci di energia e di massa, le principali caratteristiche delle trasformazioni che interessano il processo in esame. Sono attualmente in sviluppo diversi modelli e strumenti di calcolo relativi a specifici aspetti impiantistici quali: il pompaggio, la rigassificazione e la purificazione del gas, l'analisi degli scambi termici verso l'ambiente in integrazione con la catena del freddo o con impianti di generazione elettrica, produzione di ossigeno, cattura e liquefazione della CO<sub>2</sub>. Altri strumenti, pure in sviluppo, sono orientati all'ottimizzazione di ciclo e di impianto.
- Codici per la simulazione dinamica e la messa a punto di sistemi di controllo e di procedure operative. Grazie a questi vengono svolte attività di modellazione e simulazione in regime dinamico, utili per la definizione delle strategie e delle logiche di controllo degli impianti, la verifica della rispondenza a requisiti di gestibilità e flessibilità, lo studio di specifiche procedure operative ritenute critiche.

Per garantire semplicità e affidabilità di utilizzo, la soluzione "convenzionale", attualmente applicata nella maggior parte degli impianti di rigassificazione di GNL, consiste nell'utilizzare parte del gas naturale prodotto per alimentare generatori elettrici basati su motori a combustione interna o turbogas, specie quando le applicazioni sono del tipo *offshore* e non consentono gli ingombri elevati tipici degli impianti a vapore. Come già illustra-

to, anche i vaporizzatori sono alimentati con il calore proveniente dalla combustione di parte del gas trattato. Sul tema del recupero energetico l'ENEA sta operando con l'obiettivo dichiarato di valutare l'efficacia ed il costo di soluzioni innovative. Il *trend* di R&S è orientato verso sistemi complessi che, grazie alla maggiore integrazione, tendono a minimizzare consumi energetici e impatto ambientale.

### Il quadro normativo di riferimento: VAS, VIA e sicurezza degli impianti

L'iter autorizzativo è molto complesso, con molti soggetti investiti di potere decisionale; ciò comporta indeterminazione dei tempi procedurali, soprattutto a causa della disciplina ambientale. L'autorizzazione alla realizzazione e all'esercizio degli impianti di rigassificazione è soggetta alla normativa vigente in materia di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA). Le procedure di VIA in Italia sono state introdotte a seguito dell'emanazione della Direttiva 337/85/CEE poi ampliata con particolare riguardo alle aree costiere dalla Direttiva 97/11/CE. L'Italia ha recepito le Direttive comunitarie con diversi atti legislativi successivi quali il DPCM n. 377 del 10/08/88, il DPCM 27/12/88, il DPR 2/09/99 n. 348 ed il DPCM 3/09/99 in tema di VIA locale e regionale. Secondo tali norme gli impianti di rigassificazione sono ritenuti a potenziale significativo impatto ambientale, anche perché ubicati in zone sensibili quali quelle costiere. Per questo motivo devono essere sottoposti ad accurate procedure di valutazione di impatto ambientale di competenza della Commissione VIA nazionale istituita presso il Ministero dell'Ambiente.

Ottenute le autorizzazioni e scaduti i termini per eventuali ricorsi senza op-

posizioni, il progetto deve essere avviato entro 12 mesi per non incorrere nelle sanzioni della legge 290/2003 che conducono alla revoca dell'autorizzazione.

Una volta che l'impianto è realizzato il suo esercizio viene regolamentato dalla normativa vigente e il processo di conferimento della capacità di rigassificazione avviene sulla base delle condizioni di accesso approvate dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas che definisce i termini del servizio, gli obblighi e le responsabilità del produttore e degli utenti.

In effetti il percorso autorizzativo non è unico, essendovi più opzioni possibili a seconda che il sito di installazione ricada in un'area industriale preesistente, in mare o nel territorio di una Regione a statuto speciale. Per gli impianti individuati dal CIPE dovrebbe applicarsi l'autorizzazione ai sensi della legge obiettivo. Per gli impianti da costruirsi in aree industriali preesistenti si applica l'autorizzazione ai sensi dell'art. 8 della Legge 340/2000, esiste cioè la possibilità di presentare uno studio di compatibilità ambientale direttamente al Ministero dell'Ambiente. Per gli impianti a mare o in aree demaniali costiere vale il procedimento standard, mentre per la disciplina relativa agli impianti in Regioni autonome vale la legislazione regionale. Rimane in ogni caso la necessità di ottenere autorizzazioni e nulla osta da parte di una pluralità di soggetti istituzionali quali Autorità Portuale, Agenzia delle Dogane, Ministero dell'Ambiente ecc.

### Aspetti economici

Si stima che il vantaggio economico della fornitura di gas naturale sotto forma di GNL rispetto a quello via ga-

sdotto, si verifica per distanze superiori ai 2000 km nel caso di gasdotti sottomarini, e superiori a 3800 km nel caso di gasdotti terrestri di grandi dimensioni.

L'investimento complessivo per realizzare una filiera di produzione di GNL può essere così ripartito: 15-20% per l'estrazione e lo sfruttamento del giacimento, 30-45% per l'impianto di liquefazione, 10-30% (a seconda delle distanze) per il trasporto via mare e 15-25% per l'impianto di rigassificazione.

Sul costo finale del GNL il trasporto incide per il 10-30% contro il 10% del caso dei prodotti petroliferi, questo a causa degli alti costi di investimento per le navi. I costi medi nel decennio 1992-2002 sono stati intorno a 0,12 US\$/m<sup>3</sup> nel bacino atlantico e 0,16 nel Pacifico. Non sono di solito legati all'andamento del gas da gasdotto ma piuttosto a quelli dei combustibili liquidi quali l'olio a basso tenore di zolfo (BTZ). Negli ultimi anni il mercato sta divenendo via via più flessibile con la riduzione dell'aliquota di contratti a lungo termine (20-25 anni) e l'aumento di quelli a breve fino all'8% del totale.

### Conclusioni

Un certo numero di proposte di installazione di nuovi terminali di importazione di GNL è al momento in fase di valutazione, studio o realizzazione nel mondo. Le tipologie di impianto variano dalle installazioni terrestri (*onshore*) a quelle marine (*offshore*) di tipo fisso o galleggiante. Un unico terminale di importazione *offshore* è al momento operativo a livello mondiale (Excelerate Energy Bridge - Golfo del Messico). Tre navi attrezzate per la rigassificazione on board sono state re-



centemente costruite nei cantieri navali della Corea del Sud. Il progetto della Exxon-Mobil per un terminale nel Nord Adriatico potrebbe essere la prima installazione *offshore* a struttura fissa a gravità non galleggiante. Il mercato mondiale delle infrastrutture del GNL è in forte accelerazione. Pur facendo tesoro dell'esperienza acquisita sulle piattaforme *offshore* per l'estrazione del petrolio, la tecnologia GNL *offshore* è quasi completamente nuova e ancora va testata, specie in relazione alle problematiche dell'impatto ambientale, a quelle relative alle operazioni di carico e scarico su piattaforme galleggianti. Diverse sono quindi le considerazioni necessarie per un opportuna scelta del sito di installazione degli impianti.

Il mercato del gas è in espansione da diversi anni, specie in relazione al ruolo crescente degli impianti combinati nel settore della generazione elettrica (NGCC – Natural Gas Combined Cycle). In Italia, in particolar modo, il perdurare dell'ostilità nei confronti degli impianti a carbone e l'impennata dei prezzi dei prodotti petroliferi molto probabilmente contribuiranno ad accentuare la tendenza in atto. La citata crisi di fornitura del gas russo e le instabilità dei Paesi arabi mostrano che per muoversi con agilità nel mercato del gas naturale è opportuno un ricorso all'approvvigionamento di GNL da terminal di importazione costieri o *offshore*, è così possibile acquistare, a prezzi competitivi, gas naturale sul mercato a breve termine, diversificando nel tempo il pacchetto di fornitori esteri. Gli impianti di rigassificazione di GNL, purché correttamente dimensionati, ubicati e sottoposti alle procedure di VIA richieste, potrebbero rappresentare una via affidabile e sicura per assicurare una maggior stabilità

degli approvvigionamenti e per scongiurare in futuro situazioni di emergenza quali quelle degli ultimi tempi.

## Bibliografia

- G. Moncada Lo Giudice, F. Asdrubali, *Il ruolo della gassificazione nel mercato internazionale del gas naturale*, pubblicato nel periodico "La Termotecnica", luglio/agosto 2006.
- F. Cotana, G. Pispola, *Recupero di energia mediante espansione diretta dal processo di rigassificazione del gas naturale liquefatto*, Atti del 5° Convegno Nazionale CIRIAF, Perugia, aprile 2005.
- AA.VV., Codice di rigassificazione, GNL Italia SpA, 2006.
- Foss, *Offshore LNG receiving terminals*, Centre for Energy Economics, University of Austin, Texas, USA, November 2006.
- Bigano, Franci, Groppi, *Normativa delle autorizzazioni per i progetti dei terminali GNL*, Politecnico di Milano, dicembre 2006.

## Monitoraggio ed analisi delle prestazioni del sistema fotovoltaico Elianto

Francesco De Lia

ENEA  
Dipartimento Ambiente, Cambiamenti Globali e Sviluppo Sostenibile



francesco.delia@casaccia.enea.it

*La valutazione dell'incremento annuo di producibilità di un sistema fotovoltaico ad inseguimento su due assi rispetto ad uno fisso, è il risultato di una attività di monitoraggio effettuata con successo per circa due anni su un impianto sperimentale in provincia di Treviso<sup>1</sup>*

### L'impianto

L'impianto fotovoltaico Elianto, realizzato nel comune di Pederobba (TV), di proprietà di BIM Piave di Treviso, Consorzio fra i Comuni della Marca Trevigiana facenti parte del Bacino imbrifero del Piave, è stato monitorato per due anni, per mezzo di un sistema di acquisizione dati messo a punto dall'ENEA.

L'analisi dei dati acquisiti, ha permesso di valutare l'incremento annuo di producibilità del sistema rispetto ad un tradizionale sistema fisso orientato in modo ottimale di pari potenza nominale. L'impianto appartiene alla famiglia dei sistemi fotovoltaici ad inseguimento su due assi senza concentrazione della radiazione solare. Il sistema è stato realizzato dalla società Ecoware SpA e si compone di 8 parti in movimento, denominate "vele", ciascuna dotata di un proprio sistema di movimentazione (*mover* biassiale digitale). Installato sulla copertura di una tettoia adibita al ricovero degli automezzi in località Pederobba (TV), l'impianto pre-

<sup>1</sup> Attività effettuata nell'ambito di una Convenzione stipulata tra ENEA e BIM Piave.

## Monitoring and analysis of the performance of the Elianto photovoltaic system

*The assessment of annual increase in the output of a two-axis tracking photovoltaic system, as compared to a fixed one, is the result of a monitoring activity, which has been carried out successfully for nearly two years on an experimental plant in the province of Treviso*



senta una potenza nominale di circa 15,6 kW e utilizza 136 moduli in silicio multicristallino da 115 Wp e 105 Wp di diversi costruttori. La configurazione del sistema prevede tre sezioni distinte ciascuna delle quali si compone di due stringhe di moduli e di un inverter monofase; il sistema trifase che si viene così a realizzare è colle-

gato ad una rete elettrica, anch'essa trifase. Le caratteristiche di sintesi dell'impianto sono indicate in tabella 2.

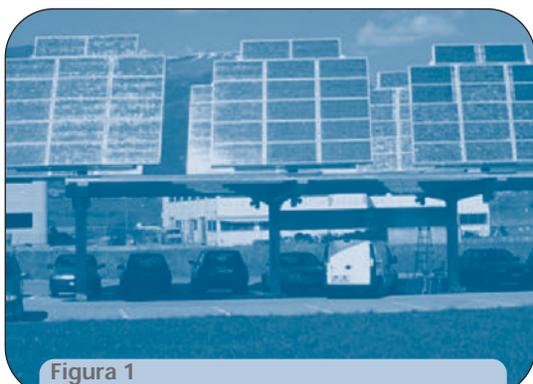
### Caratterizzazione energetica del sito

La figura 2 riporta, per la località di installazione, l'irraggiamento globale atteso

Sezione	N° stringhe	N° moduli per stringa	P <sub>nom</sub> Moduli (W)	N° celle per modulo	Tecnologia
1	2	28	115	36	mc-Si
2	2	28	115	36	mc-Si
3	2	12	105*	72	mc-Si

Fonte: Ecoware SpA

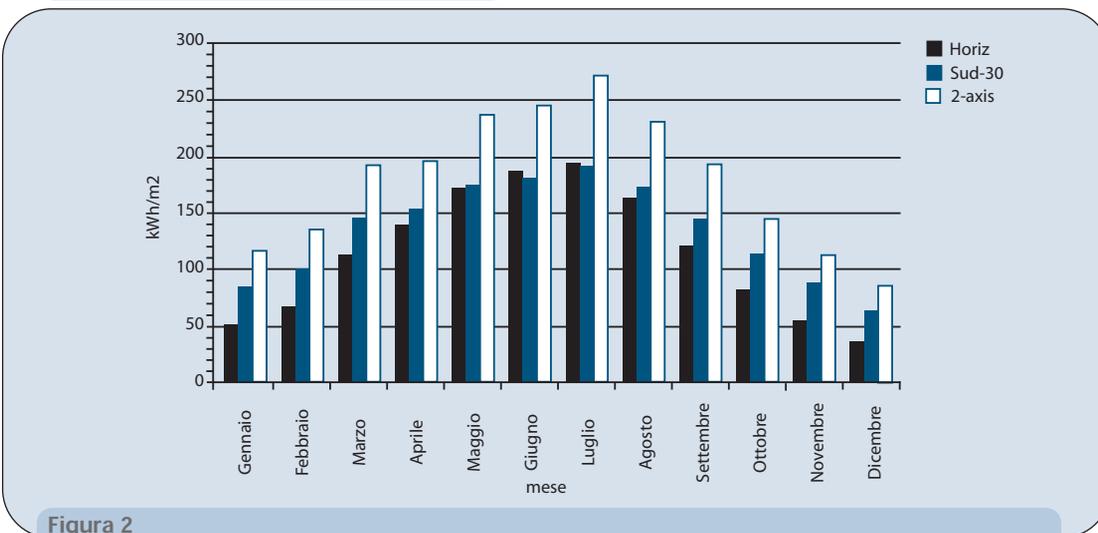
\* Moduli bifacciali; la potenza è riferita alla faccia anteriore del modulo



**Figura 1**  
Panoramica dell'impianto Elianto  
Fonte: Ecoware SpA

P <sub>nom</sub>	15,6 kW
N° vele	8
N° mod, vela	17
N° inverter	3
Pmax, inverter	6 kW
Inseguitore	Digitale su 2 assi con algoritmo anti-shadow

Fonte: Ecoware SpA



**Figura 2**  
Irraggiamento globale atteso del sito di installazione (Pederobba -TV)  
Fonte: elaborazione ENEA

sul piano orizzontale, l'irraggiamento globale atteso su una superficie orientata a sud con un'inclinazione di 30° (esposizione ottimale per la località) e infine l'irraggiamento globale atteso sul piano ad inseguimento a due assi. Le ultime due grandezze sono state ottenute elaborando i dati di irraggiamento globale sul piano orizzontale forniti dall'atlante italiano della radiazione solare ([www.solaritaly.enea.it](http://www.solaritaly.enea.it)) [1, 2] con il software PVsyst, sviluppato dall'Università di Ginevra.

Su base annua risulta che l'irraggiamento incidente sul piano ad esposizione ottimale e quello incidente sul piano normale sono superiori all'irraggiamento incidente sul piano orizzontale, rispettivamente del 16% e del 57%.

Inoltre, per la stessa località, l'irraggiamento incidente su una superficie ad inseguimento biassiale risulta superiore del 34% rispetto all'irraggiamento incidente su una superficie ad esposizione ottimale.

### L'acquisizione dati

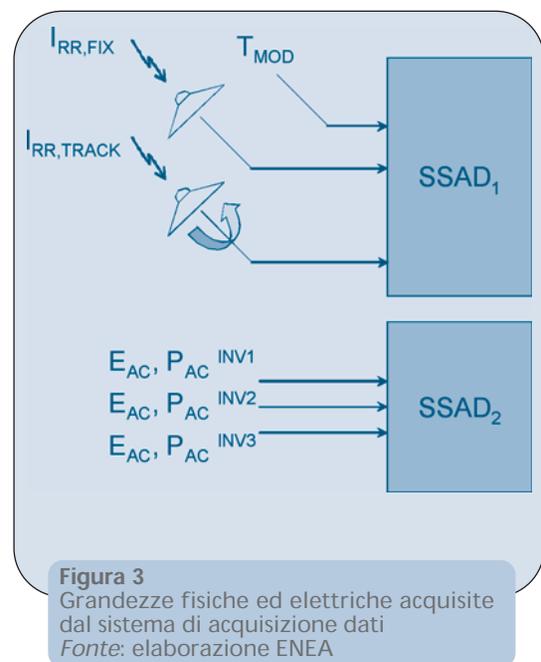
Non dovendo caratterizzare i singoli componenti ma l'intero sistema, si è scelta una configurazione minima del sistema di acquisizione dati, comprendente due sensori della radiazione solare (due piranometri di classe 1) ed un trasduttore di temperatura a termoresistenza (PT 100) per il rilievo della temperatura dei moduli fotovoltaici.

Il primo piranometro è stato orientato sul piano ottimale (inclinazione di 30° ed esposizione a sud), mentre il secondo piranometro è stato fissato ad una delle vele in modo da rilevare la radiazione globale incidente sul piano ad inseguimento. Le grandezze rilevate dai piranometri e dal trasduttore sono state acquisite e memorizzate da un primo sottosistema di acquisizione dati fornito dall'ENEA (SSAD<sub>1</sub>) dotato di una batteria tampone, in grado di far fronte ad

eventuali black-out elettrici a garanzia della continuità dell'acquisizione.

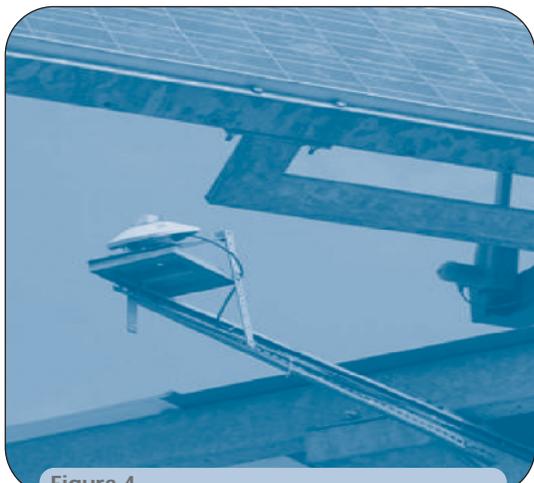
Per poter mettere in relazione la radiazione solare misurata dai 2 piranometri con l'effettiva produzione dell'impianto Elianto, sono state inoltre acquisite ogni 30', mediante un secondo sottosistema di acquisizione dati (SSAD<sub>2</sub>), la potenza media erogata e l'energia prodotta cumulata da ciascun inverter.

In figura sono rappresentati i SSAD utilizzati per il monitoraggio e le relative grandezze fisiche ed elettriche coinvolte nell'acquisizione.

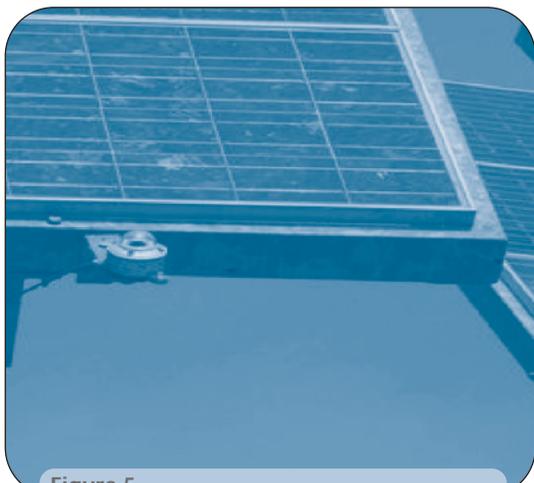


**Figura 3**  
Grandezze fisiche ed elettriche acquisite dal sistema di acquisizione dati  
Fonte: elaborazione ENEA

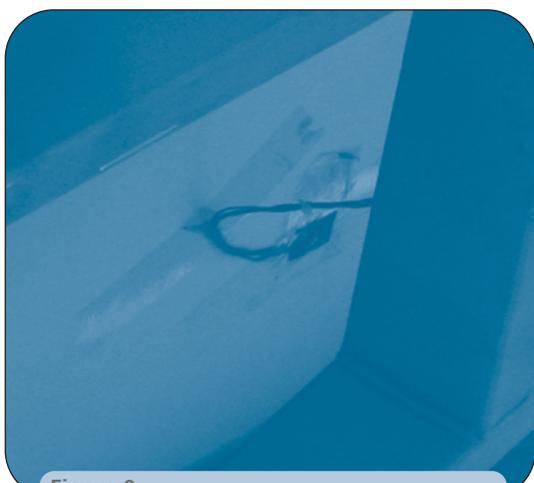
Le tre figure che seguono riportano il posizionamento (fisso e mobile) dei piranometri e del trasduttore di temperatura dei moduli. Particolare cura è stata posta al posizionamento dei due piranometri in quanto si doveva assolutamente evitare il loro ombreggiamento durante il movimento delle vele; in caso contrario le misure sarebbero state falsate e le elaborazioni avrebbero perso qualsiasi attendibilità.



**Figura 4**  
Piranometro ancorato sul piano fisso (30° sud)



**Figura 5**  
Piranometro mobile fissato ad una delle vele



**Figura 6**  
Sensore di temperatura dei moduli (PT 100)

## L'elaborazione e l'analisi dei dati

Le elaborazioni sono state svolte con l'obiettivo di valutare l'incremento di produttività del sistema Elianto rispetto ad un sistema fisso di pari potenza nominale orientato in modo ottimale.

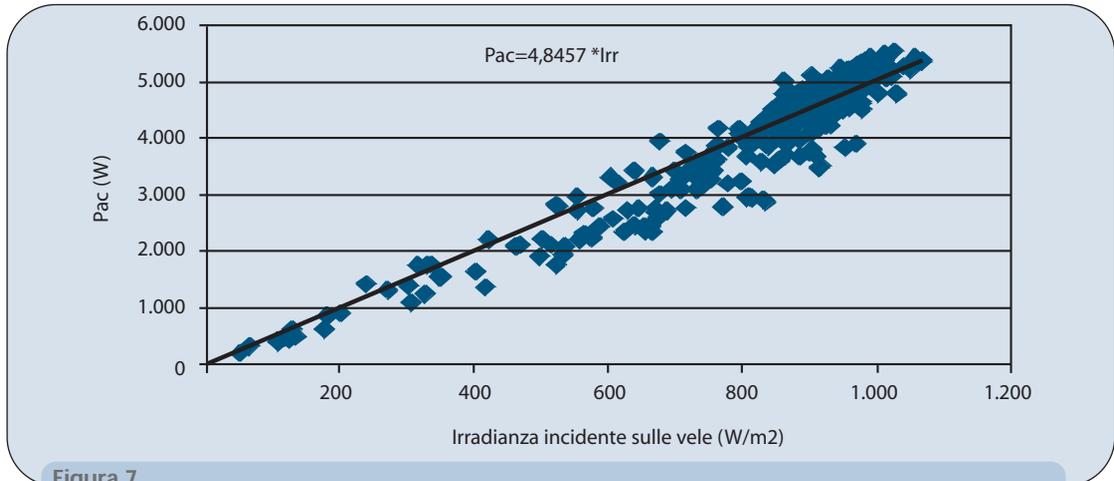
Dopo aver caratterizzato il sistema, sono stati eseguiti due tipi di elaborazioni: la prima si basa su dodici mesi di monitoraggio (da settembre 2006 ad agosto 2007) durante i quali il sistema è risultato parzialmente ottimizzato, mentre la seconda si riferisce al periodo marzo-maggio 2007, in cui l'Elianto è risultato ottimizzato in tutte le sue parti.

### Caratterizzazione del sistema Elianto

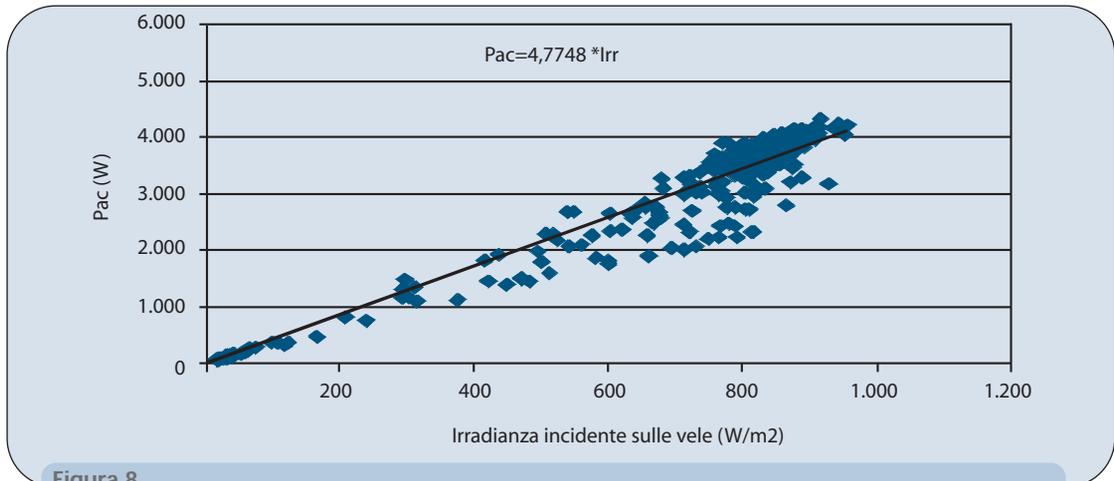
Dal momento che l'impianto Elianto si compone di 3 sezioni indipendenti, si è proceduto a caratterizzare separatamente ciascuna di esse acquisendo ogni 30 minuti l'irradianza media incidente sul piano ad inseguimento e la corrispondente potenza media erogata dagli inverter.

Per evitare che improvvise variazioni di irradianza potessero falsare le misure, si è proceduto alla determinazione della caratteristica "Potenza-Irradianza" per ciascuna sezione del sistema (figure 7, 8, 9) scegliendo alcune giornate perfettamente soleggiate (figura 10).

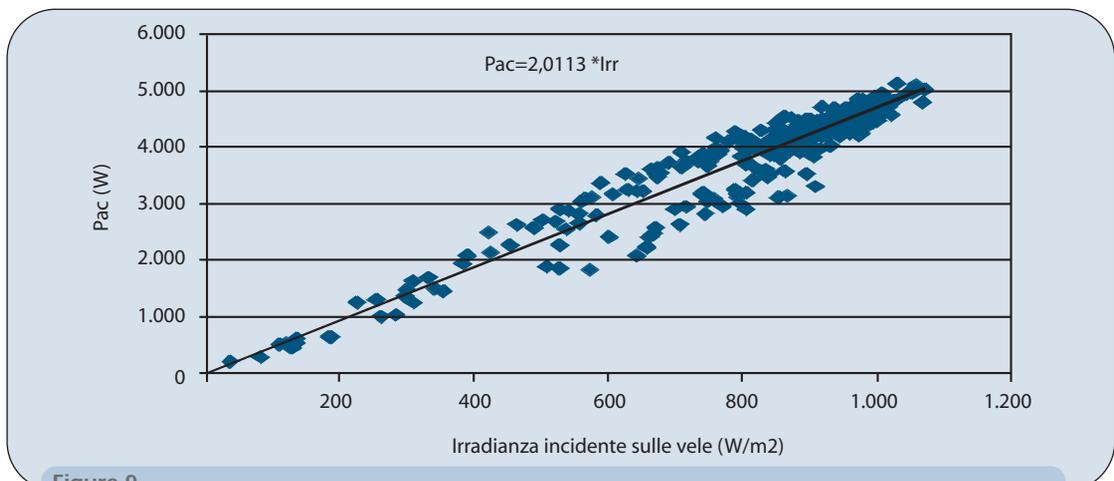
Le linee di tendenza riportate nelle tre figure costituiscono le caratteristiche *Potenza-Irradianza* delle tre sezioni del sistema e permettono di calcolare, nota l'irradianza incidente su un piano fisso misurata dal relativo piranometro, la potenza in uscita, e quindi l'energia prodotta, da un ipotetico impianto fisso orientato in modo ottimale installato a Pederobba, che impiega gli stessi componenti (moduli ed inverter) utilizzati dal sistema Elianto.



**Figura 7**  
 Caratteristica "Potenza-Irradianza" della sezione 1 dell'impianto Elianto  
 Fonte: elaborazione ENEA



**Figura 8**  
 Caratteristica "Potenza-Irradianza" della sezione 2 dell'impianto Elianto  
 Fonte: elaborazione ENEA



**Figura 9**  
 Caratteristica "Potenza-Irradianza" della sezione 3 dell'impianto Elianto  
 Fonte: elaborazione ENEA

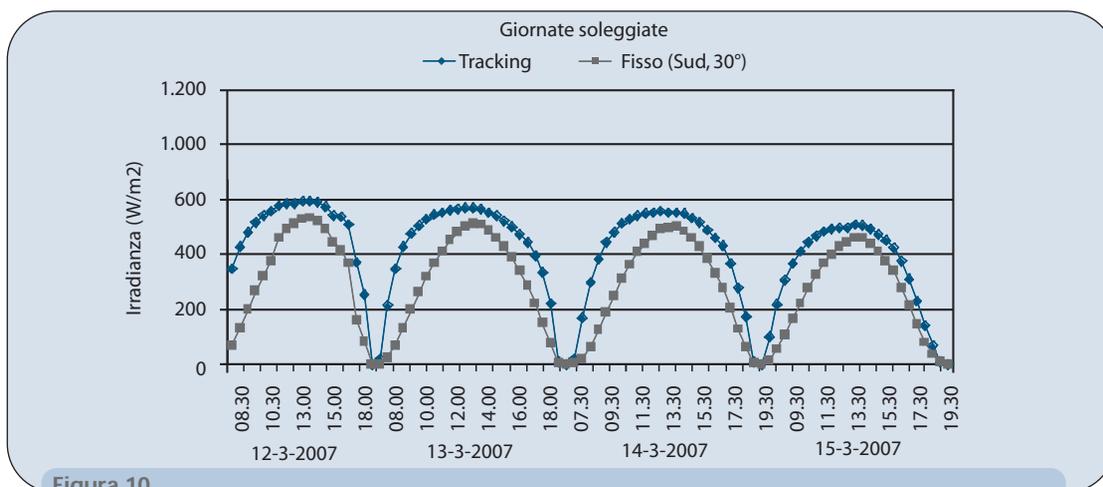


**Analisi delle producibilità riferita al periodo settembre 2006 – agosto 2007**

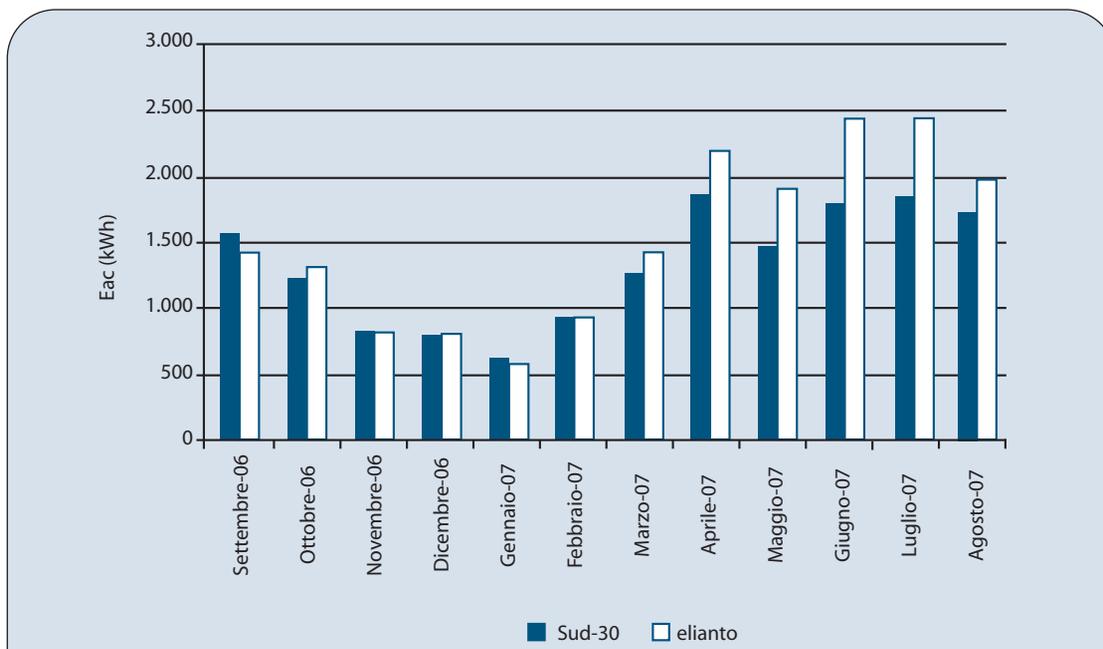
Le produzioni mensili del sistema Elianto sono indicate nella figura 11; nel grafico sono anche riportate le produzioni mensili del sistema fisso ottimo, calcolate utilizzando le caratteristiche "Potenza-Irradianza" riportate nelle figure 7, 8, 9.

La maggiore producibilità del sistema Elianto rispetto ad un sistema fisso risulta evidente a partire dal mese di marzo 2007, ovvero a partire dalla data di completamento delle ottimizzazioni sul sistema.

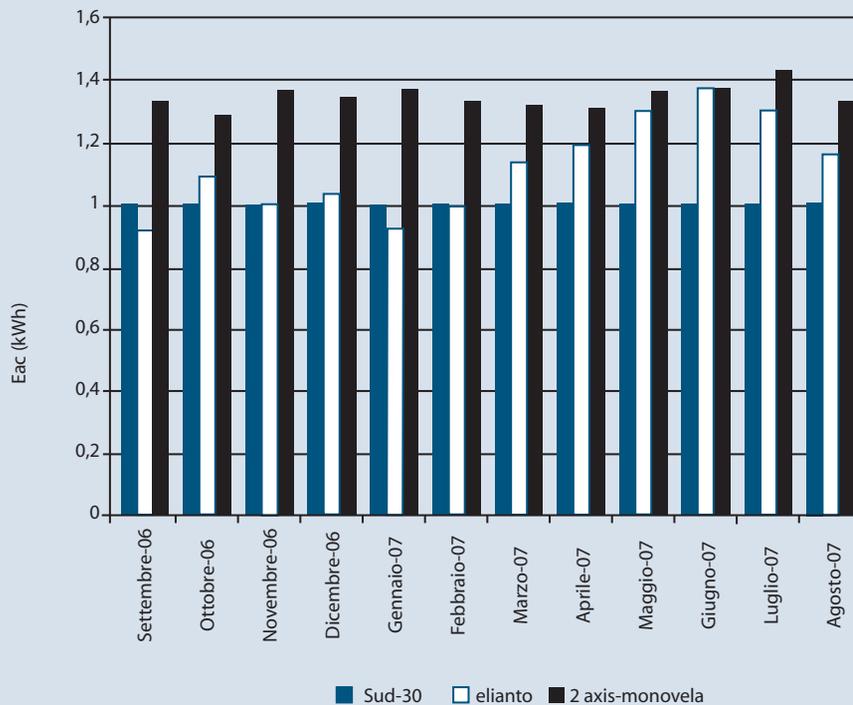
Per quanto riguarda il confronto con un tradizionale sistema ad inseguimento biassiale composto da vele suf-



**Figura 10**  
 Profili di irradianza utilizzati per la determinazione della caratteristica "Potenza-Irradianza" delle tre sezioni dell'impianto Elianto  
 Fonte: elaborazione ENEA



**Figura 11**  
 Energia mensile prodotta dall'impianto Elianto (include le tre sezioni) e da un ipotetico impianto fisso orientato in modo ottimale che utilizza gli stessi moduli ed inverter, installato a Pederobba  
 Fonte: elaborazione ENEA



**Figura 12**  
 Producibilità dell'impianto Elianto rispetto ad un impianto fisso ottimo e ad un impianto ad inseguimento biassiale monovela  
 Fonte: elaborazione ENEA

ficientemente distanziate tra loro in modo da ridurre a valori trascurabili le perdite per mutuo ombreggiamento, si rileva una minore produzione del sistema Elianto (figura 12). Tuttavia, va tenuto presente che nei sistemi ad inseguimento biassiali tradizionali, per ridurre a valori trascurabili le perdite per mutuo ombreggiamento, occorrerebbe distanziare le

vele al punto di richiedere una superficie di installazione notevolmente superiore a quella richiesta dal sistema Elianto che, come si può vedere dalle foto, ha la caratteristica di avere le vele molto ravvicinate. La tabella 3 riporta, per la località Pederobba, i valori medi annuali della producibilità relativa attesa del sistema Elianto e delle sue tre sezioni ri-

**Tabella 3 - Valori medi annuali per il periodo settembre 2006-agosto 2007 della producibilità relativa attesa (fattore di incremento) del sistema Elianto e delle sue tre sezioni rispetto ad un sistema fisso ottimo installato a Pederobba. Per completezza è riportato anche il fattore di incremento teorico di un sistema ad inseguimento biassiale standard**

Elianto-sez.1	Elianto-sez.2	Elianto-sez.3	Elianto	2-axis standard
1,09	1,14	1,28	1,15	1,34

Fonte: elaborazione ENEA



**Tabella 4 - Valori medi per il periodo marzo-maggio 2007 della producibilità relativa attesa (fattore di incremento) del sistema Elianto e delle sue tre sezioni rispetto ad un sistema fisso ottimo installato a Pederobba. Per completezza è riportato anche il fattore di incremento teorico di un sistema a 2 assi standard riferito allo stesso periodo**

Elianto-sez.1	Elianto-sez.2	Elianto-sez.3	Elianto	2-axis standard
1,21	1,19	1,29	1,22	1,32

Fonte: elaborazione ENEA

rispetto ad un sistema fisso ottimo. Per completezza viene anche riportato il fattore di incremento teorico di un sistema tradizionale ad inseguimento su due assi.

La tabella 3 evidenzia come, nel corso di dodici mesi di monitoraggio, la produzione del sistema Elianto sia stata superiore del 15 % rispetto alla produzione attesa di un sistema fisso ottimo di pari potenza nominale.

Va inoltre ricordato che, per i primi sei mesi di monitoraggio, il sistema Elianto aveva una logica di inseguimento non completamente ottimizzata.

#### *Analisi delle producibilità riferita al periodo marzo-maggio 2007*

La seconda elaborazione, si riferisce, come già detto, al periodo che va da marzo a maggio 2007, durante il quale il sistema Elianto è risultato ottimizzato in tutte le sue parti.

L'elaborazione è analoga a quella appena descritta; si ritiene quindi sufficiente riportare una tabella riassuntiva (tabella 4) in cui si quantifica, per i tre mesi suddetti, la producibilità relativa attesa (fattore di incremento) del sistema Elianto rispetto ad un sistema fisso ottimo installato a Pederobba.

Durante questi tre mesi, ottimizzazione del sistema appare evidente in quanto l'incremento di producibilità è aumentato passando dal 15% al 22%.

Quest'ultimo valore, poiché si riferisce ai mesi di media producibilità, può anche essere considerato il valore atteso dell'incremento annuo di producibilità del sistema Elianto, completamente ottimizzato, rispetto ad un sistema fisso ottimo di pari potenza nominale.

### Conclusioni

Il sistema fotovoltaico Elianto è stato monitorato nel corso di due anni mediante un sistema di acquisizione dati messo a punto dall'ENEA. La scelta delle grandezze elettriche e meteorologiche da acquisire è stata fatta avendo come obiettivo la valutazione dell'incremento di producibilità del sistema Elianto rispetto ad un sistema fisso. Sulla base di tali grandezze, l'ENEA ha provveduto alla loro elaborazione; nessuna valutazione è stata fatta circa l'inserimento dell'impianto nel contesto urbano, in quanto ciò esulava dagli scopi che ci si era prefissi.

L'impianto, essendo di tipo sperimentale, ha subito nel corso del tempo vari aggiornamenti soprattutto nella logica di inseguimento; le valutazioni fatte, ed in particolare quelle dell'incremento di producibilità rispetto ad un sistema fisso ottimo di pari potenza nominale, sono basate su due set di dati: il primo ha riguardato dodici mesi di acquisizioni (settembre 2006-

agosto 2007) nel corso dei quali il sistema di movimentazione non risultava completamente ottimizzato; il secondo set di dati è riferito invece al periodo marzo-maggio 2007, durante il quale l'ottimizzazione è risultata completa.

Dalle elaborazioni è emerso che, nel corso dei dodici mesi, nonostante la parziale ottimizzazione, l'incremento di producibilità del sistema Elianto rispetto ad un sistema fisso di pari potenza nominale ed orientato in modo ottimale è stato circa il 15% annuo, valore che è salito a circa il 22% nel caso si consideri il periodo marzo-maggio 2007.

Quest'ultimo valore, poiché si riferisce ai mesi di media producibilità, fornisce anche una stima dell'incremento di produzione annuo del sistema Elianto, ottimizzato in tutte le sue parti, rispetto ad un sistema fisso ottimo di pari potenza nominale.

Rispetto ad un sistema fisso orientato in modo ottimale che utilizza la configurazione a file parallele del generatore fotovoltaico, il sistema esaminato, a parità di potenza nominale, richiede una superficie di installazione minore. La riduzione di superficie è dell'ordine del 30%; viceversa, un sistema fisso a falda unica, nelle medesime condizioni, richiederebbe una superficie inferiore ma produrrebbe, come già detto, meno energia su base annua.

Come tutti i sistemi ad inseguimento, un aspetto da tener conto nell'esercizio del sistema Elianto, riguarda la sua manutenzione, notoriamente più onerosa rispetto a quella richiesta dai sistemi fissi. È buona norma in questi casi garantirsi da eventuali malfunzionamenti mediante contratti di manutenzione specifici i cui costi dovranno essere tenuti in debita considerazione.

Le applicazioni naturali per i sistemi Elianto, considerate le potenziali difficoltà di un loro inserimento architettonico nel contesto urbano, appaiono i sistemi a terra, soprattutto nei casi in cui le superfici a disposizione per la loro installazione risultino limitate.



## Glossario

### *Fattore di incremento di un sistema fotovoltaico*

Rapporto, riferito ad uno stesso periodo, tra l'energia prodotta dal sistema fotovoltaico in esame e l'energia prodotta da un sistema fotovoltaico fisso, orientato in modo ottimale, che utilizza la stessa componentistica (moduli e inverter), a parità di sito di installazione e potenza nominale.

### *Impianto fotovoltaico connesso alla rete*

Sistema di produzione dell'energia elettrica costituito da un insieme di componenti ed apparecchiature destinate a convertire l'energia contenuta nella radiazione solare in energia elettrica da consegnare alla rete di distribuzione, in corrente alternata monofase o trifase.

### *Inverter (convertitore CC/CA)*

Apparecchiatura statica che rende possibile la conversione ed il trasferimento della potenza da una rete in corrente continua alla rete in corrente alternata.

### *Irradianza solare*

Densità di potenza della radiazione solare che incide istantaneamente su una superficie; si misura in  $\text{kW/m}^2$ .

### *Irraggiamento solare*

Densità di energia della radiazione solare che incide in un determinato intervallo di tempo su una superficie; si misura generalmente in  $\text{kWh/m}^2/\text{giorno}$ .

### *Modulo fotovoltaico*

Insieme di celle fotovoltaiche, connesse elettricamente e sigillate meccanicamente dal costruttore in un'unica struttura. Costituisce l'unità minima singolarmente maneggiabile e rimpiazzabile.

### *Piranometro*

Strumento che viene utilizzato per la misurazione della radiazione solare globale. Può essere utilizzato sia nella misurazione della radiazione solare su un piano orizzontale sia su un piano obliquo.

### *SSAD*

Sottosistema di acquisizione dati.

### *Stringa fotovoltaica*

Insieme di moduli connessi elettricamente in serie per raggiungere la tensione di utilizzo idonea per il convertitore CC/CA.

### *Vela fotovoltaica*

Termine riferito agli impianti fotovoltaici ad inseguimento, si compone di una serie di moduli fotovoltaici sostenuti da appositi tralicci, da una meccanica di movimentazione e da una elettronica di controllo in grado di muovere i moduli garantendo l'inseguimento ottimale del sole.

## Bibliografia

[1] SolarItaly – Atlante italiano della radiazione solare

<http://www.solaritaly.enea.it>

[2] F. Spinelli, E. Cogliani, A. Maccari, M. Milone - La misura e la stima della radiazione solare: l'archivio dell'ENEA e il sito Internet dell'Atlante italiano della radiazione solare, *Energia, Ambiente e Innovazione*, n. 1/2008.

[3] Pvsyst – Software per la simulazione di sistemi fotovoltaici

<http://www.pvsyst.com>

[4] JRC European Commission – Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)

<http://sunbird.jrc.it>

## La raccolta differenziata in Italia

Vito Iaboni, Pier Giorgio Landolfo

ENEA  
Dipartimento Ambiente,  
Cambiamenti globali e Sviluppo sostenibile

*La raccolta differenziata è uno strumento essenziale del sistema integrato di gestione dei rifiuti urbani. Nonostante i progressi degli ultimi anni, siamo ancora lontani dagli obiettivi fissati dalla normativa. A questo riguardo occorre dunque un grande sforzo sia da parte delle Amministrazioni sia dei cittadini, in particolare nel Mezzogiorno*

vito.iaboni@casaccia.enea.it



piergiorgio.landolfo@casaccia.enea.it

## Differentiated waste collection in Italy

*Differentiated collection is an essential part of the integrated urban waste management system. Despite the progress made in recent years, Italy is still far from achieving the targets set by EU regulations. The situation thus calls for great efforts by local administrations and individual citizens, especially in the southern part of the country*

Il sistema produttivo in Italia, come negli altri paesi industrializzati, preleva quantità crescenti di risorse dall'ambiente e le trasforma in semilavorati e prodotti finiti con caratteristiche merceologiche sempre più complesse che danno luogo alla produzione di reflui e rifiuti. Le modalità di consumo, a loro volta, trasformano i prodotti e i beni divenuti obsoleti in rifiuti.

I rifiuti rappresentano quindi un aspetto strutturale della complessità del sistema con il quale attualmente la società produce beni e ne regola l'uso e i ritorni economici e che, nell'attuale configurazione, indica in modo incontrovertibile la non sostenibilità degli attuali modelli di sviluppo.

Nell'ultimo ventennio è cresciuta l'attenzione verso lo sviluppo di sistemi produttivi e modelli di consumo che tendono ad ottimizzare lo sfruttamento delle risorse ed a ridurre al minimo la produzione di rifiuti. Questo processo sta avviando nella società comportamenti virtuosi, con l'applicazione di tecnolo-

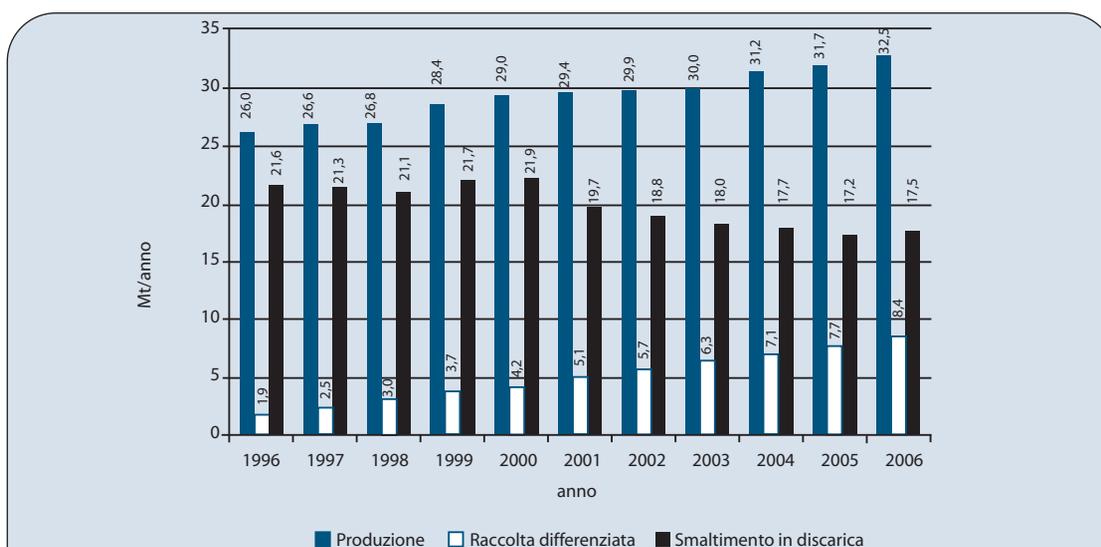


gie meno inquinanti e più ecoefficienti (minore utilizzazione di risorse non rinnovabili e maggiore utilizzazione di sottoprodotti dello stesso o di altri processi produttivi) e il recupero di materia e riciclaggio delle diverse frazioni presenti nei rifiuti. Questa disponibilità di "risorse" ha favorito lo sviluppo di un'industria del riciclo che sta acquistando una rilevanza economica sempre più incisiva nel sistema produttivo del Paese. La raccolta differenziata (RD) assume un ruolo cruciale per il recupero e riciclo dei flussi di materia presenti nei rifiuti urbani (RU).

### Evoluzione della raccolta differenziata in Italia

In Italia la produzione dei RU è in continua crescita e la discarica rappresenta tuttora la forma di smaltimento principale, anche se negli ultimi anni l'analisi dei dati evidenzia una progressiva riduzione dei quantitativi di RU smaltiti in questi impianti. Dall'ultimo rapporto APAT/ONR [1] in relazione alle diverse tipologie di gestione dei RU, si rileva che dei 32,5 Mt prodotti nel 2006, in disca-

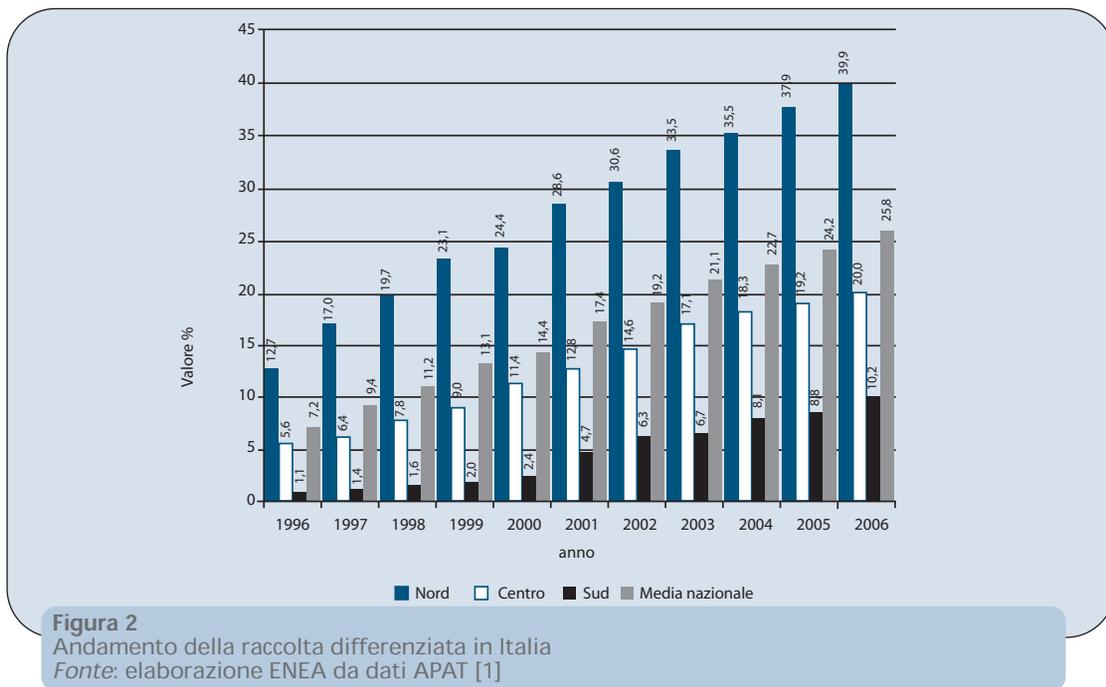
rica ne viene smaltito circa il 54%, il 10,1% viene incenerito, il 23,1% indirizzato al trattamento meccanico biologico, il 5,8% per il compost da frazioni selezionate, mentre la percentuale rimanente viene indirizzata ad altre forme di recupero. I sistemi tecnologicamente maturi e/o innovativi finalizzati al recupero energetico e di materia alternativi alla discarica tradizionale (trattamenti termici e trattamenti di tipo meccanico-biologico) fanno registrare tuttora percentuali di utilizzo contenute e sono ancora distribuiti in maniera fortemente disomogenea sul territorio nazionale. Nella figura 1, in relazione alla produzione dei RU, viene rappresentato l'andamento nel tempo della RD che, come evidenziato, risulta strettamente correlata alla riduzione dei quantitativi smaltiti in discarica. La RD interessa attualmente il 25,8% del totale dei RU prodotti a livello nazionale (figura 2), ma non riesce ancora ad assumere un ruolo preminente nelle loro modalità di smaltimento. Nel nostro Paese le prime esperienze di RD si sono sviluppate alla fine degli anni 70 [2]. Presentate all'inizio come una forma di smaltimento alternativo alla



**Figura 1**

Andamento della produzione, della raccolta differenziata e dello smaltimento in discarica dei rifiuti urbani in Italia

Fonte: elaborazione ENEA da dati APAT [1]



**Figura 2**  
 Andamento della raccolta differenziata in Italia  
 Fonte: elaborazione ENEA da dati APAT [1]

discarica, nella loro attuazione hanno avuto un diverso andamento in rapporto alle varie situazioni territoriali e alla diversa sensibilità ambientale presente nelle Amministrazioni Locali. Nella maggioranza dei casi in cui ha trovato applicazione, la RD è stata concepita come elemento marginale all'interno della gestione dei rifiuti e con funzioni prevalentemente promozionali per l'azienda di servizio, per poi trasformarsi nel tempo, sempre più, in uno strumento per la sensibilizzazione ambientale e il coinvolgimento attivo dei cittadini. La raccolta era limitata principalmente al vetro ed alla carta, in quanto erano le sole frazioni dei RU che in quegli anni avevano un valore commerciale e quindi un mercato di sbocco [3]. Successivamente si è estesa anche ad altre tipologie di materiali riciclabili quali, ad esempio, la frazione umida dei RU, la plastica, l'alluminio e ad alcune tipologie di rifiuti urbani pericolosi (RUP), legge 441/87 [4], quali le pile, i farmaci

scaduti, i contenitori etichettati "T" e "F". Negli anni 90 la RD ha ricevuto un nuovo impulso soprattutto in relazione alla diffusione della sensibilità dei cittadini per i temi ambientali e per l'aggravarsi delle problematiche relative alla realizzazione degli impianti di smaltimento dei RU. Le difficoltà che si manifestarono per l'individuazione dei siti per i nuovi impianti e per la gestione del consenso delle popolazioni locali avevano posto le condizioni per un aumento consistente della RD e per il recepimento, anche in Italia, delle direttive che l'Unione Europea aveva emanato sulla "strategia di gestione dei rifiuti". Nel 1996, anno precedente all'entrata in vigore del Dlgs 22/97 [5], conosciuto come Decreto Ronchi, la RD raggiunse sul territorio nazionale la percentuale del 7,2% (figura 2) e già si evidenziava nel Paese l'enorme divario tra le regioni del nord e quelle del sud. Nel nord si cominciavano a sviluppare



sistemi di gestione tecnologicamente complessi ed integrati (sistema integrato di Brescia, Milano ed altri) nei quali la RD diventava un elemento prioritario della gestione del servizio, mentre al sud era inesistente e il tipo di gestione dei RU continuava ad essere basato essenzialmente sullo smaltimento in discariche sia che queste fossero o no a norma di legge.

L'entrata in vigore del Decreto Ronchi che dava attuazione alle politiche comunitarie sui rifiuti, ha segnato indubbiamente il punto di svolta. Il decreto fissava per la prima volta scadenze e indicava obiettivi di RD che richiedevano la rimodulazione di tutto il sistema di gestione e la necessità di attivare in forma estesa le RD non solo alle frazioni secche ma anche alla frazione organica.

A distanza di circa un decennio la RD ha fatto registrare non solo un notevole incremento della percentuale di raccolta (figura 2) con un sensibile miglioramento della qualità dei materiali, ma anche una notevole evoluzione della struttura organizzativa del sistema nel quale, oltre alla capacità di coinvolgimento degli utenti, sono diventati essenziali il sistema produttivo e quello distributivo [6]. Nonostante questo "trend" positivo non sono stati ancora conseguiti mediamente gli obiettivi indicati dal Dlgs 22/97 [5], siamo molto lontani da quelli più elevati indicati nella legge 152 del 2006 [7] e diventa sempre più significativa la differenza tra Nord e Sud.

Nelle Regioni del Nord, dove sono presenti sistemi di gestione integrata, la percentuale di RD nel 2006 è al 39,9% mentre al sud è al 10,2% e per motivi culturali e strutturali non riesce a decollare. Al sud infatti, è venuta a mancare la capacità di sviluppare un sistema di gestione che lo rendesse indi-

pendente dalla discarica tradizionale. Un esempio indicativo è il basso valore della raccolta della frazione organica che nel 2006 è stata inferiore ai 10 kg/ab [3]. Questa frazione, che costituisce la parte più significativa dei RU, in un contesto di avvio del sistema integrato permetterebbe di intercettare notevoli quantità di RU dalla discarica a impianti per la produzione di compost di qualità, che non richiedono una tecnologia complessa e non sono particolarmente costosi.

### Evoluzione della normativa sulla raccolta differenziata in Italia

La Comunità Europea ha cominciato a legiferare in materia di rifiuti a partire dal 1975, ed a partire dal 1989 l'UE si è dotata di una strategia per la gestione dei rifiuti che si è concretizzata nella corrispondente evoluzione normativa e nei programmi d'azione a favore dell'ambiente. Attualmente, la gestione dei rifiuti è una delle sette strategie tematiche indicate nel sesto programma d'azione [8].

In Italia il "problema" dei rifiuti solidi urbani (RSU) è stato affrontato per la prima volta in maniera organica con il DPR 915/82 [9]. Questo decreto che recepiva le direttive CEE 75/442 [10], la CEE 76/403 [11] e la CEE 78/319 [12], ha rappresentato il primo tentativo di realizzare una moderna legge in materia di rifiuti nel nostro Paese, in quanto ha stabilito obblighi e doveri precisi per chi produceva RSU. Esso ha affermato in maniera esplicita il principio che il produttore del rifiuto è anche il responsabile del suo smaltimento ("*chi inquina paga*"), e ha promosso il riciclaggio dei materiali contenuti nei rifiuti ed il recupero di materia ed energia. Nel 1987 è stata emanata la legge 441/87, che ha ulteriormente

definito ruoli e competenze dello Stato e delle Regioni in un contesto nel quale l'elaborazione dei piani regionali di gestione dei RSU doveva favorire la RD e la termodistruzione con recupero di energia.

L'anno successivo, la legge 475/88 [13] introduce il concetto di materie prime secondarie e al fine di assicurare il riciclaggio delle frazioni merceologiche quali il vetro, la plastica ed il metallo promuove la costituzione di Consorzi Obbligatorî per il Riciclaggio. I Comuni vengono individuati come i soggetti responsabili dello smaltimento dei RSU e devono assicurare la RD, provvedendo all'attivazione del servizio.

Il tema della RD viene ripreso nel Decreto del Ministero dell'Ambiente del 29-5-91 [14] con il quale, in particolare, vengono indicate le finalità della RD secondo i principi richiamati nella direttiva CE 91/156 [15].

Nel 1994 l'Unione Europea aveva approvato la direttiva 94/62/CE [16] che si applicava agli imballaggi immessi sul mercato e a tutti i rifiuti di imballaggio. La direttiva fissava gli obiettivi di recupero e riciclo da raggiungere entro 5 anni dal suo recepimento, da effettuarsi entro il primo semestre 96 in tutti i Paesi della UE. Nel 1997 tali politiche hanno trovato applicazione nell'emanazione del D.lgs 22/1997 che recepisce la 91/156/CEE sui rifiuti, la 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi [17] e la 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio. Questo decreto ribaltava la concezione sulla quale era basato il DPR 915/82, che era finalizzato alla corretta gestione dello smaltimento finale e conferisce un ruolo centrale alla RD, stabilendo come suo obiettivo il 35% da raggiungere entro sei anni dalla data di entrata in vigore.

Il Decreto Ronchi rappresenta la chiave di volta per affrontare sistematicamente la gestione del ciclo dei rifiuti urbani. Esso ha introdotto in maniera organica:

- i principi di "responsabilità condivisa" e "chi inquina paga";
- il concetto di "gestione integrata" dei RU, intendendo con questo termine il coordinamento e l'ottimizzazione dell'insieme delle azioni volte alla raccolta ed al trattamento dei rifiuti, col fine di massimizzare il riciclaggio e il recupero, relegando quindi lo smaltimento in discarica ad attività residuali del ciclo;
- la definizione, innovativa, di "Ambito territoriale Ottimale" (ATO), come bacino preferenziale nell'attuazione della gestione integrata dei rifiuti a livello locale.

Per una effettiva responsabilizzazione dei produttori e degli utilizzatori delle diverse tipologie di imballaggi, il decreto ha previsto la costituzione del Consorzio Nazionale Imballaggi (CONAI), conferendogli la responsabilità del raggiungimento degli obiettivi di raccolta e riciclo su tutte le tipologie di imballaggi compresi quelli presenti nei RU. Il CONAI svolge tale ruolo attraverso il coordinamento delle attività dei sei Consorzi di filiera incaricati per il recupero e per il riciclo di: carta, legno, plastica vetro, alluminio e acciaio. La gestione del rapporto tra il CONAI e le Amministrazioni Locali, per gli imballaggi conferiti al servizio pubblico a cui resta il compito della RD, viene definita nell'ambito di uno specifico accordo quadro tra il CONAI e l'ANCI [6].

I principi e gli obiettivi del Decreto Ronchi sono stati ulteriormente rafforzati dal Dlgs 36/2003 [18] che recepisce la direttiva 31/1999 CE sulle discariche; dal DM 203/03 [19] su-



gli "acquisti verdi" della Pubblica Amministrazione; dal Dlgs 151/2005 [20] che regola la raccolta e il riciclo dei rifiuti elettrici ed elettronici (RAEE) e recepisce le Direttive 2002/95/CE 2002/96/CE e 2003/108/CE [21]; dalla legge 152/2006 che introduce i due nuovi obiettivi di RD del 45% da raggiungere entro il 2008 e del 65% entro il 2012. Tale legge è stata rivista dalla legge 296/2006 (art. 1, comma 1008) [22] che rimodula i tempi e introduce lo strumento del "commissario ad acta" per i comuni che non raggiungeranno l'obiettivo di RD alla data indicata.

### Principali metodologie e sistemi di gestione della raccolta differenziata

La scelta operativa delle metodologie necessarie allo sviluppo del sistema di RD dipende dagli obiettivi complessivi che si intende perseguire e dalla programmazione del servizio individuato (tabella 1). In particolare, essa è in funzione:

- del sistema impiantistico e delle tecnologie disponibili, delle caratteristiche dei mezzi disponibili ed occorrenti, delle possibili frequenze di raccolta e del numero di addetti al servizio;
- della conoscenza del territorio (sviluppo urbanistico, centro storico, strade private, distanza di conferimento, presenza di tipologie di raccolta svolte da privati ecc.);
- della conoscenza dei diversi flussi di produzione dei rifiuti e dove essi sono dislocati;
- di una approfondita conoscenza dei comportamenti dell'utente;
- della necessaria razionalizzazione economica del sistema.

Le metodologie di RD diffuse sul terri-

torio nazionale presentano notevoli diversificazioni sia di gestione che di costi. Esse possono essere distinte per:

- livello di separazione più o meno spinta prevista per le diverse tipologie di rifiuti (monomateriale, multimateriale leggera, multimateriale pesante, raccolta combinata ecc.);
- forma organizzativa che prevede il sistema operativo, quando, come e dove devono essere conferiti i rifiuti (raccolta porta a porta, raccolta con contenitori stradali, raccolta con contenitori dedicati, centri comunali di raccolta, altro).

I sistemi operativi di RD più diffusi sono:

#### *Raccolta mediante cassonetti stradali*

Il gestore del servizio posiziona sul territorio in maniera estensiva e/o in piccole aree attrezzate un adeguato numero di contenitori dedicati per il rifiuto indifferenziato e per la RD, di forma e dimensioni idonee rispetto alle caratteristiche dell'area servita (cassonetto, campana, cestino, altro), nei quali gli utenti conferiscono le varie frazioni del RU da loro precedentemente separate. La raccolta può essere monomateriale o multimateriale. Il rischio maggiore per questo tipo di raccolta è l'introduzione di materiali non idonei che inquinano e rendono difficile il riciclaggio della frazione selezionata. Successivamente il gestore del servizio provvederà a prelevare il contenuto dei contenitori ed a conferirlo, secondo la tipologia del materiale, presso un idoneo impianto di selezione e/o trattamento. L'impatto ambientale dei contenitori stradali è visivo e deriva prevalentemente: dalla localizzazione delle aree (in particolare nei centri storici), da problemi estetici, di traffico, di rumorosità e da problemi di igiene urbana in quanto necessitano di una pulizia costante. I van-

taggi derivano dalla estrema libertà di conferimento da parte dell'utente.

**Raccolta "porta a porta"**

Questo metodo prevede che il gestore del servizio ritiri le varie frazioni del rifiuto domestico, separate direttamente presso gli utenti, mediante il prelievo dei sacchi (trasparenti o semi-trasparenti) o mediante lo svuotamento di appositi contenitori. Il servizio può adottare diverse opzioni e combinazioni delle diverse frazioni: raccolta mista delle frazioni secche riciclabili

li e indifferenziato residuale; separazione monomateriale delle frazioni secche e indifferenziato residuale; separazione monomateriale secco/umido e indifferenziato residuale ed altro. Questo tipo di raccolta richiede al cittadino una partecipazione attiva in quanto deve differenziare i materiali, conservarli in casa e rispettare i tempi di ritiro. Il successo del servizio dipende dagli utenti. Il sistema porta a porta si caratterizza per la capillarità del servizio e per l'ottenimento di una maggiore raccolta di materiale con ca-

**Tabella 1 - Modalità di raccolta e caratteristiche merceologiche per la RD dei RU**

Tipologia frazione \ Tipologia raccolta	Vetro e lattine	Carta e cartone	Contenitori per liquidi in plastica	Frazione umida	Sfalci e potature	Pile e medicinali	Accumulatori al piombo	Oli minerali e alimentari	Rifiuti ingombranti	Frazione secca non recuperabile	Imballaggi in legno	RAEE
Raccolta multimateriale	X		X									
Raccolta porta a porta con bidoni	X	X		X						X		
Raccolta porta a porta con sacchi	X	X	X	X						X		
Raccolta mediante campane	X		X									
Raccolta mediante cassonetti	X	X	X	X								
Raccolta mediante cassonetti stradali										X		
Conferimento presso centri multiraccolta	X	X	X			X	X	X	X		X	X
Raccolta presso grandi utenze				X				X				
Raccolta su appuntamento					X				X			
Conferimento presso centro apposito					X							
Raccolta presso esercizi commerciali						X						X
Raccolta mediante contenitori stradali						X						
Conferimento presso pubblici esercizi							X					
Raccolta mediante contenitori da 5-20 m³					X				X			

Fonte: ENEA



ratteristiche merceologiche di buona qualità. Tale metodologia, per la natura stessa del servizio, richiede un'organizzazione specifica che è variabile in funzione del territorio.

#### *Centro comunale di raccolta*

Il sistema prevede il conferimento da parte degli utenti in punti di raccolta attrezzati e presidiati, dislocati in maniera adeguata nei centri abitati. Possono essere utilizzati per il conferimento delle frazioni differenziate e dei rifiuti che per caratteristiche chimico-fisiche sono da considerarsi pericolosi, per quelli prodotti da piccole attività produttive (commercianti, artigiani ecc.), per gli ingombranti, per i RAEE, per la frazione verde (sia da aree pubbliche che da privati) e per tutti i rifiuti che non rientrano o rientrano saltuariamente nel servizio di raccolta. Il loro esercizio comporta una maggiore collaborazione degli utenti e, quindi, anche l'individuazione di possibili incentivi. I rendimenti risultano più bassi rispetto agli altri sistemi, ma abbattano notevolmente i costi di raccolta e la qualità dei materiali è ottima.

#### **Elementi strategici del sistema della raccolta differenziata**

L'organizzazione di un sistema di gestione integrata dei RU deve stimolare l'adozione di modelli che permettano di incrementare le rese con un elevato grado di purezza merceologica delle frazioni recuperabili.

I circuiti tradizionali di "raccolte differenziate aggiuntive", ossia basate sulla ulteriore dislocazione di contenitori stradali, concepiti senza modificare la struttura complessiva del servizio, anche laddove generano flussi di buona purezza merceologica non so-

no tuttavia in grado di intercettare quote consistenti di materiali. La raccolta delle sole frazioni secche si attesta su basse rese e solo raramente raggiunge il 20%, la raccolta secco umido/stradale spesso non raggiunge il 35%.

Per raggiungere gli alti rendimenti di RD, indicati dalla normativa e con caratteristiche qualitative elevate, è necessario, nell'ambito di una riorganizzazione complessiva del sistema, puntare alla intercettazione capillare e monomateriale delle frazioni a più alto peso specifico presenti nei RU, quali i materiali cellululosici, quelli vetrosi e la frazione organica [23].

Per la buona riuscita della RD, è opportuno:

- conoscere il territorio e tenere in considerazione le esigenze dei cittadini e del tessuto economico presente, individuare gli interventi necessari e gli incentivi per il loro coinvolgimento; tutto questo per essere ottimizzato richiede il passaggio da "tassa a tariffa";
- individuare le tipologie e la volumetria dei contenitori di raccolta più adeguate da mettere a disposizione delle singole utenze in quanto favoriscono ulteriormente il comportamento virtuoso degli utenti, i quantitativi pro capite intercettati e il grado di purezza merceologica del materiale raccolto;
- il recepimento da parte dell'Amministrazione Locale dell'accordo ANCI/CONAI e il relativo avvio delle RD che permette di ridurre il rifiuto indifferenziato e di ottenere il contributo che varia in funzione della qualità dei materiali raccolti;
- l'introduzione più o meno estesa della raccolta porta a porta anche per la frazione organica in quanto permetterebbe di ottenere risultati com-

plexivi maggiori e allo stesso tempo ridurrebbe notevolmente il rifiuto residuo;

- la raccolta degli scarti di manutenzione del verde in quanto costituiscono un flusso di materiali compostabili di ottima qualità. Essi incidono in percentuale variabile a seconda dei contesti urbanistici sul totale dei RU e sul loro costo di smaltimento;
- una compagna di formazione e informazione corretta e continua nel tempo, in grado di integrarsi con il territorio e allo stesso tempo crei una immagine che identifica l'operatore, il suo ruolo e le sue attività, capace di validare la credibilità del sistema;
- un sistema trasparente di verifica ma anche di supporto continuo per gli utenti affinché i conferimenti avvengano in maniera corretta.

A supporto dei circuiti di raccolta e integrati con essi bisogna prevedere la realizzazione di *Centri Comunali di Raccolta*. Queste strutture sono essenziali per il conferimento diretto da parte delle utenze domestiche e anche non domestiche per le diverse tipologie di rifiuto che non rientrano nel servizio di raccolta del RU.

La gestione degli ingombranti (materassi, mobili ecc.) e dei RAEE (frigoriferi, televisori, lavatrici, computer ecc.), è un aspetto importante della gestione dei RU, considerando il peso percentuale di queste frazioni nella produzione complessiva (circa il 10%). Per tali materiali si dovrebbe prevedere anche l'organizzazione di circuiti dedicati.

Particolare attenzione dovrà essere data alla separazione di tutti i flussi con caratteristiche chimico-fisiche pericolose contenuti nei RU spesso conferiti in maniera non corretta da parte degli utenti supportandoli con una rete dedicata. La rete di raccolta potrà uti-

lizzare il Centro, i punti vendita (farmacie, centri commerciali, negozi ecc.) ed altro.

Uno dei temi più dibattuti nella valutazione del sistema della RD, oltre alla sua capacità di intercettazione, è il peso dei costi del servizio. Mentre dall'analisi delle diverse esperienze e studi si è potuto verificare quali metodologie danno i migliori risultati in resa e qualità merceologica, la correlazione tra i costi, le metodologie e la densità demografica, data la complessità dei sistemi, comporta una difficile comparazione dei costi e dei risultati. Questo argomento è stato affrontato da poche ricerche e in maniera ancora incompleta. Dagli studi che sono stati eseguiti in maniera più approfondita e che hanno analizzato numeri significativi di esperienze si evidenzia che non c'è un sistema di RD che risulti sempre il più conveniente. Più i costi di smaltimento sono alti tanto più risulta opportuno puntare sul porta a porta per le frazioni a più alto peso specifico in quanto da uno studio di Federambiente [24] è emerso che:

- per la RD stradale che ha rese mediamente inferiori al 35% i costi aumentano con l'aumentare delle rese;
- per la raccolta porta a porta che ha risultati che superano il 35% e possono arrivare al 70% i costi diminuiscono con l'aumentare delle rese.

Inoltre, in uno studio effettuato dall'Ecoistituto di Faenza [25] viene evidenziato che la raccolta porta a porta con separazione secco/umido per tutti i Comuni presi in considerazione anche in relazione alle diverse fasce di grandezza, fino a 50.000 abitanti, ottiene sempre i risultati migliori perché ha una produzione di rifiuti residuali inferiore, ha le più alte rese di RD e ha i minori costi procapite del servizio.

Quindi, l'economicità della gestione



dei circuiti dedicati alle frazioni merceologiche a più alto peso specifico, potrebbe essere ottenuta grazie ad una contestuale riorganizzazione complessiva del circuito di raccolta, in cui lo stesso servizio di raccolta del rifiuto indifferenziato si modifica e si riduce in relazione alla quantità e natura dei materiali differenziati raccolti. L'ottimizzazione di tale passaggio con il sistema porta a porta a separazione mono-materiale permetterebbe risultati in percentuale di RD in grado di far sentire sul "sistema" l'abbattimento dei costi del servizio per il rifiuto indifferenziato e dello smaltimento finale.

Nell'ambito della riorganizzazione del servizio non si può escludere la possibilità che possano persistere zone ove l'introduzione del porta a porta, per condizioni particolari, può essere ritardato o escluso e quindi permane la necessità di mantenere il servizio di RD e dell'indifferenziato con cassonetti. L'integrazione di queste aree dovrà essere valutata in progressione tenendo conto che il sistema dovrà indurre l'utente ad una maggiore responsabilità nel conferimento dei propri rifiuti.

### Scenario ENEA di un sistema integrato di gestione dei RU con la raccolta differenziata al 65%

Le attività ENEA nel settore delle metodologie e tecnologie di smaltimento dei rifiuti risalgono ai primi anni 90 e si sviluppano compiutamente a cavallo dell'emanazione del Dlgs. 22/97 [5], in un periodo quindi che vede nel nostro Paese l'inizio della transizione dei sistemi territoriali di gestione rifiuti da semplici servizi per l'organizzazione della raccolta-smaltimento a sistemi di dimensione "industriale", basati su cicli e articolazioni impianti-

stico-tecnologiche più complesse, nei quali riciclaggio, recupero di materia e valorizzazione energetica avrebbero dovuto assumere ruoli sempre più consistenti.

La spiccata caratteristica di multidisciplinarietà propria dell'Ente si esplica sia nello svolgimento delle attività di ricerca e sviluppo tecnologico che nel supporto alle Amministrazioni Centrali e Locali, ed al mondo delle imprese. Per quanto attiene alla ricerca ed allo sviluppo tecnologico, le aree privilegiate di intervento riguardano le ottimizzazioni dei cicli di gestione e la valutazione, lo sviluppo, la sperimentazione e la dimostrazione di processi, tecnologie e componenti per la gestione ecocompatibile dei rifiuti.

Nel campo della prevenzione e del riciclaggio dei rifiuti le attività di R&ST sono indirizzate al miglioramento della qualità dei flussi di materiali recuperati ai fini del loro riutilizzo nel sistema produttivo, alla produzione di biocombustibili da rifiuti biodegradabili, nell'ottica della incentivazione dell'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili e di riduzione delle emissioni climalteranti.

L'esigenza di ottimizzare le ricadute sociali, economiche ed ambientali della gestione dei RU, comporta la necessità di sviluppare sul territorio un sistema di gestione integrato, supportato da tecnologie e impianti, capace di ottimizzare il rapporto costo/qualità del servizio agli utenti, in sintonia con gli obiettivi di RD, riciclo dei materiali, recupero di materia e trattamento e smaltimento finale per il rifiuto residuale [26].

Un tale modello organizzativo va, di conseguenza, attuato in ambiti caratterizzati dalla presenza di un congruo numero di utenti, per poter ottenere adeguate economie di scala, condizio-

ne necessaria per una maggiore produttività del servizio stesso.

Il successo del sistema integrato dipende dalle capacità delle Amministrazioni Locali alle quali compete la responsabilità di promuovere il processo di trasformazione, di integrarsi in Ambienti Territoriali Ottimali (ATO) e definire le possibili scelte organizzative della raccolta sia differenziata che residuale e della localizzazione degli impianti di riciclo, trattamento/recupero e smaltimento finale.

Questo significa che non necessariamente ogni ATO deve possedere al suo interno tutti gli impianti del ciclo, in quanto i requisiti di convenienza sia tecnica che economica potrebbero non essere presenti in un singolo ATO; si richiederebbe quindi, nell'ambito di uno sviluppo articolato, un bacino a scala maggiore, formato da più ATO, nel quale poter ottimizzare, a seconda della tipologia degli impianti, la loro capacità e localizzazione sul territorio.

Immaginando un "naturale" percorso evolutivo dei sistemi di gestione rifiuti, è difficile immaginare un sistema a bassa tecnologia ed estremamente frammentato sul territorio. Riciclo, recupero di materia e recupero energetico implicano la disponibilità di un certo numero di impianti nell'ATO che in alcuni casi possono essere gestiti da singoli soggetti pubblici o privati, e da altri che richiedono la concorrenza di interessi di una "rete" molto ampia di soggetti, comprendente il sistema produttivo, utilizzatore finale dei materiali recuperati.

Inoltre, tutto il discorso sulla ottimizzazione della RD deve essere accompagnato, oggi, da un supporto tecnico-

scientifico che, indipendentemente dai probabili problemi di mercato, indichi i possibili riutilizzi per qualsiasi frazione negli attuali processi produttivi in quanto la RD deve coincidere con il riciclo e/o recupero. È ragionevole presumere che per alcune frazioni sussistano margini ampi per realizzare il 100% di riciclo e/o recupero e che per altre l'oggettiva non convenienza economico-ambientale si raggiunga a livelli inferiori.

Va tuttavia considerato che il concetto di RD in un sistema integrato ha probabilmente una valenza tecnica che va al di là di quella di "educazione alla trasformazione comportamentale", in quanto tutto ciò che va nella direzione di rendere il processo dei RU, con le loro caratteristiche intrinseche di omogeneità, simile ad un processo industriale, facilita comunque le possibilità tecniche di riciclo e recupero.

Tipicamente, delle frazioni tradizionalmente raccolte in modo differenziato in ambito urbano, il destino di vetro e metalli è "rigido"; è al contrario "flessibile" quello del ligneo-cellulosico (riciclo, compostaggio, digestione anaerobica, recupero energetico) e problematico quello della plastica, per la quale il recupero di materia attuato con metodi fisico-meccanici è alquanto limitato, al pari del "feedstock recycling"<sup>1</sup>.

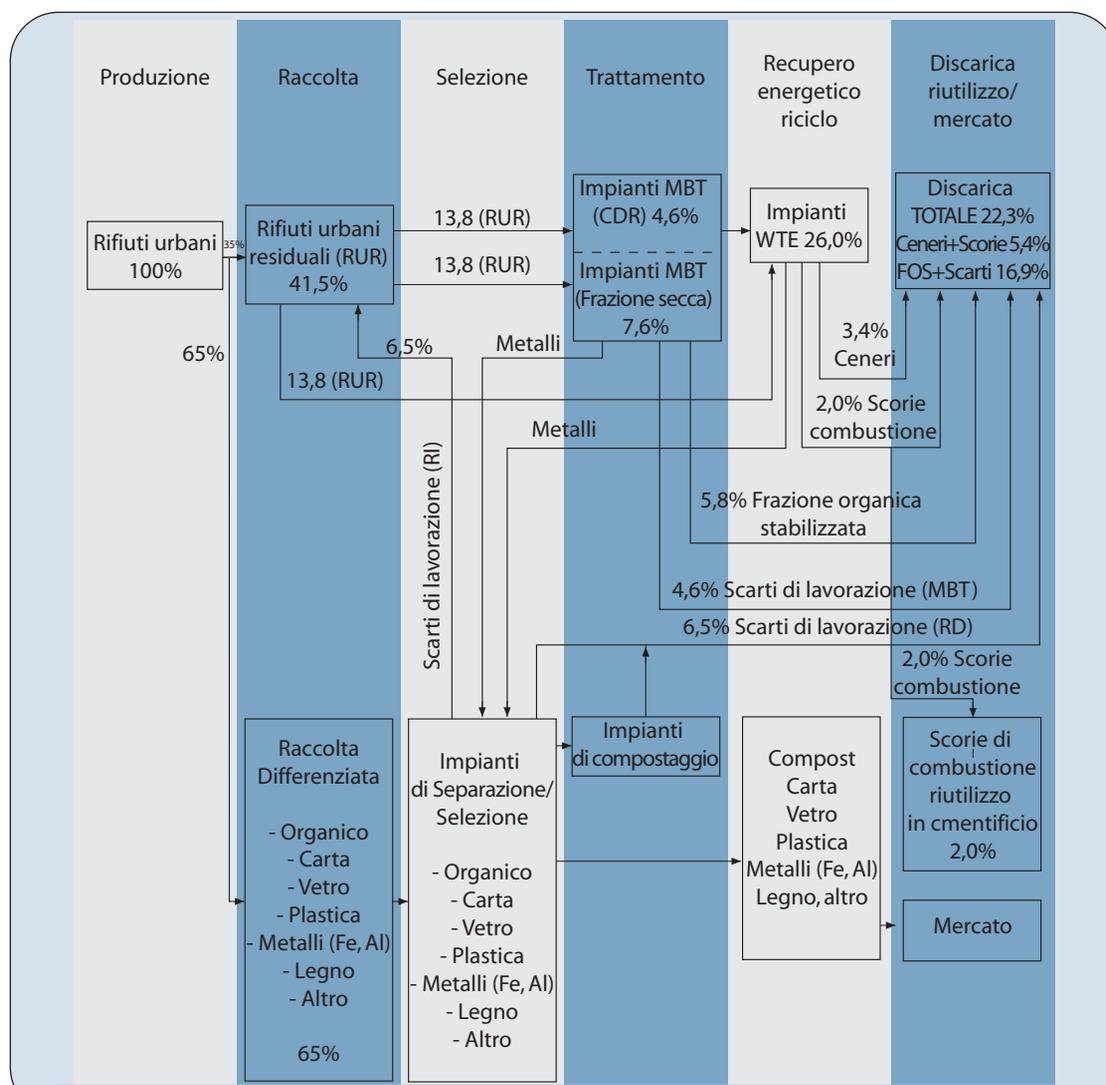
I trattamenti termici si configurano come alternativi all'incenerimento per la componente plastica e dei RU in genere, così come per gli scarti o le eccedenze della componente RD, e permettono in generale di superare i problemi connessi al grado di purezza del materiale da trattare.

<sup>1</sup> È un processo termochimico attraverso il quale i legami molecolari dei materiali vengono decomposti producendo sostanze gassose e liquide da poter essere utilizzate come combustibili e materia prima nell'industria della chimica.



Lo scenario del sistema integrato riportato in figura 3 descrive in valori percentuali, rispetto al valore di produzione dei RU, i percorsi dei flussi principali. Esso rappresenta l'insieme di strategie, attività e tecnologie [27] che hanno come obiettivo finale quello di "risolvere" il problema dei RU all'interno dell'ATO ed è basato sul principio della chiusura del ciclo di vita delle varie componenti merceologiche presenti nei RU. A partire dalla determinazione del valore in percentuale della RD (65% al

2012), indicato dalla normativa, nello scenario si è assunto, anche in relazione ad una ragionevole previsione futura a fronte dell'impiantistica esistente e programmata a livello nazionale, che:  
 a) Il Rifiuto Urbano Residuale (RUR) viene inviato per 1/3 al recupero energetico, il restante 2/3 viene trattato negli impianti di Selezione Meccanico Biologica (MBT) di cui 1/3 per la produzione di CDR ed 1/3 per la produzione della Frazione Secca da inviare entrambi al recupero energetico.



**Figura 3**  
 Sistema integrato con raccolta differenziata al 65%  
 Fonte: ENEA

b) Il valore in peso delle ceneri leggere è stato raddoppiato per tenere conto del processo di inertizzazione.

c) Il 50% delle scorie di combustione viene recuperato mediante loro riutilizzo in cementificio.

d) Non sono stati considerati, conservativamente, eventuali flussi significativi di CDR ad impianti industriali.

e) Gli scarti del 20% dal sistema RD sono supportati dai dati CONAI.

### Conclusioni

La RD non è una metodologia per lo smaltimento dei rifiuti, ma secondo la definizione dalla legge 152/2006, è uno strumento essenziale del sistema integrato di gestione dei rifiuti atto a consentire:

- la valorizzazione nel circuito economico "delle risorse" presenti nei rifiuti. In particolare quanto più si riesce a separare a monte le diverse componenti merceologiche in maniera omogenea, tanto più questi materiali avranno standard qualitativi elevati e potranno essere riciclati nei processi a più alto valore aggiunto. *L'obiettivo non deve essere quanto si raccoglie ma quanto si riesce a riciclare e/o recuperare.* Diventa quindi, fondamentale da parte delle Amministrazioni Locali una capacità reale di verifica continua del sistema e dei risultati;
- la separazione delle diverse tipologie dei rifiuti con caratteristiche chimico/fisiche pericolose per poterli avviare al trattamento/recupero e/o smaltimento finale in maniera ambientale ed economica ottimale. È importante sottolineare che tali tipologie di rifiuti necessitano di circuiti di raccolta rigidamente monomateriali;
- un coinvolgimento attivo da parte di tutti i cittadini sulla corretta gestione

del ciclo dei RU che favorisca lo sviluppo di una cultura in sintonia con l'ambiente.

Il sistema della RD deve essere integrato dalle Amministrazioni Locali in maniera consapevole secondo i criteri di economicità, efficacia, trasparenza ed efficienza con tutta quella serie di fattori metodologici, gestionali, tecnologici e impiantistici che comporranno il sistema integrato di gestione dei rifiuti (dalla raccolta - al riciclo - al trattamento - al recupero - allo smaltimento finale).

È fondamentale evidenziare che questo processo per essere efficace richiede, dove necessario, una capacità di consorzarsi da parte delle Amministrazioni Locali in quanto il sistema deve essere avviato in un territorio dove sussistono tutte le caratteristiche geografiche, urbanistiche, demografiche ed economiche richieste ad un ATO o a più ATO per raggiungere come obiettivo finale l'auto-sufficienza nella gestione di un ciclo dei rifiuti in un contesto ambientalmente sostenibile.

### Bibliografia

[1] APAT-ONR (varie annualità) Rapporto rifiuti.

[2] La gestione dei rifiuti solidi urbani - Guida ad uso degli amministratori e dei tecnici degli enti locali - ENEA- ATIA - Maggioli Editore (febbraio 1994).

[3] S. Cervelloni, P.G. Landolfo, G. Marella - La raccolta differenziata - Documento di indirizzo - ENEA - Conferenza nazionale energia ambiente - Roma 25-28 novembre 1998.

[4] Legge 29 ottobre 1987, n. 441 (GU n. 255 del 31/10/1987). Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 31 agosto 1987, n. 361, recante disposizioni urgenti in materia di smaltimento dei rifiuti.

[5] Decreto legislativo 5 febbraio 1997 n. 22 - Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio. Te-



sto coordinato (aggiornato, da ultimo, alla Legge 15 dicembre 2004, pubblicata su GU n. 302 del 27 dicembre 2004).

[6] Accordo di programma quadro ANCI – CO-NAI per la raccolta ed il recupero dei rifiuti di imballaggio (8/07/1999;14/12/2004).

[7] Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 88 del 14 aprile 2006 - Supplemento Ordinario n. 96.

[8] Decisione n. 1600/2002/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 22 luglio 2002 che istituisce il sesto programma comunitario di azione in materia di ambiente (GU L. 242 del 10-09-2002).

[9] Decreto del Presidente della Repubblica 10 settembre 1982, n. 915. Attuazione delle direttive n. 75/442 relativa ai rifiuti, n. 76/403 relativa allo smaltimento dei policlorodifenili e dei poloclorotrifenili e n. 78/319 relativa ai rifiuti tossici e nocivi.

[10] Direttiva 75/442/CEE del Consiglio del 15 luglio 1975 relativa ai rifiuti (GU L 194 del 25-07-1975).

[11] Direttiva 76/403/CEE del Consiglio del 16 settembre 1996 concernente lo smaltimento dei policlorodifenili e dei policlorotrifenili (PCB/PCT) (GU. L 243 del 24-09-1996).

[12] Direttiva 78/319/CEE del Consiglio, del 12 dicembre 1991, relativa ai rifiuti pericolosi (GU Legge 377 del 31-01-1991).

[13] Legge ordinaria del Parlamento n. 475 del 09/11/1988. Conversione in Legge, con modificazioni, del D.L. 09 settembre 1988, n. 397, recante disposizioni urgenti in materia di smaltimento dei rifiuti industriali (GU n. 264 del 10/11/1988).

[14] DMA 29 maggio 1991 - Indirizzi generali per la regolamentazione della raccolta differenziata dei rifiuti solidi urbani (GU 12.06.1991, n. 136).

[15] Direttiva 91/156/CEE del Consiglio del 18 marzo 1991 che modifica la direttiva 75/442/CEE relativa ai rifiuti (GU L 78 del 26.03.1991).

[16] Direttiva 94/62/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 20 dicembre 1994, sugli imballaggi e i rifiuti di imballaggio (GUCE L 365 del 31/12/1994).

[17] Direttiva 91/689/CEE del Consiglio, del 12 dicembre 1991, relativa ai rifiuti pericolosi (GU L 377 del 31.12.1991).

[18] Decreto legislativo 13 gennaio 2003, n. 36. Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche (GU n. 59 del 12.3.2003 – Suppl. Ordinario n. 40).

[19] DM 8 maggio 2003, n. 203. Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo (GU n. 180 del 5 agosto 2003).

[20] Decreto legislativo 25 luglio 2005, n. 151. Attuazione delle direttive 2002/95/CE, 2002/96/CE e 2003/108/CE, relative alla riduzione dell'uso di sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche, nonché allo smaltimento dei rifiuti (GU n. 175 del 29 luglio 2005).

[21] Direttiva 2003/108/CEE del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'8 dicembre 2003, che modifica la direttiva 2002/96/CEE sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche.

[22] Legge 27 dicembre 2006, n. 296. "Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato (legge finanziaria 2007)", (GU n. 299 del 27 dicembre 2006 - Supplemento ordinario n. 244).

[23] F. Attura, E. Barni, S. Cassani, P.G. Landolfo, F. Monteleone – La specificità delle isole minori nella gestione dei rifiuti urbani, casi di studio di Pantelleria, Ustica e Lampedusa. Atti di seminari – Ricicla 2001, Maggioli Editore.

[24] Gestione integrata dei rifiuti urbani: analisi comparata dei sistemi di raccolta – Studio a cura di Federambiente e Scuola Agraria del Parco di Monza, 2003.

[25] Gestione del ciclo integrato dei rifiuti urbani in Lombardia – Veneto: raccolta stradale, raccolta domiciliare: 1.813 Comuni a confronto – Ecoistituto di Faenza, 2007.

[26] P. De Stefanis, P.G. Landolfo, A. Motawi, A. Mura – Sistema integrato gestione RU. Approccio metodologico e valutazione dell'impiantistica in relazione ad un Ambito Territoriale Ottimale. GEA n. 1 gennaio/febbraio 2001, Maggioli Editore.

[27] P. De Stefanis, M. Coronidi, V. Iaboni – La gestione dei rifiuti urbani: tecniche e risvolti ambientali. Energia Ambiente e Innovazione n. 6, novembre/dicembre 2006 - ENEA.

## La classificazione dei rifiuti

Maurizio Coronidi

Il decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante "Norme in materia ambientale", all'art. 184, comma 1, specifica che i rifiuti sono classificati:

- secondo l'origine, in rifiuti urbani e rifiuti speciali;
- secondo le caratteristiche di pericolosità, in rifiuti pericolosi e rifiuti non pericolosi.

Per quanto attiene alla classificazione secondo l'origine:

a) sono rifiuti urbani:

- i rifiuti domestici provenienti da locali e luoghi adibiti ad uso di civile abitazione;
- i rifiuti provenienti dallo spazzamento delle strade;
- i rifiuti giacenti su strade ed aree pubbliche, sulle spiagge marittime e lacuali e sulle rive dei corsi d'acqua;
- i rifiuti vegetali provenienti da aree verdi, quali giardini, parchi e aree cimiteriali;
- i rifiuti provenienti da esumazioni ed estumulazioni e da attività cimiteriale.

Sono inoltre considerati rifiuti urbani i rifiuti non pericolosi che il Comune provvede, nell'ambito del proprio regolamento di disciplina della gestione dei rifiuti, ad assimilare ai rifiuti urbani.

b) sono rifiuti speciali:

- i rifiuti da attività agricole e agro-industriali;
- i rifiuti derivanti dalle attività di demolizione, costruzione e scavo;
- i rifiuti da lavorazioni industriali e artigianali;
- i rifiuti da attività commerciali e di servizio;
- i rifiuti derivanti dalla attività di recupero e smaltimento di rifiuti;
- i rifiuti derivanti da attività sanitarie;
- i macchinari e le apparecchiature deteriorati ed obsoleti, i veicoli a motore, rimorchi e simili fuori uso e loro parti.

Per quanto riguarda la classificazione secondo le caratteristiche di pericolosità, è necessario fare riferimento all'Allegato D alla parte quarta del citato D. Lgs. n. 152/06, che riporta l'Elenco dei Rifiuti istituito conformemente alle direttive europee sui rifiuti (in particolare, alla direttiva-quadro 75/442/CEE sui rifiuti, come riscritta dalla direttiva 2006/12/CE, ed alla direttiva 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi) ed alla Decisione della Commissione 2000/532/CE.

L'art. 184, comma 5, del D. Lgs. n. 152/06 stabilisce, infatti, che "Sono pericolosi i rifiuti non domestici indicati espressamente come tali, con apposito asterisco, nell'elenco di cui all'Allegato D alla pa

Nell'Elenco dei Rifiuti (a cui si fa spesso ancora riferimento utilizzando la sua vecchia dizione di Catalogo Europeo dei Rifiuti, "CER") i rifiuti sono specificatamente individuati mediante un codice a sei cifre, nel quale:

- le prime due cifre indicano la macro-attività di provenienza del rifiuto, ad esempio:  
01 Rifiuti derivanti da prospezione, estrazione da miniera o cava, nonché dal trattamento fisico o chimico di minerali  
02 Rifiuti prodotti da agricoltura, orticoltura, acquacoltura, selvicoltura, caccia e pesca, trattamento e preparazione di alimenti



03 Rifiuti della lavorazione del legno e della produzione di pannelli, mobili, polpa, carta e cartone

Rifiuti della lavorazione di pelli e pellicce e dell'industria tessile

.....

- le seconde due cifre indicano la specifica attività nell'ambito di ciascuna macro-attività, ad esempio:

02 01 rifiuti prodotti da agricoltura, orticoltura, acquacoltura, selvicoltura, caccia e pesca

02 02 rifiuti della preparazione e del trattamento di carne, pesce ed altri alimenti di origine animale

02 03 rifiuti della preparazione e del trattamento di frutta, verdura, cereali, oli alimentari, cacao, caffè, tè e tabacco; della produzione di conserve alimentari; della produzione di lievito ed estratto di lievito; della preparazione e fermentazione di melassa

02 04 rifiuti prodotti dalla raffinazione dello zucchero

.....

- il codice completo, a sei cifre, definisce la specifica tipologia di rifiuto, ad esempio:

02 01 01 fanghi da operazioni di lavaggio e pulizia

02 01 02 scarti di tessuti animali

02 01 03 scarti di tessuti vegetali

02 01 04 rifiuti plastici (ad esclusione degli imballaggi)

02 01 06 feci animali, urine e letame (comprese le lettiere usate), effluenti, raccolti separatamente e trattati fuori sito

02 01 07 rifiuti della silvicoltura

02 01 08\* rifiuti agrochimici contenenti sostanze pericolose

02 01 09 rifiuti agrochimici diversi da quelli della voce 02 01 08

.....

Come detto, la norma stabilisce che sono pericolosi i rifiuti che nell'Elenco dei Rifiuti sono contrassegnati con un asterisco. Nell'introduzione al suddetto Elenco è ulteriormente specificato che tali rifiuti sono pericolosi ai sensi della direttiva 91/689/CEE relativa ai rifiuti pericolosi, in quanto si ritiene che presentino una o più caratteristiche di pericolosità, come definite dall'Allegato III della suddetta direttiva e riprese degli Allegati G, H ed I della parte quarta del D. Lgs. n. 152/06.

A tale proposito è opportuno evidenziare che, mentre con il vecchio "Catalogo Europeo dei Rifiuti" la pericolosità dei rifiuti era basata unicamente sul criterio della provenienza del rifiuto (in ultima analisi, sul suo codice a sei cifre), con l'entrata in vigore del nuovo Elenco dei Rifiuti di cui alla Decisione 2000/532/CE si può presentare il caso che il rifiuto contrassegnato dall'asterisco - e quindi pericoloso - sia identificato come pericoloso mediante riferimento specifico o generico a sostanze pericolose (vedasi ad esempio il sopra citato rifiuto codice 02 01 08\*), e ad esso corrisponda una "voce a specchio" di rifiuto non pericoloso (nel nostro caso, il codice 02 01 09).

In tal caso il rifiuto è classificato come pericoloso solo se le sostanze in esso contenuto raggiungono concentrazioni tali da conferirgli una o più caratteristiche di pericolosità, ed è quindi necessario condurre una verifica analitica che, nel caso di assenza delle caratteristiche di pericolosità, conduce alla classificazione del rifiuto come "non pericoloso".

Per i rifiuti individuati da una "voce a specchio" la pericolosità non è, dunque, basata unicamente sul criterio della provenienza, ma anche sulla loro caratterizzazione chimico-fisica.

maurizio.coronidi@casaccia.enea.it

## Vertice FAO: maggiori investimenti in agricoltura

Il Vertice FAO sulla sicurezza alimentare, riunito a Roma dal 3 al 5 giugno, si è concluso con l'adozione per acclamazione di una Dichiarazione che fa appello alla comunità internazionale ad incrementare l'assistenza ai paesi in via di sviluppo, in particolare quelli meno sviluppati e quelli che sono più colpiti dai prezzi alti dei generi alimentari.

Occorre da subito aiutare questi paesi ad espandere il settore agricolo e la produzione alimentare, e ad incrementare gli investimenti nell'agricoltura, nell'industria agroalimentare e nello sviluppo rurale, con fondi sia pubblici che privati.

Ai donatori e alle istituzioni finanziarie internazionali si chiede di fornire assistenza in materia di bilancia dei pagamenti e un sostegno economico alle importazioni alimentari dei paesi a basso reddito. Tra le altre misure necessarie per migliorare la situazione finanziaria dei paesi in difficoltà, vi deve essere anche, laddove necessario, il riesame del servizio del debito pubblico.

La Dichiarazione si preoccupa anche di trovare i modi per aumentare la capacità di reazione e resistenza degli attuali sistemi di produzione alimentare al cambiamento climatico: esorta, perciò, ad istituire sistemi agricoli e pratiche di gestione sostenibile che possano positivamente contribuire a mitigare il cambiamento climatico e preservare l'equilibrio ecologico.

Sulla controversa questione dei biocombustibili la Dichiarazione indica essenziale il prendere in considerazione le sfide e le opportunità poste dai biocarburanti, tenendo sempre presente la sicurezza alimentare a livello mondiale e le esigenze energetiche e di uno sviluppo sostenibile.

A patto che tutte le organizzazioni intergovernative (FAO inclusa) nell'ambito dei rispettivi mandati e delle rispettive aree di competenza, con il coinvolgimento dei governi nazionali, del setto-

re privato e della società civile, promuovano un dialogo internazionale sui biocarburanti nel contesto della sicurezza alimentare e dello sviluppo sostenibile, un dialogo che sia coerente, efficace e che punti ai risultati.

La Dichiarazione, infine, incoraggia la comunità internazionale a continuare nell'impegno verso la liberalizzazione del commercio internazionale in agricoltura mediante la riduzione delle barriere doganali e delle politiche di distorsione del mercato, per dare nuove opportunità ai paesi in via di sviluppo di vendere i propri prodotti nei mercati mondiali, contribuendo così a far aumentare la loro produttività e produzione.

## Nuova edizione 2008 dell'Environmental Outlook to 2030

È stata presentata a Oslo, il 5 marzo scorso, la nuova edizione dell'Environmental Outlook to 2030, realizzato dall'OCSE.

Lo studio è dedicato all'analisi dei trend economici e ambientali globali e alle simulazioni di politiche tese ad affrontare le sfide cruciali che i paesi dovranno sostenere per rendere compatibili sviluppo economico e ambiente.

Rispetto alla precedente edizione del 2001, più centrata sui paesi tradizionalmente sviluppati dell'Europa, del Nord America e del Pacifico (Giappone, Corea, Australia), viene ora dato maggiore pe-

### dal Mondo

Vertice FAO:  
maggiori investimenti  
in agricoltura

Nuova edizione 2008  
dell'Environmental  
Outlook to 2030

Energia elettrica  
dalle onde marine  
nei paesi oceanici



so ai paesi definiti BRICS (Brasile, Russia, India, Indonesia, Cina, Sud Africa) sia per il peso demografico che per quello economico e di impatto ambientale di tali Stati.

Per il rapporto OCSE i principali problemi ambientali da affrontare sono il cambiamento climatico, la perdita di biodiversità, la penuria d'acqua e gli impatti dell'inquinamento sulla salute. Senza l'adozione di nuove politiche, afferma il rapporto, si rischia nei prossimi decenni di danneggiare irreversibilmente l'ambiente e le risorse naturali necessarie a sostenere crescita economica e benessere. I costi dell'inazione, insomma, sono alti. Tuttavia, senza la partecipazione e la cooperazione di Brasile, Russia, Cina, India ecc. sarà impossibile portare avanti un mix di politiche realistiche ed efficaci per risolvere i problemi locali e globali.

Le previsioni di sviluppo economico prevedono per il 2030 il raddoppio del PIL mondiale. Cina, India, Indonesia e Medio Oriente vedranno crescere le loro emissioni di inquinanti atmosferici, "esportandoli" oltre le loro frontiere. Sacrificando solo una quota di poco superiore allo 0,1% annuo di questa crescita, sarebbe possibile tagliare tali inquinanti di un terzo.

Per quanto riguarda le emissioni di gas serra, se saranno solo i paesi OCSE ad adottare politiche e misure, rispetto al 2000 si avrebbe una riduzione del 40% in tali paesi, ma le emissioni globali salirebbero comunque del 35%; se al contrario saranno coinvolti tutti gli altri paesi, si potrebbero ridurre del 21%.

Altri problemi globali riguardano la biodiversità, sempre

più in pericolo in aree come la foresta amazzonica, per l'espansione della popolazione e dell'agricoltura.

Infine, i problemi dell'acqua. L'installazione di sistemi fognari nei paesi del Terzo Mondo, senza parallelo trattamento delle acque di scarico, sta creando rischi per la salute e l'ambiente per via dell'inquinamento delle acque di superficie. L'espansione dell'agricoltura sta inoltre causando penuria di acqua o il suo inquinamento con sostanze azotate. L'OCSE raccomanda di prendere misure specifiche con investimenti sia in campo civile che agricolo, e di fissare un prezzo realistico per l'uso dell'acqua nell'irrigazione.

Per ulteriori informazioni: [http://www.oecd.org/document/20/0,3343,en\\_2649\\_20185\\_39676628\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html](http://www.oecd.org/document/20/0,3343,en_2649_20185_39676628_1_1_1_1,00.html)

## Energia elettrica dalle onde marine nei paesi oceanici

Meno nota rispetto alle altre fonti rinnovabili, l'energia delle onde marine è dagli anni 70 oggetto di attenzione in diversi paesi. Fra i vantaggi, quello di essere disponibile in abbondanza, prevedibile e dotata di alta densità energetica. Le migliori risorse si trovano tra i 40 e i 60 gradi di latitudine (30-70 kW per metro, con picchi di 100 kW/m). Il suo potenziale contribuito viene stimato in 2000 TWh l'anno, circa il

10% del consumo elettrico mondiale.

Come avvenuto per l'eolico, raggiungere la fase della commercializzazione richiederà tuttavia consistenti sostegno pubblici, investimenti finanziari e avanzamenti tecnologici.

Paesi come Canada, USA, Cile, Giappone, Cina, India e Russia stanno sviluppando progetti ma sono i paesi europei (Gran Bretagna, Irlanda, Norvegia, Portogallo e Spagna) ad avere la leadership tecnologica.

Per quanto riguarda l'energia dalle maree, Canada, Argentina, Corea e Australia Occidentale possiedono le risorse ma Francia e Gran Bretagna hanno le tecnologie più promettenti.

La Gran Bretagna si è proposta di ricavare, entro il 2050, il 40% dell'energia dalle fonti rinnovabili, di cui il 20% dal moto ondoso e dalle maree. La produzione potenziale in questo paese è di 87 TWh, equivalenti al 20-25% dell'attuale domanda elettrica, ed è per questo che il governo ha investito, dal 1999, quasi 32 milioni di euro.

Gli impianti di conversione dell'energia delle onde e delle maree in energia elettrica sono di tre tipi: sulla costa, vicino la costa (12-25 miglia dalla costa), off-shore (oltre le 25 miglia o i 50 m di profondità). Esistono circa 1000 brevetti sui convertitori e ancora molta incertezza sulla tecnologia vincente.

Sono due i principali centri europei di ricerca: uno nelle isole Orcadi (Scozia), l'altro in Portogallo, aperto anche alla collaborazione internazionale.

## Direttiva su produzione e gestione dei rifiuti

Il Parlamento ha adottato il 17 giugno la direttiva sulle misure per proteggere l'ambiente e la salute umana prevenendo o riducendo gli impatti negativi della produzione e della gestione dei rifiuti, quelli complessivi dell'uso delle risorse e migliorandone l'efficacia.

Gli Stati membri dovranno attuare le disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative necessarie per

conformarsi alla direttiva entro 24 mesi dalla sua entrata in vigore.

In cima alla 'gerarchia dei rifiuti' la direttiva pone la prevenzione, ossia le misure che riducono anticipatamente la quantità di rifiuti. Segue poi la preparazione per il riutilizzo, ovvero le operazioni di controllo, pulizia e riparazione per rendere i rifiuti pronti ad essere reimpiegati. Viene poi il riciclaggio, l'operazione di recupero per ritrattare il rifiuto e ottenere prodotti, materiali o sostanze da utilizzare. Segue poi il recupero, tipico quello di energia, che permette ai rifiuti di svolgere un ruolo utile sostituendo altri materiali. Gli impianti di incenerimento dei rifiuti solidi urbani possono essere intesi come attività di recupero unicamente se rispondono ai requisiti di "efficienza energetica" fissati dalla direttiva stessa. Vi è, infine, lo smaltimento che consiste in qualsiasi operazione diversa dal recupero anche quando l'operazione ha come conseguenza secondaria il recupero di sostanze o energia, come il deposito in discarica, la biodegradazione di rifiuti liquidi o fanghi nei suoli, l'iniezione dei rifiuti pompabili in pozzi o l'incenerimento di materiali riciclati.

Nell'applicare questa gerarchia dei rifiuti, precisa la direttiva, gli Stati membri devono adottare misure volte a incoraggiare le opzioni «che danno il miglior risultato ambientale complessivo». La direttiva impone anche il ricorso a regimi di raccolta differenziata entro il 2015 per aumentare di almeno il 50% il riutilizzo e il riciclaggio nel 2020.

A cinque anni dall'entrata in vigore della direttiva, gli Stati membri dovranno predisporre dei programmi di prevenzione dei rifiuti in cui sono tenuti a fissare «gli obiettivi di prevenzione», descrivere le misure di prevenzione esistenti e valutare l'utilità degli esempi di misure indicate dalla direttiva. Devono altresì provvedere affinché le rispettive autorità competenti predispongano uno o più piani di gestione dei rifiuti che coprano, singolarmente o in combinazione tra loro, la totalità del loro territorio. Gli Stati membri saranno, inoltre, tenuti a adottare le misure necessarie per vietare l'abbandono, lo scarico e la gestione incontrollata dei rifiuti e dovranno emanare le misure relative alle sanzioni da infliggere in caso di violazione delle disposizioni della direttiva e assicurarne l'applicazione. Le sanzioni dovranno essere «efficaci, proporzionate e dissuasive»

## Cittadini e ambiente

I problemi globali richiedono risposte globali; oltre due terzi dei cittadini europei preferiscono che le decisioni politiche in materia ambientale siano adottate a livello di Unione Europea, piuttosto che a livello nazionale.

È quanto emerge da un sondaggio Eurobarometro, *L'atteggiamento dei cittadini europei nei confronti dell'ambiente* pubblicato il 13 maggio.

Il Rapporto sottolinea anche che gli europei sono

dall'Unione Europea

Direttiva su produzione e gestione dei rifiuti

Cittadini e ambiente

Concorso UE "I Giovani e le Scienze"



sempre più consapevoli del ruolo che svolge l'ambiente nella loro vita quotidiana: oltre il 95% dei cittadini europei considera importante proteggere l'ambiente e circa l'80% ritiene che l'ambiente incida sulla qualità della vita ed è consapevole di avere un ruolo nella sua tutela. I cambiamenti climatici sono il tema che li preoccupa più di ogni altro, seguito dall'inquinamento e dalle catastrofi provocate dalle attività umane.

Quasi due terzi degli europei (63%) risponde che la tutela dell'ambiente è più un incentivo all'innovazione che un ostacolo allo sviluppo (16%).

Una percentuale altrettanto elevata (64%) ritiene che occorre privilegiare la protezione dell'ambiente rispetto alla competitività economica e solo il 18% pensa che quest'ultima sia più importante.

Una percentuale consistente (82%) ritiene necessaria una legislazione armonizzata a livello europeo in campo ambientale; l'UE dovrebbe aiutare i paesi terzi a migliorare il loro livello di tutela ambientale (80% degli intervistati) e dovrebbe stanziare più finanziamenti per la tutela dell'ambiente (78%). La stessa percentuale ritiene inoltre utile la creazione di una forza di protezione civile europea per far fronte alle calamità naturali nel proprio paese.

Più di due terzi sono inoltre convinti che il progresso dei singoli paesi debba essere valutato in base a indicatori sociali, ambientali ed economici, e solo una minoranza (15%) sostiene che debba essere misurato sulla base di indicatori economici e monetari.

## Concorso UE "I Giovani e le Scienze"

Si è tenuta a Milano, il 22 aprile scorso presso la sede della FAST (Federazione delle Associazioni Scientifiche e Tecniche), la cerimonia di premiazione di progetti e invenzioni presentati da studenti delle superiori e del primo anno di università per il concorso "I Giovani e le Scienze".

Al concorso hanno partecipato 99 gruppi o individui, per un totale di 251 studenti, 145 maschi e 106 femmine. Di essi 24 sono stati selezionati per premi di vario tipo, i più prestigiosi dei quali danno il diritto a partecipare al concorso europeo che si terrà il 19-25 settembre a Copenhagen e che vedrà in campo i vincitori delle selezioni nazionali di 33 paesi.

Rappresenteranno l'Italia gli studenti del V anno Marco Boem, Michele De Bortoli, Alessandro Pivetta, dell'ITI "A. Malignani", Liceo Scientifico Tecnologico di Udine, e la studentessa Yi Yu Bai, Clelia Maria Bonardi, Ilaria Scarabottolo, del Liceo scientifico "A. Volta" di Milano.

Gli studenti di Udine hanno realizzato il prototipo di un bioreattore che consente il trattamento dei residui della fermentazione del vino, con risparmio di costi e di energia, che sarà brevettato e per il quale è sorto l'interesse di diverse aziende vinicole italiane ed estere: hanno individuato e realizzato un processo che migliora la tipicità dei vini. Il bioreattore

inoltre può essere adattato anche ad una vasta gamma di processi biochimici (es. la coltivazione delle penicilline).

Le ragazze di Milano, che hanno anche ricevuto il premio della loro Provincia, hanno realizzato un progetto intitolato "La cicloide: nuovi orizzonti per lo sci" con il quale hanno studiato l'applicazione della cicloide: una traiettoria curva che consente di migliorare le prestazioni sciistiche e sulla quale hanno effettuato delle sperimentazioni e degli studi analizzando le gare di sci.

Altri premi hanno riguardato chi ha realizzato un prototipo di casco tecnologico di sicurezza; delle cuffie automatiche antirumore con un nuovo sistema di apertura audio; un progetto relativo al peso degli zaini di scuola; l'invenzione di un sistema automatico per la separazione delle materie plastiche da smaltire; un nuovo scanner tridimensionale; uno studio sulla quantità di radon nelle case; un lavoro sulle capacità curative dell'acqua; la presentazione di una innovativa tecnica di bonifica dei terreni.

## Efficienza energetica: a ENEA il ruolo di Agenzia

Il Consiglio dei Ministri ha approvato il 30 maggio in via definitiva, su proposta del Ministero dello Sviluppo Economico, il decreto sull'efficienza e i servizi energetici che recepisce la direttiva europea 2006/32/CE.

Il decreto prevede l'istituzione, entro 6 mesi, dell'Agenzia Nazionale per l'Efficienza Energetica. L'ENEA, cui è affidato tale ruolo, viene chiamato a svolgere le se-

guenti funzioni:

a) supporta il Ministero dello Sviluppo Economico e le Regioni nel controllo generale e nella supervisione dell'attuazione di quanto previsto dal decreto;

b) provvede alla verifica e al monitoraggio dei progetti realizzati e delle misure adottate, raccogliendo e coordinando le informazioni necessarie per le specifiche attività;

c) predispone, in conformità alla direttiva, proposte tecniche per la definizione dei metodi per la misurazione e la verifica del risparmio energetico ai fini della verifica del conseguimento degli obiettivi indicativi nazionali. In tale ambito, definisce anche specifiche metodologie per l'attuazione del meccanismo dei certificati bianchi che consentano la quantificazione dei risparmi senza fare ricorso a misurazioni dirette;

d) svolge supporto tecnico-scientifico e consulenza per lo Stato, le Regioni e gli Enti locali anche ai fini della predisposizione degli strumenti attuativi necessari al conseguimento degli obiettivi indicativi nazionali di risparmio energetico;

e) assicura, in coerenza con le Regioni, l'informazione ai cittadini, alle imprese, alla pubblica amministrazione e agli operatori economici, sugli strumenti per il risparmio energetico, nonché sui meccanismi e sul quadro finanziario e giuridico predisposto per la diffusione e la promozione dell'efficienza energetica, provvedendo inoltre a fornire sistemi di diagnosi energetiche.

Il decreto approvato, ha precisato il Ministro Scajola, è stato quello elaborato nei mesi scorsi perchè la direttiva europea andava recepita entro il 2 giugno. Il Consiglio dei Ministri ha tuttavia concordato di apportare con un prossimo nuovo provvedimento alcuni miglioramenti significativi per semplificare ulteriormente le procedure per gli interventi di efficienza energetica ed estendere l'area di applicazione delle agevolazioni per gli impianti di produzione.

## Nuovo impulso alle rinnovabili

La politica energetica italiana si trova oggi ad un bivio: nonostante il consuntivo 2007 confermi i trend di crescita di eolico, solare e biomassa, i risultati sono insufficienti per raggiungere l'obiettivo UE del 20% di rinnovabili entro il 2020.

L'edizione 2008 del Forum Rinnovabili, organizzato il 18 giugno a Roma da Business International con il patrocinio del Ministero dell'Ambiente, ha cercato di porre al centro del dibattito le politiche, gli strumenti e le azioni per dare nuovo slancio al mercato delle fonti energetiche rinnovabili in Italia.

Si è cercato, insomma, di comprendere le strategie del nuovo Governo in materia di energia e ambiente, di conoscere i diversi gradi di attuazione delle normative comunitarie e nazionali, di analizzare incentivi e modalità di finanziamento delle rinnovabili,

dall'Italia  
Efficienza energetica:  
a ENEA il ruolo di Agenzia

Nuovo impulso  
alle rinnovabili

Sviluppo e *governance*  
in Puglia

Cotec: Rapporto  
sull'innovazione

Sincrotrone Trieste:  
nuovi accordi di  
collaborazione scientifica  
con ENEA e INFN



di fare il punto sui materiali, i processi e le tecnologie all'avanguardia per la produzione e la diffusione di energia verde.

Il Forum, che ha visto la partecipazione, tra i molti rappresentati di enti, industrie e associazioni del settore, di Ugo Martinat, Sottosegretario allo Sviluppo Economico, Bruno Agricola, Direttore Generale del Ministero dell'Ambiente, e Luciano Barra, del Ministero dello Sviluppo economico, si è articolato in due Sessioni.

Nella prima Sessione, centrata su politiche, strumenti finanziari e tecnologie all'avanguardia per investire con successo nelle energie rinnovabili, c'è stato un overview di Ugo Martinat che ha avuto per tema "Energia verde per un futuro sostenibile: linee programmatiche e strategie per dare nuovo impulso al mercato italiano delle rinnovabili".

Non ci sarà, ha puntualizzato il Sottosegretario, alcun radicale cambiamento di strategia per le fonti rinnovabili rispetto al precedente Governo: l'esecutivo intende innanzitutto proseguire nel sostegno alla ricerca, valorizzando le iniziative del Programma Industria 2015; anzi "a questo programma contiamo di affiancare sinergicamente le risorse del Programma operativo sulle fonti rinnovabili e il risparmio energetico del Quadro Comunitario di sostegno 2007-13, approvato di recente dalla Commissione europea e in fase di decollo". Infatti, "se, da un lato, apprezziamo il ruolo propulsivo dell'Europa per la liberalizzazione dei mercati dell'energia, dall'altro riteniamo che molto an-

cora si possa fare per valorizzare il peso di un mercato costituito da 480 milioni di consumatori in modo da esercitare una più efficace azione sui paesi produttori".

Ma, la scelta del mix energetico è una competenza degli Stati membri e i prezzi dell'energia sono, in Italia, mediamente più alti della media europea e tutto ciò ha causato un mutamento di clima dell'opinione pubblica, e di questo mutamento il Governo si è fatto interprete. È necessario, perciò, diversificare le aree geografiche di approvvigionamento e le fonti di energia, sviluppare l'efficienza energetica, le fonti rinnovabili e il carbone pulito e, insieme, costruire nuove infrastrutture energetiche, realizzando nuovi rigassificatori, sistemi di stoccaggio per il gas naturale e reti di trasporto e interconnessioni con altri paesi.

"Una strategia a tutto tondo - ha proseguito Martinat - che, nel settore elettrico, mira ad affrontare l'anomalia italiana che vede un mix di produzione tutto sbilanciato verso il gas: fermo restando l'impegno per l'efficienza energetica, pensiamo che un mix equilibrato debba includere un 25% di nucleare e un 25% di fonti rinnovabili, con la copertura del restante 50% affidato agli idrocarburi". Per raggiungere questo obiettivo, ha concluso Martinat "Contiamo di rendere più efficiente, e quindi più economico, il processo di realizzazione degli impianti a fonti rinnovabili, più efficiente l'uso

dell'energia, più dense di opportunità di sviluppo occupazionale le politiche del settore. Si tratta di passaggi necessari per assicurare che queste fonti, già bisognose di incentivi, non siano gravate da extra costi che, in ultima analisi, si scaricano sui consumatori". Nella seconda Sessione, Chairman Carlo Manna dell'Enea sono stati esaminati i casi di successo e le prospettive di sviluppo delle fonti rinnovabili nelle esperienze delle aziende e delle amministrazioni pubbliche. È stata un'occasione, presentando l'esperienza delle Regioni e degli Enti Locali, di evidenziare i sistemi di gestione ambientale come strumenti di governo del territorio che permette, a chi ha investito nelle fonti rinnovabili, di conseguire obiettivi di risparmio economico ed incremento dell'efficienza energetica.

Esempi paradigmatici sono stati illustrati: dalla campagna "1000 Tetti Fotovoltaici" della Provincia di Salerno; dal premio "Enti locali per Kyoto" attribuito al Comune di Formigine; dal primo autobus a idrogeno e dagli investimenti per l'efficienza energetica della Regione Lazio.

Ma anche: dai progetti sull'eolico di Varese Ligure e della comunità montana di Camerino; dall'energia da biomasse e da rifiuti solidi urbani dell'ASM di Brescia e dell'Azienda Le Gerre, nella provincia di Cremona; dagli impianti idroelettrici della Centrale idroelettrica di Moncalieri e dell'industria tessile Basildue; dalle centrali geotermiche per il teleriscaldamento

to di Sesto S. Giovanni e di Fimmagosta a Milano.

## Sviluppo e governance in Puglia

L'Italia deve intervenire sugli usi finali dell'energia, e in particolare, sul settore residenziale, che dovrà contribuire per il 44% alle riduzioni, per centrare l'obiettivo del 9% di risparmio energetico entro il 2016, come previsto dal Piano nazionale per l'efficienza energetica.

L'ENEA è fortemente impegnato in questo settore con attività di ricerca a favore dell'*ecobuilding* e con il supporto alla Pubblica Amministrazione centrale e locale nella predisposizione e nell'attuazione dei provvedimenti legislativi e normativi. Inoltre, sta affiancando il Ministero dello Sviluppo Economico in una vasta campagna di informazione a favore dei cittadini sugli incentivi fiscali previsti per interventi di miglioramento dell'efficienza delle abitazioni. "Domus 08: ENEA per l'efficienza energetica e la certificazione degli edifici"- Workshop organizzato a Brindisi il 27 maggio in collaborazione con l'Agenzia Regionale per la Tecnologia e l'Innovazione (ARTI) e l'Università del Salento - è stato uno degli incontri previsti in diciotto città italiane in un programma di iniziative progettuali con Istituzioni e Stakeholders locali.

Dal 1° luglio 2009 la certificazione energetica degli edifici sarà obbligatoria e tutte le Regioni dovranno dotarsi degli strumenti di "gover-

nance" dell'efficienza energetica: normative, piani di sviluppo e scenari, politiche energetiche, formazione di quadri professionali, rapporti tra Pubblica Amministrazione e cittadini e, in particolare, Albo dei Certificatori Energetici.

Il Workshop è stato, perciò, l'occasione di un confronto per un approccio che, anche nella Regione Puglia, metta a "sistema" il mondo della Ricerca, la Pubblica Amministrazione e le imprese, con l'obiettivo di un nuovo modo di costruire gli edifici e gli insediamenti abitativi e industriali ottimizzandone i consumi e riducendone gli sprechi.

Tra gli attori coinvolti figurano la Pubblica Amministrazione per lo sviluppo di "best practice" nell'attuazione delle politiche energetiche, nella gestione del proprio patrimonio immobiliare e nella realizzazione di nuove strutture pubbliche; le Università e gli Istituti di formazione superiore per l'elaborazione di una nuova offerta formativa legata ai temi dell'efficienza energetica; i Laboratori e i Centri di ricerca per lo sviluppo e la certificazione di nuovi materiali e tecnologie; le Associazioni delle categorie produttive e gli Ordini professionali per la promozione, la progettazione e la realizzazione di eco-edifici.

## Cotec: Rapporto sull'innovazione

Il convegno *Innovazione per la crescita e la qualità*

della vita, organizzato da: Ministero per la Pubblica Amministrazione e l'Innovazione, Fondazione COTEC, Confindustria e Unioncamere, a Roma il 10 giugno, è stata l'occasione per fare il punto sui nodi e le potenzialità del sistema nazionale dell'innovazione, individuando gli obiettivi essenziali che le politiche pubbliche per l'innovazione dovranno porsi per sostenere la crescita, la competitività e il benessere del Paese.

Durante il convegno è stata presentata la seconda edizione del *Rapporto Annuale sull'Innovazione 2008*, curato dalla Fondazione COTEC, che raccoglie le più aggiornate statistiche sullo stato dell'innovazione in Italia, provenienti dalle più autorevoli fonti internazionali.

A livello paese, rispetto agli anni passati, c'è un'inversione di tendenza: tra il 2000 e il 2005, cresce del 6% la spesa in R&S delle imprese italiane, che tornano ad assicurare oltre la metà della spesa totale in R&S in Italia. In particolare le piccole e medie imprese affrontano la competizione del mercato globale incrementando la qualità dei prodotti (il 71%, contro il 64% della media europea) e ottengono, in media, il 12% del loro fatturato mediante l'immissione sul mercato di prodotti e servizi innovativi (una *performance* migliore rispetto a Germania, Spagna e Francia).

Come da diversi anni a questa parte, le note dolenti sono da ricercare, invece, nel campo dell'istru-



zione e della formazione: peggiora il livello di competenze in matematica e scienze nei quindicenni, tra gli ultimi in graduatoria nei paesi industrializzati. Nel settore universitario, diminuisce il numero di iscritti ai corsi di laurea delle aree scientifiche e tecnologiche (-3,2% tra il 2000 e il 2005, in controtendenza con i principali paesi europei). E per ciò che riguarda il livello generale di formazione della popolazione il ritardo è ancora forte, con appena il 12,25% dei cittadini italiani in possesso di una laurea nel 2005 (la metà di Francia e Spagna).

La distanza dagli obiettivi di Lisbona permane, dunque, significativa e molto dipenderà, come suggerisce il Rapporto, dalla capacità del settore pubblico di sostenere ricerca e innovazione, quali chiavi per la competitività e la crescita. Tra i principali strumenti, ci sono il *public procurement* (specie per le tecnologie innovative come le ICT) e l'incentivo a nuove forme di collaborazione tra imprese e mondo della ricerca.

Ricordando, inoltre, che l'Italia presenta un deficit di oltre il 3% tra la sua partecipazione al budget dell'Unione Europea e i finanziamenti ricevuti nell'ambito del VI Programma Quadro, c'è l'esigenza di curare la propria rappresentanza in sede europea in maniera più efficiente e redditizia.

## Sincrotrone Trieste: nuovi accordi di collaborazione scientifica con ENEA e INFN

ENEA e INFN hanno firmato due nuovi accordi di collaborazione con la Società Sincrotrone Trieste per attuare programmi congiunti nel campo della fisica e degli acceleratori di particelle di quarta generazione. I tre enti di ricerca italiani intendono così perseguire congiuntamente l'obiettivo di sviluppare strumenti ad altissimo contenuto tecnologico come i Laser a elettroni liberi (FEL): sorgenti di luce coerente e collimata, con cui svelare i segreti della materia e aprire nuove frontiere di ricerca in diversi campi, dallo studio dei nuovi materiali alle scienze della vita.

Gli accordi si inseriscono in un quadro di iniziative e progetti già avviati e fortemente sostenuti dal Ministero dell'Università e della Ricerca, come la costruzione del nuovo Laser a elettroni liberi FERMI@Elettra, presso il Sincrotrone Trieste, e quella di SPARX-FEL sviluppato da ENEA, INFN, CNR e Università di Roma presso il campus di Tor Vergata. "Confermando e coordinando una rete di collaborazioni già consolidata - commenta Carlo Rizzuto, presidente di Sincrotrone Trieste - le nuove convenzioni potenzieranno lo sviluppo congiunto di questi progetti e

porteranno l'Italia a offrire alla comunità internazionale radiazione elettromagnetica in un ampio intervallo, dalle microonde all'ultravioletto ai raggi X".

Il presidente dell'ENEA, Luigi Paganetto, ha evidenziato: "La complementarietà delle due sorgenti FEL consentirà di rispondere in misura crescente e con maggiore efficacia non solo alle esigenze di una vasta comunità interdisciplinare di utilizzatori, ma anche alle richieste di sviluppo ad altissimo contenuto tecnologico da parte dell'industria".

Per Roberto Petronzio, presidente dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, "Ci troviamo di fronte ad un'altra dimostrazione di come la fisica delle particelle sia in grado di fornire (grazie alle proprie competenze sugli acceleratori) strumenti di indagine innovativi utili anche ad altri settori della ricerca scientifica".

## Ricerca e industria italiana in Cina

A fine aprile è stata in visita in Cina una delegazione italiana, guidata dal Prof. Luigi Paganetto, composta da rappresentanti dell'ENEA e delle imprese legate ad attività di trasferimento tecnologico nel settore delle energie rinnovabili (Tolo Energia, Donati Group e Angelantoni Industrie).

La Cina è nel pieno di un grande sforzo industriale che, tenendo conto dei sempre più stringenti vincoli ambientali, mette a disposizione del paese tecnologie

innovative per il miglior sfruttamento delle energie rinnovabili, specie le biomasse (viste le notevoli eccedenze agricole), il solare termodinamico e le celle a combustibile.

I contatti con la Cina, avviati da tempo, permettono ora all'Italia di esportare tecnologia nel settore strategico dell'energia pulita in un paese che sta correndo sulla via dello sviluppo con il doppio problema di ridurre l'impatto ambientale e sanare la fame di energia.

L'interesse della Cina a collaborare con l'ENEA, per poter disporre immediatamente dei risultati della ricerca e dello sviluppo industriale italiano, ha portato alla firma a Canton di una lettera di intenti per la realizzazione di un laboratorio congiunto sino-italiano sulle energie rinnovabili tra ENEA, industrie italiane, industrie cinesi e il Dipartimento di Scienze e Tecnologie della provincia del Guangdong, una delle aree a più alto sviluppo industriale ed economico.

soluzioni di calcolo ad alte prestazioni sulla base dei bisogni del cliente.

Ylichron ([www.ylichron.it](http://www.ylichron.it)) lancia in questi giorni sul mercato HCE (Harwest Compiler Environment), uno strumento di progettazione che consente di trasformare un codice di calcolo nel progetto di un micro-elaboratore che realizza le operazioni contenute nel codice stesso. HCE presenta una vasta gamma di potenziali campi di applicazione, dalla progettazione ed ottimizzazione hardware e software, alla simulazione dei fenomeni fisici, dalla bioinformatica, all'analisi delle immagini e dei segnali.

La facilità d'uso di HCE consentirà il suo utilizzo come strumento di sviluppo sugli elaboratori di ultima generazione anche da parte di una classe di utenti non esperti in progettazione elettronica.

Il forte orientamento delle sue soluzioni ai bisogni degli utilizzatori e la positiva accoglienza della comunità scientifica e del mercato fanno di Ylichron un esempio di come i risultati della ricerca scientifica possano essere messi a disposizione del mercato.

## Progettazione automatica di micro-elaboratori

Ylichron srl è uno Spin-off dell'ENEA nato tre anni fa con il supporto di un finanziamento del Ministero dell'Università e delle Ricerche per gli *start up* d'impresa. L'obiettivo è quello di progettare e implementare prodotti e servizi capaci di sviluppare

dall'ENEA

Ricerca e industria italiana in Cina

Progettazione automatica di micro-elaboratori

Realizzata da ENEA a Portici una cella fotovoltaica polimerica con efficienza del 1,3%



## Realizzata da ENEA a Portici una cella fotovoltaica polimerica con efficienza dell'1,3%

Carlo Privato

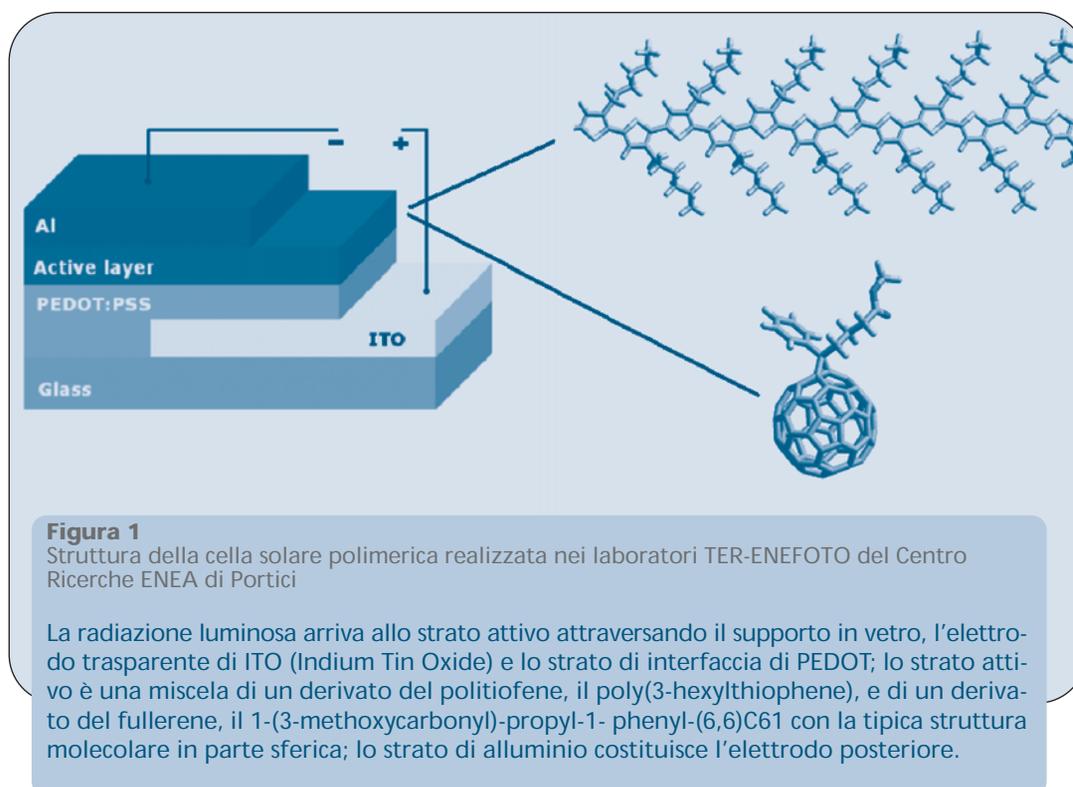
Tra le tecnologie e i materiali a film sottile per l'optoelettronica e per il settore fotovoltaico, grande interesse suscitano i materiali polimerici con proprietà di conducibilità e trasporto che si possono assimilare a quelle dei semiconduttori amorfi a film sottile. L'interesse per questi materiali nasce dalla facilità di sintesi dei componenti principali e dalla possibilità di utilizzare tecnologie di produzione a bassissimo costo, mentre rimane aperto il problema della loro deteriorabilità in tempi rapidissimi.

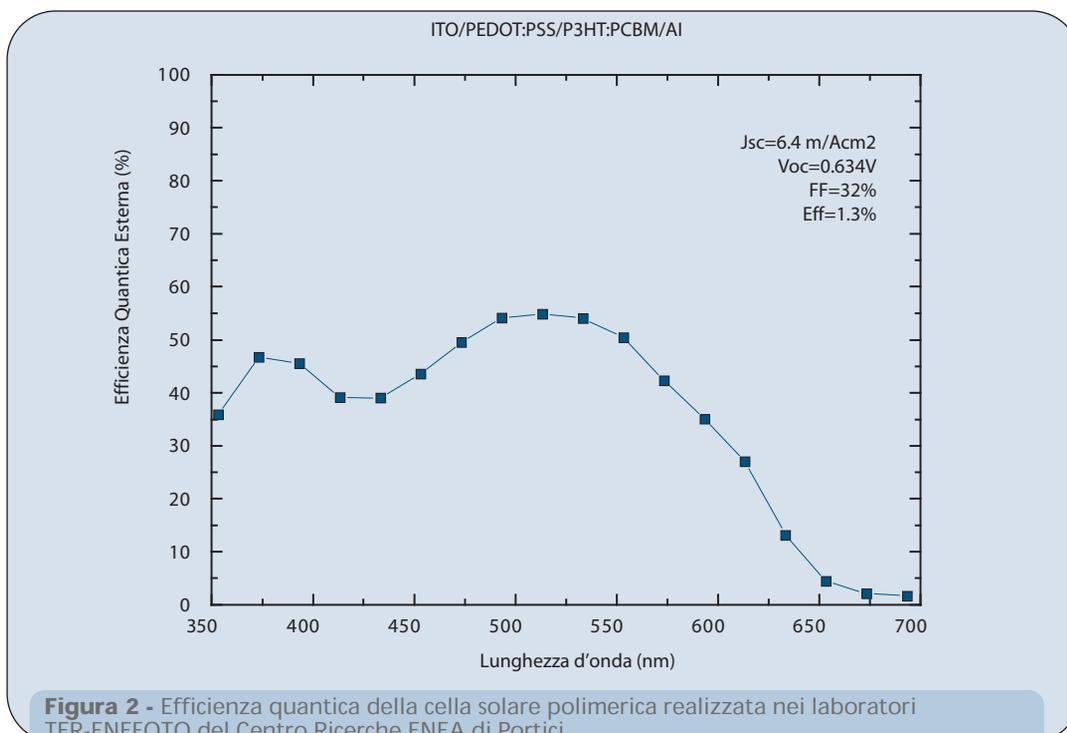
Recentemente, presso i laboratori del Centro Ricerche ENEA di Portici, è stato messo a punto un processo di realizzazione di celle fotovoltaiche polimeriche utilizzando come materiale fotosensibile una miscela composta da un derivato del politiofene, il poly(3-hexylthiophene), e un derivato del fullerene, il 1-(3-methoxycarbonyl)-propyl-1-phenyl-(6,6)C61 (figura 1).

Sono state affrontate le varie problematiche connesse con la deposizione dei materiali polimerici, il controllo della loro morfologia, la realizzazione dei contatti e la caratterizzazione dei dispositivi.

Negli ultimi mesi, apportando delle modifiche al processo tecnologico, è stata migliorata l'efficienza di conversione di tali dispositivi, realizzando un prototipo di cella polimerica con una efficienza di conversione fotovoltaica dell'1,3% (figura 2) in condizioni standard di illuminazione e temperatura (Air Mass 1,95 e 25 °C).

Si tratta di *un vero e proprio record a livello italiano* soprattutto in considerazione dell'area attiva del dispositivo pari a 0,80 cm<sup>2</sup>. Occorre sottolineare, infatti, che tutti i più importanti dati





**Figura 2** - Efficienza quantica della cella solare polimerica realizzata nei laboratori TER-ENEFOTO del Centro Ricerche ENEA di Portici  
 La figura riporta la percentuale di radiazione luminosa incidente trasformata in corrente elettrica dal dispositivo, al variare della lunghezza d'onda. Sono anche indicati i parametri fotovoltaici del dispositivo derivati dalla misura tensione-corrente (in luce standard AM 1,5G).

riportati in letteratura si riferiscono a dispositivi con aree molto più piccole di 0,10-0,20 cm<sup>2</sup>. L'attività di ricerca si inquadra nell'azione di impulso all'innovazione intrapresa da anni dall'ENEA nel settore delle "Clean Energies", tra cui quella fotovoltaica rappresenta una delle tematiche fondamentali.

Il gruppo di ricerca di Portici che opera sul tema delle tecnologie fotovoltaiche rappresenta un vero e proprio "polo di eccellenza" a livello europeo nel settore, e fornisce al Paese un supporto tecnico qualificato in grado di intervenire su tutte le problematiche riguardanti la specifica tecnologia.

Sempre più numerose sono le aziende che si rivolgono al Centro per valutare possibili investimenti e per essere affiancate in progetti di sviluppo industriale, confermando l'importante ruolo di ENEA a sostegno dell'industria italiana nel settore.

*carlo.privato@portici.enea.it*



## Apriamo la mente

Dopo gli ottimi risultati dello scorso anno, si è svolta dal 9 al 18 maggio la 2° edizione del festival del pensiero scientifico "Apriamo la mente": una vera e propria festa della scienza, in sintonia con il mondo della ricerca, che vede lavorare insieme Istituzioni scientifiche e Università.

Presenti all'inaugurazione i premi Nobel Rita Levi Montalcini e Carlo Rubbia, la manifestazione si è svolta presso la Gipsoteca del Complesso del Vittoriano ed è stata promossa dalla Regione Lazio con lo scopo non solo di affascinare e stimolare i giovani parlando di scienza e tecnologia, ma anche di porta-

re i cittadini a stretto contatto con la grande eccellenza degli studi svolti nel Lazio.

Ad unire i 50 eventi che hanno scandito l'edizione di quest'anno è stato il tema delle *origini*. Da qui gli appuntamenti che raccontavano la storia e l'archeologia del Lazio, e gli eventi dedicati alla ricerca sulla nascita del cosmo svolta nei laboratori e università della Regione. Alle *origini* erano anche rivolte le iniziative sulla nascita della vita, nascosta nel DNA o svelata dai fossili, e alle *origini* rimandavano gli eventi sulla comparsa dell'*Homo sapiens* raccontata da resti e manufatti.

L'impegno della Regione Lazio a favore della ricerca scientifica si è tradotto anche nel premio *Giovani talenti per la ricerca* che ammontava a 10 mila euro e che per questo primo anno verrà assegnato, in autunno, a un giovane ricercatore che si sia distinto per i suoi studi di neurobiologia cellulare o molecolare alla ricerca delle origini del pensiero umano.

Per tutta la durata del Festival, a Roma, il Complesso del Vittoriano ha ospitato la mostra "*Viaggio nel tempo: dalle origini dell'universo all'uomo moderno*", un excursus che attraversa 15 miliardi di anni alla scoperta di eventi svelati dalla scienza.

Mentre per 'fuori porta', i Laboratori dell'INFN a Frascati e quelli dell'ENEA alla Casaccia hanno aperto le porte alle scolaresche, così come nell'area di ricerca CNR di Montelibretti i ricercatori hanno illustrato le tecnologie per svelare l'origine dell'olio d'oliva, e il Museo archeologico Lavinium ha organizzato una visita guidata alla struttura, concepita con un avvincente connubio tra

informazione scientifica e tecnologia.

Contemporaneamente, nel resto della Regione, altri eventi hanno coinvolto ricercatori, laboratori scientifici e università a Frosinone, Viterbo, Latina e Rieti.

## Nanotecnologie e biotecnologie: si incontrano a Milano

Un Forum sulle micro e nanotecnologie e un altro sulle biotecnologie si svolgeranno presso il Politecnico di Milano, rispettivamente il 17 settembre e l'1-2 ottobre.

Nanoforum, giunto alla IV edizione, si propone come punto d'incontro d'eccellenza per far conoscere le nuove possibilità offerte dalle nanotecnologie e favorire i processi di trasferimento tecnologico dal mondo della ricerca a quello imprenditoriale. Accanto all'area congressuale sarà attiva un'area espositiva a disposizione di operatori del settore italiani e stranieri per presentare le loro eccellenze tecnologiche e favorire business-meetings.

Bioforum, V edizione, sarà strutturato su due giornate, con una mostra-convegno che si compone di una sessione di apertura e una di chiusura, convegni dedicati alle principali tematiche relative all'innovazione e tavole rotonde di presentazione di Associazioni di categoria, Distretti e Parchi scientifici e tecnologici. Nell'arco delle due giornate, anche per questo evento, sarà attiva un'area espositiva a disposizione di operatori del settore italiani e stranieri.

### Eventi

Apriamo la mente

Nanotecnologie e biotecnologie: si incontrano a Milano

Valorizzazione del patrimonio culturale

Master in tecnologie solari

Rinnovabili & nucleare

## Valorizzazione del patrimonio culturale

“Capacità di innovazione e tecnologie sostenibili per il patrimonio culturale” è stato il tema dell'edizione 2008 di TECHA (Technologies Exploitation for the Cultural Heritage Advancement), il Forum internazionale che si è svolto a Roma il 10 e l'11 marzo organizzato da CNR, ENEA, APRE, Regione Lazio, Provincia e Comune di Roma e dalla FILAS.

TECHA nasce come occasione per stimolare una attività di ricerca e di osservazione sia dello stato dell'arte che dei *trend* evolutivi dell'innovazione e delle ricerche scientifiche.

Lo scopo non è solo quello di entrare nel merito qualitativo delle tecnologie prodotte da laboratori e imprese, ma di far emergere e discutere le *best practices* strategiche e progettuali delle ITCH - Innovation & Technologies for Cultural Heritage, per studiare e proporre i modelli migliori di ITCH *governance* e i metodi più efficaci di valutazione dei risultati dei sistemi ITCH applicati da imprese su casi concreti.

L'edizione di quest'anno è stata focalizzata su tecnologie ed *expertise* relative ad analisi, diagnostica e monitoraggio; materiali e tecniche di intervento; ICT per i beni culturali; energia sostenibile per il patrimonio architettonico. È stata perciò l'occasione per avviare una piattaforma comune di discussione, diffondere le opportunità di finanziamento per ricerche nelle tecnologie per i beni culturali, e lanciare la cooperazione su grandi progetti internazionali

di restauro e salvaguardia di monumenti del patrimonio mondiale.

Nel corso dei due giorni è stata allestita un'area espositiva per le imprese.

## Master in tecnologie solari

A partire da ottobre 2008, l'Università Tecnica (TU) di Berlino mette a disposizione un Master post-laurea della durata di un biennio denominato Global Engineering for Solar Technology (GPE-Solar). Il corso accademico di specializzazione è stato studiato per ingegneri con un diploma bachelor e con esperienza professionale, offrendo loro un vasto approfondimento delle loro conoscenze con una qualifica post-laurea sulle tecnologie termo-solari e fotovoltaiche. Questo master a pagamento, ideato da TU Berlino e Renewables Academy SpA, oltre a trasmettere solide conoscenze specifiche per ingegneri inerenti alla produzione di tecnologie solari, offre anche una qualifica in campi non tecnici quali management, finanziamento, marketing e business development nonché un approfondimento delle competenze interculturali degli studenti.

Per ulteriori informazioni: [www.gpe-solar.de](http://www.gpe-solar.de), [be@eichmanns.net](mailto:be@eichmanns.net)

## Rinnovabili & nucleare

Si è tenuto a Roma il 26 giugno, organizzato da ISES Ita-

lia, il workshop *Rinnovabili e nucleare: due percorsi paralleli* con lo scopo di privilegiare l'approccio tecnico e scientifico e solo indirettamente quello politico e sociale. Secondo l'analisi introduttiva di G.B. Zorzoli non c'è alcuna speranza di avere elettricità prodotta da nuove centrali nucleari prima di 13-14 anni: perciò, anche superando le fortissime resistenze delle popolazioni, non in tempo per gli obiettivi europei del 2020. È quindi necessario che le fonti rinnovabili, e l'efficienza energetica, diventino al più presto competitive. Meno pessimista si è dimostrato Maurizio Cumo, dell'Università La Sapienza di Roma, il quale ritiene che nucleare e rinnovabili non solo non siano in competizione fra loro, ma possano contribuire alla crescita energetica del Paese: l'importante è che si riesca a mantenere bassi i costi.

Mentre Giorgio Palazzi, dell'ENEA, ha ribadito indispensabile uno sviluppo più deciso delle rinnovabili: c'è bisogno di definire strutture adeguate che supportino con più efficacia le energie rinnovabili. La Tavola Rotonda conclusiva su possibili scenari energetici, alla quale hanno preso parte esponenti di imprese impegnate nello sviluppo e produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili e da nucleare, ha concordato che la maturità delle rinnovabili e dell'efficienza possa contribuire in modo decisivo al raggiungimento degli obiettivi del 2020. Incertezze e impraticabilità, tecnologica e sociale, caratterizzano invece il nucleare in Italia: gli stessi grandi gruppi condizionano ogni loro impegno alla definizione di condizioni politiche e sociali certe e definite, che oggi non appaiono imminenti e mature.



## Il capitalismo ha i secoli contati

Giorgio Ruffolo  
Einaudi, marzo 2008, pagine 296, euro 16

Inizia con un calembour l'ultimo libro di Giorgio Ruffolo (che non è nuovo ai giochi di parole), nel quale l'autore presenta una breve storia dell'evoluzione del mercato, dai primi esempi degli antichi imperi della Mesopotamia, fino ai giorni nostri. Un processo che l'autore divide in tre grandi fasi: "mercato fuori dalle mura. Prove d'orchestra" (del

capitalismo) per quanto riguarda il periodo che si conclude con la fine dell'impero romano d'occidente; "mercato entro le mura. Le egemonie dell'Occidente" per il periodo che ha visto l'affermarsi delle varie supremazie nazionali, da quella italiana a quella iberica, a quella olandese, a quella britannica e infine a quella americana e "mercato senza le mura. La mercatizzazione globale", ossia la fase storica che stiamo attraversando.

Negli ultimi duecento anni, il Prometeo incatenato è diventato scatenato, cioè l'uomo grazie alla tecnica, ha attuato un poderoso sforzo per dominare il mondo. L'umanità, pur con molte disuguaglianze, ha visto aumentare notevolmente il suo benessere.

La fusione tra tecnica e mercato, ossia la caratteristica del capitalismo, ha permesso in centosessanta anni, dal 1820 al 1979, nei paesi capitalistici più avanzati, una crescita del prodotto totale di sessanta volte e di quello procapite di tredici volte, mentre la popolazione è quadruplicata. Riportata in un grafico, la curva del prodotto lordo mondiale, rimasta piatta per secoli (anzi per millenni) si impenna improvvisamente in modo vertiginoso e diventa praticamente verticale a partire dal XX secolo.

Tutto bene dunque? Non sembrerebbe.

Secondo Ruffolo infatti il Prometeo scatenato ha creato, accanto a condizioni prodigiose di prosperità, condizioni minacciose per la sopravvivenza.

Riassumendo, sono cinque le minacce: la devastazione del-

l'ambiente: *insostenibilità*; gli squilibri distributivi di risorse e di potere connessi con la *globalizzazione*; il deterioramento delle relazioni sociali: *privatizzazione*; la dissipazione delle ricchezze reali: *finanziarizzazione*; l'impoverimento delle risorse morali: *demoralizzazione*.

L'insostenibilità nel consumo delle risorse è riconosciuta da tutti, il progresso tecnologico può ritardarne il consumo ma non indefinitamente, non può evitare l'aumento dell'entropia. Ad ogni aumento del PIL (prodotto interno lordo), dice Ruffolo, corrisponde un aumento del Lip (lordura interna prodotta), che non può certo essere calcolata con il PIL. La globalizzazione, d'altra parte, non ha prodotto una diminuzione delle disuguaglianze tra paesi ricchi e paesi poveri né all'interno dei singoli paesi, mentre ha generato una rincorsa dei paesi poveri all'interno di un modello di sviluppo che genera conseguenze ambientali insostenibili.

La nuova rivoluzione industriale riguarda due miliardi di donne e uomini, di cui mezzo miliardo tutelati e un miliardo e mezzo, quelli dei paesi oggetto della globalizzazione, indifesi. La mercatizzazione genera effetti disgreganti della coesione sociale, comporta il declino dei beni collettivi rispetto ai beni privati, processo che contraddice il bisogno di coesione sociale. Si assiste così a una polverizzazione della società che la espone al rischio di mobilitazioni irrazionali. Si coglie qui il nesso tra privatismo e populismo che sta emergendo nelle società capitalistiche contemporanee.

### Lecture

Il capitalismo ha i secoli contati

Manuale della sostenibilità

A qualcuno piace caldo

Il libro verde sull'innovazione

L'attacco alla democrazia, afferma Ruffolo, "viene condotto oggi in nome dello Stato debole e della privatizzazione della società."

Un altro aspetto dell'attuale modello di crescita squilibrata è quello dell'allocatione del risparmio e degli investimenti, fondata sull'indebitamento, a lungo andare insostenibile. Le varie crisi e i numerosi scandali che hanno travolto negli ultimi anni grandi industrie dell'energia e della finanza hanno contribuito a minare la fiducia nella credibilità del sistema capitalistico.

Dunque il capitalismo incontra oggi tre limiti: l'insostenibilità fisica ed ecologica, l'insostenibilità sociale, l'insostenibilità finanziaria. Può superarli? Può trasformarsi attraverso uno sviluppo meno turbolento? Può insomma continuare a contare i secoli? (fino a quando non si sa, ma di sicuro "nella storia c'è certamente la fine del capitalismo"). Ruffolo fa delle proposte riconducibili ai principi dell'*equilibrio*, della *correlazione* e della *trascendenza*.

Innanzitutto occorre sostituire l'ideale della crescita con quello dell'equilibrio. Uno stato stazionario ma non statico, compatibile con un capitalismo inteso come sistema competitivo di "accumulazione di tecniche e conoscenze", che punti al perfezionamento qualitativo piuttosto che all'accumulazione quantitativa. La correlazione significa il superamento della contrapposizione tra cooperazione e competizione in una nuova forma di emulazione cooperativa in cui ciascuno, pur inseguendo il proprio utile e le proprie ambizioni, si fa carico dell'interesse comune. Infine la tra-

scendenza, quello spazio che Rudolf Steiner vedeva come indipendente dallo Stato e dal Mercato, in cui è possibile coltivare il sapere disinteressato (scuola, ricerca, cultura) destinandogli il surplus generato dall'economia.

Il progresso tecnico, conclude Ruffolo, non è la causa dell'imperativo della "fattibilità", ossia della necessità di sperimentare ogni cosa che sia fattibile, a prescindere dai fini. Il venir meno dei fini è causato dall'asservimento del progresso tecnologico all'accumulazione capitalistica.

Il problema, allora, non è quello di rinunciare alla tecnica ma di "sottrarre la tecnica alle leggi del mercato, ponendola al servizio della conoscenza". Non incatenare Prometeo, ma guidarne lo sviluppo.

(Flavio G. Conti)

## Manuale della sostenibilità

Idee, concetti, nuove discipline capaci di futuro  
Gianfranco Bologna  
Edizioni Ambiente,  
marzo 2008, pagine 331,  
20 euro

In questa seconda edizione, aggiornata rispetto a quella del 2005 con i risultati della Conferenza di Bali, Gianfranco Bologna, direttore scientifico e culturale del WWF Italia e segretario generale della Fondazione Aurelio Peccei, sezione italiana del Club di Roma, fa il punto sulle nuove conoscenze nel settore e rilancia un appello per un intervento rapido e incisivo volto alla salvaguardia

del patrimonio naturale.

Nel volume l'autore ricostruisce il significato che il termine "sostenibilità" ha assunto negli anni più recenti, partendo dalle idee e dai concetti espressi dagli autori classici per giungere poi alle nuove proposte interdisciplinari che ne disegnano le prospettive future, in un mosaico ampio e documentato che arricchisce e stimola ulteriormente il dibattito in corso.

Il percorso si sviluppa in sei capitoli: dopo una rapida analisi sugli impatti della specie umana, vengono descritti i personaggi e gli eventi che hanno via via costruito la "sostenibilità", per approdare attraverso teorie di riferimento, forme di applicazione concreta e azioni di coordinamento internazionale, alla *sustainability science*.

Il volume approfondisce poi due questioni che impegneranno l'agenda politica anche nei prossimi anni: il cambiamento climatico e il crescente impoverimento della biodiversità.

Nella parte finale è presente un glossario che riporta le definizioni di concetti e termini tecnici utilizzati nel testo.

La *sostenibilità dello sviluppo* sembra una formula magica per affrontare e risolvere i gravi problemi che affollano il nostro presente e incombono sul nostro futuro: dalla crisi energetica alla perdita di biodiversità, dal cambiamento climatico fino alle varie forme di inquinamento delle acque, dell'aria e del suolo. La sostenibilità è in realtà uno scenario complesso, che ha bisogno di scienze e politiche nuove.



La *Sustainability Science* è diventata negli anni un laboratorio straordinario di idee, indagini e teorie innovative che sono confluite in una nuova scienza, trasversale ad una ricca pluralità di discipline. La sostenibilità è un modello di pensiero che cerca di integrare la civiltà contemporanea con la complessità della natura e propone un'idea credibile di *sviluppo* in opposizione al mito della *crescita* a tutti i costi.

I processi naturali vengono studiati insieme a quelli sociali, economici e produttivi, alla luce della complessa rete di relazioni reciproche che caratterizza il "sistema chiuso" del nostro pianeta.

Il lavoro degli studiosi che si occupano di sostenibilità mette in discussione l'attuale uso indiscriminato delle risorse, i modelli di scambio economico, gli stili di vita, l'organizzazione della società e delle istituzioni.

Obiettivo dell'autore è quello di far emergere i notevoli sviluppi delle discipline che hanno implicazioni con il tema in questione, illustrare le loro reciproche contaminazioni e fornire gli elementi e gli stimoli necessari per verificarne la portata e approfondirne i contenuti.

*Manuale della sostenibilità* è una sorta di guida pratica che può offrire a chi si occupa professionalmente di queste problematiche, ma anche al lettore comune, un quadro di riferimento completo e riccamente documentato.

## A qualcuno piace caldo

Errori e leggende sul clima che cambia

Stefano Caserini

Edizioni Ambiente, 2008, pagine 352, euro 20,00

Nel settore dell'informazione sui cambiamenti climatici si assiste da qualche tempo a una biforcazione. Da un lato, la quasi totalità degli scienziati è concorde nell'indicare nelle attività umane il principale responsabile dell'aumento di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera con la conseguente crescita delle temperature globali, a cui diventa sempre più urgente fare fronte con politiche e strategie mirate. Dall'altro, sui media trovano spazio argomentazioni, spesso poco scientifiche, che negano qualunque valore all'imponente mole di evidenze che si va accumulando.

Per riportare il dibattito entro i limiti della discussione scientificamente corretta, l'autore (che è docente al Politecnico di Milano ed ha collaborato alla revisione del IV Rapporto IPCC) prende in esame le posizioni dei "negazionisti" e ne evidenzia le incoerenze e le manipolazioni.

Con la definizione "negazionismo climatico" l'autore intende indicare quell'atteggiamento di scetticismo ostinato, irragionevole e poco documentato. Infatti le posizioni negazioniste italiane non sembrano, generalmente, avere come diretta spiegazione ragioni di natura economica e finanziaria, os-

sia la difesa di interessi corporativi. A differenza di altri Paesi dove le *lobby* dell'industria petrolifera hanno esercitato in alcuni casi pressione sulle politiche climatiche, alla base del negazionismo italiano ci sono ragioni forse più di ordine psicologico e sociologico, la volontà di difendere l'attuale modello di sviluppo senza metterlo in discussione, la pigrizia.

Nel 2007 le voci negazioniste sul clima sono diminuite. Un po' del merito è dell'IPCC, l'organismo scientifico ONU sui cambiamenti climatici: la pubblicazione del suo IV Rapporto di valutazione, che ha passato in rassegna e riassunto in modo accurato la vasta letteratura scientifica sull'argomento, è riuscita a far giungere all'opinione pubblica il crescente allarme della comunità scientifica. Ma la consapevolezza, il sapere diffuso, la percezione pubblica delle cause non sembra stia progredendo di pari passo con la crescita del problema.

Per questo il libro si propone di spiegare il problema dei cambiamenti climatici a partire da chi sostiene che il problema non ci sia, cercando di capire se le affermazioni a volte clamorose dei negazionisti climatici reggono il confronto con l'approfondimento scientifico.

Un aspetto importante viene ricordato da Camerini. Oggi, mentre stanno nascendo anche nel nostro paese le prime politiche climatiche, si è scoperto che l'Italia è in grande ritardo: ha aumentato negli ultimi 17 anni le sue emissioni di gas serra di circa il 12%, mentre avrebbe dovuto diminuirle del 6,5%, secondo l'impegno preso

con il Protocollo di Kyoto, approvato dal Governo italiano nel 1997 e ratificato dal Parlamento nel 2002.

Come è successo? Spiega l'autore: "Una delle ragioni di questo ritardo è stato il credito dato a chi ha negato l'esistenza del riscaldamento globale, a chi ha escluso le responsabilità umane o ha sostenuto che il Protocollo di Kyoto non sarebbe mai entrato in vigore. Molte di queste persone sono in prima fila a spiegare, con identica presunzione, la vera strada da percorrere per ridurre le emissioni; con gravità ammoniscono sui possibili rischi per la competitività e per i mercati; alcuni senza scomporsi propongono il preoccupante approdo del pensiero negazionista, ora è troppo tardi per fare qualcosa". Dunque, altro fine del libro vorrebbe essere la richiesta di un po' più di rispetto per chi con tanta fatica sta cercando di trovare rimedi alla crisi climatica, meno sicumera e approssimazione nel discutere le azioni che saranno necessarie nel prossimo futuro per contrastare i cambiamenti climatici.

A partire da una riflessione sul significato di questa continua corsa alla crescita delle produzioni, dei consumi, dell'uso delle risorse non rinnovabili del pianeta.

### Il libro verde sull'innovazione

A cura di M.Calderini, M.Sobrero, R.Viale  
Ed. Il Sole 24 Ore, febbraio 2008, pagine 190, euro 24,00

Pubblicato nella collana "Innovazione e Competitività",

nata da una collaborazione fra Il Sole 24Ore e la Fondazione Cotec con l'intento di sostenere ed orientare la capacità innovativa e industriale del nostro paese, il volume sviluppa una articolata analisi della attuale situazione italiana in tema di ricerca e innovazione.

Le attuali dinamiche del sistema innovativo italiano vengono declinate secondo quattro filoni fondamentali: il sistema di *governance* dell'innovazione, il rapporto tra ricerca pubblica e ricerca privata (con specifico riferimento alle università), il ruolo della domanda pubblica e le formule di sostegno finanziario all'innovazione.

Per ogni ambito, la valutazione è stata condotta mediante un confronto sul campo con policy-maker e rappresentanti di istituzioni, imprese e organismi accademici con l'obiettivo di individuare le criticità più stringenti, in modo da formulare indicazioni e proposte concrete per il rilancio dell'innovazione in Italia.

Il testo evidenzia come la competitività tecnologica di un paese dipenda dalla solidità e dalla qualità dei singoli attori, sia di natura pubblica che privata, ed è imprescindibile dalla capacità di questi di porsi in relazione, scambiare conoscenze e cooperare attivamente in modo sistemico.

E ciò si può concretizzare realizzando un coordinamento unico nazionale per il sostegno all'innovazione, progettando meccanismi incentivanti nel finanziamento agli atenei, creando nuovi strumenti a capitale misto per il sostegno finanziario all'innovazione.